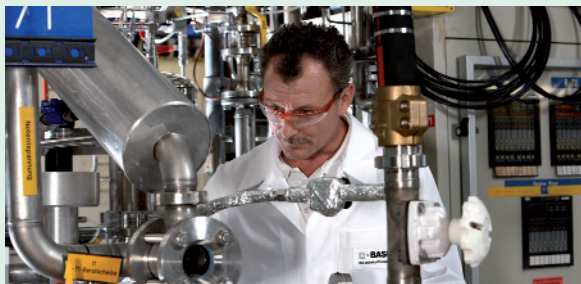


Marktanalyse

Nachwachsende Rohstoffe Teil II



Marktanalyse

Nachwachsende Rohstoffe Teil II

meó Consulting Team

Faserinstitut Bremen

nova-Institut GmbH

Herausgegeben von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR),
Hofplatz 1, 18276 Gülzow, mit Förderung des Bundesministeriums
für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

2007

Der vorliegende Teil II der Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe wurde unter Federführung des meó Consulting Teams in Zusammenarbeit mit dem Faserinstitut Bremen und dem nova-Institut GmbH durchgeführt.

meó Consulting Team

Weissenburgstr. 53
D-50670 Köln
Tel.: (02 21) 9 72 72 32
Fax: (02 21) 9 41 58 63
www.meo-consulting.com

Faserinstitut Bremen

Am Biologischen Garten 2
28359 Bremen
Tel.: (04 21) 2 18 93 29
Fax: (04 21) 2 18 31 10
www.faserinstitut.de

nova-Institut GmbH

Goldenbergstraße 2
50354 Hürth
Tel.: (0 22 33) 94 36 84
Fax: (0 22 33) 94 36 83
www.nova-institut.de/nr

Weitere beteiligte Experten und Unternehmen sind in den jeweiligen Kapiteln aufgeführt.

Teil I der Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe erschien 2006 und kann bei der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. bestellt werden.

Herausgeber:

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.
Hofplatz 1
18276 Gülzow
Tel.: (0 38 43) 69 30 - 0
Fax: (0 38 43) 69 30 - 1 02
info@fnr.de
www.fnr.de

Projektleitung:

Dr. Norbert Schmitz, meó Consulting Team, schmitz@meo-consulting.com

Textredaktion, Gestaltung und Produktion:

nova-Institut GmbH, Abteilung nova-iBase
www.nova-ibase.de

Druckerei:

Media Cologne Kommunikationsmedien GmbH, www.mediacolonne.de

Titelbilder:

BASF AG; FNR e.V.; Martin Snijder, GreenGran

Alle Rechte vorbehalten.

Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Herausgebers in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt, verbreitet oder archiviert werden.

Inhalt

Vorwort.....	5
Bio-Polymerwerkstoffe sowie holz- und naturfaserverstärkte Kunststoffe	7
Weißer Biotechnologie.....	217
Phytopharmaka	333
Abkürzungen	395

Anmerkungen des Herausgebers

Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) hat über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) die Erstellung der Studie „Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe“ gefördert, die unter Leitung des meó Consulting Teams erarbeitet wurde.

Ein vollständiger Überblick der aktuellen stofflichen und energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe einschließlich der prognostizierten Marktentwicklung bis 2020 liegt bereits mit der Publikation „Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe“ vor, die die FNR im Dezember 2006 veröffentlichte.

Der jetzt herausgegebene 2. Band untersetzt drei ausgewählte Segmente, deren Entwicklungspotenziale besonders vielversprechend erscheinen. Im Detail beleuchten die Autoren die Märkte für Bio-Polymerwerkstoffe sowie naturfaserverstärkte Kunststoffe (einschließlich wood plastic compounds), Produkte, die unter Anwendung biotechnologischer Verfahren und Methoden (Weiße Biotechnologie) auf Basis nachwachsender Rohstoffe hergestellt werden, sowie Phytopharmaka. Sie zeigen strategische Optionen für die weitere Entwicklung dieser Themen auf und definieren mögliche Schwerpunkte bei der Ausgestaltung der Forschungspolitik, der Einbindung in internationale Netzwerke sowie der Justierung der politischen Rahmenbedingungen.

Der Herausgeber weist explizit darauf hin, dass es sich hierbei um Empfehlungen der Autoren handelt, die sich mit der Einschätzung des BMELV nicht decken müssen. Konkrete Entscheidungen fällt das Bundeslandwirtschaftsministerium unter Abwägung aller hierfür relevanten Faktoren und unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungen.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
Gülzow, Mai 2007

Bio-Polymerwerkstoffe sowie holz- und naturfaserverstärkte Kunststoffe

Jörg Müssig

Michael Carus*

* Prof. Dr.-Ing. Jörg Müssig; (Faserinstitut Bremen e.V – FIBRE; Am Biologischem Garten 2, 28359 Bremen) – jetzt tätig: Hochschule Bremen - University of Applied Sciences / Professur Biologische Werkstoffe / Internationaler Studiengang Biomatik, Neustadtswall 30, 28199 Bremen, www.hs-bremen.de
Dipl.-Physiker Michael Carus; nova-Institut GmbH, Goldenbergstr. 2, 50354 Hürth, www.nova-institut.de/nr

Inhalt

1 Kernbotschaften	11
2 Markt- und Wettbewerbssituation	30
2.1 Markt- und Wettbewerbssituation Bio-Polymere.....	31
2.1.1 Übersicht Bio-Polymere.....	32
2.1.2 Rohstoffe.....	45
2.1.2.1 Übersicht Rohstoffe.....	46
2.1.2.2 Stärkepreis.....	49
2.1.2.3 Kostenposition der deutschen Anbauer.....	64
2.1.2.4 Einfluss Regulative.....	76
2.1.3 Verfahren, Anwendungen, Markt und Wettbewerb Bio-Polymerwerkstoffe.....	80
2.1.3.1 Verfahren und Anwendungen Bio-Polymerwerkstoffe.....	81
2.1.3.2 Markt und Wettbewerb Bio-Polymerwerkstoffe.....	93
2.2 Markt- und Wettbewerbssituation holz- und naturfaserverstärkte Kunststoffe	104
2.2.1 Übersicht holz- und naturfaserverstärkte Kunststoffe .	105
2.2.2 Rohstoffe.....	109
2.2.2.1 Übersicht Rohstoffe.....	110
2.2.2.2 Naturfaserpreis.....	117
2.2.2.3 Kostenposition der deutschen Anbauer.....	130
2.2.2.4 Einfluss Regulative.....	141
2.2.3 Verfahren, Anwendungen, Markt und Wettbewerb	144
2.2.3.1 Verfahren und Anwendungen NFK	145
2.2.3.2 Verfahren und Anwendungen WPC	156
2.2.3.3 Markt und Wettbewerb holz- und naturfaserverstärkte Kunststoffe.....	162
3 Strategische Optionen.....	172
4 Szenarien	176

5 Förderempfehlungen.....	184
5.1 Übersicht über Förderschwerpunkte	185
5.2 Ziele und Maßnahmen	189
5.2.1 Übergreifende flankierende Maßnahmen.....	190
5.2.2 Ziele und Maßnahmen Bio-Polymere	194
5.2.3 Ziele und Maßnahmen Naturfasern, NFK und WPC... ..	198
6 Quellenverzeichnis.....	205
6.1 Literatur und Websites	205
6.1.1 Rohstoff Stärke.....	205
6.1.2 Bio-Polymere.....	208
6.1.3 NFK und WPC.....	211
6.2 Einbezogene Unternehmen, Verbände und Institutionen.....	212
6.2.1 Bio-Polymerwerkstoffe.....	212
6.2.2 NFK und WPC.....	214
6.2.3 WPC Spezialisten	216

1

Kernbotschaften

Bei steigenden Erdölpreisen werden für Nawaro-Werkstoffe auf Basis heimischer Rohstoffe attraktive Märkte entstehen

Marktchancen für Nawaro-Werkstoffe

- **Globale Wettbewerbsfähigkeit von Nawaro-Werkstoffen**
 - Mit steigenden Erdöl- und Energiepreisen steigen auch die Kunststoff- und Glasfaserpreise. Hierdurch wird sich die Nachfrage nach und die Wettbewerbsposition für Kunststoffe auf Nawaro-Basis und holz- und naturfaserverstärkte und -gefüllte Polymere deutlich verbessern. Die neuen Werkstoffe werden unter diesen Randbedingungen weltweit zunehmend Marktanteile gewinnen.
- **Wettbewerbsfähigkeit von Rohstoffen aus deutschen Anbau**
 - Mit Polymeren aus Weizenstärke sowie mit Hanffaser verstärkten oder mit Holznebenprodukten gefüllten Polymeren können auch Nawaro aus Deutschland an diesem globalen Trend teilhaben. Die genannten Agrarrohstoffe können schon unter heutigen Rahmenbedingungen nahezu zu Weltmarktpreisen produziert werden - bei global steigenden Preisen für Agrarrohstoffe wird bis spätestens 2015 Konkurrenzfähigkeit erwartet.
- **Entstehung attraktiver Anwendungen und Märkte für Nawaro-Werkstoffe**
 - Attraktive Märkte mit einem zukünftigen Marktvolumen von über 2 Mrd. € in Deutschland und Wachstumsraten größer 5% entstehen für Bio-Polymere insbesondere im Bereich dauerhafter Produkte für die Konsumgüterindustrie und für holz- und naturfaserverstärkte Kunststoffe in den Segmenten Automobilinterieur und -exterieur sowie Konsumgüterartikel.

Um an diesem Marktwachstum in Deutschland zu partizipieren, sollten limitierende Faktoren durch gezielte Förderung beseitigt werden (1)

Optimierungsbedarf bezüglich limitierender Faktoren bei NFK/WPC

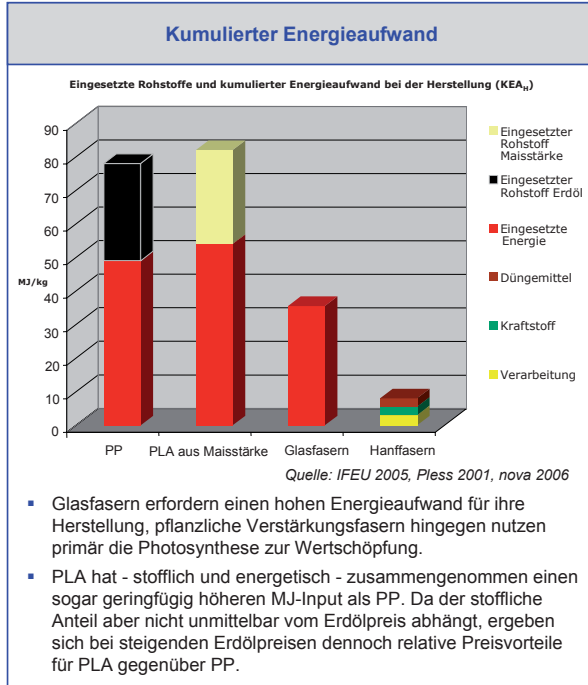
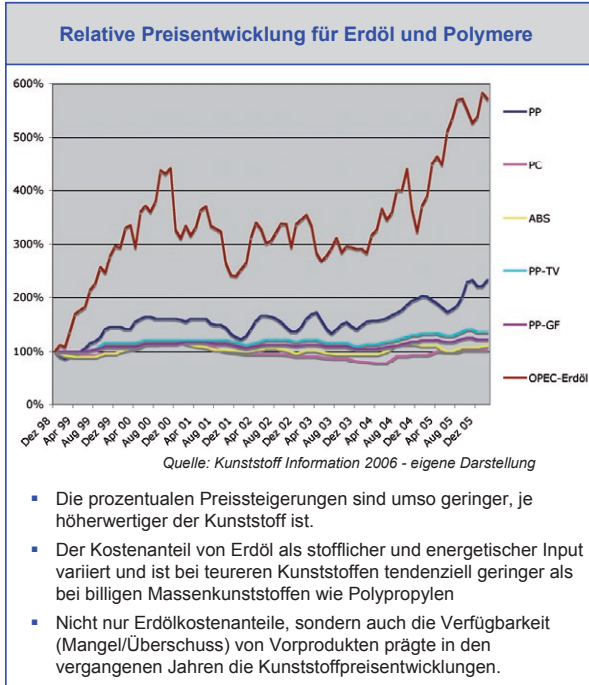
- Die Verwendung von naturfaserverstärkten Kunststoffen (NFK) wird neben den z.Zt. relativ niedrigen Glasfaserpreisen durch technische Engpässe, mangelndes Qualitätsmanagement und klein-industrielle Strukturen limitiert. Der Einfluss dieser vier Faktoren kann voraussichtlich in den nächsten Jahren beseitigt bzw. deutlich gemindert werden:
 - Die Produktionskosten für Glasfasern sind viel stärker von den Energiepreisen abhängig als die von Naturfasern. Naturfasern werden daher mit steigenden Energiepreisen immer konkurrenzfähiger.
 - Gezielte Förderung kann technische Engpässe bei Anbau- und Ernteverfahren verringern sowie industrielle Faseraufschlussverfahren und Faserzufuhr (Kunststoffverarbeitungstechnik) verbessern.
 - Flankierende Maßnahmen zur Optimierung der Produktions- und Handelsstrukturen, zum Transfer von Know-How (z.B. Qualitätsmanagement) und Förderung der Entwicklung und Markteinführung von NFK Produkten.
- Wood-Plastic-Composites (WPC) haben das technische und preisliche Rüstzeug, ein neuer Massenkunststoff zu werden; vermutlich sogar unter Verwendung von Thermoplast-Rezyklaten. Anders als in Nordamerika werden WPC-Spritzguss und WPC-Formpressen in Deutschland eine erheblich größere Rolle spielen - außerhalb des „Decking“-Bereiches. Aufgrund der umfassenden Erfahrungen aus Nordamerika sollten technische und Vermarktungsprobleme durch gezielte praxisorientierte Förderung lösbar sein:
 - Optimierung der Eigenschaften von WPC durch Holz/Naturfasermischungen, Verbesserung des Extrusionsprozesses und der Feuchteaufnahme sowie geeigneter Additive.
 - Förderung der Entwicklung und Markteinführung von WPC Produkten.

Um an diesem Marktwachstum in Deutschland zu partizipieren, sollten limitierende Faktoren durch gezielte Förderung beseitigt werden (2)

Optimierungsbedarf bezüglich limitierender Faktoren bei Bio-Polymerwerkstoffen

- Während die deutsche Stärkeindustrie bereits höchst effizient und professionell arbeitet, besitzt die starke deutsche Kunststoffindustrie dagegen im Bereich der Biokunststoffe eine weltweit eher schwache Position. Förderung in zwei Bereichen könnte die Position der deutschen Kunststoffindustrie signifikant verbessern:
 - Einflussnahme auf politische Rahmenbedingungen (wie z.B. bei Biokraftstoffen) durch z.B. entsprechende Ausgestaltung der VVO, Bioabfall-VO und Altauto-Richtlinie.
 - Optimierung von bereits am Markt eingeführter Bio-Polymerwerkstoffen und Erweiterung des Anwendungsspektrums. So sind z.B. in Asien etliche Entwicklungen schon serienreif, die bei uns noch F&E-Themen sind. Wichtig sind daher anwendungsorientierte Entwicklung und Unterstützung bei der Markteinführung, nicht die Erforschung und Entwicklung neuer Polymere.

Bei steigenden Erdöl- und Energiepreisen haben Nawaro basierte Werkstoffe aufgrund des geringeren Erdölaufwands Produktionskostenvorteile

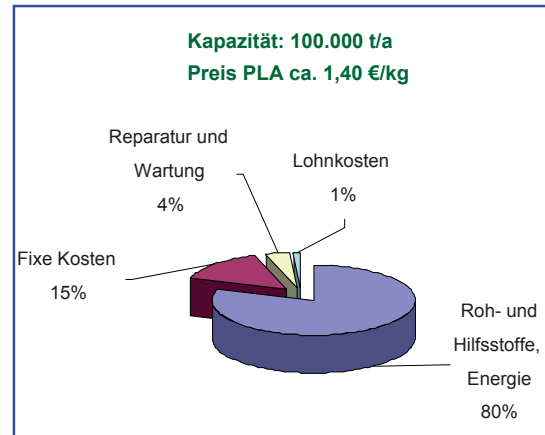


Bei Bio-Polymerwerkstoffen hat PLA das größte Zukunftspotenzial und ist schon heute preislich konkurrenzfähig zu Standardpolymeren

Zukunft der Polymerwerkstoffe aus Nawaro

- Polymerprodukte aus reiner Stärke stellen nicht die Zukunft der Polymerwerkstoffe aus Nawaro dar.
- Polymerwerkstoffe aus Stärke werden auch weiterhin im Markt wachsen, die anderen Polymerwerkstoffe auf der Basis Nawaro werden jedoch stärker wachsen.
- PLA hat bezüglich der Eigenschaften mehr Potenzial.
- Es werden zukünftig noch stärker Compounds nachgefragt werden (z.B. Stärke/PLA-Blends).
- Im Bereich Garten- und Landschaftsbau spielt die Abbaubarkeit von Produkten eine wichtige Rolle. Hier können schneller abbaubare (Kompostierung) Produkte aus Stärke Vorteile ausspielen (z.B. Mulchfolien, Halteclips für Tomaten etc.).
- Polymerwerkstoffe aus PHB sind zurzeit besonders interessant für Spezialmärkte wie die Wehrtechnik (z.B. abbaubare Geschosshülsen).
- Polymerwerkstoffe aus Cellulose wie das Celluloseacetat sind aus Kostengründen Produkte für den Spezialmarkt und nicht für den Massenmarkt.
- Pflanzenöle für Polymerwerkstoffe werden zunehmend wichtiger, wobei sich voraussichtlich Ölimporte gegenüber heimischen Ölen aufgrund des Preisvorteils durchsetzen werden.
- Abbaubare Polymerwerkstoffe aus petrochemischen Rohstoffen sind nicht als Konkurrenz zu Nawaro zu sehen, sondern eher als Ergänzung. Die Zukunft wird aber eher bei den Nawaro liegen.

Preisvergleich PLA mit PP- und PE-HD-Granulat

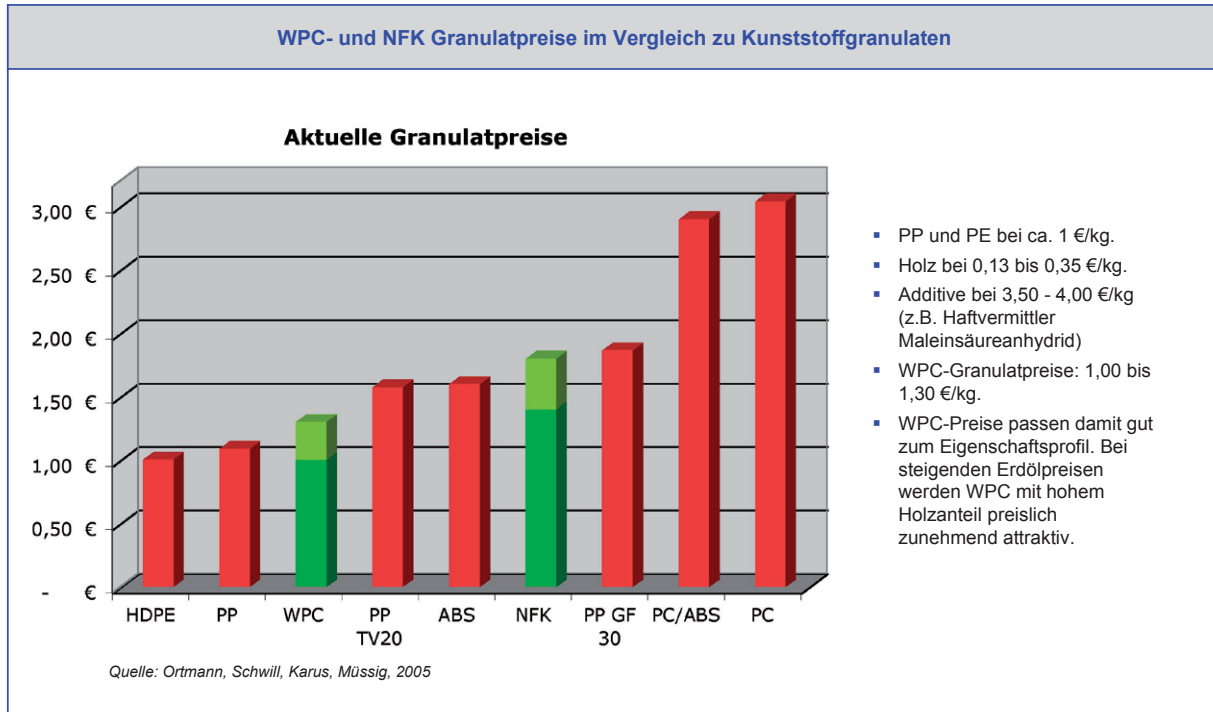


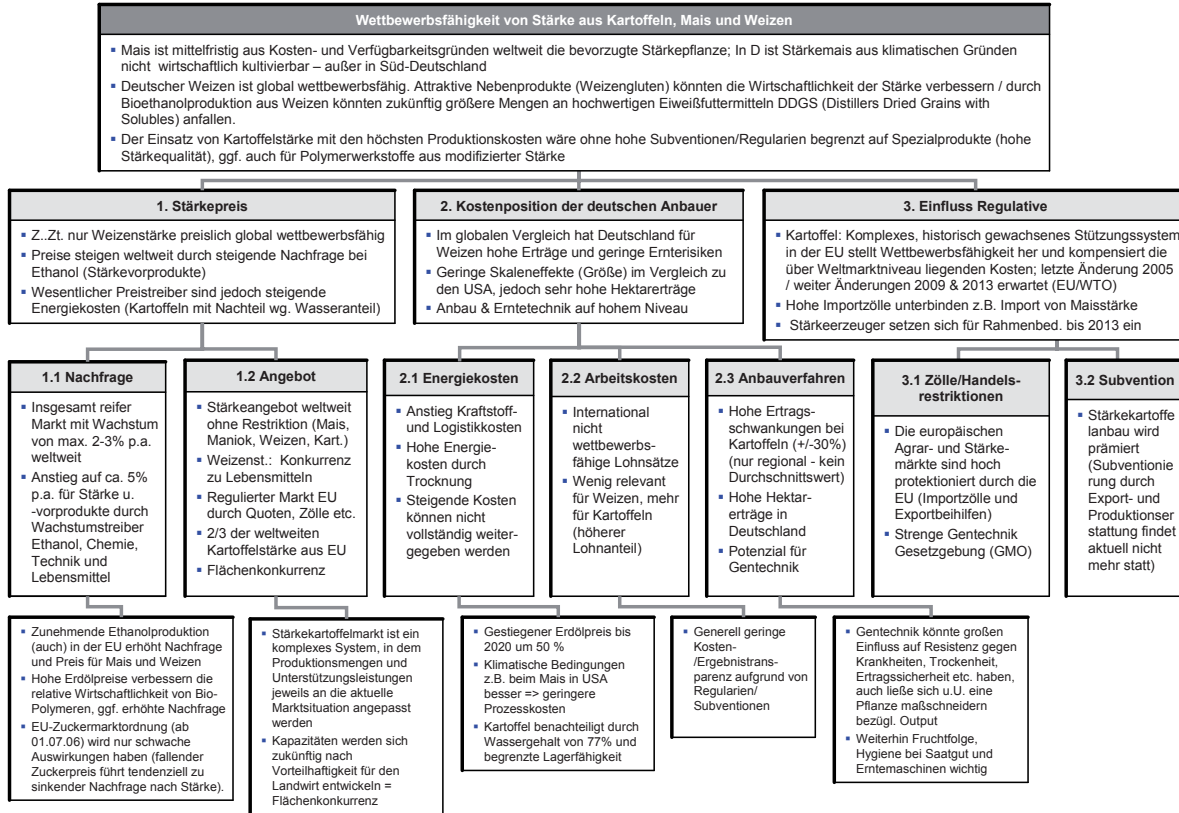
Quelle: Mühlbauer 2006 - veränderte Darstellung

Preis für Standardpolymer:

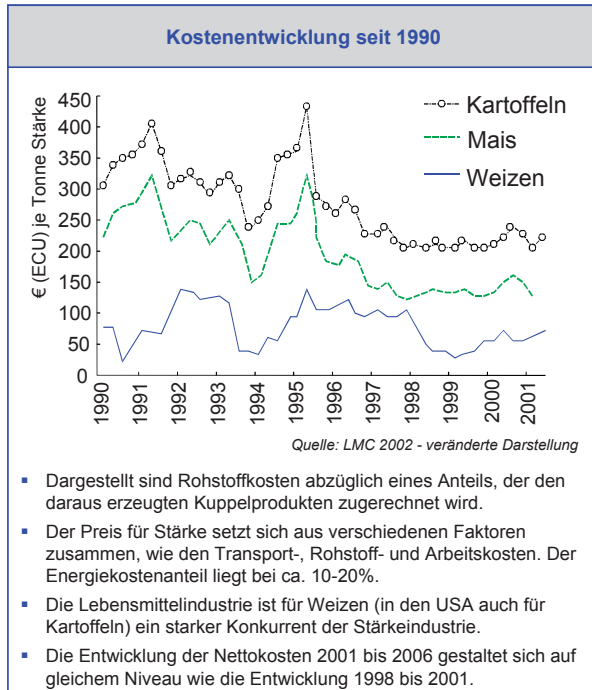
- **PE-HD-Granulat ca. 1 €/kg**
- **PP-Granulat ca. 1,10 €/kg**

WPC- und NFK Granulatpreise sind bei dem heutigen Ölpreinsniveau schon wettbewerbsfähig





Heimische Weizenstärke ist unter heutigen Randbedingungen global wettbewerbsfähig und für die regionale PLA Produktion besonders geeignet



Übergeordnete Schlussfolgerung für Stärke aus Weizen, Kartoffeln und Mais

Weizenstärke:

- Ist aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine interessante Stärkepflanze wobei attraktive Nebenprodukte (Weizengluten) die Wirtschaftlichkeit verbessern
- Aufgrund der Bioethanolproduktion aus Weizen wird es zukünftig größere Mengen an Gluten geben, der Preis wird fallen und es werden neue Märkte erschlossen.
- Starke Rohstoffkonkurrenz (Weizen) durch die Lebensmittelindustrie; hohe Rohstoffpreise (Weizen).

Kartoffelstärke:

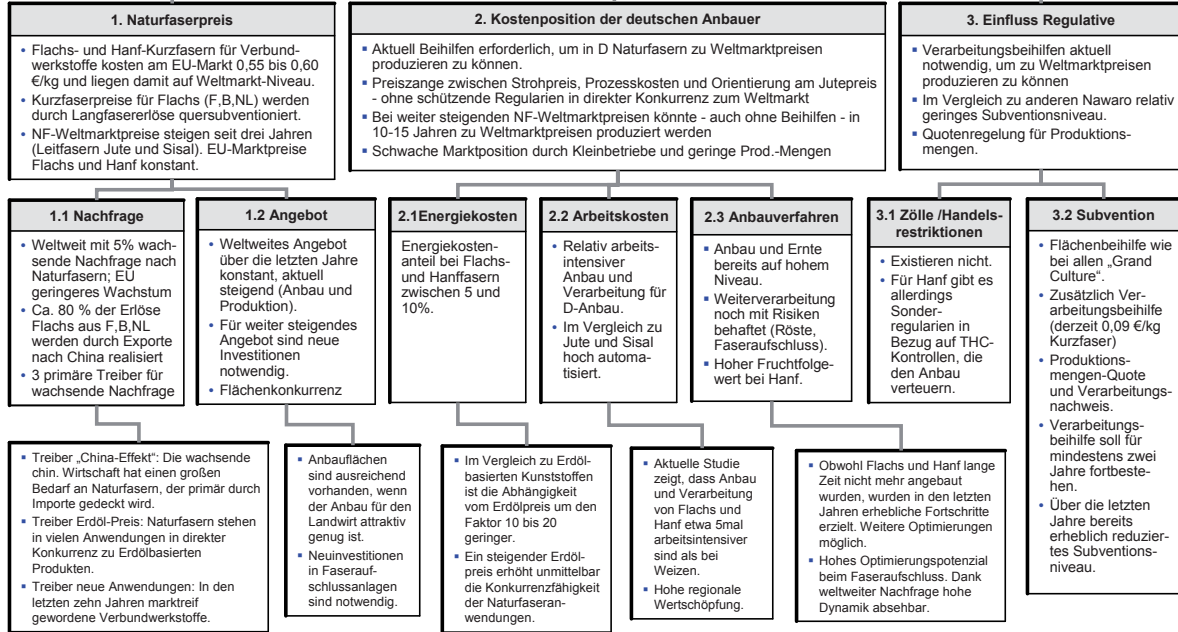
- Es gibt außerhalb D und der EU nur in Japan & China erstzunehmenden Stärkekartoffelanbau.
- Kartoffelstärke entwickelt sich zukünftig noch stärker zum hochqualitativen Nischenprodukt (hohe Reinheit, besondere Eigenschaften), wobei die Stärkeproduktion nur in regional eng vernetzten Strukturen (Anbau & Produktion) möglich ist.

Maisstärke:

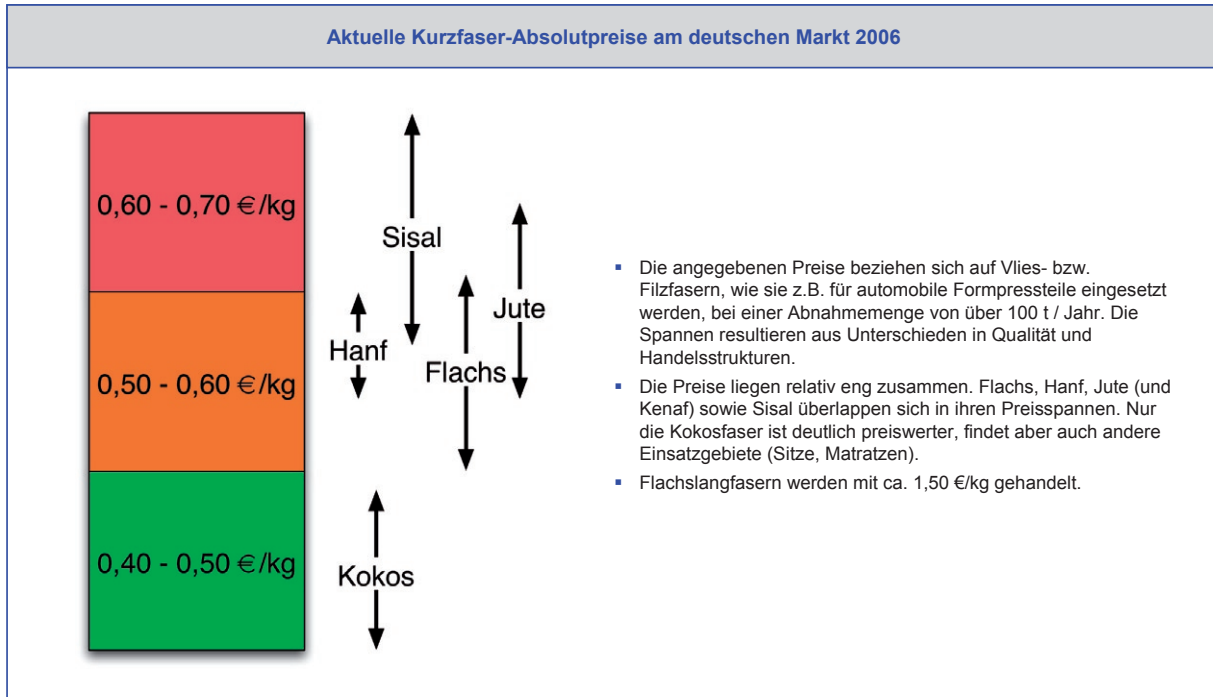
- Mais ist weltweit bezüglich der Mengen die Stärkepflanze.
- Attraktive Nebenprodukte verbessern die Wirtschaftlichkeit der Stärke.
- Beim Ausbau der PLA-Produktion auf der Basis von Stärke wird global Mais als Stärkepflanze am meisten profitieren, wobei sich in Deutschland Weizenstärke etablieren wird.

Heimische Naturfasern Flachs und Hanf

- Die in Mitteleuropa kultivierbaren Faserpflanzen Flachs und Hanf können in Deutschland nur unter den aktuellen wirtschafts-politischen Rahmenbedingungen (EU-Verarbeitungsbeihilfe) international konkurrenzfähig angebaut und verarbeitet werden, wobei das Subventionsniveau im Vergleich zu anderen Nawaro gering ist.
- Der Anbau von Flachs konzentriert sich auf Frankreich, Belgien und die Niederlanden; deutscher Anbau nur marginal. Wesentlicher Absatzmarkt ist die Textilindustrie. Eine Flachs-Renaissance in Deutschland wird nicht erwartet.
- Der Anbau von Hanf beschränkt sich in der EU auf sehr geringe Flächen; Deutschland ist Hanfanbauland Nr. 3 in der EU nach F und GB. Hanf wird primär bei technische Anwendungen eingesetzt (Zellstoff, Verbundwerkstoffe, Dämmstoffe).



Hanf aus deutschem Anbau ist in Europa wettbewerbsfähig



Chancen für Naturfasern aufgrund weltweit steigender Nachfrage

Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Welt-Naturfasermärkte sind in Bewegung geraten: Nachfrage, Preise und Produktionsvolumen steigen. ▪ Aufgrund dauerhaft hoher und vermutlich weiter steigender Erdöl- und Kunststoffpreise wird der Einsatz von Naturfasern in Werkstoffen ökonomisch immer attraktiver. Gleichzeitig sind in den letzten 20 Jahren zahlreiche Werkstoffe und Anwendungen entwickelt worden, die nun der Industrie auf der Suche nach weniger Erdölpreis-abhängigen Werkstoffen zur Verfügung stehen (neben Formpress- vor allem Spritzguss- und Fließpress-Verfahren). ▪ Besondere Chancen ergeben sich mittelfristig aus der Kombination von Bio-Polymeren mit Naturfasern. ▪ Naturfasern aus der EU und aus Deutschland können - bei nur geringer spezifischer Subvention - mit Fasern aus Asien, Südamerika und Afrika konkurrieren. ▪ Grundsätzlich sollte die europäische Naturfaserwirtschaft mittelfristig von diesen Trends profitieren können. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Als größtes Hemmnis erweisen sich Größe und Struktur der europäischen und vor allem auch deutschen Naturfaserwirtschaft. ▪ Anbau und Produktion erfolgen in Kleinbetrieben, die kein ausreichendes Kapital zur Expansion besitzen und daher kaum in der Lage sind, das Angebot auszuweiten und durch „Economy of Scale“ Preisvorteile zu erzielen. ▪ Der weitere Ausbau des Angebots erfolgt aktuell praktisch nur durch den Aufbau weiterer Kleinbetriebe, die oft schon nach wenigen Jahren aufgeben müssen. ▪ Die Aufgabe der Politik sollte sein, Rahmenbedingungen für größere Anbau-, Produktions- und Handelsstrukturen zu schaffen, damit die heimische Industrie neben den größeren Anbietern aus Asien, Südamerika und Afrika zu einem verlässlichen Partner der deutschen Kunststoff- und Automobilindustrie werden kann.

Beispiele für NFK Anwendungen im Automobil- und Konsumgüterbereich

Vorteile NFK-Formpressteile



Quelle: zitiert in Karus et al., 2006

Interieurbauteile (Schalttafel, Türverkleidung) im Automobilbereich

- Geringes Gewicht: Formgepressten Naturfaserbauteile profitieren insbesondere von der geringen Dichte der Naturfasern.
- Darüber hinaus sind die NFK-Bauteile durch die beim Formpressverfahren kontrollierbare Porosität in gewissem Maße luftdurchlässig.
- Geringe Splitterneigung der Bauteile

Vorteile NFK-Spritzgußteile



Quelle: zitiert in Karus et al., 2006

Kunststoffkomponenten im Konsumgüterbereich

- Geringer Verzug
- Gute Temperaturwechselbeständigkeit
- Niedrige Verarbeitungstemperatur (Geringer Energiebedarf, geringe Zykluszeit, geringe Textilschädigung beim Hinterspritzen)
- Keine Abrasion

Beispiele für WPC Anwendungen im Automobil- und Konsumgüterbereich

Extrusion - Bodenbeläge, Geländer, Gartenmöbel, Fußleisten



Spritz- und Rotationsguss - Möbel und Autoindustrie



Erste Serienanwendungen bei „Gehäusen“ aus naturfaserverstärkten Nawaro-Polymeren konnten im Konsumgüterbereich realisiert werden

Spritzgussanwendung aus PLA/Kenaf

Quelle: IBAW, 2005

Quelle: NEC, 2006

Quelle: anonym, 2006

NEC & UNITIKA

- **Produkt:** Gehäuse eines Mobilfunkgeräts
- **Naturfasern:** Kenaffasern / Faseranteil ca. 20 %
- **Kunststoff:** PLA (Polymerwerkstoff auf der Basis von Polymilchsäure) / aus Maisstärke
- **Verfahren:** Spritzguss
- **Realisierung:** Japan durch die Unternehmen NEC und UNITIKA

Formpressenanwendung aus PLA/Hanf

Quelle: Frenzel, 2006

- **Produkt:** Schmuckurne
- **Naturfasern:** Hanffasern / Faseranteil ca. 50 %
- **Kunststoff:** PLA (Polymerwerkstoff auf der Basis von Polymilchsäure) / aus Maisstärke
- **Verfahren:** Formpressen
- **Realisierung:** Deutschland durch die Unternehmen Frenzel und Jakob Winter GmbH

Einsatz von Bio-Polymeren in vier z.T. sehr jungen Segmenten mit hohem Marktpotenzial (> 1,5 Mrd. €) und sehr attraktiven Wachstumsraten

Segmente Deskriptoren	Verpackungen / Lebensmittelindustrie	Mulchfolien & Pflanztöpfe / Garten- & Landschaftsbau	Dauerhafte Produkte / Konsumgüter- industrie	Interieur / Automobilindustrie
Gesamtmarkt- größe 2005 in t	<ul style="list-style-type: none"> 3,5 Mio. t Kunststoff- verpackungen Davon 1,8 Mio. t kurzlebige Produkte 	<ul style="list-style-type: none"> 230.000 t Gesamtmarkt Landwirtschaft (Kunststoffe) Davon ca. 30.000 t bes. ge- eignet für Substitution „bgfS“) 	<ul style="list-style-type: none"> 1,8-2,7 Mio. t Kunststoffe Konsumgüter 	<ul style="list-style-type: none"> 800.000 t Gesamtmenge Kunststoffe in Fahrzeugen ca. 400.000 t Kunststoffe im Automobil-Interieur*
Bio-Polymere Marktgröße in t	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 15.000 t 2010: 110.000 t (5% der kurzlebigen Verpackungen) 2020: 520.000 t (20% der kurzlebigen Verpackungen) 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 100 t (mehrere Pro- dukte in Markteinführung) 2010: 3.500 t (10% von bgfS) 2020: 13.000 t (30% von bgfS) 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 100 t 2010: 24.000 t (ca. 1% des Gesamtmarktes) 2020: 290.000 t (ca. 10% des Gesamtmarktes) 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 10 t 2010: 48.000 t (ca. 10% der Kunststoffe Auto Int.) 2020: 230.000 t (ca. 40% der Kunststoffe Auto Int.)
Bio-Polymere Marktgröße in €	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 45 Mio. € 2010: 165 Mio. € 2020: 780 Mio. € 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 300.000 € 2010: 5 Mio. € 2020: 20 Mio. € 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 300.000 € 2010: 35 Mio. € 2020: 440 Mio. € 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 30.000 € 2010: 72 Mio. € 2020: 350 Mio. €
Bio-Polymer-Markt- wachstum in % p.a.	<ul style="list-style-type: none"> 2005-2010: > 30% 2010-2020: ca. 16% 	<ul style="list-style-type: none"> 2005-2010: > 70% 2010-2020: ca. 15% 	<ul style="list-style-type: none"> 2005-2010: > 160% 2010-2020: ca. 29% 	<ul style="list-style-type: none"> 2005-2010: > 380% 2010-2020: ca. 17%
Absatz- u. Ein- kommenspotenzial für dt. Land- /Forstwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> 2005: 23.000 t 2010: 200.000 t 2020: 940.000 t Weizenstärke	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 200 t 2010: 6.500 t 2020: 25.000 t Weizenstärke	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 200 t 2010: 45.000 t 2020: 520.000 t Weizenstärke	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 20 t 2010: 86.000 t 2020: 415.000 t Weizenstärke

Bei den Preisabschätzungen wurde stets der Granulatpreis angesetzt, nicht der Endproduktpreis!

Annahmen: Durchschnittlicher Bio-Polymer-Preis 2005: 3 €/kg, 2010/2020 1,50 €/kg

* Grobe Schätzung: Kunststoff Interieur ca. 50% von Volumen Kunststoff Fahrzeuge

Einsatz von NFK und WPC in vier Marktsegmenten mit Potenzial (2020) > 1,6 Mrd. Euro und z.T. sehr attraktiven Wachstumsraten

Segmente Deskriptoren	Interieur und Exterieur/ Automobil PKW	Interieur u. Exterieur / Transport*	Dauerhafte Produkte / Konsumgüter-industrie	Profile / Bau- & Möbelindustrie
Gesamtmarkt- größe 2005 in t	<ul style="list-style-type: none"> 800.000 t Gesamtmenge Kunststoffe in Fahrzeugen 600.000 t Kunststoffe in PKWs¹ 	<ul style="list-style-type: none"> 800.000 t Gesamtmenge Kunststoffe in Fahrzeugen 200.000 t Kst. Transport¹ 	<ul style="list-style-type: none"> 1,8-2,7 Mio. t Kunststoff Konsumgüter Gesamtmarkt (GM) 	<ul style="list-style-type: none"> 2,8 Mio. t Kunststoff 6,6 Mio. t Holz Gesamtmarkt Bau- und Möbelindustrie
NFK & WPC Marktgröße in t	<ul style="list-style-type: none"> 2005: 80.000 t (vor allem NF u. Holz, kein Cotton) 2010: 120.000 t ** 2020: 200.000 t ** 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: >80.000 t vor allem Cotton u. Holz 2010: 100.000 t ** 2020: 150.000 t ** 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 100 t 2010: 24.000 t ** (1% GM) 2020: 145.000 t ** (5% GM) 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 10.000 t 2010: 100.000 t ** 2020: 200.000 t ** hauptsächlich WPC
NFK & WPC Marktgröße in €	<ul style="list-style-type: none"> 2005: > 400. Mio. € 2010: 500 Mio. € 2020: 600 Mio. € 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: > 400. Mio. € 2010: 500 Mio. € 2020: 550 Mio. € 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 200.000 € 2010: 36 Mio. € 2020: 220 Mio. € 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 15 Mio. € 2010: 150 Mio. € 2020: 300 Mio. €
NFK & WPC-Markt- wachstum in % p.a.	<ul style="list-style-type: none"> 2005-2010: ca. 4,5% 2010-2020: ca. 2% 	<ul style="list-style-type: none"> 2005-2010: ca. 4% 2010-2020: ca. 4% 	<ul style="list-style-type: none"> 2005-2010: > 200% 2010-2020: ca. 18% 	<ul style="list-style-type: none"> 2005-2010: > 60% 2010-2020: ca. 7%
Absatz- u. Einkom- menspotenzial für dt. Land- /Forstwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> 2005: 40.000 t 2010: 60.000 t 2020: 100.000 t Je 50% NF, 50% Holznebenprodukte (Hnp) 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: >16.000 t Hnp u. >24.000 t NF 2010: 20.000 t Hnp. u. 30.000 t NF 2020: 30.000 t Hnp. u. 45.000 t NF 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 30 t Hnp und < 20 t NF 2010: 8.000 t Hnp. und 4.000 t NF 2020: 50.000 t Hnp. und 23.000 t NF 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 5.000 t Hnp und < 500 t NF 2010: 60.000 t Hnp. und < 5.000 t NF 2020: 120.000 t Hnp. und < 10.000 t NF

Bei den Preisabschätzungen wurde der Granulat- bzw. Zwischenprodukt-(Halbzeug-)Preis angesetzt, nicht der Endproduktpreis!

Annahmen: WPC/NFK-Granulate 1,50 €/kg (Extrusion, Spritzgießen, Fließpressen), Formpressteile: 5 €/kg (spätere Prozessstufe als Granulat)

¹ Grobe Schätzung: Kunststoff PKW ca. 75%, Transport ca. 25%

* Transport: NFZ, Schiene, Wasser, Luft ** teilweise mit Bio-Polymermatrix

Zielsetzung ist die kurzfristige Befriedigung der Nachfrage nach erdölunabhängigen Werkstoffen in attraktiven Marktsegmenten

Strategische Stoßrichtung

- Nawaro-Werkstoffe sind technisch weit entwickelt und die hohen Öl- und Kunststoffpreise machen sie zunehmend konkurrenzfähiger. In den letzten 12 Monaten war am Markt ein deutlich gestiegenes Interesse der Industrie festzustellen. Die Industrie ist auf der Suche nach Erdöl-unabhängigen Werkstoffen. Diese Nachfrage sollte so schnell wie möglich befriedigt werden.
- Der Schwerpunkt sollte nicht in der Erforschung neuer Polymerwerkstoffe aus Nawaro liegen, sondern in der Modifizierung und Optimierung bereits weit entwickelter und am Markt eingeführter Polymerwerkstoffe, um diese an die vielfältigen Anforderungen aus unterschiedlichen Anwendungsfeldern anzupassen.
- Die Industrie ist jetzt auf der Suche nach neuen Werkstoffen! Für die deutsche Landwirtschaft ist vor allem wichtig, dass die neuen Verfahren an heimische Rohstoffe gekoppelt werden, damit der Erfolg von Bio-Polymerwerkstoffen, NFK und WPC nicht an der heimischen Landwirtschaft vorbeigeht.
- Konkurrenzfähige Rohstoffe aus Deutschland wie Weizenstärke, Holz und Hanffasern sollten die Rohstoffe der Wahl sein. Prozesstechnische Hindernisse für diese Rohstoffe sollten gezielt überwunden werden.
- Attraktive Marktsegmente sind dauerhafte Produkte der Konsumgüterindustrie, da hier der Markt für Nawaro-Werkstoffe erst entsteht und die Automobilindustrie, da hier das meiste Know-How vorhanden ist und NFK Anwendungen etabliert sind

Fokus der Fördermaßnahmen zusammengefasst

	Rohstoffe	Werkstoff-Gruppen	Markt-segmente	Förderungsziele
Über-greifende flankierende Maßnahmen				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Förderung nachhaltiger, regionaler Wertschöpfung ▪ Einflussnahme auf Reglementierungen ▪ Optimierung Produktions- und Handelsstrukturen ▪ Unterstützung bei Kommunikation und Know-How-Transfer
Bio-Polymere	Weizenstärke	Stärke-Polymere und PLA	Dauerhafte Produkte Konsumgüter-industrie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimierung von Bio-Polymerwerkstoffen und Erweiterung ihres Anwendungsspektrums ▪ PLA- und Compound-Produktion in Deutschland
Holz- und naturfaser-verstärkte Kunststoffe	Hanffaser, Holznebenprodukte	NFK WPC	Interieur und Exterieur Automobil-industrie, Konsumgüter-industrie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Überwindung struktureller Defizite ▪ Optimierung von Anbau und Ernte ▪ Verbesserung industrieller Faseraufschlussverfahren ▪ Verfahren (NFK & WPC), Kunststoffverarbeitungstechnik ▪ Produkte

2

Markt- und Wettbewerbssituation

2.1

Markt- und Wettbewerbssituation Bio-Polymere

2.2

Markt- und Wettbewerbssituation holz- und naturfaserverstärkte Kunststoffe

2.1 Markt- und Wettbewerbssituation Bio-Polymere

2.1.1 Übersicht Bio-Polymere

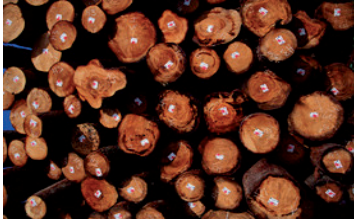
2.1.2 Rohstoffe

2.1.3 Verfahren, Anwendungen, Markt und Wettbewerb

2.1.1 Übersicht Bio-Polymere

Durch die Wahl der Abwandlungsstufe lassen sich aus Nawaro-Werkstoffe mit stark unterschiedlichen Eigenschaften erzeugen

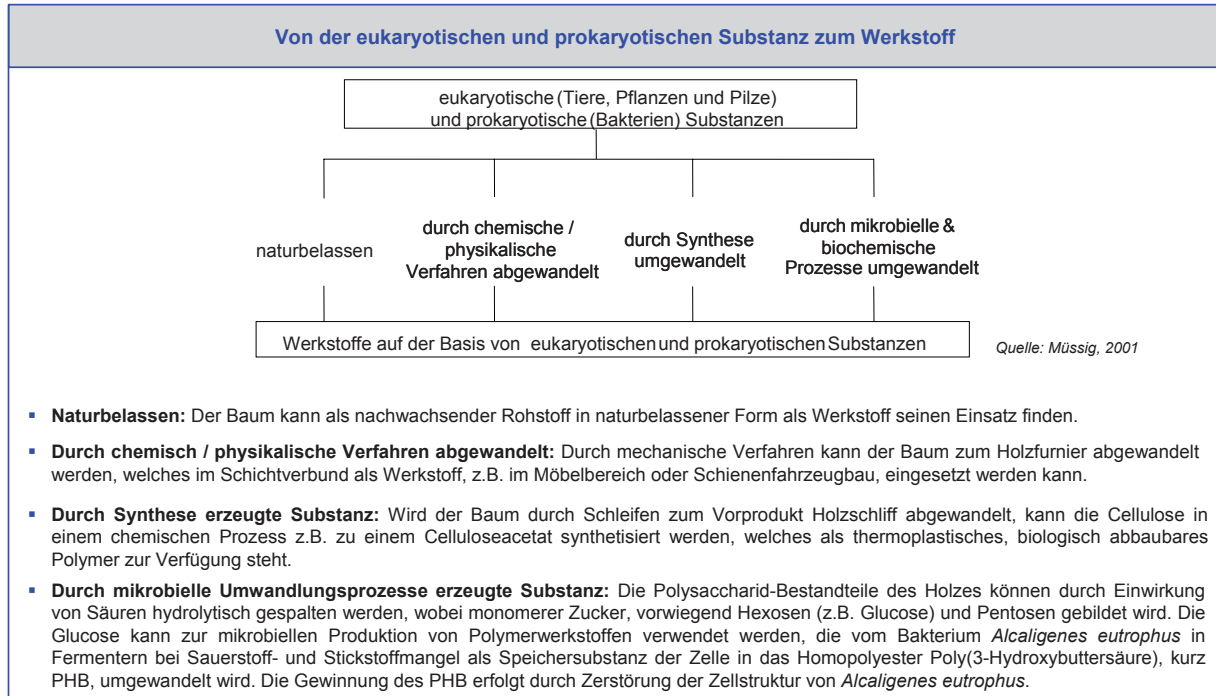
Vom Holz zum thermoplastisch verarbeitbarem Polymer



Substanz
und
Werkstoff



Aus eukaryotischen und prokaryotischen Substanzen lassen sich mit unterschiedlichen Verfahren Werkstoffe herstellen; vom Baum zum PHB



In der Pflanzenzelle vorhandene und zu Polymerprodukten verarbeitbare Substanzen; besonders geeignet sind Lipide & Kohlenhydrate

Von der Pflanzenzelle zum Polymerprodukt I



Quelle: Braune et al., 2002

- Lipide (Fette & fettähnliche Substanzen)
- Kohlenhydrate
 - Monosaccharide und ihre Derivate
 - Zucker (z.B. Glucose [Aldose] oder Fructose [Ketose])
 - Oligosaccharide
 - Polysaccharide
 - Cellulose
 - Stärke
 - Chitin
 - Pektin

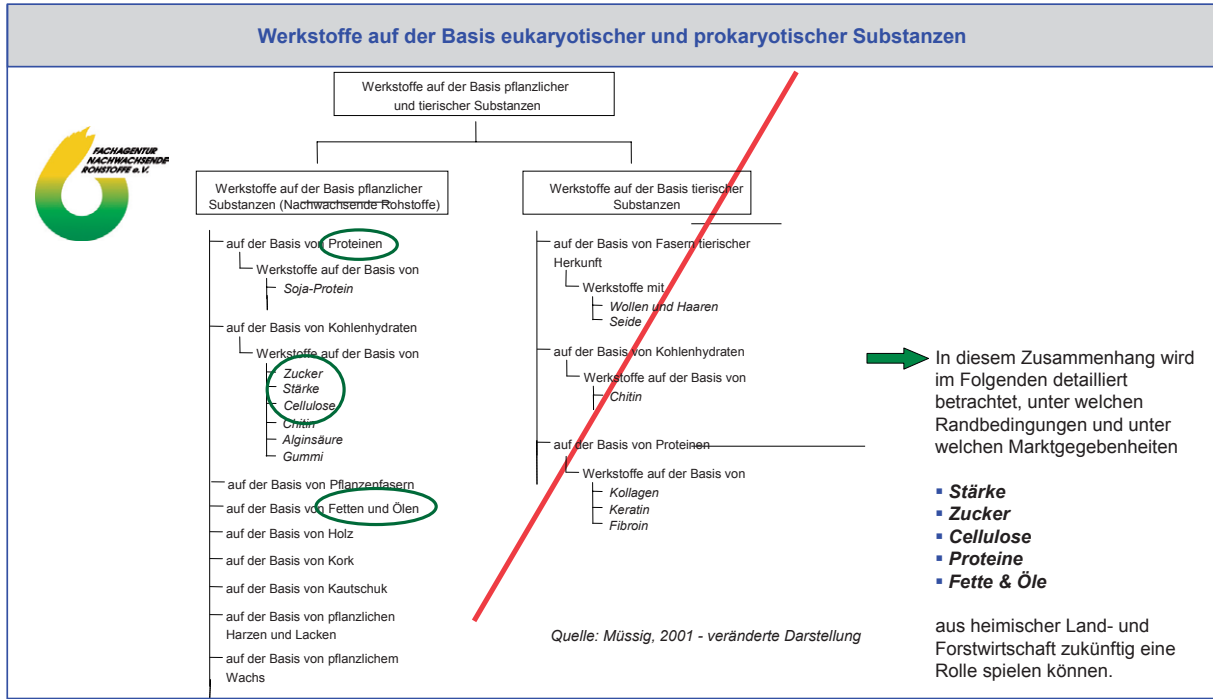
Von der Pflanzenzelle zum Polymerprodukt II



Quelle: IBAW, 2005

- Aminosäuren und Proteine
 - Aminosäuren & ihre peptidische Verknüpfung
 - Proteine
- Nucleotide & Nucleinsäure
 - Nucleotide
 - Nucleinsäure
- Porphyrine
- Aromaten
 - als Makromolekül Lignin

Aus der Sicht der heimischen Landwirtschaft sind als Substanz für Polymere vor allem Stärke, Zucker, Cellulose, Proteine & Öle interessant



Aktuell dominieren Polymere aus Stärke; PLA/-Blends sind für zeitnah zu realisierende Anwendungen die Werkstoffe mit dem größten Potenzial

Verwendete Substanzen für abbaubare Verpackungen

Verwendete Werkstoffe (EU)	Anteil 2002	Menge (Basis: 40.000t in 2004 EU)
Stärke, Stärke-Blends	74%	ca. 30.000 t
PLA, Cellulose-basiert, andere	13%	ca. 5.000 t
auf petrochemischer Basis	12,5%	ca. 5.000 t

Quelle: Karus, 2003

- Der Anteil an Stärkepolymeren im Verpackungsbereich war im Jahr 2002 dominierend. Diese Situation hat sich auch im Jahr 2006 nicht geändert. Die ausgelastete Anlagenkapazität eines wichtigen Stärkepolymerherstellers in EU beträgt ca. 20.000 t/a.
- Die eingesetzten Mengen sind auch 2006 noch in gleicher Größenordnung. Die Novelle der VVO hat den Markt dynamisiert.
- Die VVO-Novelle hat deutliche Effekte. Von kleinem Grundumsatz startend, haben Unternehmen eine Verdreifachung der abgesetzten Mengen erreichen können.
- Neue Produktanforderungen (hohe Transparenz, Folienanwendungen oder Barriereigenschaften) sind schlecht mit Stärkeprodukten zu erfüllen.

Zukunft der Polymerwerkstoffe aus Nawaro

- Polymerprodukte aus reiner Stärke stellen nicht die Zukunft der Polymere aus Nawaro dar.
- PLA hat bezüglich der Eigenschaften mehr Potenzial.
- Polymerwerkstoffe aus Stärke werden auch weiterhin im Markt wachsen, die anderen Polymerwerkstoffe auf der Basis Nawaro werden jedoch stärker wachsen.
- Es werden zukünftig noch stärker Compounds nachgefragt werden (z.B. Stärke/PLA-Blends).
- Im Bereich Garten- und Landschaftsbau spielt die Abbaubarkeit von Produkten eine wichtige Rolle. Hier können schneller abbaubare Produkte aus Stärke Vorteile ausspielen. Als Beispiel seien Mulchfolien und Halteclips für Tomaten im Gewächshausanbau angeführt, die durch ihre Abbaubarkeit mit den Pflanzen kompostiert werden können.
- Polymerwerkstoffe aus PHB sind zurzeit besonders interessant für Spezialmärkte wie die Wehrtechnik (z.B. abbaubare Geschosshülsen).
- Polymerwerkstoffe aus Cellulose wie das Celluloseacetat sind aus Kostengründen Produkte für den Spezialmarkt und nicht für den Massenmarkt.
- Pflanzenöle für Polymerwerkstoffe werden zunehmend wichtiger.
- Abbaubare Polymerwerkstoffe aus petrochemischen Rohstoffen sind nicht als Konkurrenz zu Nawaro zu sehen, sondern eher als Ergänzung. Die Zukunft wird aber eher bei den Nawaro liegen.

Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen auf Proteinbasis sind zur Zeit am Markt unbedeutend; Ausweitung der Forschung notwendig

Chemisch modifizierte Proteine



Quelle: DRIS, 2003

- Als chemisch modifizierte Proteine kommen bisher insbesondere Polymere aus Soja-Proteinen in den Markt.
- Die Überlegenheit der Soja-Proteine ist auch in dem hohen Anteil an Protein zu sehen.
- Proteingehalte unterschiedlicher Pflanzen (in g/100g):
 - Reis (poliert) = 7,4 / - Maismehl = 9,0
 - Roggenmehl = 8,8 / - Gerste (spelzfrei) = 9,8
 - Weizenmehl = 10,9 / - Lupine = 35
 - Erbse = 30
 - Sojamehl (vollfett) = 40
 - Sojamehl (entfettet) = 50
 - Sojamehl (texturiert) = 50

Quelle: von Koerber et al., 2004 und Souci et al., 2000

- der Vergleich bezieht sich auf vollfettes Sojamehl und nicht auf entfettetes und texturiertes Sojamehl.

Zukunft der Polymere aus Proteinen

- Der heimische Anbau von Pflanzen als Proteinpflanze für technische Anwendungen ist nicht konkurrenzfähig im Vergleich zu Pflanzen wie Weizen, bei denen Protein als Nebenprodukt anfällt.
- Die Verwendung von Proteinen ist z.B. in Anwendungen wie Multilayerschichten möglich. Hier weisen die Polymere gute Barriereeigenschaften auf.
- Bei den verwendeten Polymeren aus Proteinen handelt es sich um Oligomere. Der Einsatz dient insbesondere einer Verbilligung des Endproduktes.
- Die Polymere haben zudem duroplastischen Charakter, was eine Verwendung im thermoplastisch dominierten Verpackungsbereich erschwert.
- Für einen vermehrten Einsatz ist Forschung notwendig und die Erarbeitung weiterer Grundlagen geboten.

Polymere auf der Basis von Cellulose verfügen über hervorragende Eigenschaften für Anwendungen im Spezialbereich



Zukunft der Polymere aus Cellulose

- Cellulosepolymerwerkstoffe werden ausschließlich bei Spezialanwendungen eingesetzt.
- Celluloseacetate sind Spezialitäten, die mit Spezialkunststoffen verglichen werden müssen und nicht mit PP. Ein guter Cellulose-Rohstoff kostet alleine soviel wie PP (1 €/kg).
- Das untere Preislevel für Polymerwerkstoffe auf der Basis von Cellulose stellt die Nitrocellulose als „Cellulose-Commodity“ mit einem Preis von ca. 2,5 €/kg dar. Alle anderen Cellulosepolymere liegen auf höherem Preisniveau.
- Um aus „Papier-Cellulose“ hohe aufgereinigte Cellulose für Polymerwerkstoffe herzustellen, muss ein Veredelungsschritt an existierende Anlage angebaut werden. Aus der Sicht des Umweltschutzes sind neue Verfahren unproblematisch.
- Der Markt entscheidet hier über den Ausbau von „Papier-Cellulose-Fabriken“ zu „Polymer-Cellulose-Fabriken“. In Nordamerika wurde aktuell eine derartige Anlage geschlossen.
- Bei der Produktion von Cellulose ist weniger die Holzart wichtig als die Forststruktur als Zulieferer der Cellulose-Werke.
- Bioverfahrenstechnik wird im Bereich der Extraktion vom Holz zur Cellulose in naher Zukunft eher unbedeutend bleiben. Die Verfahrensschritte sind aktuell durch rein chemische Extraktion bestimmt.
- Ein wesentliches Problem bezüglich der Verfügbarkeiten von Holz stellt die zunehmende Konkurrenz der Biomasse-Energienutzung von Holz dar.

Polymere aus Nachwachsenden Rohstoffen auf der Basis von Lipiden (Fette & Öle) werden zukünftig eine bedeutendere Rolle einnehmen

Lipide (Fette & fettähnliche Substanzen)



- Bei den in Deutschland entwickelten Polymerwerkstoffen auf der Basis von Pflanzenöl handelt es sich in der Regel um duroplastische Harzsysteme.
- Die Konkurrenzfähigkeit heimischen Pflanzenöls für technische Anwendungen wird durch Importe insbesondere aus Asien erschwert.
- Pflanzenöl aus heimischem Anbau geht vor allem in den energetischen Bereich.

Zukunft der Polymere aus Fetten & Ölen

- Das Interesse an Polymerwerkstoffen aus Pflanzenölen steigt. So hat beispielsweise das Unternehmen Novamont Patente von der Firma Eastman übernommen und Polymere auf Basis von Pflanzenölen entwickelt.
- Die Firma Metzler hat Produktentwicklungen aus einheimischen Pflanzenölpolymeren z.B. in Matratzen auch für den Outdoor-Bereich auf den Markt gebracht.
- Während bei der Herstellung von Polymerwerkstoffen auf der Basis von Stärke nicht jede Stärke verwendet werden kann, sind die Hersteller bei der Wahl von Pflanzenölen für die Herstellung von Polymerwerkstoffen flexibler. Dies hat zur Folge, dass eine Bindung an ein spezielles landwirtschaftliches Produkt von geringerer Bedeutung ist. Hierbei muss beachtet werden, dass Stärke sich sehr flexibel maßschneidern und anpassen lässt. Angefangen bei verschiedenen Rohstoffen bis hin zur gesamten Kohlenhydratchemie und nicht zuletzt durch das Verhältnis der Fraktionen Amylose und Amylopektin verbunden mit unterschiedlichen Kettenlängen und Verzweigungsgraden.
- Die Bedeutung der Anwendungen (insbesondere in Technischen Bereichen) aus Pflanzenölpolymeren wird weiter steigen, hier sind vor allem die Produkte wie Naturfaser-verbundwerkstoffe zu sehen. Allerdings muss kritisch betrachtet werden, ob die notwendigen Pflanzenöle aus heimischer Landwirtschaft kommen werden (abhängig von Qualität, Preis und Einbindung des Rohstofflieferanten in die Weiterverarbeitung).

Polymerwerkstoffe auf der Basis von Mikroorganismen und Weißer Biotechnologie sind zurzeit dem Spezialitätenmarkt zu zuordnen

Polymere auf der Basis bakterieller Substanzen

- Zu den Polymerwerkstoffen auf der Basis bakterieller Substanzen gehören:
 - Polyester wie Polyhydroxyalkanoates (PHA) oder Poly-3-hydroxybutyrate (PHB) sowie
 - Neutrale Polysaccharide wie Gellan gum, Pullulan, Laminarin oder Curdlan
- Die „Fütterung“ der Mikroorganismen kann mit unterschiedlichen Rohstoffen (auf der Basis von Stärke oder Zucker z.B. Saccharose oder Glucose) erfolgen. Die Wahl der Bakterienstämme ist entscheidend. Es gibt sowohl Mikroorganismen, die Glucose verstoffwechseln, während andere Stämme Saccharose brauchen.
- Die Hydrolyse von Stärke zu Glucose ist einfacher, als der Umbau von Zucker zu Saccharose.
- Die Frage, ob Zucker oder Stärke verwendet wird, ist eine reine Preisfrage und stark getrieben vom „Zuckerregime in der EU“ und der „Bioethanolfrage“.
- Wegen der Kosten ist die Verwendung von Kartoffelstärke für die PHB-Produktion uninteressant. Wenn Stärke verwendet wird, dann Mais- oder Weizenstärke. Dieser Trend wird sich zukünftig noch verstärken.
- PHB-Werkstoffe haben wegen der hohen Preise bisher nur einen Marktzugang bei Spezialitäten (z.B. Wehrtechnik) erfahren.

Polymerwerkstoffe aus Monomeren gewonnen mittels Weißer Biotechnologie

- Zu den Polymerwerkstoffen aus Monomeren auf der Basis pflanzlicher und prokaryotischer Substanzen (weiße Biotechnologie) gehören:
 - „z.B. PA (PA69, PA66, PA6) aus azelaic acid, adipic acid oder caprolactam“
 - z.B. Poly(trimethylene terephthalate) (PTT) aus PDO
 - z.B. Poly(butylene terephthalate) (PBT) aus BDO
- Der Zeitpunkt, wann sich Polymerwerkstoffe aus Monomeren gewonnen mittels Weißer Biotechnologie durchsetzen, hängt vor allem von der Preisentwicklung des Erdöls ab.

Weizenstärke ist global wettbewerbsfähig, Celluloseeinsatz für Spezialanwendungen wird durch die fragmentierten Waldbesitzverhältnisse limitiert

Übergeordnete Schlussfolgerung für Einsatzstoffe aus heimischer Land- & Forstwirtschaft

Stärke:

- Mais ist weltweit die wichtigste Pflanze für die Stärkepolymerproduktion. Die Hydrolyse der Stärke zur Glucose erlaubt die Produktion des Rohstoffs für die Produktion von PLA oder PHB. Mais wird in D nicht relevant zur Stärkeproduktion angebaut.
- Aus der Sicht der heimischen Landwirtschaft sind Kartoffel und Weizen relevante Pflanzen für die Stärkeproduktion.
- Kartoffelstärke weist Besonderheiten auf, die die Eigenschaften bestimmter Polymerwerkstoffe verbessern können. Bei zu erwartenden steigenden Kartoffelstärkepreisen werden die etwas bessern technischen Eigenschaften nicht ausreichen, um einen Mehrpreis größer ca. 5% zu rechtfertigen. Kartoffelstärke als Einsatzstoff für die Produktion von PLA ist aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten uninteressant.
- Auch für die Produktion von Stärkepolymeren wird die Wettbewerbsfähigkeit von Kartoffelstärke zunehmend schwieriger.
- Die Glucose zur Herstellung von PLA und für Polymere auf der Basis bakterieller Substanzen wird aus deutscher Weizenstärke kommen. Glucose kann nicht über weite Strecken transportiert werden.
- Es ist zu erwarten, dass bezüglich der Verfügbarkeit von Mais zur Maisstärkeproduktion eine deutliche Verknappung eintreten wird (Bioenergie- und Bioethanolproduktion). Dies hat deutliche Konsequenzen für den Stärkemarkt.

Zucker:

- Zucker z.B. aus der Zuckerrübe kann als Einsatzstoff als Nährstoffquelle für PLA oder für Polymere auf der Basis bakterieller Substanzen eingesetzt werden. Letztendlich ist es eine wirtschaftliche Frage, die maßgeblich vom „Zuckerregime der EU“ und der „Bioethanolfrage“ getrieben wird.
- Durch die zukünftige Preiskopplung von Benzin- und Zuckerpreis (die in Brasilien zurzeit schon gegeben ist und in der EU ab Erdölpreisen von 90 \$/b zu erwarten ist) wird die Wirtschaftlichkeit zusätzlich leiden. Interessant wird die Entwicklung, wenn die Zuckermarktordnung geändert wird.

Cellulose:

- Polymere aus Cellulose stellen bezüglich der Eigenschaften sehr interessante Werkstoffe dar. Zurzeit ist der Anteil an Chemie-Cellulose in der deutschen Industrie aus heimischer Forstwirtschaft vernachlässigbar klein.
- Polymerwerkstoffe aus Cellulose sind vor allem im Spezialitätenmarkt zu finden.
- Ein Aufbau einer Cellulose-Polymerproduktion ist letztlich eine Marktfrage und hängt stark von den Strukturen in der Forstwirtschaft ab.

Pflanzenölpolymere haben Potenzial, allerdings werden heimische Öle fast ausschließlich im energetischen Bereich eingesetzt

Übergeordnete Schlussfolgerung für Einsatzstoffe aus heimischer Land- & Forstwirtschaft

Protein:

- Polymere aus pflanzlichen Proteinen fokussieren sich zurzeit auf die Verwendung von Sojaproteinen. Ob sich in Zukunft andere Pflanzen etablieren können und auch für die heimische Landwirtschaft eine Relevanz ergeben, wird stark vom Weizengluten-Markt und der internationalen Agrarflächen-Konkurrenz abhängen.
- Der heimische Anbau von Proteinpflanzen zur Produktion von Proteinen für technische Anwendungen ist nicht konkurrenzfähig zur Nebenproduktgewinnung von Öl- und Stärkepflanzen.
- Bei den verwendeten Polymeren aus Proteinen handelt es sich um Oligomere. Der Einsatz dient insbesondere einer Verbilligung des Endproduktes. Die Polymere haben zudem duroplastischen Charakter, was eine Verwendung im thermoplastisch dominierten Verpackungsbereich erschwert.
- Für einen vermehrten Einsatz ist Forschung notwendig und die Erarbeitung weiterer Grundlagen geboten.

Öle und Fette:

- Bei den in Deutschland entwickelten Polymeren auf der Basis von Pflanzenöl handelt es sich in der Regel um duroplastische Harzsysteme. Das Interesse an Polymerwerkstoffen aus Pflanzenölen steigt und Entwicklungen gehen auch in Richtung Thermoplast.
- Die Konkurrenzfähigkeit heimischen Pflanzenöls für technische Anwendungen wird durch kostengünstige Importe insbesondere aus Asien erschwert.
- Pflanzenöle aus heimischem Anbau gehen zudem vor allem in den energetischen Bereich.

Die weitere Etablierung von Stärkepolymeren und PLA werden kurzfristig den stärksten Effekt für die heimische Landwirtschaft haben

Übersicht über mögliche Polymere mit Einsatzstoffen aus heimischem Anbau

Polymere aus Stärke

- **Extrudierte Schäume (z.B. Loose-fill-Produkte)**
 - ⇒ Rohstoffe: z.B. Maismehl oder Altpapier
 - ⇒ Einsatz preiswerter nativer Stärken oder sogar Mehle – Commodities
 - ⇒ für Massenprodukte: Mais- oder Weizenstärke / Spezialprodukte: Kartoffelstärke
- **Plastifizierte native Stärke mit und ohne Blends (Thermoplast. Stärkepolymer)**
 - ⇒ Rohstoffe: z.B. native Maisstärke
 - ⇒ für Massenprodukte: Mais- oder Weizenstärke / Spezialprodukte: Kartoffelstärke
- **Polymerwerkstoffe aus modifizierter Stärke (Thermoplast. Stärkepolymer)**
 - ⇒ Rohstoffe: besonders geeignet Kartoffelstärke und neue konventionelle Maisstärkehybride / Maniok

Polymere auf der Basis chemischer Synthese von Monomeren aus Glucose oder Zucker

- **PLA = Poly-Lactid-Acid (thermoplastisches Polymer auf der Basis von fermentativer Umwandlung von z.B. Glucose oder Zucker)**
 - ⇒ Rohstoffe: Glucose aus Mais- oder Weizenstärke
 - ⇒ für Massenprodukte: Glucose aus Mais- oder Weizenstärke oder (Zucker)

2.1.2 Rohstoffe

2.1.2.1 Übersicht Rohstoffe

2.1.2.2 Stärkepreis

2.1.2.3 Kostenposition der deutschen Anbauer

2.1.2.4 Einfluss Regulative

2.1.2.1 Übersicht Rohstoffe

Anbau von Mais zur Stärkegewinnung in D unbedeutend, Anbau von Weizen international und Stärkekartoffelanbau in der EU wettbewerbsfähig

Übergeordnete Schlussfolgerung für Stärke aus Weizen, Kartoffeln und Mais

Weizenstärke:

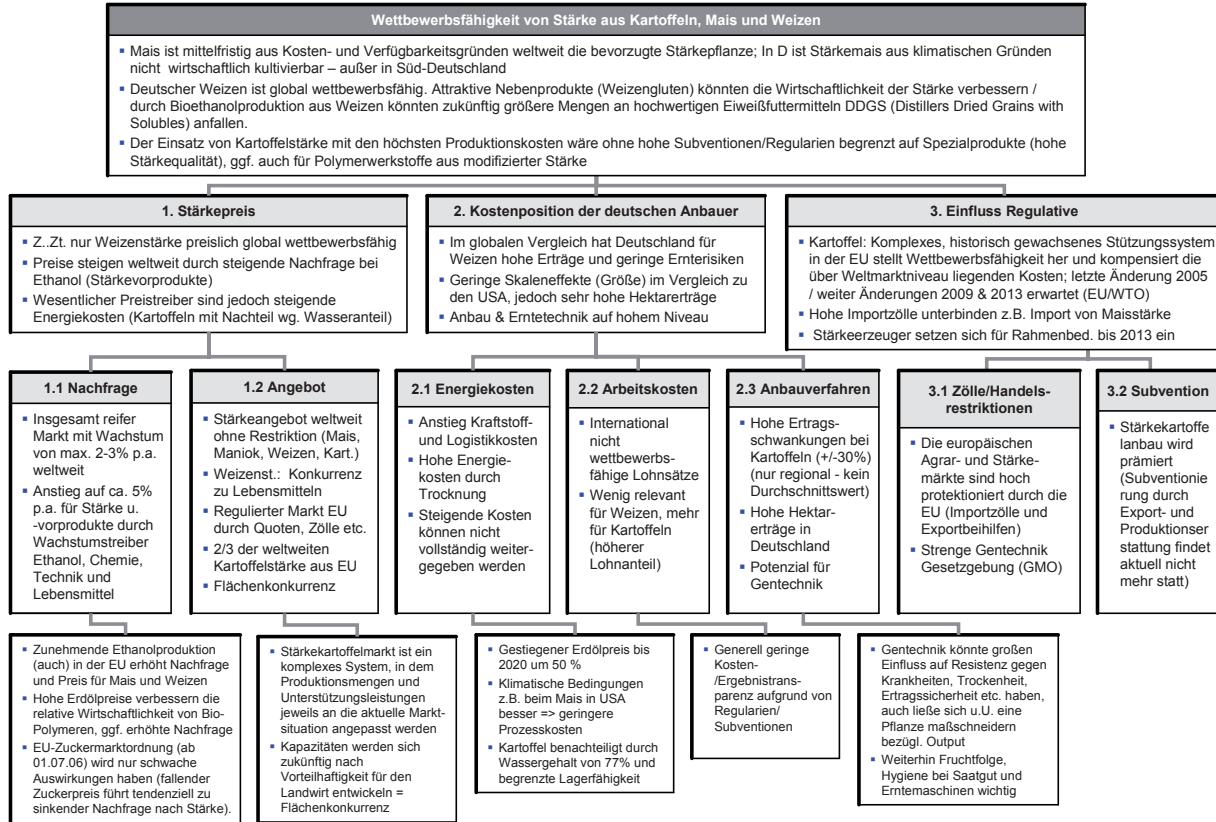
- Ist aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine interessante Stärkepflanze.
- Attraktive Nebenprodukte (Weizengluten) könnten die Wirtschaftlichkeit der Stärke verbessern / Aufgrund der Bioethanolproduktion aus Weizen könnten zukünftig größere Mengen an hochwertigen Eiweißfuttermitteln DDGS (Distillers Dried Grains with Solubles) anfallen.
- Starke Rohstoffkonkurrenz (Weizen) durch die Lebensmittelindustrie; hohe Rohstoffpreise (Weizen).

Kartoffelstärke:

- Es gibt außerhalb D und der EU nur in Japan & China ernstzunehmenden Stärkekartoffelanbau.
- Kartoffelstärke entwickelt sich zukünftig noch stärker zum hochqualitativen Nischenprodukt.
- Stärkeproduktion ist nur in regional eng vernetzten Strukturen (Anbau & Produktion) möglich.
- Durch die hohe Reinheit und die besonderen Eigenschaften eher ein Premiumprodukt.

Maisstärke:

- Mais ist weltweit bezüglich der Mengen die Stärkepflanze. Die weltweite Maisstärkenmenge wird in der Größenordnung um 90 % zu Glucosesirup verzuckert und steht damit dem eigentlichen Stärkemarkt und damit dem Wettbewerb mit anderen Stärken nicht zur Verfügung.
- Nebenprodukte verbessern die Wirtschaftlichkeit der Stärke.
- Beim Ausbau der PLA-Produktion auf der Basis von verzuckerter Stärke wird global Mais als Stärkepflanze am meisten profitieren, wobei sich in Deutschland Weizenstärke etablieren wird.
- Es ist zu erwarten, dass bezüglich der Verfügbarkeit von Mais zur Maisstärkeproduktion eine deutliche Verknappung eintreten wird (Bioenergie- und Bioethanolproduktion). Dies hat deutliche Konsequenzen für den Stärkemarkt.



2.1.2.2 Stärkepreis

2.1.2.2.1 Übersicht Stärkepreis

2.1.2.2.2 Nachfrage

2.1.2.2.3 Angebot

2.1.2.2.1 Übersicht Stärkepreis

Während der Stärkemarkt in Deutschland als reif zu bezeichnen ist, nahm in der EU die Stärkeproduktion aus Weizen zu

Stärkeindustrie in Deutschland

Deutsche Stärkeindustrie

	1998	2001	2004
Umsatz	1,0 Mrd. €	1,1 Mrd. €	1,2 Mrd. €
Produktion	1,5 Mio. t	1,5 Mio. t	1,5 Mio. t
Rohmaterial	4,5 Mio. t	4,4 Mio. t	4,5 Mio. t
Firmen	8	8	8
Werke	16	15	14
Beschäftigte	ca. 2.400	ca. 2.200	ca. 2.400
Rohstoff-Verarbeitung	4,5 Mio. t	4,4 Mio. t	4,5 Mio. t
Kartoffeln	66%	66%	66%
Mais	16%	14%	14%
Weizen	18%	20%	20%

Quelle: Fachverband Stärke-Industrie, 2005 - veränderte Darstellung

- Bei einem reifen Stärkemarkt in Deutschland fand die Dynamik in der deutschen Stärkeindustrie innerhalb der einzelnen Rohstoffsegmente statt.
- 8 Stärkeunternehmen mit insgesamt 14 Werken in D, 3mal Kartoffel, 2mal Mais, 4mal Weizen (1 Unternehmen produziert sowohl Weizen- als auch Maisstärke).
- Mais hat gegenüber Weizen den Vorteil, dass die Maisstärkeproduktion nicht in Konkurrenz zum Food-Markt steht. Mais ist zu 95% eine Futterpflanze; der Weizenpreis hängt aber am Food-Markt.

Stärkeindustrie in der EU

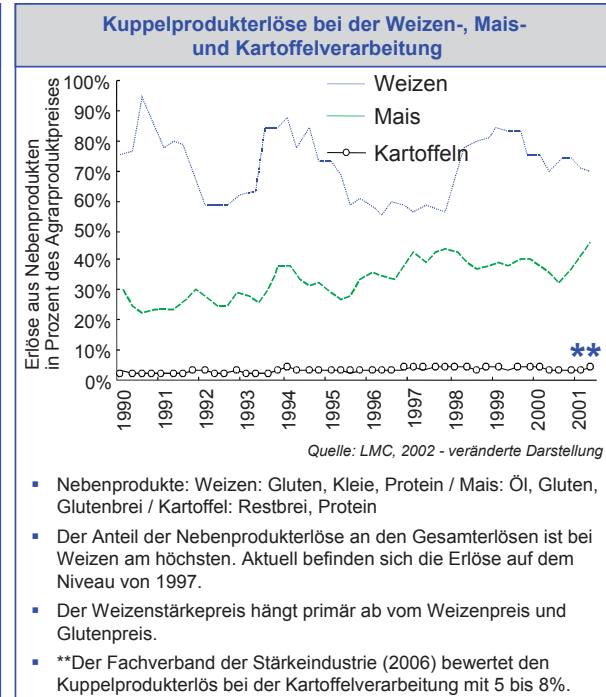
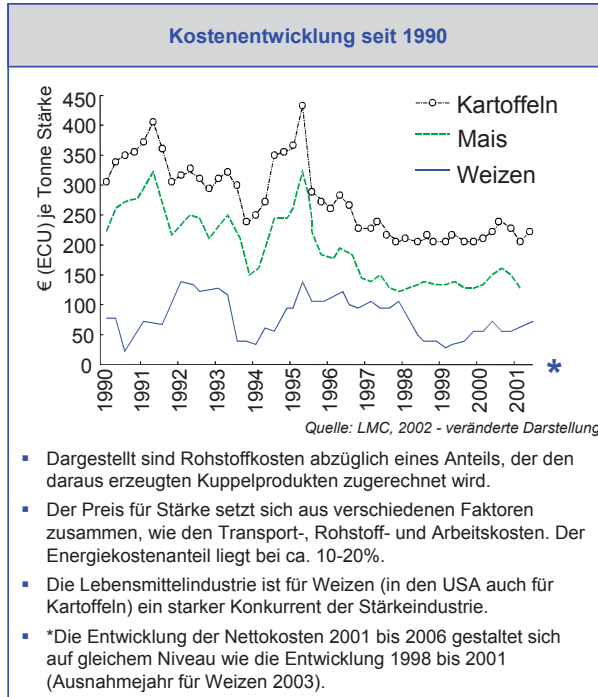
Europäische Stärkeindustrie (EU 15)

	1998	2001	2003
Umsatz	5,2 Mrd. €	6,5 Mrd. €	7,0 Mrd. €
Produktion	7,7 Mio. t	9,0 Mio. t	9,1 Mio. t
Rohmaterial	19,1 Mio. t	21,2 Mio. t	20,6 Mio. t
Firmen	28	27	23
Werke	75	67	65
Beschäftigte	ca. 19.000	ca. 17.000	ca. 16.000
Rohstoff-Verarbeitung	19,1 Mio. t	21,2 Mio. t	20,6 Mio. t
Kartoffeln	46%	41%	36%
Mais	31%	31%	33%
Weizen	23%	28%	32%

Quelle: Fachverband Stärke-Industrie, 2005 - veränderte Darstellung

- Der Anstieg der Weizenstärke innerhalb der EU seit 1998 wurde insbesondere durch den Aufbau einer neuen Weizenstärkefabrik in der EU verursacht.
- Die Preisentwicklung der Weizenstärke wird vor allem von der Vermarktung des Kuppelproduktes Gluten abhängen und damit auch den Aufbau weiterer Weizenstärkefabriken in der EU regulieren.
- Hochwertiger Weizen mit viel Protein kann für die Stärkeindustrie zu teuer werden, denn viel Protein ist für die Stärkegewinnung uninteressant und verstärkt das Problem der Glutenvermarktung.

Die Möglichkeit der Vermarktung von Kuppelprodukten bei der Mais- und vor allem bei der Weizenstärkeproduktion reduzieren die Nettokosten



Bei den LMC-Daten wird vermutet, dass Weizenstärke zu vorteilhaft dargestellt wurde, wobei die Grundaussagen jedoch korrekt sind

Kritische Anmerkungen zur LMC-Studie

- Die Grundaussagen der LMC-Studie über Struktur und Kosten der Stärkeproduktion bleiben gültig, lediglich die Konkurrenzfähigkeit der Weizenstärkeproduktion wird etwas überschätzt. Wurde ein zu hoher Glutenpreis angesetzt? Wurden zu hohe Ausbeuten angesetzt?.
- Der Weizenstärkepreis hängt primär ab vom Weizenpreis und Glutenpreis. Würde der Glutenpreis fallen, müsste sich der Stärkepreis erhöhen.
- Preise hängen auch von der Weizensorte ab. Oft seien nur neue Züchtungen mit hohen Glutenanteilen zu kaufen, diese seien für die Stärkeproduktion allerdings nicht optimal.
- Von 2001 bis 2006 sind die Koppelerlöse etwa auf das Niveau von 1997 gesunken. Entsprechend sind die Nettokosten für die Stärkeherstellung auf das Niveau von 1997 gestiegen.
- Letztendlich sind die Produktionskosten für Weizen- und Maisstärke weniger unterschiedlich als die Daten von LMC zeigen, die Unterschiede betragen inkl. der Koppelprodukte nur ca. 5%.
- Der Fachverband der Stärkeindustrie bewertet den Kuppelproduktelerlös bei der Kartoffelverarbeitung mit 5 bis 8%.
- Die Stärke- und Glutengewinnung aus Weizen ist aufwändiger als die ist aus Mais (geringere Ausbeute, 2:1 statt 1,6:1, aufwändiger Prozess, höherer Energieverbrauch im Prozess).

Quelle: Fachverband der Stärkeindustrie, 2006

Bei jetzigen hohen Preisen nähert sich der Weizenglutenmarkt einer Sättigung, auf einem ermäßigten Preisniveau eröffnen sich neue Märkte

Absatz für Weizengluten

EU 25 Gluten-Außenhandel mit den USA	Export 2005	Import 2005
Weizengluten (Quelle Eurostat)	65.030,9 t	32 t
Weizengluten (Quelle USDA, BICO Daten, Kategorien Import/Export sind nicht dieselben)	22.742,8 t	125,3 t
Maisgluten (Quelle Eurostat)	Keine Daten	Keine Daten
Maisgluten (Quelle USDA, BICO Daten)	2.246 t	2.620.829 t

- Eurostat und USDA weisen für den Handel USA<->EU im Jahr 2005 einen starken Exportüberschuss der EU25 bei Weizengluten aus (für Maisgluten ist die Situation umgekehrt).
- Aktuell ist der Markt für Weizengluten nicht gesättigt, in einem begrenzten Rahmen von einigen tausend Tonnen ließe sich mehr absetzen.
- Mittelfristig hängt der Glutenpreis davon ab, wie sich die Nachfrage der Backwarenindustrie entwickelt. Schon bei prozentual schwachem Nachfragewachstum der Backwarenindustrie nach Weizengluten lässt sich die Glutenproduktion einer Weizenstärkefabrik der üblichen Größe zusätzlich absetzen.
- Des Weiteren gibt es noch eine gewisse Möglichkeit, dass Weizengluten parallel zu Weizenstärke ebenfalls für Bio-Polymere genutzt werden könnten. Die Mengenrelevanz dieser Möglichkeit ist jedoch ungeklärt.

Bioethanolproduktion und Weizenglutenmarkt

- Aufgrund der Bioethanolproduktion aus Weizen wird es zu einer Verschiebung im Gluten- und Futtermittelmarkt kommen. Eine von der Süd-Zucker auf 700.000 t Weizen ausgelegte Anlage kann jährlich über 260.000 m³ Ethanol zur Vermarktung erzeugen. Darüber hinaus werden rund 260.000 t des hochwertigen Eiweißfuttermittels DDGS (Distillers Dried Grains with Solubles) produziert, das vorwiegend an die Mischfutterindustrie abgesetzt wird. Bei einer derartigen Produktion von Futtermitteln kommt es zu keiner Abtrennung von Gluten.

Kartoffeln (geschält) enthalten u.a.:

- ca. 77 % Wasser
- ca. 17 % Stärke,
- ca. 2 % Eiweiß,
- ca. 0,1 % Fett und
- ca. 0,8 bis 1,7 Prozent Ballaststoffe.

