



Hintergrund

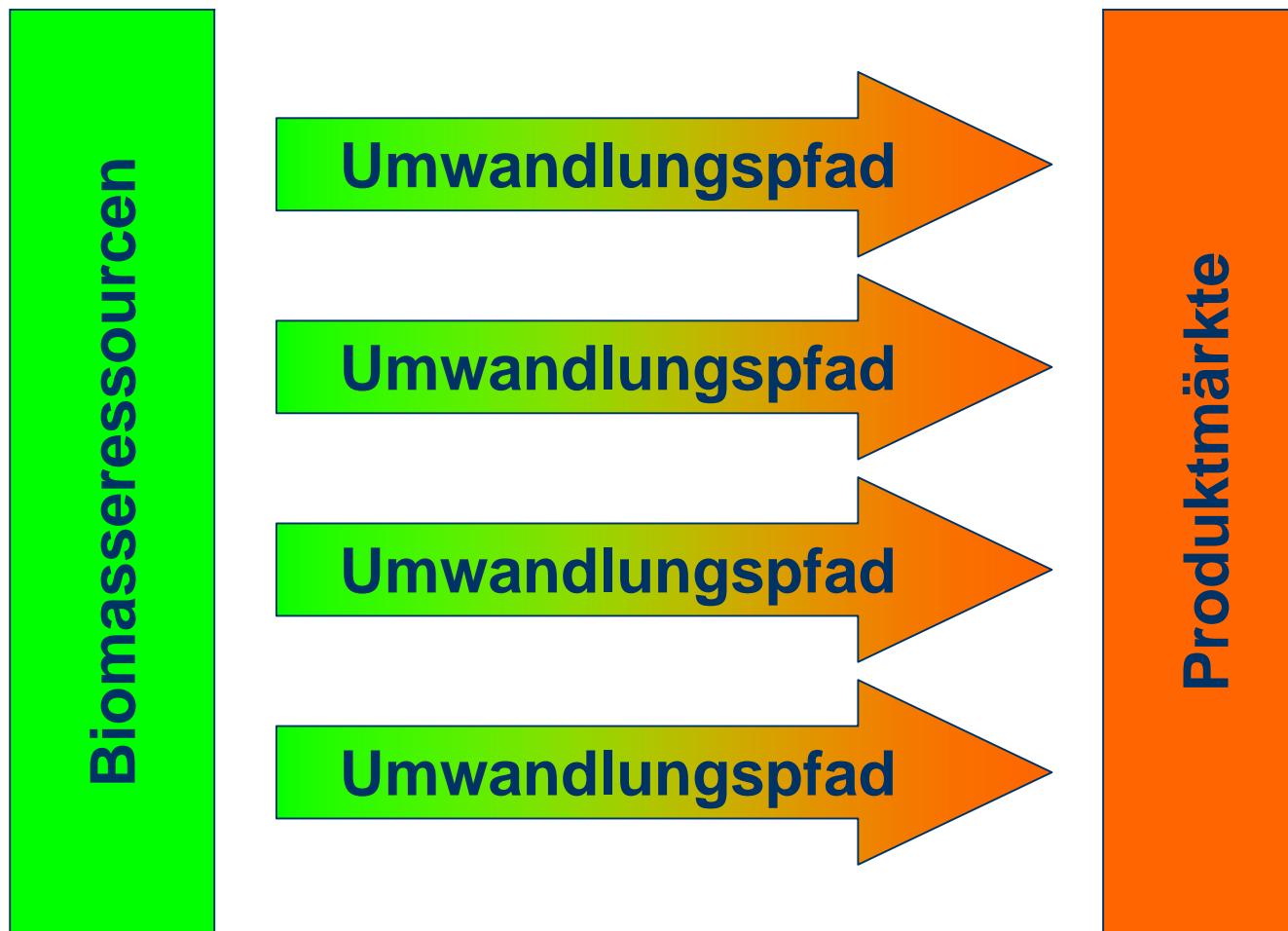
-
- ❖ Die Ressourcen fossiler Energieträger (z. B. Öl, Gas) sind endlich.
 - ❖ Diese Begrenztheit – zusammen mit der hohen Nachfrage – bedingt längerfristig einen Preisanstieg; hinzu kommen politische Unsicherheiten, welche das Preisgefüge signifikant beeinflussen können.
 - ❖ Die Nutzung fossiler Ressourcen kann mit unerwünschten Umweltauswirkungen verbunden sein; dies gilt insbesondere aus Sicht des Klimaschutzes.
 - ❖ Deshalb gewinnt eine realistische Bewertung der Möglichkeiten und Grenzen eines Einsatzes nachwachsender Rohstoffe zum Ersatz und zur Ergänzung fossiler Ressourcen immer mehr an Bedeutung.