Weizenkörner enthalten u.a.:

- ca. 60 % Stärke,
- ca. 13 % Wasser,
- ca. 12 % Eiweiß und
- ca. 2 % Fett.

Maiskörner enthalten u.a.:

- ca. 62 % Stärke,
- ca. 15 % Wasser,
- ca. 8 % Protein und
- ca. 4 % Öl.

Kontingentierung im Stärkekartoffelmarkt verursacht wenig Dynamik; Erdöl- & Energiepreise beeinflussen Preis für Kartoffelstärke am meisten

Der Stärkemarkt ist ein reifer, regulierter Markt

- Die in der EU hergestellte Stärke ist international wettbewerbsfähig, weil Zahlungen zum Ausgleich des höheren Preises für die EU-Rohstoffe gewährt werden.
- Nachfrage und Angebot stagnieren seit Jahren.
- Die Stärkeproduktion in D ist aus Weizen am attraktivsten. Hauptkonkurrenz Lebensmittelbereich.
- Aufgrund der Abschottungspolitik der EU und der unterschiedlichen Stärkequalitäten existiert kein Weltmarktpreis für Kartoffelstärke.
- Kontingentierung für Kartoffelstärke, Mindestpreise und Ausgleichszahlungen: freie Preisentwicklung nicht möglich.
- Steigende Nachfrage für Kartoffelstärke kann durch Kontingentierung nicht problemlos bedient werden.
- Ein Ausbau der Flächen für die Stärkeproduktion muss im Zusammenhang mit der Flächenkonkurrenz mit anderen Agrarpflanzen gesehen werden.
- Die Stärkeindustrie sieht sich durch die ab dem 01.07.06 in Kraft tretende Reform des Zuckermarktes einem stärkeren Wettbewerb mit Zucker ausgesetzt. Die Stärkeindustrie wird Anstrengungen unternehmen müssen, um entsprechenden Umsatzverlusten entgegenzuwirken bzw. durch Kostenreduktion auszugleichen.
- Die Getreidemarktordnung hat Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Stärke aus Kartoffeln.

Einflüsse der Erdöl- und Energiepreise

- Weniger als die Hälfte der durch die erhöhten Energiepreise entstehenden Mehrkosten können an den Endkunden über erhöhte Produktpreise weitergegeben werden.
- Steigende Energiekosten erzwingen höhere Stärkpreise und beeinflussen nicht so gut entwickelte Anbau- und Stärkeproduktionsstrukturen unter Umständen deutlich stärker, was zukünftig einen Vorteil für den heimischen Anbau liefern kann.
- Erdölpreis trifft alle Stärkeproduzenten weltweit
- Energiekosten werden sich auf die Stärkpreise auswirken, auf Kartoffeln sehr stark (Wassergehalt) , Mais wegen Kunstdünger und Weizen wegen Pestiziden.
- Der Maispreis wird durch die Konkurrenz im Bereich Bioethanol und Biomassenutzung ansteigen.
- Es ist zu erwarten, dass die Auswirkung der Zuckermarktreform auf den Stärkemarkt gering sein werden, da genügend Glucosesirup vom Weltmarkt verschwinden wird, da Maisstärkeprodukte und Bioenergie aus Mais preislich viel attraktiver sind als der Massenrohstoff Glucosesirup.
- Kartoffel: 3 mal so hohe Arbeitskosten wie Weizen oder Mais (und Extra-Maschinenkosten) bei 3 mal so viel Beschäftigung.
- Eine eventuell steigende Nachfrage durch Biokunststoffhersteller nach Stärke kann mittelfristig die Nachfrage nach Stärke erhöhen.

Deutsche Weizen und Kartoffelpflanzen zur Stärkegewinnung sind global wettbewerbsfähig; Weizen ohne, Stärkekartoffeln nur mit Regularien

Derzeitige Preise für in Deutschland produzierte Stärke und Zielpreiskorridore

	Derzeitige Preise für deutsche Ware (€/t)	Zielpreiskorridor im Jahr 2020 (€/t)**	Kommentare
Kartoffelstärke	350*	1000	native Stärke
Maisstärke	300-375*	600 - 800	native Stärke
Weizenstärke	275-350*	600 - 800	native Stärke

* Quelle: Hartwig 2006 & Kröner 2006 ** Wettbewerbsfähigkeit mit Importware

- Es existiert kein Weltmarktpreis für Kartoffelstärke.
- Subventionspreis wird ständig überprüft und angepasst, damit EU- Stärke-Preis auf Weltmarktniveau kommt.
- Die Konkurrenzfähigkeit von Weizen innerhalb der EU ist maßgeblich abhängig von der Flächenkonkurrenz und der Anbauwürdigkeit für den Landwirt und vom Wettbewerb mit der Lebensmittelindustrie.
- Weizen ist in der EU - grundsätzlich auch ohne Subventionen - global konkurrenzfähig. Dies muss aber nicht für die Weizenstärke gelten. Hier spielen Arbeitskosten, Energiekosten, Economy of scale, Glutenvermarktung eine wichtige Rolle.
- Bei der Berücksichtigung eines Rohstoffkostenanstiegs von 20 % und steigenden Energiekosten von 100 % wird sich der Preis für Maisstärke ausgehend vom heutigen Zustand im Jahr 2020 auf 600 bis 800 €/t erhöhen.
- Kartoffelstärke wird sich unter gleichen Annahmen in Richtung Premiumprodukt mit Preisen um 1000 €/t entwickeln.

Ohne Regularien in der EU würde sich der Stärkepreis deutlich höher einpendeln, wie die Vergleichszahlen für kationische Stärke zeigen

Derzeitige Preise für in Deutschland produzierte Stärke und Zielpreiskorridore

Kationische Stärke zur Verwendung in der Papierindustrie (USD/kg)

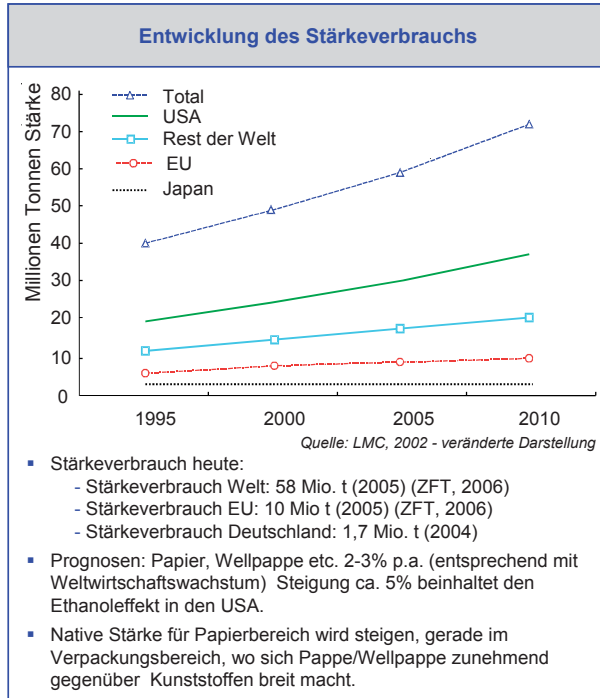
Länder	Okt 2003	Nov 2003	Dez 2003	Jan 2004	Feb 2004	Mar 2004
Argentinien	0,46	0,51	0,51	0,55	0,57	0,54
China	0,44	0,43	0,46	0,45	0,45	0,45
EU	0,51	0,48	0,49	0,52	0,52	0,52
Indien	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53
Polen *	1,07	1,12	1,13	1,16	1,14	1,09
Russland	0,72	0,71	0,71	0,71	0,72	0,72
Thailand	0,50	0,50	0,51	0,52	0,52	0,54
USA	0,63	0,63	0,63	0,64	0,62	0,63

Quelle: Giract, 2006 - veränderte Darstellung

*Der Fachverband der Stärkeindustrie hält diesen Wert für zu hoch, eine Überprüfung der Originaldaten bestätigte die Höhe dieses Wertes.

2.1.2.2.2 Nachfrage

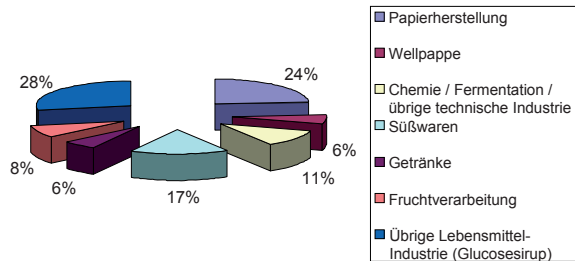
Stärkemarkt wächst analog Weltwirtschaftswachstum, Wachstumsmärkte sind Lebensmittelfertigprodukte und technische Stärkenutzung



- Neue Stärkeanwendungen**
- Die Exportsituation für Kartoffelstärke wird sich stark ändern. Weitweit wird sich bezüglich der Wichtigkeit von Stärkepflanzen folgendes Bild ergeben:
 1. Mais / 2. Maniok / 3. Weizen / 4. Kartoffel
 - Der Papierbereich ist mit einem Anteil von 50-70% an der gesamten technischen Stärkenutzung das mit Abstand größte technische Anwendungsgebiet für Stärke.
 - Die Vielseitigkeit der (modifizierten) Kartoffelstärke ist für ein Wachstum im technischen Sektor prädestiniert. In der Papierindustrie könnte bei entsprechendem Forschungsaufwand ein Wachstum gegen andere Polymere technischer oder biologischer Herkunft erreicht werden.
 - Für den Bereich „Lebensmittelfertigprodukte“ wird der Anteil an Stärke vor allem in Europa in den nächsten Jahren steigen.
 - Die Umwandlung von Stärke zu Isoglucose ist durch Gesetze in der EU blockiert (Zucker-Lobby).
 - Stärke verdrängt synthetischen Latex bei der Papierherstellung (1 Mio. t in der EU).
 - Für Bio-Polymere wird bislang vor allem native Maisstärke verwendet / Kartoffelstärke für Stärkepolymere optimal.
 - Modifizierte Stärke verdrängt Polyacrylate als Flockungsmittel
 - Know-how-Vorsprung bei hochwertiger Kartoffelstärke in Spezialanwendungen, teilweise Substitution schwierig.
 - Die Regularien für Kartoffelstärke werden sich spätestens 2013 verändern, so dass sich auch die Strukturen ändern werden.

Steigender Stärkeverbrauchs für technische Anwendungen und Lebensmittel-Fertigprodukte kommt vor allem Mais und Weizen zugute

Verbrauch von Stärkeprodukten nach Sektoren im deutschen Markt 2004 (1,7 Mio t)



Quelle: Fachverband Stärkeindustrie, 2005 - veränderte Darstellung

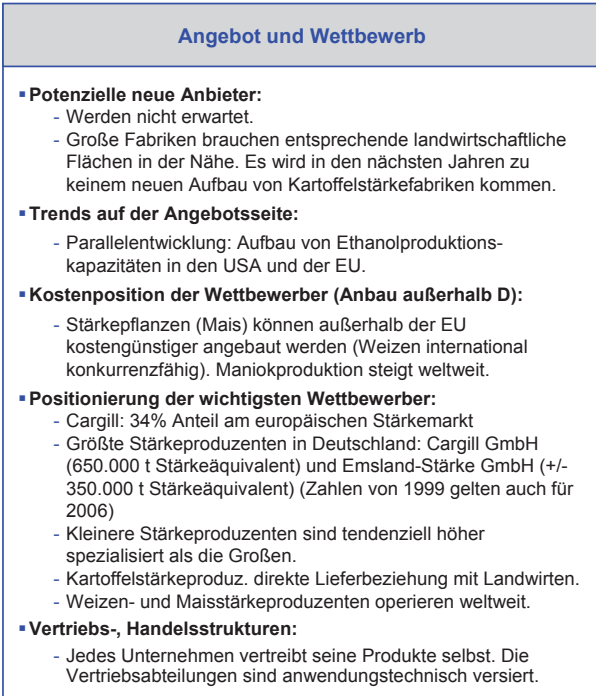
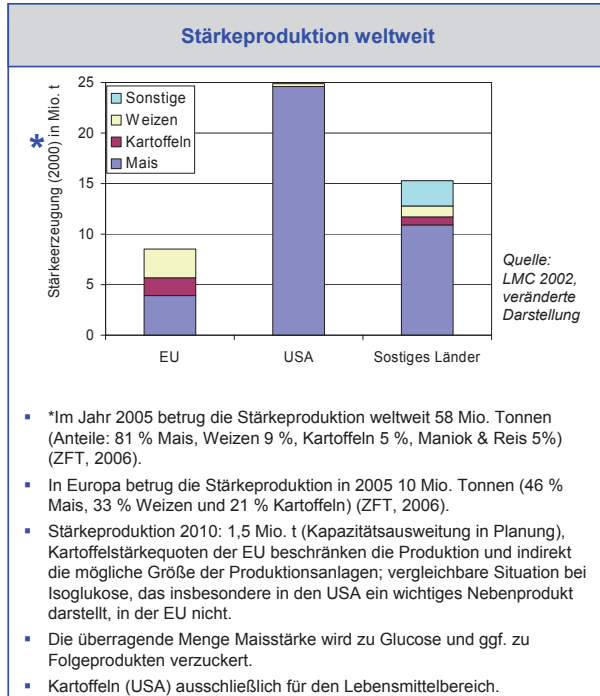
- Stärkeverbrauch nach Marktsegmenten (D) heute (2004):
- 2010: Chemische Industrie wird ihren Stärkeverbrauch ausbauen; Papierindustrie als reifer Markt; Wachstumsraten im Bereich des Weltwirtschaftswachstums; Lebensmittel- und Genussmittelindustrie wird durch geändertes Ernährungsverhalten stark wachsen; Bauindustrie wird mehr Stärke einsetzen; Der Stärkeinsatz für Hydrolysate wird rückläufig sein
- Trend 2020: Chemische Industrie wird ihren Stärkeverbrauch ausbauen.
- Es werden sich neue Anwendungsfelder ergeben.

Stärkeanwendung und Stärkeart

- Die Nachfrage nach Stärke und Stärkeprodukten bis 2010 wird für Kartoffelstärke bei einfachen Anwendungen zukünftig nicht gegeben sein. Es müssen sich neue Anwendungsfelder ergeben.
- Die komplexe Stärkechemie kann optimal nur mit der reinen hochqualitativen Kartoffelstärke gemacht werden. Für Kartoffelstärke wird sich zukünftig eine hochpreisige Nische als Premiumprodukt ergeben.
- Verwendung von Kartoffelstärke insbesondere im Lebensmittelbereich. Papierindustrie verwendet eher Mais- und Weizenstärke, da günstiger.
- Die Lebensmittelindustrie ist für Weizen (in den USA auch für Kartoffeln) ein starker Konkurrent der Stärkeindustrie.
- Mit einem weiteren Wachstum im Bereich der Fertigprodukte, wird auch die Nutzung von Stärke im Lebensmittelbereich weiter zunehmen (hohe Anteile an Stärke in Fertigprodukten).
- Die Nachfrage nach Stärke und Stärkeprodukten bis 2010 wird in der Chemieindustrie (Bio-Kunststoffproduktion) aufgrund der gestiegenen Erdölpreise zunehmen.
- Bio-Polymere aus Stärke haben Zukunft insbesondere bei direkter Verwendung der Polymere, weniger bei Umwandlung in Milchsäure zur PLA-Herstellung.
- Kaufentscheidende Faktoren / Marktmechanismen: Preis, Reinheit (Proteingehalt: A-Qualität: <0,5%, B-Qualität < 5%), anwendungstechnischer Service, Wassergehalt (< 13%) und funktionelle Eigenschaften.

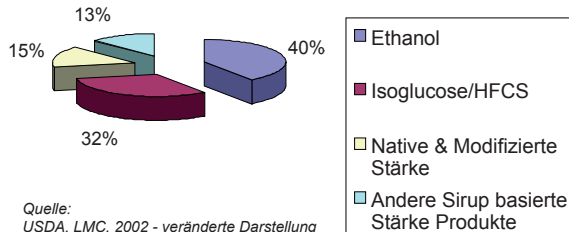
2.1.2.2.3 Angebot

Mais als Stärkepflanze ist weltweit Nr. 1; in der EU wird der Marktanteil bei Weizen steigen, Kartoffelstärke jedoch ein Nischenprodukt bleiben



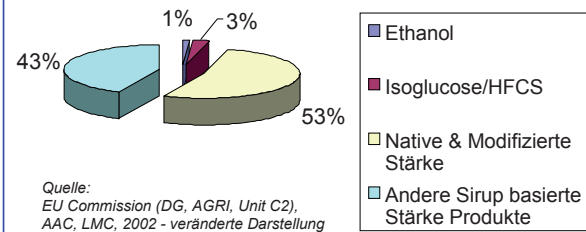
Unterschiedliche Marktregularien haben starken Einfluss auf das Anwendungsspektrum von Stärke in den USA und in der EU

Stärkeprodukte in den USA im Jahr 2000



- Im Vergleich zum Jahr 2000 ist inzwischen in den USA und auch in Europa der Anteil Bioethanol deutlich gestiegen.
- Stärkeproduktion EU: 10 Mio. t (2005), Stärkeproduktion D: 1,5 Mio. t (2004), Stärkeproduktion USA: 25 Mio. t.
- In den USA wird die Konkurrenzsituation Bio-Ethanol den Maiskörnerpreis höher treiben und damit auch den Maisstärkepreis beeinflussen.
- Metabolisches Syndrom (verursacht durch Fructose) könnte Weizenmarkt nachhaltig beeinflussen.
- In der EU wird mehr Zucker (EU: 18 Mio. t / USA: 3 Mio. t) und in den USA mehr Stärke (USA: 25 Mio. t / EU: 9,1 Mio. t) verwendet.

Stärkeprodukte in der EU im Jahr 2000



- Kaum zu erwartende Zunahme des Stärkeeinsatzes durch die starke Zucker-Lobby in der EU.
- Bioethanol aus Weizen: Bei einer Verfahrenstechnik die es erlaubt, Gluten vorher abzutrennen, würde der Gluten-Markt gesättigt werden.
- Stärke ist aktuell der preiswerteste Rohstoff für Bioethanol. Es wird zukünftig großtechnisch Gluten abgetrennt und die Stärke zur Bioethanolproduktion verwendet. Dies wird - wie beim Biodiesel/Glycerin - starke Marktverschiebungen zur Folge haben. Bisherige Balancen werden aus den Fugen geraten. Gluten wird preiswerter werden und damit andere Proteine im Preis senken. Viel mehr Tierfutter wird dann aus Gluten produziert. Dies könnte z.B. eine Konkurrenz zu Soja werden.

2.1.2.3 Kostenposition der deutschen Anbauer

2.1.2.3.1 Energiekosten

2.1.2.3.2 Arbeitskosten

2.1.2.3.3 Anbauverfahren

2.1.2.3.1 Energiekosten

Während die Erntetechnik sehr ausgereift ist, können durch besseres Anbaumanagement noch Ertragssteigerungen erzielt werden

Ernte- und Aufbereitungsverfahren	Optimierung Anbau-, Ernte- und Aufbereitungsverfahren
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Ernteverfahren</i>: Konventionelle, sehr weit entwickelte Ernteverfahren für Kartoffeln, Mais und Weizen ▪ <i>Aufbereitungsverfahren</i>: Techniken auf hohem Niveau Trockenmüllerei kann als Vorstufe zur eigentlichen Stärkeproduktion dienen (z.B. Getreidestärkegewinnung nicht bei Mais); die eigentliche Stärkegewinnung erfolgt in der Nassmüllerei. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimierungsmöglichkeiten werden vor allem in einem besseren Anbau- und Bewässerungsmanagement gesehen. ▪ <i>Ernteverfahren</i>: Keine grundlegenden Optimierungen erwartet; hier wird eher mit Evolutions- statt Revolutionslösungen gerechnet. ▪ <i>Aufbereitungsverfahren</i>: Effizientere Techniken zur Reduzierung der hohen Energiekosten, die in Abhängigkeit vom Wassergehalt während der Trocknung und der weiteren Verarbeitung anfallen. ▪ Nutzung Abwärme Biogasanlagen / Substitution fossile Energie ▪ Steuerungstechnik ▪ Im Bereich der Bio-Ethanol-Herstellung werden neue Techniken entwickelt. <ul style="list-style-type: none"> - <i>Weizen</i>: Im ersten Prozessschritt soll eine Abtrennung des Gluten erfolgen, mit dem Rest wird die Ethanolproduktion betrieben. Die Vermarktung der Gluten aus der Bio-Ethanolproduktion hätte drastische Folgen auf die Weizenstärkeproduktion, da das Kuppelprodukt Gluten mit Gluten aus der Bio-Ethanolproduktion konkurrieren muss. - <i>Mais</i>: Neue Techniken werden die Prozessfähigkeit von Körnermais verbessern. Es wird eine Konkurrenz zwischen Stärke- und Bio-Ethanolproduktion entstehen.

2.1.2.3.2 Arbeitskosten

Viele Landwirte orientieren sich bei der Auswahl der anzubauenden Kultur nach wie vor an der Deckungsbeitragsrechnung

Landwirtschaft & Industrie

- Während in Deutschland (1998 bis 2004) die Zahl der Beschäftigten (2.400) in der Stärkeindustrie bei stagnierendem Umsatz (1,2 Mrd. €) gleich geblieben ist, ist die Anzahl der Beschäftigten in der EU im Zeitraum von 1998 bis 2003 bei steigendem Umsatz (von 5,2 auf 7,0 Mrd. €) von 19.000 auf 16.000 Beschäftigte gesunken.
- Bei Besitz von Anteilsscheinen wird ein Landwirt in Niedersachsen entsprechend der Deckungsbeiträge Stärkekartoffeln anbauen.

	Ertrag in dt/ha	Deckungsbeitrag in €/ha	variable Maschinenkosten (ohne GOV) in €/ha
Stärkekartoffeln	400	761,40	472,00
	500	1242,72	590,23
	600	1724,04	708,46
Körnermais	60	399,04	202,62
	75	557,45	220,14
	90	704,51	237,67
	105	862,92	255,19
Weizen	50	334,48	152,97
	60	415,61	156,25
	70	519,22	162,26
	80	605,30	165,54
	90	678,36	171,55
	100	754,58	174,82

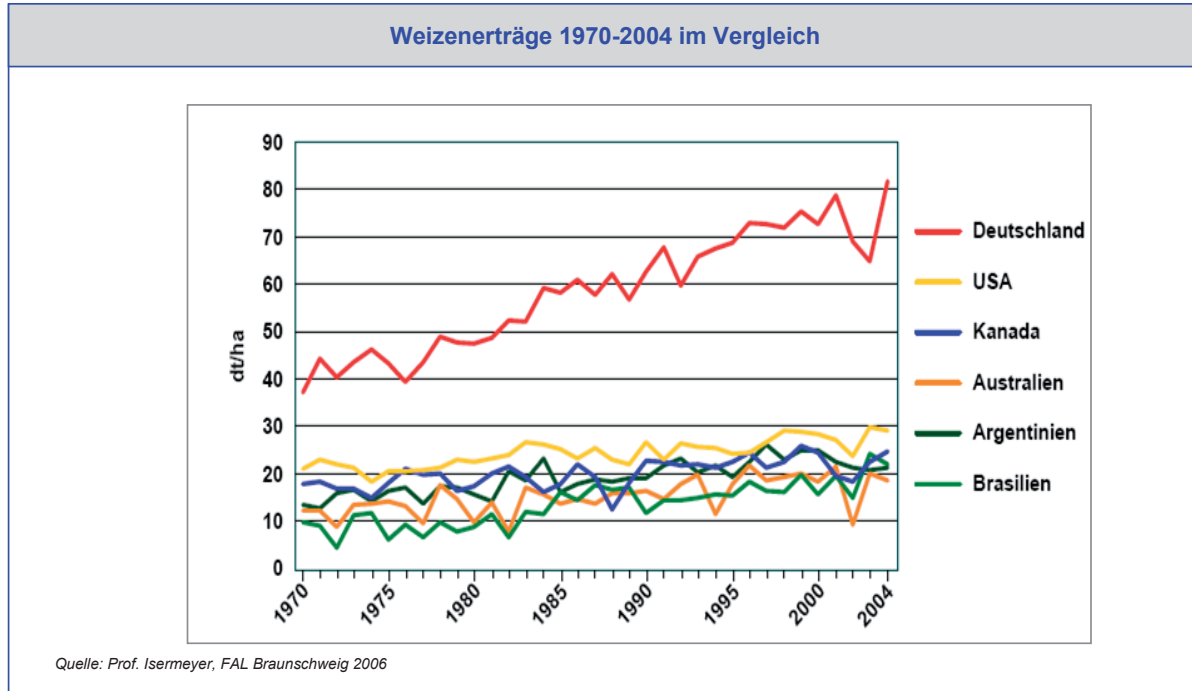
Quelle: LWK, 2004 - eigene Darstellung

Optimierung: Stärkeproduktion

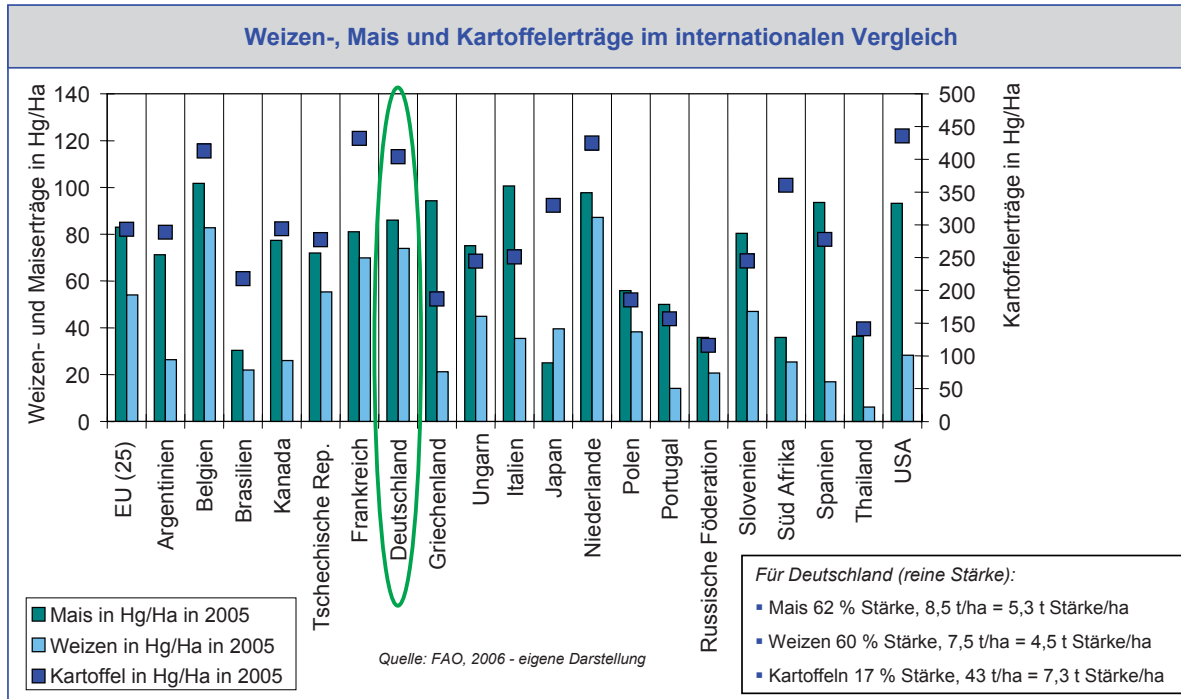
- 2010: Keine Veränderung erwartet
- 2020: Eventuell neu angeschaffte Produktionsanlagen können die Produktionshöhe je Arbeitsplatz steigern
- Trends, wichtige Veränderungen
 - Seit 1995 nahezu konstantes Verhältnis von Beschäftigtenzahl und Produktionstonnage
- Ansatzpunkte zur Erhöhung der Produktivität:
 - Investition in neue Produktionsanlagen (werden in D nicht erwartet)
 - Verwendung von Rohmaterial mit höherem Stärkegehalt
 - Bessere Auslastung einiger Kartoffelstärkewerke (ausreichende Menge Rohmaterial)

2.1.2.3.3 Anbauverfahren

Deutschland liegt bei den Weizenerträgen weit vor USA und Kanada



Das Ertragsniveau von Weizen und Kartoffeln zur Stärkeproduktion ist in Deutschland auf Weltspitzenniveau



Ertragssteigerung/Ertragssicherheit sind Herausforderungen für Stärkekartoffeln; Mais wird sich in D bei der Bioenergienutzung etablieren

Sorten, Züchtung & Anbaumanagement	Stärke aus Pflanzen in Deutschland
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aktuelle Anbauverfahren mit Stärken und Schwächen: <ul style="list-style-type: none"> - Die Anbauverfahren zum Stärkepflanzenanbau unterscheiden sich nicht von denjenigen des Lebensmittelbereichs. ▪ Identifikation und Bewertung von Verbesserungspotenzialen: <ul style="list-style-type: none"> - Sorten / Züchtung: Gentechnik und konventionelle Züchtung mittel- und langfristig mit hohen Potenzialen - Anbau: Methoden und Techniken bereits hoch entwickelt => Evolution statt Revolution - Pflanzenschutz: Methoden und Techniken bereits hoch entwickelt - Ernte: Methoden und Techniken bereits hoch entwickelt => Evolution statt Revolution - Nachernte-Bearbeitung: Methoden und Techniken bereits hoch entwickelt - Krankheiten durch zu geringe Fruchtfolge, Hygiene bei Erntemaschinen und Pflanzgut, Risiken der Konzentrierung ▪ Abschätzung Kosten der Realisierung der Verbesserungspotenziale. Bewertung Wirtschaftlichkeit: <ul style="list-style-type: none"> - Mittelfristig sind Verbesserungen von Hektarertrag und Stärkegehalt durch konventionelle Züchtungsoptimierungen und Gentechnik zu erwarten. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Der Landwirt wird für höheren Stärkeanteil (>18 %) als in den Regularien vorgeschrieben (18 % Stärkeanteil) entlohnt. ▪ Ein sehr hoher Stärkeanteil von Kartoffeln kann zu Problemen bezüglich der Lager- und Prozessfähigkeit dieser Rohstoffe in den Stärkefabriken führen. ▪ Die Stärkefabriken können bei sehr hohen Anteilen von Stärke in Kartoffeln prozessbedingt nicht alle Stärkeanteile gewinnen, so dass ein Teil im Prozesswasser abgeführt würde. Zur Zeit ist dieser Zustand bei den Stärkeanteile von ca. 19 bis 21 % noch nicht erreicht. ▪ Der Stärkeanteil von Kartoffeln wird sich bis 2020 auf einen Anteil von im Mittel von 25 % (21 bis 30 %) erhöhen. ▪ Mais als Stärkepflanze aus heimischem Anbau ist in D beinahe unbedeutend. Lediglich im Süden Deutschlands ist es klimatisch interessant, Körnermais anzubauen. Die Züchtung in D geht vor allem in Richtung Ganzpflanzenertragssteigerung. ▪ Die Verwendung von Mais als Ganzpflanze wird in D stark steigen. Hauptmärkte sind die Biogas- und Bioenergieerzeugung. ▪ In Sachen Ertragsteigerung wird die Züchtung eine Rolle spielen, bei Fragen der Verbesserung der Ertragssicherheit kommt die Gentechnik ins Spiel. ▪ Soll ein Maßschneidern der Stärke in der Pflanze für Anwendungen wie Polymerwerkstoffe aus Nawaro erreicht werden, wird zukünftig die Gentechnik stärker Berücksichtigung finden.

Die globale Wettbewerbsfähigkeit der in Deutschland anbaubaren, marktrelevanten Stärkepflanzen ist für Weizen und Kartoffeln gegeben

	Stärke aus Kartoffeln	Stärke aus Mais	Stärke aus Weizen
Komparativer Vorteil in Deutschland	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Langjährige Erfahrung im Anbau und der Weiterverarbeitung ▪ Intensive Züchtungsarbeiten ▪ D ist Hauptproduzent in der EU 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mais als Pflanze zur Bioenergienutzung wird immer wichtiger ▪ Züchtung in D geht insbesondere in Richtung Biomassenutzung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ertragsniveau ist in D sehr hoch (auch gegenüber USA) ▪ Lagerungsvorteil gegenüber Kartoffeln
gleich mit wichtigen Anbauländern	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Konkurrenzfähig in der EU 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ... 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Global konkurrenzfähig
schlechter als in wichtigen Anbauländern	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine schlechtere Wettbewerbsfähigkeit durch Subvention und Regularien 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ klimatische Bedingungen zum Maisanbau sind z.B. in Frankreich besser ▪ Ertrag der C4-Pflanze in den USA viel höher / Trocknungskosten in den USA deutlich geringer ▪ Züchtung in den USA in Richtung Körnerertrag (Genmodifizierung) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine schlechtere Wettbewerbsfähigkeit

Zukünftige Herausforderung ist die Stabilisierung der Ertragsicherheit, wobei Erträge sich durch gutes Anbaumanagement steigern lassen

Stärkepflanze	Durchschnittlicher Ertrag (dt/ha)	Ertragspotenzial 2010 - 2015 (dt/ha)	Stärkeanteil in %	Voraussetzungen für Ertragssteigerungen
Kartoffeln	250-450 (FNR, 2004)	350-600	17-21 % (FNR, 2004)	Anbau- & Erntemanagement, Flächenauswahl, Züchtungserfolge
Mais	70-90 (FNR, 2004)	80-110	ca. 71* % (FNR, 2004)	Züchtungserfolge, ertragreichere Sorten, Ertragsicherheit
Weizen	70-90 (FNR, 2004)	80-110	ca. 65* % (FNR, 2004)	Züchtungserfolge, ertragreichere Sorten, Ertragsicherheit

* Stärkegehalt im Korn

- Als problematisch wird insbesondere die Ertragssicherheit eingestuft, die vor allem bei Weizen durch ein gut abgestimmtes Anbaumanagement in den Griff zu bekommen ist. Während in Polen und Russland die Ertragssicherheit und Qualität schwankt, bietet der heimische Anbau Vorteile.
- Bei Stärkekartoffeln sind in D die Ertragsschwankungen zum Teil sehr hoch (regional können diese bei 30 bis zu 40 % liegen).
- Bei Weizen und auch bei Kartoffeln ist in Zukunft durch Züchtung mit einer deutlichen Ertragssteigerung zu rechnen. Bei der Stärkekartoffeln lässt sich eine Ertragssteigerung eher durch Auswahl geeigneter Landwirte und strukturelle Maßnahmen erreichen. Es sind mit Stärkekartoffelerträgen von 350 bis 600 dt/ha zu rechnen.

Kostensenkungen durch größere Anbauflächen sind bei der Produktion aus Weizen einfacher zu realisieren als bei Kartoffeln

Stärkepflanze	Durchschnittliche Kosten (€/t)	Voraussetzungen für Kostensenkungen
Speisekartoffeln	<ul style="list-style-type: none"> ca. 80 * # 	Kostendegression durch große Anbauflächen
Mais	<ul style="list-style-type: none"> ca. 150 # 	Kostendegression durch große Anbauflächen
Weizen	<ul style="list-style-type: none"> ca. 150 # 	Kostendegression durch große Anbauflächen

* Für Stärkekartoffeln wird der Stückkostenpreis vom Fachverband der Stärkeindustrie deutlich niedriger angesetzt, damit eine Wirtschaftlichkeit der Stärkefabriken überhaupt gegeben ist.

Holzmann (2006): Stückkostenangaben (setzt sich zusammen aus: Direkt-, Arbeitsleistung-, Gebäude-, Flächenkosten sowie sonstige Kosten)

- Große Kartoffelstärkefabriken brauchen entsprechende landwirtschaftliche Flächen in der Nähe.
- In Zukunft wird die Anzahl der Betriebe geringer und die Fläche pro Betrieb nimmt deutlich zu.
- Mit dem Ausbau von Monokulturen nimmt das Gefahrenpotenzial zu. Durch fehlende Fruchtfolge nimmt zusätzlich die Gefahr von Krankheiten z.B. im Kartoffelanbau zu.
- Bei großen Anbaustrukturen ist die Rückführung der Nährstoffe aufwändig.

2.1.2.4 Einfluss Regulative

Die Regularien für Kartoffelstärke in der EU sind ein komplexes, historisch gewachsenes Stützungssystem

Relevante Rahmenbedingungen 2006

- Kontingente nur an Fabriken zugewiesen (Stärkekartoffelvermarktung)
- Getreidemarktordnung
- Zuckermarktordnung (Isoglukose)
- Kartoffelstärkeproduktion durch Kontingentierung begrenzt: Deutschland 2005/06 und 2006/07: 656.298 t; Kontingente der Vorjahre: 650.000-700.000 t

Kartoffelstärkequoten für die Geschäftsjahre 2005/06 und 2006/07 Angaben in Tonnen

Tschechische Republik	33.660
Dänemark	168.215
Deutschland	656.298
Estland	250
Spanien	1.943
Frankreich	265.354
Lettland	5.778
Litauen	1.211
Niederlande	507.403
Österreich	47.691
Polen	144.985
Slowakei	729
Finland	53.178
Schweden	62.066
Total	1.948.761

Quelle: EC, 2005 - eigene Darstellung

Fakten zu wichtigen Regulativen / Rahmenbedingungen

- Komplexes, historisch gewachsenes Stützungssystem der EU insbesondere für Kartoffelstärke:
 - Ausgleichszahlungen (gilt für alle Agrarpflanzen)
 - Flächenstilllegung
 - Direktzahlungen/Ausgleichszahlungen
 - Mindestpreis (nur für Stärkekartoffeln)
 - Interventionspreis (nur für Getreidepflanzen)
 - Fabrikprämie (nur für Kartoffelstärkeerzeuger)
 - Produktionserstattungen (für Weiterverarbeiter von EU-Stärke im Non-Food-Bereich ungeachtet der Stärkeart)
 - Ausfuhrerstattungen (Exportbeihilfen)
 - Einfuhrabgaben (Importzölle)
 - Agrarreform 2003 und Kartoffelstärkewirtschaft:
 - Die Beihilfe an die Kartoffelerzeuger ist zu 40 % entkoppelt worden
 - Die Beihilfe an die Kartoffelerzeuger ist zu 60 % gekoppelt geblieben
 - Die Beihilfe an die Getreideerzeuger ist zu 100 % entkoppelt worden
- => Dadurch ist die Relation zwischen Stärkekartoffelanbau & Getreideanbau in etwa gleich geblieben

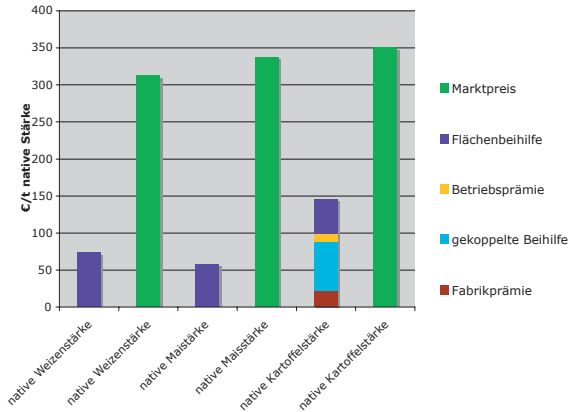
Kopplung und Entkopplung als anschauliches Beispiel für das komplexe Stützungssystem für Kartoffelstärke in der EU

Kopplung und Entkopplung bei Stärkekartoffeln

Fördermaßnahmen ab dem Wirtschaftsjahr 2005/2006

- Die Kartoffelstärkefabriken erhalten eine Kartoffelstärkeprämie von 22,25 €/t.
- Die Kartoffelstärkefabriken müssen an die Erzeuger einen Mindestpreis von 178,31 €/t (37,78 €/t Kartoffeln mit 18 % Stärkegehalt) zahlen.
- Verordnung (EG) Nr. 1973/2004 Art. 21 und Nr. 1782/2003 Art. 93:
 - Die Stärkekartoffelanbauer erhalten eine Beihilfe von 66,32 €/t (vor 2003 110,54 €/t) - (14,05 €/t Kartoffeln mit 18 % Stärkegehalt) => 60 % gekoppelte Beihilfe;
 - Verlängerung der Verordnung nur um 2 Jahre (bis 2007) statt wie bisher um 3-4 Jahre
- 40 % der alten Zahlungen (110,54 €/t) => entkoppelte Beihilfe
- Hiervon geht ¼ in die Betriebsprämie und der Rest in den Landestopf der auf alle Betriebe in Form der Flächenbeihilfe umgelegt wird.
- Die gesamte Regelung ist durch Produktionskontingente begrenzt.
- Mais- und Weizenstärke sind gering von Subventionen abhängig.
- Der Anbau von Weizen ist durch die Möglichkeit der Interventionszahlung zurzeit noch eine willkommene Alternative.
- Kopplung an die Getreidemarktordnung
- Mais und Weizen sind kaum direkt miteinander vergleichbar, da Weizen eine aufwändigere, längere Prozesskette aufweist.

Kumulierte Subventionen



- Die Beihilfen für die Landwirtschaft sind stets voll auf das genannte Endprodukt umgeschlagen ohne eine Verteilung von Anteilen auf Kuppelprodukte.
- Die Subventionierung der Kartoffelstärke durch Export- und Produktionserstattung findet bereits heute nicht mehr statt, nur noch der Stärkekartoffelanbau wird prämiert.

Die Produktionserstattungen dienen zur Aufrechterhaltung der Produktion in der EU

Produktionserstattungen

- In den Jahren 2002 bis 2005 wurden folgende Mengen an reiner Stärke unter Gewährung von Produktionserstattung verarbeitet.
- Hierfür hat das Hauptzollamt Hamburg-Jonas Produktionserstattungen in folgender Höhe ausgezahlt.

in Tonnen	2002	2003	2004	2005
Kartoffelstärke	49.951	58.474	58.784	133.236
Maisstärke	47.551	42.133	86.295	131.035
Weizenstärke	46.464	32.702	48.700	57.654
Gesamtmenge	143.966	133.309	193.779	321.925

in Euro	2002	2003	2004	2005
Kartoffelstärke	238.420	748.882	848.005	2.137.878
Maisstärke	303.464	248.075	1.219.290	1.129.715
Weizenstärke	142.249	284.160	637.758	704.958
Gesamtmenge	684.133	1.281.117	2.705.053	3.972.551

- Die Produktionserstattungen sind eingeführt worden, um die Produktion in der EU zu halten. Im Grunde genommen handelt es sich um Absatzbeihilfen.
- Der Anstieg im Jahr 2005 bei Kartoffelstärke kann durch das „carry over“ aus Überproduktionen in den Niederlanden aus dem Jahr 2004 erklärt werden.
- Die Subventionierung der Kartoffelstärke durch die Produktionserstattung findet bereits heute nicht mehr statt.

Ausfuhrerstattungen

- Auswirkungen von Unterschieden im Getreidepreis werden ausgeglichen, die sich durch den Wettbewerb im Vergleich zu Ausfuhrmärkten in Drittländern ergeben.
- Die Berechnung der Ausfuhrerstattungen erfolgt auf der Basis der fob EU/fob Weltmarktpreisdifferenz.
- Bei den für Ausfuhrerstattungen in Frage kommenden Produktkategorien handelt es sich um die landwirtschaftlichen Grunderzeugnisse in der in Anhang I enthaltenen Liste zu Artikel 32 Absatz 3 des Vertrags von Amsterdam und um die stärker verarbeiteten Nicht-Anhang-I-Erzeugnisse, die ursprünglich in der Verordnung 616/66 des Rates definiert wurden. (Anhang-I-Waren wurden bereits in den Römischen Verträgen festgelegt).
- Im Juli 2000 wurde das Spektrum der Erzeugnisse, für die Anspruch auf Ausfuhrerstattungen für Nicht-Anhang-I-Erzeugnisse besteht, verkleinert.
- Die Subventionierung der Kartoffelstärke durch Exporterstattung findet bereits heute nicht mehr statt, nur noch der Stärkekartoffelanbau wird prämiert.

2.1.3 Verfahren, Anwendungen, Markt und Wettbewerb Bio-Polymerwerkstoffe

2.1.3.1 Verfahren und Anwendungen Bio-Polymerwerkstoffe

2.1.3.2 Markt und Wettbewerb Bio-Polymerwerkstoffe

2.1.3.1 Verfahren und Anwendungen Bio-Polymerwerkstoffe

2.1.3.1.1 Verfahren und Anwendungen zur Stärkegewinnung und -modifikation

2.1.3.1.2 Verfahren und Anwendungen zur PLA Produktion

2.1.3.1.1 Verfahren und Anwendungen zur Stärkegewinnung und -modifikation

Polymerwerkstoffe auf der Basis von Stärke lassen sich bezüglich ihrer Eigenschaften durch unterschiedliche Stärkeanteile stark verändern

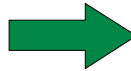
Unterschiedliche Formen der Polymerwerkstoffe aus Stärke

Chemisch modifizierte Polysaccharide

- Stärke
 - Stärkecompounds mit Stärkeanteilen (10 bis 20 %)
 - Stärkecompounds mit Stärkeanteilen (40 bis 60 %)
 - Stärkecompounds mit Stärkeanteilen (ca. 90 %) / TPS
 - geschäumte Stärke

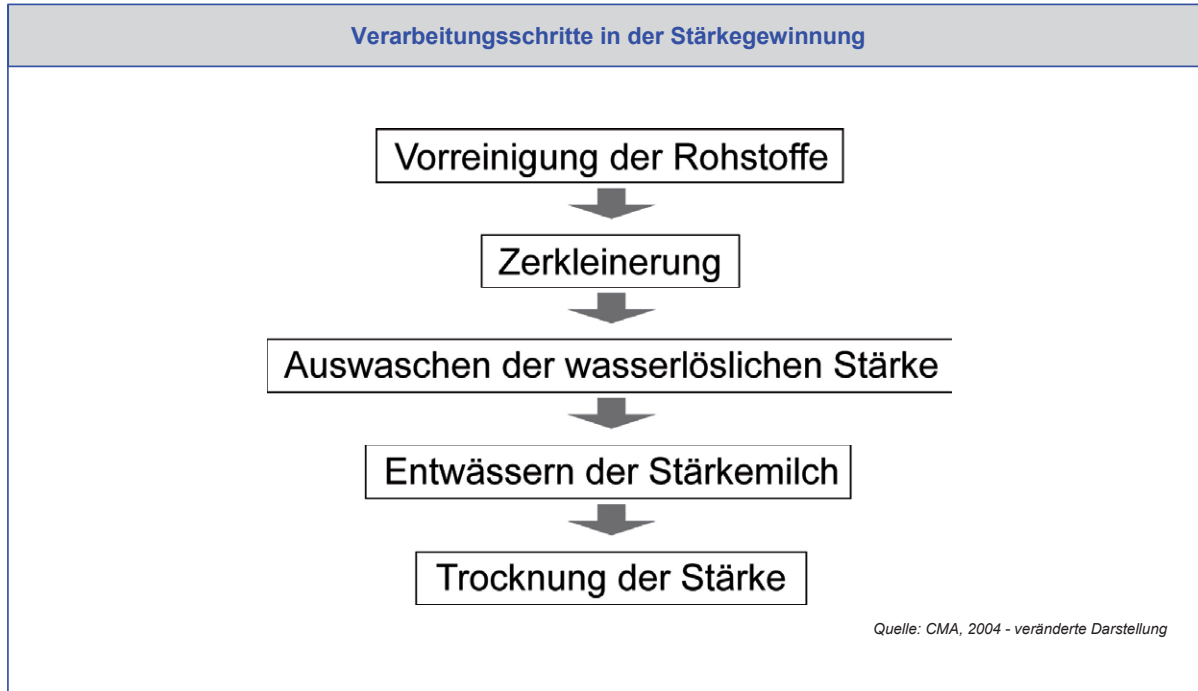


Quelle: Nöll, 2006

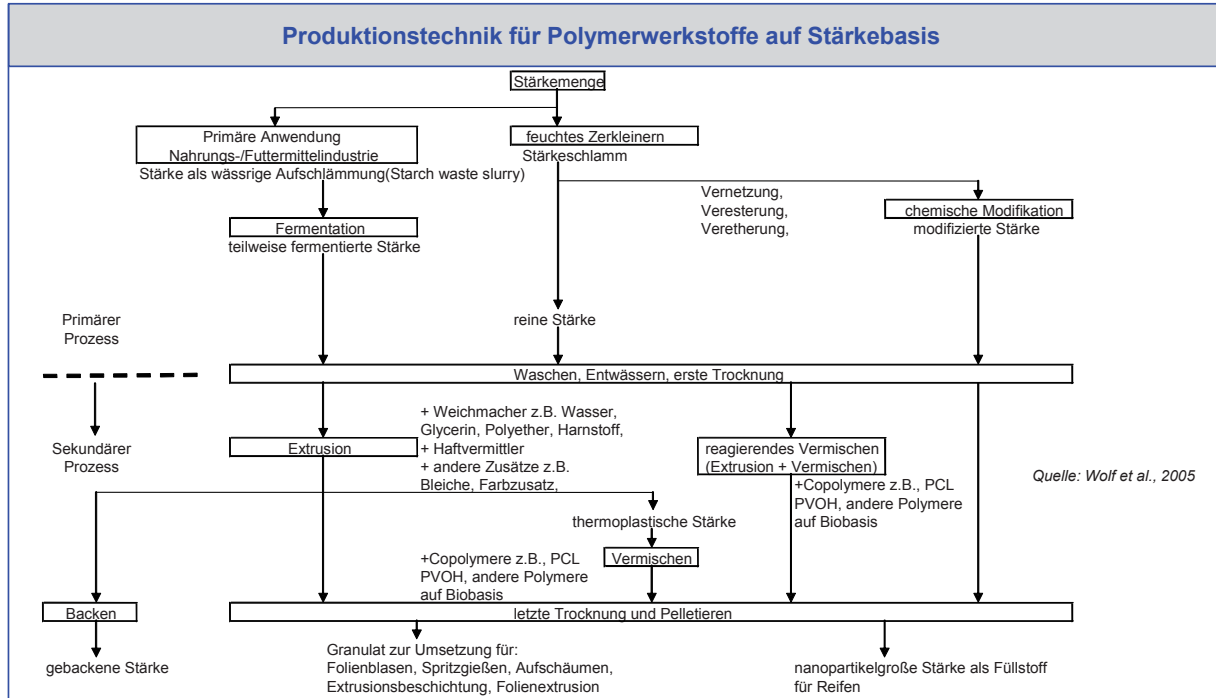


Quelle: Novamont, 2006

Zur Gewinnung von Stärke werden rein physikalische Verfahren angewandt. Prinzipiell erfolgt die Verarbeitung nach folgendem Schema



Es existieren vielfältige Möglichkeiten, Stärke zu unterschiedlichsten Polymerwerkstoffen zu verarbeiten



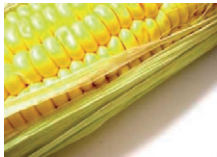
2.1.3.1.2 Verfahren und Anwendungen zur PLA Produktion

PLA als Werkstoff wird sich durchsetzen, sobald die Nachfrage durch steigenden Verbrauch im Verpackungsmarkt anzieht

Einordnung PLA und PGA

- Zu den Polymerwerkstoffen auf der Basis chemischer Synthese von Monomeren auf der Basis Nawaro gehören:
 - PGA (Polyglycolic acid) und
 - PLA (Polylactic acid).

Von der Maisstärke oder Weizenstärke zum Polymerwerkstoff für Verpackungen




Quelle: PlasticNews, 2005

Zukunft von PLA

- PLA als Werkstoff wird sich durchsetzen, sobald die Nachfrage durch steigenden Verbrauch im Verpackungsmarkt anzieht.
- Eine Dynamisierung des Verpackungsmarktes durch die Novelle der VVO ist eingetreten, was bereits von Verbrauchern durch vermehrte Präsenz von Lebensmittelverpackungen aus Polymeren auf der Basis von Nawaro beim täglichen Einkauf spürbar ist.
- Die Hydrolyse der Stärke zu Glucose erlaubt die Produktion des Rohstoffs für die Produktion von PLA.
- Zucker z.B. aus der Zuckerrübe kann als Einssatzstoff als Nährstoffquelle für PLA eingesetzt werden. Letztendlich ist es eine wirtschaftliche Frage, die maßgeblich vom „Zuckerregime der EU“ und der „Bioethanolfrage“ getrieben wird.
- Um Anwendungen auch außerhalb der Verpackungsindustrie zu realisieren, bedarf es weiterer Werkstoffoptimierungen. Um PLA z.B. in der Druckindustrie einzusetzen zu können, müssen Werkstoffeigenschaften verbessert werden, um die hohen Laufgeschwindigkeiten gewährleisten zu können.
- Optimierungsbedarf aus Werkstoffsicht: Thermische Eigenschaften verbessern, Haftvermittler entwickeln, um PLA mit Naturfasern verstärken zu können.
- Um PLA in der Automobilindustrie einzusetzen, macht z.B. Mazda zurzeit Untersuchungen zur Schlagzähmodifizierung.
- Toyota befindet sich mit diesem Werkstoff bereits in der Vorserie.


PLA lässt sich sowohl aus stärke- als auch aus zuckerhaltigen Rohstoffen produzieren; für 1 Tonne PLA werden 2,4 Tonnen Weizen benötigt

Glucose zur Herstellung von PLA




Quelle: GABI, 2004

⇨ aus stärkehaltigen Rohstoffen:
Mais, Weizen, Kartoffeln, Roggen etc.



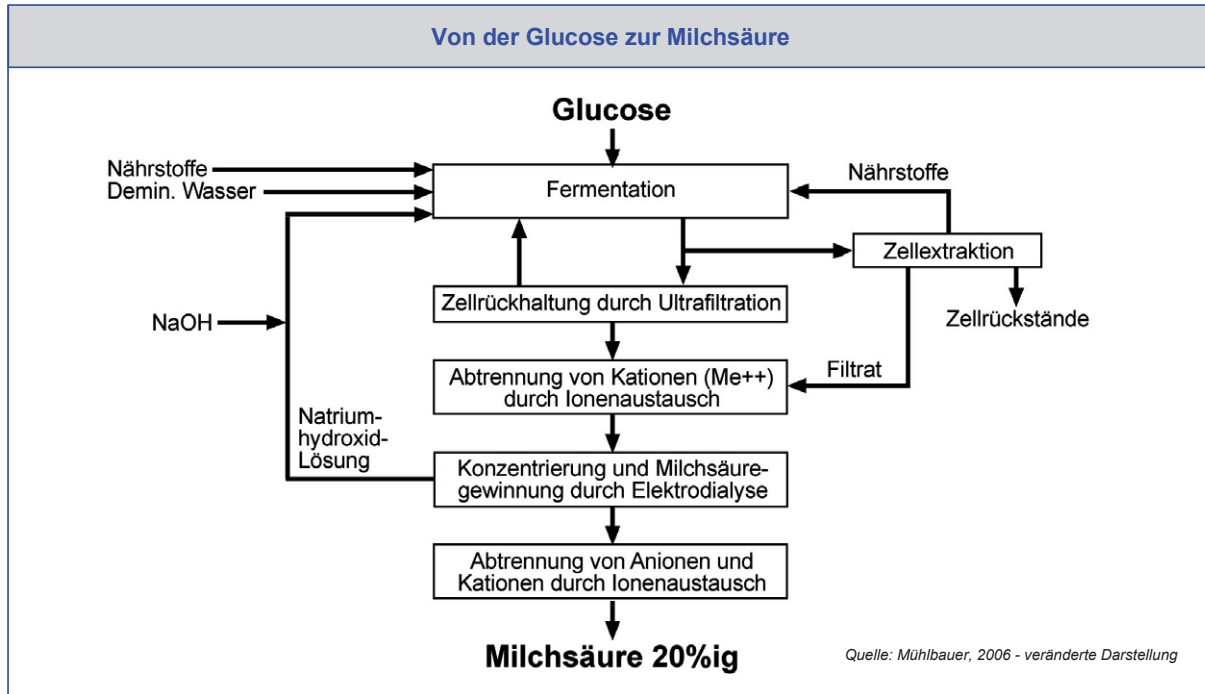
⇨ aus zuckerhaltigen Rohstoffen:
Zuckerrüben (Zuckerrohr)



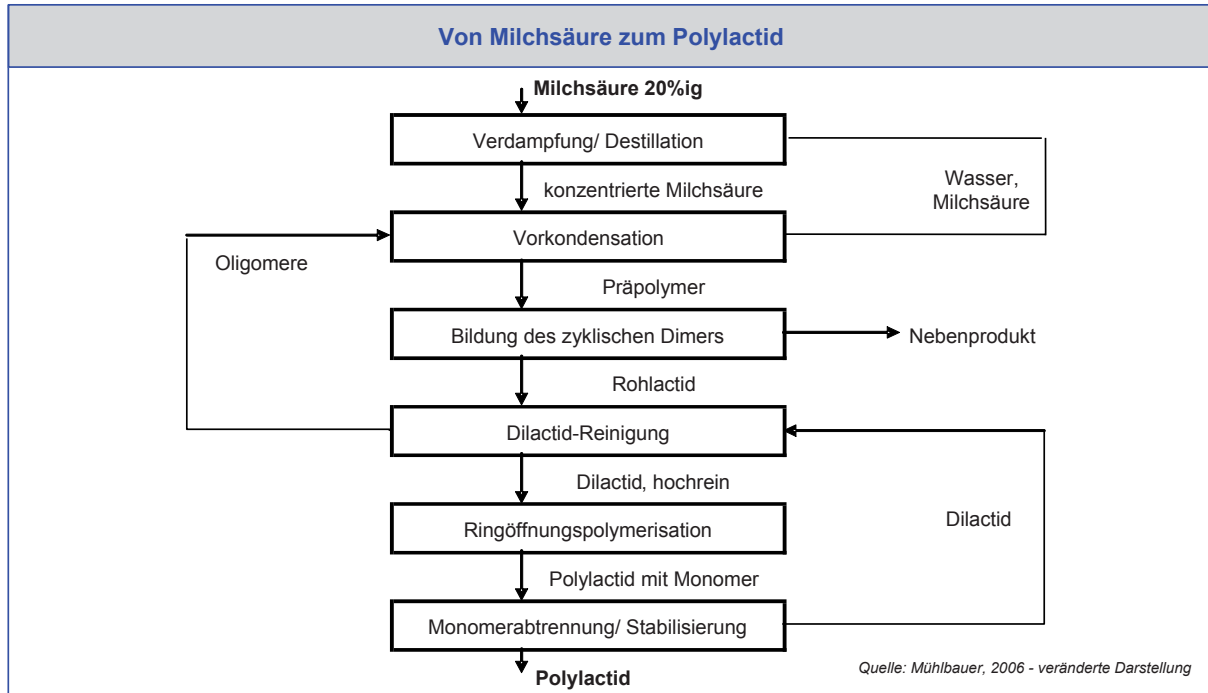
⇨ Beispiel Rohstoffverbrauch
2.400 kg Weizen (65 % Stärke) → 1.000 kg Polylactid

Quelle: Mühlbauer, 2006 - veränderte Darstellung

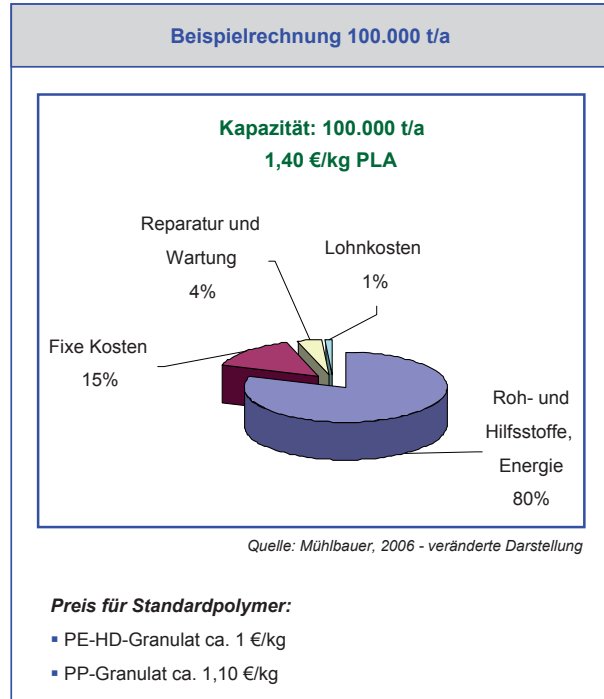
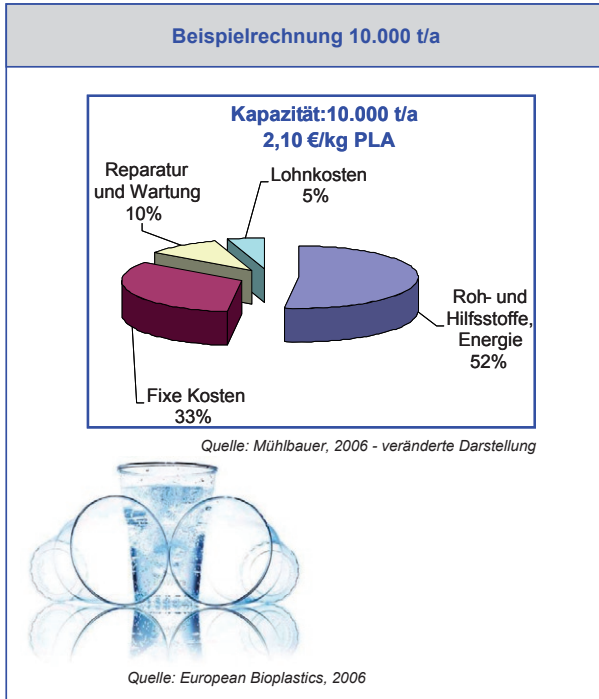
Die Produktion von PLA läuft in zwei Hauptprozessen ab; Schritt 1 erstreckt sich von der Glucose zur Milchsäure



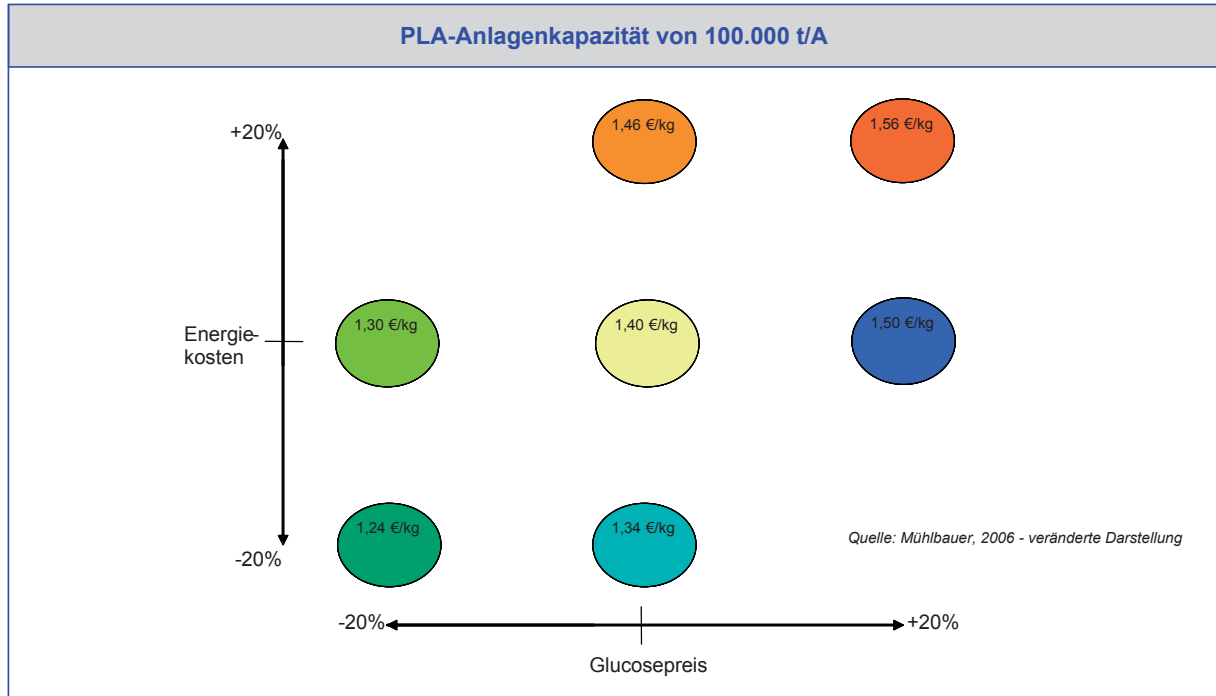
Die Produktion von PLA läuft in zwei Hauptprozessen ab; Schritt 2 erstreckt sich von der Milchsäure zum Polylactid



Beispielrechnung von PLA mit dem Rohstoff Glucose zeigt bei einer Produktion von 100.000 t/a Wettbewerbsfähigkeit zu Standardpolymeren



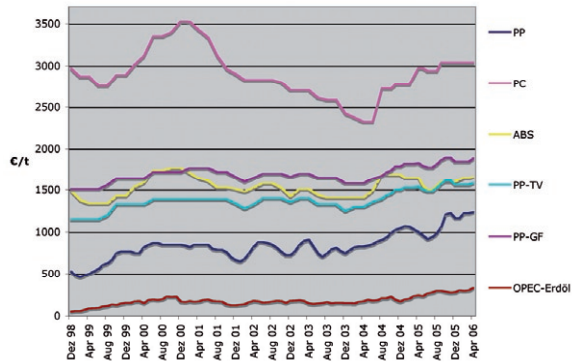
Beispielrechnung: Die Produktionskosten von PLA sind insbesondere getrieben vom Glucosepreis und den Energiekosten



2.1.3.2 Markt und Wettbewerb Bio-Polymere

Kunststoffpreise sind analog stofflicher und energetischer Erdölanteile gestiegen; höherwertige Kunststoffe am geringsten

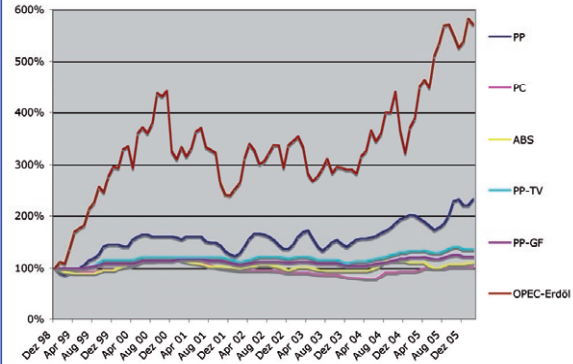
Absolute Preisentwicklung für Erdöl und Polymere



Quelle: Kunststoff Information, 2006 - eigene Darstellung

- Der Kostenanteil von Erdöl als stofflicher und energetischer Input variiert und ist bei teureren Kunststoffen tendenziell geringer als bei billigen Massenkunststoffen wie Polypropylen.
- Die Polycarbonatpreise erholten sich nach einer langen Phase des Preisverfalls. Ursache des Preisverfalls war ein aufgrund Überangebot niedriger Benzolpreis - der jedoch infolge von Verknappung im Jahr 2004 kräftig stieg. Der Anteil erdölunabhängiger Prozesskosten ist in der PC-Produktion hoch.

Relative Preisentwicklung für Erdöl und Polymere

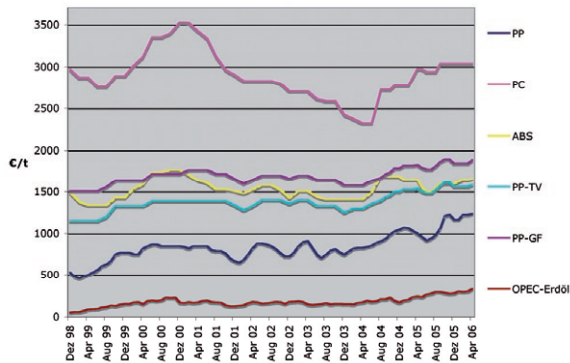


Quelle: Kunststoff Information, 2006 - eigene Darstellung

- Die prozentualen Preissteigerungen sind umso geringer, je höherwertiger der Kunststoff ist.
- Nicht nur Erdölkostenanteile, sondern auch die Verfügbarkeit (Mangel/Überschuss) von Vorprodukten prägte in den vergangenen Jahren die Kunststoffpreisentwicklungen.

Die früher nur im Preis vorhandenen Kopplungstendenzen von Erdöl und Polypropylen werden in Zukunft auch in Prozessen Wirklichkeit werden

Absolute Preisentwicklung für Erdöl und Polymere



Quelle: Kunststoff Information, 2006 - eigene Darstellung

- Der Prozessweg von Erdöl zu Polypropylen ist kurz, der PP-Preis wird sehr stark vom Erdölpreis beeinflusst. PP wird zumeist vollständig aus Erdöl hergestellt, nur ca. 10% der Weltproduktion basieren auf einer alternativen Prozesskette mit Erdgas als materiellem Input.
- Sehr preistreibend wirkte ab Herbst 2004 auch eine Verknappung der Propylen-Produktion, weil mehrere Cracker (Aufspaltung von Naphta in Propylen, Ethylen, Butadien etc.) zeitweise ausfielen.

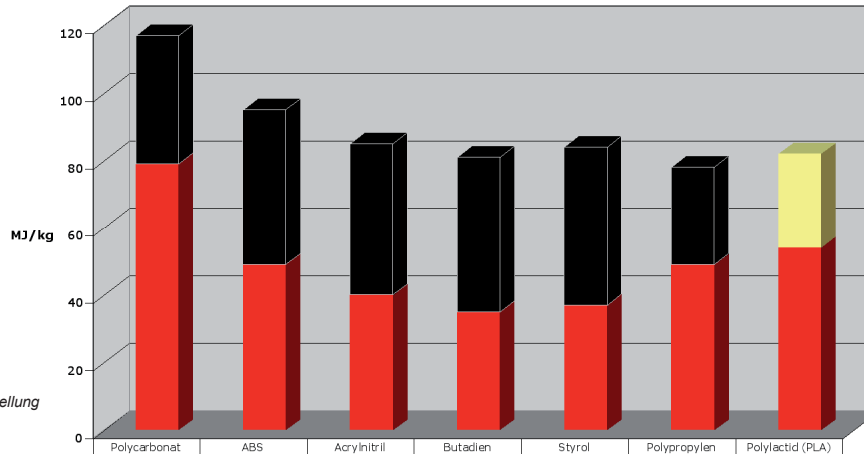
Kopplung oder Nichtkopplung von Erdöl und PP

- Bei der Entwicklung und beim Fortschreiben der Zahlen ist zu berücksichtigen, dass im Mittleren Osten Kapazitäten ausgebaut werden. Weiterhin macht der Aufbau von Cracker-Kapazitäten im Mittleren Osten die Entwicklung der Polyolefin-Preise schwer kalkulierbar.
- In der Vergangenheit waren Ethylen und Propylen als Ausgangsstoff für die Polyolefine Nebenprodukte der Kraftstoffherstellung ohne echte Produktionskosten. Marktpreise für Polyolefine waren wenig von den Rohstoff- und Produktionspreisen abhängig.
- Heute können die Crack-Produkte in bestimmten Grenzen eingestellt und somit auch gezielt mehr oder weniger Ethylen und Propylen produziert werden, wodurch der Nebenproduktcharakter verloren geht.
- Die weitere Entwicklung des PP-Preises hängt von vielen Faktoren ab: Große Kapazitäten werden in der Golfregion und China aufgebaut - gleichzeitig steigt aber auch die Nachfrage aus China und Indien stark an. Bei einem Teil der Kapazitäten wird die PP-Produktion auf Basis von Erdgas erfolgen.
- Die PP-Preissteigerungen im letzten Jahr waren sicherlich in der Größenordnung nicht notwendig, aber am Markt durchsetzbar. Die PP-Produzenten haben sehr gute Gewinne gemacht, die Abnehmer/Zwischenproduzenten gerieten aber in erheblichen Preisdruck.
- Auf der anderen Seite sollte man nicht vergessen, dass der PP-Preis grundsätzlich - über stofflichen und energetischen Input - sehr stark vom Erdölpreis abhängt.

PP weist im Vergleich zu anderen petrochemischen Standardpolymeren die geringste Umweltwirkung auf

Kumulierter Energieaufwand bei der Herstellung (KEA_H)

Eingesetzte Rohstoffe und kumulierter Energieaufwand bei der Herstellung (KEA_H)



Quelle:
IFEU 2005, Pless 2001,
nova 2006 - eigene Darstellung

	Polycarbonat	ABS	Acrylnitril	Butadien	Styrol	Polypropylen	Polyactid (PLA)
■ Eingesezter Rohstoff Maisstärke							28
■ Eingesezter Rohstoff Erdöl	38	46	45	46	47	29	
■ Eingesezte Energie	79	49	40	35	37	49	54

- Ein weiterer Vergleich zeigt, dass die teureren Kunststoffe wie PC und ABS zwar einen höheren Input fossiler Rohstoffe und Energie erfordern. Der Unterschied ist jedoch weitaus geringer als der Preisunterschied (PC ca. 3 €/kg, ABS ca. 1,6 €/kg, PP ca. 1,25 €/kg).
- Dies begründet, warum der absolute (€/t) Einfluss des Ölpreises auf die verschiedenen Kunststoffe recht ähnlich ist.

Der Markt für Bio-Polymere ist sehr attraktiv und bietet ein Absatzpotenzial für heimische Weizenstärke von >100 Mio. €

Marktüberblick Bio-Polymere

Marktsegmente und Charakteristik:

- Vier attraktive Marktsegmente für Stärke basierte Bio-Polymere
 - Verpackungen in der Lebensmittelindustrie
 - Mulchfolien und Pflanztöpfe im Garten-/Landschaftsbau
 - Dauerhafte Produkte in der Konsumgüterindustrie
 - Interieur Anwendungen in der Automobilindustrie (Detailinformationen unter Kapitel NFK/WPC)
- Marktpotenzial 2010 >180.000 t Bio-Polymere bzw. >250 Mio. € mit Wachstumsraten >15%
- Absatz und Einkommenspotenzial für die deutsche Land- und Forstwirtschaft für 2010 ca. 340.000 t Stärke bzw. 100 Mio. €
- Durch steigende Erdöl-/Kunststoffpreise zunehmendes Interesse an Bio-Polymeren, die durch Scaling-Up und Werkstoffverbesserungen kontinuierlich preiswerter werden und vielfältiger einsetzbar sind.
- Verordnungen (z.B. VVO, Altauto-Richtlinie, Bioabfall-VO) mit sehr hohen Einfluss auf Marktentwicklung

Kalkulationsgrundlagen:

- Preisabschätzungen auf Basis Granulat-, nicht Endproduktpreis
- Annahmen: Durchschnittlicher Bio-Polymer-Preis heute: 3 €/kg, 2010/2020: 1,50 €/kg
- Durchschnittspreis konventioneller Kunststoff: 1,2 €/kg
- 1 kg PLA entspricht Einsatz von ca. 2 kg Stärke
- 2005: 1 kg Polymer entspricht Einsatz von 1,5 kg Stärke
- 2010/2020: 1 kg Polymer entspricht Einsatz von 1,8 kg Stärke.
- Stärkepreis 300 €/t (Alle Angaben auf Basis Preisstand 2005)

Industriestrukturen und Wettbewerb

- Struktur der Kunststoffindustrie in Deutschland 2005
 - Kunststoffherzeuger (50 Unternehmen in Deutschland, Umsatz 21,0 Mrd. €)
 - Kunststoffverarbeiter (2.800 Unternehmen in Deutschland, Umsatz 44,8 Mrd. €)
 - Maschinenbau (800 Unternehmen in Deutschland, Umsatz 7,8 Mrd. €)
 - Automobilindustrie (7 Hersteller mit Oligopol-artigen Strukturen und ca. 20-30 mittelständische bis große Automobilzulieferer in Deutschland, die zurzeit kaum Bio-Polymere einsetzen)
- Kunststoff-Granulat-Hersteller sind i.d.R. Großchemie mit einer Nähe zur petrochemischen Industrie.
- Von den 50 Kunststoffherzeugern in Deutschland sind nur ca. 10 Unternehmen von kleiner bis mittlerer Größe mit der Erzeugung von Bio-Polymeren beschäftigt (d.h. geringe Marktmacht)
- Zunehmender Preisdruck, da Granulat-Preiserhöhungen der Lieferanten oft nicht vollständig an die Abnehmer weitergegeben werden können.
- Abnehmer haben häufig eine starke Position (z.B. Handelsketten, Automobilzulieferer etc.)
- Kosten für Produkte sind extrem transparent, hohe Preissensibilität und insgesamt relativ geringen Profitmargen

Biologisch abbaubare Polymerwerkstoffe aus Nawaro sind insbesondere im Verpackungsbereich hoch attraktiv

Marktsegment Verpackungen in der Lebensmittelindustrie

- Der deutsche Markt für Verpackungsmaterialien erzielt einen Umsatz von ca. 23 Mrd. € und wächst (in den letzten 5 Jahren) mit jährlich 5%. Das größte Segment stellen Kunststoffverpackungen dar, die Glas und Metall zunehmend verdrängen. Seit dem Anstieg der hohen Kunststoffpreise kann allerdings Cellulose (Pappe) ihren Marktanteil wieder vergrößern.
- Aktuell gehen etwa 3 Mio. t Kunststoffe in den deutschen Verpackungsmarkt, der damit das mengenstärkste Kunststoffsegment überhaupt ist (ca. 33%). Etwa 1,8 Mio. t sind kurzlebige Verpackungen – besonders gut geeignet für biologisch abbaubare Kunststoffe.
- Biologisch abbaubare Kunststoffe haben sich bereits in Nischenmärkten etablieren können, Experten schätzen die aktuelle Menge auf 15.000 t/a, von denen etwa 90% Bio-Polymerwerkstoffe sind. Noch sind die meisten dieser Bio-Polymere Stärke-Polymere (ca. 70%), gefolgt von PLA mit den größten Zuwachsraten.
- Die Kunststoffverpackungsindustrie ist charakterisiert durch wenige Rohstoffanbieter und 1.200 kleine und mittelständische Verpackungshersteller mit 66.000 Mitarbeitern.
- In der Kostenstruktur dominieren die Rohstoffkosten mit 30-70%, gefolgt von den Energiekosten. Die Exportquote ist hoch und liegt bei ca. 40%.
- Produktion von Verpackungen: Hohe Investitionskosten, Umsatz pro MA: ca. 200 T€; große, teure Anlagen und Maschinen -> Neue Werkstoffe oder Halbzeuge müssen daher auf den vorhandenen Verarbeitungsmaschinen einsetzbar sein.
- Lieferanten sind Kunststoff-Granulat-Hersteller, i.d.R. Großchemie (max. 50 Unternehmen in D) mit einer Nähe zur petrochemischen Industrie. Die Verpackungsmaterialherstellung selbst ist ein einstufiger Prozess mit geringen Margen. Zunehmender Preisdruck, da Granulat-Preiserhöhungen der Lieferanten oft nicht vollständig an Endkunden weitergegeben werden können.
- Abnehmer von Verpackungen haben eine starke Position, Kosten für Verpackungen sind transparent. Abnehmer sind oft Handelsketten; es wird auf der Basis kleiner Margen verhandelt. Der Endverbraucher ist sehr preissensibel; der Konkurrenzkampf der großen Ketten stark.
- Es ist zu erwarten (und auch bereits spürbar), dass der Handel bei Bedarf (Kundennachfrage, Regularien) und Verfügbarkeit (Menge, techn. Eigenschaften) keine Ressentiments gegen Nawaro hat und bei Zusatznutzen und ähnlichem Preis interessiert ist. Markenartikler erwarten 100%ige Korrektheit (Image).
- Der Endverbraucher ist interessiert und aufgeschlossen, mehrheitlich positiv, allerdings besteht eine gewisse Diskrepanz zwischen Bewusstsein und Kaufverhalten.

Kleinste Marktsegment, in dem Bio-Polymere auch durch biologische Abbaubarkeit hervorstechen und dadurch zusätzlich Kosten sparen

Marktsegment Mulchfolien und Pflanztöpfe im Garten- und Landschaftsbau

- Im Landschafts- und Gartenbau bietet sich der Einsatz von abbaubaren Bio-Polymerwerkstoffe geradezu an. Produkte in relevanter Größenordnung sind noch nicht oder erst seit kurzem kommerziell am Markt.
- Abbaubare Mulchfolien verschiedener Hersteller, mit guten Eigenschaften, sind am Markt verfügbar. (Straeter 2006)
- 2006 sind zwei Biokunststofftöpfe in der Markteinführungsphase und mindestens zwei weitere Prototypen befinden sich im letzten Abschnitt der Entwicklungsphase. (Strater 2006)
- Bindegarne und Clipse aus Polymerwerkstoffen müssen in ihren technischen Eigenschaften noch verbessert werden, bevor eine Markteinführung sinnvoll ist.
- Biologische Abbaubarkeit ist ein wichtiger Zusatznutzen, der Arbeitsvorgänge in der Entsorgung vereinfacht und dadurch Zeit und Kosten einspart.
- Zusatznutzen im Detail: Einsparung von Arbeitsgängen, Brechen von Arbeitsspitzen, Reduzierung von Personalkosten, Vermeidung von Abfällen, Einsparung von Entsorgungskosten, Aufbau/Ausweitung eines Umweltschutzesimages (Straeter 2006).
- Marktstruktur: Vielzahl kleiner und mittelständischer Unternehmen produzieren Produkte für den Garten- und Landschaftsbau.
- Lieferanten sind Kunststoff-Granulat-Hersteller sind i.d.R. Großchemie (max. 50 Unternehmen in D) mit einer Nähe zur petrochemischen Industrie. Die Herstellung der Töpfe und Folien selbst ist ein einstufiger Prozess mit geringen Margen. Zunehmender Preisdruck, da Granulat-Preiserhöhungen der Lieferanten oft nicht vollständig an Endkunden weitergegeben werden können.
- Abnehmer sind Garten- und landwirtschaftliche Betriebe (große Anzahl kleiner und mittlerer Abnehmer), Bau- und Gartenmärkte (wenige Handelsketten) und Fachmärkte. Abnehmer sind „Werkstoffen vom Acker“ positiv gegenüber aufgeschlossen.
- Neue Produzenten: Die Markt- und Kundenstruktur erlaubt es, dass sich auch neue Produzenten von Bio-Polymer-Produkten am Markt platzieren können. Aber auch jetzige Produzenten sind zum Teil klein und flexibel genug, um neue Werkstoffe in ihre Produktion aufzunehmen.

Zweitgrößtes, sehr „junges“ Bio-Polymer Marktsegment mit langfristig den höchsten Wachstumsraten stellt die Konsumgüterindustrie dar

Marktsegment dauerhafte Produkte in der Konsumgüterindustrie

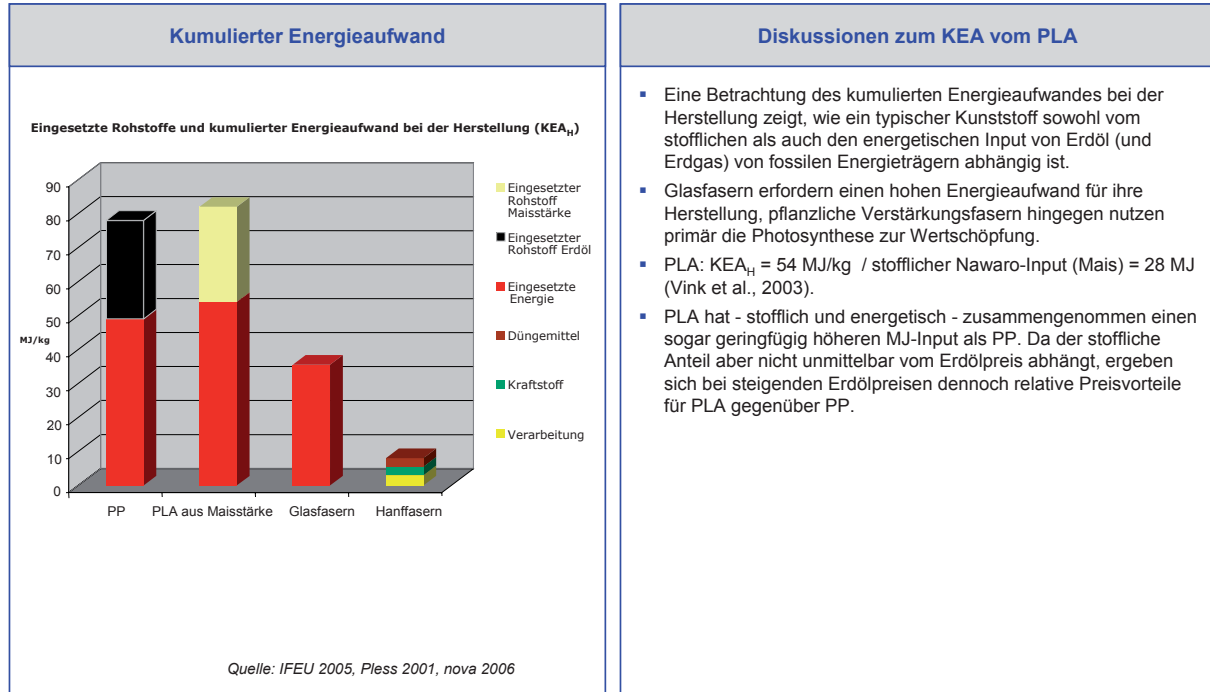
- Mengen- und umsatzstarker sowie inhomogener Markt, über dessen Struktur kaum übergreifende Aussagen möglich sind.
- Über 2.000 Kunststoffverarbeiter in Deutschland, die Konsumgüter produzieren.
- Welche Kunststoffgranulate die Verarbeiter einsetzen, hängt primär von technischen Eigenschaften, Verfügbarkeit und vom Preis ab. Biologische Abbaubarkeit ist hier nicht gewünscht (oder eine langsame nach der langen Nutzungsphase). Aktuell werden nur irrelevante Mengen an Bio-Polymerwerkstoffe, NFK und WPC im Konsumgütermarkt eingesetzt (z.B. einige Büroartikel). Ursache hierfür sind vor allem zu hohe Preise, unsichere Eigenschaften und Verfügbarkeiten (noch nicht im Angebot der großen Compoundeure), aber auch Informationsdefizite, da die neuen Nawaro-Werkstoffe bisher fast nur in der Automobilproduktion eingesetzt wurden. Allerdings ändert sich diese Wahrnehmung gerade.
- Können Bio-Polymerwerkstoffe, NFK und WPC entsprechende Eigenschaften bieten, so stehen ihnen potenziell große Teile des Konsumgütermarktes offen. Durch Skaleneffekte, verbesserte Werkstoffeigenschaften und weiter steigenden Preisen bei Erdöl-basierten Produkten wird die Wettbewerbsposition von Bio-Polymerwerkstoffen zunehmend besser.
- Auch höherwertige, technische Kunststoffe wie PC, ABS oder PC-ABS können in bestimmten Anwendungen von NFK und WPC (zukünftig auch mit Bio-Polymer-Matrix) substituiert werden, wenn z.B. geringere Schwindung/höhere Temperaturbeständigkeit von Bedeutung sind.
- Insbesondere die Funktionalität und Haltbarkeit der Produkte sollte bei den neuen Werkstoffen vergleichbar sein. Dies ist nicht leicht zu erreichen, da die petrochemischen Kunststoffen einen Entwicklungsvorsprung von einigen Jahrzehnten besitzen. Hier sind noch etlichen Entwicklungen und Optimierungen auf Seiten der Bio-Polymerwerkstoffe erforderlich, um in diesen Sektor vorzustoßen. Die Anforderungen sind höher als im Verpackungsbereich.
- Lieferanten sind auch hier die Kunststoff-Granulat-Hersteller, i.d.R. Großchemie (max. 50 Unternehmen in D) mit einer Nähe zur petrochemischen Industrie. Die Herstellung der Konsumgütern aus Kunststoff selbst ist ein ein- oder zweistufiger Prozess mit geringen Margen. Zunehmender Preisdruck, da Granulat-Preiserhöhungen der Lieferanten oft nicht vollständig an Endkunden weitergegeben werden können.
- Die Kunden sind die Endkunden (Konsumenten) von Elektrik/Elektronik-Produkten, Computern, Spielzeug, Einrichtungsgegenständen (Küche, Bad, Wohnen, Camping), sowie Gegenständen des täglichen Gebrauchs. Die Endkunden kennen Bio-Polymere i.d.R. nur als abbaubare Verpackungen. Aufgrund der vielen Hersteller und hohen Anzahl von Produkten, ist es strukturell einfach, mit den Bio-Polymerwerkstoffen zu „spielen“ und sie in den nächsten Jahren in weiteren Konsumgüter-Produktlinien zu platzieren.
- Eine wichtige Voraussetzung für eine schnelle Marktdurchdringung ist die Berechenbarkeit/Simulation der Eigenschaften der Produkte aus Bio-Polymerwerkstoffen. Hierzu sind noch F&E-Arbeiten notwendig.

Kleinste Marktsegment mit hohen Wachstumsraten, wobei zukünftige Anwendungen die Einbindung von Naturfasern erfordern

Marktsegment Interieur Automobil PKW

- Der Ausbau dieses Marktsegments setzt die Einbindung von Naturfasern voraus, daher erfolgt die Segmentdarstellung auch im Kontext NFK
- Die Automobilindustrie ist ein typisches Beispiel für das Phänomen des sog. Supply-Chain-Pressure (= Anpassungsdruck auf die Angebotskette). Alle den Automobilherstellern (OEM's) vorgelagerten Stufen werden zu „Durchreichern“ der Vorgaben an die ihnen jeweils vorgelagerte Stufe. Die einzelnen kleinen Anbieter müssen sich gemäß ihrer individuellen Kostenfunktion ihre Mengen und Technologien gewinnoptimal den vorgegebenen Preisen, Nachfragemengen und Qualitäten anpassen. Das gilt ganz besonders auch für neue Nawaro-Werkstoffe. (Karus et al. 2004)
- Insgesamt ist die Automobilindustrie ein Vorreiter bei der Verwendung neuer Werkstoffe und Verfahren. So werden in der deutschen Automobilindustrie mehr NFK eingesetzt als in jeder anderen Branche. Im Bereich der Bio-Polymerwerkstoffe ist dies noch nicht so, da diese bisher einfach noch zu teuer waren. In Folge der Erdölpreise und der Skaleneffekte bei der Bio-Polymer-Produktion nähern sich die Preisniveaus an. Aktuell reges Interesse der Automobilindustrie an Bio-Polymerwerkstoffen wegen höherer Unabhängigkeit vom Erdölpreis.
- Entwicklungsarbeiten und auch die Produktion verlagern sich zunehmend auf die Zulieferer, von den OEM kommen meist nur noch „Impulse“. Dies gilt auch für die NFK-Werkstoffe, die in den 90er Jahren noch von den OEM's promoted wurden, nun haben eher die Tier-One die Rolle übernommen. Bis 2010 wird erwartet, dass 53% der Innenraumkomponenten von den Zulieferern entwickelt werden (2005: 26%).
- Andererseits können kleine Hersteller mit intelligenten, innovativen Lösungen im Sinne einer Emanzipationsstrategie auch zum Impulsgeber von unten nach oben werden, sofern sie mit ihren Produkten die aktuellen Anforderungsprofile der OEM's erfüllen.
- Gerade für Innenverkleidungsteile in der Mittel- und Oberklasse haben sich NFK als wichtiger Werkstoff etablieren können (Oberklasse: ca. 90% der entsprechenden Innenteile sind mit NF verstärkt, Mittelklasse 60% NF, unteres Marktsegment 30% mit Holzfasern (Gassan 2004)). Verfahrenstechnisch dominiert das NF-Formpressen mit über 95% Marktanteil.
- Grund für den Einsatz von NFK-Bauteilen sind Funktionalität und Preiskonstanz.
- Im Jahr 2005 wurden in der deutschen Automobilproduktion weniger als 10 t Bio-Polymere eingesetzt, wobei die Tendenz steigend ist, allerdings zumeist unter Verwendung von Naturfasern. Weiterhin wurden ca. 30.000 t Naturfaserverstärkte Kunststoffe (ohne Cotton und Holz) eingesetzt, entsprechend 19.000 t Naturfasern (Karus et al., 2006).

Beim kumulierten Energieaufwand sind PP und PLA vergleichbar, bei den eingesetzten Stoffen kann bei PLA auf Nawaro zurückgegriffen werden



Einsatz von Bio-Polymeren in vier z.T. sehr jungen Segmenten mit hohem Marktpotenzial (> 1,5 Mrd. €) und sehr attraktiven Wachstumsraten

Segmente / Deskriptoren	Verpackungen / Lebensmittelindustrie	Mulchfolien & Pflanztöpfe / Garten- & Landschaftsbau	Dauerhafte Produkte / Konsumgüterindustrie	Interieur / Automobilindustrie
Gesamtmarktgröße 2005 in t	<ul style="list-style-type: none"> 3,5 Mio. t Kunststoffverpackungen Davon 1,8 Mio. t kurzlebige Produkte 	<ul style="list-style-type: none"> 230.000 t Gesamtmarkt Landwirtschaft (Kunststoffe) Davon ca. 30.000 t bes. geeignet für Substitution „bgfS“) 	<ul style="list-style-type: none"> 1,8-2,7 Mio. t Kunststoffe Konsumgüter 	<ul style="list-style-type: none"> 800.000 t Gesamtmenge Kunststoffe in Fahrzeugen ca. 400.000 t Kunststoffe im Automobil-Interieur*
Bio-Polymere Marktgröße in t	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 15.000 t 2010: 110.000 t (5% der kurzlebigen Verpackungen) 2020: 520.000 t (20% der kurzlebigen Verpackungen) 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 100 t (mehrere Produkte in Markteinführung) 2010: 3.500 t (10% von bgfS) 2020: 13.000 t (30% von bgfS) 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 100 t 2010: 24.000 t (ca. 1% des Gesamtmarktes) 2020: 290.000 t (ca. 10% des Gesamtmarktes) 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 10 t 2010: 48.000 t (ca. 10% der Kunststoffe Auto Int.) 2020: 230.000 t (ca. 40% der Kunststoffe Auto Int.)
Bio-Polymere Marktgröße in €	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 45 Mio. € 2010: 165 Mio. € 2020: 780 Mio. € 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 300.000 € 2010: 5 Mio. € 2020: 20 Mio. € 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 300.000 € 2010: 35 Mio. € 2020: 440 Mio. € 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 30.000 € 2010: 72 Mio. € 2020: 350 Mio. €
Bio-Polymer-Marktwachstum in % p.a.	<ul style="list-style-type: none"> 2005-2010: > 30% 2010-2020: ca. 16% 	<ul style="list-style-type: none"> 2005-2010: > 70% 2010-2020: ca. 15% 	<ul style="list-style-type: none"> 2005-2010: > 160% 2010-2020: ca. 29% 	<ul style="list-style-type: none"> 2005-2010: > 380% 2010-2020: ca. 17%
Absatz- u. Einkommenspotenzial für dt. Land-/Forstwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> 2005: 23.000 t 2010: 200.000 t 2020: 940.000 t Weizenstärke 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 200 t 2010: 6.500 t 2020: 25.000 t Weizenstärke 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 200 t 2010: 45.000 t 2020: 520.000 t Weizenstärke 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 20 t 2010: 86.000 t 2020: 415.000 t Weizenstärke

Bei den Preisabschätzungen wurde stets der Granulatpreis angesetzt, nicht der Endproduktpreis!

Annahmen: Durchschnittlicher Bio-Polymer-Preis 2005: 3 €/kg, 2010/2020 1,50 €/kg

* Grobe Schätzung: Kunststoff Interieur ca. 50% von Volumen Kunststoff Fahrzeuge

2.2 Markt- und Wettbewerbssituation holz- und faserverstärkte Kunststoffe

2.2.1 Übersicht holz- und naturfaserverstärkte Kunststoffe

2.2.2 Rohstoffe

2.2.3 Verfahren, Anwendungen, Markt und Wettbewerb

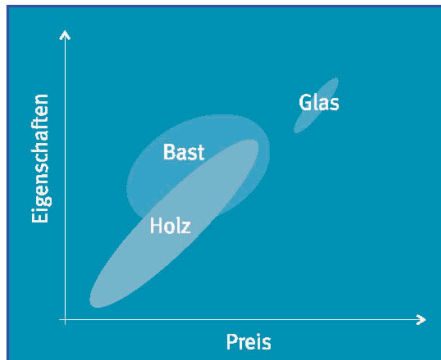
2.2.1 Übersicht holz- und naturfaserverstärkte Kunststoffe

Holz- und naturfaserverstärkte Kunststoffe: Werkstoffe aus Holz/Naturfasern und Polymerwerkstoffen

Bestandteile	Definition, Innovation & Vision
<div data-bbox="245 286 719 689"> </div> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Naturfasern (Anteil 20 - 90%): Spektrum der pflanzlichen Naturfaser ist riesig; bei den heimischen Pflanzenfasern kommen vor allem Holz, Hanf und Flachs in Frage. ▪ Kunststoff (Anteil 10 - 80%): <i>Duroplaste</i> wie Epoxid-, Polyester- oder Polyurethanharz / <i>Thermoplaste</i> wie Polyethylen, Polypropylen, PVC oder auch Polymerwerkstoffe aus Nawaro. ▪ Additive (Anteil 1 - 10%): Diverse z.B. Haftvermittler, Flammenschutzmittel etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definition: <i>Verbundwerkstoffe</i> bestehen aus zwei miteinander mechanisch fest verbundenen Einzelwerkstoffen (oder Phasen), wobei die Verwendung jeder einzelnen Phase auch als selbständiger Werkstoff denkbar sein muss.), von denen mindestens einer eine geometrisch bestimmte Form besitzt. In den Verbundwerkstoffen sind die Eigenschaften ihrer Bestandteile so kombiniert, dass sich eine gegenüber den Einzelwerkstoffen verbesserte Zweckeignung ergibt (Traebers, 1966). Unter <i>Naturfaserverstärkten Kunststoffen (NFK)</i> werden Werkstoffe verstanden, die aus einem Kunststoff bestehen, der seine Stabilität und Festigkeit durch eingearbeitete Naturfasern erhält (Karus et al., 2006b). ▪ Innovation: der Einsatz von Naturfasern zur Verstärkung von Polymeren ist sowohl aus technischen, ökonomischen und ökologischen als auch aus Aspekten der Stärkung des ländlichen Raumes eine interessante und innovative Alternative zu weniger umweltverträglichen Werkstoffen. ▪ Vision: Der Einsatz von Naturfasern in Kombination mit Polymerwerkstoffen aus Nawaro besitzt vor dem Hintergrund immer wichtiger werdender Werkstoffalternativen ein großes Potenzial und hat im Bereich der Konsumgüter zu ersten Anwendungen geführt, die zukünftig eine noch breitere Marktakzeptanz finden werden (Müssig, 2006). Als Beispiel sei hier die Kombination aus PLA und Naturfasern genannt.

Naturfasern verfügen über ein breites Einsatzspektrum mit Werkstoffeigenschaften, die an die von Glasfasern heranreichen.

Eigenschaften von Fasern im Vergleich



Quelle: Karus et al., 2006

Natur- und Glasfasern im Vergleich

- Verstärkungsfasern werden seit langem eingesetzt, um die Eigenschaften von Kunststoffen zu verbessern. Im Vergleich zu Glasfasern zeichnen sich die Naturfasern insbesondere durch den niedrigeren Preis und die geringere Dichte aus. Die spezifischen Eigenschaften reichen bis an die von Glasfasern heran, können aber nicht immer ganz deren Niveau erreichen.
- Innerhalb der Naturfasern wird zwischen Holz und Bastfasern unterschieden. Holzmehl und -fasern stammen in der Regel aus Holznebenprodukten, wie z.B. Hobelspänen. Diese Nebenprodukte haben zunächst nur geringe Eigenschaften, sind dafür aber extrem preiswert. Durch Veredelungsschritte können ihre Eigenschaften erheblich verbessert werden, was sich auf die Preise allerdings entsprechend auswirkt (siehe auch „WPC“).
- Holzfaserverstärkte Kunststoffe haben hier ein besonders breites technisches und ökonomisches Eigenschaftsprofil und eignen sich daher für viele unterschiedliche Einsatzgebiete.
- Bastfasern weisen in der Regel ein im Vergleich zu Holzfasern besseres Eigenschaftsprofil bei allerdings auch höherem Preis auf. Sie werden vor allem eingesetzt, wenn höherwertige, konstruktive Werkstoffe gefragt sind.

NFK verfügen über hohes technisches Substitutionspotenzial, zunehmende Preisattraktivität und eine hohe Versorgungssicherheit

Hohes technisches Substitutionspotenzial und zunehmende Preisattraktivität

- **Hohes technisches Substitutionspotenzial:** Naturfaserverstärkte Kunststoffe zeigen gegenüber heute üblichen Werkstoffen – Kunststoffen, gefüllten und verstärkten Kunststoffen – interessante Vorteile. Mehrere dieser neuen Verfahren und Werkstoffe sind erst in den letzten Jahren marktreif geworden bzw. aktuell in der Markteinführung. Andere werden in bestimmten Branchen wie z.B. der deutschen Automobilindustrie bereits seit Jahren und in zunehmendem Maße eingesetzt. Aufgrund ihrer guten technischen und ökonomischen Eigenschaften besitzen sie ein großes Substitutionspotenzial – schon heute bieten sie Wettbewerbsvorteile insbesondere bei Anwendungen, welche die Eigenschaften konventioneller Kunststoffe wie PC/ABS und PP-GF nicht ausschöpfen. Oftmals lässt sich z.B. ein teures PC/ABS-Teil durch ein günstigeres PP-NF-Teil ersetzen.
- **Zunehmende Preisattraktivität:** In Szenarien mit hohen Rohölpreisen oder hoher Wertschätzung ökologischer Vorteile (z.B. durch staatliche Regularien) nehmen die Wettbewerbsvorteile dieser teilweise naturbasierten Werkstoffen geradezu „zwingende“ Ausmaße an. Aber auch heute eignen sich diese Werkstoffe schon durch konkurrenzfähige Preise und gesicherte Qualität für den Alltagsinsatz.

Ökologische Vorteile, Versorgungssicherheit und Qualität

- **Ökologische Vorteile:** Werkstoffe auf der Basis nachwachsender Rohstoffe benötigen für Ihre Produktion meist deutlich weniger Energie als andere Werkstoffe und weisen zudem – selbst bei Verbrennung nach ihrem Einsatz – einen weitgehend neutralen CO₂-Kreislauf auf. Der geringere Energieeinsatz macht sie wiederum unabhängiger vom Erdölpreis. Durch ihre geringe Dichte eignen sich die meisten Naturfaserverstärkten Kunststoffe für den Leichtbau und sparen damit, z.B. beim Automobil, in der Praxis zusätzlich Energie.
 - **Hohe Versorgungssicherheit (Rohstoffe):** Nachwachsende Rohstoffe werden schon heute in ganz erheblichem Maße stofflich und auch werkstofflich genutzt. Weltweit liegt der Einsatz nachwachsender Rohstoffe (inkl. Holz) hier höher als die gesamte Stahl- und Kunststoffproduktion! Zudem bestehen noch erhebliche Potenziale zum Ausbau dieser unendlichen Ressource. Da nachwachsende Rohstoffe und auch speziell Naturfasern auf allen Kontinenten dieser Erde produziert werden können, besteht eine hohe Versorgungssicherheit.
 - **Sichere Qualität:** Eine Vielzahl von Projekten hat sich in den letzten Jahren nicht nur mit der Entwicklung neuer Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen beschäftigt, sondern vor allem auch um das Qualitätsmanagement vom Acker bis zum Endprodukt. Hier liegen bereits erhebliche Erfahrungen vor.
- ⇒ **Aus diesen Punkten resultiert hohes Wachstumspotenzial und ein potenzieller Wettbewerbsvorteil.**

2.2.2 Rohstoffe

2.2.2.1 Übersicht Rohstoffe

2.2.2.2 Naturfaserpreis

2.2.2.3 Kostenposition der deutschen Anbauer

2.2.2.4 Einfluss Regulative

2.2.2.1 Übersicht Rohstoffe

Jute ist - neben Cotton und Wolle - die weltweit wichtigste Naturfaser und stellt die „Leitfaser“ für alle anderen Bast- und Blattfasern dar.

Anbau und Produktion von Naturfasern weltweit (ohne Baumwolle (Cotton) und Wolle)		
Faserpflanzen	Anbaufläche (ha)	Produktion (t)
Jute *	1.343.620	2.859.105
Jute-ähnliche * (Kenaf et al.)	296.241	382.581
Sisal **	375.687	315.573
Kokosfasern ***	nur Nebenprodukt	943.773
Flachs *	504.995	770.467
Hanf *	52.307	67.818

Quelle: FAOSTAT, 2006

* Bastfasern ** Blattfasern *** Fruchtfasern

- ### Kurzporträts von Holz und wichtigen Naturfasern
- **Jute:** Wichtigste Anbauländer sind Indien und Bangladesch. Preise und Produktionsmengen steigen seit 2003 an.
 - **Jute-ähnliche, vor allem Kenaf:** Hier existieren keine eigenen Statistiken. Anbauländer und Preisverlauf wie bei Jute.
 - **Sisal:** Wichtigste Anbauländer sind Brasilien und Ostafrika (Tansania und Kenia). Preise und Produktionsmengen steigen seit 2002 an.
 - **Kokosfasern (coir):** Wichtigste Anbauländer sind Indien, Philippinen, Sri Lanka und Thailand. Kokosfasern sind ein Nebenprodukt der Kokosnuss-Produktion und werden nur zu geringen Anteilen genutzt - Produktionsmengen können daher leicht gesteigert werden. Stabile Preise über die letzten Jahre.
 - **Flachs:** Wichtigste Anbauggebiete sind EU, China und Russland. Bislang stabile Preise, Preise werden aber vermutlich mittelfristig den Weltmarktpreispreisen für Jute folgen. Produktionsmengen auf relativ hohem Niveau, aber aktuell keine Steigerung. Sonder-effekte durch textile Modewellen und Nachfrageveränderungen aus China möglich. Frankreich und Belgien klimatisch begünstigt sowie Know-how- und Marktstruktur-Vorsprung.
 - **Hanf:** Wichtigste Anbauggebiete sind EU, China und Russland. Bislang stabile Preise, Preise werden aber vermutlich mittelfristig den Weltmarktpreisen für Jute folgen. Bislang keine Steigerung der Produktionsmengen. Preise für Hanf werden durch die Preise für die anderen Naturfasern (nach oben) sowie die Zahlungen an die Landwirte (nach unten) in einem engen Korridor liegen.

Fokus der Detailanalyse liegt auf Flachs und Hanf aufgrund der potentiellen Bedeutung für die deutsche Land- und Forstwirtschaft

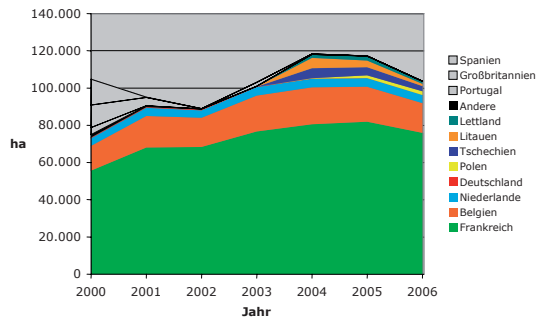
Kurzporträts von Holz und wichtigen Naturfasern (Forts.)

- **Nessel:** 2006: 180 ha Anbau für eine deutsche Textilfirma. Historisch in Deutschland eine wichtige Faserpflanze, heute nur geringe Chancen: keine kommerziellen Sorten verfügbar, marginaler Anbau, keine EU-Verarbeitungsbeihilfe, im Vergleich zu Flachs und Hanf geringe Erträge pro Hektar, mehrjährige Kultur (beim Landwirt unbeliebt wegen Flächenbindung)
- **Abaca:** Wächst auf den Philippinen und Ecuador. Bananenartige Pflanze mit hochwertigen Blattfasern. Abaca-Fasern vergleichsweise teuer, nur sehr geringer Einsatz in Verbundwerkstoffen (primär: Spezialzellstoffe für z.B. Teebeutel). Gegenüber Jute, Kenaf, Sisal und Flachs wirtschaftlich nachrangig.
- **Holz:** Der Rohstoff Holz ist in Deutschland in großen und ausreichenden Mengen verfügbar. Die werkstoffliche Nutzung von Holz steht allerdings zunehmend in Konkurrenz zur energetischen Nutzung. Die sehr erfolgreichen Pellet-Heizungen ziehen mit ihrer Nachfrage gerade die Preise für Holznebenprodukte hoch, worunter bereits Spanplatten- aber auch WPC-Produzenten leiden.

- **In Deutschland kommen von den genannten Naturfasern aus klimatischen bzw. wirtschaftlichen Gründen hauptsächlich Flachs, Hanf und Holz zum Anbau**
- **Holz wird meistens als kostengünstiges Holznebenprodukt (Späne, Sägemehl) eingesetzt und ist international wettbewerbsfähig; nicht zuletzt aufgrund der hohen Logistikkosten, die einen Import von Holznebenprodukten nicht sinnvoll machen**
- ⇨ **Fokus einer detaillierten Rohstoffanalyse ist daher die internationale Wettbewerbsfähigkeit von Flachs und Hanf aus deutschen Anbau**

Der Anbau von Flachs konzentriert sich auf Frankreich, Belgien und die Niederlanden; bei Hanf ist Deutschland die Nr. 3 nach Frankreich und GB

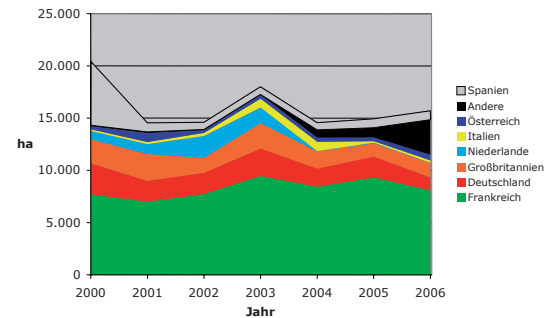
Flachsanbau in der EU (alle Länder mit kommerz. Anbau)



Quelle: EU-Statistiken, 2006 / BMELV, 2006 - eigene Darstellung

- Der Flachs-anbau in der EU ist, von den zusätzlichen Anbauflächen der neuen Mitgliedsländer abgesehen, seit 2000 recht konstant. Im Jahr 2005 lag er bei insgesamt knapp 100.000 ha.
- Wichtigste Anbauländer sind Frankreich und Belgien, es folgen in größerem Abstand Niederlande, Polen und Tschechische Republik. In Deutschland ist der Anbau auf unter 30 ha zusammengebrochen.
- Zusammen mit China ist die EU das weltweit führende Flachs-anbaugebiet.
- EU-Flachs wird fast ausschließlich mit dem Ziel der Gewinnung einer textilen Langfaser für die hochwertige Bekleidungsindustrie in Europa, Nordamerika und Asien angebaut und verarbeitet.

Hanfanbau in der EU (alle Länder mit kommerz. Anbau)

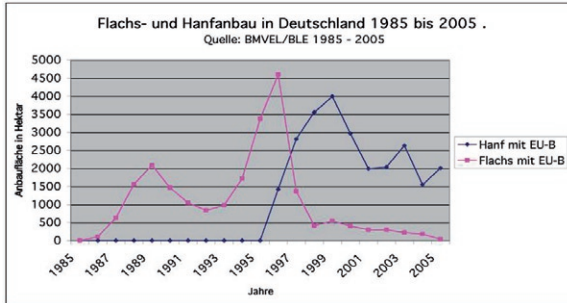


Quelle: EU-Statistiken, 2006 / BMELV, 2006 - eigene Darstellung

- Bis 1993 fand der EU-Hanfanbau praktisch ausschließlich in Frankreich statt - in vielen anderen Ländern war der Anbau verboten; erst seit den 90er Jahren fielen nach und nach die Anbauverbote in allen Mitgliedsländern.
- Bei der Wiedereinführung des Hanfanbaus in den 90er Jahren mussten viele Hürden genommen werden (Sorten, Erntemaschinen, Faseraufschluss, Produktentwicklung, Marketing).
- Heute sind Frankreich, Großbritannien und Deutschland die wichtigsten Anbauländer. Gesamtanbaufläche EU: 19.000 ha.
- Hanffasern werden heute in der Gesamt- oder Wirrfaserlinie für technische Anwendungen produziert: Zellstoff für Spezialpapiere, Verstärkung von Kunststoffen, Dämmstoffe und Anzuchtvliese.

Anbau und Verarbeitung von Flachs und Hanf in Deutschland: Flachs zusammengebrochen, Hanf auf niedrigem Niveau stabil

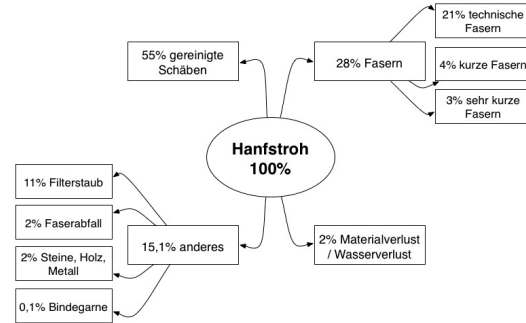
Flachs und Hanf in Deutschland



Quelle: BMELV, 1985 - 2005 - eigene Darstellung

- Trotz erheblich finanzieller Unterstützung gelang es weder Mitte der 80er im Westen, noch Mitte der 90er Jahre im Osten, in Deutschland eine neue Flachswirtschaft aufzubauen. Ursachen hierfür waren u.a. falsche Maschinenkonzepte und Fehleinschätzungen des Marktes. Eine Wiederbelebung der Flachswirtschaft wird aktuell nicht erwartet.
- Trotz oder wegen erheblich geringerer finanzieller Unterstützung konnte in Deutschland eine Hanfwirtschaft - wenn auch bislang in bescheidenem Umfang - entstehen. Von den Anwendungen her profitierte sie deutlich von den vorangegangenen Flachs-forschungen und -entwicklungen.

Stoffstromdiagramm Hanf



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis existierender dt. Anlagen

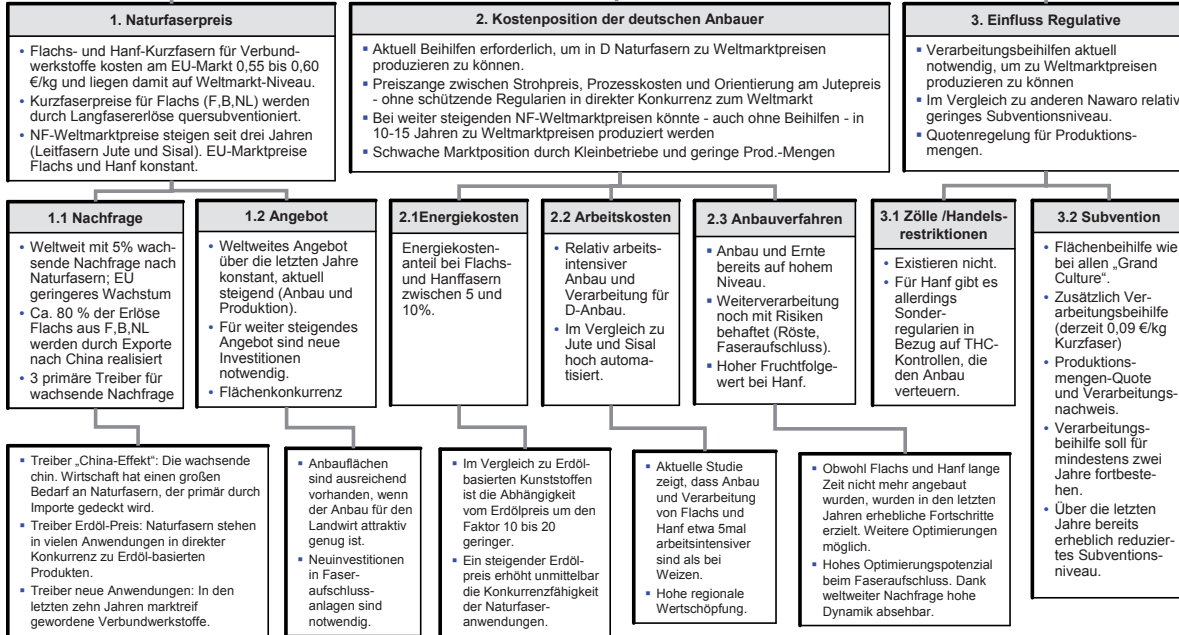
- Das Diagramm zeigt exemplarisch, welche Rohstoffströme aus 100% Hanfstroh entstehen. Schäben machen mit 55% den größten Anteil aus. Dies zeigt, wie wichtig eine adäquate Vermarktung der Schäben für die Gesamtwertschöpfung ist.
- Das eigentliche Zielprodukt sind die technischen Fasern (21%).
- Aber auch die Kurz- (an dieser Stelle sind damit Fasern gemeint, die nicht mehr vlies- oder filzfähig sind), Superkurzfasern und der Faserstaub können grundsätzlich zur Wertschöpfung beitragen (Spritzguss, energetische Nutzung).

Chancen für Naturfasern aufgrund weltweit steigender Nachfrage

Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none">▪ Die Welt-Naturfasermärkte sind in Bewegung geraten: Nachfrage, Preise und Produktionsvolumen steigen.▪ Aufgrund dauerhaft hoher und vermutlich weiter steigender Erdöl- und Kunststoffpreise wird der Einsatz von Naturfasern in Werkstoffen ökonomisch immer attraktiver. Gleichzeitig sind in den letzten 20 Jahren zahlreiche Werkstoffe und Anwendungen entwickelt worden, die nun der Industrie auf der Suche nach weniger Erdölpreis-abhängigen Werkstoffen zur Verfügung stehen (neben Formpress- vor allem Spritzguss- und Fließpress-Verfahren).▪ Besondere Chancen ergeben sich mittelfristig aus der Kombination von Bio-Polymerwerkstoffen mit Naturfasern.▪ Naturfasern aus der EU und aus Deutschland können - bei nur geringer spezifischer Subvention - mit Fasern aus Asien, Südamerika und Afrika konkurrieren.▪ Grundsätzlich sollte die europäische Naturfaserwirtschaft mittelfristig von diesen Trends profitieren können.	<ul style="list-style-type: none">▪ Als größtes Hemmnis erweisen sich Größe und Struktur der europäischen und vor allem auch deutschen Naturfaserwirtschaft.▪ Anbau und Produktion erfolgen in Kleinbetrieben, die kein ausreichendes Kapital zur Expansion besitzen und daher kaum in der Lage sind, das Angebot auszuweiten und durch „Economy of Scale“ Preisvorteile zu erzielen.▪ Der weitere Ausbau des Angebots erfolgt aktuell praktisch nur durch den Aufbau weiterer Kleinbetriebe, die oft schon nach wenigen Jahren aufgeben müssen.▪ Die Aufgabe der Politik sollte sein, Rahmenbedingungen für größere Anbau-, Produktions- und Handelsstrukturen zu schaffen, damit die heimische Industrie neben den größeren Anbietern aus Asien, Südamerika und Afrika zu einem verlässlichen Partner der deutschen Kunststoff- und Automobilindustrie werden kann.

Heimische Naturfasern Flachs und Hanf

- Die in Mitteleuropa kultivierbaren Faserpflanzen Flachs und Hanf können in Deutschland nur unter den aktuellen wirtschafts-politischen Rahmenbedingungen (EU-Verarbeitungsbeihilfe) international konkurrenzfähig angebaut und verarbeitet werden, wobei das Subventionsniveau im Vergleich zu anderen Nawaro gering ist.
- Der Anbau von Flachs konzentriert sich auf Frankreich, Belgien und die Niederlande; deutscher Anbau nur marginal. Wesentlicher Absatzmarkt ist die Textilindustrie. Eine Flachs-Renaissance in Deutschland wird nicht erwartet.
- Der Anbau von Hanf beschränkt sich in der EU auf sehr geringe Flächen; Deutschland ist Hanfanbauland Nr. 3 in der EU nach F und GB. Hanf wird primär bei technische Anwendungen eingesetzt (Zellstoff, Verbundwerkstoffe, Dämmstoffe).



2.2.2.2 Naturfaserpreis

2.2.2.2.1 Übersicht Naturfaserpreis

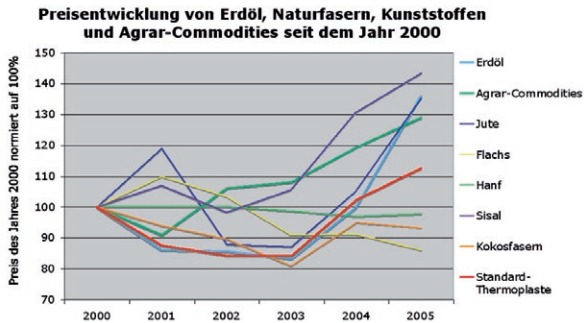
2.2.2.2.2 Nachfrage

2.2.2.2.3 Angebot

2.2.2.2.1 Übersicht Naturfaserpreis

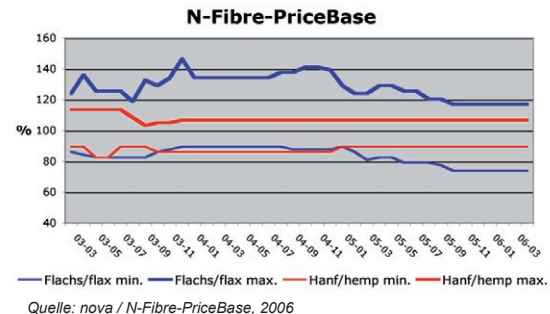
Naturfaserpreise: Jute- und Sisalpreise steigen seit drei Jahren, EU-Flachs- und Hanf stabil

Globale Entwicklung



- Nach Cotton und Wolle, die hier nicht weiter betrachtet werden, sind die Bastfaser Jute und die Blattfaser Sisal die wichtigsten Naturfasern, insbesondere für technische Anwendungen. Jute und Sisal stehen hier in direkter Konkurrenz zu Flachs und Hanf.
- Aufgrund gestiegener Nachfrage ist der Jutefaserpreis am Weltmarkt seit 2003 etwa so gestiegen wie der Erdölpreis! Der Sisalpreis ist seit 2002 etwas weniger stark gestiegen, aber immer noch so wie der Preisindex für Standard-Kunststoffe!
- Die Preissteigerungen für die Leit-Naturfasern Jute und Sisal lagen damit deutlich über dem für „Agriculture Commodities“.

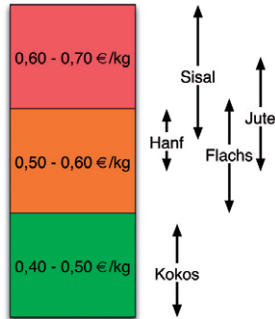
Entwicklung für Kurzfasern in der EU



- Preise für Flachs- und Hanffasern (Vlies- und Filzfasern) werden in D. erst seit 2003 erhoben; seitdem sind sie, insb. für Hanf, sehr stabil, bis sogar fallend (Flachs); aktuell 0,55-0,60 €/kg.
- Der Preis für Flachs-Langfasern liegt aktuell etwa bei 1,50 €/kg, wobei sich je nach Qualität große Unterschiede ergeben. Der Preis ist stark abhängig von der Nachfrage der Bekleidungsindustrie mit ihren Modewellen. Besonderen Einfluss hat die Nachfrage aus China, dem mit Abstand größten Abnehmer und Weiterverarbeiter des EU-Flachs.
- Von Modewellen und ihren kurzfristigen Einflüssen abgesehen, ist der Preis für Flachs-Langfasern über die letzten 10 Jahre relativ stabil.

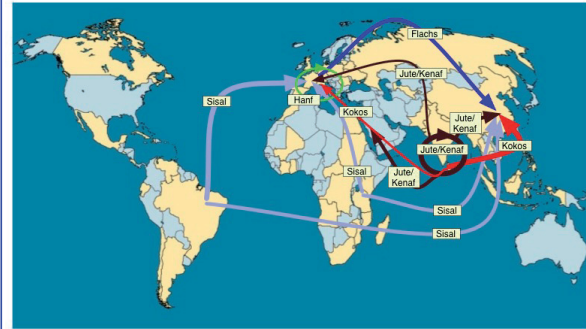
Nur geringe Unterschiede zwischen Preisen für verschiedene Naturfasern in Deutschland - dafür aber weltweit sehr verschiedene Handelsströme

Aktuelle Kurzfaser-Absolutpreise am deutschen Markt 2006



- Die angegebenen Preise beziehen sich auf vlies- bzw. filzfähige Fasern, wie sie z.B. für automobiler Formpressteile eingesetzt werden, bei einer Abnahmemenge von über 100 t / Jahr. Die Spannen resultieren aus Unterschieden in Qualität und Handelsstrukturen.
- Die Preise liegen relativ eng zusammen. Flachs, Hanf, Jute (und Kenaf) sowie Sisal überlappen sich in ihren Preisspannen. Nur die Kokosfaser ist deutlich preiswerter, findet aber auch andere Einsatzgebiete (Sitze, Matratzen).
- Flachslangfasern werden mit ca. 1,50 €/kg gehandelt.

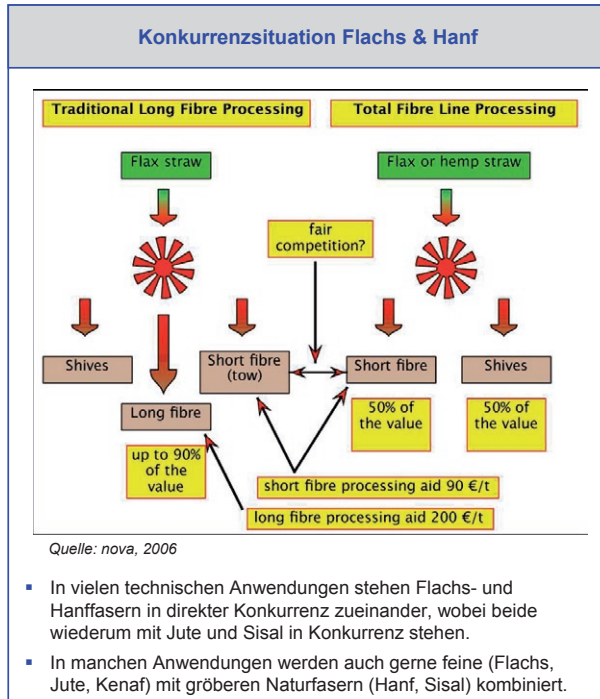
Handelsströme für Naturfasern



Quelle: FAO und FAOSTAT, 2006 - eigene Darstellung

- Die Grafik zeigt schematisch die wichtigsten Handelsströme von Naturfasern in der Welt.
- Dickere Pfeile bedeuten ein größeres Handelsvolumen.
- Geschlossene Kreise bedeuten, dass Absatz und Weiterverarbeitung vor allem in derselben Region wie der Anbau erfolgen. Dies gilt für Jute/Kenaf in Asien und Hanf in Europa.

Unterschiedliche Produktions- und Erlösstrukturen bei Flachs und Hanf; wer besser aufgestellt ist, hängt von zukünftigen Regulierungen ab



Europäische Flachs- und Hanfindustrien unterscheiden sich strukturell erheblich - Quersubvention beim Flachs

- Flachsfasern** werden zum allergrößten Teil in der traditionellen Langfaserlinie („Traditional Long Fibre Proc.“) produziert. Zielprodukt ist die hochwertige Flachs-Langfaser, die bis zu 90% der Wertschöpfung erzielt. Technische Kurzfasern und Flachsschäben („shives“) sind Nebenprodukte, die nur eine geringe Wertschöpfung erbringen müssen.
- Hanffasern** werden fast ausschließlich in sog. Gesamtfaserlinien („Total Fibre Line“) produziert; hier ist das Zielprodukt die vlies- und filzfähige Faser. Hanfschäben („shives“) sind zwar Nebenprodukt, erzielen aber aufgrund ihres großen Mengenanteils bei etwa halbem Produktpreis 50% der gesamten Wertschöpfung.
- In den 80er und 90er Jahren versuchten Unternehmen in Großbritannien, Deutschland, Österreich und Skandinavien auch **Wirrfaserlinien für Flachs** zu realisieren - scheiterten aber u.a. in Konkurrenz zu den Kurzfasern aus der Langfaserlinie.
- Zwar ist die **Wirrfaserlinie** moderner, effizienter und preiswerter - aber die Langfaser aus der Längsfaserlinie erzielt erheblich höhere Preise am Markt. Aber: Extreme Abhängigkeit von Importen der chinesischen Textilindustrie.
- Die **aktuelle Beihilfesituation**, die die Langfaser - trotz erzielbarer höherer Marktpreise - erheblich stärker subventioniert als die Kurzfaser benachteiligt systematisch die Gesamtfaserlinien. Ihr Zielprodukt muss sich am Markt gegen ein quersubventioniertes Nebenprodukt behaupten.
- Zu den Begriffen **Langfaser- bzw. Gesamt- oder Wirrfaserlinie** siehe Müssig 2001.

EU-Flachswirtschaft lebt fast ausschließlich von Exporten nach China, Hanf von der Spezialzellstoffindustrie - und neuen Anwendungen

Anwendungen, Produktionsmenge, Preis und Erlöse (EU 15, 2003)

Naturfaser / Anwendung	Menge (t)	Preis (€/t)	Erlöse (Mio. €)	%
Flachs				
Textile Langfasern	115.321	1.593	183,7	88,7
Textile Kurzfasern	29.500	345	10,1	4,9
Spezial- und technische Papiere	25.000	170	4,2	2,0
Vlies & Filze (z.B. Dämmstoffe)	1.850	400	0,7	0,3
Verbundwerkstoffe	17.000	500	8,5	4,1
Flachs gesamt	188.671	-	207,2	100
Hanf				
Spezial- und technische Papiere	20.706	371	7,7	82,8
Vliese & Filze (z.B. Dämmstoffe)	824	500	0,4	4,3
Verbundwerkstoffe	2.470	500	1,2	12,9
Hanf gesamt	24.000	-	9,3	100

Quelle: Ernst & Young, 2005

- EU 25 (2003): Flachs 157.000 t Langfaser und 84.000 t Kurzfaser, Hanf 32.000 t Kurzfaser

Wichtigste Anwendungen

Flachs

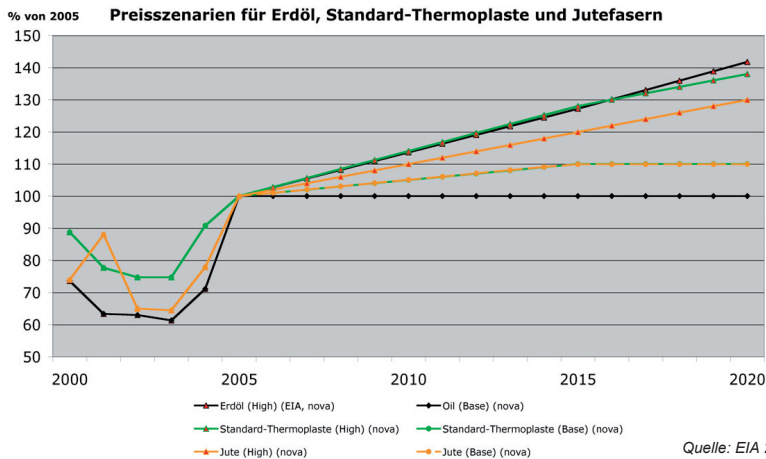
- Fast 90% der Wertschöpfung erfolgt durch den Verkauf von Langfasern, vor allem nach China. Dort werden die Fasern versponnen, verwebt und in der Regel auch konfektioniert. Auch der größte Teil der Kurzfasern geht in die Textilindustrie.
- Die Kurzfasern gehen auch in neue technische Anwendungen wie Spezialzellstoffe/-papier, Vliese & Filze wie z.B. Dämmstoffe und Verbundwerkstoffe.

Hanf

- Über 80% der Hanffasern werden in der Spezialzellstoff/-papier-Industrie abgesetzt. Fast alle Hanffasern aus französischer und spanischer Produktion gehen in diesen Markt.
- Die „neuen“ Hanfländer wie Großbritannien, Deutschland oder die Niederlande konzentrieren sich auf neue Märkte wie Vliese & Filze (Dämmstoffe, Kresse-Anzuchtfilze) und Verbundwerkstoffe, vor allem für die deutsche Automobilindustrie.
- Eines der Hauptprobleme der Hanfwirtschaft ist das geringe Produktionsvolumen. Potenzielle Kunden können nicht ausreichend beliefert werden, Marktpotenziale können nicht genutzt - Aufbau weiterer Faseraufschlussanlagen ist zu investitionsintensiv.
- Die in der Tabelle angegebenen Preise spiegeln gut die für die verschiedenen Anwendungen notwendigen Faserqualitäten, Gleichmäßigkeit der Eigenschaften sowie geringe Schäben- und Staubanteile wieder.

Preise für Flachs- und Hanf (Vlies- & Filzfasern) werden - in gewissem Abstand - den Jutepreisen folgen, diese wiederum den Kunststoffpreisen

Faserpflanze	Derzeitige Preise für deutsche Ware (€/kg)	Zielpreiskorridor 2020 (€/kg)	Kommentare
Hanf	0,55 - 0,60	0,70 - 0,80	Der Hanffaser-Preis wird vom Jutefaser-Preis bestimmt
Flachs	0,55 - 0,60	0,70 - 0,80	Der Flachsfaser-Preis wird vom Jutefaser-Preis bestimmt



Wichtigste Anwendungen

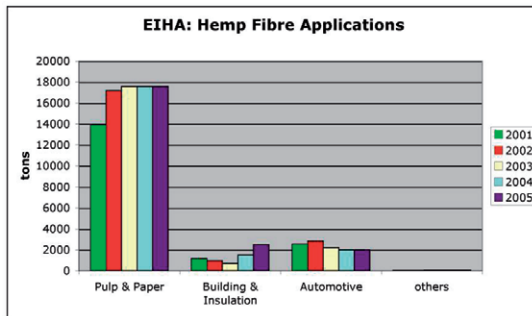
- Die links stehende Prognose umfasst Erdöl, Kunststoffe und Jutefaser in verschiedenen Szenarien.
- Hinter diesen Prognosen steht die Annahme, dass die Jutefaser-Preise etwas langsamer steigen als die Standard-Kunststoff-Preise.
- Wenn Flachs- und Hanffasern diesem Trend folgen, ergeben sich die oben genannten Zielpreiskorridore.

Quelle: EIA 2006, nova 2006

2.2.2.2.2 Nachfrage

Nachfrage nach Hanfrohstoffen aus nur wenigen Branchen - Weiterverarbeitung nahezu 100% in der EU

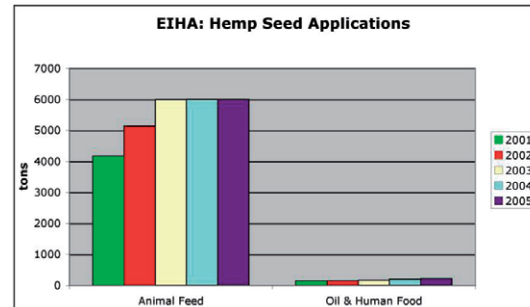
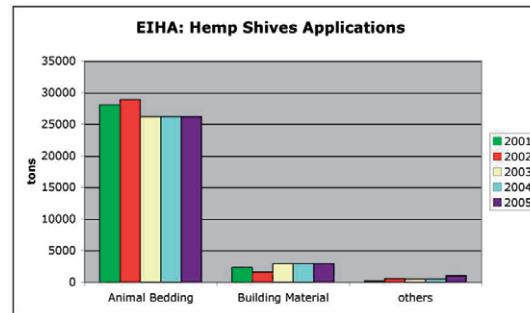
Wichtigste Anwendungen für Hanffasern



Quelle: EIHA 2004, nova 2006 - eigene Darstellung

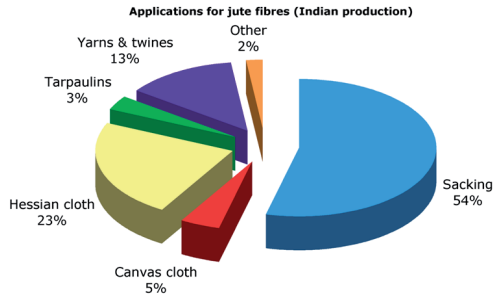
- Absatz von **Fasern** im Bereich Zellstoff/Papier und Automobilbau konstant, Absatz im Dämmstoffmarkt Dank des deutschen Markteinführungsprogramm deutlich zugenommen.
- Der wichtigste **HanfSchäbenmarkt** (Tiereinstreu) kann nur schwer ausgeweitet werden. Um mehr Fasern abzusetzen, müssen auch mehr Schäben abgesetzt werden. Neue Märkte durch leichte Schäben-Spanplatten?
- Wertvolle **HanfSamen** haben - im Gegensatz zu Kanada - kaum im Lebensmittelbereich Fuß fassen können, wo eine höhere Wertschöpfung möglich wäre. (Gewinnung nur in Süddeutschl.)

Wichtigste Anwendungen für Hanfschäben und -samen



Nachfrage Jute: Vor allen im Verpackungsbereich direkte Konkurrenz zu Kunststoffen - Erfolgsstory in der deutschen Automobilindustrie

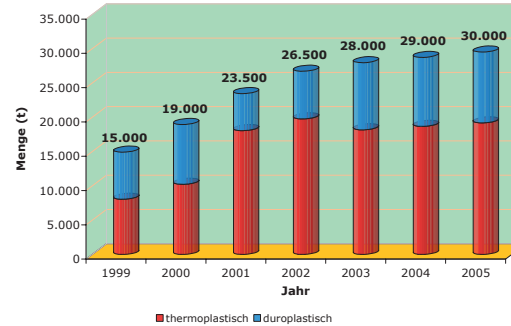
Anwendungen für Jutefasern



Quelle: FAO, 2005

- Die meisten Jute-Anwendungen stehen in direkter Konkurrenz zu Kunststoffprodukten, insbesondere im Verpackungsbereich. (Tarpaulins: Planen & Persenninge, Hessian cloth: Sackleinen)
- Preissteigerungen bei Erdöl und Kunststoffen kommen unmittelbar Jute zu Gute. Dies ist schon jetzt in Asien spürbar: Verpackungssäcke aus Jute haben im Jahr 2005 preislich mit gewebten PP-Säcken gleichgezogen.
- Während in den letzten 20 Jahren Jute-Produkte bei gleich bleibendem (absolutem) Produktionsvolumen Marktanteile an synthetische Produkte verloren, scheint sich dieser Trend nun umzukehren.

Naturfaseranwendungen deutsche Automobilindustrie



Quelle: Karus et al. 2006 (ohne Cotton- & Holzfasern)

- Die dargestellte Entwicklung ist eine Erfolgs-Story - auch wenn heimische Fasern hiervon nur bedingt profitieren konnten.
- Im Jahr 2001 konnte der wachsende Bedarf nur durch Importe gedeckt werden, da EU-Flachs zu teuer war.
- Bei Hanf gab/gibt es Verfügbarkeitsprobleme.
- Aktuell: Die Preiserhöhungen für Naturfasern am Weltmarkt sind aufgrund von längeren Vertragsbindungen in Deutschland erst in Ansätzen spürbar; allerdings hat die Nachfrage nach exotischen Fasern bereits nachgelassen und die nach EU-Flachs und -Hanf ist angestiegen (Saneco 2006).

Nach vielen Jahrzehnten erstmalig wieder im Aufschwung! Nachfrage nach Naturfasern steigt weltweit stärker als das Wirtschaftswachstum

Nachfrageentwicklung

- Es wird erwartet, dass der weltweite Naturfaser-Markt mit jährlich 5% schneller wächst als das Weltwirtschaftswachstum von ca. 3%/Jahr.
- Der Grund hierfür sind vor allem Substitutionseffekte. Durch die verbesserte Wettbewerbssituation können alte Anwendungen zurückerobert und neue Anwendungen erschlossen werden. Substitutionseffekte werden vor allem in technischen Anwendungen wie Verbundwerkstoffen erwartet.
- Wichtigste zukünftige Kunden: Kunststoff-verarbeitende Industrieunternehmen.
- Naturfasern werden vor allem für höherwertige Verbundwerkstoffe eingesetzt; preiswerte Massen Anwendungen vor allem mit preiswerten Holzmehl und -fasern (WPC).
- Die genannten Entwicklungen sind auf den Weltmärkten und vor allem in Asien bereits deutlich sichtbar.
- Es wird erwartet, dass diese Entwicklungen mit einer gewissen Verzögerung auch Europa und Deutschland erreichen werden: Wachsende Märkte und steigende Preise für Naturfasern und ihre technischen Anwendungen.
- Damit hat die europäische Naturfaserindustrie auch bei evtl. sinkenden Beihilfen durchaus eine Chance, sich weiter zu entwickeln.

Quelle: FAO-Workshops, 2005 & 2006

Drei primäre Treiber für steigende Nachfrage

- **China-Effekt:** Die schnell wachsende chinesische Wirtschaft hat einen großen Bedarf an Naturfasern, der primär durch Importe gedeckt wird. Zum einen wachsen mit dem Wirtschaftswachstum auch die traditionellen Naturfaseranwendungen (technische Textilien, Verpackungsplanen und Säcke, Seile und Bindfäden, Zellstoff). Zum anderen werden Naturfasern auch in neuen Anwendungen eingesetzt, so z.B. in der Automobilindustrie (Formpress-Technik aus Deutschland) oder beim Polieren von Metalloberflächen (hier: Sisal).
- **Erdöl- und Kunststoffpreis:** Naturfasern stehen in vielen Anwendungen in unmittelbarer Konkurrenz zu Erdöl-basierten Produkten wie Kunststoffen oder auch in Konkurrenz zu Energieintensiven Produkten wie Glasfasern. Jede Erdölpreiserhöhung macht Naturfasern und Naturfaserprodukte ökonomisch konkurrenzfähiger. Hiervon geht weltweit ein zunehmend steigender Bedarf aus.
- **Neue Anwendungen:** In den letzten zehn Jahren wurden weltweit viele neue Werkstoffe auf der Basis von Naturfasern entwickelt (NFK (Naturfaserverstärkte Kunststoffe), Verbundwerkstoffe). In vielen Anwendungen werden Kunststoffe mit Naturfasern verstärkt und damit kostengünstig in ihrem Anwendungsspektrum erweitert. Viele dieser Werkstoffe waren in der Vergangenheit ökonomisch nicht konkurrenzfähig - nun stehen sie der Industrie auf der Suche nach Erdöl-unabhängigen Werkstoffen zur Verfügung.

2.2.2.2.3 Angebot

Angebot: Weltweit wachsendes Angebot, EU mit strukturellen Schwächen

Angebotsentwicklung weltweit

- Weltweites Angebot über die letzten zehn Jahre weit gehend konstant, aktuell wachsend.
- Anbauflächen sind in den Ländern, in denen Faserpflanzen angebaut werden, grundsätzlich ausreichend vorhanden. Aktuell belegen die Faserpflanzen auch in den wichtigsten Anbauländern nur wenige Prozent (oder sogar unter 1%) der Anbaufläche.
- Ob die Anbaufläche ausgeweitet werden kann, hängt primär von der regionalen Konkurrenzsituation zu anderen Pflanzen ab. Zunehmende Naturfaserpreise bieten die Grundlage, den Bauern ausreichende Preise zahlen zu können.
- Engpass für den weiteren Ausbau der Naturfaserproduktion sind Faseraufschlussanlagen. Diese Spezialmaschinen sind weltweit überaltert (100 Jahre alte Maschinen sind keine Seltenheit). Um nachhaltig die Weltwirtschaft mit standardisierten und preisgünstigen Naturfasern versorgen zu können, sind erhebliche Investitionen in neue Faseraufschlussanlagen erforderlich. Eine Chance für den deutschen Maschinenbau!

Quelle: FAO-Workshops, 2005 & 2006

Angebotsentwicklung Deutschland / EU

Flachs

- In der EU ist die Flachswirtschaft strukturell hoch entwickelt und besitzt übergeordnete Handelsstrukturen. Solange die chinesische Flachswirtschaft große Volumina an EU-Longfasern abnimmt, wird es genug Flachs-Kurzfasern für technische Anwendungen geben.
- Der Aufbau einer Flachswirtschaft in Deutschland ist im Westen in den 80er Jahren und im Osten in den 90er Jahren gescheitert. Für eine relevante Longfaser-Produktion fehlen die klimatischen Bedingungen (Röstrisiko), das Know-how und die Strukturen. In der Gesamtfaserlinie haben Flachs-Kurzfasern starke Konkurrenz durch Longfasern aus der Longfaserlinie und durch Hanf-Kurzfasern.

Hanf

- In der EU (außerhalb Frankreich) eine sehr junge Industrie, bestehend aus kapitalschwachen Kleinbetrieben. Weitere, neue Kleinbetriebe werden erwartet.

Es bleibt eine Herausforderung, diesen Bereich weiter zu entwickeln und größere Faservolumina bereit zu stellen.

- Größere und Zusammenschlüsse von Faseraufschlussbetrieben
- Aufbau übergeordneter Handelsstrukturen (bisher primär Direktvertrieb durch die Aufschlussbetriebe)

Kostenposition: Durch steigende Erdöl-, Kunststoff-, Jute- und Sisalpreise verbessert sich die relative Kostenposition für Anbieter aus Deutschland und der EU.

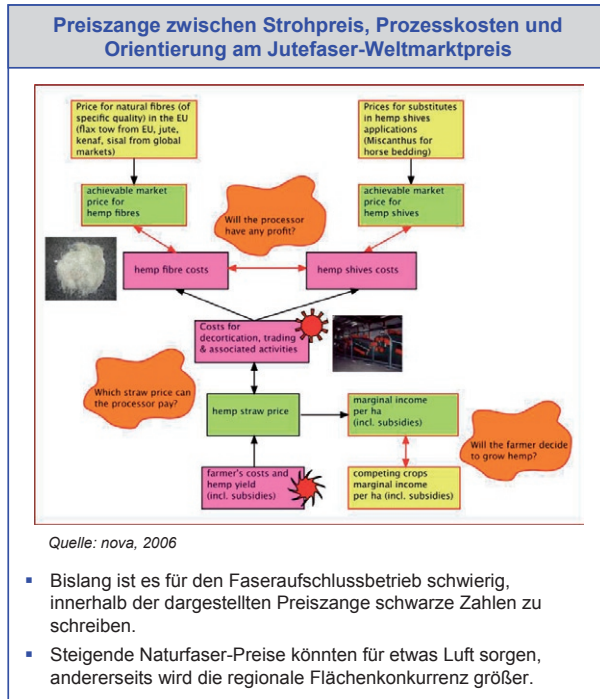
2.2.2.3 Kostenposition der deutschen Anbauer

2.2.2.3.1 Energiekosten

2.2.2.3.2 Arbeitskosten

2.2.2.3.3 Anbauverfahren

Kostenposition der deutschen Anbauer und Verarbeiter: In der Preiszange mit Hoffnung auf Besserung



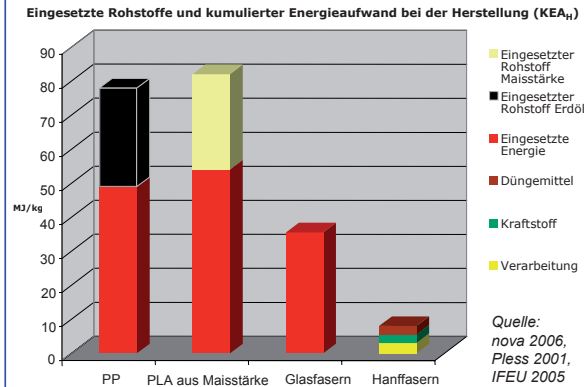
Eckdaten zur Kostenposition

- Der Aufschlussbetrieb muss dem Landwirt genug für sein Stroh zahlen, sonst baut dieser nicht an. Gleichzeitig deckeln der Weltmarktpreis für Naturfasern und die regionalen Konkurrenzprodukte zu Hanfströhen die möglichen Erlöse am Markt.
- Aktuell sind Verarbeitungsbeihilfen erforderlich, um in Deutschland und der EU Naturfasern auf Weltmarktpreisniveau produzieren zu können. Bei weiter steigenden Weltmarktpreisen für Jute/Sisal könnte sich diese Situation in den nächsten 5 bis 10 Jahren ändern, sodass das Kostenniveau auch ohne Verarbeitungsbeihilfen wettbewerbsfähig ist.
- Problematisch ist in Deutschland die schwache Marktposition durch Kleinbetriebe und kleine Produktionsmengen (< 2.000 t/Jahr) - in Konkurrenz zu Großbetrieben in Indien oder Brasilien.
- Für die Zukunft der Branche in Deutschland ist die Kostenposition der Faseraufschlussbetriebe von zentraler Bedeutung. Ohne diese gibt es auch keinen regionalen Anbau. Flachs- und Hanfstroh sind keine Handelsgüter, sondern sowohl rechtlich als auch technisch-ökonomisch an den Faseraufschlussbetrieb gekoppelt: Der (beihilfefähige) Anbau ist nur erlaubt, wenn ein entsprechender Vertrag mit einem Erstverarbeiter besteht, und das Stroh ist aufgrund seiner geringen Wertdichte nur über Entfernungen von max. 50 bis 100 km transportierbar. Die Fasern selbst treten dann in globalen Wettbewerb.
- Situation ähnlich wie bei Kartoffel und Zuckerrübe (regionale Bindung), aber gleichzeitig ohne Schutz durch Zölle o.ä. in unmittelbarer Konkurrenz zum Weltmarkt.

2.2.2.3.1 Energiekosten

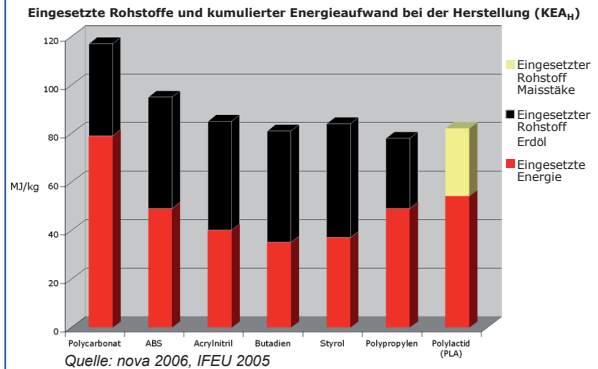
Hanf- und andere Naturfasern im deutlichen Vorteil gegenüber Erdöl-basierten Kunststoffen; Wettbewerbsvorteile bei steigenden Erdölpreisen

Benötigte fossile Energie pro kg produzierte Hanffaser bzw. pro kg Polypropylen-Granulat



- Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass bei einer Hanfproduktion in der EU oder auch Nordamerika der Energiekostenanteil zwischen 5 und 10% liegt.
- Damit sind Hanffasern, z.B. im Vergleich zu Polypropylen, um den Faktor 10 bis 20 weniger Erdölpreis-abhängig und auch deutlich weniger Erdölpreis-abhängig als Glasfasern und PLA.
- Steigende Erdölpreise führen daher unmittelbar zu einer relativen Verbesserung der Konkurrenzfähigkeit von europäischen Naturfaserprodukten zu Kunststoffprodukten.

Einfluss des Rohölpreises auf verschiedene Kunststoffe



- Unterschiedliche Kunststoffe sind verschieden stark vom Erdölpreis abhängig. Auch der Polymerwerkstoff PLA hat einen hohen Energie-Input, der stoffliche Input ist aber Stärke anstelle von Erdöl.
- Absolut betrachtet haben die meisten technischen Thermoplaste einen höheren KEA_H als Polypropylen.
- Auf den jeweiligen Preis bezogen, spielen diese höheren KEA_H bei den technischen Thermoplasten aber eine relativ geringere Rolle, da ihre Preise prozessbedingt deutlich über denen von PP liegen.

2.2.2.3.2 Arbeitskosten

Arbeitskosten bei Flachs und Hanf in der EU: Im Vergleich zu anderen Kulturen hoch - hohe regionale Wertschöpfung

Eckdaten

- Relativ zu anderen Kulturen in der EU und Deutschland arbeitsintensiver Anbau und Verarbeitung.
- Im Vergleich zu exotischen Konkurrenzfasern wie Jute, Kenaf, Sisal, Abaca Anbau und Verarbeitung in der EU hoch automatisiert.
- Ergebnisse der aktuellen Studie von Ernst & Young (Flachs und Hanf in der EU)
 - Fast 800 Arbeitsplätze in knapp 10.000 landwirtschaftlichen Betrieben (EU 15).
 - Arbeitsplätze in der Landwirtschaft: 1 Hektar Hanf oder Flachs benötigen fast vier mal so viele Arbeitsplätze wie ein Hektar Weizen.
 - 2.000 Arbeitsplätze in der verarbeitenden Industrie in etwa 100 Unternehmen (EU 15)
 - Arbeitsplätze in der verarbeitenden Industrie: Ein Hektar Hanf oder Flachs benötigen etwa fünf mal so viele Arbeitsplätze wie ein Hektar Weizen.
- Anmerkung: Die Zahlen erscheinen recht hoch und gelten vermutlich primär für die französische und belgische Flachs-industrie. In der deutschen Gesamtfaserlinie werden nach ersten Abschätzungen insbesondere beim Anbau weniger Arbeitskräfte benötigt.

Quelle: Ernst & Young, 2005

Regionale Wertschöpfung

- Da Anbau und auch Erstverarbeitung (Faseraufschluss) stets in der Anbauregion stattfinden: Hohe regionale Wertschöpfung durch Anbau und Verarbeitung von Flachs und Hanf.
- Sicher sind Prozessoptimierungen möglich - grundsätzlich ist aber die Gewinnung der Faser aus dem Stroh ein aufwändiger Prozess, der sich nicht auf das Niveau anderer Massenkulturen reduzieren lässt. Dies ist auch ein wesentlicher Grund, warum die erheblich leichter mechanisierbare Cottonfaser heute alle anderen Naturfasern in den Schatten stellt.

2.2.2.3.3 Anbauverfahren

Hanf: Beschränkte Sorten auf hohem Preisniveau, großes züchterisches Potenzial - Flachs & Hanf: Anbau & Ernte weit entwickelt

Sortenauswahl & Züchtung	Anbau, Ernte & Weiterverarbeitung
<p>Hanf</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Da der Nutzhanfanbau über Jahrzehnte in den meisten EU-Ländern verboten war und erst in den 90er Jahren wieder zugelassen wurde, stehen heute nur wenige moderne Sorten zur Verfügung. So weisen aktuelle Sorten z.B. sehr ungleichmäßige Bestände infolge uneinheitlicher Pflanzenentwicklung auf.▪ Aktuell verfügen franz. Anbauorganisationen über ein Quasi-Monopol, das zu einer begrenzten Saatgutauswahl und vergleichsweise hohe Saatgutpreisen führt. Sorten aus Ungarn und der Ukraine stehen nur in begrenztem Umfang zur Verfügung, ebenso wie eine in den Niederlanden von einem kleinen Unternehmen neu entwickelte, moderne Sorte.▪ Züchterisch besitzt Hanf sicherlich ein großes, bisher ungenutztes Potenzial. Dieses zu erschließen ist schwierig, da Hanf als ursprünglich zweihäusige Pflanze eine besondere Herausforderung für die Züchtung darstellt und aufgrund der geringen Anbauflächen ein Einstieg der großen Saatgutunternehmen nicht zu erwarten ist. Ziele: Faserqualität, Ertrag, Bestandsgleichmäßigkeit. <p>Flachs</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Beim Flachs stehen ausreichend viele und optimierte Sorten zur Verfügung, die sich allerdings meist an den Anforderungen der französischen und belgische Langfaser-Linie orientieren. <p>EU-Sortenliste</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Die EU-Sortenliste für Flachs und Hanf regelt, welche Sorten „Beihilfefähig“ angebaut werden dürfen.	<p>Hanf</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Der jahrzehntelange Entwicklungsrückstand konnte inzwischen weit gehend aufgeholt werden. Anbau und Ernte sind heute auf technisch gutem Niveau möglich (Gesamt- bzw. Wirrfaserlinie), in Süddeutschland auch mit Koppelernte für Stroh und Samen.▪ Die Feldröste (geschnittenes Hanfstroh bleibt ca. 2 Wochen zur Röste auf dem Feld) stellt unverändert ein hohes Wetterrisiko dar. Alternative Verfahren (z.B. enzymatischer Aufschluss) noch nicht im kommerziellen Einsatz.▪ Hanfanbau ökologisch vorteilhaft: In der Regel problemloser Verzicht auf Pflanzenschutzmittel, starke Unkraut-Unterdrückung, hinterlässt Ackerboden in sehr gutem Zustand, gute Fruchtfolgeeigenschaften (höhere Erträge der Folgekultur). <p>Flachs</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Umfassendes Know-how bei Anbau und Ernte bei Langfaser-Linier aber auch Gesamtfaser-Linie. Bei Nutzung in Gesamtfaser-Linie kann teilweise auf Hanftechnologie zurückgegriffen werden.▪ Flachs ökologisch vorteilhaft: Flachs braucht nur geringe Mengen an Dünger. Meist allerdings Herbizide notwendig. Selbstunverträglichkeit erfordert Fruchtwechsel. <p>Faseraufschluss</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Faseraufschluss stellt für Flachs und Hanf immer noch ein großes Risiko dar. Auch moderne Anlagen können nur mit großem technischen Know-how der Unternehmen betrieben werden. Erhebliche Optimierungen durch Maschinenbauer möglich.

Qualitätsmanagement als Schlüssel für höhere sowie sichere Erträge und Qualitäten

Ansätze für Qualitätsmanagement	Problem Röste
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Der Einsatz von heimischen Pflanzenfasern im Vergleich zu importierten Fasern kann aus Aspekten der Qualitäts- und Liefersicherung Vorteile bieten. ▪ Die Erfahrungen aus dem Flachsbereich haben gezeigt, dass eine schlecht nachvollziehbare Qualitätsbeurteilung und eine fehlende produktbezogene Objektivierung infolge eines nur in Ansätzen vorhandenen Instrumentariums zur Qualitätsbestimmung dazu führen, dass die Ernte- und Aufbereitungsschiene nicht optimiert werden konnte. ▪ In Deutschland kann ein Qualitätsmanagement im Rahmen des Anbaus, der Beerntung und der Lagerung heimischer Faserpflanzen entwickelt und realisiert werden. ▪ Auswahl der Flächen und die Durchführung eines gut organisierten Anbaumanagement fördern die Qualität und die Erträge der Faserpflanzen. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Röste stellt eine der größten Risiken in der Wertschöpfungskette dar; ein Verzicht auf die Röste führt allerdings zu Eigenschaften der Fasern, die nicht für jede Anwendung wünschenswert sind. ▪ Alternative Röstverfahren können die Wirtschaftlichkeit des Anbaus deutlich steigern. Hier ist vor allem der Verzicht auf Erntetotalausfälle zu nennen. ▪ Bei der Feldröste ist insbesondere bezüglich der Wendetechnik eine weitere Optimierung zu erzielen. Eine Reduzierung der Feldverluste kann damit ebenso erzielt werden, wie eine Verbesserung der Röstgleichmäßigkeit, was sich in der späteren Weiterverarbeitung durch bessere Verarbeitbarkeit und geringere Verluste bemerkbar macht. ▪ Frühereife, ertragsreichere Sorten könnten eine frühere Ernte erlauben, was das Witterungsrisiko deutlich minimiert.

Die Wettbewerbsfähigkeit von in Deutschland angebautem Flachs und Hanf ist - gerade für technische Anwendungen - gegeben.

	Flachs	Hanf	Kommentar
Komparativer Vorteil in Deutschland	<ul style="list-style-type: none"> • Modernere Anbau-, Ernte- und Aufschlusstechnik, insbesondere für Gesamt- bzw. Wirrfaserlinie • Gutes Know-how in Bezug auf neue Anwendungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Modernere Anbau-, Ernte- und Aufschlusstechnik, insbesondere für Gesamt- bzw. Wirrfaserlinie • Gutes Know-how in Bezug auf neue Anwendungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Bei weltweit wachsender Nachfrage wird es nicht leicht sein, diesen Vorsprung zu halten. • Wichtig sind hier vor allem: Züchtung neuer Sorten und Qualitätsmanagement.
Gleich mit wichtigen Anbauländern	<ul style="list-style-type: none"> • Einfluss Energiekosten 	<ul style="list-style-type: none"> • Einfluss Energiekosten 	<ul style="list-style-type: none"> • Steigende Energiekosten relativieren die hohen Arbeitskosten in Deutschland
Schlechter als in wichtigen Anbauländern	<ul style="list-style-type: none"> • Ertragsrisiken infolge unberechenbarem Klima (Temperatur und Regen) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ertragsrisiken infolge unberechenbarem Klima (Temperatur und Regen); da robuster, geringeres Risiko als bei Flachs (Stroh kann notfalls über Winter auf dem Feld bleiben) 	<ul style="list-style-type: none"> • Hier wird sich nichts dran ändern bzw. welchen Folgen der Klimawandel in diesem Kontext hat, ist unklar. • Mögliche Lösung: Ablösung der Feldröste durch andere Röstverfahren.

Durch bessere Sorten und optimiertes Anbau- und Qualitätsmanagement deutliche Ertragssteigerungen möglich

Faserpflanze	Durchschnittlicher Ertrag 2006	Ertragspotenzial 2010 - 2015	Voraussetzungen für Ertragssteigerungen
Hanf	<ul style="list-style-type: none"> • 6 t/ha Stroh, • 1,5 t/ha Fasern 	<ul style="list-style-type: none"> • 10 t/ha Stroh, • 2,5 t/ha Fasern. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bessere Sorten und optimiertes Anbau- und Qualitätsmanagement, Fokus auf ertragreiche Regionen
Flachs	<ul style="list-style-type: none"> • 4 t/ha Stroh, • 1,2 t/ha Fasern 	<ul style="list-style-type: none"> • 6 t/ha Stroh, • 2 t/ha Fasern 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimiertes Anbau- und Qualitätsmanagement, Erhöhung der Anbauflächen

- Flacherträge liegen an Top-Standorten in Frankreich und Belgien deutlich höher.
- Hanferträge an deutschen Top-Standorten auch heute schon >9 t/ha im kommerziellen Anbau möglich.
- Gerade bei Hanf könnte durch Züchtung noch viel erreicht werden: Seit etlichen Jahrzehnten gab es keine relevante Züchtung neuer Hanfsorten mehr (nur in geringem Umfang in Ungarn und Frankreich). Moderne Züchtungsmethoden kamen beim Hanf praktisch noch nicht zur Anwendung. In den letzten Jahren wurde erstmalig eine neue Sorte in den Niederlanden gezüchtet, die sich durch gute Erträge, eine helle Faser und leichtere Fasergewinnung auszeichnet. Das Interesse der Anbauer ist groß, die Verfügbarkeit schlecht. Hier schlummern beträchtliche Potenziale, die aber erst erschlossen werden können, wenn sich das Volumen von Anbau und Verarbeitung um mindestens den Faktor 10 erhöht.

2.2.2.4 Einfluss Regulative

In den letzten 10 Jahren deutlich reduziertes Beihilfeniveau, aktuell - außer Flächenbeihilfe - nur wenige Regularien

Quotierung: Garantierte maximale Produktionsmengen zum Erhalt der Verarbeitungsbeihilfe

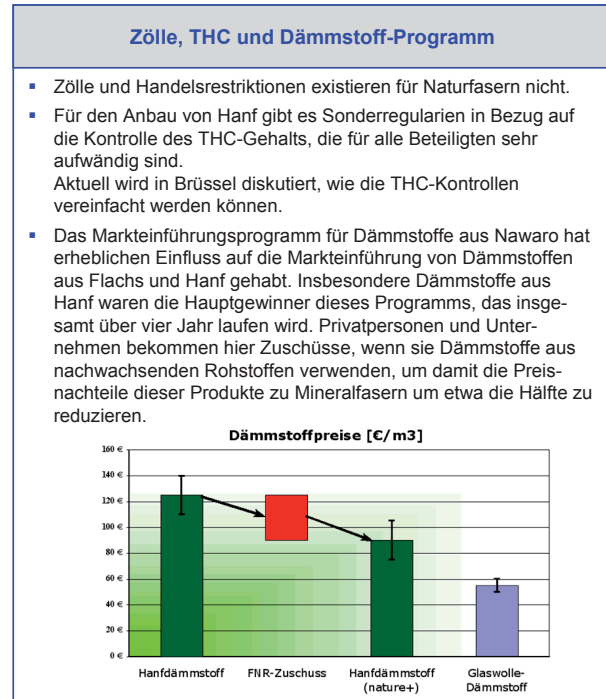
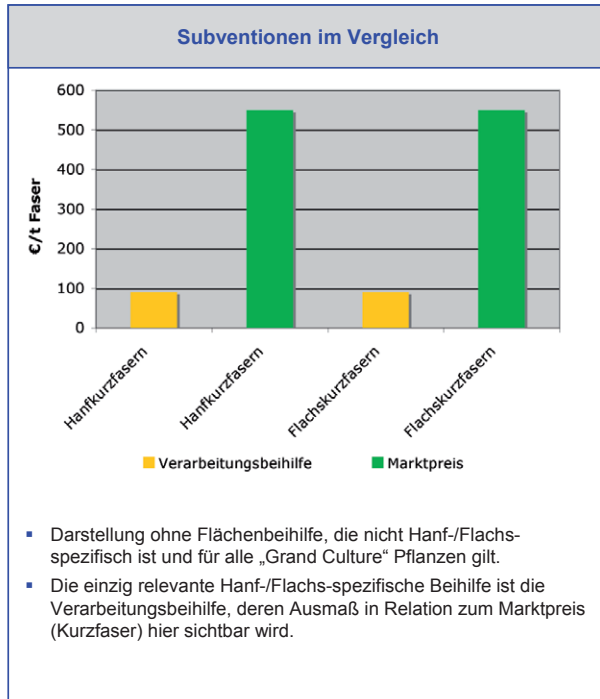
	Langfasern	Kurzfasern
	Garantiemengen t	Garantiemengen t
BE	13.800	10.350
CZ	1.923	2.866
DK		5.000
DE	300	12.800
EE	30	42
GR		
ES	50	20.000
FR	55.800	61.350
IR		
IT		
CY		
LV	360	1.313
LT	2.263	3.463
LU		
HU		2.061
MT		
NL	4.800	5.550
AT	150	2.500
PL	924	462
PT	50	1.750
SI		
SK	73	189
FI	200	2.250
SE	50	2.250
UK	50	12.100
Total	80.823	146.296

Quelle: EU/BMELV, 2006

Eckdaten

- Als „Grand Culture“ bekommen Flachs- und Hanf-Bauern die in der EU für alle großen Kulturen übliche Flächenbeihilfe, die zukünftig in eine „Farmbeihilfe“ umgewandelt werden soll. Um diese Beihilfe zu erlangen, muss der Landwirt einen Verarbeitungsnachweis mit einem (zugelassenen) Erstverarbeiter erbringen.
- Als einzige „besondere“ Beihilfe erhalten die Erstverarbeiter von Flachs und Hanf eine Verarbeitungsbeihilfe.
- Die Verarbeitungsbeihilfe liegt für Langfasern (Flachs) bei 200 € pro Tonne und für Wirrfasern (Flachs und Hanf) bei 90 € pro Tonne. Die Verarbeitungsbeihilfe ist an Quoten gebunden (siehe Tabelle), um die Gesamtausgaben zu begrenzen.
- Ernst & Young 2005 schlagen in ihrer Studie eine radikale Reform der Verarbeitungsbeihilfe vor („Single aid“ - eine einheitliche Verarbeitungsbeihilfe für Kurz- und Langfasern), um jetzige Marktverzerrungen zwischen Flachs und Hanf zu beenden und den Nachweisaufwand zu reduzieren.
- Vermutlich wird die jetzige Verarbeitungsbeihilfe, die an sich im letzten Jahr ausgelaufen ist, um weitere zwei Jahre verlängert (Entscheidung im Sommer 2006), um dann später - auch in Einklang mit der WTO - einer größeren Reform zu unterzogen zu werden.
- Insgesamt wurden die Beihilfen für Flachs und Hanf über die letzten 10 Jahre deutlich abgesenkt und ein Missbrauch der Beihilfen (z.B. in den 90er Jahren in Spanien und Großbritannien) wirkungsvoll verhindert.

Im Vergleich zu anderen Nawaro haben Flachs und Hanf ein relativ geringes Subventionsniveau



2.2.3 Verfahren, Anwendungen, Markt und Wettbewerb

2.2.3.1 Verfahren und Anwendungen NFK

2.2.3.2 Verfahren und Anwendungen WPC

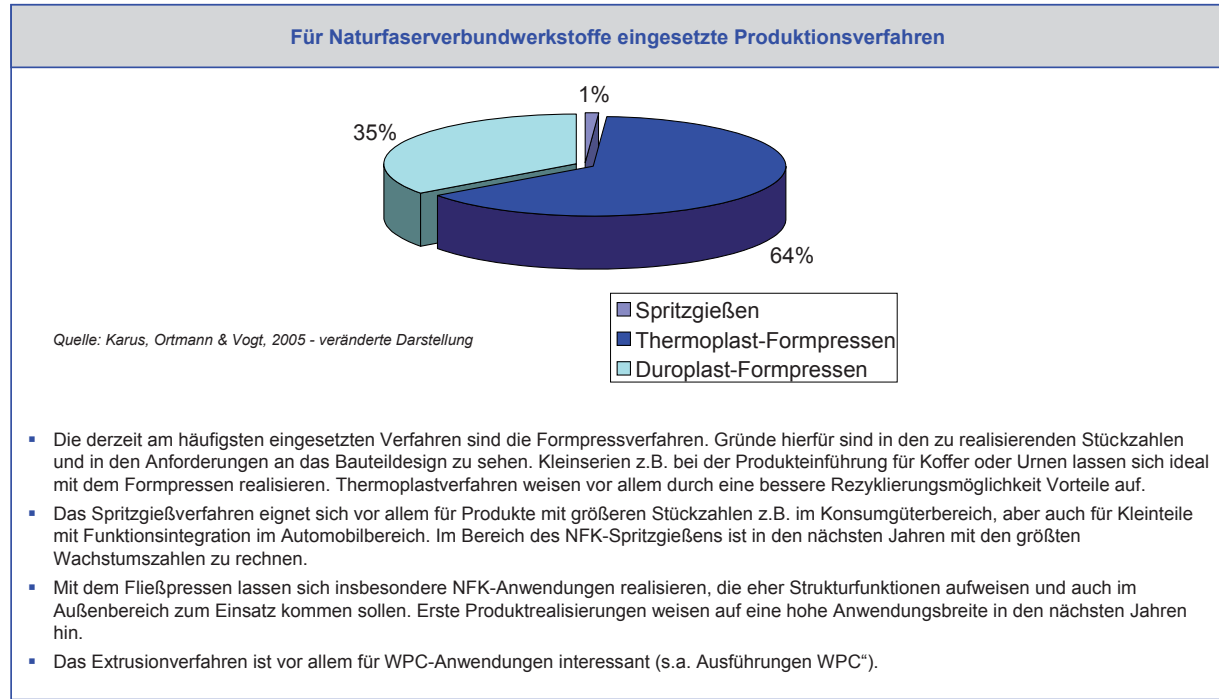
2.2.3.3 Markt und Wettbewerb holz- und naturfaserverstärkte Kunststoffe

2.2.3.1 Verfahren und Anwendungen NFK

Viele erfolgreiche Serienanwendungen verschiedenster Verfahren weisen die Serientauglichkeit dieser Werkstoffe nach

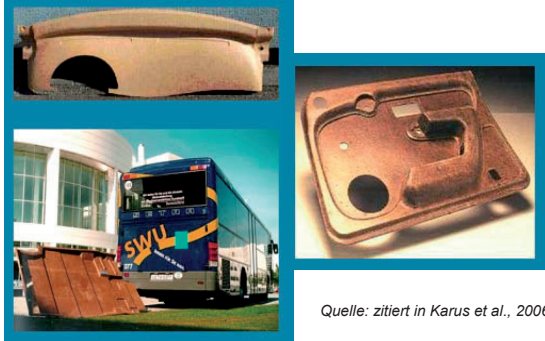
Verfahren und Anwendungen	NFK: vier wesentliche Verarbeitungsverfahren
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bauteile aus naturfaserverstärkten Kunststoffen werden schon heute in den verschiedensten Verarbeitungsverfahren hergestellt. ▪ In den letzten Jahren kamen hauptsächlich Press- und Extrusionsverfahren zum Einsatz. Die Anwendungen bestanden insbesondere aus Verkleidungsteilen für den automobilen Innenraum (holz- und basfaserverstärkte Thermo- und Duroplaste) sowie Terrassenbeplankungen (Holzmehl gefüllte Thermoplaste). ▪ Inzwischen stehen aber auch qualitativ hochwertige Spritzgussgranulate zur Verfügung. Erstes Serienbauteil im Automobil ist hier ein Sitzhaken, der mit der gepressten NFK-Sitzschale verschweißt wird. ▪ Darüber hinaus gibt es bereits zahlreiche nicht automobiler Anwendungen wie Schleifscheiben, CD-Trays, Fensterrahmen, Spielzeug etc., die zum Teil auch schon in Serie produziert werden. ▪ Die erste Serien-Außenanwendung mit NFK im Automobil wurde mit Hilfe der Fließpresstechnik realisiert.
<p style="text-align: center;"><i>Quelle: zitiert in Karus et al., 2006</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Formpressen => Türverkleidung ▪ Extrusion => Terrassendielen ▪ Spritzguss => Sitzretainer ▪ Fließpressen => Unterboden 	

Bei NFK stellen die Formpressverfahren derzeit den Schwerpunkt dar, Innovationen im Bereich Spritzgießen und Fließpressen zeichnen sich ab



NFK-Formpressen: Das zurzeit erfolgreichste Verfahren für NFK insbesondere im Bereich Automobil

Anwendungen NFK-Formpressen im Automobil



Quelle: zitiert in Karus et al., 2006

- Hinsichtlich der Verarbeitung naturfaserverstärkter Kunststoffe (NFK) zählt das Formpressen zu den wichtigsten Verfahren. NFK-Formpressteile können sowohl mit thermoplastischer als auch duroplastischer Matrix produziert werden.

NFK: Formpressverfahren im Detail

- Beim duroplastischen Formpressen wird ein Nadelfilz aus 100 % Naturfasern, oftmals aus Mischungen unterschiedlicher Naturfasern, mit einem duroplastischen Harzsystem besprüht oder getränkt und anschließend im Formpressverfahren zum Bauteil umgeformt.
- Beim thermoplastischen Formpressen werden überwiegend Filze als Halbzeuge eingesetzt, bei denen zunächst Natur- und Polymerfasern miteinander vermischt, verkrepelt und anschließend mechanisch verfestigt werden (Vorteile: homogene Durchmischung sowie einfache Handhabbarkeit).
- Die Halbzeuge werden zunächst durch Erwärmung außerhalb des eigentlichen Formwerkzeuges plastifiziert. Anschließend wird die erwärmte Formmasse in einem zweiten Teilschritt (Formgebung) im Formwerkzeug zum Formteil umgeformt. Beim Formpressen ist der Zuschnitt dabei in etwa so groß wie die Abwicklung des Formteils. Beim Schließen des Werkzeugs wird der Werkstoff verdichtet und geformt, größere Fließvorgänge finden nicht statt. Die Umformung wird von gleichzeitigem Abkühlen begleitet, welches zum Erstarren der Formmasse führt.
- Aufgrund ihres natürlichen Ursprungs reagieren Naturfasern im Vergleich zu Glasfasern gegenüber thermischer Einwirkung viel empfindlicher. Somit erfordert das Vorheizen von NFK eine weitaus schonendere Temperaturführung.

NFK-Formpressen: wirtschaftlich interessant für Stückzahlen bis 100.000 und das nicht nur im Automobilbereich sondern auch im Konsummarkt

Anwendungen NFK-Formpressen außerhalb Automobil



Quelle: zitiert in Karus et al., 2006

- Koffer
- Geigenkoffer

Vorteile NFK-Formpressen

- Das Formpressen ist wirtschaftlich insbesondere für mittelgroße Stückzahlen (bis ca. 100.000 Stck./Jahr) und großflächige Bauteile interessant, da die Werkzeugkosten deutlich günstiger als beim Spritzgießen ausfallen. Dem Trend der Automobilhersteller, eine Vielzahl von Nischenmodellen anzubieten, kommt daher das Formpressverfahren entgegen.
- Neben dem wirtschaftlichen Aspekt zeichnen sich die formgepressten NFK-Bauteile durch interessante Eigenschaften aus. Die formgepressten Naturfaserbauteile profitieren insbesondere von der geringen Dichte der Naturfasern. Da in der Fertigung üblicherweise bestimmte Bauteilstärken nicht unterschritten werden, auch wenn die mechanischen Anforderungen dies eigentlich zuließen, kommt dieser Eigenschaft speziell bei den großflächigen Bauteilen eine beträchtliche Bedeutung zu. Darüber hinaus sind die NFK-Bauteile durch die beim Formpressverfahren kontrollierbare Porosität in gewissem Maße luftdurchlässig. Dies führt zu einer sehr guten Kaschierbarkeit der NFK-Pressbauteile. Zu guter Letzt sei hier noch die geringe Splitterneigung der Bauteile erwähnt.