Biomasse für die stoffliche und energetische Nutzung - Möglichkeiten und Grenzen -

Martin Kaltschmitt

Inhalt



Inhalt

- ❖ Biomasse zur stofflichen und energetischen Nutzung
 - Biomassepotenziale
 - Biomassenutzungsmöglichkeiten
 - Marktpotenziale
 - Schlussfolgerungen
- ❖ Ausblick: Mögliche „neue“ Einsatzfelder
- ❖ Zusammenfassung

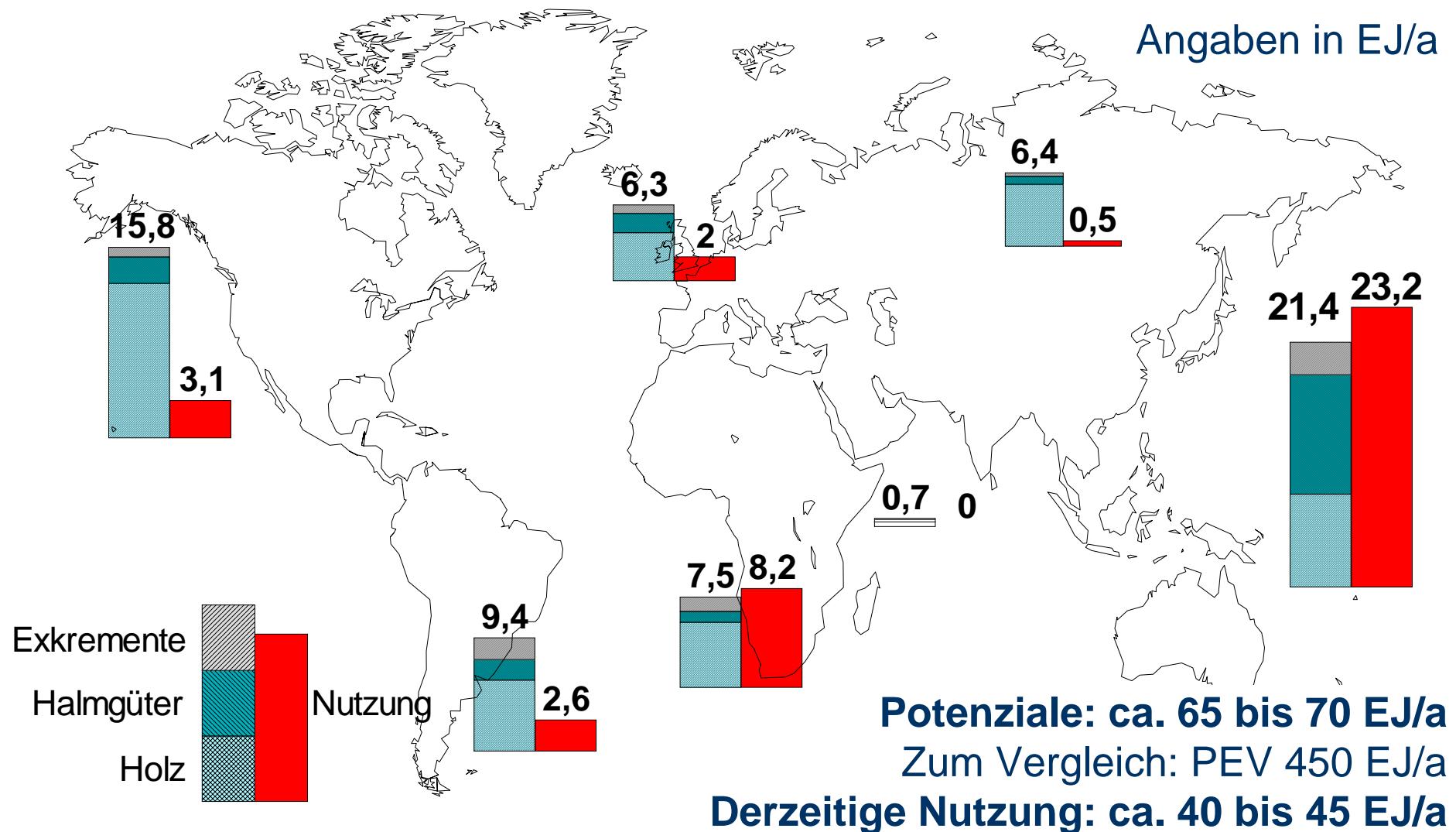
Biomassepotenziale

- Fraktionen -

-
- ❖ **Rückstände, Nebenprodukte und Abfälle**
 - Industrierestholz (z. B. von Sägewerken, aus der Möbelindustrie) und Altholz
 - Halmgutartige Rückstände (z. B. Stroh aus der Getreideproduktion, Heu aus der Landschaftspflege)
 - Sonstige Rückstände und Abfälle (z. B. Gülle, Schwarzwauge, organische Hausmüllfraktion, Klärschlamm)
 - ❖ **Lignocellulosepflanzen**
 - ... **aus der Forstwirtschaft** (z. B. Brennholz, Waldrestholz)
 - ... **aus der Landwirtschaft** (z. B. Kurzumtriebsplantagen)
 - ❖ **Energiepflanzen mit besonderen Inhaltsstoffen**
(z. B. Ölsaaten, stärke- und zuckerhaltige Pflanzen)

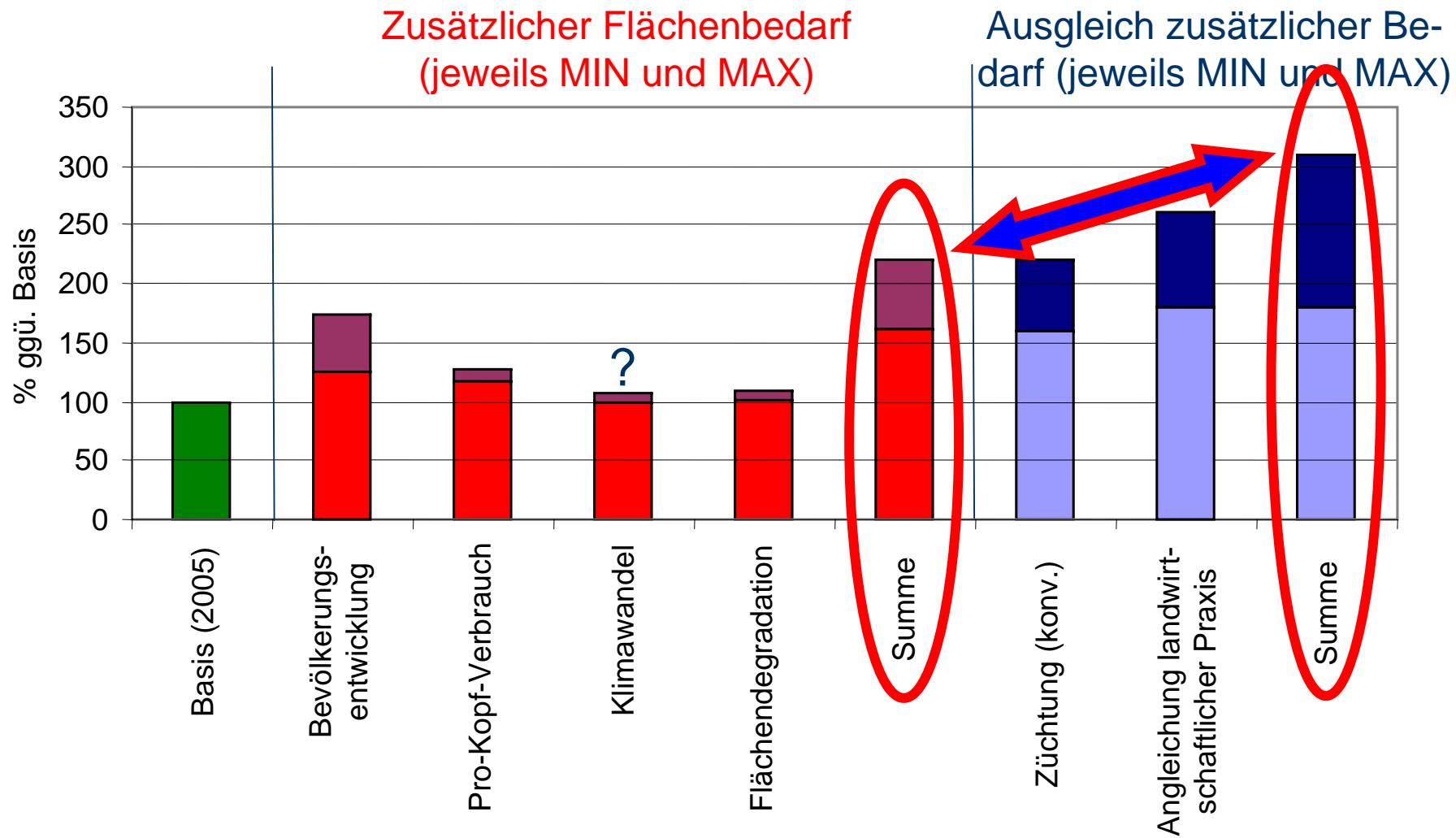
Biomassepotenziale

- Rückstände, Nebenprodukte und Abfälle -



Biomassepotenziale

- Energiepflanzen -





Biomassepotenziale

- Schlussfolgerungen -

-
- ❖ Rückstände, Nebenprodukte und Abfälle werden heute bereits vielfach (d. h. stofflich und energetisch) genutzt; noch verfügbare Mengen werden derzeit erschlossen.
 - ❖ Die Möglichkeiten einer Energiepflanzenproduktion werden durch die verfügbaren Anbauflächen bestimmt.
 - Flächenmehrbedarf entsteht u. a. durch die steigende Bevölkerung und einen spezifischen Nahrungsmittel-Mehrverbrauch.
 - Landwirtschaftliche Flächen könnten u. a. durch verbesserte Nutzpflanzen und die Angleichung der landwirtschaftlichen Praxis an westeuropäische Maßstäbe frei werden.
 - ❖ Lokale und globale Märkte für nachwachsende Rohstoffe (zur stofflichen Nutzung) gibt es seit Jahrhunderten (z. B. Holz); im Bereich der Energie befinden sie sich derzeit verstärkt im Ausbau.
 - ❖ Stimmen die (ökonomischen) Rahmenbedingungen, können weltweit große Mengen nachwachsender Rohstoffe mit unterschiedlichsten Eigenschaften und Inhaltsstoffen verfügbar gemacht werden.