NFK-Fließpressen: Ein neues innovatives Verfahren mit ersten Anwendungen im Außenbereich des Automobils

NFK-Fließpress-Anwendungen



Quelle: zitiert in Karus et al., 2006

- Das erste im Fließpressverfahren hergestellte Serienbauteil aus naturfaserverstärkten Kunststoffen wird im LFT Verfahren hergestellt. Dieses ist für Naturfasern insbesondere wegen der geringeren thermischen Belastung dem GMT Verfahren vorzuziehen. Bei duroplastischen Matrices lassen sich die Halbzeuge hingegen ohne thermische Belastung herstellen. Inzwischen wird erstmalig ein Prototyp-Karosseriebauteil aus einem hanffaserverstärkten duroplastischen Harzsystem auf der Basis von Pflanzenöl in einem Außenteil für einen Bus eingesetzt. Das im SMC-Verfahren hergestellte Bauteil basiert vollständig auf nachwachsenden Rohstoffen.

Vorteile NFK-Fließpressverfahren

- Sheet-Moulding-Compounds (SMC) werden im Fließpressverfahren aus flächigen, reaktionsharzprägnierten Fasergelegen erzeugt. In der Regel werden dabei Glasfasern eingesetzt. Für den Bauteilhersteller bietet das Verfahren den Vorteil, dass ein komplett mit Reaktionsharz, Härter, Verstärkungsfasern und Füllstoffen ausgestattetes Halbzeug bezogen und direkt weiterverarbeitet werden kann. Weiterhin besteht die Möglichkeit, neben Duroplasten auch Thermoplaste im Fließpresseverfahren einzusetzen.
- Beim Fließpressen sind die Zuschnitte im Gegensatz zum Formpressen kleiner als das Formteil. Erst beim Schließen des Werkzeugs wird unter Druck und Temperatur die Kavität vollständig gefüllt. Es kommt dabei zu ausgeprägten Fließvorgängen der Faser/Kunststoffmasse im Werkzeug. Dies ermöglicht eine im Vergleich zum Formpressen größere Gestaltungsfreiheit. Aufgrund der höheren Verarbeitungsdrücke sind die Investitionskosten aber auch höher als beim Formpressen. Im Vergleich zum Spritzgießen zeichnen sich Formpressteile durch bessere mechanische Eigenschaften aus, die sich aus den längeren erreichbaren Faserlängen ergeben.
- Beim Fließpressen glasfaserverstärkter Kunststoffe finden sowohl thermoplastische und duroplastische Halbzeuge (GMT, SMC) als auch direktverarbeitete Plastifikate Verwendung (LFT).

NFK-Spritzgießen: Ein Verfahren mit hohen Potenzialen für neue Anwendungen auch außerhalb des Automobilbereichs

Vorteile NFK-Spritzgießen



Quelle: zitiert in Karus et al., 2006

- Geringer Verzug
- Gute Temperaturwechselbeständigkeit
- Niedrige Verarbeitungstemperatur
 - Geringer Energiebedarf
 - Geringe Zykluszeit
 - Geringe Textilschädigung beim Hinterspritzen
- Keine Abrasion

NFK-Spritzgießverfahren

- Das Spritzgießen ist das für thermoplastisch verarbeitbare Kunststoffe bei weitem wichtigste Verfahren zur Herstellung von Formteilen. Fertigteile von weniger als 1 mg bis zu mehr als 10 kg können mit Zykluszeiten von Sekunden bis zu mehreren Minuten mit einem Minimum an Nachbearbeitungsaufwand hergestellt werden.
- Die rieselfähige Formmasse wird in Form von Granulat – oder seltener von Pulver – über einen Massetrichter der rotierenden und beheizten Schnecke zugeführt. Die Formmasse wird während der Beförderung zur Schneckenspitze durch die Wärme und Friktion aufgeschmolzen. Vor der Schneckenspitze bildet sich dann ein Polster aufgeschmolzener Masse, welches die Schnecke wieder rückwärts schiebt. Wenn das so erzeugte Massepolster zur Erstellung des Formteils ausreicht, wird die Schneckenrotation gestoppt, die Schnecke vorgeschoben und dabei die Schmelze in ein üblicherweise temperiertes Werkzeug gedrückt. Der sich aufbauende Druck beträgt mehrere 100 bar und wird bis zur Erstarrung der Schmelze im Werkzeug bzw. bis zum Versiegeln des Angusspunktes im Werkzeug aufrechterhalten.
- Der so erzeugte Spritzling wird dem anschließend geöffneten Werkzeug entnommen bzw. mit Auswerferstiften bzw. -latten oder Druckluft ausgestoßen. Aufgrund des hohen Aufwands für Maschine und Werkzeug kommt das Spritzgussverfahren insbesondere bei sehr großen Stückzahlen und sehr komplexen oder präzisen Bauteilen zum Einsatz.

NFK-Spritzgießen: Unter optimaler Prozessführung lassen sich Bauteile mit hervorragenden Eigenschaften erzielen

Realisierte NFK-Spritzguss-Bauteile	Vorteile NFK-Spritzguss
<div data-bbox="256 294 703 639" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="472 647 703 664">Quelle: zitiert in Karus et al., 2006</p> <ul data-bbox="193 667 766 899" style="list-style-type: none"> ▪ Messflansch ▪ Schleifscheibe ▪ Sitzretainer ▪ Lüfterrotor <ul data-bbox="193 768 766 899" style="list-style-type: none"> ▪ Seit einiger Zeit sind auch naturfaserverstärkte Spritzgießgranulate kommerziell erhältlich. Im Moment wird dabei hauptsächlich Polypropylen als Matrix verwendet. Aufgrund der Sensibilität der Naturfasern gegenüber Wärmeeinwirkung werden diese bei sehr niedrigen Temperaturen von 175–190 °C verarbeitet. 	<ul data-bbox="815 292 1385 667" style="list-style-type: none"> ▪ Dies bringt neben möglichen Problemen mit der Fließfähigkeit allerdings auch folgende Vorteile mit sich: <ul data-bbox="868 344 1262 423" style="list-style-type: none"> - geringer Energiebedarf, - geringe Zykluszeit, - geringe Textilschädigung beim Hinterspritzen ▪ Die Bauteile zeichnen sich darüber hinaus durch geringe Verzugsneigung und gute Temperaturwechselbeständigkeit aus. ▪ Im Gegensatz zu glasfaserverstärkten Materialien gibt es keine Probleme mit Abrasion und starker Anisotropie der Bauteile. ▪ Bisher werden erst relativ wenige Naturfaserverstärkte Spritzgussbauteile in Serie gefertigt. Dies sind z.B. CD Hüllen, Automobilkleinteile und Schleifscheibenrücken. Dies liegt sicherlich daran, dass die Granulate erst seit relativ kurzer Zeit in größeren Mengen zur Verfügung stehen. Die Anzahl der sich in Entwicklung befindlichen Bauteile ist bereits weitaus größer.

Erste Serienanwendungen bei „Gehäusen“ aus naturfaserverstärkten Nawaro-Polymeren konnten im Konsumgüterbereich realisiert werden

Spritzgussanwendung aus PLA/Kenaf

Quelle: IBAW, 2005

Quelle: NEC, 2006

Quelle: anonym, 2006

Quelle: NEC & UNITIKA

- **Produkt:** Gehäuse eines Mobilfunkgeräts
- **Naturfasern:** Kenaffasern / Faseranteil ca. 20 %
- **Kunststoff:** PLA (Polymerwerkstoff auf der Basis von Polymilchsäure) aus Maisstärke
- **Verfahren:** Spritzguss
- **Realisierung:** Japan durch die Unternehmen NEC und UNITIKA

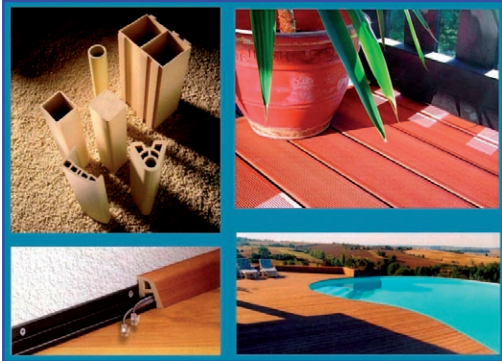
Formpressenanwendung aus PLA/Hanf

Quelle: Frenzel, 2006

- **Produkt:** Schmuckurne
- **Naturfasern:** Hanffasern / Faseranteil ca. 50 %
- **Kunststoff:** PLA (Polymerwerkstoff auf der Basis von Polymilchsäure) aus Maisstärke
- **Verfahren:** Formpressen
- **Realisierung:** Deutschland durch die Unternehmen Frenzel und Jakob Winter GmbH

Extrusion: Das Verfahren, das den WPC-Anwendungen zum Durchbruch verholfen hat

Realisierte NFK-Extrusion-Bauteile



Quelle: zitiert in Karus et al., 2006

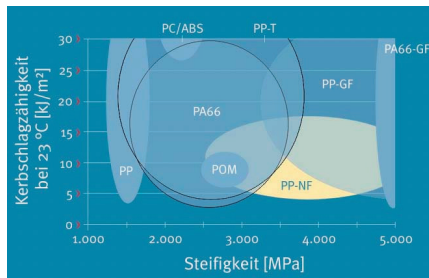
- Profile
- Terrassendielen
- Fußleisten
- Schwimmbadverkleidung

NFK-Extrusion-Verfahren

- Unter Extrudieren wird das kontinuierliche Aufschmelzen von Kunststoff-Formmassen und Austragen durch eine formgebende Düse mit anschließender Abkühlung zur Herstellung von Halbzeugen wie Profilen, Platten oder Folien verstanden. Es können Ausstoßleistungen von mehr als 1.000 kg/h erreicht werden. Als Rohstoff kommen Kunststoffe in Granulatform, als Pulver oder auch als Mischungsrezeptur in Frage, da viele Extrusionseinrichtungen auch Compoundieraufgaben übernehmen können. Zum Aufbereiten der Schmelze und zum Druckaufbau gibt es verschiedene Verfahren und Extruderbauformen.
- Wood-Plastic-Composites (WPC): Im Bereich der naturfaserverstärkten Kunststoffe ist das Extrusionsverfahren vor allem für holzmehl- und holzfaserverstärkte Thermoplaste relevant. Aus diesem WPC werden zurzeit in Nordamerika und Japan sehr große Mengen (> 750.000 t/Jahr) an Terrassendielen („deckings“) und Fassadenbauteilen hergestellt. Der Holzanteil kann bei extrudierten WPCs über 80 % liegen. In Deutschland hat diese Produktgruppe bis heute noch keine große Relevanz, hat in den letzten Jahren aber durch große Wachstumsraten von sich Reden gemacht (nova-Institut 2006). WPC zeichnet sich vor allem durch den niedrigen Preis in Zusammenhang mit recht guter Steifigkeit aus. Es ist möglich, die Produkte mit einer holzähnlichen Optik und Haptik auszurüsten und zielt damit eher auf Anwendungen, für die bisher traditionelle Holzwerkstoffe (dampfdruckimprägniertes Holz oder Tropenholz) verwendet wurden.

NFK weisen im Vergleich zu konventionellen Polymerwerkstoffen interessante mechanische und thermische Eigenschaften auf

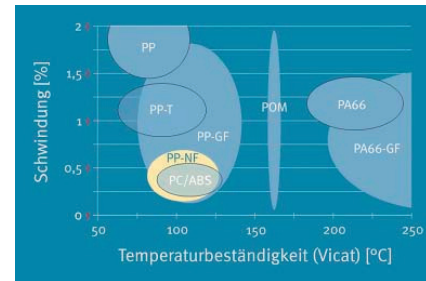
Wichtige mechanische Eigenschaften im Vergleich



Quelle: Karus et al., 2006

- Naturfasern führen wie z.B. auch Glasfasern zu einem deutlichen Anstieg der Steifigkeit. Die NFK können dabei in Punkto Steifigkeit mit einigen glasfaserverstärkten Compounds gleicher Matrix konkurrieren, können aber die maximalen mit Glasfaserverstärkung möglichen Werte nicht erreichen. Es lassen sich jedoch höhere Steifigkeiten erzielen als mit Füllstoffen wie z.B. Talkum.
- Es wird aber auch die im Vergleich zu anderen Füll- und Verstärkungsstoffen relativ niedrige Kerbschlagzähigkeit aufgezeigt, die durch entsprechende Modifikation verbessert werden kann. In Kombination mit der relativ großen Steifigkeit führt dies zu einem recht spröden Materialverhalten. Dies ist bei der Wahl der Anwendungen auf jeden Fall zu beachten.

Wichtige thermische Eigenschaften im Vergleich



Quelle: Karus et al., 2006

- Bei naturfaserverstärktem PP steigt die Einsatztemperatur gegenüber dem unverstärkten Werkstoff an. Die NFK liegen dabei über den Werten von PP-T, erreichen jedoch nicht ganz die von PP-GF.
- Ein sehr positives Verhalten zeigen die NFK im Hinblick auf die Schwindungswerte. Hier ist eine deutliche Verringerung der Schwindung im Vergleich zu unverstärktem PP zu verzeichnen. Im Vergleich PP-GF zeigen NFK ein recht isotropes Schwindungsverhalten.
- PP-NF hat die Eignung, als Substitut für PC/ABS genutzt zu werden, wenn es insbesondere auf die Maßhaltigkeit ankommt. Die geforderten Einsatztemperaturen des PC/ABS können dabei vom PP-NF ebenfalls erreicht werden..

2.2.3.2 Verfahren und Anwendungen WPC

WPC: Neuer Werkstoff für die Kunststoff- und Holzindustrie

Bestandteile WPC

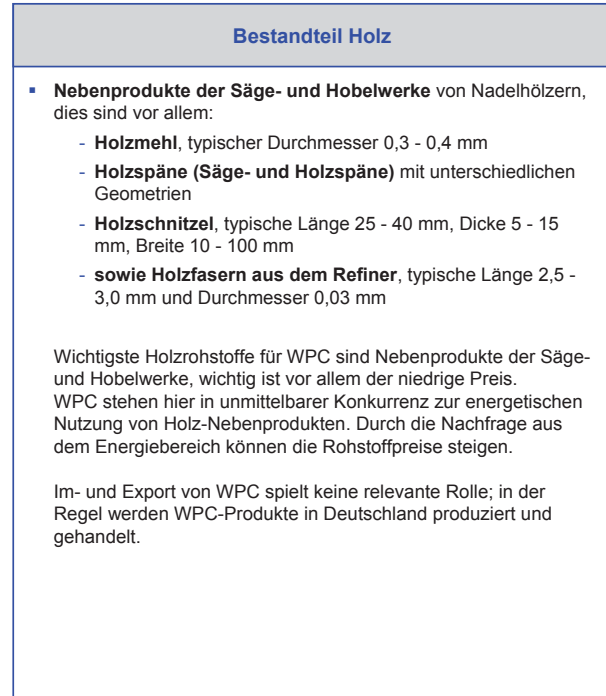
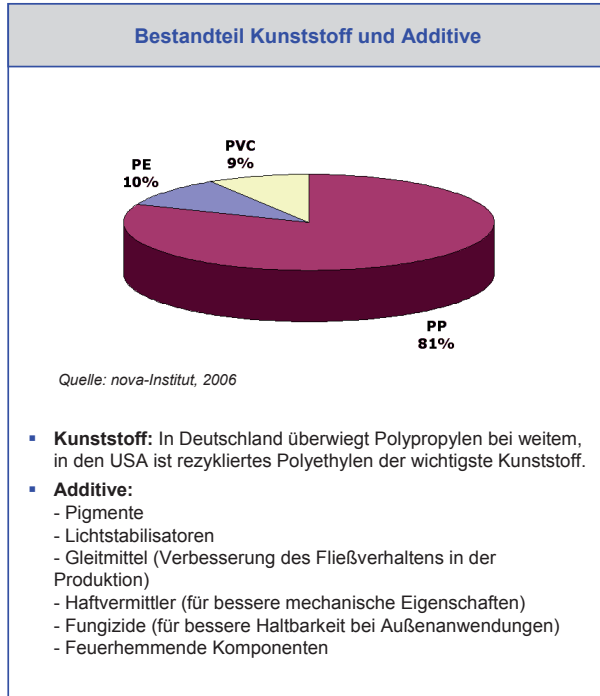


- **Holz** (Anteil 20 - 90%): Holzmehl, -späne, -schnittel oder -fasern.
- **Kunststoff** (Anteil 10 - 70%): Polyethylen, Polypropylen, PVC oder auch Bio-Polymere - auch Recycling-Kunststoffe; Anteile in Deutschland, siehe nächste Folie.
- **Additive** (Anteil 5 - 10%): Diverse z.B. für UV-Beständigkeit, Witterungsbeständigkeit, Farben ...

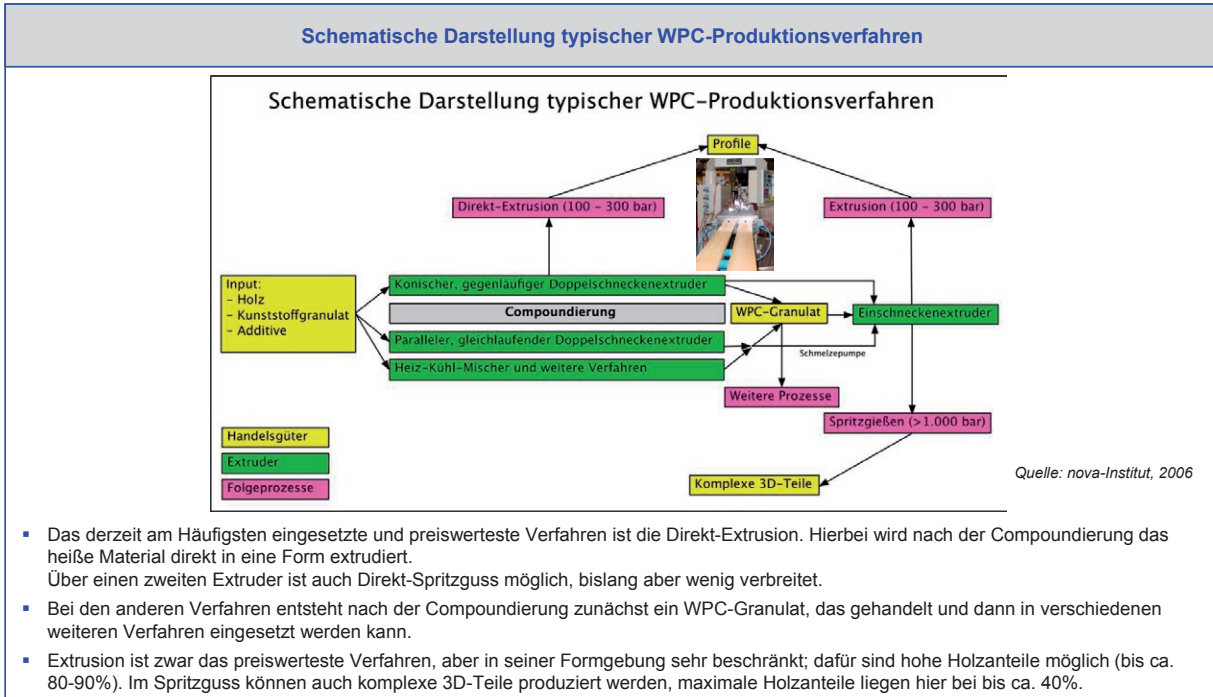
Definiton und Innovation WPC

- **Definition:** Wood-Plastic-Composites (WPC) sind thermoplastisch verarbeitbare Verbundwerkstoffe, die aus unterschiedlichen Anteilen von Holz, Kunststoffen und Additiven bestehen und durch thermoplastische Formgebungsverfahren, wie z.B. Extrusion, Spritzgießen oder Presstechniken, verarbeitet werden. (nova-Institut 2006)
- **„Hochzeit“** zwischen Holz- und Kunststofftechnologie, beide Branchen betreten mit WPC Neuland.
- **Holzwerkstoffindustrie:** Produktion von WPC auf Extrudern und Spritzgießmaschinen, den Standardmaschinen der Kunststoffindustrie, ist der Holzindustrie fremd und verglichen mit der Produktion von Holzplattenwerkstoffen langsam und teuer - aber: freie Formbarkeit und bessere Witterungsbeständigkeit ohne spätere Behandlung mit Holzschutzmitteln -> Neue Anwendungsfelder.
- **Kunststoffindustrie:** Werkstoff Holz mit seinen Qualitätsschwankungen, Staub- und Feuchteproblemen ist der Kunststoffindustrie fremd - bietet aber potenzielle Kostenvorteile!
- **WPC** stellen für beide Branchen eine Herausforderung dar.

WPC Material-Mix in Deutschland



WPC-Produktionsverfahren im Überblick



- Das derzeit am Häufigsten eingesetzte und preiswerteste Verfahren ist die Direkt-Extrusion. Hierbei wird nach der Compoundierung das heiße Material direkt in eine Form extrudiert. Über einen zweiten Extruder ist auch Direkt-Spritzguss möglich, bislang aber wenig verbreitet.
- Bei den anderen Verfahren entsteht nach der Compoundierung zunächst ein WPC-Granulat, das gehandelt und dann in verschiedenen weiteren Verfahren eingesetzt werden kann.
- Extrusion ist zwar das preiswerteste Verfahren, aber in seiner Formgebung sehr beschränkt; dafür sind hohe Holzanteile möglich (bis ca. 80-90%). Im Spritzguss können auch komplexe 3D-Teile produziert werden, maximale Holzanteile liegen hier bei bis ca. 40%.

Exemplarische Anwendungen von WPC

Extrusion: Bodenbeläge, Geländer, Gartenmöbel, Fußleisten



Spritz- und Rotationsguss: Möbel und Autoindustrie



WPC sind nur in speziellen Anwendungen konkurrenzfähig

Wichtigste Eigenschaften im Vergleich
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gegenüber konventionellen Holz-Plattenwerkstoffen + Formbarkeit des Werkstoffs + größere Feuchteresistenz - höhere Produktions- und damit Produktkosten ▪ Gegenüber synthetischen Kunststoffen + Niedriger Preis (bei hohen Holzanteilen wenig Erdöl-abhängig) + Haptik & Optik (je nach Einsatz) + Natur-Image (je nach Einsatz) ▪ Mechanische Eigenschaften: Gute Steifigkeit, meist ausreichende Festigkeit, gute Formstabilität, Schwächen bei Schlagzähigkeit <ul style="list-style-type: none"> - Eigenschaften hängen vor allem von der Wahl des Holzrohstoffs sowie der Haftvermittler ab. - Schlechteste Eigenschaften bei Verwendung von Holzmehl (sehr preiswert), beste Eigenschaften mit Holz-Refiner-Fasern - diese sind aber auch vergleichsweise teuer - Gegenüber bastfaserverstärkten Kunststoffen erheblich geringere Festigkeiten (außer bei besten Holz-Refiner-Fasern). ▪ Ökonomie: Gegenüber konventionellen Holz-Plattenwerkstoffen sind WPC ökonomisch nicht konkurrenzfähig. Werden besondere Eigenschaften gefragt, wie z.B. Witterungsbeständigkeit oder spezielle Formgebung (bei konv. Holzwerkstoffen nur mit teurer Nachbearbeitung), sind WPC preislich interessant. ▪ Ökologie: Im Vergleich zu reinen Kunststoffprodukten oder auch Tropenholz ökologische Vorteile für WPC.

Wichtigste Verfahren, Anwendungen und Kunden					
Branche / Verfahren	Hausbau, Baumärkte	Möbel-Industrie	Auto-industrie	Elektro-industrie	Spielzeug
Extrusion	++	++	0	+	+
Spritzguss	0	+	++	++	++
Form- und Fließpressen	0	+	++	+	0
Aktuelle Marktgröße	++	+	++	0	0
Markttrend	++	++	+	+	+
Anmerkungen	Endkundenmarkt Neue Produkte	Endkundenmarkt Neue Produkte	Industriemarkt Preis	Industriemarkt Preis	Endkundenmarkt Andere Haptik & Optik

++: sehr wichtig bzw. sehr groß/steigend, +: wichtig bzw. groß/steigend, 0: weniger wichtig bzw. klein.

2.2.3.3 Markt und Wettbewerb holz- und naturfaserverstärkte Kunststoffe

Einsatz von NFK und WPC in vier Marktsegmenten mit Potenzial (2020) > 1,6 Mrd. Euro und z.T. sehr attraktiven Wachstumsraten

Marktüberblick NFK/WPC

Marktsegmente und Charakteristik:

- Zwei reifere, große und zwei kleine schnell wachsende Marktsegmente für NFK/WPC Werkstoffe
 - Interieur/Exterieur Automobil PKW
 - Interieur/Exterieur Transport (NFZ, Schiene, Wasser, Luft)
 - Dauerhafte Produkte in der Konsumgüterindustrie
 - Profile in der Bau- und Möbelindustrie
- Marktpotenzial 2010 ca. 350.000 t NFK/WPC bzw. 1,2 Mrd. € mit Wachstumsraten von 2%-18%
- Absatz und Einkommenspotenzial für die deutsche Land- und Forstwirtschaft für 2010 ca. 120.000 t Holznebenprodukte und 70.000 t Naturfasern, insgesamt ca. 40 Mio. €
- Durch steigende Erdöl-/Kunststoffpreise zunehmendes Interesse an NFK/WPC

Kalkulationsgrundlagen:

- Preisabschätzungen auf der Basis von Granulat- bzw. Zwischenprodukt-(Halbzeug-)Preis, nicht Endproduktpreis!
- Annahmen: WPC/NFK-Granulate 1,50 €/kg (für Extrusion, Spritzgießen, Fließpressen), Formpressteile: 5 €/kg (spätere Prozessstufe als Granulat)
- Im Durchschnitt wurde bei NFK/WPC ein Fasergehalt von 50% angesetzt, bei WPC 60% und bei NFK 40%.
- Faserpreis: 550 €/t, Holznebenproduktpreis: 20 €/t
- Alle Angaben auf Basis Preisstand 2005

Industriestrukturen und Wettbewerb

- Struktur der Kunststoffindustrie in Deutschland 2005
 - Kunststoffherzeuger (50 Unternehmen in Deutschland, Umsatz 21,0 Mrd. €)
 - Substrate-Supplier (kleine und mittelständische Firmen)
 - Kunststoffverarbeiter (2.800 Unternehmen in Deutschland, Umsatz 44,8 Mrd. €)
 - WPC-Produzenten: Mittelständler und kleine Unternehmen aus der Holzindustrie ohne Know-how in Bezug auf Compondieren, Extrusion und Spritzgießen. Aktuell finden erhebliche Investitionen der Marktführer statt, eine deutliche Erhöhung der deutschen WPC-Produktion wird erwartet.
 - Im Holzwerkstoffbereich sind Sägenebenprodukte und Industrieholz die wichtigsten Rohstoffe, die von einigen großen Werken und vielen kleinen Unternehmen produziert und geliefert werden
 - Maschinenbau (800 Unternehmen in Deutschland, Umsatz 7,8 Mrd. €)
 - Automobilindustrie (7 Hersteller und ca. 30 mittelständische bis große Automobilzulieferer im Bereich NFK/WPC in Deutschland)
- Kunststoff-Granulat-Hersteller sind i.d.R. Großchemie mit einer Nähe zur petrochemischen Industrie.
- Abnehmer haben häufig eine starke Position (z.B. Handelsketten, Automobilzulieferer und -hersteller etc.).
- Kosten für Produkte sind extrem transparent, hohe Preissensibilität und insgesamt unter hohem Druck stehende Profitmargen.

Maturiertes, großes Marktsegment; steht unter starkem Preisdruck, nimmt aber technologisch eine Vorreiterrolle ein

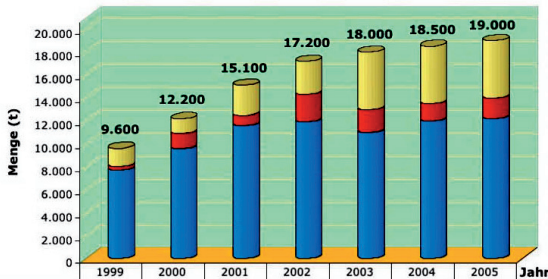
Marktsegment Interieur und Exterieur Automobil PKW

- Bei den Substrate-Suppliern (NF, NF-Vliese und -Filze, NF-Granulate, WPC, teilweise auch bei Stärke und PLA) handelt es sich um kleine und mittelständischen Unternehmen; die Weiterverarbeitung zu Verbundwerkstoffen erfolgt meist durch international tätige Großunternehmen (Systemlieferanten, „Tier-One Supplier“); deren Abnehmer sind die oligopol strukturierten Automobilhersteller „OEM's“)
- Die Automobilindustrie ist ein typisches Beispiel für das Phänomen des sog. Supply-Chain-Pressure (= Anpassungsdruck auf die Angebotskette). Alle den Automobilherstellern (OEM's) vorgelagerten Stufen werden zu „Durchreichern“ der Vorgaben an die ihnen jeweils vorgelagerte Stufe. Die einzelnen kleinen Anbieter müssen sich gemäß ihrer individuellen Kostenfunktion ihre Mengen und Verfahrenstechnik gewinnoptimal den vorgegebenen Preisen, Nachfragemengen und Qualitäten anpassen. Das gilt ganz besonders auch für neue Nawaro-Werkstoffe (Karus et al. 2004).
- Entwicklungsarbeiten und auch die Produktion verlagern sich zunehmend auf die Zulieferer, von den OEM kommen meist nur noch „Impulse“. Dies gilt auch für die NFK-Werkstoffe, die in den 90er Jahren noch von den OEM's vorangetrieben wurden, nun haben eher die Tier-One die Rolle übernommen. Bis 2010 wird erwartet, dass 53% der Innenraumkomponenten von den Zulieferern entwickelt werden (2005: 26%).
- Andererseits können kleine Hersteller mit intelligenten, innovativen Lösungen im Sinne einer Emanzipationsstrategie auch zum Impulsgeber von unten nach oben werden, sofern sie mit ihren Produkten die aktuellen Anforderungsprofile der OME's erfüllen.
- Insgesamt ist die Automobilindustrie ein Vorreiter bei der Verwendung neuer Werkstoffe und Verfahren. So werden in der deutschen Automobilindustrie mehr NFK und WPC eingesetzt als in jeder anderen Branche. Im Bereich der Bio-Polymerwerkstoffe ist dies noch nicht so, da diese bisher einfach noch zu teuer waren. In Folge der Erdölpreise und der Skaleneffekte bei der Bio-Polymer-Produktion nähern sich die Preisniveaus an. Aktuell reges Interesse der Automobilindustrie an Bio-Polymerwerkstoffen wegen höherer Unabhängigkeit vom Erdöl.
- Gerade für Innenverkleidungsteile in der Mittel- und Oberklasse haben sich NFK als wichtiger Werkstoff etablieren können (Oberklasse: ca. 90% der entsprechenden Innenteile sind mit NF verstärkt, Mittelklasse 60% NF, unteres Marktsegment 30% mit Holzfasern (Gassan 2004)). Verfahrenstechnisch dominiert das NF-Formpressen mit über 95% Marktanteil. Die erste Außenanwendung (Kfz-Unterboden) wurde im Fließpressen realisiert. Erste PP-NF-Spritzgussteile sind in Serie, weitere werden folgen.
- Grund für den Einsatz von NFK-Bauteilen sind Funktionalität und Preiskonstanz.
- Im Jahr 2005 wurden in der deutschen Automobilproduktion etwa 30.000 t Naturfaserverstärkte Kunststoffe eingesetzt, entsprechend 19.000 t Naturfasern (davon allerdings nur geringe Anteile aus heimischen Anbau – grundsätzlich könnte der Bedarf komplett mit einheimischem Hanf und Flachs gedeckt werden); des Weiteren 36.000 t Holzfaser-Verbundwerkstoffe und 79.000 t Verbundwerkstoffe mit rezyklierten Cottonfaser (Karus et al., 2006).

NFK haben sich zu einem wichtigen Werkstoff in der Automobilindustrie etabliert, Deutschland ist hier weltweit führend

Erfolgsgeschichte NFK im Automobil

- Naturfaserverbundwerkstoffe haben sich, wie in der Grafik dargestellt, zu einem wichtigen Werkstoff für Innenverkleidungsteile im Automobilbereich entwickelt.



Jahr	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Summe	9.600	12.200	15.100	17.200	18.000	18.500	19.000
Exotische Fasern	1.548	1.279	2.618	2.895	4.995	5.000	5.000
Hanf	372	1.350	913	2.416	2.012	1.500	1.800
Flachs	7.680	9.571	11.569	11.890	10.993	12.000	12.200

Quelle: Karus et al. 2006 - ohne Cotton- & Holzfasern

Naturfaserverbundwerkstoffe in der deutschen Automobilproduktion im Jahr 2005

Naturfaser	Hauptanwendungen	Naturfasereinsatz in t	Durchschnitt NF pro Kraftfahrzeug in kg	NF-Verbundwerkstoffe in t
Naturfasern (ohne Cotton- und Holzfasern)	Innenraum von Mittel- und Oberklasse PKW	19.000	3,3 kg (PKW: 3,5 kg)	ca. 30.000
Holzfasern	Innenraum PKW und LKW	ca. 25.000	ca. 4,5 kg	ca. 36.000
Rezyklierte Cottonfasern	Innenraum PKW und Fahrerkabine LKW	ca. 45.000	ca. 8,2 kg	ca. 79.000
Gesamt	PKW & LKW	ca. 89.000	ca. 16 kg	ca. 145.000

Quelle: Karus et al. 2005a

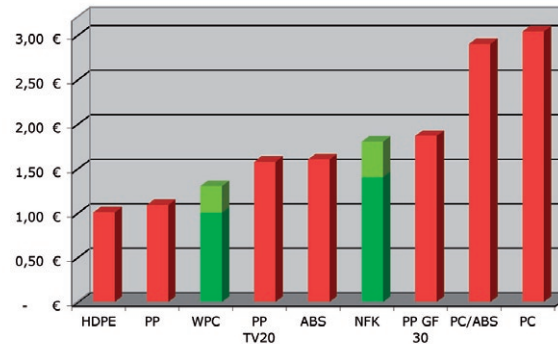
- Bei den derzeit eingesetzten Mengen pro Automobil ergibt sich - bei 16 Mio. produzierten Fahrzeugen in Westeuropa - ein Marktpotenzial von 80.000 - 160.000 t/a an Naturfasern für Formpressteile.
- Zukünftig ist damit zu rechnen, dass weitere Modelle sowohl in anderen Fahrzeugsegmenten und Verkehrsträgern als auch in anderen europäischen Ländern mit Naturfaserformpressteilen ausgerüstet werden

NFK und WPC werden von der Autoindustrie wieder aufgrund wettbewerbsfähiger Preise und Erdöl-Unabhängigkeit nachgefragt

Marktsegment Interieur und Exterieur Automobil PKW

- Die geringeren Wachstumszahlen im Vergleich zu den Vorjahren in den Jahren 2004/2005 liegen vor allem in dem extremen Kostendruck von Seiten der OEM begründet. Dieser brachte häufig ein „Zurück zu Billig-Lösungen“, wobei auch die Qualität erheblich darunter litt. Ein weiterer Grund waren niedrige Glasfaserpreise (Dumping), die sich inzwischen aber auch wieder erholt haben.
- Experten gehen aber davon aus, dass bald wieder zu einem Wachstum kommen wird, gerade auch in Kombination mit Bio-Polymeren. Aktuell setzen 20 bis 30 Zulieferer Nawaro-Werkstoffe ein. Tendenziell nimmt die Zahl der Anwender zu.
- Bei PP-NF- und WPC-Spritzguss gab es in den letzten Jahren erheblich Fortschritte und erste Werkstoffe sind heute tatsächlich technisch und ökonomisch marktreif. Ihre Produktion und Markteinführung hat begonnen.
- Im Vergleich zu den typischen Kunststoffpreisen ordnen sich die PP-NF- und WPC-Granulatpreise in etwa analog zu ihren mechanischen Eigenschaften in das Preisgefüge am Kunststoffmarkt ein. Und dass, obwohl bis heute noch recht geringe Mengen der neuen Werkstoffe produziert werden. Eine Substitution von PC/ABS durch PP-NF ist preislich sehr attraktiv.
- PP und PE bei ca. 1 €/kg
- Holz (für WPC) bei 0,13 bis 0,35 €/kg, Additive bei 3,50 – 4,00 €/kg (z.B. Haftvermittler)
- WPC-Granulate: 1,00 – 1,30 €/kg – Preise passen gut zum Eigenschaftsprofil. Bei steigenden Erdölpreisen werden WPC mit hohem Holzanteil preislich zunehmend attraktiv.
- Naturfaser (für NFK) bei 0,50 bis 0,70 €/kg, Additive bei 3,50 – 4,00 €/kg (z.B. Haftvermittler)
- NFK-Granulate: 1,40 bis 1,80 €/kg
Preise passen gut zum Eigenschaftsprofil.
- PLA-Granulate: Heute ca. 3,00 €/kg, durch Skaleneffekte in der Produktion sind zukünftig 1,50 €/kg machbar.
Mit Additiven/Fasern wird Preis in derselben Region bleiben.

Aktuelle Granulatpreise



Reifes Marktsegment, welches von dem Know-How Transfer aus der Automobilindustrie profitiert

Marktsegment Interieur und Exterieur Transport

- Die Strukturen in den weiteren Transportbereichen ähneln sich denen in der Automobilindustrie, nur dass aufgrund der erheblich geringeren Stückzahlen andere Verfahren bevorzugt werden. Formpressen kann hier z.B. aufgrund der deutlich geringeren Werkzeugkosten insgesamt preiswerter sein als Spritzgießen.
- Im LKW-Bereich werden seit langem Holz- und Cottonfasern in großen Mengen eingesetzt. Einheimische Naturfasern werden dagegen noch nicht verwendet, obwohl es technisch durchaus möglich wäre.
- In Schiene, Wasser & Luft ist es nur eine Frage der Zeit, wann NFK, WPC oder auch Bio-Polymerwerkstoffe Einzug halten. Das Know-how wird sicher aus der Automobilindustrie transferiert.

Gegenwärtig kleinstes NFK/WPC Marktsegment mit den höchsten Wachstumsraten

Marktsegment dauerhafte Produkte in der Konsumgüterindustrie

- Mengen- und umsatzstarker sowie inhomogener Markt, über dessen Struktur kaum übergreifende Aussagen möglich sind.
- Über 2.000 Kunststoffverarbeiter in Deutschland, die Konsumgüter produzieren.
- Welche Kunststoffgranulate die Verarbeiter einsetzen, hängt primär von technischen Eigenschaften, Verfügbarkeit und vom Preis ab. Biologische Abbaubarkeit ist hier nicht gewünscht (oder eine langsame nach der langen Nutzungsphase). Aktuell werden nur irrelevante Mengen an Bio-Polymeren, NFK und WPC im Konsumgütermarkt eingesetzt (z.B. einige Büroartikel). Ursache hierfür sind vor allem zu hohe Preise, unsichere Eigenschaften und Verfügbarkeiten (noch nicht im Angebot der großen Compoundeure), aber auch Informationsdefizite, da die neuen NFK-Werkstoffe bisher fast nur in der Automobilproduktion eingesetzt wurden. Allerdings ändert sich diese Wahrnehmung gerade.
- Können NFK und WPC entsprechende Eigenschaften bieten, so stehen ihnen potenziell große Teile des Konsumgütermarktes offen. Durch Skaleneffekte, verbesserte Werkstoffeigenschaften und weiter steigenden Preisen bei Erdöl-basierten Produkten wird die Wettbewerbsposition von NFK-Werkstoffen zunehmend besser.
- Auch höherwertige, technische Kunststoffe wie PC, ABS oder PC-ABS können in bestimmten Anwendungen von NFK und WPC (zukünftig auch mit Bio-Polymer-Matrix) substituiert werden, wenn z.B. geringere Schwindung/höhere Temperaturbeständigkeit von Bedeutung sind.
- Insbesondere die Funktionalität und Haltbarkeit der Produkte sollte bei den neuen Werkstoffen vergleichbar sein. Dies ist nicht leicht zu erreichen, da die petrochemischen Kunststoffen einen Entwicklungsvorsprung von einigen Jahrzehnten besitzen. Hier sind noch etlichen Entwicklungen und Optimierungen auf Seiten der NFK-Werkstoffe erforderlich, um in diesen Sektor vorzustoßen.
- Lieferanten sind auch hier die Kunststoff-Granulat-Hersteller, i.d.R. Großchemie (max. 50 Unternehmen in D) mit einer Nähe zur petrochemischen Industrie. Die Herstellung der Konsumgütern aus Kunststoff selbst ist ein ein- oder zweistufiger Prozess mit geringen Margen. Zunehmender Preisdruck, da Granulat-Preiserhöhungen der Lieferanten oft nicht vollständig an Endkunden weitergegeben werden können.
- Die Kunden sind die Endkunden (Konsumenten) von Elektrik/Elektronik-Produkten, Computern, Spielzeug, Einrichtungsgegenständen (Küche, Bad, Wohnen, Camping), sowie Gegenständen des täglichen Gebrauchs. Die Endkunden kennen NFK-Werkstoffe i.d.R. nicht. Aufgrund der vielen Hersteller und hohen Anzahl von Produkten, ist es strukturell einfach, mit den NFK-Werkstoffen zu „spielen“ und sie in den nächsten Jahren in weiteren Konsumgüter-Produktlinien zu platzieren.
- Eine wichtige Voraussetzung für eine schnelle Marktdurchdringung ist die Berechenbarkeit/Simulation der Eigenschaften der Produkte aus NFK-Werkstoffen. Hierzu sind noch F&E-Arbeiten notwendig.

Gegenwärtig noch relativ kleines Marktsegment, jedoch mit hohem Wachstumspotenzial durch den Einsatz von WPC-Profilen

Marktsegment Profile in der Bau- und Möbelindustrie

- Marktsegment mit einem Marktvolumen < 15 Mio. €, aber Wachstumsraten >60% im Zeitraum 2005-2010
- WPC stellen eine neue Werkstoff-Gruppe dar, die von ihren technischen und preislichen Eigenschaften her das Potenzial zu einem neuen Massenwerkstoff hat. Das gilt sowohl für den Konsumgüter- wie auch den Bau- und Möbelbereich.
- Die Bau- und Möbelindustrie setzt den Werkstoff Holz in sehr großen Mengen ein, allein in Deutschland 2005 6,6 Mio. t – gegenüber 2,8 Mio. t Kunststoffe. Holzwerkstoffe werden in mittelständischen und Großunternehmen in großen Mengen und mit hohem Durchsatz produziert.
- WPC-Produkte werden preislich über klassischen Holzwerkstoffen liegen. Wenn es aber um freie Formgebung oder Profile geht sowie um Witterungsbeständigkeit, können WPC punkten. In Deutschland wurden im Jahr 2005 ca. 10.000 t WPC produziert und abgesetzt, vor allem im Bereich „Decking“ (Außendielen für Veranden). Weitere Produkte sind Zäune, Schindeln, Fensterbänke oder Fußleisten. Für Profile ist die Extrusion das preiswerteste Verfahren, für komplexere Teile wie in der Möbelindustrie wird Spritzgießen und Tiefziehen verwendet.
- In den USA ist es zu zahlreichen Problemen mit der Haltbarkeit bzw. Witterungsbeständigkeit gekommen, die zu Garantieleistungen führten. Hier müssen Qualitätsstandards etabliert und ein geeignetes Marketing („Was kann das Material und was nicht“) gefunden werden. Auch ist der Werkstoff WPC vielen potenziellen Kunden noch unbekannt. Produzenten-übergreifende Kommunikation ist notwendig – und aufwändig.

WPC Einsatz in der Bau- und Möbelindustrie

	Japan	Europa	Deutschland	Nordamerika
1998	–	–	–	–
1999	14.000	–	–	–
2000	22.000	3.000	–	135.000
2002	–	15.000	–	–
2003	30.000	30.000	–	600.000
2004	–	–	5.000	–
2005	–	40.000	10.000	700.000
2006	35.000	50.000	–	–

Quelle: nova-Institut, 2006 - ergänzt

- Wichtigste Anwendungen in Nordamerika sind sog. „deckings“, das sind Bodenbeläge im Außenbereich. Markttreiber war das Verbot Kupfer/Chrom/Arsen-haltiger Holzschutzmittel, was den Schutz heimischen Holzes erheblich erschwerte. Aus Kostengründen in diesem Bereich auch Substitution von Tropenholz durch WPC.

Hersteller aus der Holzindustrie (WPC Produzenten) steigen in die Kunststoffverarbeitung und ein neues Marktsegment ein

Marktstruktur im Segment Profile in der Bau- und Möbelindustrie

- Der Bau- und Möbelmarkt ist sehr groß und heterogen, so dass verallgemeinernde Aussagen schwierig sind. Die Zahl der großen, mittleren und kleinen Produzenten ist sehr groß und der Gesamtmaterialumsatz ebenso. Für neue Werkstoffe lassen sich immer wieder neue Märkte erschließen, vor allem wenn die neuen technischen, optischen und haptischen Eigenschaften etwas Neues darstellen und der Preis stimmt. Die Möbelindustrie ist immer auf der Suche nach neuem Design, neuen Effekten und auch neuen Werkstoffen.
- WPC-Produzenten: Viele der aktuellen WPC-Produzenten – meist Mittelständler und kleine Unternehmen – stammen aus der Holzindustrie. Das Know-how in Bezug auf Compondieren, Extrusion und Spritzgießen müssen sie von der Kunststoffindustrie erwerben. Aktuell finden erhebliche Investitionen der Marktführer statt, eine deutliche Erhöhung der deutschen WPC-Produktion wird erwartet.
- Im Kunststoffbereich sind die Lieferanten die Kunststoff-Granulat-Hersteller, i.d.R. Großchemie (max. 50 Unternehmen in D) mit einer Nähe zur petrochemischen Industrie. Zunehmender Preisdruck, da Granulat-Preiserhöhungen der Lieferanten oft nicht vollständig an Endkunden weitergegeben werden können.
- Im Holzwerkstoffbereich sind Sägenebenprodukte und Industrieholz die wichtigsten Rohstoffe, die von einigen großen Werken und vielen kleinen Unternehmen produziert und geliefert werden.
- Endkunden: Bauprodukte werden über verschiedene Kanäle an den Markt gebracht. Die wichtigsten sind: Bau-, Hobby- und Heimwerkermärkte (meist Ketten), Fachmärkte (für Handwerker) und Direktvertrieb an Handwerker oder sogar Endkunden. Im Möbelmarkt steht in der Regel der Endkunde im Mittelpunkt bzw. die Möbelketten, die die entsprechenden Produkte listen.
- Endkunden kommen in unmittelbarem Kontakt mit den Baustoffen oder Möbeln; die Attraktivität des Werkstoffs, Aussehen und Haptik spielen eine wichtige Rolle, aber auch die Funktionalität.

Einsatz von NFK und WPC in vier Marktsegmenten mit Potenzial (2020) > 1,6 Mrd. Euro und z.T. sehr attraktiven Wachstumsraten

Segmente Deskriptoren	Interieur und Exterieur/ Automobil PKW	Interieur u. Exterieur / Transport*	Dauerhafte Produkte / Konsumgüter-industrie	Profile / Bau- & Möbelindustrie
Gesamtmarkt- größe 2005 in t	<ul style="list-style-type: none"> 800.000 t Gesamtmenge Kunststoffe in Fahrzeugen 600.000 t Kunststoffe in PKWs¹ 	<ul style="list-style-type: none"> 800.000 t Gesamtmenge Kunststoffe in Fahrzeugen 200.000 t Kst. Transport¹ 	<ul style="list-style-type: none"> 1,8-2,7 Mio. t Kunststoff Konsumgüter Gesamtmarkt (GM) 	<ul style="list-style-type: none"> 2,8 Mio. t Kunststoff 6,6 Mio. t Holz Gesamtmarkt Bau- und Möbelindustrie
NFK & WPC Marktgröße in t	<ul style="list-style-type: none"> 2005: 80.000 t (vor allem NF u. Holz, kein Cotton) 2010: 120.000 t ** 2020: 200.000 t ** 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: >80.000 t vor allem Cotton u. Holz 2010: 100.000 t ** 2020: 150.000 t ** 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 100 t 2010: 24.000 t ** (1% GM) 2020: 145.000 t ** (5% GM) 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 10.000 t 2010: 100.000 t ** 2020: 200.000 t ** hauptsächlich WPC
NFK & WPC Marktgröße in €	<ul style="list-style-type: none"> 2005: > 400. Mio. € 2010: 500 Mio. € 2020: 600 Mio. € 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: > 400. Mio. € 2010: 500 Mio. € 2020: 550 Mio. € 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 200.000 € 2010: 36 Mio. € 2020: 220 Mio. € 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 15 Mio. € 2010: 150 Mio. € 2020: 300 Mio. €
NFK & WPC-Markt- wachstum in % p.a.	<ul style="list-style-type: none"> 2005-2010: ca. 4,5% 2010-2020: ca. 2% 	<ul style="list-style-type: none"> 2005-2010: ca. 4% 2010-2020: ca. 4% 	<ul style="list-style-type: none"> 2005-2010: > 200% 2010-2020: ca. 18% 	<ul style="list-style-type: none"> 2005-2010: > 60% 2010-2020: ca. 7%
Absatz- u. Einkom- menspotenzial für dt. Land- /Forstwirtschaft	<ul style="list-style-type: none"> 2005: 40.000 t 2010: 60.000 t 2020: 100.000 t Je 50% NF, 50% Holznebenprodukte (Hnp) 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: >16.000 t Hnp u. >24.000 t NF 2010: 20.000 t Hnp. u. 30.000 t NF 2020: 30.000 t Hnp. u. 45.000 t NF 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 30 t Hnp und < 20 t NF 2010: 8.000 t Hnp. und 4.000 t NF 2020: 50.000 t Hnp. und 23.000 t NF 	<ul style="list-style-type: none"> 2005: < 5.000 t Hnp und < 500 t NF 2010: 60.000 t Hnp. und < 5.000 t NF 2020: 120.000 t Hnp. und < 10.000 t NF

Bei den Preisabschätzungen wurde der Granulat- bzw. Zwischenprodukt-(Halbzeug-)Preis angesetzt, nicht der Endproduktpreis!

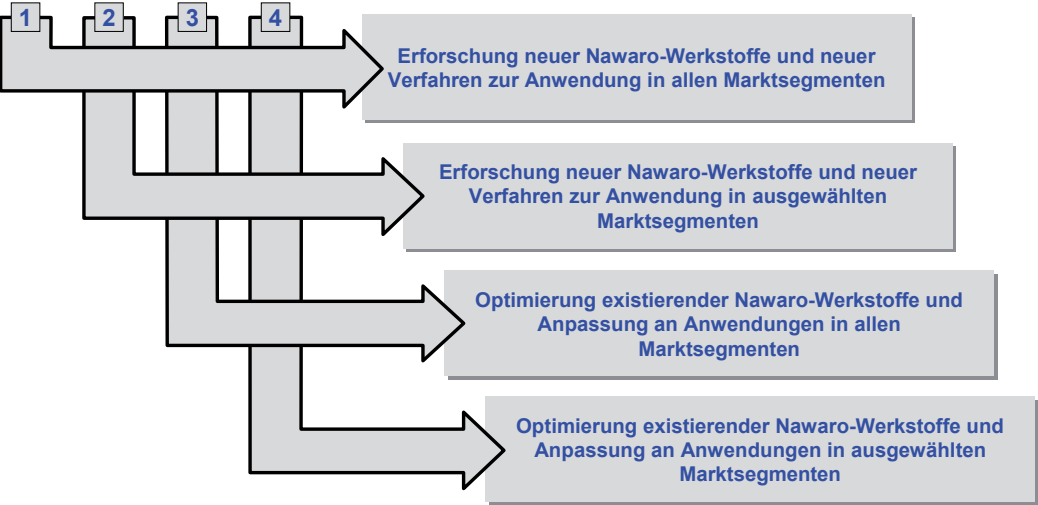
Annahmen: WPC/NFK-Granulate 1,50 €/kg (Extrusion, Spritzgießen, Fließpressen), Formpressteile: 5 €/kg (spätere Prozessstufe als Granulat)

1) Grobe Schätzung: Kunststoff PKW ca. 75%. Transport ca. 25%

*) Transport: NFZ, Schiene, Wasser, Luft **) teilweise mit Bio-Polymermatrix

3 Strategische Optionen

Für beide Werkstoffgruppen Bio-Polymerwerkstoffe und NFK/WPC gibt es je vier mögliche strategische Optionen



Die strategische Option 4 wird aufgrund der besten Chance zur Verbesserung der Marktposition von Nawaro-Werkstoffen empfohlen

Optionen	Bewertung
Erforschung neuer Nawaro-Werkstoffe und neuer Verfahren zur Anwendung in allen Marktsegmenten	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr hoher Förderaufwand und hohe Komplexität • Fokus mehr auf Forschung, weniger auf Implementierung • Bei begrenztem Budget Breitenförderung ohne die notwendige kritische Masse zur Veränderung • Förderung von Feldern, die u.U. auch ohne Unterstützung expandieren würden
Erforschung neuer Nawaro-Werkstoffe und neuer Verfahren zur Anwendung in ausgewählten Marktsegmenten	<ul style="list-style-type: none"> • Fokus mehr auf Forschung, weniger auf Implementierung • Risiko, dass Forschungsergebnisse nicht für Rohstoffe aus deutscher Land- und Forstwirtschaft anwendbar sind (gilt auch für Option 1) • Auf momentanen Marktbedarf („historische Chance“) kann nicht reagiert werden, da Zeitraum bis zur industriellen Umsetzung zu lang (gilt auch für Option 1)
Optimierung existierender Nawaro-Werkstoffe und Anpassung an Anwendungen in allen Marktsegmenten	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Aufwand für die Förderung in allen Marktsegmenten • Verbesserung der Marktposition von Nawaro-Werkstoffen aufgrund gegenwärtiger Marktnachfrage nach erdölunabhängigen Polymeren • Förderung von Feldern, die u.U. auch ohne Unterstützung expandieren würden
Optimierung existierender Nawaro-Werkstoffe und Anpassung an Anwendungen in ausgewählten Marktsegmenten	<ul style="list-style-type: none"> • Geringerer Aufwand für die Förderung von ausgewählten Marktsegmenten • Verbesserung der Marktposition von Nawaro-Werkstoffen aufgrund gegenwärtiger Marktnachfrage nach erdölunabhängigen Polymeren • Klare Fokussierung auf die den meisten Erfolg versprechenden Marktsegmente

Zielsetzung ist die kurzfristige Befriedigung der Nachfrage nach erdölunabhängigen Werkstoffen in attraktiven Marktsegmenten

Strategische Stoßrichtung

- Nawaro-Werkstoffe sind technisch weit entwickelt und die hohen Öl- und Kunststoffpreise machen sie zunehmend konkurrenzfähiger. In den letzten 12 Monaten war am Markt ein deutlich gestiegenes Interesse der Industrie festzustellen. Die Industrie ist auf der Suche nach Erdöl-unabhängigen Werkstoffen. Diese Nachfrage sollte so schnell wie möglich befriedigt werden.
- Der Schwerpunkt sollte nicht in der Erforschung neuer Polymerwerkstoffe aus Nawaro liegen, sondern in der Modifizierung und Optimierung bereits weit entwickelter und am Markt eingeführter Polymerwerkstoffe, um diese an die vielfältigen Anforderungen aus unterschiedlichen Anwendungsfeldern anzupassen.
- Die Industrie ist jetzt auf der Suche nach neuen Werkstoffen! Für die deutsche Landwirtschaft ist vor allem wichtig, dass die neuen Verfahren an heimische Rohstoffe gekoppelt werden, damit der Erfolg von Bio-Polymerwerkstoffen, NFK und WPC nicht an der heimischen Landwirtschaft vorbeigeht.
- Konkurrenzfähige Rohstoffe aus Deutschland wie Weizenstärke, Holz und Hanffasern sollten die Rohstoffe der Wahl sein. Prozesstechnische Hindernisse für diese Rohstoffe sollten gezielt überwunden werden.
- Attraktive Marktsegmente sind dauerhafte Produkte der Konsumgüterindustrie, da hier der Markt für Nawaro-Werkstoffe erst entsteht und die Automobilindustrie, da hier das meiste Know-How vorhanden ist und NFK-Anwendungen etabliert sind.

4 Szenarien

Erdölpreis, Verfügbarkeit von Holz & Verfahrenstechnik sowie Regularien sind die wesentlichen Parameter für die Szenarienbildung

Erläuterung Einfluss der Parameter	
Erdölpreis	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mit weiter steigendem Erdölpreis werden Nawaro-Werkstoffe immer konkurrenzfähiger; teilweise ist die Konkurrenzfähigkeit schon heute erreicht. ▪ Nawaro-Werkstoffe sind deutlich weniger vom Erdölpreis abhängig (in Bezug auf Produktionskosten) als die aktuell vorherrschenden Werkstoffe auf petrochemischer Basis und aus Stahl. ▪ Viele Unternehmen suchen seit den letzten Ölpreisanstiegen intensiv nach weniger Erdöl-abhängigen Werkstoffen.
weltweite Verfügbarkeit von Holz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Holz ist weltweit der wichtigste Werkstoff. Durch Verfügbarkeitsengpässe von Holz am Weltmarkt wird die Nachfrage nach anderen Nawaro-Werkstoffen, die nicht bzw. nicht ausschließlich aus Holz bestehen zusätzlich ansteigen (d.h. Substitution Holz durch andere Nawaro-Werkstoffe)
Verfahrenstechnik	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fokus der F&E Anstrengungen der letzten 50 Jahre waren petrochemische Produkte; Nawaro basierte Produkte sind eher vernachlässigt worden. Daher besteht ein erheblicher technologischer Nachholbedarf bei der Etablierung und Optimierung neuer Produkte und Prozesse bei Nawaro-Werkstoffen.
Regularien	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Durch entsprechende Reglementierungen können Märkte geschaffen bzw. gefördert, aber auch eingeschränkt werden. Dies kann in vielen Fällen sogar kostenneutral für die Legislative erfolgen. Beispiele für den Einfluss auf die Markteinführung neuer Nawaro-Produkte sind z.B. die Novelle der VVO mit aktuell positiven sowie die Altauto-Verordnung mit aktuell eher negativen Auswirkungen.

Je nach Szenario erfolgt für Nawaro-Werkstoffe die Penetration von Massenmärkten (best case) bzw. das Verharren in Nischen (worst case)

	Beschreibung Szenario
Szenario Best Case	<ul style="list-style-type: none"> Im günstigsten Fall - alle vier wichtigen Einflussfaktoren für Nawaro-Werkstoffe entwickeln sich positiv - wird insbesondere ein weiter steigender Ölpreis dazu führen, dass die Nawaro-Werkstoffe aus dem Nischendasein heraustreten und nach und nach petrochemische Werkstoffe in vielen Anwendungen ablösen. Hierbei wird es zu keiner 1:1-Ablösung kommen, sondern wenige petrochemische Kunststoffe werden durch eine Vielzahl von Nawaro-Lösungen ersetzt. Petrochemische Kunststoffe werden sich zunehmend auf hochpreisige Bereiche mit besonderen Anforderungen zurückziehen.
Szenario Base Case	<ul style="list-style-type: none"> Bei der Fortsetzung der aktuellen Trends in Bezug auf die wichtigsten Einflussfaktoren besteht die Möglichkeit, dass Nawaro-Werkstoffe in bestimmten Anwendungen aus ihren heutigen Nischen heraustreten und Marktanteile von 5 bis 10% (ohne klassische Holzwerkstoffe) erobern.
Szenario Worst Case	<ul style="list-style-type: none"> Hier entwickeln sich die vier Einflussfaktoren im Sinne der Nawaro-Werkstoffe negativ, d.h. z.B. der Ölpreis wird wieder sinken und Verordnungen, Reglementierungen als auch Industrieentscheidungen werden den Markt für Nawaro-Werkstoffe auf kleine Nischen beschränken. Durch einen gewissen technischen Fortschritt können aber auch neue Nischen besetzt werden.

Im „Best Case“ Szenario erobern Nawaro-Werkstoffe aus Nischenpositionen heraus deutliche Marktanteile in Massenmärkten

Beschreibung Szenario

Szenario Best Case

- Mit steigendem Erdölpreis wächst der Anteil an Nawaro-Werkstoffen aus heimischen Anbau signifikant
 - Durch den erhöhten Erdölpreis werden auch erdölbasierte Kunststoffe stark betroffen sein. Dadurch werden Nawaro-Werkstoffe schnell konkurrenzfähig und können zunehmend Marktanteile gewinnen.
 - Der Rohstoffaufwand und der kumulierte Energieaufwand für die Herstellung von erdölbasierten Kunststoffen ist gegenüber Naturfasern um den Faktor 10x höher, daher reagieren solche Kunststoffe erheblich sensibler auf Erdölpreiserhöhungen.
 - Mit steigendem Erdölpreis steigt auch der Weltmarktpreis für Jutefasern und somit die Wettbewerbsfähigkeit für heimische Fasern.
- Weltweite Verknappung von Holz: Deutlicher Anstieg der Nachfrage nach Produkten auf der Basis pflanzlicher Rohstoffe
 - Aufgrund von Waldrodungen und verstärkter Nachfrage aus dem Energiebereich wird ein erbitterter Kampf um die verfügbaren Holzressourcen entstehen. Dies führt zu einer Verknappung und Preissteigerung für Holzrohstoffe für werkstoffliche Anwendungen. Hierdurch entsteht eine verbesserte Wirtschaftlichkeit und Konkurrenzfähigkeit für NFK und Nawaro-Kunststoffen aus heimischem Anbau.
- Fördernde Reglementierung: Deutlicher Anstieg der Nachfrage nach Nawaro
 - Verschiedene Marktreglementierungen werden so gestaltet, dass Nawaro-Werkstoffe deutliche Vorteile gegenüber konventionellen Werkstoffen erfahren.
 - Beispielsweise neue Novellen der Verpackungsverordnung und der Altautoverordnung könnten den Einsatz von Nawaro-Werkstoffen vorschreiben oder wirtschaftlich attraktiv gestalten sowie Erhalt von Zöllen für z.B. Import von Mais/-stärke und Weizen/-stärke.
- Kurzfristige Verfügbarkeit von verbesserten Verarbeitungs- und Aufbereitungstechniken in Deutschland
 - Optimierte Sorten und ein verbessertes Anbaumanagement und ein angepasste Ernte- und Nachernte führen zu hochwertigen Erntegütern.
 - Weiterentwickelte Faseraufschlussverfahren (größere Kapazität) , zusätzlich realisierte Polymerproduktionsanlagen und neue Verarbeitungstechniken führen zu definierten und preislich hoch attraktiven Qualitäten aus heimischem Anbau.

Im „Base Case“ Szenario werden sich Nawaro-Werkstoffe in Teilbereichen auch für Massen Anwendungen etablieren

Szenario Base Case

Beschreibung Szenario

- Erdölpreis um 70 US\$/barrel fördert Nawaro-Werkstoffe moderat
 - Durch einen Erdölpreis auf diesem Niveau werden Nawaro-Werkstoffe nur langsam konkurrenzfähig und müssen für eine Anwendung in der Regel einen Zusatznutzen aufweisen.
 - Hanf aus heimischem Anbau wird sich auf Weltmärkten behaupten, allerdings auf einem niedrigen Preisniveau, was den Anbau in Deutschland erschwert.
- Ausreichende weltweite Verfügbarkeit von Holz: moderater Anstieg der Nachfrage nach Produkten auf der Basis pflanzlicher Rohstoffe
 - Die Preise für Holzwerkstoffe verlangsamen den zunehmenden Einsatz und die Etablierung neuer Märkte durch andere Nawaro-Werkstoffe.
 - WPC und Nawaro-Polymere werden sich für Massen Anwendungen, spezielle Polymere auch für höherwertige und spezielle Anwendungen etablieren.
- Auf aktuellem Niveau bleibende Reglementierung: Anstieg der Nachfrage nach Produkten auf der Basis pflanzlicher Rohstoffe
 - Verschiedene Marktreglementierungen werden so gestaltet, dass Nawaro-Werkstoffe Gleichbehandlung oder moderate Vorteile erfahren.
 - Die Novelle der VVO fördert den Einsatz von Nawaro-Werkstoffen und die aktuelle Fassung der Altautoverordnung behandelt Nawaro-Werkstoffe und petrochemische Werkstoffe gleich.
- Verfügbarkeit von verbesserten Ver- & Aufbereitungstechniken in Deutschland
 - Nur vereinzelt neue Sorten werden gezüchtet und nur langsam weiterentwickelte Ernte- und Nachernteverfahren führen zu einer Verbesserung der Qualität der Erntegüter.
 - Von Unternehmen in Eigenregie verbesserte Faseraufschlussverfahren, langsam ausgebaute neue Polymerproduktionsanlagen und leicht verbesserte Verarbeitungstechniken führen zu stetig verbesserten und wirtschaftlich tragfähigeren Nawaro-Werkstoffen.

Im „Worst Case“ Szenario stagniert oder schrumpft der Markt und ist ausschließlich auf Nischenanwendungen beschränkt

Szenario Worst Case

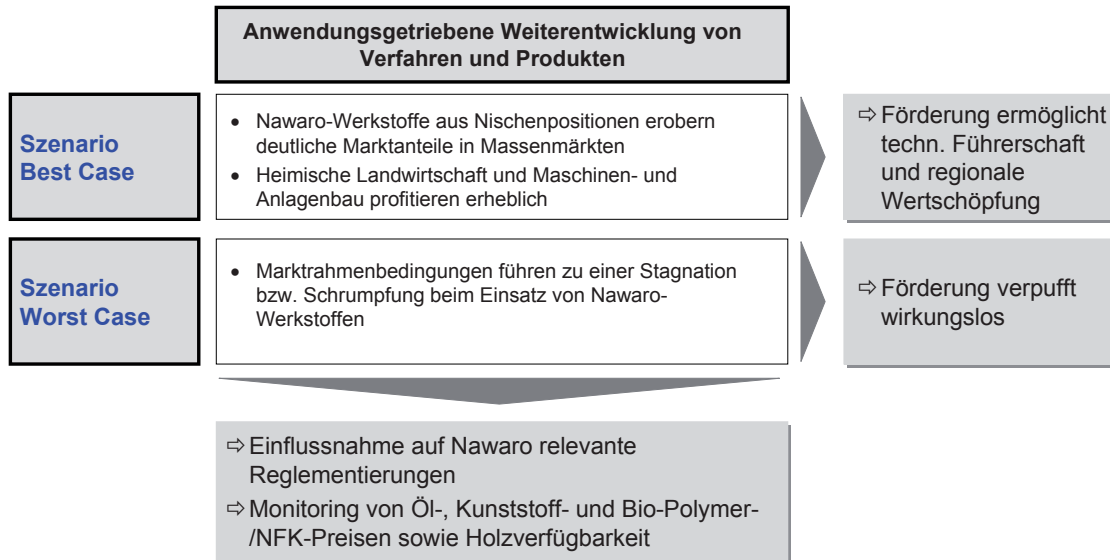
Beschreibung Szenario

- Niedriger Erdölpreis lässt Nachfrage nach Nawaro-Werkstoffe stagnieren oder abnehmen
 - Durch den niedrigen Erdölpreis sind erdölbasierte Kunststoffe preiswerter als die meisten Nawaro-Werkstoffe, die deshalb auf ein Nischendasein (definierter Zusatznutzen) beschränkt bleiben.
 - Mit niedrigem Erdölpreis sind auch die Jutefasern auf niedrigem Preisniveau und es gibt kaum Chancen, mit Fasern aus heimischem Anbau konkurrenzfähig zu werden.
 - Durch die niedrigen Energiepreise ist die Herstellung von Glasfasern preislich attraktiv, so dass eine Verstärkung mit heimischen Naturfasern sich ökonomisch nicht trägt.
- Hohe Verfügbarkeit von Holz: Deutliche Abnahme der Nachfrage nach Produkten auf der Basis pflanzlicher Rohstoffe
 - Infolge von Waldflächenzuwachs und geringerer Nachfrage aus dem Energiebereich gibt es preiswertes Holz im Überfluss. Dies führt zu einem Preisverfall für Holzrohstoffe für werkstoffliche Anwendungen. Hierdurch sinkt die Konkurrenzfähigkeit für NFK und Bio-Polymerwerkstoffe aus heimischem Anbau.
- Hindernde Reglementierung: Rückgang der Nachfrage nach Nawaro
 - Verschiedene Marktreglementierungen werden so gestaltet, dass Nawaro-Werkstoffe keine Vorteile oder sogar Nachteile gegenüber konventionellen Werkstoffen erfahren, z.B. Zölle für Import von Maisstärke und Weizenstärke entfallen.
 - Beispielsweise (für Nawaro) verschärfte Novelle der Altautoverordnung könnte den Einsatz von Nawaro-Werkstoffen erschweren.
- Keine relevanten Weiterentwicklungen im Bereich der Verarbeitungs- & Aufbereitungstechniken in Deutschland
 - Keine neue verbesserten Sorten, ein fehlendes Anbaumanagement und keine verbesserte Ernte und Nachernte führen zu schlechten und teuren Erntegütern.
 - Veraltete Faseraufschlussverfahren (geringe Kapazität) , nicht vorhandene Polymerproduktionsanlagen und nicht verbesserte Verarbeitungstechniken führen zu qualitativ und preislich unattraktiven Nawaro-Werkstoffen.

Im „Best Case“ werden nicht nur neue Märkte mit Nawaro-Werkstoffen erschlossen, sondern auch der Maschinen-/Anlagenbau wird profitieren

	Rohstoffe	Verfahren/Prozesse	Anwendungen/ Kunden
Szenario Best Case	<ul style="list-style-type: none"> Alle Rohstoffe für Nawaro-Werkstoffe werden stark nachgefragt – Stärke, Zucker, Naturfasern und Holz. Davon werden auch D-Rohstoffe profitieren - Engpässe am Weltmarkt. 	<ul style="list-style-type: none"> Eine Vielzahl von Verfahren und Prozessen wird sich parallel etablieren. 	<ul style="list-style-type: none"> Der gesamte petrochemische Kundenmarkt steht grundsätzlich offen - bis auf Anwendungen mit sehr hohem Anforderungsprofil.
Szenario Base Case	<ul style="list-style-type: none"> Welche Nawaro im werkstofflichen Bereich stärker nachgefragt werden, hängt stark vom technischen Fortschritt und der Konkurrenz auf den Weltmärkten ab. 	<ul style="list-style-type: none"> Nur wenige Verfahren können ihre Nischen vergrößern oder sogar verlassen. 	<ul style="list-style-type: none"> Bestehende Anwendungen werden bestehen bleiben (z.B. Automobil- und Verpackungsindustrie) und sich ausdehnen. Wenige neue Branchen werden erschlossen.
Szenario Worst Case	<ul style="list-style-type: none"> Keine relevante Nachfrage nach einheimischen Rohstoffen. Bestehende Nischen können auch durch Importe gedeckt werden. 	<ul style="list-style-type: none"> Es werden kaum Verfahren weiterentwickelt und die bestehenden werden in ihren Nischen verharren. 	<ul style="list-style-type: none"> Die meisten aktuellen Anwendungen/Kunden können gehalten werden. Eine Marktausdehnung ist nicht zu erwarten.

Wesentlicher Hebel zur Minimierung des Förderrisikos ist die gezielte Einflussnahme auf Nawaro relevante Reglementierungen



5 Förderempfehlungen

5.1 Übersicht über Förderschwerpunkte

5.2 Ziele und Maßnahmen

5.3 Umsetzung

5.1 Übersicht über Förderschwerpunkte

Übersicht über die Eckpunkte der Förderempfehlungen sowie deren Aufwand-/Nutzenrelation und Risikoeinschätzung

Eckpunkte der Förderempfehlungen	Aufwand-/Nutzen- und Risikoeinschätzung
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Übergreifende flankierende Maßnahmen <ul style="list-style-type: none"> - Förderung nachhaltiger, regionaler Wertschöpfung (hierbei stellt die Produktion von Kartoffelstärke ein gutes Beispiel da. Der Kartoffelanbau kann immer nur im Umkreis einer Kartoffelstärkefabrik wirtschaftlich erfolgreich funktionieren, so dass eine Weiterentwicklung des Rohstoffs Stärkekartoffel unter allen Aspekten der gesamten Wertschöpfungskette beachtet werden muss (Optimierung der gesamten Lieferkette vom Anbau der Stärkekartoffeln bis hin zur Verarbeitung). - Einflussnahme auf Reglementierungen - Optimierung Produktions- und Handelsstrukturen - Unterstützung bei Kommunikation und Know-How-Transfer ▪ Bereich Bio-Polymerwerkstoffe <ul style="list-style-type: none"> - Optimierung von Bio-Polymerwerkstoffen und Erweiterung ihres Anwendungsspektrums - PLA- und Compound-Produktion in Deutschland (was unter Beachtung der Kosten für den Fermentationsrohstoff und der globalen Produktionsstandortfrage Risiken beinhaltet.) ▪ Bereich NFK & WPC <ul style="list-style-type: none"> - Überwindung struktureller Defizite - Optimierung von Anbau und Ernte - Verbesserung industrieller Faseraufschlussverfahren - Verfahren (NFK & WPC), Kunststoffverarbeitungstechnik - Produkte 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gesamtaufwand für Bio-Polymere, Naturfasern und NFK sowie WPC ca. 28 Mio. € für ein 10 jähriges Förderprogramm. ▪ Bei erfolgreicher Durchführung der Maßnahmen Erwirtschaftung zusätzlicher Erlöse von ca. 130 Mio. € p.a. für die heimische Landwirtschaft und verarbeitende Industrie (regionale Wertschöpfung) im Base Case Szenario. ▪ Positive ökologische Effekte im Bereich der Naturfasern und NFK/WPC. ▪ Nicht beeinflussbare umfeldbedingte Risikofaktoren hauptsächlich Ölpreis- und im geringeren Maße Glasfaser- und Jutepreisentwicklung. ▪ Minimierung weiterer Risikofaktoren durch flankierende Maßnahmen bei Regulierungen (Einflussnahme) und Modifizierung von Förderkriterien (Betriebsgröße und -strukturen, Verfahrensauslegung auf heimische Rohstoffe).

Bei Bio-Polymeren wird ein Fokus auf den Einsatz von Stärke-Polymeren und PLA im Konsumgüterbereich empfohlen

Rohstoffe	Polymerwerkstoffe	Anwendungen/ Kunden
Pflanzenöle	Polymere auf der Basis von Pflanzenöl	Verpackungen / Lebensmittelindustrie
Cellulose	Polymere auf der Basis von Cellulose	Mulchfolien & Pflanztöpfe / Garten- & Landschaftsbau
Proteine	Polymere auf der Basis von Proteinen	Dauerhafte Produkte / Konsumgüterindustrie
Zucker	Polymere auf der Basis von Stärke	Interieur / Automobilindustrie
Stärke	Polymere auf der Basis bakterieller Substanzen	
Aromaten	Polymere auf der Basis chemischer Synthese von Monomeren aus Glucose (z.B. Stärke oder Zucker) z.B. PLA	
	Polymere aus Aromaten (z.B. Lignin)	

 *Selektive Förderung*

 *Empfohlene Förderschwerpunkte*

Bei NFK & WPC wird daher ein Fokus auf Hanffaser basierte Verfahren für Anwendungen in der Automobil- und Konsumgüterindustrie empfohlen

Rohstoffe	Verfahren / Werkstoffe	Anwendungen/ Kunden
Holz	Formpressen	Interieur und Exterieur / Automobil: PKW
Hanf	Fließpressen	Interieur und Exterieur / Transport: LKW, Schiene, Wasser & Luft
Flachs	Spritzgießen	Dauerhafte Produkte / Konsumgüterindustrie
Nessel	Extrusion	Profile / Bau- & Möbelindustrie
	Andere Verfahren	
	Compoundierung	

 *Selektive Förderung*

 *Empfohlene Förderschwerpunkte*

5.2 Ziele und Maßnahmen

5.2.1 Übergreifende flankierende Maßnahmen

5.2.2 Ziele und Maßnahmen Bio-Polymere

5.2.3 Ziele und Maßnahmen Naturfasern, NFK und WPC

5.2.1 Übergreifende flankierende Maßnahmen

Übergreifende Maßnahmen fokussieren auf regionale Wertschöpfung, Reglementierung, Know-How Transfer, Kommunikation und Betriebsstrukturen (1)

Thema	Beschreibung
<p>Förderung nachhaltiger, regionaler Wertschöpfung</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundsätzlich sollte bei allen Fördermaßnahmen im Bereich „Nawaro-Werkstoffe“ auf eine möglichst hohe regionale Wertschöpfung Wert gelegt werden, d.h., dass z.B. nur solche Verfahrensentwicklungen gefördert werden, die schon im Labor- und Pilotstadium einheimische Rohstoffe bzw. Zwischenprodukte auf Basis einheimischer Rohstoffe verwenden. ▪ In der Vergangenheit wurden viele interessante Verfahren und Produkte entwickelt, die dann später nur mit Importfasern oder mit importierter Maisstärke umgesetzt wurden. Zum Teil hätte man dies schon in der Antragsphase „ahnen“ können. Um dieses Risiko zukünftig zu minimieren, soll die Prüfung der nachhaltigen, regionalen Wertschöpfung vorgenommen werden. ▪ Bei produzierenden Unternehmen sollte daher ein wichtiges Förderkriterium sein, dass auch nach dem Projekt einheimische Naturfasern oder einheimische Stärke eingesetzt werden. ▪ Konkret hieße dies z.B. für: <ul style="list-style-type: none"> - Naturfasern/NFK: Faserzufuhr nur mit Wirrlagefasern, Verwendung von Vliesen und Filzen und nicht von gewebten Textilien zur Verstärkung - Bio-Polymerwerkstoffe: Keine Verwendung von Maisstärke.
<p>Einflussnahme auf Reglementierungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bio-Polymerwerkstoffe und NFK benötigen aufgrund ihrer (noch) höheren Preise flankierende Maßnahmen, um sich am Markt schneller etablieren - und damit preiswerter werden zu können. Die i.F. genannten Maßnahmen werden bereits in einigen EU-Ländern diskutiert bzw. angewandt, sie können ganz erheblich zu einem Nachfrageschub beitragen. ▪ Beispiele für flankierende Maßnahmen sind z.B. Einsatzverpflichtungen in Teilbereichen; Markteinführungsprogramme; reduzierter Umsatzsteuer-Satz; Zuschüsse für Unternehmen, die auf Bio-Polymerwerkstoffe bzw. NFK umstellen wollen; entsprechende Ausgestaltung der VVO, Bioabfall-VO, Altauto-Richtlinie etc.

Übergreifende Maßnahmen fokussieren auf regionale Wertschöpfung, Reglementierung, Know-How Transfer, Kommunikation und Betriebsstrukturen(2)

Thema	Beschreibung
Unterstützung bei Kommunikation und Know-How Transfer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verringerung der Wissens- und Kommunikationslücken bei Öffentlichkeit und kunststoffverarbeitender Industrie durch Förderung des Angebots an technischen Workshops, Entscheider-Konferenzen und Fachkongressen, Messeauftritten, Konstruktionsrichtlinien, sowie Pressearbeit von Artikeln in Fachzeitschriften bis hin zu Büchern, Buchbeiträgen. ▪ Unterstützung der Bio-Polymerwerkstoff-, NFK- und WPC-Hersteller bezüglich der Marktanforderungen in der Kunststoffindustrie (Standards, Messungen, Qualitätsmanagement, Versorgungssicherheit etc.). ▪ Förderung von gemeinsamen Aktivitäten zu Markteinführungen, Kommunikation, Entwicklung von Qualitätsstandards oder Plattformen, die es den KMU erlauben, sich als zuverlässige Partner der Industrie etablieren zu können.
Optimierung Produktions- und Handelsstrukturen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unterstützung der Vergrößerung der Produktions- und Handelsstrukturen durch Förderung von Kooperationen bzw. Zusammenschlüssen von Betrieben mit subkritischer Größe. ▪ Vermeidung von Fördermaßnahmen, die zu einer weiteren Fragmentierung der Firmenlandschaft beitragen, wenn z.B. Betriebserweiterungen in alten deutschen Bundesländern schlechter oder gar nicht gefördert werden verglichen mit Firmenneugründungen in neuen deutschen Bundesländern.

- ⇒ Maßnahmen sollten nicht losgelöst gefördert werden, sondern integraler Bestandteil von Förderprojekten im Bereich Bio-Polymerwerkstoffe, NFK bzw. WPC sein, d.h. diesbezügliche Anpassung von Förderkriterien

Übergreifende flankierende Maßnahmen erhöhen die Umsetzungsquote von Anwendungsprojekten bei insgesamt geringen Kosten (2 Mio. €) und Risiko

Ziele und Folgen	Beschreibung
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ziele: Absicherung des Projekterfolgs durch u.a. Einflussnahme auf Parameter, die die zukünftige Marktentwicklung beeinflussen bzw. Anpassung der Förderungskriterien.
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geringe ausgabenrelevante Kosten, da der Schwerpunkt zum einem bei der Änderung von Förderkriterien, zum anderen bei der politischen Einflussnahme auf Reglementierungen liegt. ▪ Kosten für Reglementierung, regionale Wertschöpfung und Optimierung der Strukturen ca. 1 Mio. €. ▪ Kosten für Know-How-Transfer und übergreifende Kommunikationsmaßnahmen als integraler Bestandteil von Anwendungsprojekten. Budget für Maßnahmen, die nicht zugeordnet werden können (z.B. Web-Plattform für Kommunikation und Know-How Transfer): 1 Mio. €.
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nutzen: übergreifende Maßnahmen erhöhen die Quote erfolgreich umgesetzter Projekte.
Risiko	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risiko: Übergreifende Maßnahmen reduzieren das Projektrisiko. Zwar kann es aufgrund strenger Kriterien theoretisch passieren, dass z.B. eine Verfahrensentwicklung nicht gefördert wird, weil sie einheimische Rohstoffe nicht explizit genug einbezieht, dennoch aber später einheimischen Rohstoffen zu Gute kommen könnte. Dieses Risiko ist jedoch klein gegenüber dem hohen Risiko, dass Verfahren und Produkte an den heimischen Rohstoffen „vorbei“ entwickelt werden.

5.2.2 Ziele und Maßnahmen Bio-Polymerwerkstoffe

Fokus: Verbreiterung des Anwendungsspektrums von Bio-Polymeren und Etablierung einer PLA- und Compound- Produktion in Deutschland

Themen	Beschreibung
<p>Optimierung von Bio-Polymeren und Erweiterung ihres Anwendungsspektrums</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Statt der Erforschung neuer Polymere auf der Basis von Nawaro sollte der Schwerpunkt auf der Optimierung bereits am Markt eingeführter Bio-Polymerwerkstoffe (Stärke-Polymere, PLA) und der Erweiterung ihres Anwendungsspektrums liegen („maßgeschneiderte Lösungen“). ▪ Konkrete Themen für PLA (exemplarisch): Einsatz in dauerhaften Anwendungen (Konsumgüter), Verbesserung von thermischen Eigenschaften und Schlagzähigkeit, NF-verstärkte PLA mit spezifischen Haftvermittlern. ▪ Strukturell sollten solche Projekte als Verbundprojekte konzipiert sein, in die Akteure aus der ganzen Wertschöpfungskette - von der Stärkeproduktion bis zum Endanwender - integriert sind. ▪ Grundlegende Polymer-Forschungsarbeit sollte hingegen kein Förderschwerpunkt der FNR sein. Es sollten hier entsprechend eines Forschungsstrategieplans „Bio-Polymere“ nur streng ausgewählte Projekte gefördert werden.
<p>PLA- und Compound-Produktion in Deutschland</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Derzeit besitzt die deutsche Kunststoffindustrie nur in wenigen Bereichen eine gute Marktposition (Loose fill, Stärke-Polymere). In D gibt es keine PLA-Produktion und auch keine PLA-Compound-Produktion für z.B. dauerhafte Anwendungen. ▪ Es sollten Projekte zum Aufbau einer deutschen PLA-Produktion gefördert werden. Was unter Beachtung der Kosten für den Fermentationsrohstoff und der globalen Produktionsstandortfrage sowie der globalen Wettbewerbssituation unter anderem mit den USA deutliche Risiken beinhaltet. Aus diesem Grund erscheint es noch wichtiger, Projekte zum Aufbau von PLA-Compound-Produktionen zu unterstützen. Nur so können - evtl. in Kooperation mit anderen EU-Ländern, die Bedingungen für den breiten Einsatz von PLA-Compounds (reine Polymerwerkstoffe sowie faserverstärkte PLA-Granulate) geschaffen werden.

Einem Fördervolumen von ca. 10 Mio. € stehen zukünftige Erlöse von ca. 30 Mio. € p.a bei einem überschaubaren Risiko gegenüber

Ziele und Folgen	Beschreibung
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Durch technische und strukturelle Vorhaben soll das Anwendungsspektrum von Stärke-Polymeren und vor allem PLA erheblich ausgedehnt werden. Insbesondere bei der Produktion von PLA-Compounds für die Nutzung in dauerhaften Anwendungen, sollen technische Probleme gelöst und Produktionskapazitäten geschaffen werden. Flankierende wirt.-pol. Maßnahmen unterstützen den Prozess. ▪ Auf diesem Weg können - insbesondere bei weiter steigenden Erdölpreisen - etliche 10.000 t Bio-Polymerwerkstoffe in neuen Anwendungen abgesetzt werden mit z.B. dem Rohstoff Weizenstärke aus Deutschland.
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimierung und Erweiterung des Anwendungsspektrums: 20 Projekte mit einem Gesamtvolumen von 4 Mio. €. ▪ PLA- bzw. PLA-Compound-Produktion: Flankierende, unterstützende Projekte, um strukturelle, technische und finanzielle Hürden zu überwinden, um entsprechende Anlagen auf den Weg zu bringen. Gesamtfördervolumen 6 Mio. € (20% der Gesamtinvestitionen von ca. 30 Mio. €).
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kann ein Großteil der Vorhaben erfolgreich umgesetzt werden, wird es in wenigen Jahren neue Stärke-Polymer/PLA-Compound-Produktionsanlagen geben, die Werkstoffe für neue Anwendungen, wie z.B. für dauerhafte Konsumgüterartikel oder auch den automobilen Innenraum herstellen. ▪ Schon heute wächst das Interesse an Bio-Polymerwerkstoffen täglich. Mit den vorgeschlagenen Maßnahmen kann der Prozess erheblich beschleunigt und auf solide technische Füße gestellt werden. ▪ Möglich wäre z.B. eine Produktion von 20.000 t PLA-Compounds zu einem Granulatspreis von 1,50 €/kg, also mit einem Gesamtvolumen von 30 Mio. €/Jahr. Primär würde Stärke aus heimischem Anbau eingesetzt.
Risiko	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Das Hauptrisiko ist ein wieder fallender Mineralöl- und damit Kunststoffpreis. In diesem Fall werden die Bio-Polymeren nur sehr schwer aus ihren heutigen Nischen herauskommen. Die vorgeschlagenen Maßnahmen können dann kaum etwas bewirken und sollten überdacht werden. Besonders wichtig sind in diesem Fall flankierende Maßnahmen. ▪ Ein weiteres Risiko beinhaltet vergleichbare Aktivitäten in anderen Ländern. Wenn sich allerdings die Nachfrage nach Bio-Polymerwerkstoffen erheblich erhöht, sollte genügend Platz für eine Vielzahl an Akteuren/Produzenten sein. ▪ Ein Ausbau einer PLA-Compoundierung mit PLA aus Importen fördert nicht die landwirtschaftlichen Strukturen in D.