Biomassenutzungsmöglichkeiten

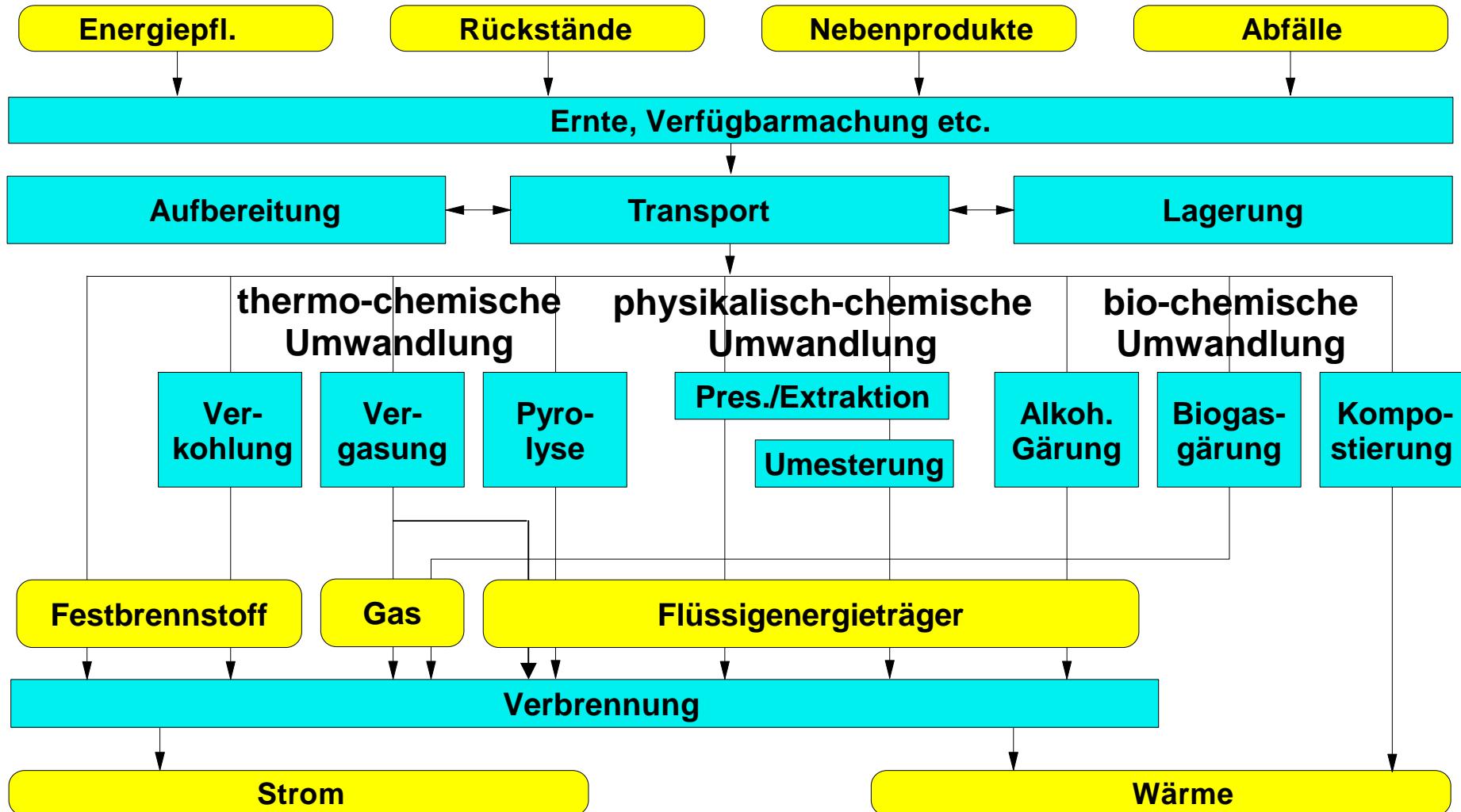
- Heutige Produktgruppen und Produkte -

Elektrische Energie <ul style="list-style-type: none">○ Stroh○ Waldholz○ Biogas○ Pflanzenöl, Biodiesel○ Bioethanol	Thermische Energie <ul style="list-style-type: none">○ Hackgut○ Industriebrennstoffe○ Pellets○ Stroh○ Stückholz	Treibstoffe <ul style="list-style-type: none">○ Biodiesel○ Pflanzenöl○ Bioethanol○ BtL○ Biogas	Schmier- u. Verfahrensst. <ul style="list-style-type: none">○ Hydrauliköl○ Getriebeöl, Motorenöl○ Schmieröl u. –fette (incl. Formtrennmittel, Kühl- schmierstoffe)○ Kettenhaft- & -gatteröle
Chemie <ul style="list-style-type: none">○ Fette und Öle○ Stärke und Zucker○ Cellulose○ Polymere	Farben u. Lacke <ul style="list-style-type: none">○ Bindemittel○ Additive○ Lösemittel○ Farbstoffe (Färberpflanzen)	Kosmetik und Pharma <ul style="list-style-type: none">○ Heilpflanzen○ Hilfsstoffe	Papier, Karton und Pappe <ul style="list-style-type: none">○ Holz- und Zellstoffe zur Herstellung von Papier, Karton und Pappe
Verpackungsprodukte <ul style="list-style-type: none">○ Folien○ Tragetaschen, Beutel○ Tiefziehschalen○ Loose Fill○ Paletten	Formteile <ul style="list-style-type: none">○ Faserverbundwerkstoffe○ Formteile	Textilien <ul style="list-style-type: none">○ Bekleidungstextilien○ Heimtextilien○ Technische Textilien	Baumaterialien, Möbel <ul style="list-style-type: none">○ Dämmstoffe○ Baumaterialien○ Möbel

Nach Schmitz, MEO

Biomassenutzungsmöglichkeiten

- Beispiel „Energieträgerbereitstellung“ -



Biomassenutzungsmöglichkeiten

- Beispiel „Biopolymerproduktion“ -



Stärke → Dextrose → Fermentation → Laktat

Fermentation

Laktat



Monomer Production

Laktide

Polymer Produktion

Polymer Modifikation

PLA



Nach: Antranikian, TUHH



Biomassenutzungsmöglichkeiten

- „Neue“ Produktgruppen und Produkte -

-
- ❖ Mit der Reduzierung der Kosten insb. durch bessere Prozesse (d. h. technischer Fortschritt) lassen sich zunehmend „neue“ oder bekannte Produkte auf der Basis nachwachsender Rohstoffe auch wirtschaftlich herstellen.
 - ❖ Folgende „neue“ Produkte bzw. Produktgruppen könnten zukünftig Bedeutung gewinnen
 - (weitere) Syntheseprodukte auf der Basis biotechnologischer Prozesse (d. h. weiße Biotechnologie)
 - Bioethanol als Kraftstoff und Chemierohstoff
 - technische Öle für besondere Anwendungsfälle
 - (bestimmte) Pflanzeninhaltsstoffe mit besonderen Eigenschaften (d. h. grüne Biotechnologie)
 - Fasern mit definierten Eigenschaften
 - (weitere) Pharma-Produkte



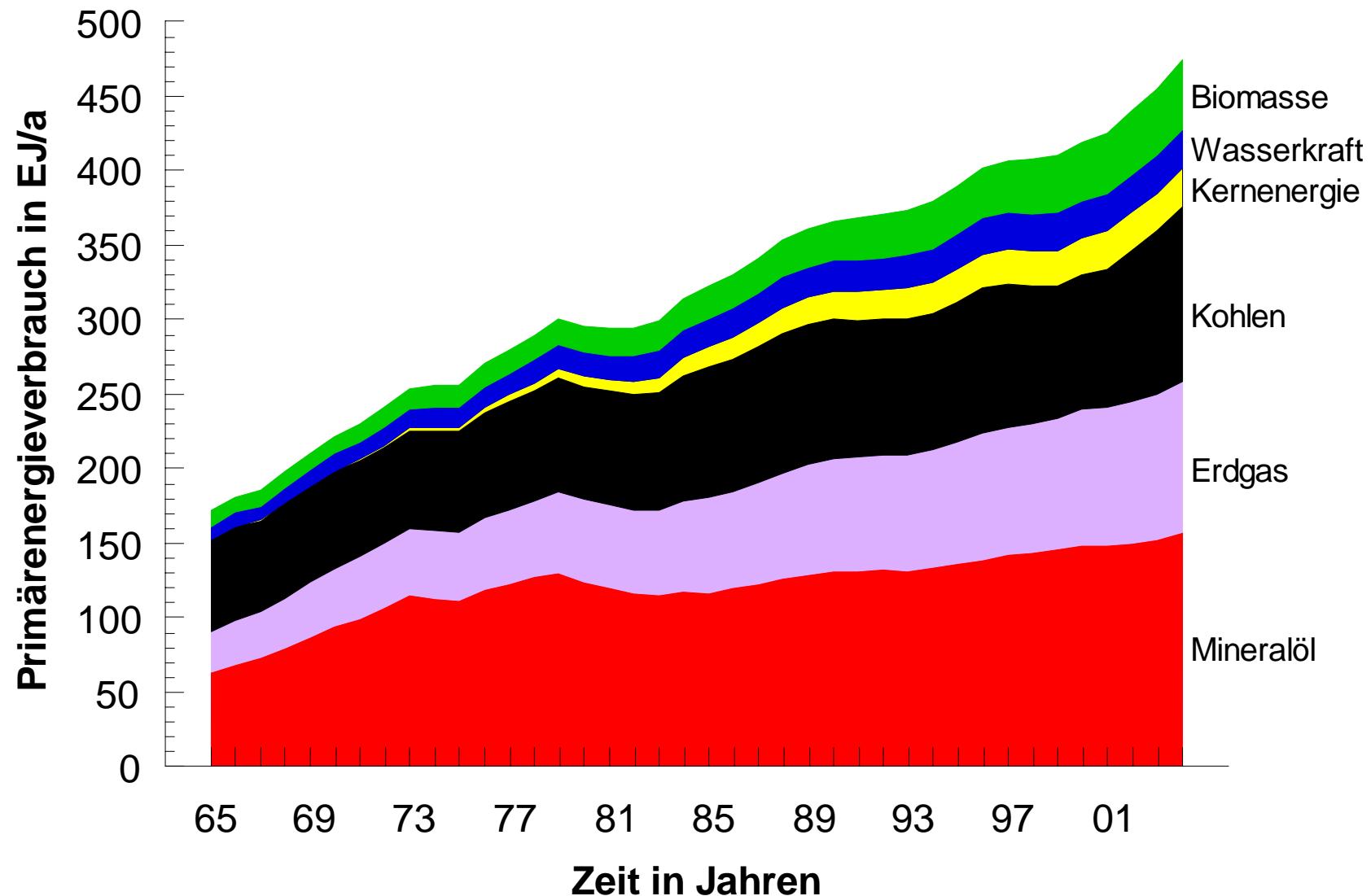
Biomassenutzungsmöglichkeiten

- Schlussfolgerungen -

-
- ❖ Aus nachwachsenden Rohstoffen werden heute bereits eine Vielzahl unterschiedlichster Produkte für eine stoffliche und/ oder energetische Nutzung hergestellt.
 - ❖ Laufende F&E-Aktivitäten lassen erwarten, dass zukünftig immer mehr Produkte zunehmend kostengünstiger aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden können; dies gilt auch in Kombination mit konventionellen Rohstoffen.
 - ❖ Nachwachsende Rohstoffe tragen heute schon wesentlich zur Rohstoffbasis unserer Industriegesellschaft bei und finden sich in einer Vielzahl unterschiedlichster Produkte wieder; mit zunehmendem technischen Fortschritt werden die diesbezüglichen Möglichkeiten tendenziell noch zunehmen.

Marktpotenziale

- Beispiel: Energie -





Marktpotenziale

- Beispiel: Produkte der industr. Biotechnologie -

Produkte		Welt Prod. in t/a	Nutzung
<u>Org. Säuren</u>	Citrate	1 000 000	Lebensmittel, Reinigungsmittel
	Acetate	190 000	Lebensmittel
	Lactate	150 000	Lebensmittel, Textilien, Biopolymere
	Gluconate	100 000	Lebensmittel, Textilien
<u>Aminosäuren</u>	L-Glutamate	1 500 000	Lebensmittel
	L-Lysin	700 000	Futtermittel
	L-Alanin	500	Infusion
	L-Methionin	400	Infusion
<u>Lösungsmittel</u>	Bioethanol	40 000 000	Lösungsmittel, Treibstoff
<u>Antibiotika</u>	Penicillin	45 000	Medizin, Futtermittelzuschlag
	Bacitracin A	4	Medizin