Bei Bio-Polymerwerkstoffen sehr gute Kosten-/Nutzenrelation bei vergleichsweise geringen Beschäftigungseffekten und ökologischen Nutzen

Kriterien	Ausprägung	Bewertung
Kosten der Fördermaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> Aufwand ist mit ca. 10 Mio. € über 10 Jahre in Relation zu den erschließbaren Potenzialen gering. 	3
Machbarkeit / Erfolgsaussichten	<ul style="list-style-type: none"> Sobald das Preisniveau stimmt, sind die Aussichten für eine technische Optimierung, eine Vergrößerung des Anwendungsspektrums und neue Produktionsanlagen sehr gut. 	3
Ökonomische Nachhaltigkeit	<ul style="list-style-type: none"> Ökonomische Nachhaltigkeit stark von den Preisentwicklungen bei Mineralöl und Kunststoffen abhängig. 	2
Ökologischer Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> Die Gewinnung des Hauptrohstoff Stärke aus Weizen, bringt keine spezifischen ökologische Vorteile - vielmehr die Gefahr von Monokulturen. 	1
Einkommenseffekte Landwirts.	<ul style="list-style-type: none"> Global konkurrenzfähige Deckungsbeiträge/ha möglich. Gegenüber anderen Weizenstärke-Einsatzgebieten (food, Energie) führt die Bio-Polymer-Produktion nur zu relativ kleinen Markteffekten. 	1
Einkommenseffekte vor- u. nachg. Ber.	<ul style="list-style-type: none"> Besondere regionale Wertschöpfung nur an ausgewählten Standorten der wenigen Stärke-Fabriken. 	1

0 = geringer bzw. negativer Effekt
3 = höchster positiver Effekt

5.2.3 Ziele und Maßnahmen Naturfasern, NFK und WPC

Fokus Naturfasern: Optimierung von Betriebsgröße, Hanfanbau- und Ernteprozessen sowie die Verbesserung industrieller Faseraufschlussverfahren

Themen	Beschreibung
<p>Überwindung struktureller Defizite</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Größtes Hemmnis für die Entwicklung der deutschen Naturfaserwirtschaft sind ihre geringe Größe und Struktur. ▪ Bei jeder Projektbewilligung im Bereich Naturfasern und NFK sollte daher grundsätzlich darauf geachtet werden, dass Projekte nicht zu einer weiteren Zerstückelung der Branche führen, sondern zu Skaleneffekten und Strukturverbesserungen. ▪ So sollten z.B. parallele Förderungen von kleinen Faseraufschlussbetrieben oder ungünstige Verschiebungen der Wettbewerbssituation zwischen konkurrierenden Unternehmen vermieden werden. ▪ Projekte, die die Größe und Struktur der NF-Branche verbessern, um z.B. durch Kooperationen und Zusammenschlüsse marktconforme Betriebsgrößen zu erreichen, sollten gefördert werden. ▪ Hierzu gehören auch Vorhaben, wie gemeinsame Markteinführungen bzw. Kommunikationsmaßnahmen, gemeinsame Qualitätsstandards oder Plattformen, die es den KMU erlauben, sich als zuverlässige Partner der Industrie etablieren zu können.
<p>Optimierung von Anbau und Ernte</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gezielte Verbesserung der Anbau, Röst-, Ernt- und Nachernteprozesse zur Erhöhung der Faserqualität und vor allem der Erträge und Faserausbeuten. ▪ Die Projekte sollten nur unter enger Einbeziehung von Anwendern (Anbauorganisationen und Aufschlussbetrieb) bewilligt werden, um eine spätere Umsetzung möglichst abzusichern.
<p>Verbesserung industrieller Faseraufschlussverfahren</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die in D & EU bestehenden Faseraufschlussverfahren sollten zielgerichtet weiter optimiert werden, insbesondere in Richtung definierter Qualitäten und höherer Jahresdurchsatzleistungen. ▪ Auch die z.Zt. besten Anlagen haben noch erhebliche Steigerungspotenziale. Es erscheint erheblich effizienter und vor allem risikoärmer, dieses Potenzial zu erschließen als Labor- oder Pilotanlagen mit neuen Konzepten zu fördern. ▪ Um den weltweit wachsenden Bedarf mit Anlagen aus D befriedigen zu können, sollten Konzepte entwickelt werden, die eine möglichst große Flexibilität bezüglich der Eingangsstoffe aufweisen. (Größere Stückzahlen bringen dann auch für Deutschland bessere Preise und Anlagenqualitäten).

Einem Fördervolumen für Naturfasern von ca. 4 Mio. € stehen zukünftige Erlöse von ca. 20 Mio. € p.a. bei einem überschaubaren Risiko gegenüber

Ziele und Folgen	Beschreibung
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbesserung der Wettbewerbsposition heimischer Naturfasern gegenüber global gehandelten Naturfasern, vor allem der Leitfaser Jute. ▪ Vergrößerung und Verbesserung der Strukturen durch gezielte technische Weiterentwicklungen im Bereich Faseraufschluss und der vorgelagerten Bereiche (Steigerung der Jahresdurchsatzleistung um 10–20 %, Reduktion Schäben- und Staubanteile unter 3 %, gleichförmigere Faserqualität, geringeres Ernterisiko).
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bei Struktureffekten keine relevanten Kosten, jedoch verändertes Projektbewilligungsmanagement. ▪ Vorhaben zur Überwindung struktureller Defizite: Ca. 10 Teilprojekte mit einem Gesamtvolumen von ca. 1 Mio. €. ▪ Optimierung von Anbau und Ernte: Ca. 5 Teilprojekte mit einem Gesamtvolumen von ca. 1 Mio. €. ▪ Verbesserung industrieller Faseraufschlussverfahren: 4 Teilprojekte mit einem Gesamtvolumen von ca. 2 Mio. €.
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wertschöpfung bei 2.000 ha Anbaufläche (ohne Fördermittel). Von 2.000 ha Fläche werden ca. 12.000 t Stroh mit einem Wert von 1,4 Mio. € (115 €/t) gewonnen und daraus ca. 3.000 t NF im Wert von 1,8 Mio. € (600 €/t) und 6.000 t Schäben im Wert von 1,8 Mio. € (300 €/t) produziert. Insgesamt liegt die regionale Wertschöpfung bei 4 Mio. € p.a. ▪ Allein eine Verdopplung der Anbaufläche von 2.000 auf 4.000 ha infolge besserer Konkurrenzfähigkeit gegenüber exotischen Importfasern würde die regionale Wertschöpfung pro Jahr um 4 Mio. € p.a. steigern. Bis 2015 wären zusätzliche Erlöse von 20 Mio. € p.a. bei 10.000 ha Anbaufläche möglich. ▪ Nebeneffekt: Verbesserte Exportmöglichkeiten für die deutsche NF-Maschinenbauindustrie.
Risiko	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Erzielung technischer Fortschritte durch geeignete praxisnahe Projekte ist mit geringen Risiken behaftet. ▪ Hauptrisiko sind und bleiben die globalen Preisentwicklungen für Naturfasern (insb. Jute) und auch für die Konkurrenzfaser „Glasfaser“. Bleibt hier der Preisdruck auf die heimische Naturfaserwirtschaft hoch, so wird sich - auch strukturell - nur wenig entwickeln. Kommt es zu einer Entspannung (wie aktuell), so bestehen erhebliche Entwicklungsmöglichkeiten mit einem Vielfachen der heutigen Anbaufläche (bis 2015: 10.000 ha).

Bei Naturfasern sehr gute Kosten-/Nutzenrelation, substantieller ökologischer Nutzen und positive Beschäftigungseffekte

Kriterien	Ausprägung	Bewertung
Kosten der Fördermaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> Aufwand ist mit rd. 4 Mio. € über 10 Jahre in Relation zu den erschließbaren Potenzialen gering. 	3
Machbarkeit / Erfolgsaussichten	<ul style="list-style-type: none"> Gute Aussichten, technische Optimierungen zu erzielen und die Struktur der Branche positiv zu entwickeln. 	3
Ökonomische Nachhaltigkeit	<ul style="list-style-type: none"> Ökonomische Nachhaltigkeit stark von den Preisentwicklungen anderer Naturfasern und Glasfasern abhängig. 	2
Ökologischer Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> Anbau von Faserpflanzen erhöht Biodiversität. Hanf kann leicht ohne jede Pflanzenschutzmittel angebaut werden und hinterlässt den Boden in gutem Zustand; Flachs benötigt wenig Dünger. 	2
Einkommenseffekte Landwirts.	<ul style="list-style-type: none"> Normale Deckungsbeiträge/ha. Potenziell eine erhebliche Ausweitung der Anbauflächen möglich (auf einige 10.000 ha). 	1
Einkommenseffekte vor- u. nachg. Ber.	<ul style="list-style-type: none"> Hohe regionale Wertschöpfung durch Primär- und Sekundärproduktion in der Region. Komplette Prozessketten vom Anbau bis zum Endprodukt in Deutschland. 	2

0 = geringer bzw. negativer Effekt
3 = höchster positiver Effekt

Fokus: Kunststoff Verarbeitungstechnik und Entwicklung und Markteinführung von NFK- und WPC-Produkten

Themen	Beschreibung
Verfahren Kunststoff Verarbeitungstechnik (NFK/WPC)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flaschenhals NF-Compoundierung/Faserzufuhr (für Spritzgießen, Extrusion & Fließpressen): Faserdosierung für einheimische NF lösen, preiswerte Optimierung der Schlagzähigkeit, branchenübliche Werkstoffdokumentation. ▪ Formpressen: Wissenstransfer in breitere Anwendungen und neue Branchen, Verbesserung der Berechenbarkeit. ▪ Spritzgießen: Markteinführung, Verbesserung der Eigenschaften und Berechenbarkeit der Prozesskette. ▪ Fließpressen: Nutzung einheimischer NF, Verbesserung der Berechenbarkeit. ▪ Extrusion: Optimierung der Eigenschaften durch geeignete Additive und Prozessoptimierung, Mischungen aus Holz- und Naturfasern zur Verbesserung der Eigenschaften (vor allem Feuchteaufnahme) von WPC. ▪ Anpassung von Berechnungsmodellen auf NF, um NFK und WPC bereits am Rechner auslegen zu können.
Entwicklung und Markteinführung von NFK-/WPC-Produkten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ In praxisnahen Projekten soll die Entwicklung und Markteinführung von NFK- und WPC-Produkten unterstützt werden. Insbesondere Verbundprojekte vom Rohstofflieferanten bis zum Endkunden unter Einbeziehung von Maschinenbau und Instituten werden empfohlen. Neben dem technischem Eigenschaftsprofil sollten stets Fragen zu Ökonomie und Märkten nicht zu kurz kommen. ▪ Bei der Förderung der Entwicklung und Markteinführung von NFK- und WPC-Produkten sollten die oben genannten Verfahren abgedeckt werden, und zwar in ihrem jeweiligen Entwicklungs-/Markteinführungsstand. ▪ Schwerpunkte sind dabei die Automobilindustrie (Innen- und Außenanwendungen) sowie der große Bereich der Konsumgüterartikel. Andere Anwendungen sollten nur sehr selektiv gefördert werden.

Einem Fördervolumen von ca. 12 Mio. € stehen zukünftige Erlöse von ca. 75 Mio. € p.a. bei einem überschaubaren Risiko gegenüber

Ziele und Folgen	Beschreibung
Ziele	<ul style="list-style-type: none"> Durch die Weiterentwicklung von Produktionsverfahren sollen Anwendungsspektrum und Branchen erweitert werden. Von besonderer Bedeutung ist die Überwindung des Flaschenhalses Faserzufuhr, um alle Verfahren für einheimische NF zu öffnen, ebenso wie die Anpassung von Berechnungsmodellen, um NFK und WPC als moderne Werkstoffe der Industrie zu etablieren. Die Maßnahmen im Bereich „Produkte“ sollen unmittelbar den Einsatz von NFK und WPC ausweiten, unterstützt von einer Reihe flankierender Maßnahmen, die sich an die kunststoffverarbeitende Industrie und ihre Suche nach weniger Erdölpreis-abhängigen Rohstoffen wendet. Insgesamt: Deutliche Zunahme von NFK und WPC aus D.
Kosten	<ul style="list-style-type: none"> Verfahren: Faserzufuhr, konstatierte Aktion mit wesentlichen Akteuren und einem am Markt erhältlichen Produkt: 2 Mio. €. Förderung; andere Verfahrenweiterentwicklungen: 2 Mio. € Förderung; Anpassung Berechnungsmodelle: Mehrjähriger Forschungsschwerpunkt mit „Road map“ im internationalem Kontext: 3 Mio. € Förderung. Produkte: Ca. 20 Projekte mit einem Gesamtfördervolumen von 5 Mio. €.
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> Durch Verfahrens- und Produktentwicklungen sowie Anpassung der Berechnungsmodelle (von denen auch PLA-Compounds profitieren) kann der Einsatz von NFK und WPC um ca. 50.000 t/Jahr erweitert werden. Bei einem Zwischenproduktpreis von etwa 1,50 €/kg (für z.B. NFK- bzw. WPC-Granulat) entspräche dies 75 Mio. €. p.a. Bei einem durchschnittlichen Faseranteil von 50% würden ca. 25.000 t/Jahr Holz- und Naturfasern aus Deutschland benötigt, die einen unmittelbaren Nutzen für die deutschen Agrarwirtschaft bedeuten würden.
Risiko	<ul style="list-style-type: none"> Das Hauptrisiko ist ein wieder fallender Mineralöl- und damit Kunststoff- und Glasfaserpreis. Niedrige Jutepreise wären ein zusätzliches Problem. In diesem Fall werden insb. NFK nur schwer ihre Märkte erweitern können. Die vorgeschlagenen Maßnahmen müssen dann überprüft werden. Konkurrenz aus anderen EU-Ländern ist gerade im Falle NFK gering, da D hier bisher eine Vorreiterrolle spielt, die durch die beschriebenen Maßnahmen weiter gefestigt wird.

Bei NFK/WPC sehr gute Kosten-/Nutzenrelation, substantieller ökologischer Nutzen und positive Beschäftigungseffekte

Kriterien	Ausprägung	Bewertung
Kosten der Fördermaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> Aufwand ist mit rd. 12 Mio. € über 10 Jahre in Relation zu den erschließbaren Potenzialen gering. 	3
Machbarkeit / Erfolgsaussichten	<ul style="list-style-type: none"> Die Weiterentwicklung von Verfahren und insbesondere die Lösung des Problems Faserzufuhr haben gute Aussichten auf Erfolg. Ebenso die Realisierung von Berechnungsmodellen. 	3
Ökonomische Nachhaltigkeit	<ul style="list-style-type: none"> Starke Abhängigkeit von Preisentwicklungen Mineralöl, Kunststoffe, Glasfasern und Jute. Erfolgreiche Einführung neuer Produkte hängt vor allem von der Wettbewerbsfähigkeit ab. 	2
Ökologischer Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> Pluspunkte durch verstärkten NF-Anbau und Holznutzung. Siehe Template Naturfasern. 	2
Einkommenseffekte Landwirts.	<ul style="list-style-type: none"> Normale Deckungsbeiträge/ha. Potenziell eine erhebliche Ausweitung der Anbauflächen möglich (auf einige 10.000 ha). 	2
Einkommenseffekte vor- u. nachg. Ber.	<ul style="list-style-type: none"> Hohe regionale Wertschöpfung durch Primär- und Sekundärproduktion in der Region. Komplette Prozessketten vom Anbau bis zum Endprodukt in Deutschland. Langfristig relevante Effekte im Markt der Massen- und technischen Kunststoffe. 	2

0 = geringer bzw. negativer Effekt
3 = höchster positiver Effekt

6 Quellenverzeichnis

6.1 Literatur und Websites

6.1.1 Rohstoff Stärke

- AVEBE. 2006: Stärkeindustrie in Deutschland: Persönliche Mitteilung der Firma AVEBE – Experteninterview geführt durch Dominik Vogt, nova-Institut, Hürth im April 2006. - Fa. AVEBE Kartoffelstärkefabrik Prignitz/Wendland GmbH (Dallmin).
- Bergthaller, W. 2006: Zukunft der Stärke in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn Prof. Dr. Bergthaller (BFEL Detmold) – im Rahmen des Stärkeworkshops „Wettbewerbsfähigkeit deutscher Stärke im Kontext nachwachsender Rohstoffe/ Biokunststoffe“ in Bremen am 21. April 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meó Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- De Braganca, R. M. & Fowler, P. 2004: Industrial Markets For Starch. The BioComposites Centre, University of Wales, Bangor, Gwynedd, LL57 2UW. 3 June 2004.
- Dirks. 2006: Mais- und Weizengluten: Märkte und Preise: Persönliche Mitteilung von Herrn Dirks – Experteninterview geführt durch Dipl.-Ök. Sven Ortmann, nova-Institut, Hürth am 9. Mai 2006. - Fa. Cerestar Deutschland GmbH (Krefeld).
- EC. 2005: Official Journal of the European Union COUNCIL REGULATION (EC) No 941/2005 of 30 May 2005 amending Regulation (EC) No 1868/94 establishing a quota system in relation to the production of potato starch.
- Enneking. 2005: Märkte für Agrarprodukte und Lebensmittel. Powerpointvortrag. Weihenstephan.
- Fachverband Stärke-Industrie. 2005: Zahlen & Fakten zur Stärke-Industrie Ausgabe 2005. Bonn: Fachverband der Stärke-Industrie e.V.. 2005.
- Fachverband der Stärkeindustrie e.V. 2006: Stärke aus Kartoffeln, Mais und Weizen für stoffliche Nutzung. Persönliche Mitteilungen der Mitglieder des Fachverbandes anlässlich der Vorstellung des „Templates Stärke“ durch Herrn Dipl.-Phys. Michael Karus, nova-Institut GmbH auf der Mitgliederversammlung des Fachverband der Stärkeindustrie am 18. Mai 2006 in Berlin.
- FAO. 2006: Starch market and cultivation. 2006. <<http://www.faostat.fao.org>> (2006-04).
- FNR. 2004: Pflanzen für die Industrie. Gülzow: Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe – FNR, 2004
- GIRACT. 2003: Starch market. 2006. <<http://www.giract.com>> (2006-04).
- Hartwig. 2006: Kartoffelstärke: Persönliche Mitteilung von Herrn Hartwig – Experteninterview geführt durch Dominik Vogt, nova-Institut, Hürth im April 2006. - Fa. Emsland-Stärke GmbH (Emlichheim).

- Holzmann. 2006: Stärkeanbau: Persönliche Mitteilung von Herrn Holzmann – Experteninterview geführt durch Dominik Vogt, nova-Institut, Hürth im April 2006 .- Landwirtschaftskammer NRW.
- International Starch Institute. 2006: Starch market. 2006. <<http://www.starch.dk/isi/starch/maize.htm>> (2006-04-20).
- Jess. 2006a: Struktur der deutschen Stärkeindustrie: Persönliche Mitteilung von Herrn Jess – Experteninterview geführt durch Dominik Vogt, nova-Institut, Hürth im April 2006 .- Fachverband Stärkeindustrie (Berlin).
- Jess. 2006b: Zukunft der Stärke in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn Alexander Jess (Fachverband Stärkeindustrie, Berlin) – im Rahmen des Stärkeworkshops „Wettbewerbsfähigkeit deutscher Stärke im Kontext nachwachsender Rohstoffe/Biokunststoffe“ in Bremen am 21. April 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meo Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- Jess. 2006c: Entwicklungs- und Erfolgsfaktoren für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland, Kernaussagen zur Stärkeindustrie von (Kaup, 2002) bestätigt : Persönliche Mitteilung von Herrn Jess – Experteninterview geführt durch Dominik Vogt, nova-Institut, Hürth im April 2006 .- Fachverband Stärkeindustrie (Berlin).
- Kaup, M. 2002: Entwicklungs- und Erfolgsfaktoren für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland und der EU im Spannungsfeld zwischen Ökonomie und Ökologie. Wirtschafts- und Sozialgeographisches Institut der Universität zu Köln, 2002.
- Karus, M. 2003: Marktüberblick: Bio-Kunststoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Hürth: nova-Institut GmbH, November 2003, S. 1 - 4 .- www.nova-institut.de.
- Koebnick. 2006: Zukunft der Stärke in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn Dr. Hubert Koebnick (Fa. Cargill Deutschland GmbH, Krefeld) – im Rahmen des Stärkeworkshops „Wettbewerbsfähigkeit deutscher Stärke im Kontext nachwachsender Rohstoffe/Biokunststoffe“ in Bremen am 21. April 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meo Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- Krämer, A. 2006: Zukunft der Stärke in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn Arnold Krämer (Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Meppen) – im Rahmen des Stärkeworkshops „Wettbewerbsfähigkeit deutscher Stärke im Kontext nachwachsender Rohstoffe/Biokunststoffe“ in Bremen am 21. April 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meo Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- Kröner. 2006: Stärke & Stärkeindustrie: Persönliche Mitteilung von Herrn Dr. Götz Kröner – Experteninterview geführt durch Dominik Vogt, nova-Institut, Hürth im April 2006 .- Fa. HERMANN KRÖNER GMBH & CO. KG (Ibbenbüren).
- Lindhauer, M. 2006: Zukunft der Stärke in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn Prof. Dr. Lindhauer (BFEL Detmold) – im Rahmen des Stärkeworkshops „Wettbewerbsfähigkeit deutscher Stärke im Kontext nachwachsender Rohstoffe/

- Biokunststoffe“ in Bremen am 21. April 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meó Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- LMC. 2002: The structure of the world starch market. LMCInternational Ltd (2002).
- LWK. 2004: Richtwert-Deckungsbeiträge 2004 der Landwirtschaftskammern Hannover und Weser-Ems. Sonderheft B/2004 des Fachlichen Informationsdienstes der Landwirtschaftskammer Hannover und der Arbeitsgemeinschaft Landberatung e.V. sowie der Landwirtschaftskammer Weser-Ems.
- Lotz, M. 2006: Zukunft der Stärke in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn Dr. Martin Lotz (Emslandstärke GmbH, Emmlichheim) – im Rahmen des Stärkeworkshops „Wettbewerbsfähigkeit deutscher Stärke im Kontext nachwachsender Rohstoffe/Biokunststoffe“ in Bremen am 21. April 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meó Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- Martens, R. 2006: Zukunft der Stärke in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn Reent Martens (3N-Kompetenzzentrum Nachwachsende Rohstoffe Niedersachsen, Werlte) – im Rahmen des Stärkeworkshops „Wettbewerbsfähigkeit deutscher Stärke im Kontext nachwachsender Rohstoffe/Biokunststoffe“ in Bremen am 21. April 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meó Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- Möller, E. 2006: Zukunft der Stärke in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn Dr. Eckehard Möller (Papiertechnische Stiftung - PTS, Heidenau) – im Rahmen des Stärkeworkshops „Wettbewerbsfähigkeit deutscher Stärke im Kontext nachwachsender Rohstoffe/Biokunststoffe“ in Bremen am 21. April 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meó Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- (EC) No 941/2005. 2005: Official Journal of the European Union COUNCIL REGULATION (EC) No 941/2005 of 30 May 2005 amending Regulation (EC) No 1868/94 establishing a quota system in relation to the production of potato starch.
- Radosta. 2006: Stärkemärkte: Persönliche Mitteilung von Frau Radosta – Experteninterview geführt durch Dominik Vogt, nova-Institut, Hürth im April 2006. - IAP, Fraunhofer Institut (Golm).
- Rakel. 2006: Maisgluten: Märkte und Perspektiven: Persönliche Mitteilung von Herrn Rakel – Experteninterview geführt durch Dipl.-Ök. Sven Ortmann, nova-Institut, Hürth am 8. Mai 2006. - Fa. Cerestar Deutschland GmbH (Krefeld).
- Roick. 2006: Märkte, Perspektiven und Zukunft des Glutenmarktes: Persönliche Mitteilung von Herrn Roick – Experteninterview geführt durch Dipl.-Ök. Sven Ortmann, nova-Institut, Hürth am 8. Mai 2006. - Fa. Jäckering Mühlen- und Nahrungsmittelwerke GmbH (Hamm).
- Schröder, S. 2006: Stärkemärkte: Persönliche Mitteilung von Herrn Stephan Schröder – Experteninterview geführt durch Dominik Vogt, nova-Institut, Hürth im April 2006. - Fa. Crespel & Deiters GmbH & Co.KG (Ibbenbüren).

- Strack. 2006: Weizengluten in der Backwarenindustrie: Persönliche Mitteilung von Herrn Strack – Experteninterview geführt durch Dipl.-Ök. Sven Ortman, nova-Institut, Hürth am 8. Mai 2006. - Fa. Crespel & Deiters GmbH & Co.KG (Ibbenbüren).
- von Campenhausen. 2006: Zukunft der Stärke in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn von Campenhausen (UNIKA, BVS und DBV) – im Rahmen des Stärkeworkshops „Wettbewerbsfähigkeit deutscher Stärke im Kontext nachwachsender Rohstoffe/Biokunststoffe“ in Bremen am 21. April 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meó Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- Vorweg, W. 2006: Zukunft der Stärke in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Frau Dr. Waltraud Vorwerk (IAP – Institut für Angewandte Polymerforschung, Golm) – im Rahmen des Stärkeworkshops „Wettbewerbsfähigkeit deutscher Stärke im Kontext nachwachsender Rohstoffe/Biokunststoffe“ in Bremen am 21. April 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meó Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- Wikipedia. 2006a: Kartoffelstärke. 2006. <<http://de.wikipedia.org/wiki/Kartoffel>> (2006-04-20).
- Wikipedia. 2006b: Weizenstärke. 2006. <<http://de.wikipedia.org/de/Weizen>> (2006-04-20).
- ZFT. 2006: STÄRKETECHNOLOGIE - Stärke Info - Statistik. 2006. <<http://www.zuckerforschung.at>> (2006-10-04).

6.1.2 Bio-Polymere

- Braune, W. / Leman, A. / Taubert, H. 2002: Pflanzenanatomisches Praktikum I. Korrigierter Nachdruck der 8., durchgesehene und erweiterte Auflage. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 2002, (ISBN 3-8274-0923-3).
- Busch, D. 2006: Zukunft der Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn Detlef Busch (Treofan Germany GmbH & Co. KG) – im Rahmen des „Polymere aus Nawaro“ Workshops „Zukunftschancen für Bio-Polymere in Europa“ in Köln am 20. Juni 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meó Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- CMA. 2004: Verarbeitungsschritte in der Stärkegewinnung. 2004. <<http://www.cma.de/media/FSL/S-03-2004-Schw-KV1-Staerkegewinnung.pdf>> (18. Mai 2006).
- Darteé, M. 2006: Zukunft der Polymere aus Nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn Marcel Darteé (Tate & Lyle, Niederlande) – im Rahmen des „Polymere aus Nawaro“ Workshops „Zukunftschancen für Bio-Polymere in Europa“ in Köln am 20. Juni 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meó Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- DRIS. 2003: Dris ajuda a alcançar potencial produtivo de cultivares de soja. 2003. <<http://tamboril.cnpsa.embrapa.br/dris/>> (16. Juni 2006).

- Eastman. 2005: TENITE cellulosic plastics - From Trees to Plastic. Eastman Chemical Company. Kingsport, TN, USA, Eigenverlag, August 2005, Publication PPC-100F, Produktinformation - 17 Seiten.
- Hänggi, U. 2006: Zukunft der Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn Urs Hänggi (Biomer) – im Rahmen des „Polymere aus Nawaro“ Workshops „Zukunftschancen für Bio-Polymere in Europa“ in Köln am 20. Juni 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meó Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- IBAW. 2005: Beispiele für Verpackungsprodukte aus nachwachsenden Rohstoffen. 2005. <<http://www.ibaw.org>> (25. August 2005).
- GABI. 2006: Pflanzenüberblick. 2004. <http://www.gabi.de/21seiten/alleplants_gabi1.php> (16. Juni 2006).
- Gruber. 2000: Makromolekulare Chemie, Ökologie und Ökonomie der nachwachsenden Rohstoffe. Darmstadt: TU-Darmstadt, 2000. - Unterlagen zur Vorlesung.
- European Bioplastics. 2006: Photos and Diagrams of Biodegradable Polymer Products. April 2006. <http://www.european-bioplastics.org/media/files/docs/en-pub/EB_Pressmaterial.pdf> (16. Juni 2006).
- Karus, M. 2003: Marktüberblick: Bio-Kunststoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Hürth: nova-Institut GmbH, November 2003, S. 1 - 4. - www.nova-institut.de.
- Kull, U. 2000: Grundriss der Allgemeinen Botanik. 2. Auflage. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 2000, (ISBN 3-8274-0163-1).
- Mühlbauer; U. 2006: Die Machbarkeit von Milchsäure- und Poly lactidanlagen: Vortrag zur Tagung BIO-raffiniert III - Von der Vision zur Machbarkeit - Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT & Landesinitiative Zukunftsenergien NRW (Veranst.), Gelsenkirchen, Wissenschaftspark Gelsenkirchen, 2006-02-02 bis 2006-02-03.
- Müssig, J. 2001: Untersuchung der Eignung heimischer Pflanzenfasern für die Herstellung von naturfaserverstärkten Duroplasten - vom Anbau zum Verbundwerkstoff -. Düsseldorf: VDI Verlag GmbH, 2001, (Fortschritt-Bericht VDI, Reihe 5, Grund- und Werkstoffe / Kunststoffe, Nr. 630), (ISBN 3-18-363005-2) .- als Manuskript gedruckt, 214 Seiten.
- Nachtkamp. 2006: Zukunft der Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn Dr. Nachtkamp (Wolff Cellulosics GmbH & Co KG) – im Rahmen des „Polymere aus Nawaro“ Workshops „Zukunftschancen für Bio-Polymere in Europa“ in Köln am 20. Juni 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meó Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- Novamont. 2005: Sushi dishes. 2005. <http://www.ibaw.org/eng/seiten/markets_products2.html> (16. Juni 2006).
- Nöll. 2006: Stärkeprodukte. o.J. <http://www.noell-bueren.de/staerkeprodukte_main.html> (16. Juni 2006).
- PlasticNews. 2005: NatureWorks´ corn based PLA makes inroads. 2006-11-21.

- <<http://www.plasticsnews.com/china/english/materials/headlines2.html?id=1132606290>> (16.Juni 2006).
- Reske, J. 2006: Zukunft der Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn Joran Reske (ISD INTERSEROH Dienstleistungs GmbH) – im Rahmen des „Polymere aus Nawaro“ Workshops „Zukunftschancen für Bio-Polymere in Europa“ in Köln am 20. Juni 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meó Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- Rothermel, J. 2006: Zukunft der Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn Dr. Jörg Rothermel (VCI) – im Rahmen des „Polymere aus Nawaro“ Workshops „Zukunftschancen für Bio-Polymere in Europa“ in Köln am 20. Juni 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meó Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- Souci, S. W. / Fachmann, W. / Kraut, H. 2000: Food Composition and Nutrition Tables - Die Zusammensetzung der Lebensmittel - Nährwert-Tabellen. 6. revidierte und ergänzte Auflage. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsges.mBH, 2000.
- Straeter, C. 2006: Zukunft der Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn Christopher Straeter (GKL e.V.) – im Rahmen des „Polymere aus Nawaro“ Workshops „Zukunftschancen für Bio-Polymere in Europa“ in Köln am 20. Juni 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meó Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- van Schelve. 2006: Zukunft der Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn van Schelve (natura Verpackung) – im Rahmen des „Polymere aus Nawaro“ Workshops „Zukunftschancen für Bio-Polymere in Europa“ in Köln am 20. Juni 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meó Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- von Hesler, F. 2006: Zukunft der Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen in Deutschland: Persönliche Mitteilung von Herrn Dr. Friedrich von Hesler (Novamont GmbH) – im Rahmen des „Polymere aus Nawaro“ Workshops „Zukunftschancen für Bio-Polymere in Europa“ in Köln am 20. Juni 2006, Faserinstitut Bremen e.V. – Müssig, J. – , nova-Institut, Hürth – Karus, M. – und meó Consulting, Köln – Feige, A. – (Veranstalter).
- von Koerber, K. / Männle, T. / Leitzmann C. 2004: Vollwert-Ernährung - Konzeption einer zeitgemäßen und nachhaltigen Ernährung. 10., vollst. neu bearb. u. erw. Aufl. Stuttgart: Karl F. Haug Verlag, 2004, (ISBN 3830471041).
- Wolf, O. (Editor) / Crank, M. / Patel, M. / Marscheider-Weidemann, F. / Schleich, J. / Hüsing, B. / Angerer, G. 2005: Techno-economic Feasibility of Largescale

Production of Bio-based Polymers in Europe. Brüssel: European Commission Joint Research Centre (DG JRC), Institute for Prospective Technological Studies, 2005, (ISBN 92-79-01230-4).

6.1.3 NFK und WPC

- anonym. 2006: Complete mobile phone housing made of PLA. In: Bioplastics, Vol. 1, (06/01), S. 18 – 19.
- EIA. 2006: Annual Energy Outlook 2006 - With Projections to 2030. Washington: Energy Information Administration, Februar 2006.
- Ernst & Young. 2005: Evaluation de l'organisation commune de marché dans le secteur du lin et du chanvre - Rapport final Septembre 2005. Paris: AND International und Ernst & Young, 2005 sowie Vortrag auf der 3rd International Conference of the „European Industrial Hemp Association“, Hürth, 28.-29.11.2005.
- European Bioplastics. 2006: Photos and Diagrams of Biodegradable Polymer Products. April 2006. <http://www.european-bioplastics.org/media/files/docs/en-pub/EB_Pressmaterial.pdf> (16. Juni 2006).
- FAO. 2005 & 2006: Aktuelle Datenbasis der FAO (<http://www.fao.org>).
- FAOSTAT. 2005 & 2006: Aktuelle Datenbasis der FAO (<http://faostat.fao.org>).
- FAO-Workshop. 2005: FAO-Naturfaser-Meeting, London, 1.-2. Dezember 2005.
- FAO-Workshop. 2006: FAO-Naturfaser-Meeting, Rom, 5.-6. April 2006.
- Frenzel (Hrsg.). 2006: Neuheit - Urnenherstellung im ökologischen Sinne mit internationalem Patent. Einzigartig in Europa. FRENZEL GmbH. Großenkneten, Eigenverlag, 2006, Produktinformation. - 21 Seiten.
- Harig, H. / Müssig, J. 1999: Heimische Pflanzenfasern für das Automobil. In: Harig, H. / Langenbach, C.J. (Hrsg.): Neue Materialien für innovative Produkte - Entwicklungstrends und gesellschaftliche Relevanz. Bd. 3. Berlin: Springer Verlag, 1999 (Wissenschaftsethik und Technikfolgenbeurteilung), (ISBN 3-540-66063-1), S. 235 - 251.
- IBAW. 2005: Beispiele für Verpackungsprodukte aus nachwachsenden Rohstoffen. 2005. <<http://www.ibaw.org>> (25. August 2005).
- IFEU 2005: Persönliche Mitteilungen, 2005.
- Karus, M. / Ortman, S. / Vogt, D. / Müssig, J. 2005a: Naturfaserverstärkte Kunststoffe -- Pflanzen - Rohstoffe - Produkte - . Gülzow: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), 2005. - als Manuskript gedruckt, 39 Seiten.
- Karus, M. / Ortman, S. / Vogt, D. 2005b: Innen alles Natur? – Naturfasern im Automobil. In: Kunststoffe (ISSN 0023-5563), Vol. 95., 7/2005 (2005), S. 51 – 53.
- Karus, M. / Ortman, S. / Otremba, F. / Scheurer, H. / Müssig, J. 2006: Roadshow - Naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK): Präsentation zum Projekt „Road-Show Naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK)“, gefördert von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe – FNR, Gülzow / FKZ: 22003205. Hürth, Germany: nova-Institut GmbH, 2006.
- Karus, M. / Ortman, S. / Vogt, D. / Müssig, J. 2006b: Naturfaserverstärkte Kunststoffe - Pflanzen, Rohstoffe, Produkte, Broschüre der FNR, Gülzow, 2006.

- KI 2006: Kunststoff Information, <http://www.kiweb.de>, 2006.
- Müssig, J. 2001: Untersuchung der Eignung heimischer Pflanzenfasern für die Herstellung von naturfaserverstärkten Duroplasten - vom Anbau zum Verbundwerkstoff -. Düsseldorf: VDI Verlag GmbH, 2001, (Fortschritt-Bericht VDI, Reihe 5, Grund- und Werkstoffe / Kunststoffe, Nr. 630), (ISBN 3-18-363005-2) - als Manuskript gedruckt, 214 Seiten.
- Müssig, J. 2006: Formpressen mit PLA und Hanffasern. In: Faserinstitut Bremen e.V. - FIBRE, M-Base Engineering + Software GmbH, nova-Institut GmbH, (Hrsg. und Veranst.): 4. N-FibreBase Kongress Naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK) - Wood-Plastic-Composites (WPC) Bio-Kunststoffe (Hürth 2006-06-27 bis 2006-06-28) Hürth: nova-Institut, 2006, (4. N-FibreBase Kongress), 22 Seiten - CD-ROM Tagungsdokumentation.
- nova-Institut. 2006: Aktuelle Industriestudien, die nicht namentlich zitiert werden dürfen.
- nova / N-Fibre-PriceBase. 2006: Monatliche Erhebung der Flachs- und Hanfpreise für automobile Anwendungen in Deutschland, seit 2003.
- NEC. 2006: NEC & UNITIKA Realize Bioplastic Reinforced with Kenaf Fiber for Mobile Phone Use - NTT DoCoMo adopts new material in FOMA(TM) N701iECO - For immediate use March 20, 2006. 2006. <<http://www.nec.co.jp/press/en/0603/2001.html>> (25. Juni 2006).
- nova-Institut. 2006: Studie „Wood-Plastic-Composites“ - Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe, Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“, Band 28, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gülzow 2006. Autoren der Studie: Vogt, D., Karus, M., Ortman, S., Schmidt, Chr., Gahle, Chr.
- Pless. 2001: Technical and environmental Assessment of thermal insulation materials from bast fiber crops. Los Angeles, Petra Susanne Pless, 2001.
- Saneco. 2006: Persönliche Mitteilungen, 2006.
- Traebert, W.-E. 1966: Verbundwerkstoffe - Versuch einer neuartigen Systematik. Dissertation an der Universität Köln, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät der Universität zu Köln, Köln 1966, Eigenverlag.
- Ortmann, S., Schwill, R., Karus, M., Müssig, J. 2005: Die kommende Werkstoffgruppe - Naturfaser-Polypropylen-Spritzgießen. In: Kunststoffe (ISSN 0023-5563), Vol. 95, 3/2005 (2005). S. 23-28.
- nova-Institut. 2005 & 2006: Laufende Marktrecherchen des nova-Instituts.
- Ortmann, S., Schwill, R., Karus, M., Müssig, J. 2005: Die kommende Werkstoffgruppe - Naturfaser-Polypropylen-Spritzgießen. In: Kunststoffe (ISSN 0023-5563), Vol. 95, 3/2005 (2005).

6.2 Einbezogene Unternehmen, Verbände und Institutionen

6.2.1 Bio-Polymerwerkstoffe

AGRANA Stärke GmbH / Conrathstr. 7, A- 3950 Gmünd

Alcan Packaging Services / Badische Bahnhofstr. 16, CH- 8212 Neuhausen

Arkhe Planning Co. / 19-1-5 Imaichi-Cho, Fukui city, 918-8152, Japan
Bio-Composites And More GmbH / Marktplatz 12, D-91472 Ipsheim
BASF AG / D- 67056 Ludwigshafen
BioBag International / Hovsveien 8, N- 1831 Askim
Biomer /
Biotec biologische Naturverpackungen / Postfach 10 02 20, D- 46422 Emmerich
BIOP Bio-Polymer Technologies AG / Schipkauer Str. 1, A 754, D- 01987 Schwarzhöhe
Cedap / 4 Quai Antoine 1er, B.P. 219, MC- 98007 Monaco Cedex
Cereplast Inc. / 3421 West El Segundo Boulevard, Hawthorne, CA 90250, U.S.
Composto Kompostierförderung und -beratung / Waldhofweg 27b, CH- 5034 Suhr
Coopbox Europe SpA / Via M. K. Gandhi 8, I- 42100 Reggio Emilia
Cornpack GmbH & Co. KG
Danisco Emulsifiers / Edwin Rahrs Vej 38, DK- 8220 Brabrand
Danone / European Bioplastics Member, Richard Reitzner Allee 1, D- 85540 Haar
Duales System Deutschland / Frankfurter Str. 720-726, D- 51145 Köln
Du Pont de Nemours Int. SA / 2 Chemin du Pavillon, CH- 1218 Le Grand-Saconnex
Færch Plast A/S / Rasmus Færchs Vej 1, DK- 7500 Holstebro
FKuR Kunststoff GmbH / Siemensring 79, D- 47877 Willich
Forschungsgemeinschaft Biologisch Abbaubare Werkstoffe e.V. / Herrenhäuser Str. 2,
D- 30419 Hannover
Grenidee Technologies PTE Ltd. / 67 Ayer Rajah Crescent, #02-07/08/09, SGP-139950
Singapore
HOBUM Oleochemicals GmbH / Seehafenstraße 2, D-21079 Hamburg
Holfeld Plastics Ltd. / Kilmacanogue, Bray, Co. Wicklow, Ireland
Hubert Loick VNR GmbH /
Huhtamaki / Bad-Bertricher-Str. 6-9, D- 56859 Alf
IFA - Interuniversitäres Forschungsinstitut für Agrarbiotechnologie / Konrad-Lorenz-
Str. 20, A- 3430 Tulln
Innovia Films / Wigton, Cumbria CA7 9BG, U.K.
ISD Interseroh Dienstleistungs GmbH / Stollwerckstr. 9a, D- 51149 Köln
Kaneka Corporation / 3-2-4 Nakanoshima Kita-Ku, J- 530-8288 Osaka
Kraft Foods R&D / Bayerwaldstr. 8, D- 81737 München
Maag GmbH / Leckingser Str. 12, D- 58640 Iserlohn
Mann+Hummel ProTec GmbH / Postfach 16 06, D- 64606 Bensheim
Manuli Stretch SpA / Via Vittor Pisano 22, I- 20124 Milano
Metabolix / 21 Erie St., Cambridge, MA 02139-4260, USA
Mitsubishi Chemical Europe GmbH / Prinzenallee 13, D- 40549 Düsseldorf
Mitsui Chemicals GmbH / 3-2-5 Kasumigaseki, Chiyodaku, Tokyo 100-6070, Japan
narocon InnovationConsulting Dr. Käß / Kastanienallee 21, D- 10435 Berlin
NATISS / Rue de la Sucrierie 10, B- 7800 Ath
natura Verpackungs GmbH / Industriestr. 55-57, D- 48432 Rheine
Nature Works® LLC / Gooimeer 6 - 10, NL- 1411 DD Naarden
Nestlé Research Center / Vers-chez-les-blancs, P.O. Box 44, CH- 1000 Lausanne 26

NNZ bv / Postbus 104, NL- 9700 AC Groningen
Novamont SpA / Via Fauser 8, I- 28100 Novara
Organic Waste Systems (OWS) N.V. / Dok Noord 4, B- 9000 Gent
Pacovis AG / Grabenmattenstr. 19, CH- 5608 Stetten
Plantic Technologies Ltd. / Unit 2, Angliss Park Estate, 227-231 Fitzgerald Road,
Laverton North, Victoria, Australia
PolyOne Belgium / Zoning de la Fagne, Rue Melville Wilson, 2 B- 5330 Assesse
Purac / Arkelse Dijk 46, P.O.Box 21, NL- 4200 AA Gorinchem
Reifenhäuser GmbH & Co KG / Spicher Str. 46-48, D- 53842 Troisdorf
Rodenburg Bio-Polymers B.V. / Denariusstraat 19, NL- 4903 RC Oosterhout
Roquette Frères / F- 62080 Lestrem
SCHOELLER-ALDO GmbH & Co KG / Schöntaler Str. 55-59, D- 52379 Langerwehe
Sidaplast Earth First / Kerkstr. 24 B- 9050 Gentbrugge
SIRAP-GEMA SpA / Via Industriale 1-3, I- 25028 Verolanuova (BS)
SPHERE / 3 rue Scheffer, F- 75116 Paris
Stanelco PLC / Starpol Technology Centre, North Road, Marchwood Industrial Park,
Southampton, SO40 4BL, UK
Tate & Lyle / Burchtstr. 10, B- 9300 Aalst
Tetra Pak International / Ruben Rausing's gata, S- 22186 Lund
Treofan Germany GmbH & Co. KG / Am Prime Parc 10, D- 65479 Raunheim
Uhde Inventa-Fischer GmbH / Holzhauser Str. 157-159, D- 13509 Berlin
W. Bailey / Unit 3, Dolphin Way, Dolphin Ind. Est., West Thurrock RM19 1NZ, UK
Wentus Kunststoff GmbH / Eugen-Diesel-Straße 12, D- 37651 Hötter
Wolf Cellulosics GmbH & Co KG

6.2.2 NFK/WPC

AFT Plasturgie / F-21121 Fontaine les Dijon
Agrotechnology & Food Innovations (A&F) / NL-6700 AA Wageningen
August Beyer GmbH & Co. KG / 48477 Hörstel-Bevergern
Badische Naturfaseraufbereitung GmbH (Bafa) / 76316 Malsch
BioFormTex / 60792 Zehdenick
bo | systems GmbH / 36205 Sontra
Brandenburgische Technische Universität Cottbus / 03046 Cottbus
Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)
/ 53123 Bonn
BWF Offermann, Schmid & Co. KG / 89362 Offingen
CELC - MASTERS OF LINEN / F-75001 Paris
Chiron - W.Misslisch - L.Stury GbR / 88487 Baltringen
Deutsche Heraklith GmbH / 84359 Simbach am Inn
Deutscher Naturfaserverband e.V. (DNV) / 08396 Waldenburg
Dieter Fellerhoff Naturdämmstoffe / 46325 Borken-Weseke
Dr. Pohl Textil- und Thermoplast GmbH / 03149 Forst
Dräxlmaier Group / 84137 Vilsbiburg

EIHA / 50354 Hürth
emfa Baustoffe GmbH / 89331 Burgau
EuroHanf / A-8510 Stainz
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) / 18276 Gülzow
Famatec GmbH & Co. KG / 16278 Angermünde
Faserinstitut Bremen e.V. (FIBRE) / 28359 Bremen
Faserlogistikzentrum GmbH (FLZ) / 02791 Oderwitz
Faurecia / F-92735 Nanterre
FH Braunschweig/Wolfenbuettel - Institut für Recycling / 38440 Wolfsburg
Filzfabrik Fulda GmbH & Co KG / 36035 Fulda
Flachshaus GmbH / 16928 Giesensdorf
Flaxoprop / 02899 Ostritz
Franz Beyer GmbH & Co. KG / 48477 Hörstel-Bevergern
FunderMax GmbH / A-9300 St. Veit/Glan
Gerd Eisenblätter GmbH / 82538 Geretsried
GreenGran / NL-6700 AA Wageningen
Gruppo Fibranova s.r.l. / I-56030 Perignano
Hanf & Natur / 51709 Marienheide
Hanf-Faser-Fabrik Uckermark / 17291 Prenzlau
Hemcore Limited / CM22 7PJ Hertfordshire
Hempro Int. e. K. / 40470 Düsseldorf
Hera-Plast Kunststoff GmbH & Co.KG / 21337 Lüneburg
Hock Vertriebs-GmbH & Co. KG / 86720 Nördlingen
Holstein Flachs GmbH / 23795 Mielsdorf
IGLU Ingenieurgemeinschaft für Landwirtschaft und Umwelt / 37073 Göttingen
Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe e.V. (AVK) / 60329 Frankfurt
Jakob Winter / 64569 Nauheim
Johann Borgers GmbH & Co. KG / 46397 Bocholt
Johnson Controls Interiors GmbH & Co. KG / 71131 Jettingen
JSC „Linolitas„ / LT-4316 Garliava
Julius Heywinkel GmbH / 49565 Bramsche
La Chanvrière de l'Aube (LCDA) / F-10208 Bar Sur Aube
Lear Corporation GmbH & Co. KG / 85560 Ebersberg
M-Base GmbH / 52068 Aachen
Molan-Werk Dittrich GmbH & Co. KG / 28307 Bremen
MöllerTech / 33649 Bielefeld
Mühlmeier GmbH & Co. KG / 95671 Bärnau
NAFGO GmbH / 27801 Dötlingen - Neerstedt
N-FibreBase / 52068 Aachen
nova-institut GmbH / 50354 Hürth
PAVATEX GmbH / 88299 Leutkirch
PROCOTEX Corporation SA / B-7711 Mouscron Dottignies
Quadrant AG / CH-8001 Zürich

R+S Technik GmbH / 63073 Offenbach
Röchling Automotive AG & Co. KG / 68165 Mannheim
Rowa-Group / 25421 Pinneberg
SachsenLeinen GmbH / 0839 Waldenburg
SANECO / F-59850 Nieppe
Sperlich Consulting GmbH / 37087 Göttingen
STEICO AG / 85622 Feldkirchen
Svoboda Umformtechnik Ges.m.b.H. / A-1230 Wien
Tangerding Bocholt GmbH / 46395 Bocholt
Techni Lin S.A. / F-76192 Yvetot
Tecnaro GmbH / 74360 Ilsfeld-Auenstein
Temafa Maschinenfabrik GmbH / 51469 Bergisch Gladbach
Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e.V. / 07407 Rudolstadt
TU Clausthal - Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik / 38678
Clausthal-Zellerfeld
Upper Austrian Research GmbH (UAR) / A-4020 Linz
Vliestec AG 39112 / Magdeburg
Wilhelm G. Clasen / 20457 Hamburg
XS M. Malok KG / 04177 Leipzig

6.2.3 WPC Spezialisten

CopyWood GmbH / 70192 Stuttgart
Haller Formholz GmbH / 74523 Schwäbisch Hall-Sulzdorf
Häussermann GmbH & Co. KG / 71560 Sulzbach
KOSCHE GmbH Unternehmensgruppe / 53804 Much
PHK Polymertechnik GmbH (Dr. Korte) / 23966 Wismar
ProPolyTec GmbH / 96215 Lichtenfels
TECHNAMATION Technical Europe GmbH / 57076 Siegen
Werzalit GmbH & Co. KG / 71718 Oberstenfeld

Weißer Biotechnologie

Matthias Graf von Armansperg

Dr. Martin Patel*

* Dipl.-Ing./MBA Matthias Graf von Armansperg; meo Consulting Team,
Weissenburgstr. 53, 50670 Köln; www.meo-consulting.com
Dr. Martin Patel; Copernicus Institute, Universiteit Utrecht, Van Unnikgebouw,
Heidelberglaan 2, 3584 CS Utrecht; www.copernicus.uu.nl

Inhalt

1 Kernbotschaften	221
2 Markt- und Wettbewerbsposition.....	234
2.1 Grundlagen der Weißen Biotechnologie.....	235
2.2 Hypothesen	240
2.3 Nachfrage	243
2.4 Kapazitäten	246
2.5 Rohstoffe.....	253
2.5.1 Übersicht Rohstoffe.....	254
2.5.2 Zucker	258
2.5.2.1 Übersicht Zucker	259
2.5.2.2 Zuckerpreis.....	261
2.5.2.3 Kostenposition der deutschen Anbauer.....	277
2.5.2.4 Einfluss Regulative.....	282
2.5.3 Stärke.....	286
2.6 Verfahren und Prozesse.....	287
2.7 FuE-Förderung	294
2.8 Öffentliche / rechtliche Rahmenbedingungen	300
3 Strategische Optionen.....	305
4 Szenarien	309
5 Förderempfehlungen.....	315
5.1 Inhaltliche Schwerpunkte	316
5.2 Ziele und Maßnahmen	319
5.3 Umsetzung.....	325
6 Quellenverzeichnis.....	329
6.1 Literatur	329
6.2 Ausgewählte Websites.....	331
6.3 Einbezogene Unternehmen, Verbände und Institutionen.....	331

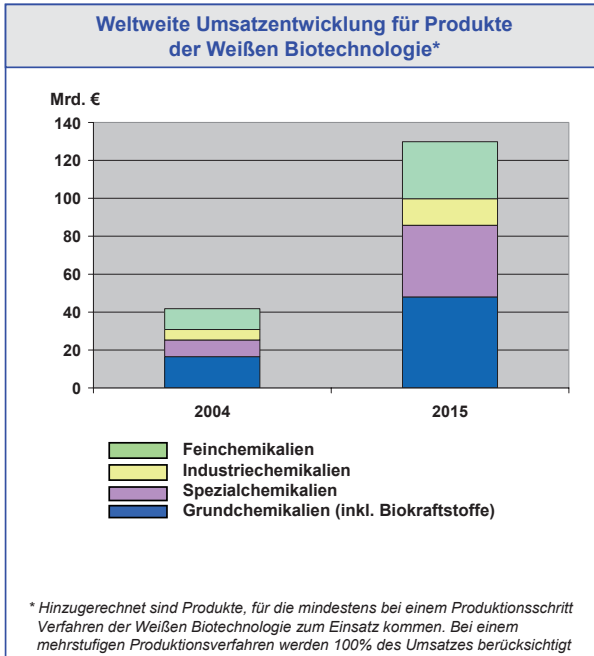
1

Kernbotschaften

Weißer Biotechnologie verfolgt den Einsatz „nachhaltiger“ biotechnologischer Herstellungsverfahren im industriellen Umfeld

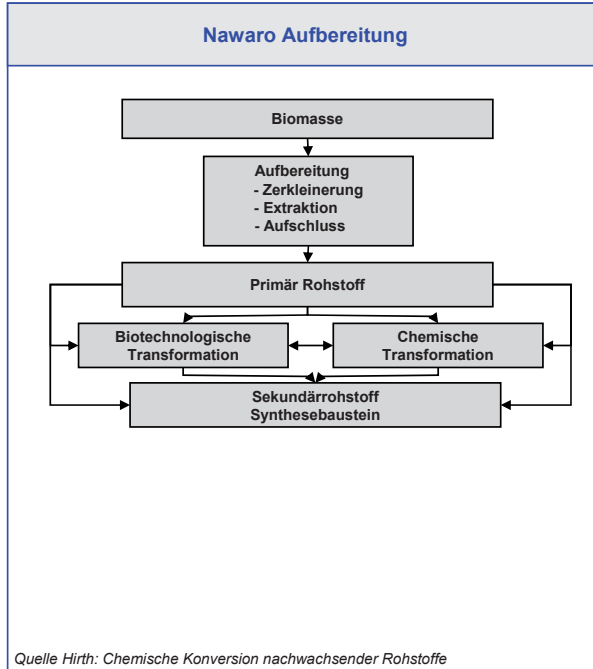
Weißer Biotechnologie - Abgrenzung	Weißer Biotechnologie - Verfahren
<ul style="list-style-type: none"> • Unter Weißer Biotechnologie oder auch Industrieller Biotechnologie versteht man im weiteren Sinne die Anwendung moderner biotechnologischer Verfahren für eine nachhaltige und ökoeffiziente industrielle Herstellung von Chemikalien, Materialien und Energie (EuropaBio). • Als Querschnittstechnologie kommt die Weißer Biotechnologie nicht nur in der chemischen Industrie sondern auch in der Pharma-, Getränke-, Nahrungsmittel-, Futtermittel-, Papier-, Textil-, Leder- und Energieindustrie zum Einsatz. • Zu den mittels Weißer Biotechnologie hergestellten Produkten zählen insbesondere Fein- und Spezialchemikalien, sowie Lebensmittel, Lebensmittelzusatzstoffe und Futtermitteladditive, Agrar- und Pharmavorprodukte, Hilfsstoffe für verarbeitende Industrien wie technische Enzyme und Biokraftstoffe. 	<ul style="list-style-type: none"> • Weißer Biotechnologie ist keine neue Disziplin, sondern der Gebrauch der „Werkzeugkiste der Natur“ oder der „Biotechnologischen Methoden“ für industrielle Herstellungsprozesse und Produktanwendungen (z. B. Fermentation od. Biokatalyse). • Fermentation <ul style="list-style-type: none"> - Bei der Fermentation produzieren Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Hefe) aus billigen Kohlenstoff- und Stickstoffquellen komplexe Moleküle. Bei den erzeugten Stoffwechselprodukten handelt es sich um Bioprodukte. - Fermentation wird häufig bei großvolumigen und kostengünstigen Produkten wie z.B. Ethanol, Vitamin C, Antibiotika eingesetzt. • Biokatalyse <ul style="list-style-type: none"> - Bei der Biokatalyse ermöglichen isolierte Enzyme spezifische Katalysereaktionen. Als Rohstoffe müssen keine Naturstoffe eingesetzt werden. Die erzeugten Produkte müssen keine Bioprodukte sein. - Biokatalyse wird meist bei höherwertigen Produkten mit spezifischem Eigenschaftsprofil, z.B. bei Aminosäuren oder aktiven Compounds für die Pharmaindustrie eingesetzt.

Der Markt für Produkte der Weißen Biotechnologie beträgt rund 40 Mrd. €. Er wird sich in den kommenden 10 Jahren voraussichtlich verdreifachen



- Markt und Marktwachstum**
- Über den weltweiten Markt für Weiße Biotechnologie liegen keine exakten Marktdaten vor. Das geschätzte Marktvolumen soll von ca. 40 Mrd. € in 2004 auf rund 130 Mrd. € im Jahr 2015 steigen. Das erwartete Umsatzwachstum von 10% p.a. liegt damit etwa dreimal so hoch wie das Wachstum von 2-3% im gesamten Chemiemarkt.
 - Für 2015 wird eine Aufteilung des Marktes für Weiße Biotechnologie in rund 70 Mrd. € Fein- und Spezialchemikalien und rund 60 Mrd. € Grund- und Industriechemikalien erwartet. Grund- und Industriechemikalien sind auf Grund ihres geringeren Preisniveaus für den Nawaro-Absatz mengenmäßig von größerer Bedeutung. Der Anteil der Rohstoffkosten erreicht für diese Produkte bis zu 50% der Gesamtkosten.
 - Der Wert der mittels Weißer Biotechnologie in Deutschland hergestellte Waren wird im Jahr 2004 auf 2-3 Mrd. € geschätzt.

Die Weiße Biotechnologie verwendet vorzugsweise technisch wie wirtschaftlich leicht aufzubereitende Kohlenhydrate aus Zucker- oder Stärkepflanzen







Kohlenhydratwirtschaft

- Von zentraler Bedeutung für die Entwicklung der Weißen Biotechnologie ist die Verfügbarkeit von technisch wie wirtschaftlich leicht aufzubereitende Kohlenhydraten. Zur Zeit verwendet die WB in Europa zu je rund 50% Kohlenhydrate aus Zucker (Rübe) und Stärke (Weizen, Mais). In Deutschland ist Zucker mit 60% leicht Übergewichtet.
- Deutscher Rübenzucker ist in der Herstellung deutlich teurer als Rohrzucker. Gemäß Novelle der Zuckermarktordnung soll die Prozessindustrie auch in Zukunft Industriezucker vorzugsweise aus heimischen Anbau kaufen. Die Beschränkung der Produktionskostenerstattung für Industriezucker auf Ausnahmefälle und stark steigende Zuckerpreise auf dem Weltmarkt dürfte allerdings zu einer vermehrten Substitution von Zucker durch Stärke führen.
- In den USA wird intensiv an innovativen Aufschlußverfahren für Lignocellulose geforscht. Ab ca. 2015 wird mit einer industriellen Nutzung von Lignocellulose in so genannten Bioraffinerien gerechnet.
- Die Wettbewerbsfähigkeit einer Nawaro-basierten WB verbessert sich mit steigendem Rohölpreis. Die zunehmende Nutzung von Nawaro für energetische Zwecke führt voraussichtlich bei Zucker ab ca. 50-90 \$/bbl und bei Stärke ab ca. 100-120 \$/bbl zu einer Preiskopplung an den Rohölpreis.

Weißer Biotechnologie nutzt zu über 80% Nawaero als Rohstoffbasis und trägt maßgeblich zu deren Wachstum in der chemischen Industrie bei

Nawaero-Verbrauch 2005 der chemischen Industrie in Deutschland (chemische Synthese u. WB)

	Nawaero Verbrauch 2005	Wachstumsrate bis 2010 / 2020	Import-Quote	Heimische Nutzpflanzen	Treibende Faktoren
Zucker 	295 kt	10-15%** / wachsend	(~5%)	Zuckerrübe	+ Weiße Biotechnologie (z.B. Bioethanol, Biokunststoffe) + Hoher heimischer Anteil (Zuckermarktord.) - Ungünstige Kostensituation - Wettbewerb mit Zuckerrohr/Stärke
Stärke 	190 kt Chemie 510 kt Papier	2-3% / wachsend	(~35%)	Kartoffel Weizen Mais	+ Weiße Biotechnologie (z.B. Bioethanol, Biokunststoffe) + Hoher heimisch. Anteil (Getreidemarktord.) - Wettbewerb mit importierter Maisstärke
Cellulose 	320 kt*	2-3% / stagnierend	(100%) bezogen auf Chemie-Cellulose	-----	+ Weiße Biotechnologie + Kohlenhydratwirtschaft (langfristig) - Preiswerte Rohstoffverfügbarkeit ex D - Fehlende Aufschlussverfahren, abgestimmt auf spezifische Cellulosearten (langfristig)
Fette/Öle (pflanzlich) 	800 kt*	2-3% / stagnierend	(~85%)	Raps Sonnenblume	+ Reife oleochemische Industrie - Eigenschaftsprofil dt. Fettsäuren begrenzt - Import von preiswertem Laurinöl - Flächenkonkurrenz mit Biodiesel (Raps) - Preisverfall bei Glycerin wg. Biodiesel

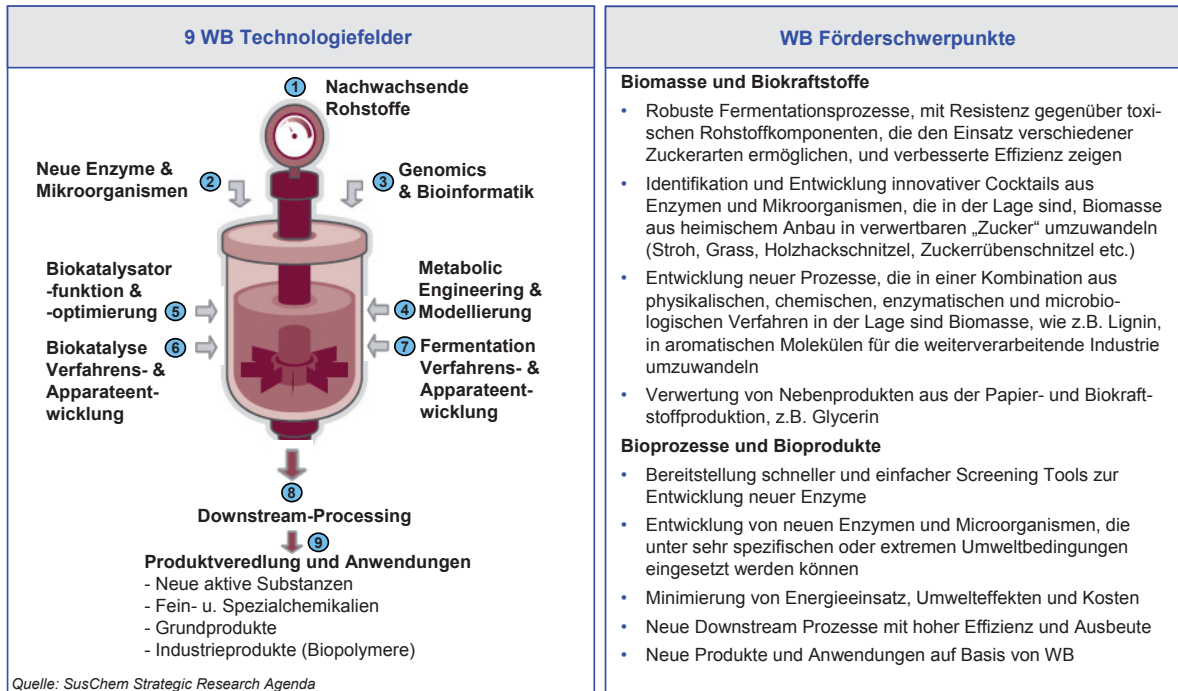
* Werte aus dem Jahr 2004

** tatsächliches Wachstum vermutlich geringer durch preisbedingte Substitutionseffekte mit Stärke

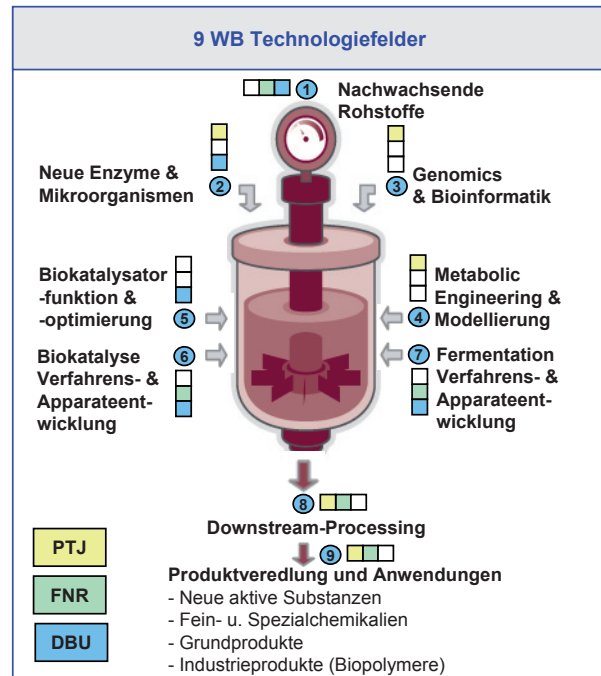
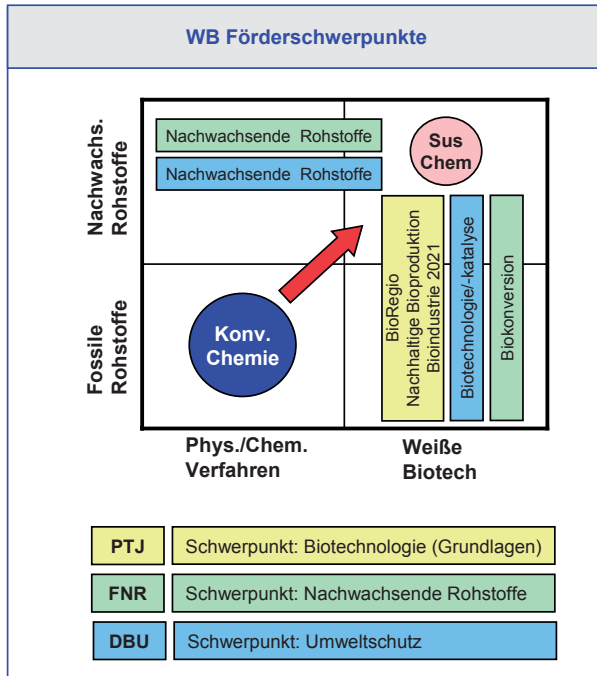
Erdölpreis, technologischer Fortschritt und Regularien haben maßgeblichen Einfluss auf die zukünftige Entwicklung der Weißen Biotechnologie

Erläuterung Einfluss der Parameter	
Erdölpreis	<ul style="list-style-type: none"> • Bislang sind rund 90% der jährlich in Deutschland produzierten organischen Chemikalien petrochemischen Ursprungs und damit direkt vom Erdölpreis abhängig • Die konventionelle chemische Synthese ist sehr energieintensiv • Ein relativer Preisanstieg von Erdöl gegenüber Nawaro verbessert die Wettbewerbsfähigkeit von WB auf Nawaro-Basis und beschleunigt deren Marktdurchdringung • WB-Verfahren zeichnen sich durch geringeren Energieverbrauch aus
Technologie	<ul style="list-style-type: none"> • Im Markt sind petrochemische Produkte noch dominierend. Der Marktanteil mittels WB hergestellter chemischer Produkte beträgt weltweit ca. drei Prozent. Technologischer Fortschritt trägt maßgeblich zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit und Marktdurchdringung von WB bei • Bestehende Verfahren müssen angepasst und wirtschaftlich optimiert werden • Erkenntnisse aus der Roten können teilweise auf die Weiße Biotechnologie übertragen werden • Zusätzlich ist die Entwicklung von neuen Technologien erforderlich (Rohstoffe auf Lignocellulosebasis, Biokatalyse- und Fermentationsverfahren, Downstream-Processing und Produkte und Anwendungen)
Regularien	<ul style="list-style-type: none"> • Die Herstellung und der Absatz chemischer Produkte unterliegt einem dichten und strengen Netz von Regularien auf europäischer und nationaler Ebene, z.B. REACH-Verordnung, Gentechnikgesetz • Die Einführung der REACH-Verordnung hat zu einer deutlichen Verschärfung der Chemikalienpolitik in Europa geführt. Alle Neuprodukte erfordern eine Zulassung nach REACH. Eine reine Verfahrensumstellung auf WB ist davon nicht betroffen. Außerhalb Europas gibt es keine vergleichbar stringente Verordnung • Das deutsche Gentechnikgesetz ist restriktiver als geltendes EU-Recht. Für alle Arbeiten mit geschlossenen WB-Reaktoren ist eine Anmeldung unter der Sicherheitsstufe I erforderlich. Von der Industrie vorgeschlagen wird ein Wegfall der Anmeldepflicht für alle Versuche mit Organismen, die auf der „Liste für bekannte Organismen“ enthalten sind

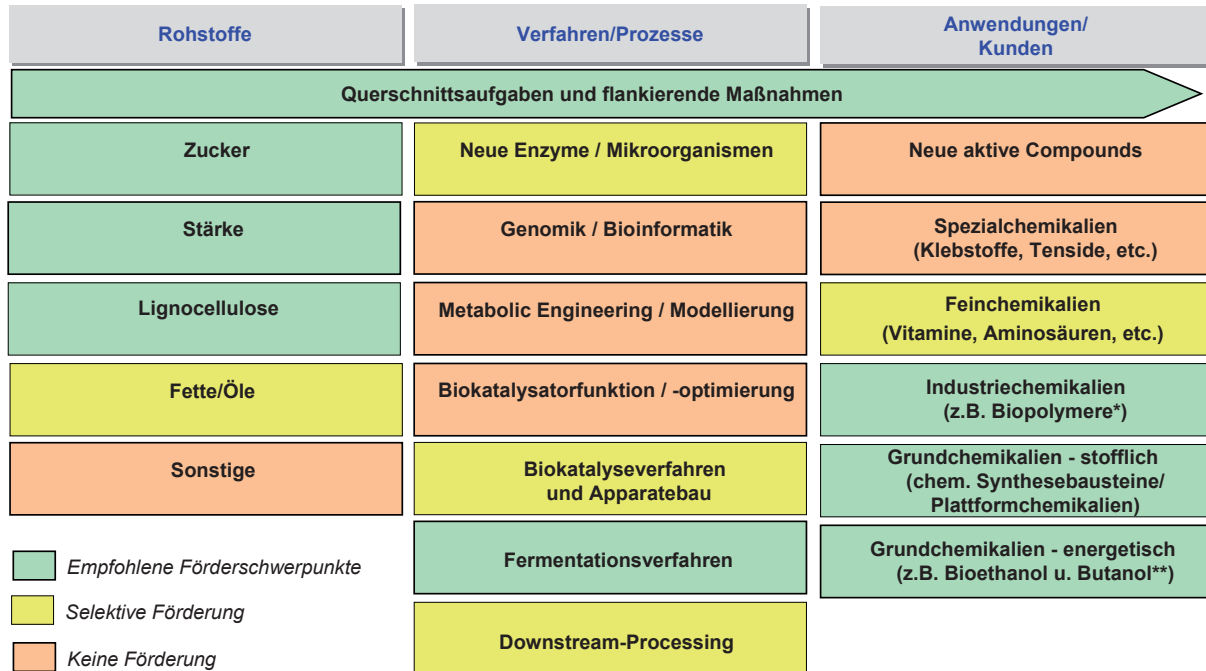
Die Weiterentwicklung der Weißen Biotechnologie erfordert ein umfassendes Förderprogramm von der Grundlagenforschung bis hin zu Markteinführung



Die Effizienz der bestehenden Forschungsförderung in Deutschland leidet unter Fragmentierung, Überlappung und fehlender Koordination



Für den Bereich Weiße Biotechnologie wird eine Konzentration der FNR-Förderpolitik auf sieben ausgewählte Felder empfohlen



* Siehe gesonderte Förderempfehlung Biopolymere und WPC

** Energetische Nutzung nicht Gegenstand der Untersuchung

Beschreibung der Förderempfehlungen (1)

Themen	Beschreibung
Optimierung und Erweiterung der Nawaro-Basis (Kohlenhydrate)	<ul style="list-style-type: none"> • Bereits genutzte Nawaro (Zucker, Stärke) sollten durch Züchtung für den industriellen Einsatz in der Weißen Biotechnologie weiter optimiert werden (Hektarerträge, nutzbare Inhaltsstoffe, störende Nebenprodukte, Qualitätskonstanz, Schädlings- und Witterungsresistenz/Kampagnendauer) • Rest- und Nebenprodukte bereits genutzter Nawaro, z.B. in der Papier- und Biokraftstoffproduktion (Glycerin), sollten für die Verwertung in der Weißen Biotechnologie erschlossen werden • Erweiterung der bisher eingesetzten Kohlehydratquellen unter Einbeziehung von Lignocellulose aus Stroh, Holz und schnell wachsenden Baumarten • Entwicklung von innovativen Aufschlussverfahren für Lignocellulose unter Nutzung von Enzymen und Mikroorganismen und ggf. Verknüpfung mit bereits bestehenden physikalisch/chemischen Aufschlussverfahren • Optimierung der Produktions-, Logistik- und Handelsstrukturen in der Landwirtschaft und Integration mit den industriellen Strukturen der Weißen Biotechnologie
Optimierung und Entwicklung neuer Fermentationsverfahren zur Herstellung von chemischen Synthesebausteinen und Biokunststoffen	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung bestehender Fermentationsverfahren im Hinblick auf Substratkonzentration/-konzentration; Wachstumsgeschwindigkeit der Mikroorganismen, Verarbeitungsfenster (pH-Wert, Temperatur) und Produktkonzentration (z.B. für Bioethanol und PLA) • Entwicklung neuer Fermentationsverfahren zur Herstellung von zusätzlichen chemischen Synthesebausteinen, die zum Aufbau von industriell relevanten Produktstambäumen benötigt werden (gemäß BREW- bzw. DOE/NREL-Liste z. B.: Bernsteinsäure, Fumarsäure, Apfelsäure, 3-Hydroxypropionsäure, Asparaginsäure, Glucarsäure, Glutaminsäure, Glycerin, Sorbit, Xylit, Arabinitol) • Entwicklung von neuen Fermentationsverfahren zur Herstellung von Biokunststoffen (siehe gesonderte Förderempfehlung) • Verknüpfung von Fermentation und chemischer Synthese im bestehenden Produktionsverbund • Entwicklung neuer Bioraffineriekonzepte zur kombinierten energetischen und stofflichen Nutzung von Biomasse

Beschreibung der Förderempfehlungen (2)

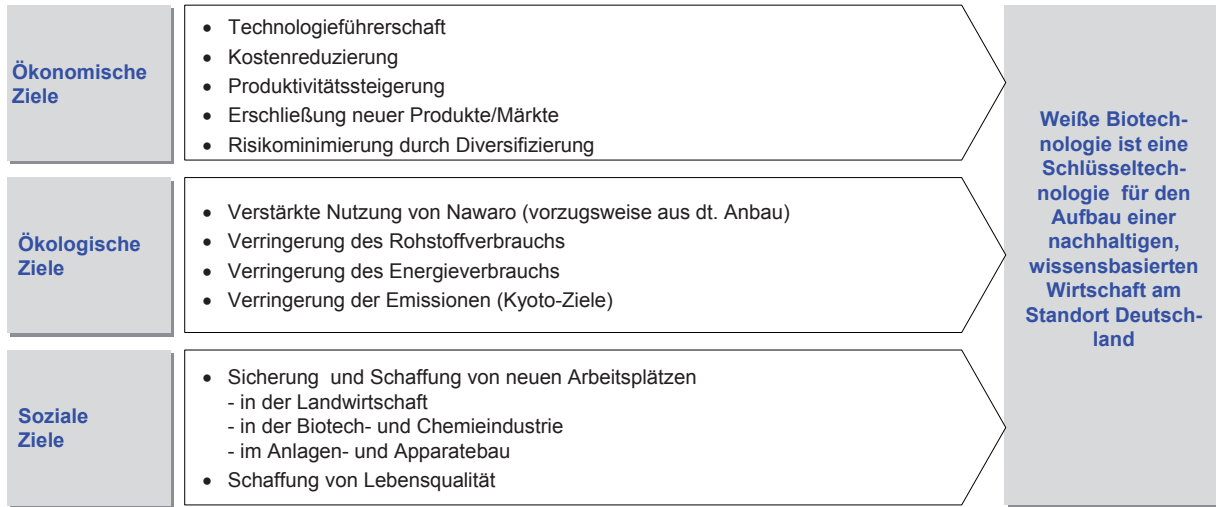
Themen	Beschreibung
Querschnittsaufgaben und flankierende Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none">• Erarbeitung und Abstimmung einer Road Map „Weiße Biotechnologie“ und „Nutzung heimischer Biomasse“ für Deutschland in Zusammenarbeit mit Ministerien, anderen Fördereinrichtungen, Wissenschaft und Industrie (Ziele, Zeitplan, Maßnahmen, Budget, Aufteilung der Fördermittel)• Aufbau eines Kompetenz-Clusters zum Thema „Herstellung biobasierter Produkte durch Fermentation von Nawaro“<ul style="list-style-type: none">- Zusammenführung eines Expertennetzwerkes- Einrichtung einer Evidenzzentrale für themenspezifische Förderprojekte (Datenbank)- Initiierung und Koordination von interdisziplinären, organisationsübergreifenden Verbundprojekten- Durchführung von Konferenzen zur Verbesserung des Technologie- und Wissenstransfers- Flankierende Marktkommunikation zur Verbesserung der Wahrnehmung und Akzeptanz von Weißer Biotechnologie auf Verbraucherebene (z.B. Biopolymere)- Internationale Anbindung• Ausarbeitung einer Road Map zum Thema „Bioraffinerien“ und Erstellung von Studien zur wirtschaftlich/technischen Machbarkeit

Die Förderempfehlung bietet unter Ausnutzung der FNR-Kernkompetenzen und vorhandener Synergien eine gute Kosten-/Nutzenrelation

Themen	Aufwand/Kosten (10 Jahre)	Erwartete Ergebnisse*	Risiken
Nawaro-Basis	<ul style="list-style-type: none"> 25-30 Mio. € 	<ul style="list-style-type: none"> Die dt. chemische Industrie wird den Einsatz von stärke- und zuckerhaltigen Nawaro von rund 850.000 t auf rund 1,7 Mio. t im Jahr 2015 verdoppeln (Importanteil 2004 < 30%) Die Weiße Biotechnologie ist dabei ein wichtiger Motor für die Nachfrage (Nawaro-Anteil > 50%) Optimierung u. Erweiterung der Rohstoffbasis ist wichtige Voraussetzung, um den dt. Nawaro-Marktanteil halten und ausbauen zu können 	<ul style="list-style-type: none"> Fallende Erdölpreise Wettbewerbsverzerrende Regularien Billigimporte von Nawaro Nutzungskonkurrenz bei Nawaro Komplexität des enzymatischen Aufschlusses von Lignocellulose
Fermentation Synthesebausteine Biokunststoffe	<ul style="list-style-type: none"> 30-35 Mio. € (Einschließlich 10 Mio. € für Biokunststoffe) 	<ul style="list-style-type: none"> Der im Real Case Szenario prognostizierte weltweite Umsatzanstieg für Produkte der Weißen Biotechnologie von ca. 40 auf rund 130 Mrd. € in 2015 basiert auf der Entwicklung neuer Produkte u. Verfahren (insbesondere Fermentation) Der deutsche Umsatzanteil wird in diesem Zeitraum voraussichtlich von 3 auf 10 Mrd. € wachsen Die Weißen Biotechnologie trägt zu einem deutlich positiven Beschäftigungseffekt bei (BMBF-Studie z. Zt. in Ausarbeitung) Eine Umstellung von konventioneller Synthese auf Fermentationsverfahren kann im Einzelfall zu signifikanten Einsparungen bei Rohstoff- und Energieverbrauch, sowie zu einer Verringerung bei Abfall, Emissionen und Kosten führen 	<ul style="list-style-type: none"> Fallende Erdölpreise Wettbewerbsverzerrende Regularien Technologietransfer ins Ausland Verlagerung der WB-Produktion ins Ausland Import von Produkten Technologisch/wirtschaftliche Machbarkeit von Bioraffineriekonzepten Unzureichende Zusammenarbeit der Stakeholder Flankierende Maßnahmen für WB schlagen fehl
Querschnittsaufgaben und flankierende Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> 4-6 Mio € (Einschließlich 2-3 Mio. € für Aufbau des Kompetenz-Clusters in den ersten 2-3 Jahren) 		

* Die Komplexität der Weißen Biotechnologie ermöglicht keine monokausale Ableitung der erwarteten Ergebnisse bezogen auf den FNR-Förderaufwand. Die Ergebnisse sind vielmehr abhängig von der gleichzeitigen Förderfähigkeit der übrigen Projektträger auf dem Gebiet der Grundlagenforschung, dem Apparate- und Anlagenbau und dem Downstream Processing.

Die Förderung der Weißer Biotechnologie trägt zum Aufbau von nachhaltigen Wirtschaftsstrukturen am Standort Deutschland bei



2 Markt- und Wettbewerbsposition

2.1 Grundlagen der Weißen Biotechnologie

2.2 Hypothesen

2.3 Nachfrage

2.4 Kapazitäten

2.5 Rohstoffe

2.6 Verfahren und Prozesse

2.7 FuE-Förderung

2.8 Öffentliche / rechtliche Rahmenbedingungen

2.1 Grundlagen der Weißen Biotechnologie

Weißer Biotechnologie

Präambel

- In Phase I der FNR-Marktstudie wurde im Segment „Chemierohstoffe“ in Verbindung mit der raschen Entwicklung der Weißen Biotechnologie ein signifikantes Wachstum für Kohlenhydrate (Zucker und Stärke) prognostiziert.
- Zur genaueren Untersuchung dieser Entwicklung wurde das Segment „Weiße Biotechnologie“ in die Detailanalyse der Phase II einbezogen.
- Auf Wunsch des Auftraggebers beschränkt sich die vorliegende Untersuchung auf die stoffliche Nutzung von Nawaros.
- Das mengenmäßig bedeutendste Produkt der Weißen Biotechnologie ist Bioethanol, welches überwiegend energetisch genutzt wird.
- Fette und Öle als Chemierohstoffe werden zu über 80% aus dem Ausland importiert. Bei Raps, der Hauptölpflanze aus heimischem Anbau, dominiert die energetische Verwertung als Biodiesel. Fette und Öle stehen deshalb nicht im Fokus dieser Studie.
- Schwerpunkt der vorliegenden Untersuchung bilden Kohlenhydrate (Zucker und Stärke), die überwiegend aus heimischem Anbau stammen.

Weißer Biotechnologie verfolgt den Einsatz „nachhaltiger“ biotechnologischer Herstellungsverfahren im industriellen Umfeld

Weißer Biotechnologie - Abgrenzung

Unter Weißer Biotechnologie oder auch Industrieller Biotechnologie versteht man im weiteren Sinne die Anwendung moderner biotechnologischer Verfahren für eine nachhaltige und ökoeffiziente industrielle Herstellung von Chemikalien, Materialien und Energie (EuropaBio)

Rote Biotechnologie Unter diesem Begriff fasst man heute alle Bereiche der biotechnologischen Methodik zusammen, die mittels der Anwendung von tierischen und menschlichen Zellen erzielt werden. Hierzu gehören sowohl medizinische Anwendungen als auch die hierfür erforderlichen Plattformtechnologien.

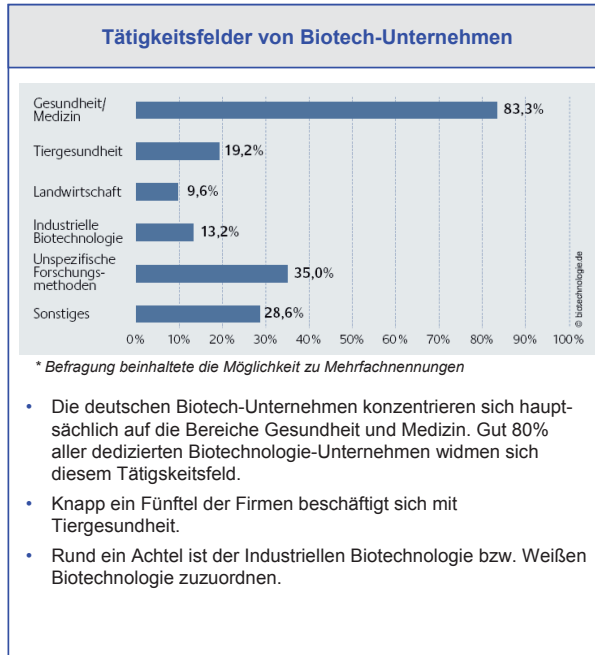
Grüne Biotechnologie Unter diesem Begriff werden heute alle Bereiche der biotechnologischen Methodik zusammengefasst, die mittels der Anwendung von oder Einflussnahme auf pflanzliche Zellen erzielt werden. Hierunter ist im Wesentlichen der Agrarsektor zu verstehen, z.B. transgene Pflanzen mit Herbizidtoleranz und verbesserten Eigenschaften.

Blaue Biotechnologie Dieses Gebiet umfasst heute alle Bereiche der biotechnologischen Methodik, die mittels der Anwendung von maritimen Mikroorganismen oder Ressourcen erreicht werden. Enzyme aus maritimen Mikroorganismen mit hohem Transferpotential sind hier als Beispiel zu nennen.

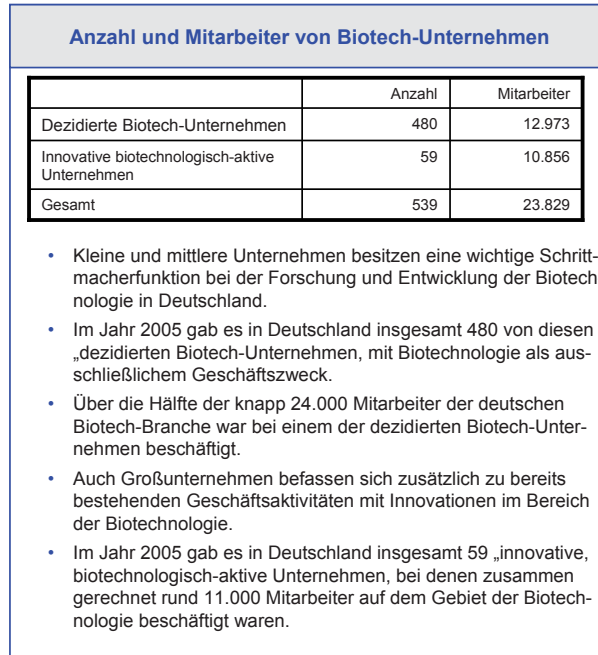
Weißer Biotechnologie - Erläuterung

- Weißer Biotechnologie ist keine neue Disziplin, sondern der Gebrauch der „Werkzeugkiste der Natur“ oder der „Biotechnologischen Methoden“ für industrielle Herstellungsprozesse und Produktanwendungen (z. B. Fermentation od. Biokatalyse).
- Als Querschnittstechnologie kommt die Weißer Biotechnologie nicht nur in der chemischen Industrie sondern auch in der Pharma-, Getränke-, Nahrungsmittel-, Futtermittel-, Papier-, Textil-, Leder- und Energieindustrie zum Einsatz.
- Zu den mittels Weißer Biotechnologie hergestellten Produkten zählen insbesondere Fein- und Spezialchemikalien, sowie Lebensmittel, Lebensmittelzusatzstoffe und Futtermitteladditive, Agrar- und Pharmavorprodukte, Hilfsstoffe für verarbeitende Industrien wie technische Enzyme und Biokraftstoffe*.
- Im Sinne des Nachhaltigkeitsgedankens soll mit dem Einsatz von Weißer Biotechnologie sozialen, ökologischen und ökonomischen Anforderungen gleichermaßen Rechnung getragen werden.