<u>Biopolymere</u>	Polylactide	140 000	Biopolymer
	Xanthan	40 000	Lebensmittel
<u>Vitamine</u>	Ascorbinsäure (C)	80 000	Pharma, Lebensmittel
	Riboflavin (B2)	30 000	Bioactive Komponenten, Futtermittel
<u>Kohlehydrate</u>	Glucose	20 000 000	Lebensmittel, Fermentation
	Fructose Sirup	11 400 000	Soft drinks, Ernährung
	Cyclodextrins	5 000	Kosmetika, Pharma

Nach: Antranikian, TUHH



Marktpotenziale - Schlussfolgerungen -

- ❖ Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen haben heute bereits „gewaltige“ Absatzmärkte; dies gilt für sehr unterschiedlich veredelte Produkte zum Einsatz für eine stoffliche und/ oder eine energetische Nutzung.
- ❖ Diese Märkte werden lokal und zunehmend auch global bedient (d. h. Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen werden zunehmend gehandelt (z. B. Pellets, Bioethanol)).
- ❖ Zukünftig dürften die Märkte – stofflich und energetisch – weiter wachsen; dieses Wachstum wird u. a. vom Preis der substituierbaren Konkurrenzprodukte, dem technischen Fortschritt und ggf. den politischen Zielvorgaben mitbestimmt.
- ❖ Märkte für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen sind bereits heute volkswirtschaftlich relevant und werden – setzt sich die gegenwärtige Entwicklung fort – in den kommenden Jahren weiter an Bedeutung gewinnen.

Schlussfolgerungen

- Zusammenfassung -



→ Alle drei Bereiche zeigen erhebliche Wachstumspotenziale.



Ausblick: Mögliche Einsatzfelder

- Randbedingungen I -

-
- ❖ Die vorhandenen Märkte für Produkte aus nachw. Rohstoffen übersteigen die vorhandenen Biomassepotenziale deutlich; die zu erwartende Marktausweitung wird daher in einer Marktwirtschaft nur dort realisiert, wo sich entsprechende Vorteile darstellen lassen.
 - ❖ Eine Marktausweitung erscheint bsw. dort vielversprechend, wo möglichst werthaltige Produkte, die auch international absetzbar sind, bereitgestellt werden können.
 - ❖ Herstellungsverfahren und Prozesse zur Veredelung nachwachsender Rohstoffe müssen ökonomisch und ökologisch umsetzbar sein.
 - ❖ Außerdem müssen die geltenden nationalen und internationalen politischen Zielvorgaben eingehalten werden (z. B. European Biofuel Directive).



Ausblick: Mögliche Einsatzfelder

- Randbedingungen II -

-
- ❖ „Syntheseleistung der Natur“ ist nicht unbedingt mit einem Vorteil verbunden.
 - ❖ NawaRo lassen sich oft mit konventionellen Prozessen und Produkten kombinieren; dies erleichtert die Marktpenetration.
 - ❖ Konversionstechnologie für „neue“ Produkte steht z. T. noch am Anfang; vielversprechende F&E-Aktivitäten laufen.
 - ❖ Kosten-/Preissituation
 - Tendenziell ist die Verarbeitung von NawaRo umso günstiger, je höher entwickelt die Anlagentechnik ist
 - Oft höhere Preise auf der Ressourcenbasis; aber: je höher der Produktwert, desto geringer ist dieser Kostennachteil
 - ❖ Umweltvorteilhaftigkeit ist oft abhängig von der Effizienz des Lebenswegs; auch eine Kombination mit konventionellen Prozessen / Produkten kann positive Umwelteffekte haben.
 - ❖ Aber: NawaRo-Einsatz ist nicht a priori mit Kosten- und Umweltvorteilen verbunden (deshalb meist Einzelfallbetrachtung).

Ausblick: Mögliche Einsatzfelder - Randbedingungen III -

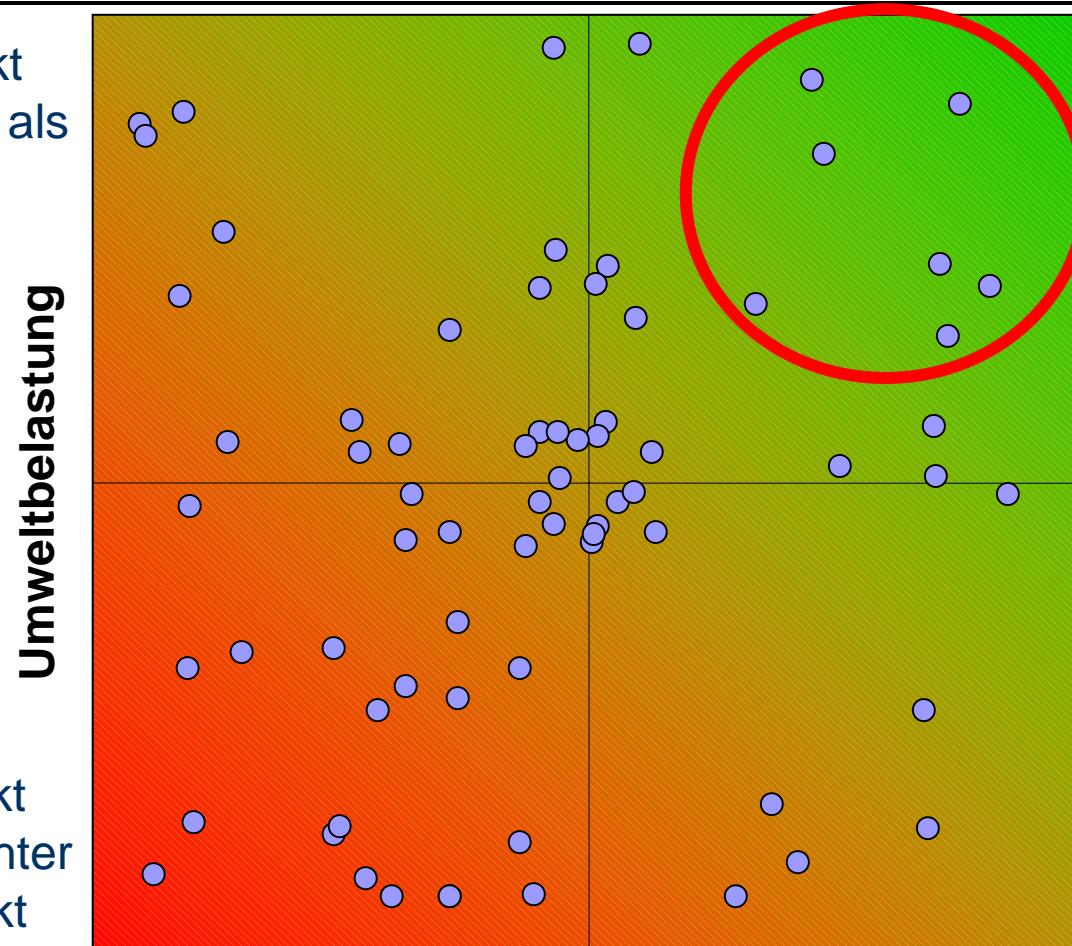
NawaRo-Produkt
ökologisch besser als
konv. Produkt