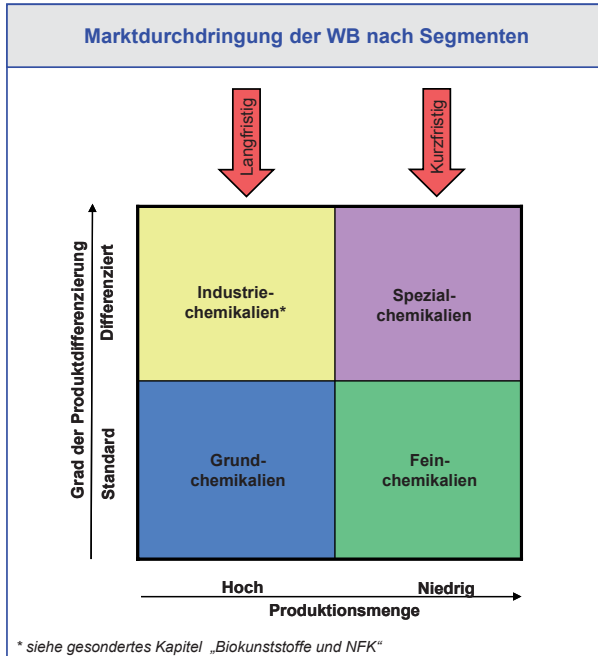
Rund ein Achtel der mehr als 500 in Deutschland tätigen Biotechnologie-Unternehmen befasst sich mit Weißer/Industrieller Biotechnologie



Quelle: Die deutsche Biotechnologie-Branche, 2006



Zunehmende Marktdurchdringung für Weiße Biotechnologie kurzfristig bei Spezial-/Feinchemikalien und längerfristig bei Grund-/Industriechemikalien

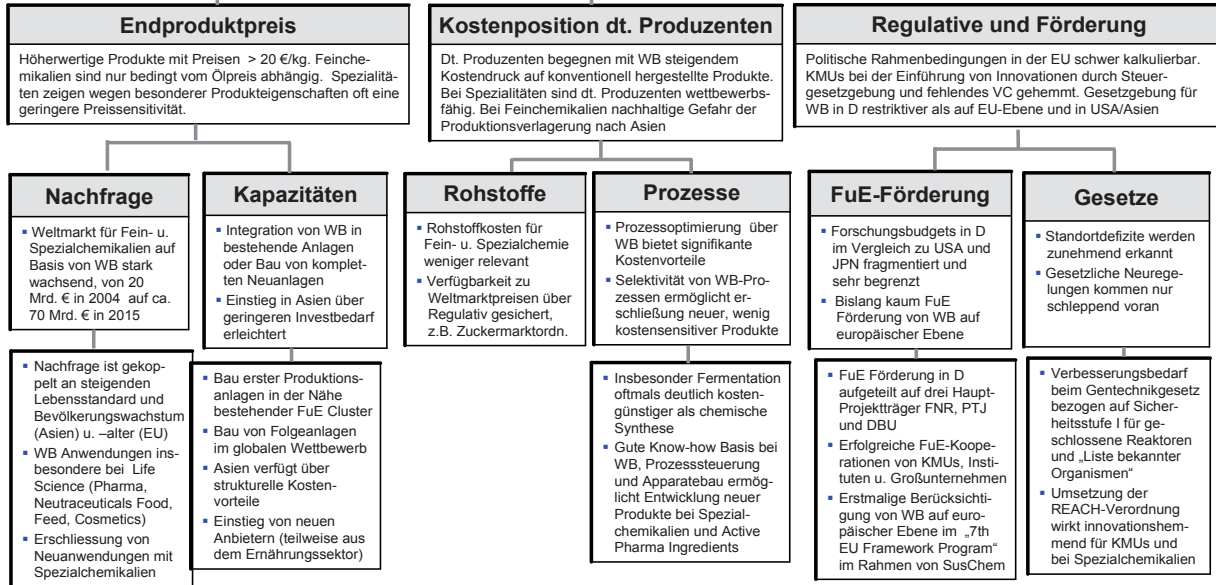


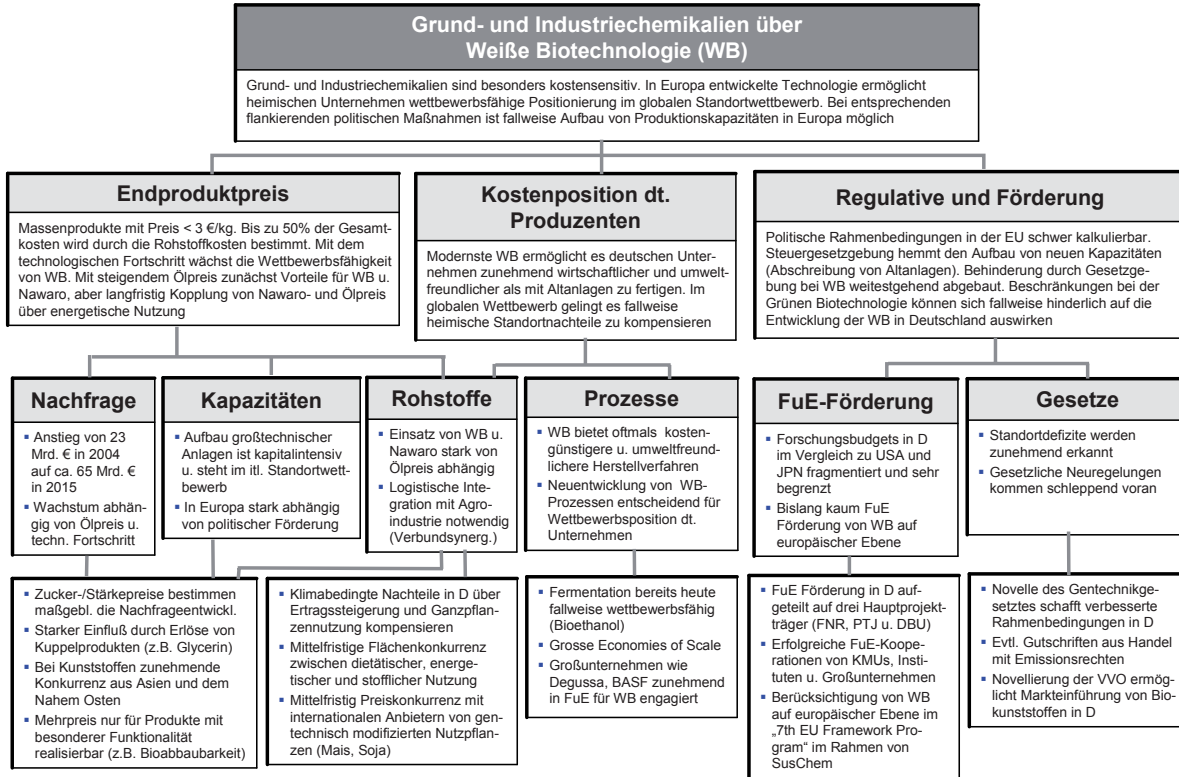
- Klassifizierung der Segmente**
- Bei der Breite der Produktpalette ist eine eindeutige Klassifikation chemischer Produkte in der Regel schwierig. Eine häufig genutzte Segmentierung unterscheidet die Produkte nach ihrer Produktionsmenge und dem Grad der Produktdifferenzierung.
 - Produktionsmengen über 10.000 t p.a. gelten als hoch und unter 10.000 t p.a. als niedrig.
 - Produkte gelten als undifferenziert, wenn sie rein stofflich gekennzeichnet sind. Sie sind dagegen differenziert, wenn die anwendungstechnischen Eigenschaften im Vordergrund stehen.
 - Der größte Teil der Grund- und Feinchemikalien wird innerhalb der chemischen Industrie verbraucht. Industrie- und Spezialchemikalien sind dagegen vor allem zum Verkauf an Kunden außerhalb der chemischen Industrie bestimmt.
 - Fein- und Spezialchemikalien mit Preisen > 20 €/kg sind im allgemeinen weniger preissensitiv. Produktfunktionalität, Reinheit und Qualität sind kaufentscheidend. Wertmäßig besteht hier kurzfristig das größte Wachstumspotential für Weiße Biotechnologie.
 - Grund- und Industriechemikalien mit Preisen < 3 €/kg werden in der Regel auf petrochemischem Wege hergestellt. Bei Rohölpreisen unter 50 \$/bbl sind biotechnologische Verfahren kaum wettbewerbsfähig. Bei steigenden Ölpreisen zeichnen sich zunehmend Chancen z.B. bei Bioethanol und Biokunststoffen ab.

2.2 Hypothesen

Fein- und Spezialchemikalien über Weiße Biotechnologie (WB)

Europäische Chemieunternehmen behaupten bei der WB ihre Rolle als Innovationsmotor in der Industrie. Mit Hilfe der WB können bestehende Produkte kosteneffizienter und umweltschonender hergestellt und neue Produkte erschlossen werden. Insbesondere bei Spezialchemikalien entstehen neue Kapazitäten in Deutschland. Gefahr der Produktionsverlagerung ins Ausland bleibt bestehen.





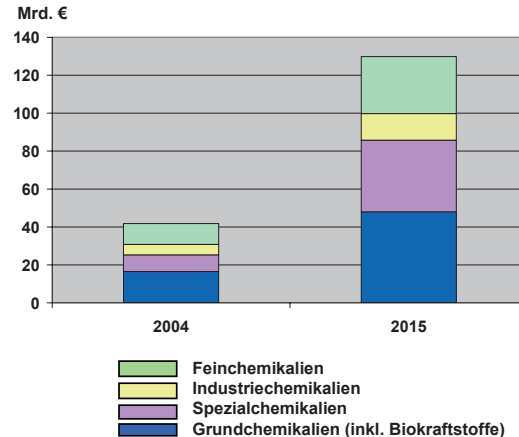
2.3 Nachfrage

Der Markt für Produkte der Weißen Biotechnologie beträgt rund 40 Mrd. €. Er wird sich in den kommenden 10 Jahren voraussichtlich verdreifachen

Marktabschätzung und Wachstumsaussichten

- Der Markt für Weiße Biotechnologie ist sehr heterogen. Das Marktvolumen wird für das Jahr 2005 auf rund 40 Mrd. € geschätzt. Dies entspricht etwa 3% des Weltchemieumsatzes
- Der Wert der mittels Weißer Biotechnologie in Deutschland hergestellte Waren wird auf 2-3 Mrd. € geschätzt
- Für die Weltchemieproduktion wird in den kommenden Jahren mit einem moderaten Wachstum von 2-3% p.a. gerechnet.
- Die in einer Reihe unabhängiger Studien ausgewiesenen Wachstumsraten für die Weiße Biotechnologie liegen alle signifikant darüber. Sie weisen jedoch eine sehr große Schwankungsbreite aus
 - Freedonia (5% p.a. Wachstum für Fermentationsprodukte)
 - BREW (10-15% p.a. Mengenwachstum)
 - McKinsey&Company (Wachstum 10-20% p.a.)
 - Festel Capital (Wachstum 20 % p.a.)
- Unter Auswertung von verschiedenen Quellen und Expertengesprächen rechnet meö mit einem Umsatzwachstum von rund 10% p.a.. Diese Schätzung beruht auf der Annahme, dass der Ölpreis unter 100 \$/bbl bleibt und die geplante FuE-Förderung gemäß dem 7. EU-Rahmenprogramm realisiert werden kann.

Weltweite Umsatzentwicklung für Produkte der Weißen Biotechnologie*



* Hinzugerechnet sind Produkte, für die mindestens bei einem Produktionsschritt Verfahren der Weißen Biotechnologie zum Einsatz kommen. Bei einem mehrstufigen Produktionsverfahren werden 100% des Umsatzes berücksichtigt

Quelle: Abgeleitet aus meö Expertengesprächen und Marktstudie von Festel Capital

Weltweit wird mit einem Anstieg des Marktanteils der Weißen Biotechnologie von 3 % in auf ca. 7% in 2015 gerechnet

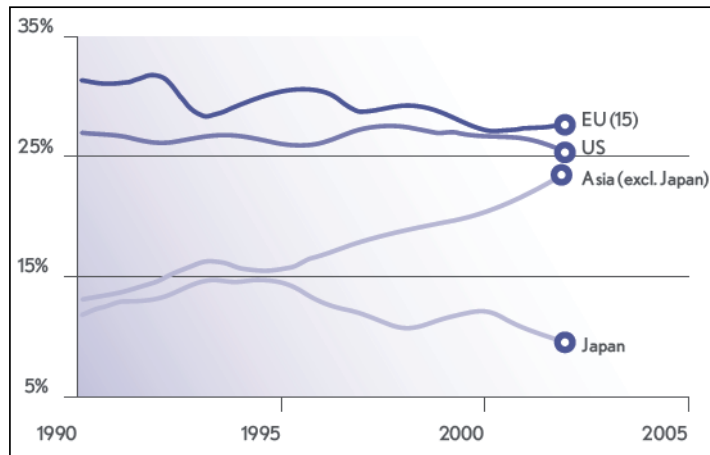
Marktdurchdringung und treibende Faktoren		
Marktanteile der Weißen Biotechnologie		
Segment	2004	2015
Feinchemikalien Gesamt (Mrd. €)	55	100
- davon Biotechnologie	20%	30%
Industriechem./Polymere (Mrd. €)	275	400
- davon Biotechnologie	2%	4%
Spezialchemikalien (Mrd. €)	440	630
- davon Biotechnologie	2%	6%
Grund-/Zwischenchemikalien (Mrd. €)	550	800
- davon Biotechnologie	3%	6%
Gesamt (Mrd. €)	1320	1930
- davon Biotechnologie	3%	7%
Treibende Faktoren der Weißen Biotechnologie		
<ul style="list-style-type: none"> + Hohe Ölpreise >> 50 \$/bbl + Niedrige Zuckerpreise (Saccharose, Dextrose, Xylose, etc.) + Gehobener Lebensstandard (Gesundheit, Wellness) + Produktinnovationen mit WB (z.B. Chiralität bei Biopharmaka) + Kosteneffiz. Herstellverfahren durch WB (z.B. Biokunststoffe) +/- Demographie (Stagnation und Überalterung) +/- Fehlender Preisbonus für „Bioprodukte“ - Nawaro-Preisanstieg durch zunehmende Flächenkonkurrenz zwischen diätätischer, energetischer und stofflicher Nutzung 		
Quelle: Abgeleitet aus meó Expertengesprächen u. Marktstudie von Festel Capital		

Weiße Biotechnologie nach Segmenten
<ul style="list-style-type: none"> • Den größten Einfluss hat die Weiße Biotechnologie bei den Feinchemikalien, wo ihr Anteil von 20 auf bis zu 30% steigen kann. Verantwortlich hierfür ist im Wesentlichen das Wachstum von Biopharmaka, für die keine traditionellen chemischen Syntheseverfahren existieren. • Bei Industriechemikalien gibt es erste Anwendungen bei Biokunststoffen. Hier wird in Zukunft mit einem starken Wachstum durch Substitution von existierenden Kunststoffen und Kunststoffvorpunkten gerechnet. • Die Durchdringung von Spezialchemikalien mit Weißer Biotechnologie ist sehr uneinheitlich. Während z.B. enzymatische Katalyse und Fermentationsprozesse bei der Herstellung von Geschmacks- und Geruchsstoffen bereits weit verbreitet sind, werden andere Segmente der Spezialchemie auch nach 2010 weitgehend unberührt von Weißer Biotechnologie bleiben. • Grundchemikalien sind besonders kostensensitiv. Rohstoffkosten können bis zu 50% der Gesamtkosten betragen. Technologischer Fortschritt und flankierende politische Maßnahmen sind erforderlich, um der Weißen Biotechnologie in diesem Segment zum großtechnischen Durchbruch zu verhelfen. • Weiße Biotechnologie kann einen entscheidenden Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie leisten. Neben der chemischen Industrie gilt dies auch für andere Branchen wie Textil, Leder, Tierernährung, Papier, Energie, Metall, Bergbau und Abfallwirtschaft.
Quelle: SusChem Strategic Research Agenda 2005

2.4 Kapazitäten

Europa ist nach wie vor führend in der Weltchemieproduktion, aber der relative Marktanteil ist in den letzten Jahren gesunken

Prozentualer Anteil an der Weltchemieproduktion



- Die chemische Industrie in Europa hat ein Stadium der Reife erreicht
- Ehemalige Spezialitäten sind zu Commodities geworden
- Neue Wettbewerber aus Asien und dem Mittleren Osten bauen ihre Marktanteile aus
- Die führende Position als Hersteller von Chemikalien erodiert zunehmend
- Europäische Hersteller konzentrieren sich auf die Abdeckung des regionalen Eigenbedarfs
- Anteil der EU(15) an der Weltchemieproduktion ist von 32 auf 28 % gesunken
- Investitionen in Neuanlagen innerhalb Europas bieten häufig nur ungenügende Kapitalrenditen

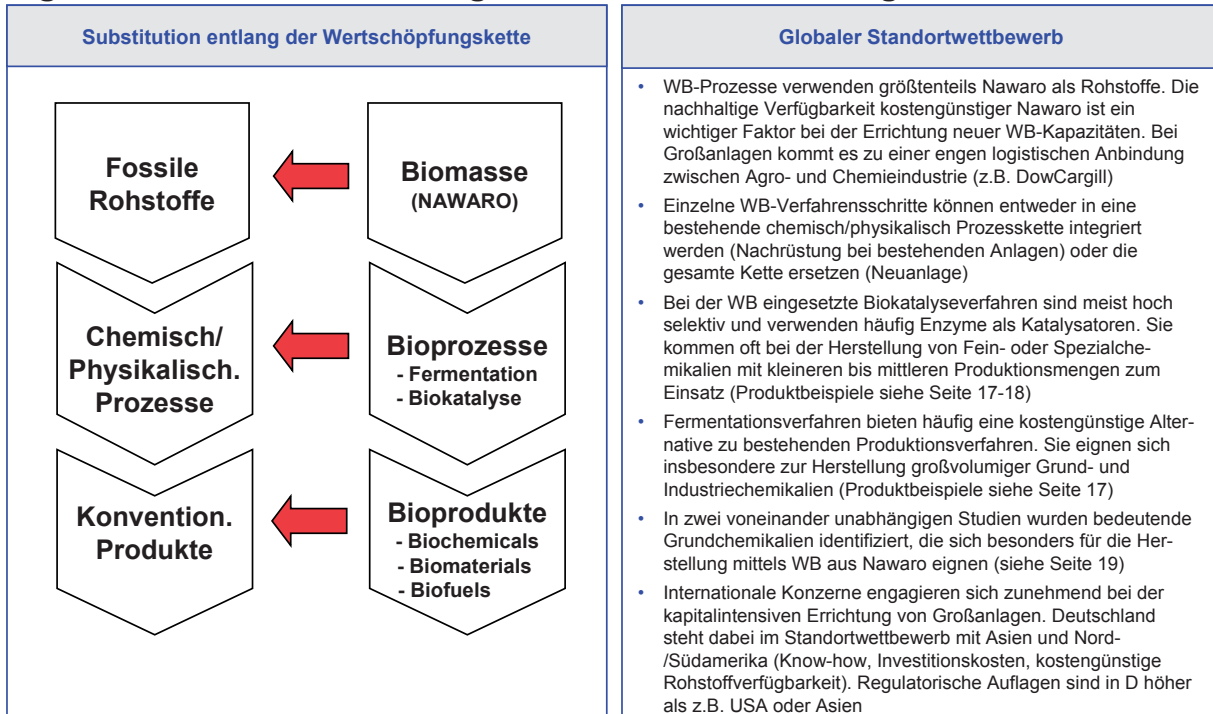
Quelle: Cefic – Horizon 2015 Study

Weißer Biotechnologie bietet aufbauend auf vorhandenes Know-how und heimische Nawaro eine Chance für die chemische Industrie in Europa

SusChem Analyse der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken	
<p>Strengths</p> <ul style="list-style-type: none"> • EU has a good chemical manufacturing infrastructure • EU has the most efficient production capability in terms of resource use and CO₂ emissions • EU has a supply of highly skilled workers • World-leading in chemicals (pharmaceuticals and fine chemicals), enzymes and (bio)specialities • Access to a wide diversity of renewable resources in the EU 	<p>Weaknesses</p> <ul style="list-style-type: none"> • Shortage of entrepreneurs • Slow translation of R&D into commercial products • Shortage of some skill sets to exploit new opportunities • Shortage of specialist technology institutes • Insufficient funding for R&D • Lack of awareness among industry of biotechnology applications • Insufficient coordination of national and EU research programmes
<p>Opportunities</p> <ul style="list-style-type: none"> • The EU is better placed than its competitors to develop innovative, world leading products based on its highly successful chemicals sector • The EU is well-placed: <ul style="list-style-type: none"> - to become the market leader in sustainable chemistry - to build on its world-leading position in industrial biotechnology to gain competitive market advantage - to exploit increasingly stringent global environmental targets 	<p>Threats</p> <ul style="list-style-type: none"> • Competition from US and Asia • Lack of societal acceptance of new products and processes • Risk of chemical companies leaving the EU • Inappropriate regulation and excessive bureaucracy (shifting production to regions with lower standards) • Unfavourable fiscal and monetary conditions

Quelle: SusChem Strategic Research Agenda, 2005

Bei der Integration in bestehende Anlagen oder der Errichtung von Neuanlagen für Weiße Biotechnologie steht Deutschland im globalen Wettbewerb



Fermentation überwiegt bei großvolumigen, kostengünstigen Produkten. Biokatalyse eignet sich für hochwertigere Produkte mit geringem Volumen.

Ausgewählte Produkte - Fermentation		
Produkt	Produktion (t/a)	Preis (€/kg)
Ethanol	>18.500.000	0,40
Food Enzymes	100.000	
Vitamin C	80.000	8,00
Antibiotics (approx. 160 "bulk products")	30.000	150,00
Xanthan	30.000	8,00
Feed enzymes	20.000	
L-Threonine	10.000	
L-Hydroxyphenylalanine	10.000	10,00
6-Aminophoenicillanic acid	7.000	
Antibiotics (specialties)	5.000	1500,00
Nicotinamide	3.000	
D-p-Hydroxyphenylglycine	3.000	
Vitamin F	1.000	
7-Aminocephalosporinic acid	1.000	
Aspartame	600	
L-Methionine	200	
Dextran	200	80,00
Vitamin B12	12	25000,00
Provitamin D2	5	

Quelle: Dechema – Weiße Biotechnologie, 2005

Ausgewählte Produkte – Biokatalyse /-transformation		
Produkt	Produktion (t/a)	Preis (€/kg)
Aminosäuren		
L-Asparaginsäure	13.000	
L-Alanin	500	
L-Methionin	400	20,00
L-Dopa	300	
L-Carnitin	200	
D- und L-Valin	50	
L-tert Leucin	10	500,00
β-Phenylalanin	>1	
Zwischenprodukte u. Chiralika		
(S)-2-Chlorpropionsäure	2.000	
D-Pantolacton	2.000	
(S)-Methoxyisopropylamin	einige 1.000	
R-HPOPS	1.000	
(S)-Phenethylamin u.a. Amine	500	
D-Mandelsäure	>200	ca. 20,00
Ethyl (S)-4-chlor-3-hydroxybutyrat	>150	
m-Phenoxybenzaldehydcyanhydrin	100	
(S)-3-Acetylthioisobutytrat	100	
(-)-RAN	50	
(R)-Glycidylbutyrat	50	

Bei der Biokatalyse werden meist Enzyme als Katalysatoren für eine hoch effiziente, selektive Stoffumwandlung eingesetzt

Übersicht ausgewählter Enzyme			
Enzyme	Substrate	Reaction catalyzed	Application industry
Proteases	Proteins	Proteolysis	Detergents, food, pharmaceutical, chemical synthesis
Carbohydrases	Carbohydrates	Hydrolysis of carbohydrates to sugars	Food, feed, pulp, paper, sugars, textiles, detergents
Lipases	Fats and oils	Hydrolysis of fats and fatty acids and glycerol	Food, fine chemicals, detergents, effluent treatment
Pectinases	Pectins	Clarification of fruit juices	Food, beverage
Cellulase	Cellulose	Hydrolysis of cellulose	Pulp, textile, feed, detergents
Amylases	Polysaccharides	Hydrolysis of starch into sugars	Food

Weltmarkt für technische Enzyme
<ul style="list-style-type: none"> • Mehr als 80% aller großtechnischen Prozesse in der chemischen Industrie werden mittels Katalysatoren gesteuert • Enzyme sind von der Natur entwickelte Biokatalysatoren • Die Zahl der natürlich vorkommenden Enzyme wird auf über 10.000 geschätzt • Enzymatische Verfahren bieten eine Reihe von Vorteilen <ul style="list-style-type: none"> - Beschleunigung von biochemischen Reaktionen - Umweltfreundliche Reaktionsbedingungen in wässriger Lösung unter geringem Energieeinsatz bei niedrigem Druck und geringer Temperatur - Selektive und effiziente Stoffumwandlung (enantioselektiv, d.h. Unterscheidung von Bild- und Spiegelbild bei Molekülen) • Der Weltmarkt für industrielle Enzyme beträgt ca. 1,7 Mrd. € <ul style="list-style-type: none"> - 43 % Europa/Afrika - 32 % USA/Kanada - 17 % Asien & Pacific - 8 % Lateinamerika • Die jährliche Wachstumsrate beläuft sich auf ca. 10 % • 52 % des Enzymsatzes entfällt auf technische Anwendungen <ul style="list-style-type: none"> - 48 % Waschmittel - 11 % Leder und Textil - 1 % Papier • Die restlichen 40 % entfallen auf Lebens- u. Futtermittel <p>Quelle: Braun, Biokatalyse in der industriellen Produktion</p>

Die Nutzung von Weißer Biotechnologie bei Grundchemikalien befindet sich im Anfangsstadium, bietet aber langfristig hohes Absatzpotential für Nawaro

Produktliste nach BREW und DOE					
Nawaro	Kohlenst. Zahl	Produktauswahl BREW	Produktauswahl DOE	Produktion (t/a)	Preise (€/kg)
Kohlenhydrate	1	None	None		
	2	Acetic acid		190.000	0,50
		Ethanol/Ethylene		>18.500.000	0,40
	3		Glycerol		
		Lactic acid	3-Hydroxypropionic acid	150.000	1,80
		Acrylic acid			
		Acrylamid		100.000	1,40
		1,3-Propanediol			
		Acetone		3.000.000	---
	4			Aspartic acid	
				Fumaric acid	
				3-Hydroxybutyrolactone	
			Malic acid		
			Succinic acid		
		Succinic acid			
		Butanol		1.200.000	---
5			Arabinitol		
			Glutamic acid	1.500.000	---
			Itaconic acid	4.000	---
			Levulinic acid		
			Xylitol		
		Citric acid		1.000.000	0,80
			2,5 Furan dicarboxylic acid		
			Glucaric acid		
		Lysine		700.000	2,00
			Sorbitol		
		Adipic acid			
		Caprolactam			
		Polyhydroxyalkanotes			
Fette/Öle	---	Fatty acids			
	---	Oleyl oleate			

	---	Monoglycerides			

Quelle: Patel e. a., BREW Projektbericht, Wery, Top value added chemicals (DOE/NREL)

Produktauswahl

BREW

- Biomasse basierte Produkte auf Basis von Zucker, Stärke, Lignocellulose und Fetten/Ölen
- Mengenorientierte Auswahl von Bulkprodukten (Das ausgewählte Produktportfolio deckt 50% der Produktion für organische Chemikalien in der EU25 ab)

DOE/NREL

- Auf Biomasse basierte Produkte aus Kohlenhydraten (Zucker, Stärke, Zellulose)
- Erstellung eines auf Kohlenhydraten basierten Produktstammbaums analog zur Petrochemie mit anschließendem Screening:
 - Rohmaterialkosten
 - Geschätzte Herstellkosten
 - Technische Komplexität des Verarbeitungsverfahrens
 - Geschätztes Absatzpotential
 - Geschätzter Verkaufspreis
- Auswahl der Produkte nach strategischem Potential
 - Direkter Ersatz von petrochemischem Produkt (kein strategischer Fit für Super Commodities mit hohen Investitionskosten und niedrigen Produktpreisen)
 - Neues Produkt mit verbesserten / neuen Produkteigenschaften
 - Intermediate als Building Block für differenzierten Produktstammbaum

2.5 Rohstoffe

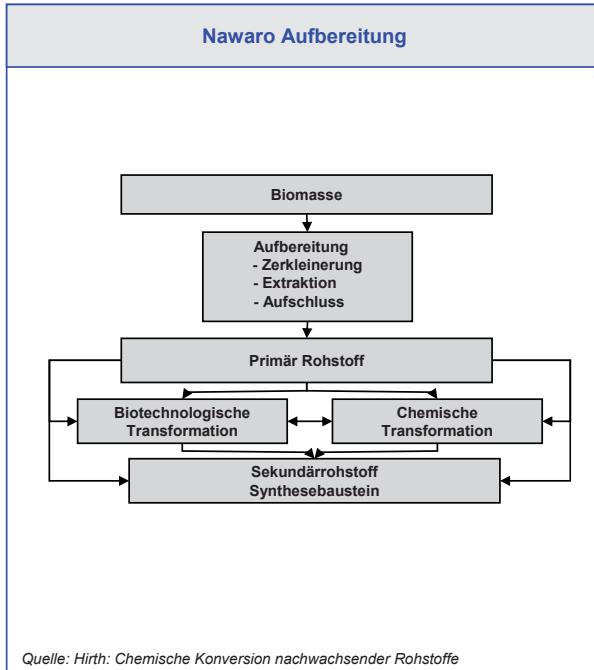
2.5.1 Übersicht Rohstoffe

2.5.2 Zucker

2.5.3 Stärke

2.5.1 Übersicht Rohstoffe





Die Weiße Biotechnologie verwendet vorzugsweise technisch wie wirtschaftlich leicht aufzubereitende Kohlenhydrate aus Zucker- oder Stärkepflanzen



- Kohlenhydratwirtschaft**
- Jährlich stehen weltweit 170 Mrd. t an nachwachsender Biomasse zur Verfügung*
 - Die bedeutendsten Primärrohstoffe auf Basis von Biomasse bilden Kohlenhydrate
 - 75 % Kohlenhydrate
 - 20 % Lignin
 - 5 % Fette, Öle, Sonstige
 - Hauptrohstoffe für die WB bilden fermentierbare „Zucker“, die in Form von Saccharose aus Zuckerrüben /-rohr oder Dextrose aus Stärkepflanzen gewonnen werden können
 - Aus wirtschaftlichen Gründen werden fermentierbare „Zucker“ in gemäßigten Breiten vorzugsweise aus Stärkepflanzen (Mais, Weizen) und in tropischen Ländern aus Zuckerrohr hergestellt
 - Der von der Biotechnologie in Europa verarbeitete Zucker stammt zu etwa gleichen Teilen aus Rüben und Stärkepflanzen
 - 0,6 Mio. t Zucker und Isoglucose
 - 1,2 Mio. t Molasse
 - 1,1 Mio. t Glucose
 - 0,9 Mio. t Stärke
 - Langfristig ist der Einsatz von Lignocellulose aus holzartiger Biomasse als Xylose/C6-Zuckergemische angedacht. Wegen unterschiedlicher Molekülstrukturen müssen hierfür pflanzenspezifische Aufschlussverfahren bis zur wirtschaftlichen Reife entwickelt werden
- Quelle: Kamm: Biorefineries – Industrial Processes and Products Bd 2, S3

Weißer Biotechnologie nutzt zu über 80% Nahrung als Rohstoffbasis und trägt maßgeblich zu deren Wachstum in der chemischen Industrie bei

Nahrung-Verbrauch 2005 der chemischen Industrie in Deutschland (chemische Synthese u. WB)

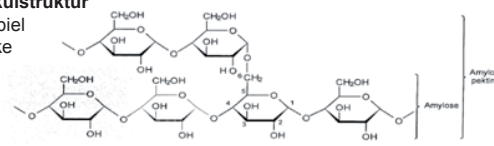
	Nahrung Verbrauch 2005	Wachstumsrate bis 2010 / 2020	Import-Quote	Heimische Nutz-Pflanzen	Treibende Faktoren
Zucker 	295 kt	10-15%** / wachsend	(~5%)	Zuckerrübe	+ Weißer Biotechnologie (z.B. Bioethanol, Biokunststoffe) + Hoher heimischer Anteil (Zuckermarktord.) - Ungünstige Kostensituation - Wettbewerb mit Zuckerrohr/Stärke
Stärke 	190 kt Chemie 510 kt Papier	2-3% / wachsend	(~35%)	Kartoffel Weizen Mais	+ Weißer Biotechnologie (z.B. Bioethanol, Biokunststoffe) + Hoher heimischer Anteil (Getreidemarktord.) - Wettbewerb mit importierter Maisstärke
Cellulose 	320 kt*	2-3% / stagnierend	(100%) bezogen auf Chemie-Cellulose	-----	+ Weißer Biotechnologie + Kohlenhydratwirtschaft (langfristig) - Preiswerte Rohstoffverfügbarkeit ex D - Fehlende Aufschlussverfahren, abgestimmt auf spezifische Cellulosearten (langfristig)
Fette/Öle (pflanzlich) 	800 kt*	2-3% / stagnierend	(~85%)	Raps Sonnenblume	+ Reife oleochemische Industrie - Eigenschaftsprofil dt. Fettsäuren begrenzt - Import von preiswertem Laurinöl - Flächenkonkurrenz mit Biodiesel (Raps) - Preisverfall bei Glycerin wg. Biodiesel

* Werte aus dem Jahr 2004

** tatsächliches Wachstum vermutlich geringer durch preisbedingte Substitutionseffekte mit Stärke

Die chemische Industrie kauft ihre Rohstoffe auf dem Weltmarkt ein. Nawaro aus dt. Anbau stehen mit ihren Eigenschaftsprofil im globalen Wettbewerb*

Rohstoffeigenschaften
<ul style="list-style-type: none"> • Ausreichende Verfügbarkeit <ul style="list-style-type: none"> - Unabhängig von saisonalen Einflüssen werden Nawaro ganzjährig in ausreichenden Mengen benötigt - Insbesondere bei großvolumigen Grund- und Industriechemikalien ist eine enge logistische Anbindung/Integration zwischen Agro- und Chemieindustrie von Vorteil - Kurzfristig steht genügend Anbaufläche in Deutschland und den benachbarten osteuropäischen Ländern zur Verfügung - Langfristig wird mit einer Nutzungskonkurrenz durch diätetische, stoffliche und energetische Nutzung gerechnet • Konstante Qualität <ul style="list-style-type: none"> - Die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der WB hängt von der Qualitätskonstanz der Einsatzstoffe ab - Grüne Gentechnik könnte in Zukunft einen wichtigen Qualitätsbeitrag leisten. Gesetzliche Beschränkungen dürften sich langfristig hinderlich auf die Entwicklung der WB auswirken • Wettbewerbsfähige Preise <ul style="list-style-type: none"> - Insbesondere bei Grund- und Industriechemikalien hängt die Wettbewerbsfähigkeit der WB entscheidend von den Preisen für Nawaro ab - Bei verstärkter energetischer Nutzung wird mit einer Ankopplung der Nawaro- an die Erdölpreise gerechnet (Saccharose ca. 50-90 \$/bbl und Dextrose ca. 100-120 \$/bbl) - Erlöse auf Nebenprodukte wie Glycerin oder Gluten gewinnen zunehmenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Hauptprodukte

Rohstoffeigenschaften																		
<ul style="list-style-type: none"> • Elementare Zusammensetzung <table border="0"> <tr> <td>- Beispiele</td> <td>C</td> <td>H</td> <td>O</td> </tr> <tr> <td>Erdöl</td> <td>85-90%</td> <td>10-14%</td> <td>0-1,5%</td> </tr> <tr> <td>Holz (Lignocellulose)</td> <td>50%</td> <td>6%</td> <td>43%</td> </tr> </table> • Stoffliche Zusammensetzung <ul style="list-style-type: none"> - Beispiel Lignocellulose <table border="0"> <tr> <td>40-55%</td> <td>Cellulose (Glucose)</td> </tr> <tr> <td>15-35%</td> <td>Hemicellulose (Pentose)</td> </tr> <tr> <td>8-41%</td> <td>Lignin (Metoxyphenylpropan)</td> </tr> </table> • Molekülstruktur <ul style="list-style-type: none"> - Beispiel Stärke  • Zielprodukte <ul style="list-style-type: none"> - Nach Möglichkeit sollte die WB die von der Natur bereit gestellte Syntheseleistung des Rohstoffs im Hinblick auf das angestrebte Zielprodukt so weit als möglich ausschöpfen 	- Beispiele	C	H	O	Erdöl	85-90%	10-14%	0-1,5%	Holz (Lignocellulose)	50%	6%	43%	40-55%	Cellulose (Glucose)	15-35%	Hemicellulose (Pentose)	8-41%	Lignin (Metoxyphenylpropan)
- Beispiele	C	H	O															
Erdöl	85-90%	10-14%	0-1,5%															
Holz (Lignocellulose)	50%	6%	43%															
40-55%	Cellulose (Glucose)																	
15-35%	Hemicellulose (Pentose)																	
8-41%	Lignin (Metoxyphenylpropan)																	

* Siehe gesonderte Rohstoffanalysen über Zucker u. Stärke

2.5.2 Zucker

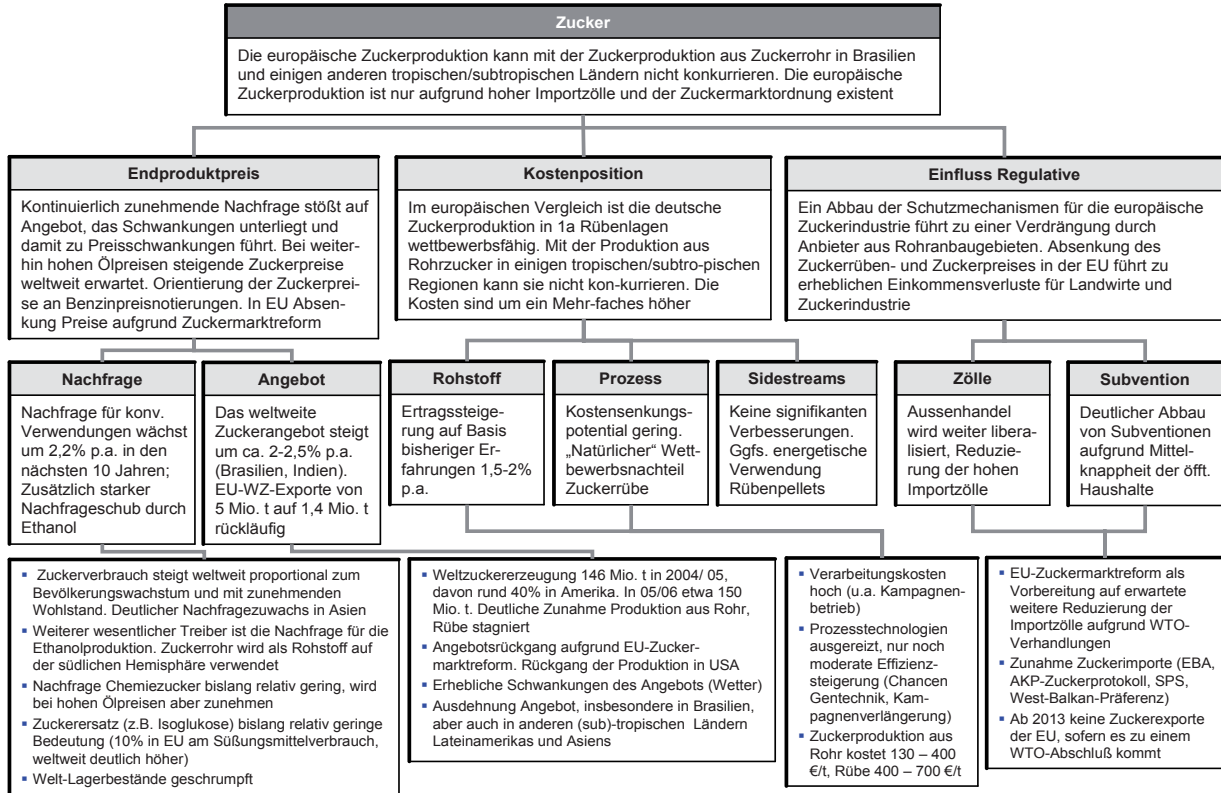
2.5.2.1 Übersicht Zucker

2.5.2.2 Zuckerpreis

2.5.2.3 Kostenposition der deutschen Anbauer

2.5.2.4 Einfluss Regulative

2.5.2.1 Übersicht Zucker



2.5.2.2 Zuckerpreis

2.5.2.2.1 Übersicht Zuckerpreis

2.5.2.2.2 Nachfrage

2.5.2.2.3 Angebot

2.5.2.2.1 Übersicht Zuckerpreis

Der Zuckerpreis ist historisch starken Schwankungen unterworfen; seit der zweiten Jahreshälfte 2005 ist er auf einen hohen Stand geklettert

Die erhebliche Ausdehnung der Ethanolproduktion hat zu einer Verknappung von Zucker und steigenden Preisen geführt

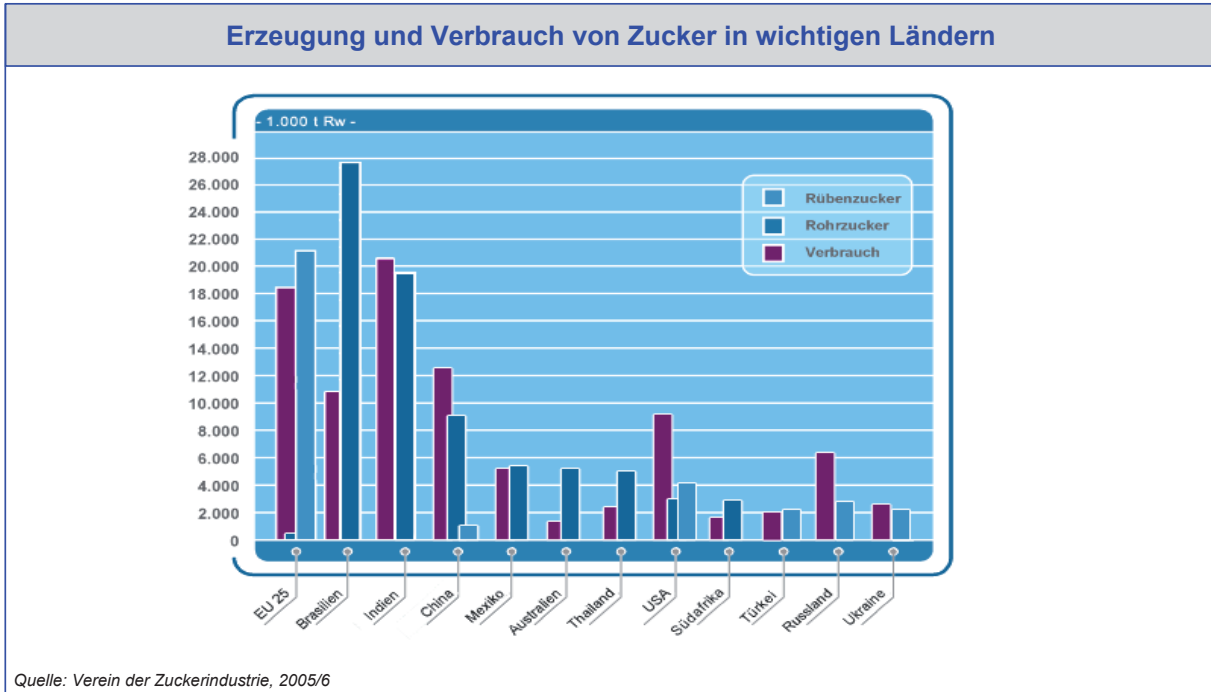


*: Weißzucker No. 5, London, Quelle: Börse

- Überschüsse und Mangelsituationen auf dem freien Weltmarkt verursachen oftmals sehr starke Schwankungen des Weltmarktpreises. Das nicht vorherzusagende Wetter hat erhebliche Auswirkungen auf das jeweilige Angebot
- Von einem sehr hohen Niveau kommend sind die Preise im Sommer 2006 aufgrund guter Ernterwartungen in Brasilien und Indien deutlich gesunken

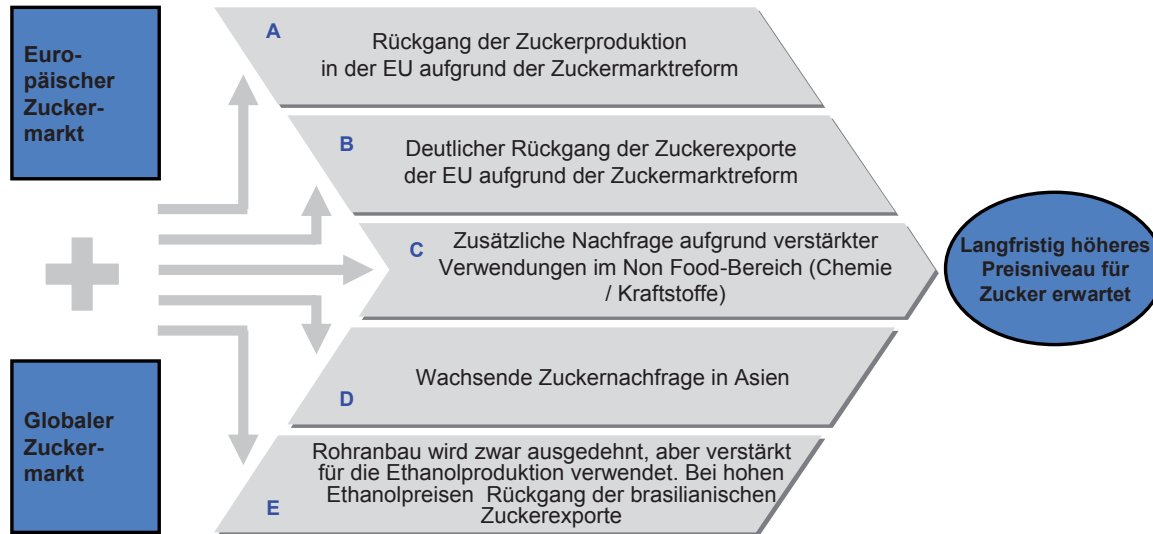
- Der hohe Ölpreis führt zu einer verstärkten Verwendung von Zucker für die Ethanolproduktion. Dies ist insbesondere in Brasilien der Fall, wo Ethanol mit Benzin konkurrieren kann. Die stark wachsende FFV-Population führt zu einer erheblichen Ausdehnung der Nachfrage nach Ethanol
- Als Folge können die Zuckerexporte Brasiliens schrumpfen, sobald die Ausweitung der Anbauflächen an Grenzen stößt
- Die Lagerbestände sind das dritte Jahr in Folge gefallen (sie liegen jetzt bei nur noch 41% der jährlichen Nachfrage, vor drei Jahren lag dieser Wert noch bei 49%)
- Die Preisentwicklung wird zunehmend durch Finanzinvestoren geprägt. Spekulanten haben umfangreiche Nettokaufpositionen aufgebaut
- Preise könnten dauerhaft steigen, wenn brasilianische Zuckerexporte hinter der Nachfrage zurückbleiben. Gleichzeitig gehen die EU-Zuckerexporte aufgrund der EU-Zuckermarktreform deutlich zurück. Andere Länder sind derzeit nicht in der Lage, diese möglicherweise auftretende Lücke zu schließen
- Die International Sugar Organization (ISO) rechnet für das Jahr 2005/06 mit einem Angebot von 150,6 Mio. t. bei einer Nachfrage von 149,7 Mio. t
- Die Gesamtmenge des weltweiten Handelsvolumens beträgt rund 50 Mio. t, das entspricht einem Drittel der Zuckererzeugung. Etwa 9 Mio. t werden über Präferenzabkommen oder vergleichbare Regelungen mit Quoten bzw. garantierten Preisen abgewickelt

Neben Brasilien produzieren lediglich die EU, Thailand, Australien und Kuba nennenswerte Zuckerüberschüsse für den Welthandel



Die Nachfragekurve verschiebt sich aufgrund der verstärkten Verwendung von Zucker im Non Food-Bereich

Nur ein Viertel des weltweit erzeugten Zuckers wird auf dem Weltmarkt gehandelt. Die Preiselastizität war bislang gering ausgeprägt. In Zukunft sind „knappe Verhältnisse“ möglich

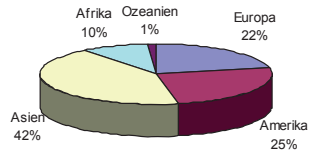


2.5.2.2.2 Nachfrage

Der Food-Bereich ist der mit Abstand wichtigste Verwendungsbereich; die Nachfrage für Non-Food-Verwendungen steigt überproportional

In den letzten 25 Jahren ist der Weltzuckermarkt um durchschnittlich 2,2 % p.a. gewachsen

Regionale Aufteilung des Weltzuckerverbrauchs in 2004/05

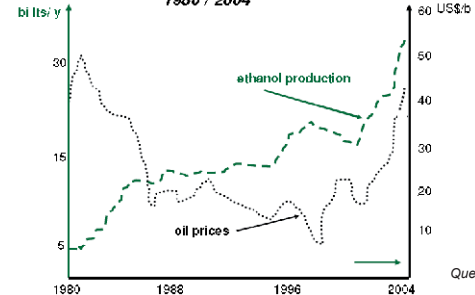


Quelle: Wirtschaftliche Vereinigung Zucker

- Nachfrage und Produktion in den Entwicklungsländern sind kontinuierlich gestiegen, während Erzeugung und Verbrauch in den Industrieländern stagnierten
- Weltweit die größten Verbraucherländer sind Indien (knapp 20 Mio. t), die EU-25 (ca. 16 Mio. t), China (12,5 Mio. t), Brasilien (10,4 Mio. t) und die USA (9 Mio. t)
- Der Zuckerverbrauch Asiens wird auf 61,4 Mio. t in 2004/05 geschätzt, gegenüber 60,5 Mio. t im Vorjahr. Dies entspricht einer Wachstumsrate von 1,5 %. Der Rückgang der Zuckererzeugung bei gleichzeitig ansteigendem Verbrauch führt dazu, dass der Importbedarf Asiens deutlich zunimmt
- Afrika bleibt trotz Produktionsanstiegs ebenfalls Defizitregion
- Der Verbrauch in Ozeanien ist mit 1,5 Mio. t deutlich geringer als die Produktion von 6 Mio. t

Mit steigenden Ölpreisen beschleunigt sich das Wachstum der globalen Ethanolproduktion

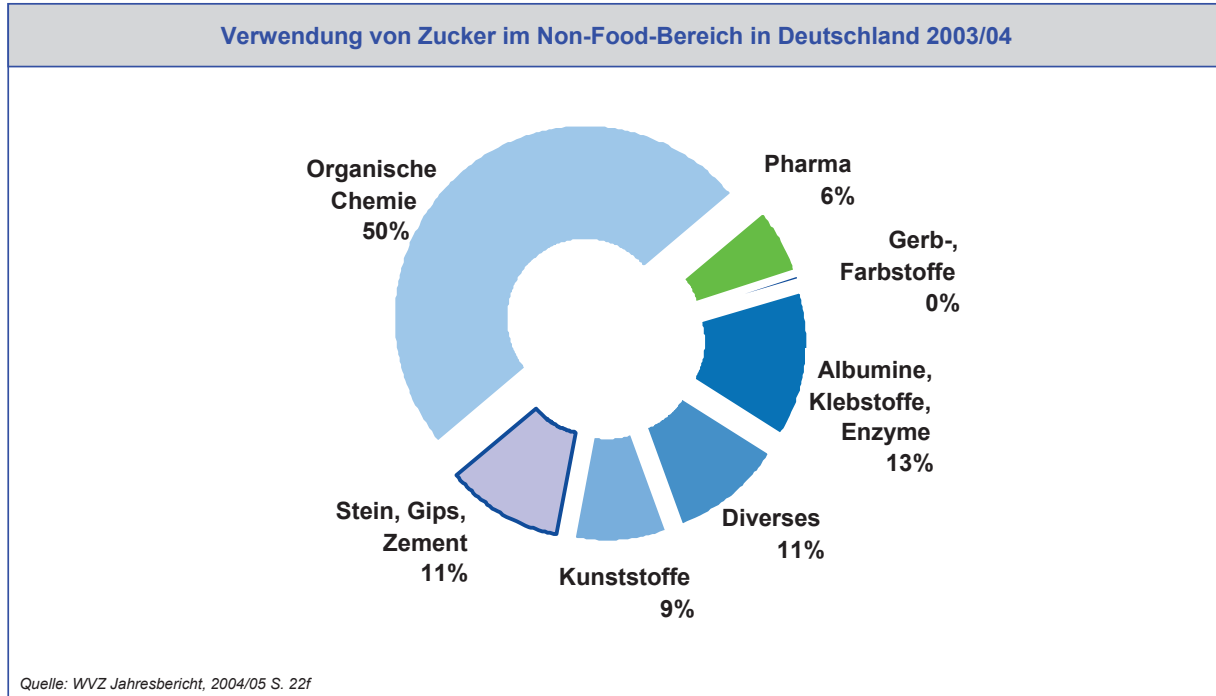
Global ethanol production and crude oil prices 1980 / 2004



Quelle: CTC

- Die weltweite Zuckernachfrage für den Food-Bereich wächst mit ca. 1,5 – 2% p.a.
- Die weltweite Zuckernachfrage für chemisch-technische Anwendungen wächst mit > 5% p.a.
- Besonders dynamisch zeigt sich das Wachstum der Zuckernachfrage für die Biokraftstoffproduktion. Hohe Ölpreise, CO₂-Vermeidung und Reduzierung der Erdölabhängigkeit sind wesentliche Treiber dieses Nachfrageschubs, der in den USA, Lateinamerika, Europa und Asien festzustellen ist. Das Wachstum des Weltzuckermarktes wird in den nächsten 10 Jahren aufgrund der verstärkten Ethanolnachfrage über dem bisherigen Wachstum liegen

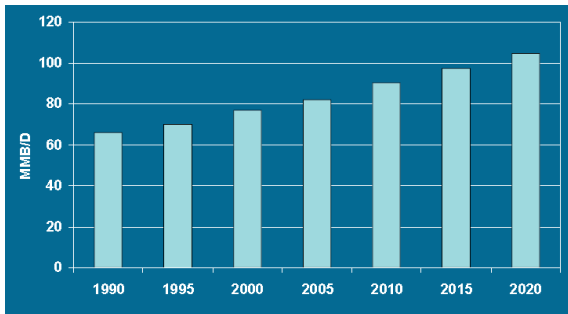
Bislang werden in Deutschland rund 5% des verwendeten Zuckers als Chemierohstoff eingesetzt



Die globale Nachfrage nach raffinierten Erdölprodukten wächst von heute rund 80 Mio. Barrel/Tag auf über 100 Mio. Barrel/Tag

Trotz hoher Ölpreise steigt die Nachfrage nach raffinierten Erdölprodukten

Entwicklung der Nachfrage nach raffinierten Erdölprodukten von 1990 bis 2020

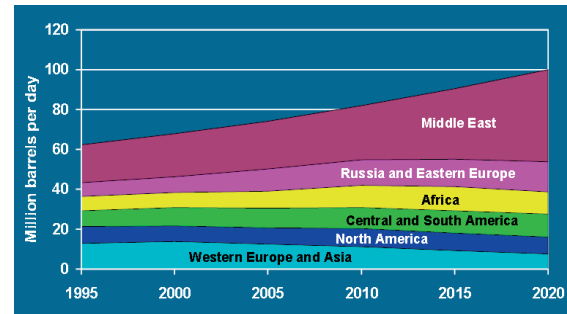


- Bis 2020 soll die Nachfrage nach Ottokraftstoff um rund 27% ansteigen, die Nachfrage nach Diesel sogar um rund 40% im Vergleich zu 2005
- Insbesondere in Asien/Pazifik wächst die Nachfrage stark (+ 2,3% p.a., während in der EU28 nur noch ein Wachstum von 0,3% p.a. erwartet wird. In Nord- und Lateinamerika soll die Nachfrage um 1,4% bzw. 1,7% p.a. zunehmen

Quelle: Hart

Der größte Teil des Ölangebots wird auch in Zukunft aus dem Mittleren Osten kommen

Entwicklung des Ölangebots von 1995 bis 2020

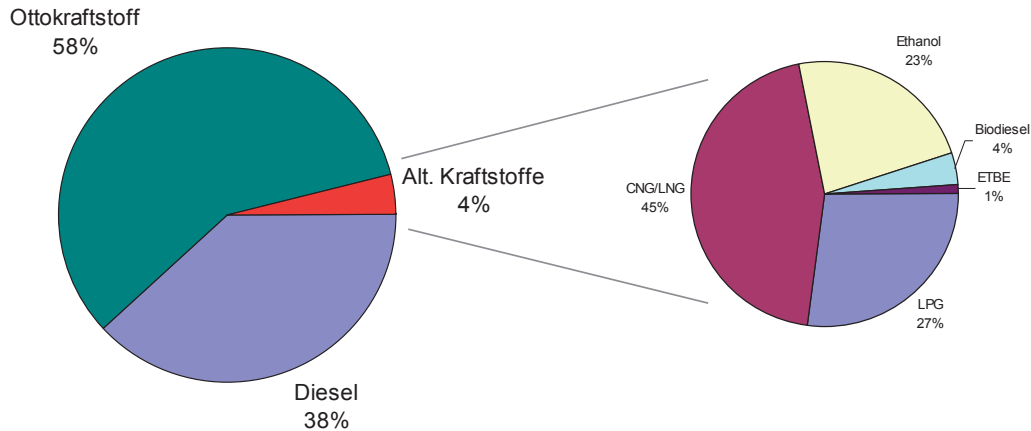


- Auf der Angebotsseite ergeben sich insbesondere Änderungen durch die Erschließung von Ölsänden in Kanada und Venezuela. Die Vorkommen in Venezuela sind größer als die geschätzten konventionellen Vorkommen in Saudi Arabien. Kanada wird sich zu einem führenden Ölproduzenten entwickeln und insbesondere den erwarteten Angebotsrückgang aus den USA ausgleichen

Quelle: Hart, BP, IEA

Alternative Kraftstoffe machen bislang nur 4% des weltweiten Kraftstoffmarktes aus. Nur gut ein Viertel der alternativen Kraftstoffe sind erneuerbar

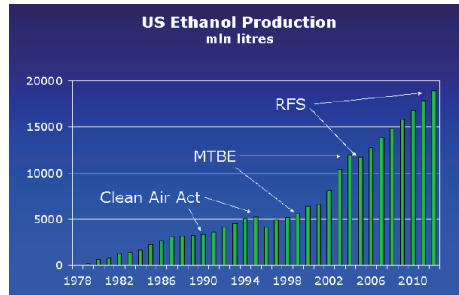
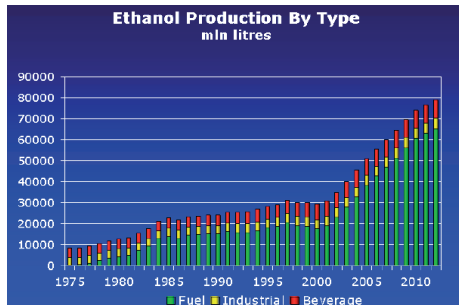
Die globale Nachfrage nach Kraftstoffen für den Verkehrssektor belief sich im Jahr 2005 auf 1,58 Mrd. t Erdöläquivalente. Der Ethanolanteil betrug 14,3 Mio. t, der ETBE-Anteil 0,4 Mio. t Erdöläquivalente



Quelle: Hart's World Refining and Fuels Service, 2005

Die Nachfrage nach Bioethanol ist durch politische Initiativen getrieben stark gewachsen und wird auch in Zukunft noch weiter zunehmen

Im Jahr 2005 wurden weltweit etwa 46 Mio. m³ Ethanol nachgefragt, der weitaus größte Teil aus dem Kraftstoffsektor. Für das Jahr 2006 wird eine Produktion von mindestens 50 Mill. m³ erwartet



Quelle: F.O. Licht

- Die Nachfrage nach Ethanol in den traditionellen Verwendungsbereichen (technische Verwendung, Nahrungs- und Genußmittel) ist relativ stabil. Im technischen Bereich mag es in Zukunft aufgrund der hohen Ölpreise zu einem verstärkten Einsatz von Fermentationsethanol kommen.
- Die USA und Brasilien sind die größten Ethanolherzeuger und zeigen auch die höchsten Wachstumsraten (USA z.B. +17% in 2005 im Vergleich zum Vorjahr). Etwas mehr als drei Viertel des globalen Ethanolmarktes konzentriert sich auf diese beiden Länder.
- Noch wie war das Interesse an Ethanol so groß. Dies ist vor allem auf die aktuell hohen Ölpreise, aber auch andere Gründe zurückzuführen. Deshalb steigt die Nachfrage nach Ethanol für den Kraftstoffsektor weiter, z.B. aufgrund des verstärkten Einsatzes von FFV in Brasilien oder aufgrund von politischen Initiativen in den USA (Clean Air Act, MTBE Ban und Renewable Fuels Standard, RFS). Während in Brasilien Zuckerrohr für die Ethanolherzeugung eingesetzt wird, verwenden die Nordamerikaner überwiegend Mais.
- Auch in Europa steigt die Nachfrage nach Bioethanol deutlich aufgrund der Umsetzung der EU-Biokraftstoffrichtlinie in den einzelnen Mitglieds-ländern. 2,9 Mio. m³ wurden 2005 im EU-Markt abgesetzt, nach 2,6 Mio. m³ im Vorjahr. In Europa wird überwiegend Getreide, im geringen Umfang aber auch Zuckerrüben für die Ethanolproduktion eingesetzt.
- In Asien wächst die Nachfrage nach Ethanol vor allem in China, Indien und Thailand. Die Marktgröße wird auf etwa 6,6 Mio. m³ geschätzt. In zahlreichen weiteren asiatischen Ländern sind Biokraftstoffprogramme in der Entwicklung.

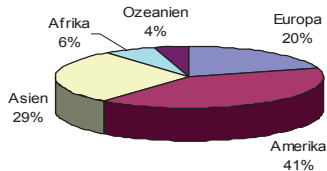
2.5.2.2.3 Angebot

Die Weltzuckererzeugung betrug 146 Mio. t in 2004/05

Zwei Fünftel der Weltzuckerzeugung entfallen auf Amerika

- 2004/05 wurden weltweit 146 Mio. t Zucker produziert, der Verbrauch lag marginal unter der Produktion. Für 2005/06 wird eine von der ISO eine leicht erhöhte Produktion von 150 Mio. t erwartet. Die Industrieländer erzeugten in 2004/05 etwas über 40 Mio. t Zucker, Entwicklungsländer rund 100 Mio. t.
- Amerika ist mit knapp 60 Mio. t der mit Abstand führende Zuckererzeuger. In Amerika sind die USA (7,3 Mio. t) und Brasilien (31 Mio. t) die wichtigsten Zuckererzeuger.
- Die asiatische Zuckererzeugung lag 2004/2005 bei 42 Mio. t, ein deutlicher Rückgang im Vergleich zum Vorjahr aufgrund schlechter Ernten in Indien (13 Mio. t). China ist der zweitwichtigste Erzeuger Asiens und produzierte etwa 11 Mio. t. Weitere wichtige Erzeuger sind Pakistan und Thailand.
- Afrika produziert relativ konstant 10 Mio. t, Ozeanien etwa 6 Mio. t.

Regionale Aufteilung der Weltzuckererzeugung in 2004/05

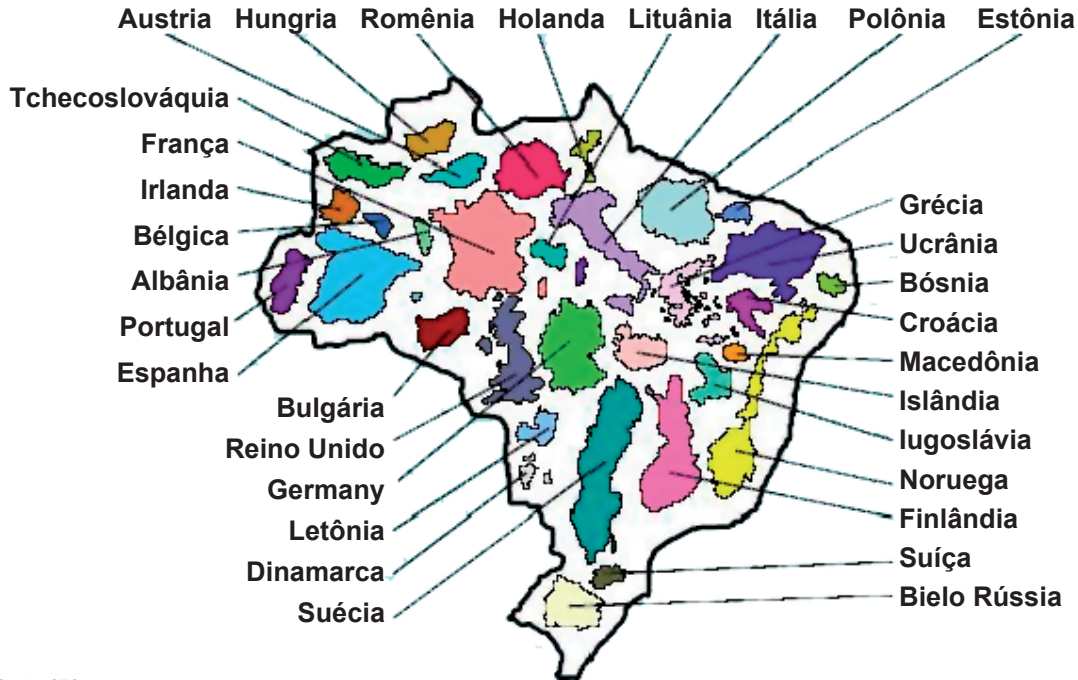


Quelle: Wirtschaftliche Vereinigung Zucker

Der Anteil des Rübenzuckers an der Gesamterzeugung wird auf etwa ein Viertel geschätzt

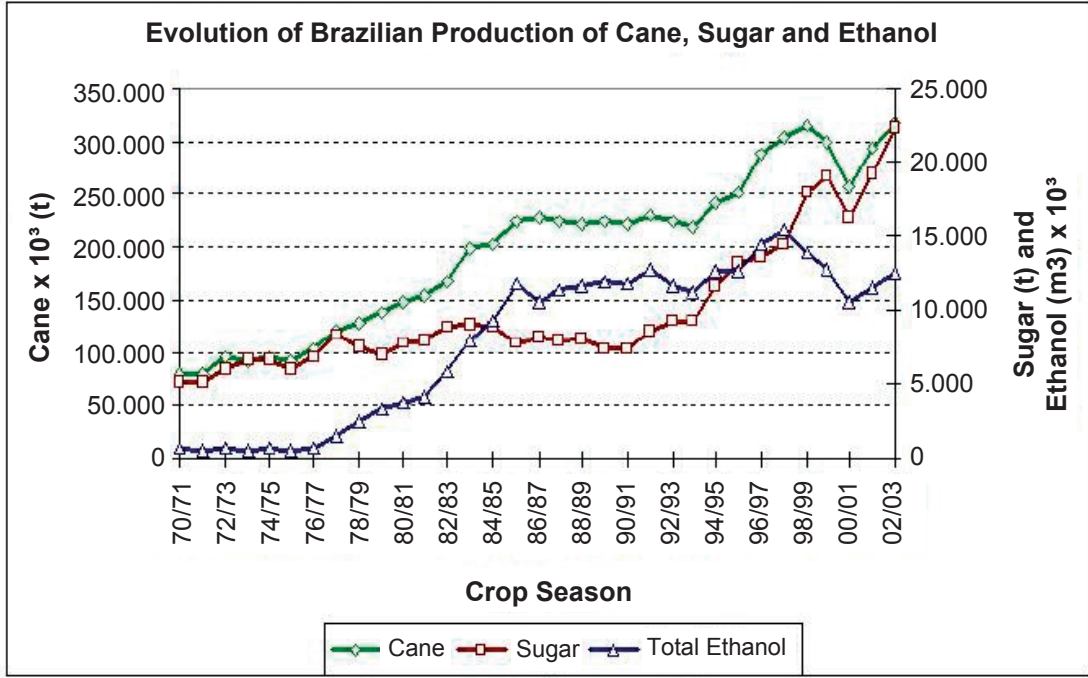
- Das weltweite Zuckerangebot steigt um ca. 2% p.a. Die Produktion in der EU und in den USA wird sinken, dafür werden die Kapazitäten in klimatisch bevorzugten Gebieten weiter ausgebaut.
- Die Zuwächse der Weltzuckererzeugung sind vor allem dem Rohrzucker zuzuschreiben. Die wichtigsten Zuckerrohrproduzenten sind: Brasilien, Indien, Thailand, China, Australien, Mexiko, Kuba und die USA. Brasilien, Thailand und Australien verfügen über hohe Überschüsse für den Export.
- Im Gegensatz zum Wachstum bei der Rohrzuckererzeugung befindet sich die Rübenzuckererzeugung auf nahezu unverändertem Niveau. Rund 25% der Weltzuckererzeugung erfolgt auf Basis Zuckerrübe, ein großer Teil davon in Europa.
- Über das größte Potenzial zur Kapazitätsausdehnung verfügt Brasilien. Über die Hälfte des weltweiten Produktionszuwachses der vergangenen zehn Jahre (32 Mio. t Zucker) entfällt allein auf Brasilien. Auch die LDCs verfügen über Expansionspotenzial, allerdings ist die Erschließung ungleich schwieriger im Vergleich zu Brasilien.
- In Brasilien entstehen derzeit zahlreiche neue Verarbeitungsanlagen, vor allem im Staat São Paulo. Die Anbaufläche wurde bereits deutlich ausgeweitet und liegt heute bei rund 6 Mio. ha. Bei den insgesamt verfügbaren landwirtschaftlichen Nutzflächen steht einem weiteren Ausbau derzeit nichts im Wege
- Hohe Zuckerpreise werden zu weiteren Investitionen in den Ausbau der Rohrzuckererzeugungskapazitäten führen.

Die Flächenpotentiale Brasiliens erscheinen aus europäischer Sicht gigantisch



Quelle: CTC

Entwicklung von Zuckerrohr-, Zucker- und Ethanolproduktion in Brasilien



Quelle: CTC

Nach Frankreich ist Deutschland der zweitgrößte Zuckerproduzent der EU

Rund 300.000 landwirtschaftliche Betriebe bauen in der EU Zuckerrüben an

- In 2004/2005 wurden in der EU etwa 21 Mio. t Zucker produziert. Frankreich ist der größte Produzent (ca. 4,5 Mio. t), dicht gefolgt von Deutschland (4,3 Mio. t). Polen produziert 2 Mio. t, Großbritannien knapp 1,5 Mio. t und Italien, Niederlande, Belgien/Luxemburg und Portugal jeweils rund eine Mio. t.

Mitgliedsstaaten	Anbaufläche	Zuckerertrag	Zuckererzeugung
	1 000 ha	t/ha	t
Belgien/Luxemburg	91	10,89	991 666
Dänemark	48	9,81	471 518
Deutschland	438	9,83	4 305 959
Finnland	31	4,79	148 583
Frankreich	347	12,23	4 244 176
Griechenland	33	7,91	259 301
Großbritannien	136	10,22	1 390 000
Irland	31	6,88	213 178
Italien	180	6,43	1 158 163
Lettland	14	4,94	67 111
Litauen	25	5,42	132 857
Niederlande	99	10,47	1 036 762
Österreich	45	10,24	458 137
Polen	298	6,72	2 001 412
Portugal	8	8,83	75 173
Schweden	48	7,80	371 632
Slowakei	35	6,75	233 005
Slowenien	6	6,23	37 994
Spanien	110	9,80	1 078 176
Tschech. Rep	70	7,96	553 960
Ungarn	67	7,30	487 725

Nur rund 4% der Anbaufläche wird in Deutschland für den Zuckerrübenanbau genutzt

- Rund 47.000 Betriebe produzierten auf eine Fläche von 437.000 ha Zuckerrüben, das sind etwa 4% der gesamten Anbaufläche
- Zuckerrüben werden in 26 Fabriken zu Zucker verarbeitet

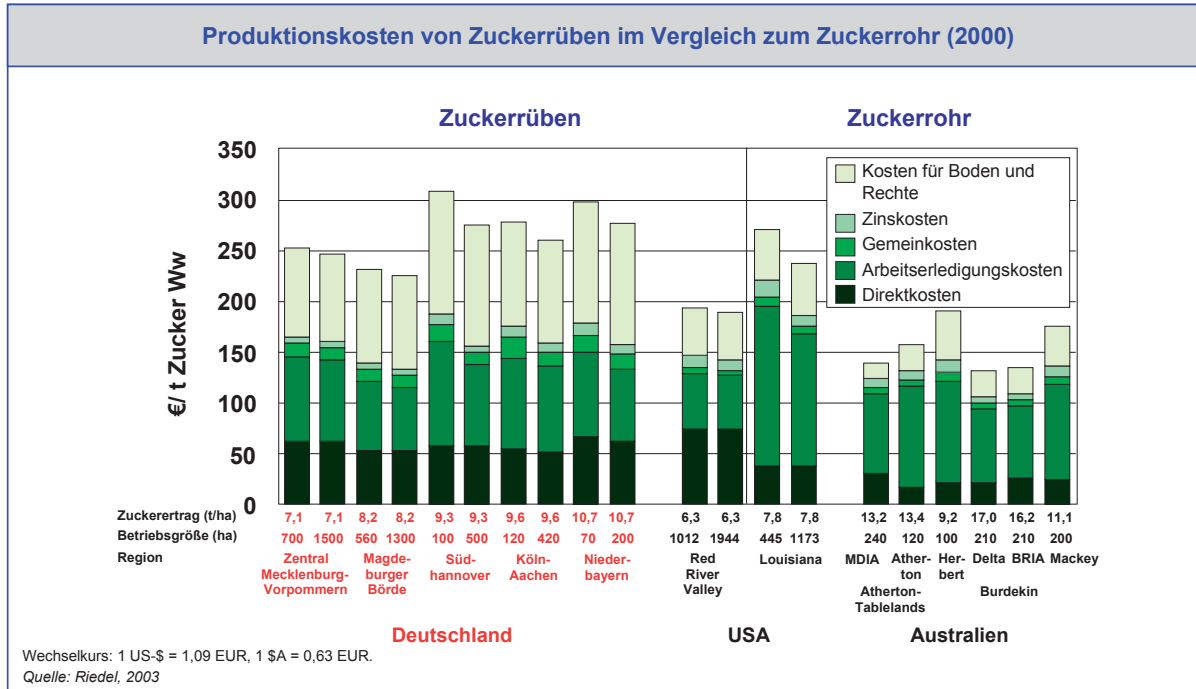
Anbaustruktur, Zuckerertrag und Zuckererzeugung in Deutschland

	2002/2003	2003/2004	2004/2005
Anbaufläche			
in ha	455 225	443 545	436 676
Anzahl der Rübenbauer	50 359	48 183	46 676
Durchschn. Anbaufläche eines Rübenbauers			
in ha	9	9,2	9,4
Rübenanbau			
in t/ha	58,9	53,5	62
Zuckerertrag			
in t/ha	8,8	8,44	10
Zuckererzeugung			
in t	4 006 360	3 743 443	4 296 468

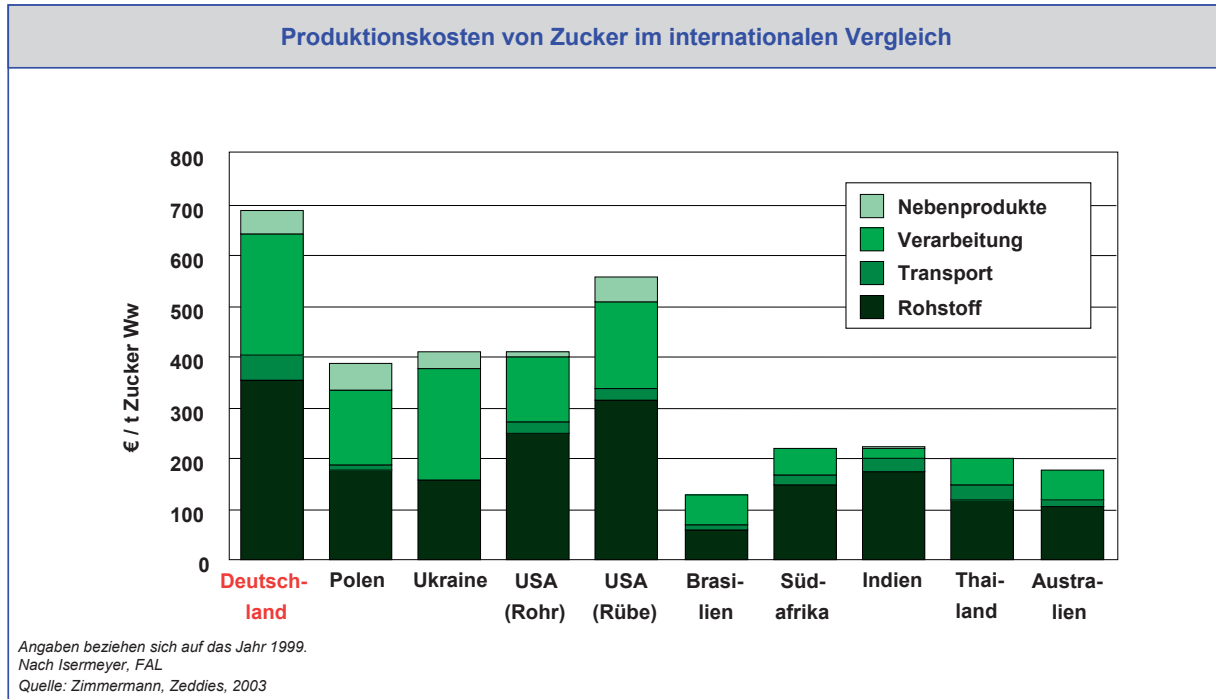
Quelle: Wirtschaftsvereinigung Zucker

2.5.2.3 Kostenposition der deutschen Anbauer

Bei den Arbeitserledigungskosten schneiden Zuckerrüben im Vergleich zum Zuckerrohr in einigen Regionen noch verhältnismäßig gut ab



Im Vergleich zum globalen Kostenführer Brasilien betragen die Produktionskosten von Zucker in Deutschland ein Mehrfaches



Die deutsche/europäische Zuckerproduktion kann mit der Rohrzuckerproduktion in tropischen/subtropischen Regionen nicht konkurrieren

Produktionskostenvergleich	Kostensenkungspotentiale in Europa
<ul style="list-style-type: none"> • Rohstoff-, Transport- und Verarbeitungskosten sind bei der Zuckerproduktion in Deutschland deutlich höher als z.B. in Polen, der Ukraine oder den USA. • Die Rübe hat im Vergleich zum Rohr einen natürlichen Wettbewerbsnachteil. Produktionskosten von Rohrzucker werden nicht nur in Brasilien, sondern an vielen Zuckerrohrstandorten in der Größenordnung von 150 – 300 US\$/t veranschlagt. Im Vergleich zur Rohrzuckerproduktion liegen die Produktionskosten in Deutschland damit bei etwa dem Drei- (Indien) bis zum knapp Sechsfachen (Brasilien). • Der Produktionskostennachteil in Deutschland zieht sich durch die gesamte Wertschöpfungskette durch. • Beim Anbau von Zuckerrüben sind die Direkt-, Gemein-, Zins- sowie Bodenrechtskosten in Deutschland deutlich höher als beispielsweise in den USA oder Australien. Die Arbeits- erledigungskosten dagegen fallen etwas niedriger aus. Dies kann den Nachteil bei den anderen Kostenarten allerdings nicht ausgleichen. • Auch die Verarbeitungskosten sind deutlich höher als bei der Rohrverarbeitung. Sogar im Vergleich zur Rübenverarbeitung in Ländern wie den USA oder Polen liegen die Kosten höher. 	<ul style="list-style-type: none"> • Die Kostenposition der europäischen Zuckerproduktion kann durch folgende Maßnahmen verbessert werden: <ul style="list-style-type: none"> • Absenkung der Erzeugerpreise für Rübenbauern • Konzentration auf 1a-Lagen in Europa • Größere Betriebseinheiten • Grüne Gentechnik • Ausschöpfung von Kostensenkungspotentialen in der Verarbeitung („lean production“) • Erweiterung Kampagnendauer, ggfs. verstärkte Vorverarbeitung und Dicksaftproduktion • Energetische Verwertung von Nebenprodukten (Zusatzerlöse bei hohen Energiepreise). • Bei Ausschöpfung dieser Kostensenkungspotentiale können die Kosten im Best Case bis auf das Kostenniveau Polens oder der Ukraine abgesenkt werden (400 €/t Zucker Ww). • Eine Wettbewerbsfähigkeit mit brasilianischem oder südafrikanischem Rohrzucker (130 – 200 €/t Zucker Ww) wird man nicht erreichen können..