NawaRo-Produkt
ökologisch schlechter
als konv. Produkt

NawaRo-Produkt teurer
als konv. Produkt

Kosten

NawaRo-Produkt günstiger
als konv. Produkt





Ausblick: Mögliche Einsatzfelder

- Konsequenzen -

- ❖ Diese Bedingungen sind u. a. bei hoch veredelten Produkten (z. B. Vitamine, Biopolymere), ökologisch vorteilhaften Energieträgern (z. B. FT-Diesel, Bio-SNG) oder bei Nutzungsketten (d. h. komb. stoffl./energet. Nutzung) (z. B. Holzwerkstoffindustrie) gegeben.
- ❖ Dabei zeichnet sich eine unterschiedliche Dynamik ab:
 - „**Traditionelle**“ **Produkte/Märkte** zur
 - stofflichen Nutzung (z. B. Textilien, Papier, Karton, Pappe, Möbel, Baumaterialien): moderater Anstieg
 - energetischen Nutzung (d. h. feste, flüssige Brennstoffe): überproportionale Zunahme (wegen hoher Energiepreise)
 - „**Neue**“ **Produkte/Märkte** zur
 - stofflichen Nutzung (z. B. Formteile, Verpackungsprodukte, synthetisierte Zwischen- und Endprodukte mit bes. Eigenschaften): überdurchschnittliches Wachstum
 - energetischen Nutzung (d. h. flüssige, gasförmige Brennstoffe): starker Anstieg (wegen politischer Zielvorgaben)



Ausblick: Mögliche Einsatzfelder

- Vielversprechende „neue“ Prozesse (Auswahl) -

◊ **Fermentative / biokatalytische Prozesse**

- Fine chemicals
- Vitamine
- Aminosäuren
- Pharmazeutika
- Biopolymere
- Biogas

◊ **Syntheseprozesse**

- Synthetisierte flüssige und gasförmige Kraftstoffe (z. B. FT-Diesel, Bio-SNG)
- Synthetisierte Stoffe mit definierten Eigenschaften

◊ **Werkstoffe mit besonderen Eigenschaften**

- Faserverbundwerkstoffe
- Holzveredelung



Ausblick: Mögliche Einsatzfelder

- F&E-Felder -

-
- ❖ Biomasseressourcen
 - Verbesserung landwirtschaftlicher Produktionsverfahren
 - Optimierte Pflanzen mit hohen und sicheren Erträgen
 - Entwicklung globaler Biomassemärkte
 - ❖ Umwandlungspfade
 - Effizienzverbesserung bei vorhandenen Pfaden insbesondere im Rahmen integrierter Nutzungskaskaden
 - (Weiter-)Entwicklung fermentativer/biokatalytischer Prozesse (d. h. weiße Biotechnologie)
 - (Weiter-)Entwicklung von Syntheseprozessen
 - ❖ Produktmärkte
 - (Emotionale) Akzeptanz muss gewährleistet sein
 - Sicherstellung der Nachhaltigkeit im Vergleich zu den substituierbaren konventionellen Produkten



Ausblick: Mögliche Einsatzfelder

- Zusammenfassung -

-
- ❖ NawaRo können in vielen Bereichen unserer Volkswirtschaft vielversprechend eingesetzt werden; insbesondere eine weitergehende Integration in bestehende Wertschöpfungsketten – auch in Kombination mit vorhandenen Produkten insb. im Rahmen integrierter Nutzungskaskaden – erscheint vorteilhaft.
 - ❖ Um den Anteil der NawaRo in unserer Volkswirtschaft zu erhöhen, müssen folgende Bereiche forciert entwickelt werden.
 - Erweiterung der Biomasseressourcen-Basis
 - Ausweitung der Umwandlungstechniken und -pfade
 - Sicherstellung der Marktakzeptanz
 - ❖ Werden hier Fortschritte gemacht – und insgesamt sind wir auf einem guten Weg – können NawaRo weitergehend ökonomisch und ökologisch sinnvoll sowohl stofflich als auch energetisch in unserer Volkswirtschaft genutzt werden.



Vielen herzlichen Dank!

Institut für Energetik und Umwelt
gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116
D-04347 Leipzig

Tel.: +49 (0)341 / 2434 – 113
Fax: +49 (0)341 / 2434 – 133

Prof. Dr.-Ing. Martin Kaltschmitt
mk@ie-leipzig.de