Neben dem heimischen Angebot wird Zucker im Rahmen verschiedener Präferenzabkommen in die EU importiert

EBA	<ul style="list-style-type: none">• Importe aus LDC• Ab 2010 werden jährlich 2,5 Mio. t Zuckerimporte zuzüglich nicht verhinderbarer Swap-Mengen erwartet
AKP Zuckerprotokoll	<ul style="list-style-type: none">• Importe von 1,3 Mio. t p.a.
SPS	<ul style="list-style-type: none">• Special Preferential Sugar wird in einem Umfang von 0,3 Mio. t p.a. importiert
West-Balkan Präferenz	<ul style="list-style-type: none">• Im Rahmen eines jährlichen Zollkontingents dürfen 0,38 Mio. t zollfrei in die EU importiert werden

Insgesamt betragen diese Importmöglichkeiten damit 4,5 Mio. t Zucker p.a.*

** Brasilianische Zuckerimporte sind bislang nicht bedeutend.
In 2003 wurden 85.000 t Rohzucker und 32.000 t
Weißzucker importiert*

Quelle: Nordzucker AG

2.5.2.4 Einfluss Regulative

Die Reform der EU-Zuckermarktordnung ist die wichtigste Veränderung der Rahmenbedingungen des europäischen Zuckermarktes

<p>Reduzierung der Produktion</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung der Produktion um rund 5 Mio. t p.a. (Kürzung der Exportmenge). EU-Zuckerexporte werden künftig aus EU-Haushaltsmitteln finanziert. Ein Rückgang der Exporte von rund 1,4 Mio. t auf etwa 700.000 t wird erwartet • Produktion in ertragsstarken Regionen, Stilllegungen in den anderen Gebieten. Ertragsstarke Regionen in Deutschland, Frankreich und Belgien. Bislang werden Quoten nicht gehandelt, grenzüberschreitender Handel nicht möglich • Restrukturierungsfonds zur Förderung der Aufgabe der Zuckerproduktion über einen Zeitraum von 4 Jahren. Bislang offen, ob dieses Angebot ausreichend akzeptiert wird
<p>Reduzierung der Preise für Zuckerrüben</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Drastische Reduzierung der Preise für Zuckerrüben (A- und B-Quoten) ab 2006 in vier Jahresschritten um 39,7% • Im gewogenen Mittel geht der aus A- und B-Quote gewogene Rübenmindestpreis von 43,63 €/t um 17,33 €/t auf 26,30 €/t zurück • Einkommensverluste der Landwirte werden z.T. über Einbezug der Rübenanbauflächen in das Prämiensystems ausgeglichen
<p>Reduzierung der Preise für Zucker</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung der Preise für Zucker um 36%. Der Interventionspreis für Zucker wird in einen Referenzpreis umgewandelt und sinkt ab 2006/07 bis 2009/10 in drei Stufen um 36% von 632 €/t auf 404 €/t
<p>Zugang zu Zucker zu Weltmarktpreisen für die Non-Food-Industrie</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Auch novellierte Zuckermarktordnung soll der Industrie den Zugang zu Zucker zu Weltmarktpreisen erhalten. Die Industriezuckermengen unterliegen keinerlei Quotenbeschränkung. Konkrete Regelung befindet sich in Vorbereitung • Food-Industrie hat für die Produktion für den EU-Binnenmarkt keinen Zugang zu Weltmarktzuckerpreisen

Quelle: Isermeyer, Zeddies

Den wettbewerbsfähigen Kerngebieten des Rübenanbaus ermöglicht die EU-Zuckermarktreform eine Beibehaltung des Zuckerrübenanbaus

Auswirkungen der Beschlüsse zur EU-Zuckermarktreform	
Zuckerrübenanbau bleibt ggü. Konkurrenzfrüchten wettbewerbsfähig	<ul style="list-style-type: none"> • Je nach Ertragshöhe der Zuckerrübe wird eine Senkung des Deckungsbeitrages um rd. 1.000 €/ha stattfinden; damit bleibt der Zucker-DB aber in allen Hauptanbaugebieten in Deutschland deutlich über den Konkurrenzfrüchten. Die Ausgleichsprämien werden die Preiseffekte auf die Einkommen bis 2010 deutlich abfedern
Einkommen der Rübenanbauer sinken um 20%	<ul style="list-style-type: none"> • Besonders betroffen sind spezialisierte Rübenbaubetriebe, die bei Einkommensrückgängen von durchschnittlich 65% zu beträchtlichem Teil sogar in die Existenzgefährdung geraten
Etwa ein Drittel der Rübenproduktion wird in Deutschland aufgegeben	<ul style="list-style-type: none"> • Marginale Standorte wird man aufgeben, das sind rund 15 – 20% der Fläche. Bei Berücksichtigung der Einschränkung des C-Rübenanbaus erhöht sich diese Fläche auf etwa ein Drittel der Gesamtfläche
Zuckerhersteller verlieren erheblichen Teil ihrer Marge	<ul style="list-style-type: none"> • Die Verarbeitungsspanne je Tonne Weißzucker reduziert sich rechnerisch von bisher auf 244 auf 149 € • Der Rückgang der Marge wird zur Aufgabe weiterer Produktionsstandorte in Deutschland führen
In der EU wird die Zuckerproduktion um etwa 15% der Quote zurückgehen	<ul style="list-style-type: none"> • Rückzugsgebiete des europäischen Zuckerrübenanbaus sind Regionen mit niedrigen Erträgen und hohen Produktionskosten und solche mit geringer Produktionsdichte, weiten Transportentfernungen und/oder hohen Opportunitätskosten (Griechenland, Portugal, Italien, evt. auch Spanien und Irland)

Quelle: Isermeyer, Zeddies

Mit der neuen Zuckermarktordnung sollen die europäischen Erzeuger auf die zu erwartenden Zollabsenkungen durch WTO-Beschlüsse vorbereitet werden

Exportsubventionen werden voraussichtlich schneller abgebaut als der Importschutz	
WTO-Verhandlungen	<ul style="list-style-type: none"> • Der Außenhandel wird weiter liberalisiert, die Mitgliedsstaaten der EU haben erhebliches volkswirtschaftliches Interesse an Fortschritten beim freien Welthandel. Partikularinteressen der Agrarwirtschaft spielen nur eine untergeordnete Rolle • Verhandlungen hinsichtlich weitreichender Zollsenkungen. Zucker dürfte in die Produktgruppe mit dem höchsten Zollband eingruppiert werden. Kommt der hierfür vorgesehene Zoll von 60% zur Anwendung, würde der Interventionspreis weiter auf 382 €/t sinken. Ab 2013 sehen die WTO-Regelungen den kompletten Wegfall von gestützten Exporten vor. Ggfs. Einstufung Zucker als sensibles Gut, was die Erhebung von Schutzzöllen erlauben würde
EBA-Regelung	<ul style="list-style-type: none"> • Insgesamt hat sich die Zuckerproduktion der LDCs in den vergangenen 10 Jahren von knapp 2 Mio. t auf ca. 2,8 Mio. t in 2003 erhöht • Ab 2009/10 sollen diese Länder ihren Zucker zollfrei in die EU exportieren können
AKP-Zucker	<ul style="list-style-type: none"> • Im Zuckerprotokoll des Cotonou-Abkommens hat sich die EU verpflichtet, 1,3 Mio. t Zucker aus den AKP-Staaten und Indien zollfrei zu importieren. Für diese Menge zahlt die EU einen festen Preis, der in jedem Jahr neu bestimmt wird, grundsätzlich aber immer dem Interventionspreis der EU entspricht • Durch die Reform der Zuckermarktordnung wird der Preis für den Importroh Zucker aus den AKP-Ländern deutlich reduziert (Preissenkung um fast 40% nach Kommissionsvorschlag)

Ein Abbau der derzeit noch sehr hohen Zollsätze könnte langfristig dazu führen, dass die europäische Zuckerrübenherzeugung vollständig von der Zuckerrohrherzeugung speziell in Südamerika verdrängt wird

Quelle: Isermeyer, Zeddies

2.5.3 Stärke*

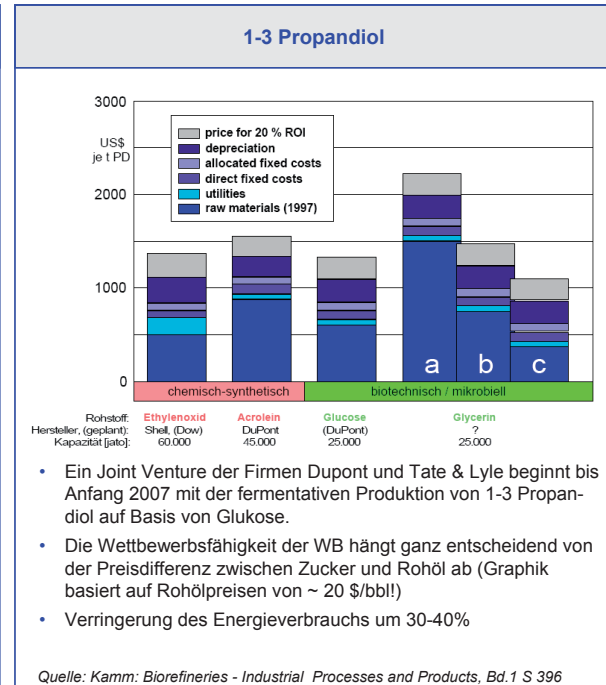
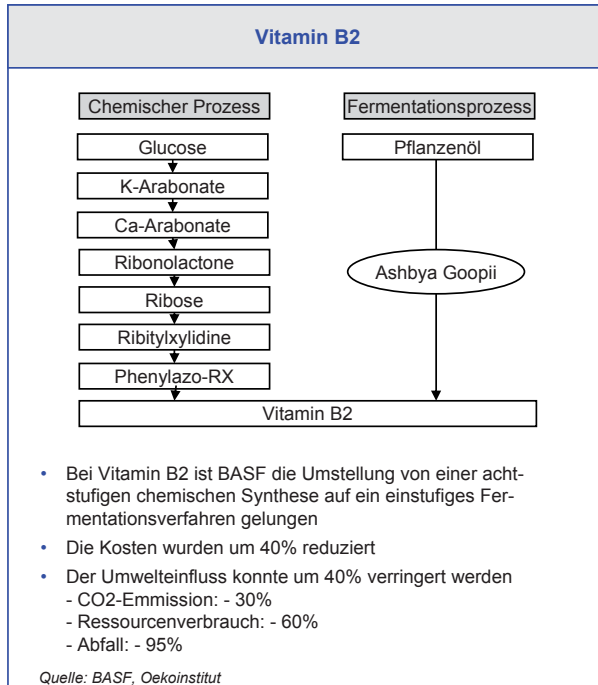
** Eine detaillierte Darstellung über Stärke befindet sich in der Dokumentation über Biopolymere*

2.6 Verfahren und Prozesse

Verfahren der Weißen Biotechnologie bieten oftmals signifikante ökonomische und ökologische Vorteile

<h3>Konventionelle Verfahren der chem. Katalyse</h3>	<h3>Bewertung</h3>
<ul style="list-style-type: none"> Die Verfahren laufen in der Regel unter hohen Temperaturen und Drücken ab. Es werden Säuren, Laugen, Metalle oder eine Kombination von beiden als Katalysatoren eingesetzt, um aus den Einsatzstoffen die gewünschten Stoffe zu gewinnen. Die Entwicklung und Optimierung chemischer Katalysatoren ist in der Regel zeit- und kostenintensiv. Neuere Verfahren wie die Vergasung und Pyrolyse sind erst teilweise erforscht und befinden sich noch nicht im kommerziellen Einsatz 	<ul style="list-style-type: none"> Bei der Verwendung von thermokatalytischen Verfahren sind Energieverbrauch und Emissionen (gasförmig/flüssig) beträchtlich Ausgangs-, Zwischen-, und Nebenprodukte des katalytischen Verfahrens können gesundheitsschädlich oder zumindest umweltrelevant sein
<h3>Verfahren der Weißen Biotechnologie</h3>	<h3>Bewertung</h3>
<ul style="list-style-type: none"> Die Verfahren erfolgen meist unter milden physikalischen Bedingungen. Die Biokatalysatoren, Substrate, Zwischen- und Nebenprodukte und das Produkt selbst sind biologisch abbaubar, Lösemittel ist zumeist Wasser. Als Biokatalysatoren werden entweder Enzyme oder Mikroorganismen eingesetzt. Beispiel hierfür ist die Fermentation zur Gewinnung von organischen Säuren und Ethanol. Ausgewählte Pflanzen sind in der Lage über biotechnische Prozesse oder Verfahrenszwischenschritte unmittelbar Wertstoffe zu generieren, z.B. Papierzellstoff 	<ul style="list-style-type: none"> Die verwendeten Substanzen bei biotechnischen Prozessen sind voll biologisch abbaubar. Der Energieverbrauch und die Emission von umwelt- und gesundheitsschädlichen Substanzen fallen gering aus. Bei Fermentationsprozessen sind die niedrige Produktivität und die geringe Produktkonzentration oftmals nachteilig Mit enzymatischen Prozessen generieren häufig hochreine, spezifische Produkte mit geringem Aufarbeitungsaufwand Durch Fortschritte in der biotechnologischen Forschung ergeben sich zunehmend Chancen, bestehende thermokatalytische Verfahren zu ersetzen

Ausgewählte Fallbeispiele verdeutlichen den Nutzen der Weißen Biotechnologie für Unternehmen und Umwelt



Biokatalyse und Fermentation sind die am meisten genutzten Verfahren in der Weißen Biotechnologie

Verfahren der Weißen Biotechnologie und ihre Charakterisierung*		
Verfahren	Charakterisierung	Vorteile/Nachteile
Biokatalyse	<ul style="list-style-type: none"> • Umwandlung eines Substrates durch stereospezifische Katalyse einer spezifischen Reaktion mittels isolierter Enzyme • Die Substrate müssen nicht natürlich sein und die Produkte sind in der Regel keine Naturstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> + Einzelnes Reaktionsprodukt frei von Verunreinigungen + Umweltfreundlicher Prozess + Einfache Prozessoptimierung - Hoher FuE Aufwand/Preis für Enzyme
Ganzzell-Biotransformation	<ul style="list-style-type: none"> • Umwandlung eines Substrates durch eine Reihe stereospezifischer enzymatischer Reaktionen in Mikroorganismen oder lebenden Zellen • Diese Reaktionen sind nicht Teil des normalen Zellstoffwechsels (die Zellen wachsen nicht) • Vorteil gegen über Enzymkatalyse ist die In Situ Cofaktorregeneration 	<ul style="list-style-type: none"> + Redoxreaktion ohne Co-Factor-Recycling + Wiederverwertung immobilisierter Zellen - Kultivierung/Immobilisierung der Zellen - Mehrere Reaktionsprodukte - Komplexes Down-Stream-Processing
Fermentation (Mikroorganismen)	<ul style="list-style-type: none"> • Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Hefe) produzieren einfache bis komplexe Moleküle als Stoffwechselprodukte aus billigen C- und N-Quellen (keine definierten Substrate) • Die Produkte sind Naturstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> + Direkte (einstufige) Produktion komplexer Verbindungen - FuE Aufwand für neue Mikroorganismen - Investition in Fermentationsanlagen - Komplexes Down-Stream Processing
Fermentation (Pflanzl./tierrische Zellkulturen)	<ul style="list-style-type: none"> • Pflanzenzellen oder zumeist Säugerzellen produzieren komplexe Biomoleküle (Proteine), die über mikrobielle Fermentation nicht zugänglich sind • Insbesondere geeignet zur Produktion hochkomplizierter oder modifizierter Biomoleküle (Biopharmazeutika) 	<ul style="list-style-type: none"> + Direkte Produktion komplexer Verbindungen - FuE Aufwand für Zellkulturen - Investition in fortgeschrittene Fermentationsanlagen
Genmodifizierte Pflanzen/Tiere	<ul style="list-style-type: none"> • Genetisch modifizierte Pflanzen oder Tiere produzieren hochwertige Verbindungen, die nach der Extraktion zur Verfügung stehen 	<ul style="list-style-type: none"> + Direkte Produktion komplexer Verbindungen - FuE Aufwand - Investition in genetisches Engineering

* Quelle: Festel Capital

Es besteht erheblicher Optimierungs- und Neuentwicklungsbedarf. Der Weg vom FuE-Reaktor bis zur industriellen Realisierung ist lang

Verfahrensoptimierung u. -neuentwicklung

- Prozesse sind oft diskontinuierlich
- Prozesse sind nicht optimal aufeinander abgestimmt
- Prozess- und Reaktionszeiten sind zu lang
- Oft besteht Bedarf an weiteren Prozesschemikalien verbunden mit zusätzlichen Prozeßabfällen
- Geeignete Katalysatoren fehlen
- Durchsatz, Ausbeute, Selektivität sind zu gering
- Wirtschaftlichkeit ist teilweise nicht gegeben
- Preiswerte und nachhaltig verfügbare Substrate fehlen
- Wirtschaftliche Verwertung von Nebenprodukten fehlt
- Neue Verfahren werden benötigt
(Expertenschätzung ca. 260 zusätzliche Verfahren bis 2015)

Technologietransfer

Industrielle Fermenter

FuE-Bioreaktor



- Die Realisierung von Biotechnologischen Anlagen im großtechnischen Maßstab bietet eine Reihe von Herausforderungen, z.B.:
 - Reaktordesign
 - Prozeßsteuerung
 - Anbindung an eine nachhaltige Feedstock-Versorgung
 - Downstream-Prozessintegration
 - Wettbewerbsfähige Kosten im globalen Vergleich
 - Gesicherter Marktbedarf für Haupt- und Nebenprodukte
- Anlagen für Fein- und Spezialchemikalien sind meist kleiner als für Grund- und Industriechemikalien und daher leichter zu realisieren

Fortschritte in der Prozesstechnik und die Entwicklung der Rohstoffkosten bestimmen maßgeblich die Wirtschaftlichkeit der Weißen Biotechnologie

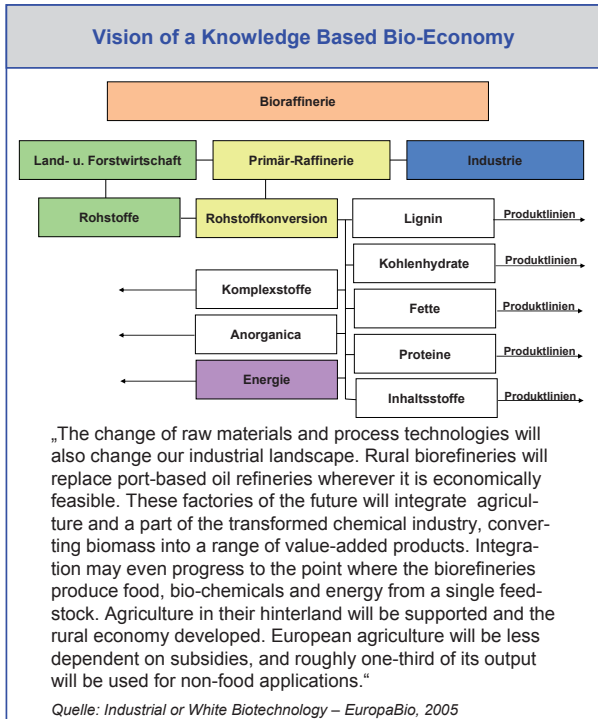
Wirtschaftlichkeit von Fermentationsprodukten*					
Sugar price level	Economically viable products		Sugar price level	Economically viable products	
	TODAY	FUTURE		TODAY	FUTURE
70 €/t	- Ethanol	- Ethanol	135 €/t	- Ethanol (possibly)	- Ethanol
	- PDO	- PDO		- PDO	- PDO
	- Succinic acid (possibly)	- PTT		- PTT	- PTT
	- PLA (possibly)	- Butanol (ABE)		- Butanol (ABE)	- Acrylic acid (possibly)
	- PTT	- Acetic acid (possibly)		- Succinic acid	- Adipic acid (possibly)
		- Acrylic acid		- Caprolactam (possibly)	- PTT
		- Succinic acid	200 €/t	- Ethanol (possibly)	- Ethanol (possibly)
		- Adipic acid		- PDO	- PDO
		- Caprolactam		- PTT (possibly)	- Butanol (ABE; possibly)
		- PHA (possibly)		- Succinic acid	- Adipic acid (possibly)
		- Ethylene (possibly)		- Caprolactam (possibly)	- PTT
		- Ethyl acetate (possibly)		- PTT	- PDO
		- PLA (possibly)	400 €/t		- Succinic acid (possibly)
		- PTT			- PTT (possibly)

* Anmerkungen:
 - TODAY = aktueller Stand der Technik
 - FUTURE = zukünftiger Stand der Technik mit technologischem Fortschritt
 - Die Berechnungen beruhen auf einen Erdölpreis von 25 \$/bbl

- Fortschritte in der Biokonversion und im Downstream Processing verbessern die Wirtschaftlichkeit der WB
- Bis zu 50% der Gesamtkosten für Grund- und Industriechemikalien wird von den Rohstoffkosten bestimmt
- Bei höheren Erdölpreisen ist mit einer Koppelung der Zuckerpreise an die Entwicklung auf dem Energiemarkt zu rechnen (Bioethanol)

Quelle: Patel e.a., BREW-Projektbericht, 2006

Die Umstellung von einer fossilen auf eine Biomasse basierte Wirtschaft mit Hilfe von Weißer Biotechnologie bleibt vorläufig Vision

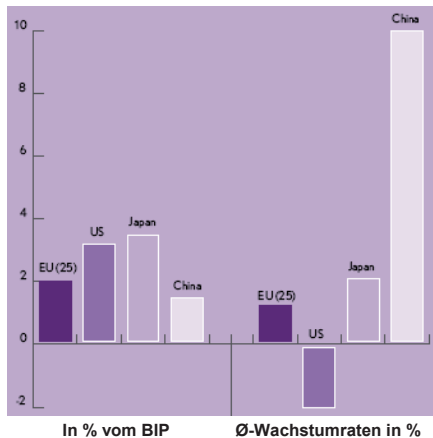


- Rahmenbedingungen zur Realisierung der Vision**
- Fossile Rohstoffe wie Erdöl, Erdgas und Kohle werden immer knapper. Die Meinungen über die verbleibenden Reichweiten driften weit auseinander
 - Von jährlich durch Photosynthese generierten Biomasse werden derzeit 6×10^9 t für dietätische, energetische und stoffliche Zwecke genutzt. Eine weitere Steigerung ist denkbar, stößt jedoch an Grenzen, wenn es um den Schutz der Regenwälder oder des Klimas geht
 - Die politisch geforderte Umstellung einer petrochemisch basierten Wirtschaft auf eine „Biowirtschaft“ auf Basis von Nahrung erfordert eine grundlegende Veränderung der wirtschaftlichen und technologischen Rahmenbedingungen und führt zur Nutzungskonkurrenz endlicher Agrarflächen
 - Gänzlich neue, biobasierte Building Blocks müssen entwickelt werden, die sich in bestehende Produktstammbäume integrieren lassen, oder für die sich neue Produktstammbäume und Anwendungen entwickeln lassen
 - Neue Technologien bilden einen wichtigen Erfolgsfaktor zur Verwirklichung von Bioraffinerien auf Basis z..B. von Lignocellulose, Getreide oder Grünschnitt müssen hierfür entwickelt und zu einem Produktionsverbund zusammengeführt werden
 - Mögliche dezentrale Produktionsstrukturen mit vollkommen neuen Logistiksystemen bedürfen einer wirtschaftlichen Prüfung
 - Die langfristige Umsetzung dieser Vision erfordert eine übergreifende Zusammenarbeit von Landwirtschaft, Chemie, Biotechnologie, Wissenschaft und Politik auf nationaler wie internationaler Ebene
- Quelle: *BioVision 2030-Group*

2.7 FuE-Förderung

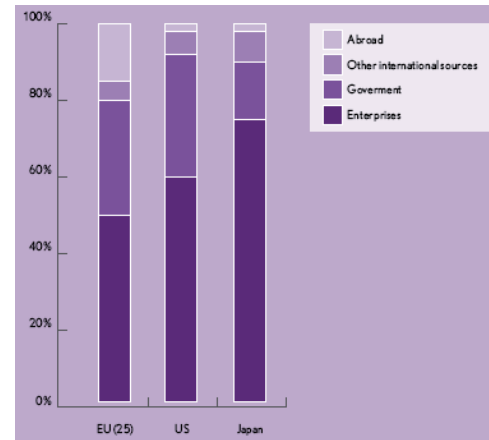
Die gesamten FuE-Ausgaben der EU(25) sind im internationalen Vergleich niedrig. Die chemische Industrie leistet einen überproportionalen Beitrag

Vergleich internationaler FuE-Ausgaben 2000-2003



- Die FuE-Ausgaben liegen mit 1,9% vom BIP noch deutlich unter dem 3% Zielwert vom Barcelona Gipfel 2002 – USA 2,6%, JPN 3,2 %
- Die chemische Industrie in Deutschland investierte ca. 4 Mrd. € für FuE-Projekte. Dies entspricht ca. 5% vom Umsatz

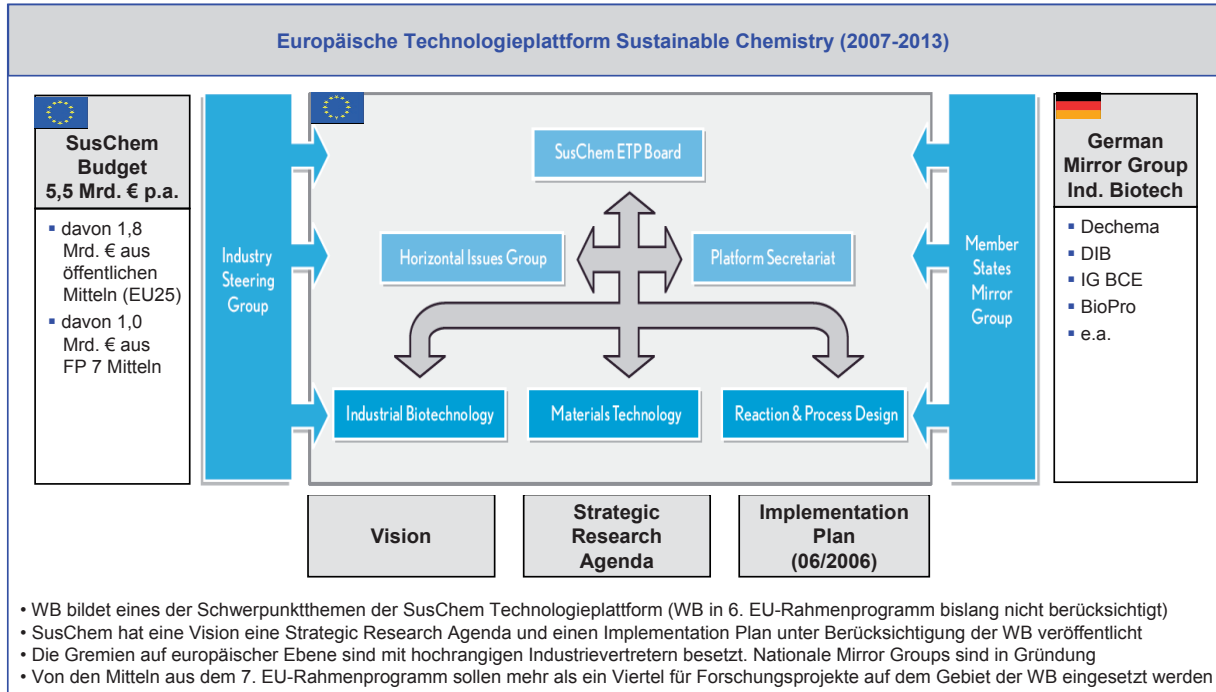
Herkunft der FuE-Mittel 2003



- Mit 56% tragen europäische Unternehmen im internationalen Vergleich unterdurchschnittlich zur Herkunft von FuE-Mitteln bei
- Die chemische Industrie in Europa leistet einen überproportionalen Beitrag - EU25 10 Mrd. €, USA 8 Mrd. €, JPN 5 Mrd. €

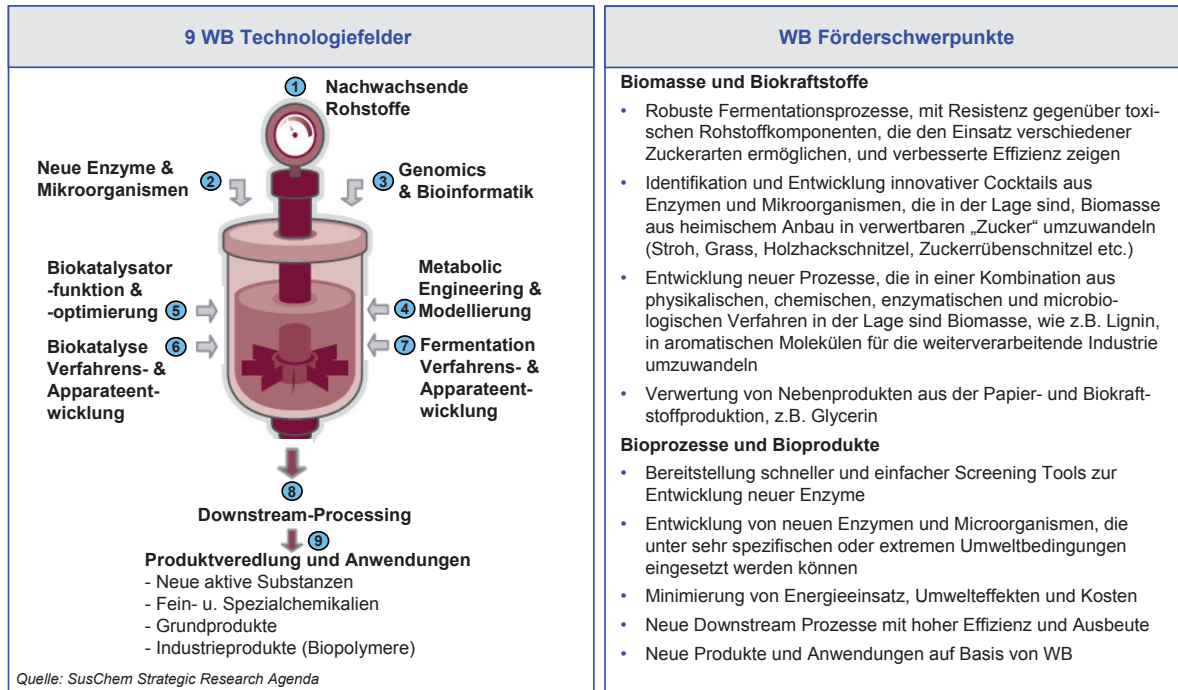
Quelle: SusChem Strategic Research Agenda

Weißer Biotechnologie wird im 7. EU Forschungsrahmenprogramm einen zentralen Bestandteil der SusChem Technologieplattform bilden

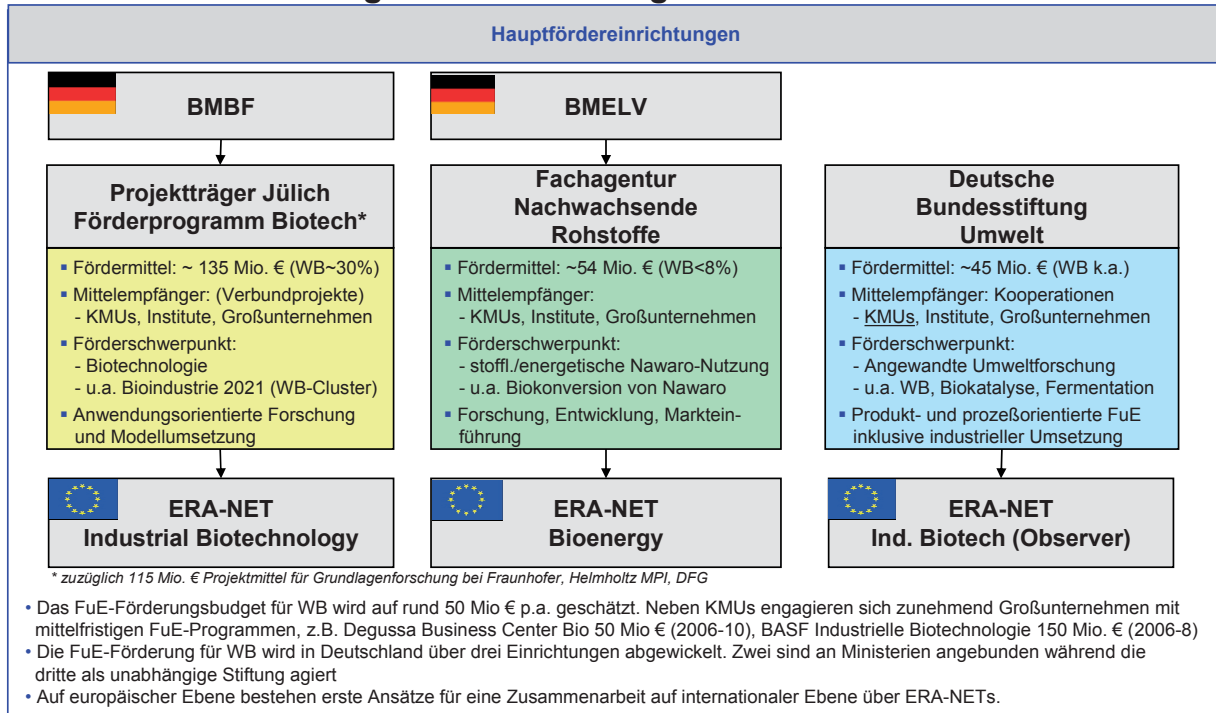


Quelle: SusChem Strategic Research Agenda

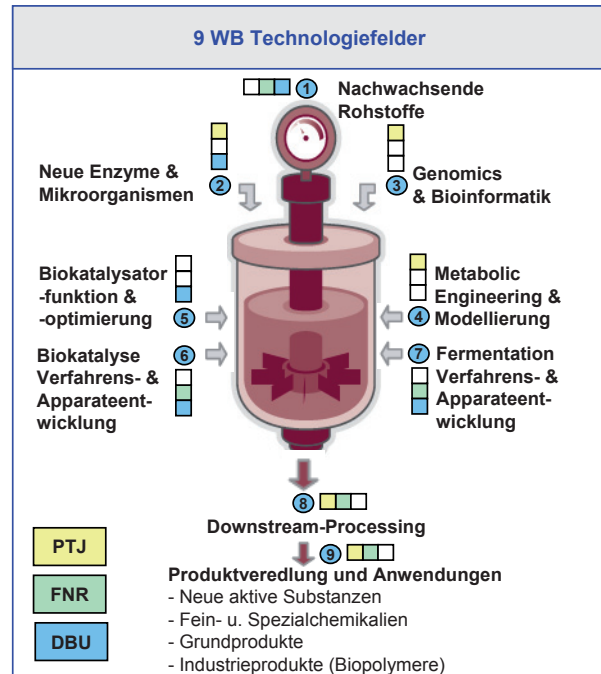
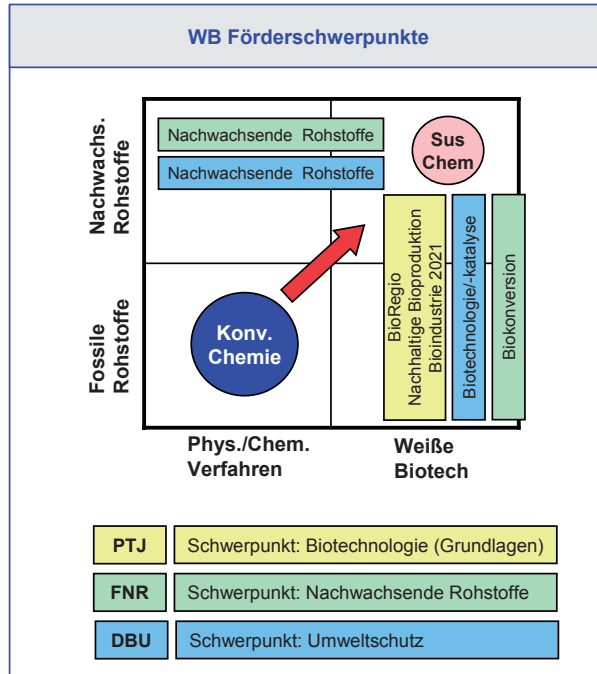
Die Weiterentwicklung der Weißen Biotechnologie erfordert ein umfassendes Förderprogramm von der Grundlagenforschung bis hin zu Markteinführung



Die FuE-Förderung für WB in Deutschland ist auf drei Hauptprojekträger und mehrere zuständige Ministerien aufgeteilt



Die Effizienz der bestehenden Forschungsförderung in Deutschland leidet unter Fragmentierung, Überlappung und fehlender Koordination



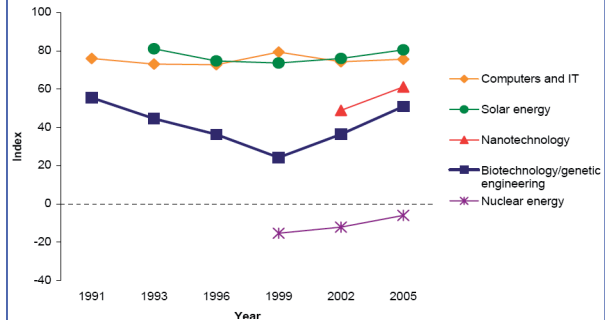
2.8 Öffentliche / rechtliche Rahmenbedingungen

WB übernimmt eine wichtige Querschnittsfunktion in der EU-Strategie. Bei der öffentl. Wahrnehmung der Biotechnologie besteht Nachholbedarf

Strategie der Europäischen Kommission

- Die Lissabonner Strategie des Europäischen Rates vom März 2000 verfolgt das Ziel, die Europäische Union bis zum Jahr 2010 „zum wettbewerbsfähigsten und dynamischsten wissensbasierten Wirtschaftsraum der Welt“ zu machen
- Ergänzend dazu wurde in Göteborg 2001 die EU-Strategie für nachhaltige Entwicklung verabschiedet
- Umwelttechnologien kommt dabei aufgrund ihrer positiven Synergien zwischen Umweltschutz und Wirtschaftswachstum eine zentrale Bedeutung zu
- Im Januar 2004 verabschiedete die Europäische Kommission den Environmental Technologies Action Plan (ETAP), in dem der Weißen Biotechnologie eine Querschnittsfunktion zugemessen wird: *„Die industrielle (oder „weiße“) Biotechnologie eröffnet neue Wege zur Verbesserung der Umweltfreundlichkeit industrieller Verfahren in verschiedenen traditionellen Sektoren wie Chemie-, Textil-, Leder- und Papierindustrie, aber auch in Sektoren mit hoher Wertschöpfung, z.B. Pharmazie.“*
- Mit dem im Dezember 2005 vorgestellten EU-Aktionsplan für Biomasse soll der Anteil der Biomasse am Energiebedarf bis 2010 auf 8% verdoppelt werden
- Mit der Strategie für Biokraftstoffe vom Februar 2006 will die Kommission die Erzeugung von Biodiesel und Bioethanol stärker fördern und den Marktanteil bis 2010 auf 5,75% steigern

Öffentlich Wahrnehmung der Biotechnologie/Gentechnik



- In der EU rangiert der Optimismuslevel für Biotechnologie/Gentechnik vierter Stelle und zeigt seit 1999 einen deutlichen Aufwärtstrend
- Rote und Weiße Biotechnologie genießen weitreichende Akzeptanz. Grüner Biotechnologie begegnet die Bevölkerung weiterhin mit Ablehnung
- Genmodifizierte Nahrungsmittel gelten als moralisch unakzeptabel und werden als Risiko für die Gesellschaft betrachtet
- Es bedarf einer gezielten Informationsoffensive, um der Bevölkerung den nachhaltigen Nutzen von Grüner Biotechnologie zu vermitteln

Quelle: Europeans and Biotechnology in 2005: Patterns and Trends - Eurobarometer

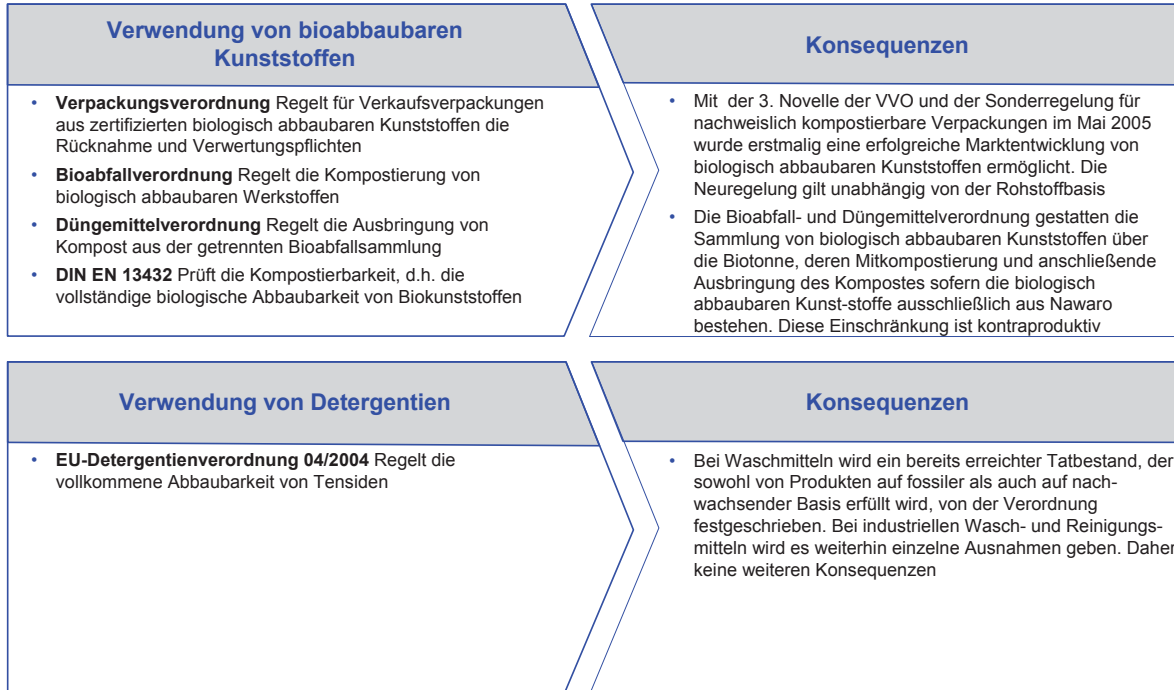
Verlässliche rechtliche Rahmenbedingungen sind Grundvoraussetzung für nachhaltige Investitionen und eine verstärkte Nutzung von WB

<p style="text-align: center;">Gentechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> • EU-Verordnung genveränderter Lebens- und Futtermittel (2003) Regelt die Zulassung und Kennzeichnung von genveränderten Lebens- und Futtermitteln • Deutsches Gentechnik Gesetz 2005 Regelt Schutz, Transparenz und Sicherheit im Umgang mit gentechnisch modifizierten Organismen (3. Novelle in Vorbereitung) 	<p style="text-align: center;">Konsequenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das deutsche Gentechnikgesetz ist restriktiver als die entsprechende Gesetzgebung auf europäischer Ebene oder in den USA und Asien. Für die Arbeit mit geschlossenen WB-Reaktoren ist bislang eine Anmeldung unter der Sicherheitsstufe I erforderlich. Wünschenswert für eine Novelle des Gentechnikgesetzes wäre der Wegfall der „Liste für bekannte Organismen“ • Der Freilandanbau von gentechnisch modifizierten Organismen ist bislang auf heftigen Widerstand in der Legislative und der deutschen Öffentlichkeit gestoßen. Die Entwicklungschancen der WB sind langfristig eng mit der Grünen Gentechnik verknüpft
<p style="text-align: center;">Klimaschutz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kyoto Protokoll (2005) Hat den Klimaschutz zum Ziel und setzt Zielwerte für die Emissionen von CO₂ und fünf weiteren Treibhausgasen in den einzelnen Vertragsstaaten • EEG (Erneuerbare Energien Gesetz 2004) Gewährt eine Vergütung auf Strom und Wärme aus Biomasse • Mineralölsteuergesetz (2003) Befreit in §2a alle Biokraftstoffe bis zum 31.12.2009 von der Mineralölsteuer 	<p style="text-align: center;">Konsequenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Umsetzung erfolgt über ein Bündel verschiedener Instrumente, u.a. eines Emissionshandels in der EU. Der direkte CO₂-Einsparungseffekt durch den Einsatz von Nawaro im Bereich der stofflichen Nutzung ist begrenzt. Der indirekte Effekt über die von der Chemie gelieferten Produkte (z.B. Dämmstoffe aus fossilen Rohstoffen) ist deutlich größer • EEG und Mineralölsteuergesetz führen zu einer marktverzerrenden Verknappung und Verteuerung von einzelner Nawaro und damit im Zusammenhang stehender Kuppelprodukte, z.B. Raps (Rapsöl/Glycerin), Zuckerrübe (Zucker)

Die Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft der chemischen Industrie in Europa wird durch bürokratische und kostenintensive Regelungen belastet



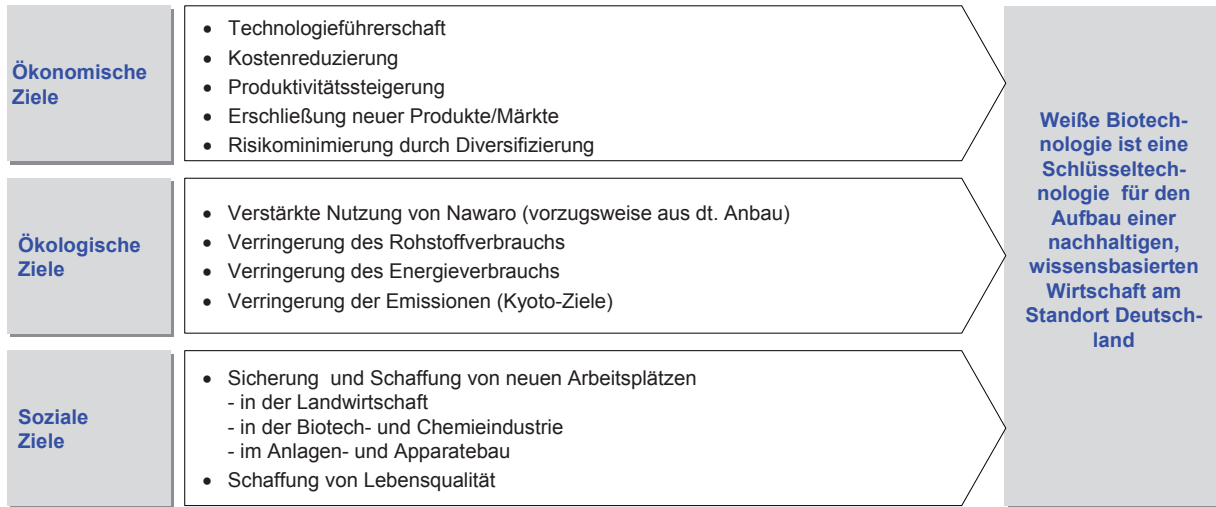
Wirksame Regelungen müssen gleichermaßen die politische Zielsetzung und deren technisch/wirtschaftliche Realisierbarkeit berücksichtigen



3

Strategische Optionen

Die Förderung von Weißer Biotechnologie eröffnet neue Perspektiven zum Aufbau von nachhaltigen Wirtschaftsstrukturen am Standort Deutschland



Drei strategische Optionen kommen für die FNR-Förderung in Betracht

Rohstoffe	Verfahren/Prozesse	Anwendungen/ Kunden
Querschnittsaufgaben und flankierende Maßnahmen ●		
Zucker ●●●	Neue Enzyme / Mikroorganismen	Neue aktive Compounds
Stärke ●●●	Genomik / Bioinformatik	Spezialchemikalien (Klebstoffe, Tenside, etc.) ●
Lignocellulose ●●●	Metabolic Engineering / Modellierung	Feinchemikalien (Vitamine, Aminosäuren, etc.) ●
Fette/Öle	Biokatalysatorfunktion / -optimierung	Industriechemikalien (z.B. Biopolymere*) ●
Sonstige	Biokatalyseverfahren und Apparatebau ●	Grundchemikalien - stofflich (chem. Synthesebausteine/ Plattformchemikalien) ●
● Option 1: Optimierung und Erweiterung von Nawaro aus dt. Anbau ● Option 2: Herstellung biobasierter Pro- dukte durch Biokatalyse aus dt. Nawaro ● Option 3: Herstellung biobasierter Pro- dukte durch Fermentation aus dt. Nawaro	Fermentationsverfahren und Apparatebau ●	Grundchemikalien - energetisch (z.B. Bioethanol**) ●
	Downstream-Processing	

* Siehe gesonderte Förderempfehlung Biopolymere und WPC
 ** Energetische Nutzung nicht Gegenstand der Untersuchung

Option drei bietet unter Ausnutzung der FNR-Kernkompetenzen und vorhandener Synergien die beste Kosten-/Nutzenrelation

Option	Bewertung
<p>● Option 1</p> <p>Optimierung und Erweiterung von Nawaro aus deutschem Anbau</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Partielle Maßnahmen ohne ausreichende Integration mit der Prozeß- / Chemieindustrie als Abnehmerbranche. • Dem FuE-Aufwand steht eine relativ ungesicherte Nutzenrelation gegenüber. Nawaro bleiben ein weltweit handelbares Gut ohne Zusatznutzen, welches jederzeit ausgetauscht werden kann.
<p>● Option 2</p> <p>Herstellung biobasierter Produkte durch Biakatalyse aus dt. Nawaro</p> <p>(Fokus: höherwertige Fein- und Spezialchemikalien aus heimischen Zucker- und Stärkepflanzen)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bei integrierter Förderung auf allen Wertschöpfungsstufen kann eine bessere Korrelation zwischen FuE-Aufwand und Nutzen auf der Verbraucherebene erreicht werden. • Spezialchemikalien mit spezifischen Produkteigenschaften besitzen auch ohne FuE-Förderung gutes Potential in Marktnischen. • Spezial- und Feinchemie führen nur in geringem Umfang zu Skaleneffekten. Die Auswirkungen für die deutsche Landwirtschaft bleiben von untergeordneter Bedeutung.
<p>● Option 3</p> <p>Herstellung biobasierter Produkte durch Fermentation aus dt. Nawaro</p> <p>Fokus: preiswertere Grund- und Industriechemikalien aus heimischen Zucker-, Stärke- und Lignocellulosepflanzen)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bei integrierter Förderung auf allen Wertschöpfungsstufen kann die beste Korrelation zwischen FuE-Aufwand und Nutzen auf der Verbraucherebene erreicht werden. • FuE-Maßnahmen auf dem Gebiet der Fermentation können zu einer deutlichen Kosten- und Effizienzverbesserung bei Massenprodukten führen. • Grund- und Industriechemikalien bieten Potential für erhebliche Skaleneffekte in Verbindung mit einem signifikanten Anstieg der Nawaro-Nachfrage. • Die Deutsche Landwirtschaft kann ihren Absatz für wettbewerbsfähige Kohlenhydrate (Stärke und Lignocellulose) nachhaltig ausbauen.

4 Szenarien

Erdölpreis, technologischer Fortschritt und Regularien haben maßgeblichen Einfluss auf die zukünftige Entwicklung der Weißen Biotechnologie

Erläuterung Einfluss der Parameter

Erdölpreis

- Bislang sind rund 90% der jährlich in Deutschland produzierten organischen Chemikalien petrochemischen Ursprungs und damit direkt vom Erdölpreis abhängig
- Die konventionelle chemische Synthese ist sehr energieintensiv
- Ein relativer Preisanstieg von Erdöl gegenüber Nawaro verbessert die Wettbewerbsfähigkeit von WB auf Nawaro-Basis und beschleunigt deren Marktdurchdringung
- WB-Verfahren zeichnen sich durch geringeren Energieverbrauch aus

Technologie

- Im Markt sind petrochemische Produkte noch dominierend. Der Marktanteil mittels WB hergestellter chemischer Produkte beträgt weltweit ca. drei Prozent. Technologischer Fortschritt trägt maßgeblich zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit und Marktdurchdringung von WB bei
- Bestehende Verfahren müssen angepasst und wirtschaftlich optimiert werden
- Erkenntnisse aus der Roten können teilweise auf die Weiße Biotechnologie übertragen werden
- Zusätzlich ist die Entwicklung von neuen Technologien erforderlich (Rohstoffe auf Lignocellulosebasis, Biokatalyse- und Fermentationsverfahren, Downstream-Processing und Produkte und Anwendungen)

Regularien

- Die Herstellung und der Absatz chemischer Produkte unterliegt einem dichten und strengen Netz von Regularien auf europäischer und nationaler Ebene, z.B. REACH-Verordnung, Gentechnikgesetz
- Die Einführung der REACH-Verordnung hat zu einer deutlichen Verschärfung der Chemikalienpolitik in Europa geführt. Alle Neuprodukte erfordern eine Zulassung nach REACH. Eine reine Verfahrensumstellung auf WB ist davon nicht betroffen. Außerhalb Europas gibt es keine vergleichbar stringente Verordnung
- Das deutsche Gentechnikgesetz ist restriktiver als geltendes EU-Recht. Für alle Arbeiten mit geschlossenen WB-Reaktoren ist eine Anmeldung unter der Sicherheitsstufe I erforderlich. Von der Industrie vorgeschlagen wird ein Wegfall der Anmeldepflicht für alle Versuche mit Organismen, die auf der „Liste für bekannte Organismen“ enthalten sind

Base und Best Case Szenario führen zu einem Wachstum bei heimischen Nawaro und regionaler Wertschöpfung

Beschreibung Szenario	
Szenario Best Case	<ul style="list-style-type: none"> • Ein starker Anstieg des Erdölpreises verursacht eine signifikante Substitution von Erdöl durch Nawaro <ul style="list-style-type: none"> • Als Ersatz für Erdöl kommen neben Zucker und Stärke auch Kohlenhydrate auf Basis von Lignocellulose zum Einsatz • Nawaro-basierte WB-Verfahren erreichen kurzfristig die Wirtschaftlichkeitsschwelle und verdrängen etablierte petrochemische Syntheseverfahren • Technolog. Fortschritt führt kurzfristig zur Verfügbarkeit von preiswerten Nawaro und neuen WB-Verfahren <ul style="list-style-type: none"> • Eine Optimierung von Stärke- und Zuckerpflanzen durch Züchtung und Gentechnik führt zu preiswerteren Nawaro • Der enzymatische Lignocelluloseaufschluss ermöglicht die Verarbeitung noch preiswerterer Nawaro • WB-Verfahren werden über alle Produktgruppen hinweg eingesetzt (Grund-, Industrie-, Fein- und Spezialchemikalien) • WB-Verfahren ermöglichen die Herstellung einer Palette von Synthesebausteinen/Plattformchemikalien aus Nawaro • Regularien werden zügig novelliert. Dies führt zu einer deutlichen Straffung und Vereinfachung <ul style="list-style-type: none"> • Restriktionen im Umgang mit genmodifizierten Organismen werden auf ein Mindestmaß reduziert (Bioreaktor u. Freiland) • Marktverzerrende Regularien bei der energetischen Nutzung von Nawaro entfallen
Szenario Base Case	<ul style="list-style-type: none"> • Ein Anstieg des Erdölpreises verursacht eine moderate Substitution von Erdöl durch Nawaro <ul style="list-style-type: none"> • Als Ersatz für Erdöl kommen zunehmend Kohlenhydrate auf Basis von Zucker und Stärke zum Einsatz • Neue WB-Verfahren auf Basis von Nawaro erreichen die Wirtschaftlichkeitsschwelle und verdrängen in ausgewählten Bereichen etablierte Syntheseverfahren • Technologischer Fortschritt führt zur Verfügbarkeit von preiswerten Nawaro und neuen WB-Verfahren <ul style="list-style-type: none"> • Eine Optimierung von Stärke- und Zuckerpflanzen durch Züchtung führt zu preiswerteren Nawaro • Der enzymatische Lignocelluloseaufschluss wird in ersten Demonstrationsanlagen entwickelt • WB-Verfahren werden selektiv über alle Produktgruppen hinweg eingesetzt (Grund-, Industrie-, Fein- und Spezialchemikalien) • WB-Verfahren ermöglichen die Herstellung einzelner Nawaro-basierter Synthesebausteine/Plattformchemikalien • Regularien werden sukzessive novelliert. Dies führt schrittweise zu einer Straffung und Vereinfachung <ul style="list-style-type: none"> • Restriktionen im Umgang mit genmodifizierten Organismen werden auf Mindestmaß reduziert (nur Bioreaktor) • Marktverzerrende Regularien bei der energetischen Nutzung von Nawaro werden bei der anstehenden Novellierung zunehmend an die Marktgegebenheiten angepasst (EEG und Energiesteuergesetz)

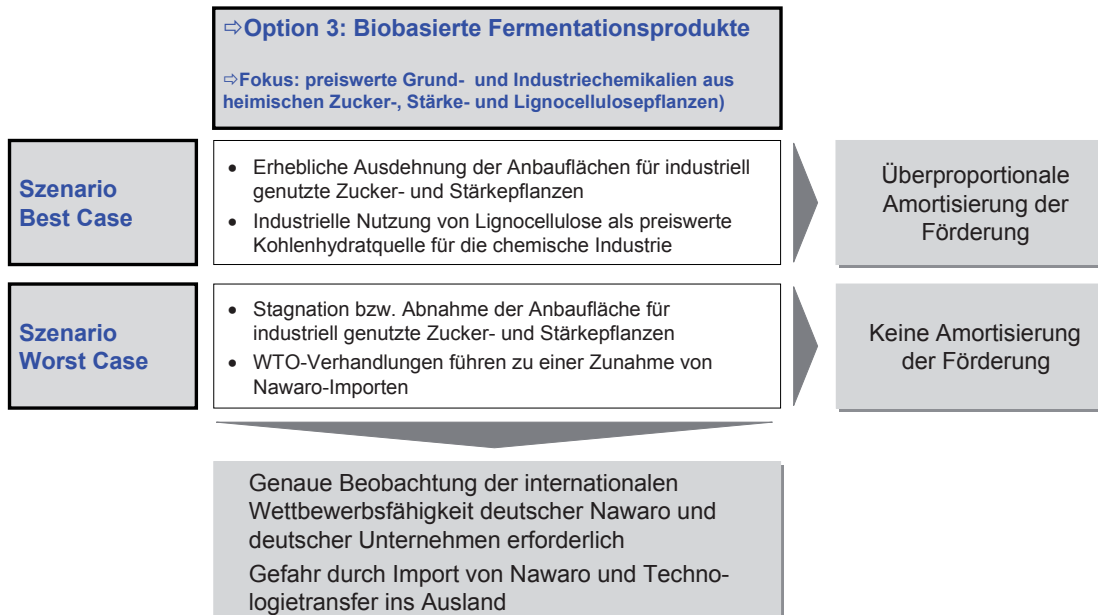
Im Worst Case kommt es zu einer Stagnation, bzw. Abnahme beim Absatz von heimischen Nawaro und bei der regionalen Wertschöpfung

Beschreibung Szenario	
Szenario Worst Case	<ul style="list-style-type: none">• Sinkende Erdölpreise bringen Substitution von Erdöl durch Nawaro weitgehend zum Erliegen<ul style="list-style-type: none">• Preiswertere petrochemische Produkte ersetzen Nawaro-Produkte (z.B. Bioethanol)• WB-Verfahren werden teilweise wieder durch kostengünstigere chemische Syntheseverfahren ersetzt• Technologischer Fortschritt konzentriert sich auf ausgewählte WB-Verfahren<ul style="list-style-type: none">• Die Neuentwicklung konzentriert sich auf ausgewählte hochwertige Produkte der Fein- und Spezialchemie (definierter Zusatznutzen, ausschließlich mit WB herstellbar)• Regularien bleiben in ihrer heutigen Form bestehen, bzw. verschlechtern sich teilweise<ul style="list-style-type: none">• Restriktionen im Umgang mit genmodifizierten Organismen behalten ihre Gültigkeit (Bioreaktor u. Freiland)• Marktverzerrende Regularien bei der energetischen Nutzung bleiben bestehen (EEG und Energiesteuergesetz)• WTO Verhandlungen führen zu einem weiteren Wegfall von Sonderregelungen für Chemiezucker aus heimischem Anbau und der Kosten-, bzw. Importdruck steigt weiter

Die Szenarien haben unterschiedliche Auswirkung auf die Wertschöpfungsstufen im Markt für Weiße Biotechnologie

	Rohstoffe	Verfahren/Prozesse	Anwendungen/ Kunden
Szenario Best Case	<ul style="list-style-type: none"> • Stärke und Lignocellulose international voll wettbewerbsfähig • Industrieller Einsatz heimischer Stärke und Lignocellulose (in begrenztem Umfang Industriezucker) • Umfangreiche Nutzung von Land- und Forstwirtschaftsflächen in D und EU 	<ul style="list-style-type: none"> • Signifikante Substitution petrochemischer durch WB-Verfahren am Standort D • Enzymatischer Lignocelluloseaufschluss in Bioraffinerien 	<ul style="list-style-type: none"> • Starkes Wachstum für WB-Produkte, z.B. Massenkunststoffe • Genmodifizierte Organismen finden breite öffentliche Akzeptanz (Bioreaktor u. Freiland)
Szenario Base Case	<ul style="list-style-type: none"> • Stärke international voll wettbewerbsfähig • Industrieller Einsatz von heimischer Stärke (Industriezucker in begrenztem Umfang) • Nutzung verfügbarer Landwirtschaftsflächen in D (und EU) 	<ul style="list-style-type: none"> • Selektive Substitution petrochemischer durch WB-Verfahren am Standort D • Technologietransfer ex D zum Aufbau von Produktionsanlagen im Ausland 	<ul style="list-style-type: none"> • Moderates Wachstum für WB-Produkte, z.B. Spezialkunststoffe • Genmodifizierte Organismen finden teilweise öffentliche Akzeptanz (nur Bioreaktor)
Szenario Worst Case	<ul style="list-style-type: none"> • Stärke und Industriezucker nur eingeschränkt mit Erdöl wettbewerbsfähig • Stagnation, bzw. Rückgang der für Nawaro genutzten landwirtschaftlichen Anbaufläche in D 	<ul style="list-style-type: none"> • Der technologische Durchbruch für WB bleibt aus • Kein Aufbau signifikanter Zusatzkapazitäten für WB in D 	<ul style="list-style-type: none"> • Stagnation bis Marktrückgang für WB • Selektive Markteinführung von WB-Nischenprodukten mit definiertem Zusatznutzen • Öffentliche Ablehnung von genmodifizierten Organismen

Im Best Case Szenario wird die Förderung überproportional amortisiert, das Worst Case Szenario erfordert die Beobachtung der Wettbewerbssituation



5 Förderempfehlung

5.1 Inhaltliche Schwerpunkte

5.2 Ziele und Maßnahmen

5.3 Umsetzung

5.1 Inhaltliche Schwerpunkte

Für den Bereich Weiße Biotechnologie wird eine Konzentration der FNR-Förderpolitik auf sieben ausgewählte Felder empfohlen

Rohstoffe	Verfahren/Prozesse	Anwendungen/ Kunden
Querschnittsaufgaben und flankierende Maßnahmen		
Zucker	Neue Enzyme / Mikroorganismen	Neue aktive Compounds
Stärke	Genomik / Bioinformatik	Spezialchemikalien (Klebstoffe, Tenside, etc.)
Lignocellulose	Metabolic Engineering / Modellierung	Feinchemikalien (Vitamine, Aminosäuren, etc.)
Fette/Öle	Biokatalysatorfunktion / -optimierung	Industriechemikalien (z.B. Biopolymere*)
Sonstige	Biokatalyseverfahren und Apparatebau	Grundchemikalien - stofflich (chem. Synthesebausteine/ Plattformchemikalien)
	Fermentationsverfahren	Grundchemikalien - energetisch (z.B. Bioethanol u. Butanol**)
	Downstream-Processing	

Empfohlene Förderschwerpunkte

* Siehe gesonderte Förderempfehlung Biopolymere und WPC

** Energetische Nutzung nicht Gegenstand der Untersuchung

Für alle weiteren Felder wird keine, bzw. nur eine sehr selektive Förderung empfohlen

Rohstoffe	Verfahren/Prozesse	Anwendungen/ Kunden
	Neue Enzyme / Mikroorganismen Grundlagenforschung abgedeckt über PTJ FNR Fokus auf Effizienzverbesserung	Neue aktive Compounds ohne Förderung wirtschaftlich (kl. Mengen)
	Genomik / Bioinformatik abgedeckt über PTJ Grundlagenforschung	Spezialchemikalien oft ohne Förderung wirtschaftlich (kl. Mengen)
	Metabolic Engineering / Modellierung abgedeckt über PTJ Grundlagenforschung	Feinchemikalien teilweise reifer Markt, hoher Importanteil
Fette/Öle teilweise reifer Markt, hoher Importanteil	Biokatalysatorfunktion / -optimierung abgedeckt über DBU Forschung	
Sonstige fehlende Marktrelevanz	Biokatalyseverfahren u. Apparatebau teilweise abgedeckt über DBU Forschung	
	Apparatebau für Fermentation teilweise abgedeckt durch DBU Forschung	
	Downstream-Processing teilweise abgedeckt durch PTJ Forschung	

	Selektive Förderung
	Keine Förderung

5.2 Ziele und Maßnahmen

Weißer Biotechnologie Kernbotschaften

Kernbotschaften zur Förderpolitik

- Folgende Rahmenbedingungen werden der FNR bei Ihren Fördervorhaben zur Beachtung empfohlen:
 - Fokussierung auf ausgewählte Förderschwerpunkte im Rahmen einer gemeinsamen mit anderen Projektträgern zu erarbeitenden Road Map „Weißer Biotechnologie“
 - Festlegung von sinnvollen Nutzungsprioritäten für Nawaro im Hinblick auf die nahrungstechnische, energetische u. stoffliche Verwertung
 - Einbindung von Industriepartnern zur Sicherstellung der Marktrelevanz von Projekten
 - Berücksichtigung des interdisziplinären Charakters der Weißen Biotechnologie durch organisationsübergreifende FuE-Teams aus Instituten, KMUs und Großunternehmen
 - Verstärkte Bearbeitung von Grundlagenthemen über Großprojekten (>500.000 € Budget und > 3 Jahren Dauer), die in Teilprojekte mit fest definierten Meilensteinen unterteilt werden sollten
 - Überprüfung des technischen und kommerziellen Projekterfolges am Projektende
 - Internationale Zusammenarbeit mit Schwesterorganisationen der FNR in anderen EU-Ländern

- Das BMELV könnte von Seiten der Regulative zu einer Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Weißen Biotechnologie am Standort Deutschland beitragen:
 - Vereinfachung des Gentechnikgesetzes durch Wegfall der Sicherheitsstufe I für Versuche im geschlossenen Bioreaktor mit bekannten und gelisteten Organismen
 - Förderung der stofflichen Nutzung von dt. Nawaro in der anfänglichen Markteinführungsphase (z.B. Biokunststoffe)
 - Abbau von wettbewerbsverzerrenden Maßnahmen nach Abschluss der Markteinführungsphase (z.B. Biokraftstoffe)
 - Verbesserung der Rahmenbedingungen für innovative Biotech KMU's (Steuerrecht, Venture Capital)
 - Verbesserung der WB-Ausbildung an deutschen Hochschulen als Haupt- oder Zusatzstudium

Beschreibung der Förderempfehlungen (1)

Themen	Beschreibung
<p>Optimierung und Erweiterung der Nawaro-Basis (Kohlenhydrate)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bereits genutzte Nawaro (Zucker, Stärke) sollten durch Züchtung für den industriellen Einsatz in der Weißen Biotechnologie weiter optimiert werden (Hektarerträge, nutzbare Inhaltsstoffe, störende Nebenprodukte, Qualitätskonstanz, Schädlings- und Witterungsresistenz/Kampagnendauer) • Rest- und Nebenprodukte bereits genutzter Nawaro, z.B. in der Papier- und Biokraftstoffproduktion (Glycerin), sollten für die Verwertung in der Weißen Biotechnologie erschlossen werden • Erweiterung der bisher eingesetzten Kohlehydratquellen unter Einbeziehung von Lignocellulose aus Stroh, Holz und schnell wachsenden Baumarten • Entwicklung von innovativen Aufschlussverfahren für Lignocellulose unter Nutzung von Enzymen und Mikroorganismen und ggf. Verknüpfung mit bereits bestehenden physikalisch/chemischen Aufschlussverfahren • Optimierung der Produktions-, Logistik- und Handelsstrukturen in der Landwirtschaft und Integration mit den industriellen Strukturen der Weißen Biotechnologie
<p>Optimierung und Entwicklung neuer Fermentationsverfahren zur Herstellung von chemischen Synthesebausteinen und Biokunststoffen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung bestehender Fermentationsverfahren im Hinblick auf Substratkonzentration/-konzentration; Wachstumsgeschwindigkeit der Mikroorganismen, Verarbeitungsfenster (pH-Wert, Temperatur) und Produktkonzentration (z.B. für Bioethanol und PLA) • Entwicklung neuer Fermentationsverfahren zur Herstellung von zusätzlichen chemischen Synthesebausteinen, die zum Aufbau von industriell relevanten Produktstammbäumen benötigt werden (gemäß BREW- bzw. DOE/NREL-Liste z. B.: Bernsteinsäure, Fumarsäure, Apfelsäure, 3-Hydroxypropionsäure, Asparaginsäure, Glucursäure, Glutaminsäure, Glycerin, Sorbit, Xylit, Arabinitol) • Entwicklung von neuen Fermentationsverfahren zur Herstellung von Biokunststoffen (siehe gesonderte Förderempfehlung) • Verknüpfung von Fermentation und chemischer Synthese im bestehenden Produktionsverbund • Entwicklung neuer Bioaffineriekonzepte zur kombinierten energetischen und stofflichen Nutzung von Biomasse

Beschreibung der Förderempfehlungen (2)

Themen	Beschreibung
Querschnittsaufgaben und flankierende Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Erarbeitung und Abstimmung einer Road Map „Weiße Biotechnologie“ und „Nutzung heimischer Biomasse“ für Deutschland in Zusammenarbeit mit Ministerien, anderen Fördereinrichtungen, Wissenschaft und Industrie (Ziele, Zeitplan, Maßnahmen, Budget, Aufteilung der Fördermittel) • Aufbau eines Kompetenz-Clusters zum Thema „Herstellung biobasierter Produkte durch Fermentation von Nawaro“ <ul style="list-style-type: none"> - Zusammenführung eines Expertennetzwerkes - Einrichtung einer Evidenzzentrale für themenspezifische Förderprojekte (Datenbank) - Initiierung und Koordination von interdisziplinären, organisationsübergreifenden Verbundprojekten - Durchführung von Konferenzen zur Verbesserung des Technologie- und Wissenstransfers - Flankierende Marktkommunikation zur Verbesserung der Wahrnehmung und Akzeptanz von Weißer Biotechnologie auf Verbraucherebene (z.B. Biopolymere) - Internationale Anbindung • Ausarbeitung einer Road Map zum Thema „Bioraffinerien“ und Erstellung von Studien zur wirtschaftlich/technischen Machbarkeit

Kosten-/Nutzenrelation und zu erwartende Risiken der Förderempfehlungen

Themen	Aufwand/Kosten (10 Jahre)	Erwartete Ergebnisse*	Risiken
Nawaro-Basis	<ul style="list-style-type: none"> 25-30 Mio. € 	<ul style="list-style-type: none"> Die dt. chemische Industrie wird den Einsatz von stärke- und zuckerhaltigen Nawaro von rund 850.000 t auf rund 1,7 Mio. t im Jahr 2015 verdoppeln (Importanteil 2004 < 30%) Die Weiße Biotechnologie ist dabei ein wichtiger Motor für die Nachfrage (Nawaro-Anteil > 50%) Optimierung u. Erweiterung der Rohstoffbasis ist wichtige Voraussetzung, um den dt. Nawaro-Marktanteil halten und ausbauen zu können 	<ul style="list-style-type: none"> Fallende Erdölpreise Wettbewerbsverzerrende Regularien Billigimporte von Nawaro Nutzungskonkurrenz bei Nawaro Komplexität des enzymatischen Aufschlusses von Lignocellulose
Fermentation Synthesebausteine Biokunststoffe	<ul style="list-style-type: none"> 30-35 Mio. € <i>(Einschließlich 10 Mio. € für Biokunststoffe)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Der im Real Case Szenario prognostizierte weltweite Umsatzanstieg für Produkte der Weißen Biotechnologie von ca. 40 auf rund 130 Mrd. € in 2015 basiert auf der Entwicklung neuer Produkte u. Verfahren (insbesondere Fermentation) Der deutsche Umsatzanteil wird sich in diesem Zeitraum voraussichtlich von 3 auf 10 Mrd. € entwickeln Die Weißen Biotechnologie trägt zu einem deutlich positiven Beschäftigungseffekt bei (BMBF-Studie z. Zt. in Ausarbeitung) Eine Umstellung von konventioneller Synthese auf Fermentationsverfahren kann im Einzelfall zu signifikanten Einsparungen bei Rohstoff- und Energieverbrauch, sowie zu einer Verringerung bei Abfall, Emissionen und Kosten führen 	<ul style="list-style-type: none"> Fallende Erdölpreise Wettbewerbsverzerrende Regularien Technologietransfer ins Ausland Verlagerung der WB-Produktion ins Ausland Import von Produkten Technologisch/wirtschaftliche Machbarkeit von Bioraffinerie-konzepten Unzureichende Zusammenarbeit der Stakeholder F flankierende Maßnahmen für WB schlagen fehl
Querschnittsaufgaben und flankierende Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> 4-6 Mio € <i>(Einschließlich 2-3 Mio. € für Aufbau des Kompetenz-Clusters in den ersten 2-3 Jahren)</i> 		

* Die Komplexität der Weißen Biotechnologie ermöglicht keine monokausale Ableitung der erwarteten Ergebnisse bezogen auf den FNR-Förderaufwand. Die Ergebnisse sind vielmehr abhängig von der gleichzeitigen Fördertätigkeit der übrigen Projektträger auf dem Gebiet der Grundlagenforschung, dem Apparate- und Anlagenbau und dem Downstream Processing.

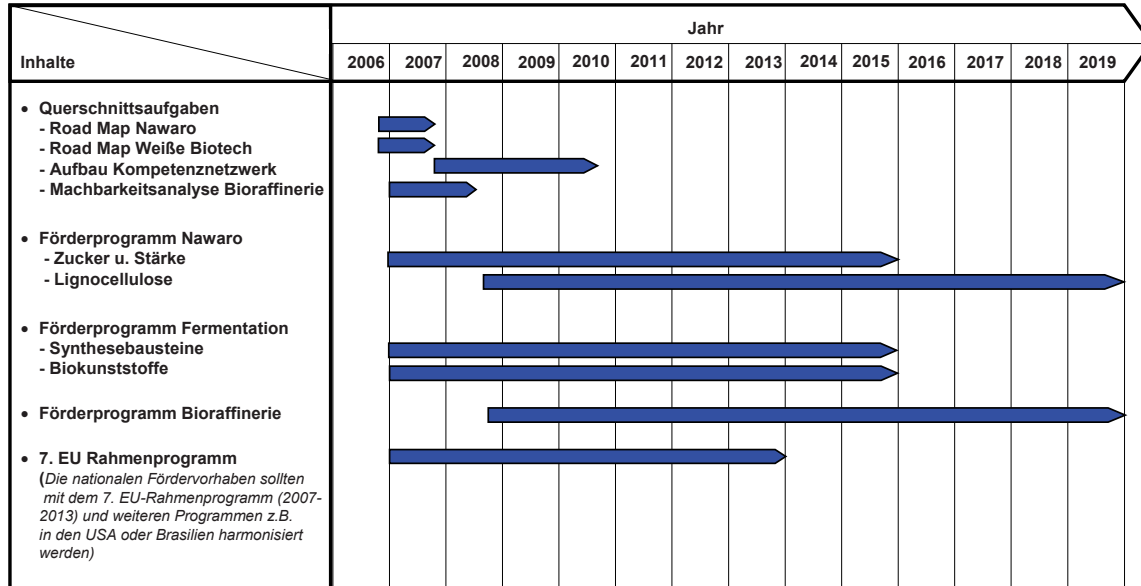
Bewertung der Förderempfehlung anhand wichtiger Kriterien

Kriterien	Ausprägung	Bewertung
Kosten der Fördermaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> Der Aufwand ist mit rd. 60-70 Mio. € über 10 Jahre relativ gesehen sehr hoch. Durch Verbundeffekte kann jedoch ein überproportional großes Marktpotential erschlossen werden 	3
Machbarkeit / Erfolgsaussichten	<ul style="list-style-type: none"> Gute Erfolgsaussichten für Nawaro, Biokunststoffe und ausgewählter Synthesebausteine Enzymatischer Aufschluß von Lignocellulose und Bioraffineriekonzepte erst ganz am Anfang Bereitschaft der Zusammenarbeit mit wichtigen Stakeholder ungeklärt 	2
Ökonomische Nachhaltigkeit	<ul style="list-style-type: none"> Ökonomische Nachhaltigkeit stark von der Preisentwicklung bei Mineralöl abhängig Ggf. Regulative Maßnahmen in der Markteinführungsphase erforderlich 	2
Ökologischer Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> Verringerter Mineralölverbrauch und CO₂-Ausstoß Industrielle Nutzung von Nawaro kann zur Ausprägung von Monokulturen führen 	2
Einkommenseffekte Landwirts.	<ul style="list-style-type: none"> Druck auf Deckungsbeiträge durch internationalen Wettbewerb Zusätzliche Nutzung von Brachflächen ermöglicht Abbau von bestehenden Subventionen 	2
Einkommenseffekte vor- u. nachg. Ber.	<ul style="list-style-type: none"> Absicherung der regionalen Wertschöpfung in der Chemie (KMU's und Großunternehmen) Positive Effekte auch im Anlagen- u. Apparatebau (national und Export) Mögliche Schlüsselrolle für Deutschland bei Weißer Biotechnologie 	3

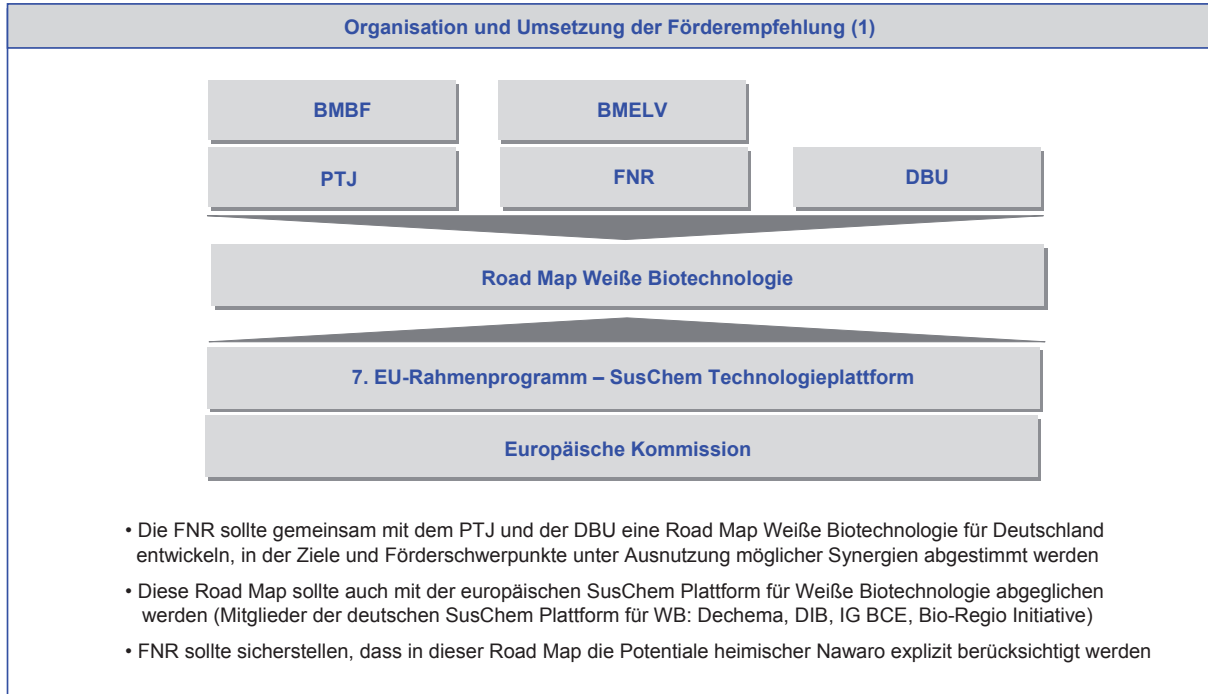
0 = geringer bzw. negativer Effekt
3 = höchster positiver Effekt

5.3 Umsetzung

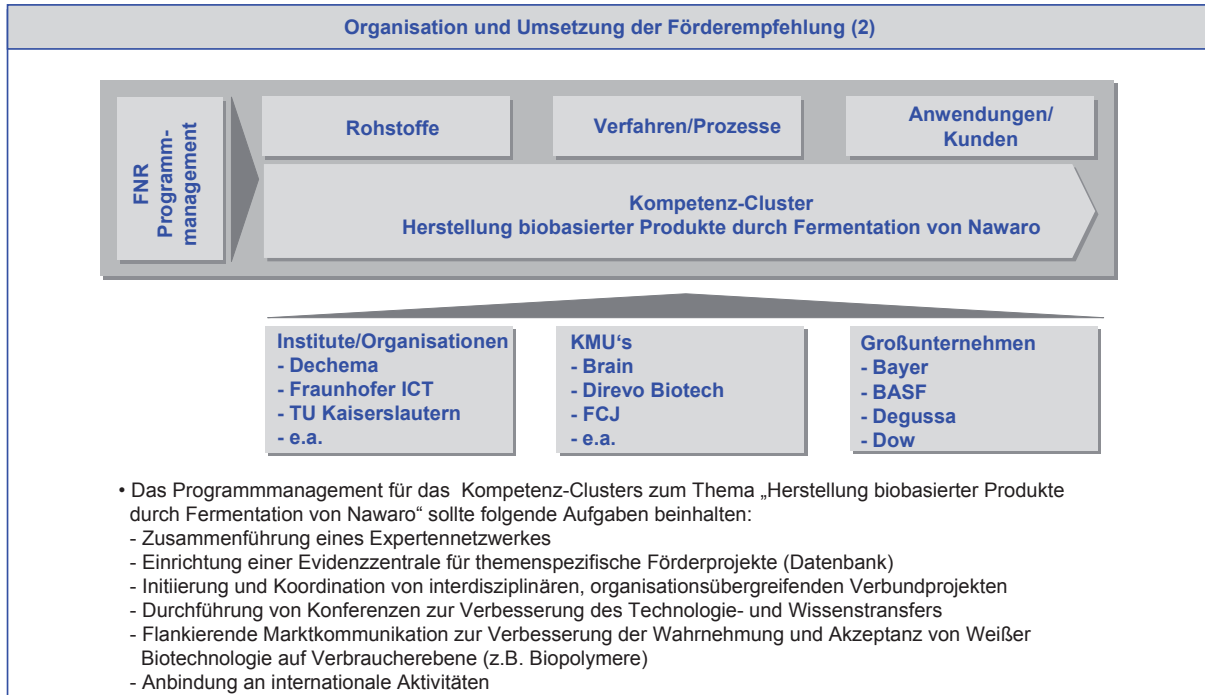
Maßnahmen- und Zeitplanung zur Umsetzung der Förderempfehlungen



Grundlage für die Umsetzung sollte eine übergreifende Road Map „Weiße Biotechnologie“ unter Berücksichtigung heimischer Nawaro bilden



Die FNR sollte das Programmmanagement für die Umsetzung der Förderempfehlung übernehmen und das Kompetenz-Cluster einrichten



6 Quellenverzeichnis

6.1 Literatur

- BACAS: Industrial Biotechnology and Sustainable Chemistry, Belgian Academy Council of Applied Science, Brussels 2004
- Biotechnology Strategy Council: Biotechnology Strategy Guidelines (Draft) - Japan; Biotechnology Strategy Council, Tokyo 2002
- Braun, Matthias e.a.: Übersichtsstudie - Biokatalyse in der industriellen Produktion; VCI Technikzentrum, Düsseldorf 2006
- Busch, Rainer: Potentiale von Biomasse für die Stoffumwandlung in der chemischen Industrie, Dow, Rheinmünster 2006
- Carrez, Dirk e.a.: Industrial or White Biotechnology - A driver of sustainable growth in Europe; EuropaBio, Brussels 2005
- Cefic: Horizon 2015: Perspectives for the European Chemical Industry, Cefic, Brussels 2004
- DECHEMA: Weisse Biotechnologie: Chancen für Deutschland; DECHEMA, Frankfurt 2005
- DECHEMA: Biotechnologie 2020 - von der gläsernen Zelle zum massgeschneiderten Prozess; DECHEMA, Frankfurt 2005
- DOE: Plant/Crop-based Renewable Resources 2020 - Vision, Department of Energy, Washington, DC 1998
- DOE: The Technology Roadmap for Plant/Crop-based Renewable Resources 2020; Department of Energy, Washington D.C. 1999
- DOE: Multi Year Program Plan 2007 - 2012; Office of Biomass, DOE, Washington, DC 2005
- DSM: Industrial (White) Biotechnology; DSM, Heerlen 2004
- Ernst & Young: Kräfte der Evolution“ - Deutscher Biotechnologie-Report 2005, Ernst & Young Deutschland, 2006
- EuropaBio: White Biotechnology: Gateway to a More Sustainable Future; EuropaBio, Brussels 2003
- EuropaBio: A European Technology Program for Sustainable Chemistry, EuropaBio, Brussels 2004
- European Commission: Renewable biological materials for non-food use, European Commission, Brussels 2006
- European Commission: Stimulating Technologies for Sustainable Development: An Environmental Technologies Action Plan; EC Brussels 2004
- Europeans and Biotechnology in 2005: Patterns and Trends - Eurobarometer 64.3; European Commission, Brussels 2006
- Feldmann, Renata e.a.: Die deutsche Biotechnologie Branche 2006; BMBF, Berlin 2006
- Festel, Gunter: Marktstudie zum Einfluss der Biotechnologie auf industrielle Produktionsverfahren (Kurzfassung); Festel Capital; Hünenberg 2003

- Finguerut, Jaime: 30 years Brazilian Pro-alcohol program: overview and opportunities, Degussa BioRenewables Days, March 2006
- Hirth, Th. e.a.: Chemische Konversion nachwachsender Rohstoffe - Neue Synthesestrategien für Plattformchemikalien, Fraunhofer ICT, Pfinztal 2006
- Isermeyer, Folkhard et al.: Vergleichende Analyse verschiedener Vorschläge zur Reform der Zuckermarktordnung: eine Studie im Auftrag des BMVEL, Braunschweig 2005
- Isermeyer, Folkhart: Agrarstandort Deutschland im internationalen Vergleich, Präsentation.
- Isermeyer, Folkhart: Ökonomische Rahmenbedingungen und Perspektiven landwirtschaftlicher Produktion in den nächsten Jahrzehnten, Braunschweig, März 2005
- International Sugar Organization: Quarterly Market Outlooks
- Kamm, Birgit e.a.: Biorefineries - Industrial Processes and Products; Wiley-VCH Verlag, Weinheim 2006
- Kamm e.a.: Wie aus „Bio“ Chemie wird, Nachrichten aus der Chemie - GDCh, Frankfurt 2004
- Knight, P.: Brasiliens Zucker- und Alkoholindustrie in unbekanntem Wasser, in: F.O. Lichts Europäisches Zuckerjournal, 145. Jg., 27. Februar 2006
- Lanje, Kerstin et. al.: Die Zukunft des Zuckers – Optionen für eine entwicklungspolitisch und ökologisch nachhaltige Zuckerpolitik, Germanwatch, November 2005
- National Academy: Biobased Industrial Products - Priorities for Research and Commercialization, National Academy Press, Washington 2000
- Nordhoff, Stefan: Renewable raw materials - An opportunity for chemicals industry, Degussa, Marl 2006
- OECD: Biotechnology for clean industrial products and processes; OECD, Paris 1998
- OECD: The application of biotechnology to industrial sustainability; OECD, Paris 2001
- o.V.: Surviving EU Sugar Regime Reform – Corporate Strategies, in: F.O. Lichts International Sugar & Sweetener Report, Vol. 138, No. 15, May 12, 2006
- o.V.: Sugar and Ethanol – New Variables in an Old Equation, in: F.O. Lichts World Ethanol & Biofuels Report, Vol. 4, No. 20, June 20, 2006
- Paster, Mark e.a.: Industrial Bioproducts: Today and Tomorrow; DOE, Washington D.C. 2003
- Patel, Martin e.a.: BREW Projektbericht, Utrecht University, Utrecht 2006
- Plattform Weiße Biotechnologie: Weiße Biotechnologie, DIB,IG BCE, DECHEMA, Frankfurt 2006
- Schütte, Andreas: Prospects of BioRenewables within Germany, FNR, Gülzow 2006
- SusChem: Sustainable Chemistry Strategic Research Agenda, Appendix; SusChem, Brussels 2005
- SusChem: Sustainable Chemistry Implementation Action Plan, SusChem, Brussels 2006
- Toepfer International: Biokraftstoffe und Agrarhandel, Workshop Hamburg, 26. September 2005

Werpy T. e.a.: Top Value Added Chemicals from Biomass: Screening for potential candidates from sugars and synthesis gas, NREL, Oak Ridge 2004

Zinke H. e.a.: White biotechnology differences in US and EU approaches, Trends in Biotechnology, Vol.23, No.12 2005,

Zeddies, Jürgen: Die neue EU-Zuckermarktordnung – Beschlüsse, Auswirkungen und Bewertung, Agrarwirtschaft 55 (2006), Heft 2

Zeddies, Jürgen: Rübenanbau steht auf dem Prüfstand, in Land & Forst 49, 8.12.2005, S. 8 – 9

6.2 Ausgewählte Websites

www.biocom.com

www.bio-pro.de

www.bioproducts-bioenergy.gov

www.dbu.de

www.dechema.de

www.dib.org

www.europabio.org

www.fnr.de

www.fz-juelich.de

www.suschem.org

www.vci.de

www.weisse.biotechnologie.net

www.zuckerwirtschaft.de

6.3 Einbezogene Unternehmen, Verbände und Institutionen

BASF

Brain

Cefic – Sustainable Chemistry Technologieplattform

Cognis

DECHEMA

Degussa

Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Deutsche Industrievereinigung Biotechnologie

Dow

DSM

Fraunhofer ICT-FAL

International Sugar Organization

NatureWorks

Nordzucker

Projekträger Jülich

Shell

Universität Gent
Verein der Chemischen Industrie
Wirtschaftliche Vereinigung Zucker

Phytopharmaka

Norbert Schmitz

Elmar Kroth

Barbara Steinhoff

Birgit Grohs*

* Dr. Norbert Schmitz; meo Consulting Team, Weissenburgstr. 53, 50670 Köln,
www.meo-consulting.com

Dr. Elmar Kroth und Dr. Birgit Grohs; Forschungsvereinigung der
Arzneimittelhersteller e.V. (FAH)

Dr. Barbara Steinhoff; Bundesverband der Arzneimittel-Hersteller e.V. (BAH).

Danken möchten wir den Mitgliedsunternehmen des BAH und der FAH, die das Vorhaben aktiv unterstützt haben, und Herrn Prof. Dr. Ulrich Bomme, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Freising.

Inhalt

1 Kernbotschaften	337
2 Markt- und Wettbewerbsposition.....	340
2.1 Überblick	341
2.2 Drogenpreis, Angebot und Nachfrage.....	344
2.3 Kostenposition der deutschen Anbauer	355
2.4 Regulative.....	363
3 Strategische Optionen.....	365
4 Szenarien	369
5 Förderempfehlungen.....	379
6 Quellenverzeichnis.....	391
6.1 Literatur	391
6.2 Ausgewählte Websites.....	392
6.3 Einbezogene Unternehmen, Verbände und Institutionen.....	392

1

Kernbotschaften

Kernbotschaften (I)

Kernbotschaften

- Arzneipflanzen werden verstärkt nachgefragt, da Konsumenten bei Arzneimitteln, Kosmetik und Health Food vermehrt zu Produkten mit pflanzlichen Wirkstoffen greifen. Die Verwendung als Futterzusatzstoff ist am Markt erst am Anfang. Für die Zukunft werden für den Markt insgesamt weiterhin Wachstumsraten von etwas mehr als 10% p.a. erwartet.
- Der Markt für Arzneipflanzen wird weit überwiegend durch Importe versorgt. Eine traditionell starke Position haben ost- und südosteuropäische Länder. Der Importdruck aus Anbaugeländern in Übersee nimmt zu. Importware wird oft zu günstigeren Preisen als heimische Ware angeboten.
- Um Risiken zu minimieren, fragen Kunden verstärkt „dokumentierte Ware“ nach. Die Anforderungen an die Dokumentation der pflanzlichen Rohstoffe werden in Zukunft weiter steigen. Die Verschiebung hin zu diesem höherpreisigen Marktsegment bietet deutschen Anbauern die Chance, Marktanteile zurück zu gewinnen.
- Die Kostenposition der deutschen Anbauer von Arzneipflanzen ist schlecht. Das hängt nicht nur mit klimatischen Faktoren zusammen. Sorten können züchterisch weiter optimiert werden, bei Anbau, Pflege und Ernte werden veraltete Maschinen eingesetzt, die z.B. zu hohen Ernteverlusten führen, und bei der Trocknung kommen Anlagen zum Einsatz, die weder energie- noch qualitätsoptimiert sind, so dass internationale Wettbewerbsfähigkeit nicht gegeben ist.
- Neben Arzneipflanzen werden zahlreiche Hilfsstoffe auf Basis von Nahrung im Phytopharmaka- und Kosmetikmarkt eingesetzt, wie etwa Fette und Öle, ätherische Öle, Zucker und Ethanol. Die Nachfrage nach Fetten und Ölen sowie Zucker und Ethanol ist relativ stabil. Der Anbau von Pflanzen zur Gewinnung ätherischer Öle ist in Deutschland bis auf wenige Ausnahmen aufgrund klimatischer Nachteile wirtschaftlich nicht sinnvoll. Importiertes Öl ist preiswerter als die in Deutschland angebauten Frischpflanzen bzw. für die Anbauer ist es wirtschaftlich interessanter, getrocknete Drogen zu verkaufen

Kernbotschaften (II)

Kernbotschaften

- Die deutsche Phytopharmakaindustrie hat weltweit eine starke Stellung. Die Produktion erfolgt überwiegend in Deutschland, was wiederum deutschen Anbauern von Arzneipflanzen attraktive Perspektiven bietet.
- Der deutsche Arzneipflanzenanbau wird aber nur dann eine Chance im Wettbewerb mit Importen haben, wenn er nachhaltig seine Wettbewerbsposition verbessert. Das Angebot dokumentierter Ware eröffnet den Zugang zum höherpreisigen Qualitätsegment. Darüber hinaus ist aber insbesondere eine Verbesserung der Kostenposition anzustreben, ohne die eine Ausweitung des Marktanteils kaum möglich sein dürfte.
- Eine Verbesserung der Kostenposition erfordert eine systematische Optimierung des Arzneipflanzenanbaus in Deutschland entlang der gesamten Wertschöpfungskette, von der Optimierung des Saatguts über Verbesserungen bei Anbau, Pflege und Ernte bis hin zur Aufbereitung und Trocknung.

2 Markt- und Wettbewerbssituation

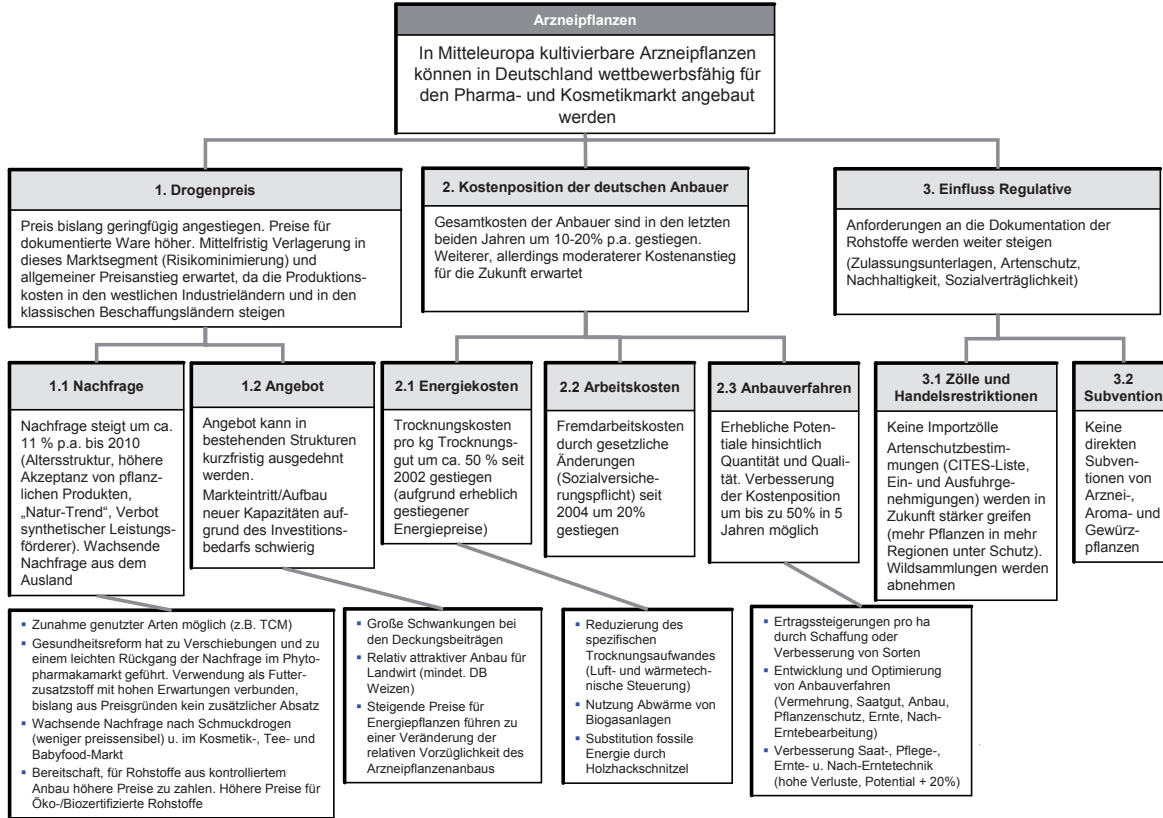
2.1 Überblick

2.2 Drogenpreis, Angebot und Nachfrage

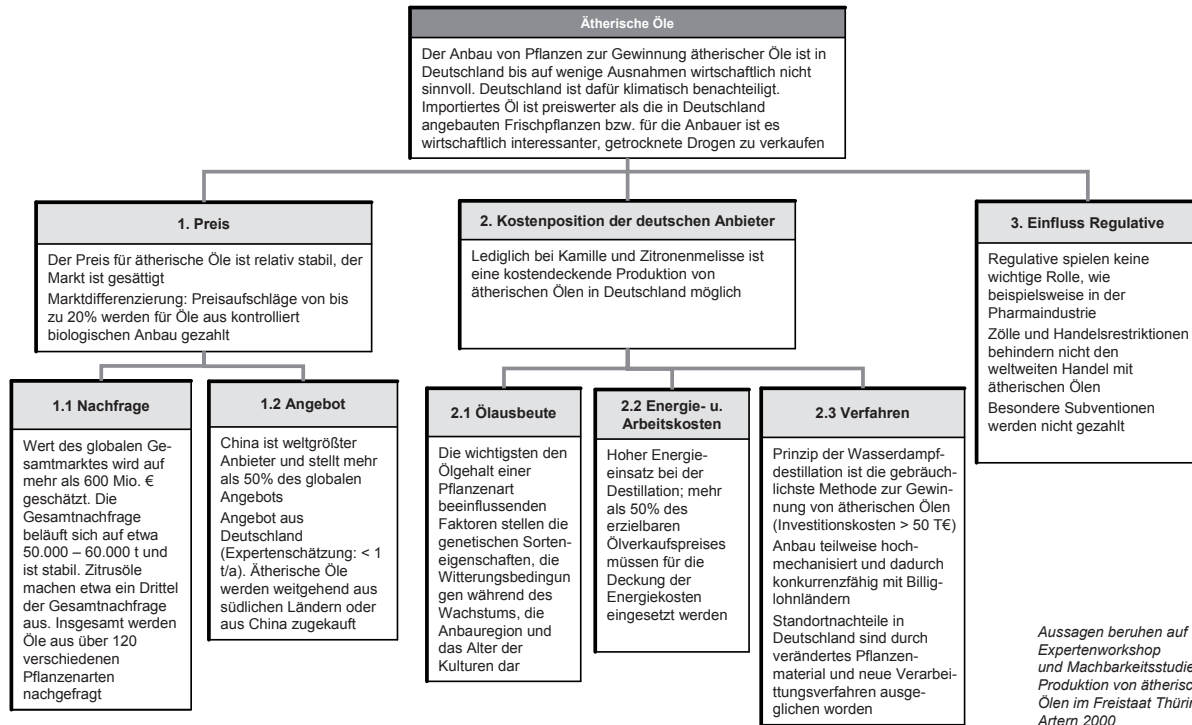
2.3 Kostenposition der deutschen Anbauer

2.4 Regulative

2.1 Überblick



In Deutschland hergestellte ätherische Öle aus heimischen Rohstoffen sind nicht marktrelevant und werden nicht weiter betrachtet



2.2 Drogenpreis, Angebot und Nachfrage

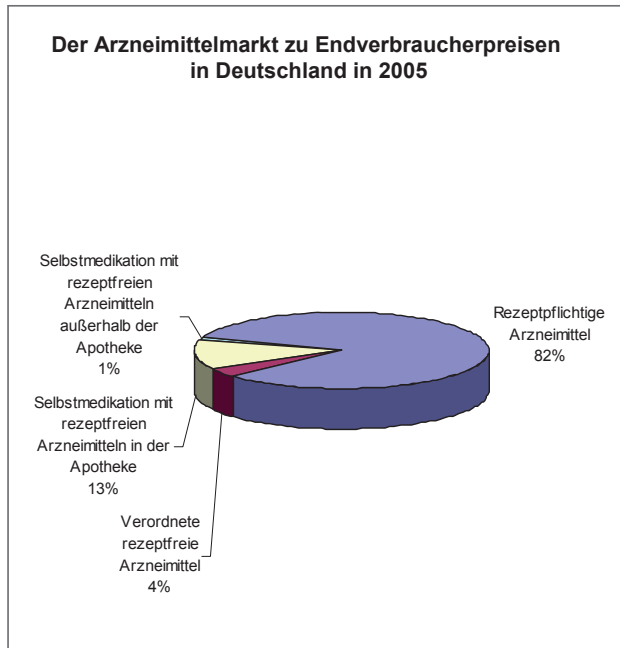
Steigende Produktionskosten, ein relativ stabiles Angebot und wachsende Nachfrage, v.a. nach dokumentierter Ware, führen zu steigenden Preisen

Nachfrage	Angebot
<ul style="list-style-type: none">▪ Moderates Wachstum im deutschen Phytopharmaka- und Kosmetikmarkt. Verstärkte Nachfrage nach dokumentierter Ware▪ Starkes Wachstum in den Exportmärkten. Bisherige Devisenkursentwicklung (US\$/€) beeinträchtigt Absatzchancen in US\$-Märkten▪ Zunehmende Verwendung von Arzneipflanzen als Zusatzstoffe für die Futtermittelherstellung erwartet. Marktsegment in früher Phase.	<ul style="list-style-type: none">▪ Anbaufläche und damit auch Angebot an Arzneipflanzen aus Deutschland ist relativ stabil. Anbieter aufgrund von steigenden Personal- und Energiekosten unter Druck▪ Traditionell Wettbewerb aus Osteuropa und Übersee. Kostensteigerungen auch bei diesen Anbietern▪ Wildsammlungen nehmen ab▪ Devisenkursentwicklung (US\$/€) fördert Importe aus Ländern mit US\$-gekoppelten Währungen
Preise und Preisentwicklung	
<ul style="list-style-type: none">▪ Preise für Arzneipflanzen waren in den zurückliegenden Jahren relativ stabil, sind in jüngster Vergangenheit allerdings leicht angestiegen▪ Marktsegmentierung: Standardware und dokumentierte Ware. Für letztere werden höhere Preise gezahlt▪ Kosmetik- und Veterinärmarkt besonders preissensibel▪ Steigende Kosten sowohl für Anbauer in Deutschland wie in den wichtigsten Lieferländern werden zu weiter steigenden Preisen führen	

Die Nachfrage nach Arzneipflanzen kommt im wesentlichen aus vier Märkten. Der Arzneimittelmarkt ist der Wichtigste

	Marktentwicklung in Deutschland	Bewertung
Phytopharmaka Human	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Drei Viertel der nachgefragten Arzneipflanzen werden für die Herstellung von Phytopharmaka für humanmedizinische Anwendungen verwendet. Dies ist auch der traditionelle Einsatzbereich für Arzneipflanzen. Stark wachsendes Interesse an dokumentierter Ware. 	Marktwachstum erwartet, gute Absatzchancen für deutsche Arzneipflanzen (dokumentierte Ware)
Health Food	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Noch kleiner Markt, allerdings stark wachsend. Zweitwichtigster Absatzmarkt für Arzneipflanzen. Heute werden knapp ein Fünftel aller in Deutschland verwendeten Arzneipflanzen in diesem Markt abgesetzt. 	Weiter starkes Marktwachstum erwartet. Food-Anwendung, unterstützt aber die anderen Anwendungen
Kosmetik	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nur 7% der Arzneipflanzen finden bislang in der kosmetischen Industrie Verwendung. Steigende Nachfrage ist auf veränderte Kundenpräferenzen zurückzuführen, auf die die kosmetische Industrie verstärkt mit dem Angebot „grüner“ Produkte reagiert. 	Moderates bis starkes Marktwachstum. Sehr preissensibel auf der Beschaffungsseite
Phytopharmaka Veterinär	<ul style="list-style-type: none"> • Zukunftsmarkt, der sich ab 2006 aufgrund veränderter gesetzlicher Rahmenbedingungen entwickeln soll. Heute ist der Markt noch unbedeutend. Arzneipflanzen als Futtermittelergänzung zur Leistungssteigerung in der Mast. Die Phytotherapie wird seit einigen Jahren auch zunehmend in der Tiermedizin eingesetzt. 	Markt bislang nicht nennenswert entwickelt aufgrund hoher Preissensibilität der Futtermittelhersteller. „Change“ erwartet

35 Mrd. €* wurden 2005 im deutschen Arzneimittelmarkt umgesetzt

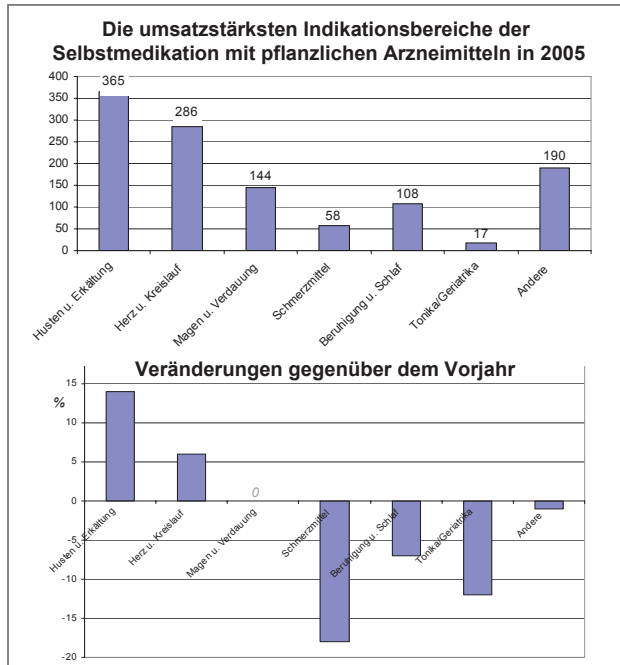


Quelle: IMS Health, BAH, FAH
* zu Endverbraucherpreisen

Wesentliche Entwicklungen

- Rezeptpflichtige Arzneimittel dominieren den Markt und haben im vergangenen Jahr im Vergleich zum Vorjahr um 8% zugelegt. Verordnete rezeptfreie Arzneimittel haben dagegen im Vergleich zum Vorjahr einen Umsatzrückgang von 9% hinnehmen müssen.
- Phytopharmaka werden im wesentlichen zur Selbstmedikation eingesetzt. Rund 95% der Arzneimittel zur Selbstmedikation werden über Apotheken abgesetzt. Die freiverkäuflichen Arzneimittel werden vor allem über Drogerie-, aber auch Verbrauchermärkte abgesetzt.
- Der Absatz von Phytopharmaka mit rezeptfreien Arzneimitteln über den Vertriebskanal Apotheke ist im vergangenen Jahr im Vergleich zum Vorjahr um 3% gestiegen. Der Gesamtabsatz dieser Arzneimittel erreichte ein Umsatzvolumen von rund 4,7 Mrd. €.
- Die Preise für Arzneimittel für die Selbstmedikation sind um 1% im Vergleich zum Vorjahr gestiegen.

Der Markt für pflanzliche Arzneimittel hat in Deutschland im Jahr 2005 ein Volumen von rund 1,5 Mrd. €* erreicht



Quelle: IMS Health, BAH, FAH
* zu Endverbraucherpreisen

Wesentliche Entwicklungen

- Bei verordneten rezeptfreien pflanzlichen Arzneimitteln ist ein Rückgang von 11% im Vergleich zum Vorjahr festzustellen. Das Marktvolumen liegt bei nur rund 290 Mio. €. Da pflanzliche Arzneimittel nicht mehr erstattungsfähig sind, wird dieses Marktsegment wahrscheinlich weiter an Bedeutung verlieren.
- Knapp 1,2 Mrd. € wurden für die Selbstmedikation mit pflanzlichen Arzneimitteln ausgegeben.
- Wichtigste Indikationsbereiche für die Anwendung pflanzlicher Arzneimittel sind Husten- und Erkältungsmittel, Herz und Kreislauf sowie Magen und Verdauung.
- Starkes Wachstum im Vergleich zum Vorjahr zeigte sich bei Husten- und Erkältungsmitteln (+14%) und Herz- und Kreislaufmitteln (+6%), während die Nachfrage nach Schmerzmitteln (-18%) und Tonika/Geriatrika (-12%) deutlich zurückging.

Rund 330 pharmazeutische Betriebe beschäftigten im Jahr 2005 in Deutschland etwa 120.000 Mitarbeiter

Marktsituation und –entwicklung in 2005	
Produktionswert	<ul style="list-style-type: none"> Der Produktionswert stieg in 2005 um 9,4% im Vergleich zum Vorjahr auf 20,6 Mrd. €
Importe/ Exporte	<ul style="list-style-type: none"> Arzneimittelimporte stiegen um knapp 17% auf 22,6 Mrd. €, -exporte um 11% auf 28,7 Mrd. €
Marktstruktur	<ul style="list-style-type: none"> Wachsender Wettbewerbsdruck wird sich in einer Konsolidierung der Branche niederschlagen. Die Zahl der pharmazeutischen Betriebe schrumpft langsam (330 in 2005) Neben wenigen Großunternehmen vor allem mittelständische Unternehmen mit insgesamt 120.000 Mitarbeitern
Vertrieb	<ul style="list-style-type: none"> Bislang im wesentlichen über Apotheken. Liberalisierungen können zu erheblichen Veränderungen der Vertriebsstrukturen führen (z.B. Internet-Apotheken, „englische Verhältnisse“) Nicht verschreibungspflichtige Arzneimittel werden in geringem Umfang über Drogerien oder Verbrauchermärkte umgesetzt
Innovationen	<ul style="list-style-type: none"> Rund 2300 Arzneimittelzulassungen in 2005 in Deutschland Klinische Forschung ist bei mittelständischen Unternehmen heute kaum noch darstellbar. Hoher Kapitalbedarf bei der Produktentwicklung (Kosten für europäische Zulassung und klinische Prüfung). Neuprodukte erfordern hohen Marketing- bzw. Vertriebsaufwand bei der Markteinführung
Wettbewerb und Markteintritt	<ul style="list-style-type: none"> Starker Wettbewerb im europäischen Markt. Zunehmender Druck durch Importe Bestehende Regularien (GMP) sowie die Arzneimittelzulassung wirken wie Markteintrittsbarrieren, insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen

Quelle: IMS Health, BAH, FAH

Wichtige Unternehmen in den wesentlichen Absatzmärkten für Arzneipflanzen

	Phytopharmaka Humananwendungen	Phytopharmaka Veterinär Anwendungen	Kosmetik	Health Food
Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> • Dr. Willmar Schwabe GmbH & Co., Karlsruhe • M.C.M. Klosterfrau GmbH & Co. KG, Köln/Berlin • Kneipp-Werke, Würzburg/Bad Wörishofen • Schaper & Brümmer GmbH & Co. KG, Salzgitter • Bionorica AG, Neumarkt/Oberpfalz • Salus-Haus - Dr. med. Otto Greither Nachf. GmbH & Co. KG, Bruckmühl • Martin-Bauer-Gruppe, Vestenbergsgreuth (Extrakt-Hersteller: Finzelberg, Andernach; Analytiklabor: Phytolab, Vestenbergsgreuth) • Steigerwald Arzneimittelwerk GmbH, Darmstadt • Bad Heilbrunner Naturheilmittel GmbH & Co., Bad Heilbrunn • Hevert Arzneimittel GmbH & Co. KG, Nussbaum • Madaus GmbH, Köln 	<ul style="list-style-type: none"> • PlantaVet GmbH, Bad Waldsee • Lohmann Animumal Health GmbH & Co. KG, Cuxhaven • Natusat, Gersthofen • Extra-Vit GmbH, Möhneseede/Delecke • Berghof Kräuter, Heilsbronn 	<ul style="list-style-type: none"> • Henkel KGaA, Düsseldorf • Cognis Deutschland GmbH & Co. KG, Düsseldorf • L'Oréal Haarkosmetik und Parfümerien GmbH & Do. KG, Karlsruhe • Neufarm Vereinigung Deutscher Reformhäuser eG, Oberursel • Euro Ingredients, Hamburg • Bell Flavours & Fragrances Duft und Aroma GmbH, Leipzig • Weleda AG, Schönbach Gmünd • Annmarie Börling GmbH, Calw • Kneipp Werke, Würzburg • Bionorica AG, Neumarkt/Oberpfalz • Abtswindler Naturheilmittel GmbH & Co. KG, Abtswind • Logocos Kosmetik Herst. u. Verw. GmbH, Salzhemmendorf 	<ul style="list-style-type: none"> • Kneipp-Werke, Würzburg/Bad Wörishofen • Salus-Haus, Bruckmühl • Bad Heilbrunner Naturheilmittel GmbH & Co., Bad Heilbrunn • Unilever, Hamburg • Nestle, Frankfurt

Die Nachfrage nach den wichtigsten in Deutschland anbaubaren Arzneipflanzen (I)

Arzneipflanze	Gesamtnachfrage D in 2005*	Marktpreis D (pro kg in 2005)*	Marktgröße in 2005 in €
Pfefferminze	• 7000 t	• 2 – 4 €/kg	• 21 Mio.
Johannis-Kraut	• 750 t	• 1,50 - 4	• 2,1 Mio.
Baldrian	• 2.000 t	• 3 – 4,5	• 7,5 Mio.
Weißdorn	• > 1.000 t	• n.a.	• n.a.
Kamille	• 5.000 t	• 3 – 4,50	• 18,75 Mio.
Zitronen-melisse	• 2.000 t	• 2,5 – 4,5	• 7 Mio.
Artischocke	• 500 t	• 2 - 3	• 1,3 Mio.

* Quelle: Workshop mit Industrievertretern, Handel und Anbauern

Nachfrage nach den wichtigsten in Deutschland anbaubaren Arzneipflanzen (II)

Arzneipflanze	Gesamtnachfrage D in 2005	Marktpreis D (pro kg in 2005)	Marktgröße in 2005 in €
Fenchel	<ul style="list-style-type: none"> • 3.000 t 	<ul style="list-style-type: none"> • 1,50 - 2 	<ul style="list-style-type: none"> • 5,25 Mio.
Sonnenhut	<ul style="list-style-type: none"> • 500 – 700 t frisches Kraut • 100 t Wurzeln 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,60 frisches Kraut • 5 – 5,50 Wurzeln 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,4 Mio. • 0,6 Mio.
Mariendistel	<ul style="list-style-type: none"> • > 1.000 t 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 – 1,50 	<ul style="list-style-type: none"> • >1,3 Mio.
Spitz- Wegerich	<ul style="list-style-type: none"> • 300 t 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 - 2 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,5 Mio.
Thymian	<ul style="list-style-type: none"> • 300 t 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 	<ul style="list-style-type: none"> • 1,2 Mio.
Brennnessel	<ul style="list-style-type: none"> • 1.000 t 	<ul style="list-style-type: none"> • 2,20 – 3,00 • 3,50 – 5,00 (Ökoware) 	<ul style="list-style-type: none"> • 3,5 Mio.
Sonstige			<ul style="list-style-type: none"> • 11,5 Mio.
Summe	<ul style="list-style-type: none"> • > 24.550 t 		<ul style="list-style-type: none"> • > 81,9 Mio.

* Quelle: Workshop mit Industrievertretern, Handel und Anbauern

Das Angebot aus Deutschland ist relativ stabil. Rund 750 Betriebe bauen Arzneipflanzen auf knapp 10.000 ha an

Kamille, Johanniskraut und Mariendistel dominieren im Anbau

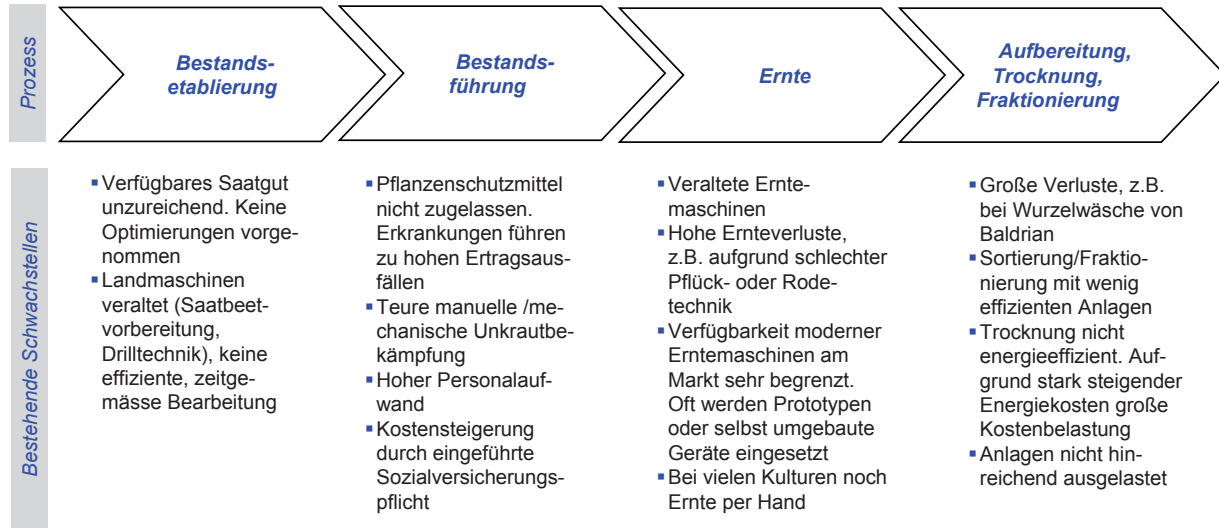
- Rund 750 Betriebe bauen in Deutschland Arznei- (und Gewürz)pflanzen an. Die durchschnittliche Anbaufläche liegt dabei knapp unter 15 ha. Der Anbau ist mit landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Kulturen aus fruchtfolgetechnischen Kulturen kombiniert.
- Knapp 50 verschiedene Arzneipflanzen werden in Deutschland angebaut, die meisten von ihnen auf einer Fläche von wenigen Hektar. Nur bei wenigen Pflanzen übersteigt der Anbau eine Fläche von 100 Hektar. Kamille, Johanniskraut, Kümmel, Thymian, Fenchel und Mariendistel sind die wichtigsten Arzneipflanzen im deutschen Anbau.
- Die Anbaufläche ist in den zurückliegenden Jahren nicht ausgedehnt worden. Wachstumstendenzen sind derzeit nicht erkennbar.
- Der Anbau konzentriert sich auf Thüringen und Bayern; auf beide Bundesländer entfallen etwa 50% des gesamten Anbaus. Weitere wichtige Anbauregionen sind Hessen und Nieder-sachsen mit einem Anteil von jeweils rund einem Zehntel an der gesamten Fläche.
- In den alten Bundesländern erfolgt der Anbau meist in klein-bäuerlichen Strukturen, in den neuen Bundesländern dominiert der Anbau in großen Genossenschaften.
- Auf mehr als neun Zehntel der Fläche erfolgt der Anbau kontrolliert integriert, auf der restlichen Fläche nach ökologischen Prinzipien. Der Anteil des ökologischen Anteils am Gesamtanbau nimmt zu.
- Der kontrolliert integrierte Anbau umfasst produktions-technische, biologische und biotechnische Maßnahmen. Acker- und Pflanzenschädlinge sollen damit unter der Schadensgrenze gehalten werden.

Mittel- und südeuropäische Länder verschärfen die Wettbewerbsintensität auf dem Markt für Arzneipflanzen

Polen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausweitung der Inkulturnahme, aber nach wie vor auch Wildsammlung. Rund 60 verschiedene Arten auf ca. 30.000 ha. Rund 20.000 Betriebe im Anbau engagiert. Wichtige Kulturen: Kümmel, Kamille, Baldrian, Pfefferminze, Thymian, Mariendistel und Salbei ▪ Export von Rohware aus Vertragsanbau, vor allem nach Deutschland für Pharma- und Kosmetikmarkt
Ungarn	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lange Tradition im Anbau von Arzneipflanzen. Rund 70 Pflanzen werden auf einer Fläche von etwa 40.000 ha angebaut. Wichtige Kulturen: Senf, Mohn, Fenchel, Kümmel, Koriander und Mariendistel ▪ Inkulturnahme hat erheblich zugenommen, Wildsammlung spielt aber nach wie vor eine große Rolle ▪ Export von ca. 10.000 bis 15.000 t Drogen p.a.
Tschechien	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausweitung von Anbau und Export von Arzneipflanzen seit Mitte der 90er Jahre
Bulgarien	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Starke Expansion des Anbaus und der Wildsammlung erwartet ▪ Bulgarien exportiert ca. 10 – 15 Arten wie Pfefferminze, Melisse und Johanniskraut. Deutschland ist für Bulgarien ein wichtiges Exportland. Die Ware wird meist unverarbeitet geliefert, sowohl an die Phytopharma- wie die Kosmetikindustrie
Rumänien	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Situation ähnlich wie in Bulgarien. Starke Expansion des Anbaus und der Wildsammlung erwartet
Albanien	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Traditionell Herkunftsland für wildgesammelte Drogen wie Crataegus, Herbstzeitlosensamen, Eisenkraut und Ruscus

2.3 Kostenposition der deutschen Anbauer

Bei den meisten Arzneipflanzen ist der Marktanteil der deutschen Landwirtschaft aufgrund der hohen Produktionskosten sehr gering



Im internationalen Wettbewerb sind die deutschen Arzneipflanzenanbauer schlecht aufgestellt

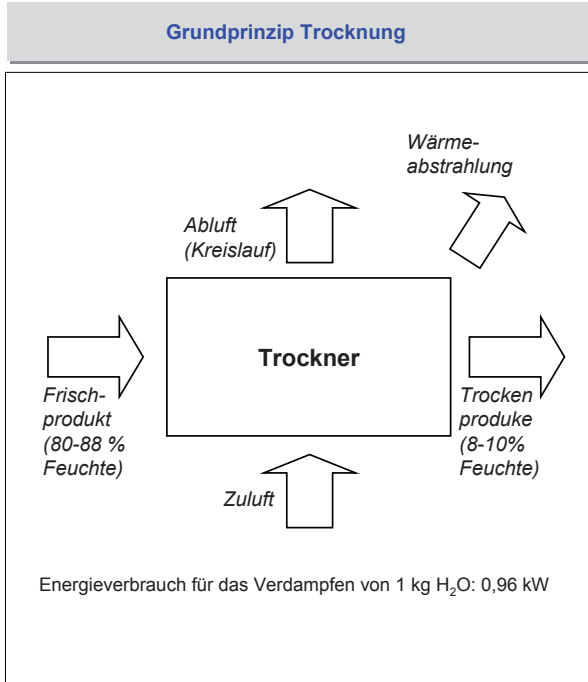
Trocknungskosten stellen einen großen Kostenblock beim Arzneipflanzenanbau dar

Kosten & Erlöse	Kamille KTBL	Kamille Workshop	Pfefferminze KTBL	Pfefferminze Workshop
Ertrag kg/ha	300 - 900	440	2.500 - 4.500	2.500
Erzeugerpreis /kg	1,50 - 3,00	5	1,80 - 3,60	4
Erlös €/ha	450 - 2.700	2.090	4.500 - 16.200	9.125
Kosten				
Pacht, Hagelversicherung		300		300
Bodenbearbeitung, Saatbeetbereitung		70		70
Saat-/ Pflanzgut, incl. Ausbringung		125		600
Düngemittel, incl. Ausbringung		30		270
Pflanzenschutz, incl. Ausbringung		130		130
Handhacke		0		600
Beregnung		0		150
Ernte, Transport		300		450
Saison-Arb.k.		0		0
Zinsansatz Umlaufkapital (5 %)		30		130
Variable Kosten Produktion	809 - 1.399*	985	2.513 - 2.737*	2.700
Aufbereitung		50		1.375
Trocknung, incl. Personal		608		3.250
Verpackung		20		125
Zinsansatz Umlaufkapital (5 %)		5		60
Variable Kosten Aufbereitung / Trocknung	130 - 390	683	1.380 - 2.482	4.810
Deckungsbeitrag €/ha	- 189 - 1.211	422		1.615
Fixkosten Produktion		0		0
Fixkosten Aufbereitung / Trocknung / Lagerung		120		300
Management & Vertrieb		100		550
Fixkosten Gesamt		220		850
Ergebnis €/ ha	-534 - 461	202	-2.283 - 6.290	765
zuzüglich 300,- €/kg Flächenprämie		300		300

* KTBL-Angaben +300 € Pacht/Hagelversicherung wg. Vergleichbarkeit

Quelle: Kalkulation Workshopteilnehmer, KTBL

Die geringe Effizienz in der Trocknung führt in der Praxis zu hohen Kosten



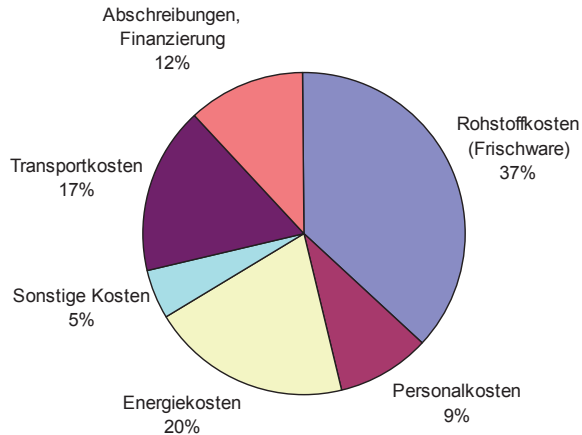
Quelle: Binder

Eingesetzte Trocknungsverfahren und Schwächen

- Derzeit werden meist Bandtrockner (Anschaffungskosten ab 150 – 200 T€, größere Trockner 500 T€) eingesetzt, für kleinere Mengen können auch Hordentrockner (Anschaffungskosten ca. 130 – 150 T€) verwendet werden
- In den meisten Betrieben laufen die Trocknungsprozesse mit Umluft ohne elektronische Steuerung
- Der Energieverbrauch ist in den meisten Anlagen nach Ansicht von Experten um mindestens 20 bis 30% höher als eigentlich erforderlich wäre
- Bestehende Schwächen:
 - keine effektiven Zu-, Um- und Abluftsysteme
 - Keine Messung und Steuerung des Abluftstromes mit dazugehöriger Frischluft
 - keine Wärmerückgewinnungsanlagen in der Abluft, gekoppelt mit der Zuluft zur Vorwärmung
 - kaum Nutzung alternativer Energie für die Vorwärmung der Zuluft bzw. Erwärmung der Prozessluft
 - weitere Optimierungspotenziale nicht genutzt, z.B. direkte Befuerung mit Gasbrennern

Die Energiekosten machen rund ein Fünftel der Gesamtkosten aus

Typische Kostenstruktur einer Trocknungsanlage, die rund 6000 t Pfefferminze und Petersilie p.a. verarbeitet



- 6.265 t/a Frischware werden zu 741 t Trockenware verarbeitet
- Bei den Rohstoffkosten sind die Anlieferungskosten mit enthalten
- Wärme macht rund 87% der gesamten Energiekosten aus, der Rest entfällt auf Elektrizität
- Bei den Personalkosten wurden unqualifizierte Arbeiter sowie ein Anlagenführer berücksichtigt
- Transportkosten wurden für den Transport der Ware zum Kunden angesetzt
- Kosten für die Gesamtanlage incl. Gebäude wurden mit rd. 0,9 Mio. € angesetzt, Finanzierungskosten mit 7%
- Sonstige Kosten sind vor allem Wasser, Verpackungsmaterial, Ersatzteile
- Die Gesamtkosten belaufen sich auf rd. 880 T€ p.a. Bezogen auf die Trockenware ergeben sich Kosten in Höhe von 0,80 – 0,90 €/kg

Hebel zur Steigerung der Effizienz in der Trocknung

Hebel	Beschreibung	Effekt
Höhere Kapazitätsauslastung	<ul style="list-style-type: none"> Nutzung der Trocknungsanlage mindestens 3000 h/a (6 Monate, 25 Tage/Monat, 20 Stunden/Tag). Kontinuierlichen Betrieb ansteuern. Mehrfach ernten, mehrere Schnitte, verschiedene Pflanzen anbauen. Betrieb von Mai bis November 	Fixkostendegression
Abluftverlust reduzieren	<ul style="list-style-type: none"> Die größten Energieverluste bei nicht optimierten Anlagen entstehen durch die Abluft. Warmluft kann im Trocknungsprozess besser genutzt werden, es soll möglichst wenig Abluft entstehen. Hier besteht das größte Einsparungspotenzial (mehr als 90% des gesamten Energieeinsparpotenzials) 	Deutliche Reduzierung des spezifischen Energieverbrauchs
Moderne Steuerungstechnik	<ul style="list-style-type: none"> Kontinuierliche Messung der Produktfeuchte, die Trocknung wird daran ausgerichtet 	Es wird nur soviel Energie eingesetzt wie unbedingt nötig. Verbesserung der Qualität
Trocknung mit Sonnenenergie	<ul style="list-style-type: none"> Mikrobiologische Probleme aufgrund Brutschrank-Effekt, da viele Keime gezüchtet werden. Aber beherrschbar, ein zusätzlicher Arbeitsschritt zur Entkeimung erforderlich. Berücksichtigung Auswirkungen auf Qualität 	In west-/mitteleuropäischen Ländern nur Randerscheinung
Nutzung Abwärme Biogasanlage	<ul style="list-style-type: none"> Kopplung mit Biogasanlage führt zur Nutzung der entstehenden Abwärme. Wärmeverluste durch Distanz zwischen Biogasanlage und Trocknungsanlage. Gasmotor könnte vorgeschaltet werden. Trocknung saugt Luft an 	Größtes Potenzial zur Energiekostensenkung
Blockheizkraftwerk mit Wärmerückgewinnung	<ul style="list-style-type: none"> Nur bei größeren Anlagen realisierbar, erfordert hohen investiven Aufwand 	Wirtschaftlichkeit bei Erzeugung von Elektrizität und gleichzeitiger Wärmenutzung

Derzeitige Preise für in Deutschland angebaute Arzneipflanzen und Zielpreiskorridore (I)

Arzneipflanze	Marktpreis D (€/kg in 2005)*	Zielpreiskorridor (€/kg)*
Pfefferminze	2 – 4 €/kg	2,00
Johannis-Kraut	1,50 - 4	1,50
Baldrian	3 – 4,5	3,00
Weißdorn	n.a.	--
Kamille	3 – 4,50	2,70
Knoblauch	?	--
Zitronen-melisse	2,5 – 4,5	2,00
Artischocke	2 - 3	1,75

* Wettbewerbsfähigkeit mit Importware

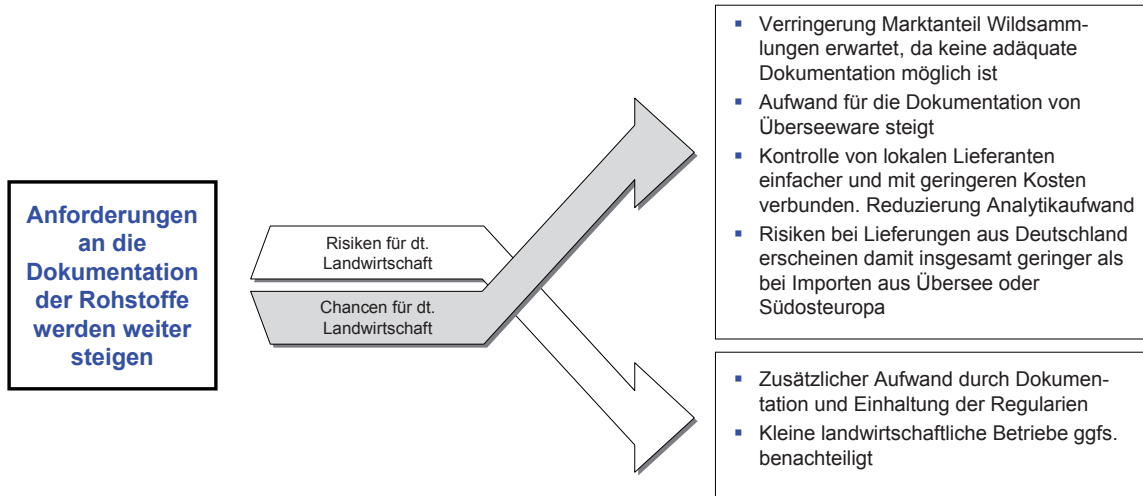
Derzeitige Preise für in Deutschland angebaute Arzneipflanzen und Zielpreiskorridore (II)

Arzneipflanze	Marktpreis D (€/kg in 2005)	Zielpreiskorridor (€/kg)*
Fenchel	1,50 - 2	1,10
Sonnenhut	0,60 frisches Kraut 5 – 5,50 Wurzeln	Wurzeln 4,50
Mariendistel	1 – 1,50	--.
Spitz- Wegerich	1 - 2	1,00
Thymian	4	2,50
Brennnessel	2,20 – 3,00 3,50 – 5,00 (Ökoware)	1,50

* Wettbewerbsfähigkeit mit Importware

2.4 Regulative

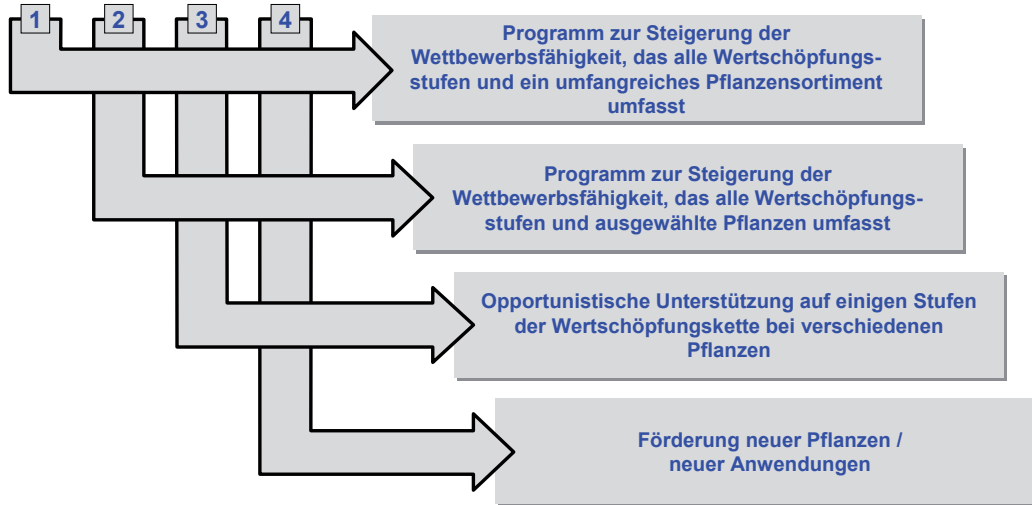
Die über Regulative angestrebte Risikominimierung stellt eine Chance für den deutschen Arzneipflanzenanbau dar



3

Strategische Optionen

Strategische Optionen



Die strategische Option 2 wird aufgrund der vergleichsweise besten Kosten-/Nutzenrelation zur Implementierung empfohlen

Option	Bewertung
<p>Programm zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit, das alle Wertschöpfungsstufen und ein umfangreiches Pflanzensortiment umfasst</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Komplette Bearbeitung der Wertschöpfungskette ist Voraussetzung für die Verbesserung der Wettbewerbsposition deutscher Arzneipflanzenanbauer • Bearbeitung umfangreichen Pflanzensortiments führt zu überproportionalen Aufwand bei Pflanzen mit geringer Marktrelevanz und führt zu ungünstiger Aufwands-/Nutzenrelation
<p>Programm zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit, das alle Wertschöpfungsstufen und ausgewählte Pflanzen umfasst</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Höchster Return on Investment, da Fokussierung auf Pflanzen mit hoher Marktrelevanz und Skaleneffekte bzw. Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf andere Pflanzen (Synergieeffekte) • Führende Position kann erreicht werden
<p>Opportunistische Unterstützung auf einigen Stufen der Wertschöpfungskette bei verschiedenen Pflanzen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Partielle bzw. individuelle Maßnahmen • Keine signifikante Verbesserung der deutschen Wettbewerbssituation. Maßnahmen führen damit nicht zu einer Ausweitung des Anbaus, kein „Impact“
<p>Förderung neuer Pflanzen / neuer Anwendungen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inkulturnahme chinesischer Arzneipflanzen in Deutschland wird derzeit in Bayern gefördert und vorangetrieben. Weitere Ansatzpunkte z.B. bei ayurvedischen Mitteln • Empfehlung: Beobachtung der Erfolgsaussichten. Bei Nutzungsreife Unterstützung der Verbreitung bei deutschen Landwirten

Grundlage für die Vision ist die starke internationale Stellung der deutschen Arzneipflanzenverarbeitenden Industrie und der Forschung



4

Szenarien

Beschreibung der Szenarien: Einfluss auf die regionale Wertschöpfung durch Substitution erdölbasierter Produkte

Szenario Best Case

(fördert
Sub-
stitution
durch
regional
erzeugte
Produkte)

Beschreibung Szenario

- Erdölpreis steigt über 100 US\$/barrel
 - Stark steigende Nachfrage in Asien, insb. China, Indien. Stagnierende bzw. leicht wachsende Nachfrage in Europa und Amerika
 - Erdölverfügbarkeit analog Peak Oil-Analysen. Erschließung neuer Vorkommen (Kanada, Venezuela) nicht ausreichend, um Förderrückgang in anderen Regionen (insb. EU, USA) auszugleichen. Der Nahe Osten bleibt wichtigste Förderregion
 - Weiterhin politische Spannung im Nahen Osten (Terroranschläge auf Pipelines, Terminals, etc.)
 - Begrenzte Raffineriekapazitäten (z.B. USA)
- Reglementierung: Politische Initiativen zur Förderung von Nawaros
 - Reduzierung der Abhängigkeit von Energieimporten gewinnt in einer wachsenden Anzahl Länder an Bedeutung
 - CO2-Emissionen werden weltweit reglementiert
 - Regionale Wertschöpfung gewinnt in vielen Ländern an Bedeutung (Einkommens- und Beschäftigungseffekte Landwirtschaft)
- Reglementierung: Absenkung von Zolltarifen gefährdet nicht die Produktion in Europa
 - WTO-Verhandlungen scheitern, keine Verständigung über zügigen Abbau von Zoll- und sonstigen Handelsbarrieren
 - Keine Sonderstellung für Mercosur-Staaten
 - Importe aus Ländern mit Präferenzstatus führen nicht zu Marktstörungen
- Zeitliche Verfügbarkeit von Kerntechnologien
 - Beispiel Biokraftstoffe: Elektrofahrzeuge /Batteriebetrieb erreichen Serienreife nicht vor 2020
- Nutzungskonkurrenz führt zu moderat steigenden Preisen für land- und forstwirtschaftliche Rohstoffe
 - Zusätzliche Nachfrage durch energetische und stoffliche Nutzung von Nawaros führt nur zu moderat steigenden Preisen
 - Substitution des rückläufigen Zuckerrübenanbaus durch Nutzung der Flächen für Nawaros
 - Ertragszuwächse auf bereits genutzten Flächen sowie Ausdehnung der Gesamtnutzungsflächen

Beschreibung der Szenarien: Einfluss auf die regionale Wertschöpfung durch Substitution erdölbasierter Produkte

Beschreibung Szenario

Szenario Base Case

(Sub- stitution durch regional erzeugte Produkte)

- Erdölpreis bei 70 US\$/barrel
 - Nachfragewachstum in Asien, insb. China, Indien. Stagnierende bzw. leicht wachsende Nachfrage in Europa und Amerika
 - Abnehmende Erdölverfügbarkeit. Erschließung neuer Vorkommen nicht ausreichend, um Förderrückgang in anderen Regionen auszugleichen. Der Nahe Osten bleibt wichtigste Förderregion
 - Weiterhin politische Spannung im Nahen Osten, allerdings keine dramatischen Zuspitzungen wie Terroranschläge auf Pipelines, Terminals, etc.
 - Begrenzter Ausbau der Raffineriekapazitäten
- Reglementierung: Politische Initiativen zur Förderung von Nawaros
 - Reduzierung der Abhängigkeit von Energieimporten
 - CO2-Emissionen werden nur regional reglementiert, keine globale Verständigung
 - Regionale Wertschöpfung gewinnt an Bedeutung (Einkommens- und Beschäftigungseffekte Landwirtschaft)
- Reglementierung: Langfristig moderate Absenkung der Zolltarife
 - WTO-Verhandlungen führen zu Verständigung über langfristig angelegten Abbau von Zoll- und sonstigen Handelsbarrieren
 - Keine Sonderstellung für Mercosur-Staaten
 - Importe aus Ländern mit Präferenzstatus im moderaten Umfang
- Zeitliche Verfügbarkeit von Kerntechnologien
 - Beispiel Biokraftstoffe: Elektrofahrzeuge /Batteriebetrieb erreichen Serienreife vor 2015
- Nutzungskonkurrenz führt zu steigenden Preisen für land- und forstwirtschaftliche Rohstoffe
 - Zusätzliche Nachfrage durch energetische und stoffliche Nutzung von Nawaros führt nur zu steigenden Preisen. Die Wettbewerbsfähigkeit von Nawaros bleibt erhalten
 - Substitution des rückläufigen Zuckerrübenanbaus durch Nutzung der Flächen für Nawaros
 - Ertragszuwächse auf bereits genutzten Flächen sowie Ausdehnung der Gesamtnutzungsflächen

Beschreibung der Szenarien: Einfluss auf die regionale Wertschöpfung durch Substitution erdölbasierter Produkte

Szenario Worst Case

(verhindert
Sub-
stitution
durch
regional
erzeugte
Produkte)

Beschreibung Szenario

- Erdölpreis fällt auf 30 US\$/barrel
 - „Crash“ in Asien, deutlicher Rückgang der Ölnachfrage
 - Erdölverfügbarkeit entwickelt sich positiv. Erschließung neuer Vorkommen (Kanada, Venezuela) mehr als ausreichend, um Förderrückgang in anderen Regionen (insb. EU, USA) auszugleichen
 - Politische Spannung im Nahen Osten nehmen ab
 - Starke Investitionen in Raffineriekapazitäten weltweit
- Reglementierung: Politische Initiativen zur Förderung von Nawaros verlieren an Bedeutung
 - Die Abhängigkeit von Energieimporten ist nicht mehr auf der politischen Agenda
 - Regulierungen der CO₂-Emissionen scheitern weltweit
 - Bedeutung der Land- und Forstwirtschaft nimmt weiterhin ab
 - Nawaro gilt nicht als prioritäres Instrument zur Förderung der regionalen Wertschöpfung
- Reglementierung: Schrittweise Absenkung der Zolltarife, Freihandel
 - WTO-Verhandlungen erfolgreich, Verständigung über zügigen Abbau von Zoll- und sonstigen Handelsbarrieren
 - Sonderstellung für Mercosur-Staaten. Großzügige Importkontingente für Biokraftstoffe
 - Erhebliche Importe aus Ländern mit Präferenzstatus
- Zeitliche Verfügbarkeit von Kerntechnologien
 - Beispiel Biokraftstoffe: Elektrofahrzeuge /Batteriebetrieb erreichen Serienreife vor 2010
- Nutzungskonkurrenz führt zu stark steigenden Preisen für land- und forstwirtschaftliche Rohstoffe
 - Zusätzliche Nachfrage durch energetische und stoffliche Nutzung von Nawaros
 - Begrenzte Verfügbarkeit führt nachfolgend auch im Nahrungs- und Futtermittelbereich zu steigenden Preisen
 - Steigende Preise führen zu Rückgang der Wettbewerbsfähigkeit von Nawaro

Im Phytopharmakamarkt sind lediglich drei spezifische Parameter für die Bestimmung von Szenarien relevant

	Erläuterung Einfluss der Parameter
Parameter Reglementierung	<ul style="list-style-type: none">• Zunahme der Reglementierung in allen Bereichen• Arzneimittelmarkt ist einer der am stärksten reglementierten Bereiche (Gefahr für Mensch und Tier)• Zunahme der Auswirkungen von Produkthaftungsfällen sowie möglichen Imageschäden• Erstattungsfähigkeit von Phytopharmaka
Parameter Konsumentenverhalten	<ul style="list-style-type: none">• Markt ist primär getrieben durch Konsumentenpräferenzen, sowohl im Phytopharmaka- als auch im Kosmetikmarkt• Langfristiger Trend zur Selbstmedikation in entwickelten Volkswirtschaften
Parameter Technologie	<ul style="list-style-type: none">• Technologien sind entscheidend für Wettbewerbsfähigkeit (Kosten, Qualität)• Potenziale bei Anbau, Ernte, Aufbereitung und Trocknung von Arzneipflanzen• Prozesstechnologien in der Pharmaindustrie ausgereift; signifikantes Innovationspotenzial bei Anwendungen (z.B. effektive Wirksubstanzen gegen Depressionen, Erhalt der Gedächtnisleistung im Alter), Produkten und Vermarktung

Beschreibung der Szenarien: Einfluss auf die regionale Wertschöpfung durch Phytopharmaka

Szenario Best Case

(fördert
Anbau von
Arznei-
pflanzen)

Beschreibung Szenario

- Zunehmende Reglementierung fördert den heimischen Anbau
 - „Zertifizierte“ Ware wird gefordert (Herkunftsnachweis, Einhaltung von sozialen, ökologischen und landbautechnischen Standards. Risikominimierung bei Produzenten, Angst vor Beschädigung Markenimage)
 - Zertifizierung / Überprüfung in Übersee wird aus ökonomischen Gründen nicht durchgeführt
 - Wildsammlungen verlieren an Bedeutung bzw. werden verboten
 - Verbot von synthetischen Produkten zur Leistungssteigerung im Veterinärbereich führt zu einer deutlich erhöhten Nachfrage nach Arzneipflanzen als Futtermittelzusatzstoffe

- Konsumentenverhalten: Deutlicher Anstieg der Nachfrage nach Produkten auf Basis pflanzlicher Rohstoffe
 - Substitution von synthetischen durch pflanzliche Produkte aufgrund deutlichen Trends zu natürlichen Produkten
 - Verstärkte Konsumentenpräferenzen in den Marktsegmenten Health Food und Kosmetik
 - Kundenzielgruppe verfügt weiterhin über auskömmliches Einkommen
 - Zunahme der Exporte aufgrund starker Wettbewerbsposition der deutschen Phytopharmakaindustrie
 - Verschiebung in der Alterspyramide führt zu zusätzlicher Nachfrage

- Kurzfristige Verfügbarkeit von verbesserten Anbauverfahren und Technologien in Deutschland
 - Durch Züchtung und Sortenwahl wird optimiertes Saatgut verfügbar
 - Innovationen bei Bestandspflege, Pflück- und Rodetechnik
 - Verbesserungen Nachermetetechnologien (Reinigung, Sortierung, Fraktionierung)
 - Qualitätssteigerung und Reduzierung des Energieverbrauchs durch Optimierung der Trocknungstechnologie
 - Wettbewerber in Übersee können Technologiesprünge nicht realisieren

Beschreibung der Szenarien: Einfluss auf die regionale Wertschöpfung durch Phytopharmaka

Beschreibung Szenario

**Szenario
Base Case
(Anbau von
Arznei-
pflanzen)**

- Eingeschränkte Reglementierung fördert den heimischen Anbau
 - Krankenkassen: Entfall der Erstattungsfähigkeit von Phytopharmaka ist dauerhafter Natur
 - „Zertifizierte“ Ware wird gefordert (Herkunftsnachweis, Einhaltung von sozialen, ökologischen und landbautechnischen Standards. Risikominimierung bei Produzenten, Angst vor Beschädigung Markenimage)
 - Wildsammlungen mit Einschränkungen weiterhin erlaubt
 - Verbot von synthetischen Produkten zur Leistungssteigerung im Veterinärbereich führt zu einem langsamen Anstieg der Nachfrage nach Arzneipflanzen als Futtermittelzusatzstoffe
- Konsumentenverhalten: Moderater Anstieg der Nachfrage nach Produkten auf Basis pflanzlicher Rohstoffe
 - Substitution von synthetischen durch pflanzliche Produkte aufgrund Trends zu natürlichen Produkten
 - Konsumentenpräferenzen in den Marktsegmenten Health Food und Kosmetik
 - Exportniveau der deutschen Phytopharmakaindustrie bleibt erhalten
 - Verschiebung in der Alterspyramide führt zu zusätzlicher Nachfrage
- Mittel- bis langfristige Verfügbarkeit von verbesserten Anbauverfahren und Technologien in Deutschland
 - Durch Züchtung und Sortenwahl wird optimiertes Saatgut langfristig verfügbar
 - Partielle Innovationen bei Bestandspflege, Pflück- und Rodetechnik
 - Verbesserungen bei ausgewählten Nacherntetechnologien (Reinigung, Sortierung, Fraktionierung)
 - Qualitätssteigerung und Reduzierung des Energieverbrauchs durch Optimierung der Trocknungstechnologie

Beschreibung der Szenarien: Einfluss auf die regionale Wertschöpfung durch Phytopharmaka

Szenario Worst Case

(verhindert
Anbau von
Arznei-
pflanzen)

Beschreibung Szenario

- Geringe Reglementierung, keine Präferenz für zertifizierte Ware
 - Krankenkassen: Keine Erstattungsfähigkeit von Phytopharmaka
 - Hersteller von Phytopharmaka sind extrem preissensibel, kein Bonus für zertifizierte Ware
 - Wildsammlungen spielen weiterhin eine Rolle. Importe aus Südosteuropa u.a. Regionen
 - Verbot von synthetischen Produkten zur Leistungssteigerung im Veterinärbereich führt aufgrund der relativ hohen Preise nicht zu einer Nachfrage nach Arzneipflanzen als Futtermittelzusatzstoffe
 - Skandale bei einzelnen Produkten führen kurzfristig zu einer Verschärfung der Reglementierung

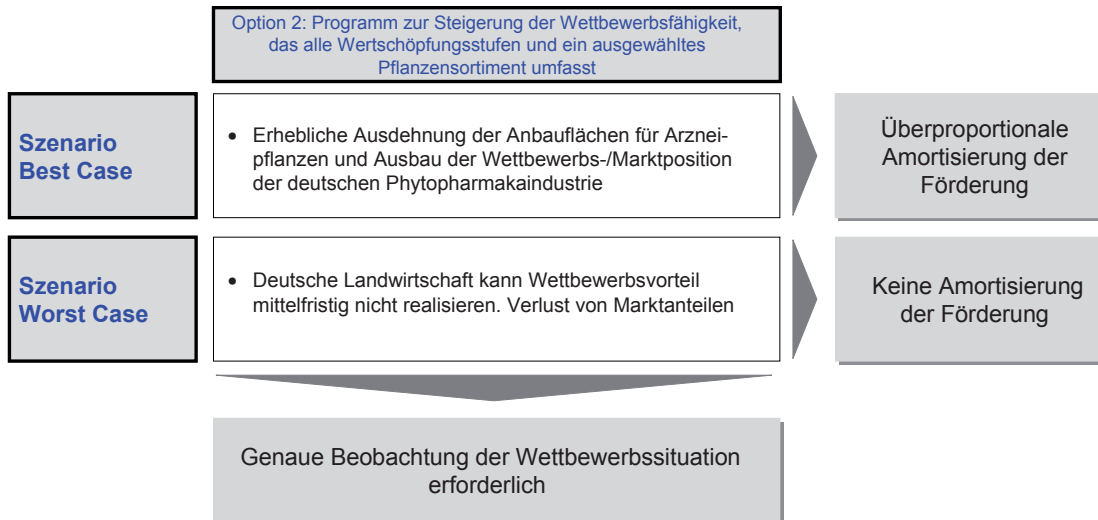
- Konsumentenverhalten: Nachfrage nach Produkten auf Basis pflanzlicher Rohstoffe verliert an Bedeutung
 - Trend zu natürlichen Produkten verebbt
 - Keine ausgeprägten Konsumentenpräferenzen für Phytopharmaka und Health Food auf pflanzlicher Basis. Skandale bei einzelnen Produkten führen zu einer Trendumkehr
 - Verfügbares Einkommen der Kundenzielgruppe schrumpft
 - Exporte der deutschen Phytopharmakaindustrie schrumpfen aufgrund sinkender weltweiter Nachfrage und zunehmender Konkurrenz

- Höhere Wettbewerbsintensität durch zunehmende Importe
 - Wettbewerber in Übersee verbessern ihre Wettbewerbsposition durch optimierten Anbau und Einsatz neuer Technologien (staatliche Förderprogramme, niedrigere F&E-Kosten)

Auswirkungen der Szenarien auf die Wertschöpfungsstufen im Phytopharmakamarkt

	Rohstoffe	Verfahren/Prozesse	Anwendungen/ Kunden
Szenario Best Case (fördert Anbau von Arzneipflanzen)	<ul style="list-style-type: none"> Trotz höherer Gestehungskosten aufgrund des Zertifizierungsvorteils wettbewerbsfähig Signifikantes Wachstum der Anbaufläche in Deutschland 	<ul style="list-style-type: none"> Attraktive Kosten- und Qualitätsposition aufgrund des Einsatzes innovativer Verfahren und Technologien 	<ul style="list-style-type: none"> Marktwachstum aufgrund nachhaltigen Trends zu Natur- und Healthprodukten bei Mensch und Tier Neue, innovative Anwendungen
Szenario Real Case	<ul style="list-style-type: none"> Trotz höherer Gestehungskosten aufgrund des Zertifizierungsvorteils wettbewerbsfähig Geringes Wachstum der Anbaufläche in Deutschland 	<ul style="list-style-type: none"> Haltbare Kosten- und Qualitätsposition aufgrund selektiver Investitionen in Verfahrens- und Prozessoptimierung 	<ul style="list-style-type: none"> Stabiler / leicht wachsender Markt Kaum neue Anwendungen
Szenario Worst Case (verhindert Anbau von Arzneipflanzen)	<ul style="list-style-type: none"> Keine internationale Wettbewerbsfähigkeit Importe nehmen zu Rückgang des Anbaus in Deutschland 	<ul style="list-style-type: none"> Verschlechterung der Kostenposition im Vergleich zum internationalen Wettbewerb 	<ul style="list-style-type: none"> Markt schrumpft, Präferenzen für Natur- und Healthprodukte nehmen ab

Im Best Case Szenario wird die Förderung überproportional amortisiert, das Worst Case Szenario erfordert die Beobachtung der Wettbewerbssituation



5

Förderempfehlung

Für drei Kulturen* sollen systematisch Potenziale zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Arzneipflanzenanbaus aufgezeigt werden

<p>Kamille</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Größte Kultur in Deutschland, noch weiter ausbaubar • Relativ große Verluste beim Anbau: Von 1.000 kg/ha werden in der Praxis nur 450 kg gewonnen • Züchtungspotenzial wird als groß eingeschätzt (Blütengröße, Inhaltsstoffe, Blühhorizont)
<p>Baldrian</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gesamte Anbaufläche in Deutschland unter 100 ha, der Markt wird weitgehend über Importe versorgt • Sehr weit verzweigtes Wurzelwerk, davon kann technisch bislang nur ein Teil geerntet werden. Mindestens 40% des Ertrags geht verloren • Bei Waschung und Trocknung gehen ebenfalls in nicht unerheblichem Umfang wertvolle Wurzelteile verloren
<p>Zitronenmelisse</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mediterrane Pflanze, friert bei ungünstigen Witterungsverhältnissen aus • Mechanische Unkrautbekämpfung sehr wichtig • Nur relativ geringe Ernteverluste

* Auswahl der Kulturen erfolgte mit dem Dt. Fauchausschuß für Arznei-, Gewürz- und Aromapflanzen

Verbesserungsfelder bei ausgewählten Pflanzenarten über die gesamte Wertschöpfungskette

Forschungsgebiet	Kulturpflanzenart		
	Echte Kamille	Baldrian	Zitronenmelisse
Züchtung / Sortenwahl	Blühhorizont, Blütengröße	Grobwurzeligkeit	Winterhärte
Bestandsetablierung			
Saatbettvorbereitung			
Pflanzbettvorbereitung			
Saatgutvorbehandlung zur Auflaufverbesserung			
Verbesserung Drilltechnik für Feinsämereien			
chemische Unkrautbekämpfung; Vorauflauf			
Bestandsführung			
Mechanische Unkrautbekämpfung			
Grundlagen für Zusatzbewässerung			
Erntetechnologie			
Erntechnik (Reduzierung Ernteverluste)	Innovation Pflücktechnik	Spezielle Rodetechnik	
Grobreinigung vor Wäsche			
Nacherntetechnologie			
Wurzelwäsche			
Sortierung / Fraktionierung			
Trocknung / Energiereduzierung			

Der Erfolg des Programms soll an der Steigerung des Marktanteils und der Anbaufläche in Deutschland gemessen werden

	Marktanteil / Anbaufläche heute	Ziel Marktanteil / Anbaufläche	Zusatzerlöse für Landwirtschaft p.a.
Echte Kamille	<ul style="list-style-type: none"> • 15% Marktanteil • 1000 ha Anbaufläche 	<ul style="list-style-type: none"> • 30 % • 2.000 ha 	<ul style="list-style-type: none"> • 1,8 Mio. € (1000 ha x 600 kg x 3,00 €)
Baldrian	<ul style="list-style-type: none"> • 10% Marktanteil • 50 ha Anbaufläche 	<ul style="list-style-type: none"> • 30% • 150 ha 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,6 Mio. € (100 ha x 2.000 kg x 3,00 €)
Zitronenmelisse	<ul style="list-style-type: none"> • 100 ha 	<ul style="list-style-type: none"> • 200 ha 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,45 Mio. € (100 ha x 2.500 kg x 2,00 €)

Die Erkenntnisse aus dem Programm können auf andere Kulturen übertragen werden und dürften hier ebenfalls zu einer Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit und damit mittelbar auch zu zusätzlichen Erlösen für die Landwirtschaft führen

Die Risiken können durch straffes Projektmanagement und Monitoring minimiert werden

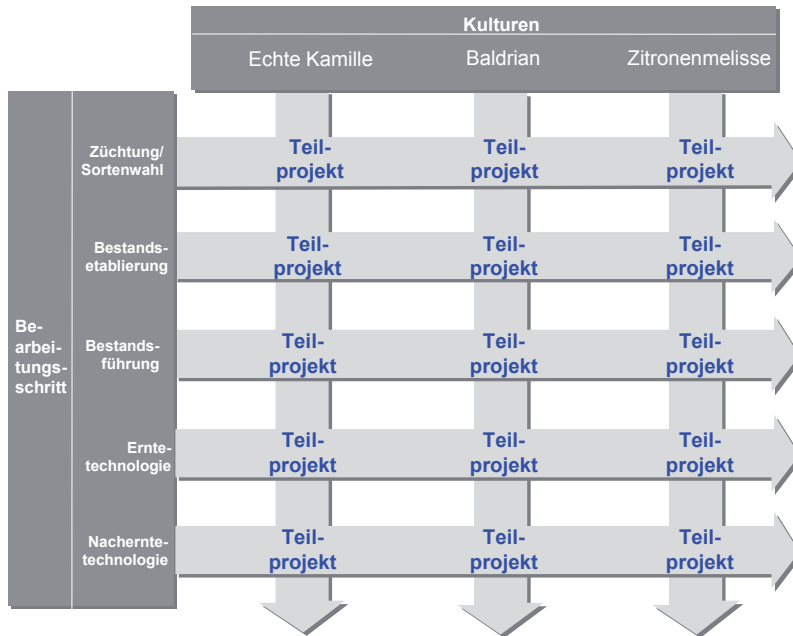
Risiko	Ausprägung	Maßnahmen Risikomanagement
<ul style="list-style-type: none"> Wettbewerbsrisiko 	<ul style="list-style-type: none"> Internationale Wettbewerber ergreifen Prozessoptimierungsmaßnahmen über gesamte Wertschöpfung 	<ul style="list-style-type: none"> Intensives Monitoring der Wettbewerbsaktivitäten sowie staatliche Förderprogramme Marketing, PR, Lobbying für heimische Rohstoffe
<ul style="list-style-type: none"> Marktrisiko 	<ul style="list-style-type: none"> Schrumpfung des Marktes aufgrund Verschiebung von Konsumentenpräferenzen 	<ul style="list-style-type: none"> Monitoring, ggfs. Abbruch des Programms
<ul style="list-style-type: none"> Verfügbarkeit von Technologien 	<ul style="list-style-type: none"> Sondermaschinenbau mit geringen Skaleneffekten Bislang nur geringes Interesse des Maschinenbaus 	<ul style="list-style-type: none"> Frühzeitige, verbindliche Einbindung in das Programm Starkes Programmmanagement

Bewertung der Förderempfehlung anhand wichtiger Kriterien

Kriterien	Ausprägung	Bewertung
Kosten der Fördermaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> Aufwand ist mit rd. 3 Mio. € über 10 Jahre für die Verbesserung der Wettbewerbsposition der Anbauer vergleichsweise gering. Zusätzlich Aufwand für Mgt. und Marketing 	3
Machbarkeit / Erfolgsaussichten	<ul style="list-style-type: none"> Technologisch sind mit dem Programm keine hohen Risiken verbunden Wichtige Stakeholder haben Bereitschaft zur Mitwirkung signalisiert Bei insgesamt attraktiven Marktgegebenheiten gute Chancen auf Realisierung 	2
Ökonomische Nachhaltigkeit	<ul style="list-style-type: none"> Keine dauerhafte Subventionierung /Förderung nach Abschluss des Programm notwendig 	3
Ökologischer Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> Anbau von Arzneipflanzen erhöht Biodiversität Im Vergleich zu herkömmlichen Ackerpflanzen geringerer Einsatz von umweltschädigenden Substanzen 	2
Einkommenseffekte Landwirts.	<ul style="list-style-type: none"> Höchste Deckungsbeiträge/ha Insgesamt aufgrund geringer Anbaufläche nur begrenzte Effekte möglich 	1
Einkommenseffekte vor- u. nachg. Ber.	<ul style="list-style-type: none"> Relativ hohe regionale Wertschöpfung Nur geringe Effekte in der Phytopharmakaindustrie 	1

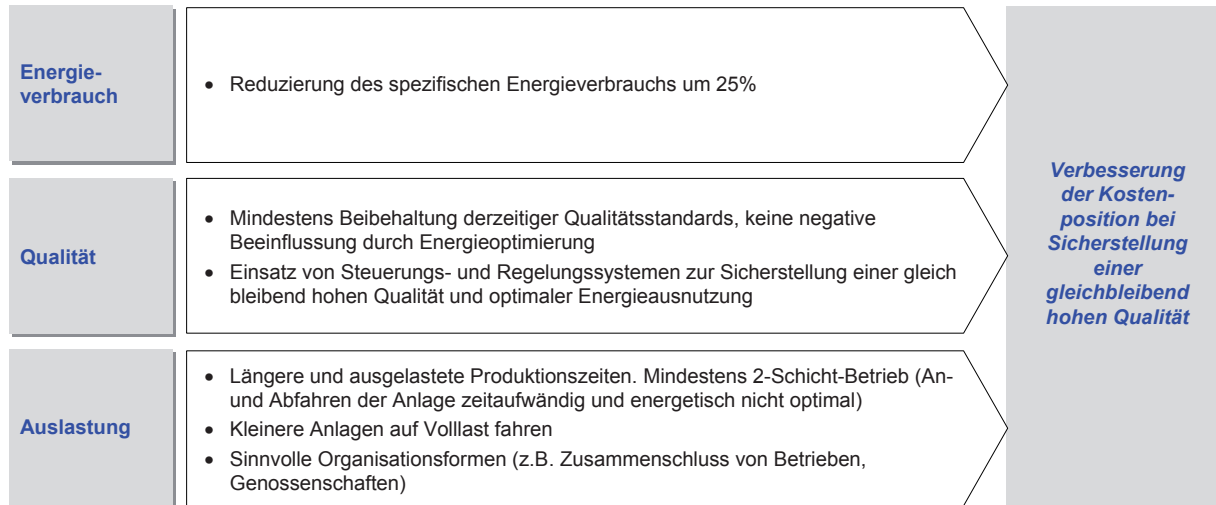
0 = geringer bzw. negativer Effekt
3 = höchster positiver Effekt

Das Programm sollte als Public Private Partnership finanziert und umgesetzt werden



- Matrix-Struktur (Kulturen und Bearbeitungsschritte)
- Ausschöpfen von Synergiepotenzialen bei der Bearbeitung der einzelnen Themenfelder
- Übertragung der Erkenntnisse auf andere Kulturen sicherstellen
- Nach Stärkung Wettbewerbsfähigkeit des Arzneipflanzenanbaus: Sicherstellung der Vermarktung / Unterstützung Marketing „Arzneipflanzen aus deutschen Landen“

Ziel- und Maßnahmenplanung für alle Teilprojekte – Beispiel Trocknungstechnik (I)



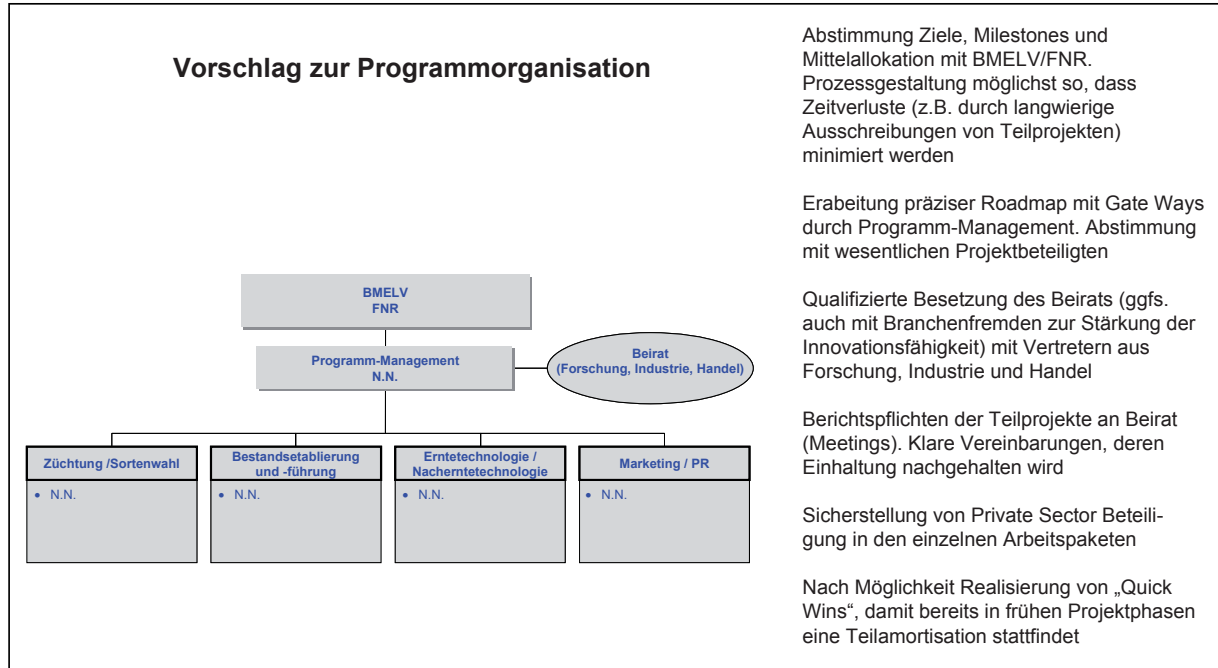
Erstellt in Zusammenarbeit mit der Fa. Binder, Freising

Ziel- und Maßnahmenplanung für alle Teilprojekte – Beispiel Trocknungstechnik (II)

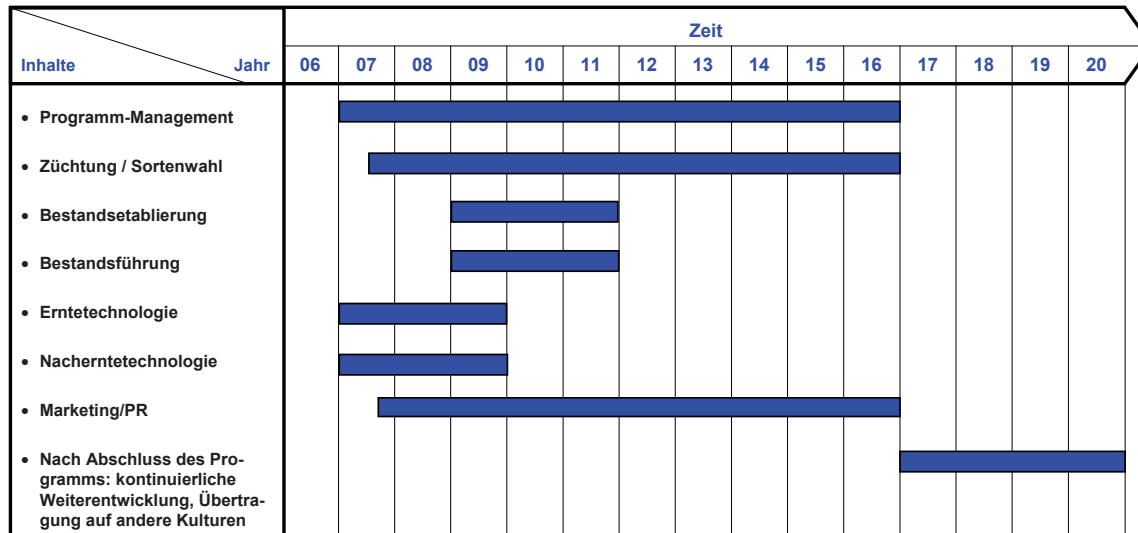
Maßnahmen	Beschreibung
Auswahl von 3 Pilotbetrieben	<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl nach Innovationspotenzial (Energieversorgung mit Biomasse, Nutzung Abwärme Biogasanlage etc.) und folgenden Kriterien: Durchschnittliche Größe, Trocknung von 2-3 verschiedenen Arzneipflanzensorten (Kamille, Baldrian, Zitronenmelisse) • Anlage muss zugänglich sein und Eigner kooperationswillig / offen für Veränderungen
Erhebung Status quo	<ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme des Ist-Zustandes: Durchführung von Messungen (Temperatur, Produkt-Feuchte, Luft-Zustände, Energieverbräuche) • Analyse der Organisation und der Rahmenbedingungen der Trocknung • Prüfung der ortsnahen Möglichkeiten von alternativen Energien
Erarbeitung von Verbesserungsvorschlägen	<ul style="list-style-type: none"> • Ausarbeitung eines Energiekonzeptes • Einsatz neuer Steuerungstechnik und Umbau der vorhandenen Luftführungen • Verwendung alternativer Energiequellen • Optimierung des Betriebs (bessere Austrocknungszeiten, größere Durchsatzmengen)
Implementierung	<ul style="list-style-type: none"> • Technische und organisatorische Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen • Berücksichtigung des Umfeldes und der Rahmenbedingungen des Standortes
Dokumentation u. Übertragung der Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse der tatsächlich eingetretenen Verbesserungen • Analyse der Wirtschaftlichkeit / Verbesserung der Kostenposition • Übertragung der Erkenntnisse auf andere Anlagen sicherstellen

Erstellt in Zusammenarbeit mit der Fa. Binder, Freising

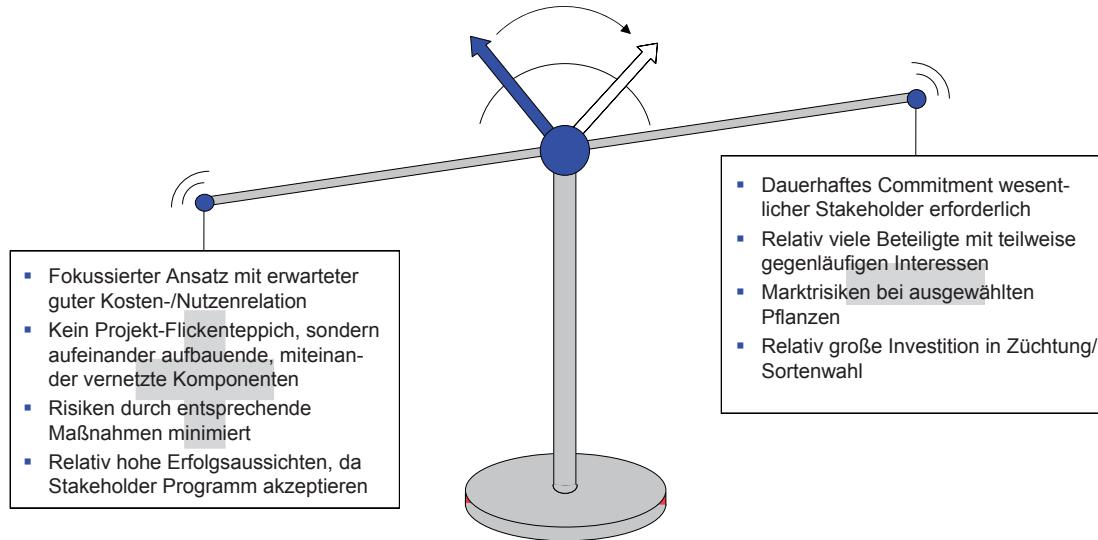
Das Programm-Management ist für die Erstellung der Road Map mit technischen und ökonomischen Gate Ways verantwortlich



Marketing/PR-Maßnahmen sollen dann angestoßen werden, wenn in den anderen Teilprojekten bereits Erfolge erzielt worden sind



Die positiven Aspekte überwiegen bei der Bewertung des Förderprogramms



6 Quellenverzeichnis

6.1 Literatur

- BAH (Hrsg.): Pflanzliche Arzneimittel heute. Wissenschaftliche Erkenntnisse und arzneirechtliche Rahmenbedingungen. Bestandsaufnahme und Perspektiven, 4. Aufl., Bonn 2004.
- BAH (Hrsg.): Der Arzneimittelmarkt in Deutschland in Zahlen 2005. Verordnungsmarkt und Selbstmedikation, Bonn 2006.
- Bomme, Ulrich: Möglichkeiten und Grenzen der Feldproduktion von Heil- und Gewürzpflanzen, Vortrag, Oberfränkischer Gemüsebautag am 7. Dezember 2004 in Bamberg.
- Bomme, Ulrich.: Situation und Zukunftsperspektiven des Feldanbaues von Heil- und Gewürzpflanzen in Deutschland, in: Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen, 3. Jg., 1998, S. 155–161.
- Bomme, Ulrich: Betriebs- und arbeitswirtschaftliche Daten von Heil- und Gewürzpflanzen – ein Überblick, in: Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanze, 7. Jg., 2002, S. 422-432.
- Bomme, Ulrich: Arznei- und Gewürzpflanzenanbau, in: Pflanzliche Erzeugung, München 2006.
- Bomme, Ulrich: Dokumentierter Praxisanbau mit TCM-Pflanzen in Bayern ist Realität geworden, in: Zeitschrift für Phytotherapie 2005, 26, S. 241-249.
- Deutscher Fachausschuss für Arznei-, Gewürz- und Aromapflanzen: Fachtagung für Arznei- und Gewürzpflanzen 2004. Chancen und Herausforderungen einer zeitgemäßen Arznei- und Gewürzpflanzenproduktion, Tagungsband, Jena 2004
- FAH: Studie zur Nutzung pflanzlicher Rohstoffe in der kosmetischen Industrie, gefördert durch die FNR.
- FAH: Status quo-Analyse: Einsatz funktioneller Pflanzeninhaltsstoffe in der Veterinärmedizin, Bonn 2005.
- FNR (Hrsg.): Chancen und Potenzial des deutschen Arzneipflanzenbaus, Gülzower Fachgespräche, Bd. 20, Autor: Forschungsvereinigung der Arzneimittel-Hersteller e.V. (FAH), o.O., 2002.
- FNR (Hrsg.): Erntetechnologie von Arznei- und Gewürzpflanzen, Gülzower Fachgespräche, Bd. 22, Autoren: S. Zimmer, J. Müller, o.O., 2004.
- Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE): Analyse der ökologischen Produktionsverfahren von Heil- und Gewürzpflanzen in Deutschland, Projektabschlussbericht 2003.
- Hoppe B.: Studie zum Stand des Anbaus von Arznei- und Gewürzpflanzen in Deutschland (2003) und Abschätzung des Entwicklungstrends in den Folgejahren, unveröffentlicht, 2006.
- KTBL Datensammlung Heil- und Gewürzpflanzen, Darmstadt 2002.

- Marquard, R./Kroth, E. (Hrsg.): Anbau und Qualitätsanforderungen ausgewählter Arzneipflanzen, Bd. 1 und Bd. 2, Bergen 2002.
- Plescher, A.: Machbarkeitsstudie zur Produktion von ätherischen Ölen im Freistaat Thüringen, Arten, 2000.
- Stolte, H.: Auszug aus Gölzower Fachgespräch "Arznei- und Gewürzpflanzen", Workshop zur Evaluierung des FuE-Bedarfs, 1997.
- Track, Thomas: Phytoextrakte – Produkte und Prozesse, in CITplus, Heft 03/2005, 8. Jahrgang, S. 4 – 7.
- ZMP-Marktbericht (Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle): Arznei- und Gewürzpflanzen. ZMP-Marktbericht 1 (1), 1-6, 1998.

6.2 Ausgewählte Websites

- www.dechema.de
www.fnr.de
www.colipa.com (European Cosmetic Toiletry and Perfumery Association)
www.pharmaplant.de

6.3 Einbezogene Unternehmen, Verbände und Institutionen

- Agrarprodukte Ludwigshof
Agrimed Hessen
Agrimed Hessen
Argrargenossenschaft Nöbdenitz
BAH / FAH
Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau
Binder Trocknungstechnik
Biologische Heilmittel Heel
Bionorica AG
Cognis
Dienstleistungszentrum ländlicher Raum Gartenbauberatung Ahrweiler
Dr. Willmar Schwabe GmbH
Gemeinschaft zur Förderung der privaten deutschen Pflanzen-züchtung (GFP)
H. Winkler, Arzneipflanzenanbauer
John Deere
Klosterfrau GmbH
Kneipp-Werke GmbH & Co. KG
LAT GmbH
Lichtwer Pharma AG
Martin Bauer GmbH & Co. KG
Pharmaplant GmbH
Schaper & Brümmer GmbH & Co. KG

Vitaplant
Völpel GmbH & Co. KG

Abkürzungsverzeichnis

ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol
ASA	Acrylnitril-Styrol-Acrylester-Copolymer
B1	Bereich 1 des unteren Marktsegments der Pkw-Klassen
B2	Bereich 2 des unteren Marktsegments der Pkw-Klassen
BAW	Biologisch abbaubare Werkstoffe
bb1	Barrel = 159,1l
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMC	Bulk moulding compound
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
CCA	copper, chrome, arsenic
Cefic	European Chemical Industry Council
D	Deutschland
DB	Deckungsbeitrag
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DIB	Deutsche Industrievereinigung Biotechnologie
DOE	Department of Energy (USA)
DSD	Duales System Deutschland
dt.	deutsch
E&E	Elektro- und Elektronikbereich
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
ERA-NET	European Research Area Network
EU	Europäische Union
EuropaBio	European Association for Bioindustries
F&E	Forschung und Entwicklung
FAZ	Frankfurter Allgemeine Zeitung

FBAW	Forschungsgemeinschaft für Biologisch Abbaubare Werkstoffe
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe
FuE	Forschung und Entwicklung
FVK	Faserverstärkte Kunststoffe
GF	Glasfaser
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
GKL	Gesellschaft für Kunststoffe im Landbau e.V.
H1	Bereich 1 des oberen Marktsegments der Pkw-Klassen
H2	Bereich 2 des oberen Marktsegments der Pkw-Klassen
HD-PE	high density Polyethylen
HK	Herstellkosten
IBAW	Interessengemeinschaft Biologisch Abbaubarer Werkstoffe e.V.
IK	Industrieverband Kunststoffverpackungen
IT	information technology (Informationstechnologie)
JPN	Japan
Kfz	Kraftfahrzeug
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KST	Kunststoff
kt	Kilotonnen
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
LD-PE	low density Polyethylen
LFT	langfaserverstärkter Thermoplast
LKW	Lastkraftwagen

M1	Bereich 1 des mittleren Marktsegments der Pkw-Klassen
M2	Bereich 2 des mittleren Marktsegments der Pkw-Klassen
MA	Mitarbeiter/in
Mio.	Millionen
Nawaro	Nachwachsende Rohstoffe
NF	Naturfaser
NFK	Naturfaserverstärkte Kunststoffe
NFZ	Nutzfahrzeuge
NREL	National Renewable Energy Laboratory (USA)
OEM	Automobilhersteller
p.a.	per annum
p.a.	pro Jahr
PA	Polyamid
PA6	Polyamid aus e-Caprolactam
PA66	Polyamid aus Hexamethylendiamin-Adipinsäure
PBB	polybromierte Biphenyle
PBDE	polybromierte Diphenylether
PBT	Polybutylenterephthalat
PC	Polycarbonat
PE	Polyethylen
PLA	Polymilchsäure (Polylactic acid)
POM	Polyoxymethylen
PP	Polypropylen
PS	Polystyrol
PTJ	Projekträger Jülich
PTP	Polymerwerkstoff aus Triglyceriden und Polycarbonsäureanhydriden
PUR	Polyurethan
PVC	Polyvinylchlorid

R&D	Forschung und Entwicklung
REACH	Registration, Evaluation and Authorisation für Chemicals
RoHS	Restriction of Hazardous Substances in Electrical and Electronic Appliances
RTM	Resin transfer moulding
SAN	Styrol-Acrylnitril-Copolymer
SMC	Sheet moulding compound
SusChem	Europäische Technologieplattform für Sustainable Chemistry
TK	Telekommunikation
TV	Talkum verstärkt
UmVPn	Umverpackungen
USA	Vereinigte Staaten von Amerika
V V O	Verpackungsverordnung
VCI	Verband der Chemischen Industrie
VP	Verpackungen
VPM	Verpackungsmaterialien
VVO	Verpackungsverordnung
WB	Weißer Biotechnologie
WEEE	Waste Electrical & Electronic Equipment
wg.	wegen
WPC	Wood plastic composites
WTO	World Trade Organization
WW	Weißer-Ware



Herausgeber

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)
Hofplatz 1 • 18276 Gülzow
Tel. : 038 43/69 30-0
Fax: 038 43/69 30-1 02
info@fnr.de • www.fnr.de

Erstellt mit finanziellen Mitteln des Bundesministeriums für
Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Berlin (BMELV)

Gedruckt auf Papier aus Durchforstungsholz
mit Farben auf Leinölbasis