

Biotechnische Konversion nachwachsender Rohstoffe



Mikrobielle und Enzymatische Biotransformationen



Übersicht

- ▶ Stand und Potentiale der Nutzung von Nachwachsenden Rohstoffen
- ▶ Fermentative und Enzymatische Konversion von Nachwachsenden Rohstoffen
- ▶ Forschungsförderung der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) und des BMVEL zur Biokonversion von Nachwachsenden Rohstoffen



Nutzung von NR

Stoffliche Nutzung

Im Jahre 1998 wurden in der dt. chemischen Industrie ca. 2 Mio. t an nachwachsenden Rohstoffen eingesetzt:

- ▶ 1.150.000 t Öle und Fette,
- ▶ 600.000 t Stärke,
- ▶ 215.000 t Cellulose,
- ▶ 31.000 t Saccharose,
- ▶ ca. 100.000 t diverse andere nachwachsende Rohstoffe

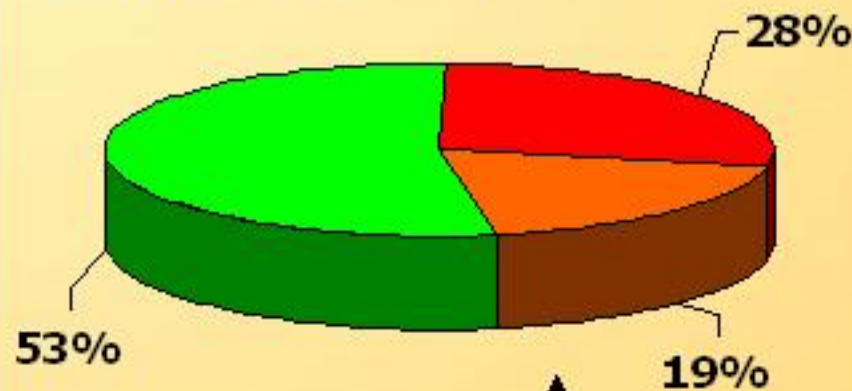
Insgesamt sind ca. 10 % der Rohstoffe der dt. chemischen Industrie nachwachsende Rohstoffe



Nutzung von NR

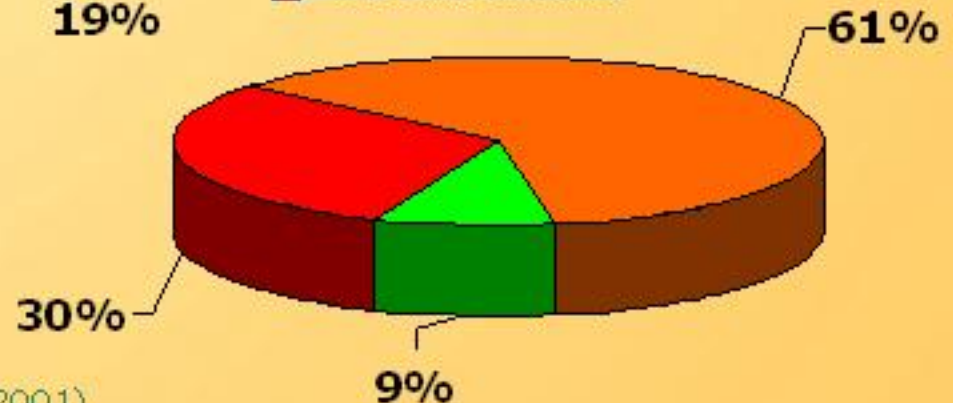
Stärke für die chemische Industrie

- **Verzuckerungsprodukte**
- **Native Stärken**
- **Modifizierte Stärken**



Stärkeverbrauch in Chemie
und Fermentation:
144.000 t (2001)

- **Chemie und Fermentation**
- **Papier und Pappe**
- **Lebensmittel**



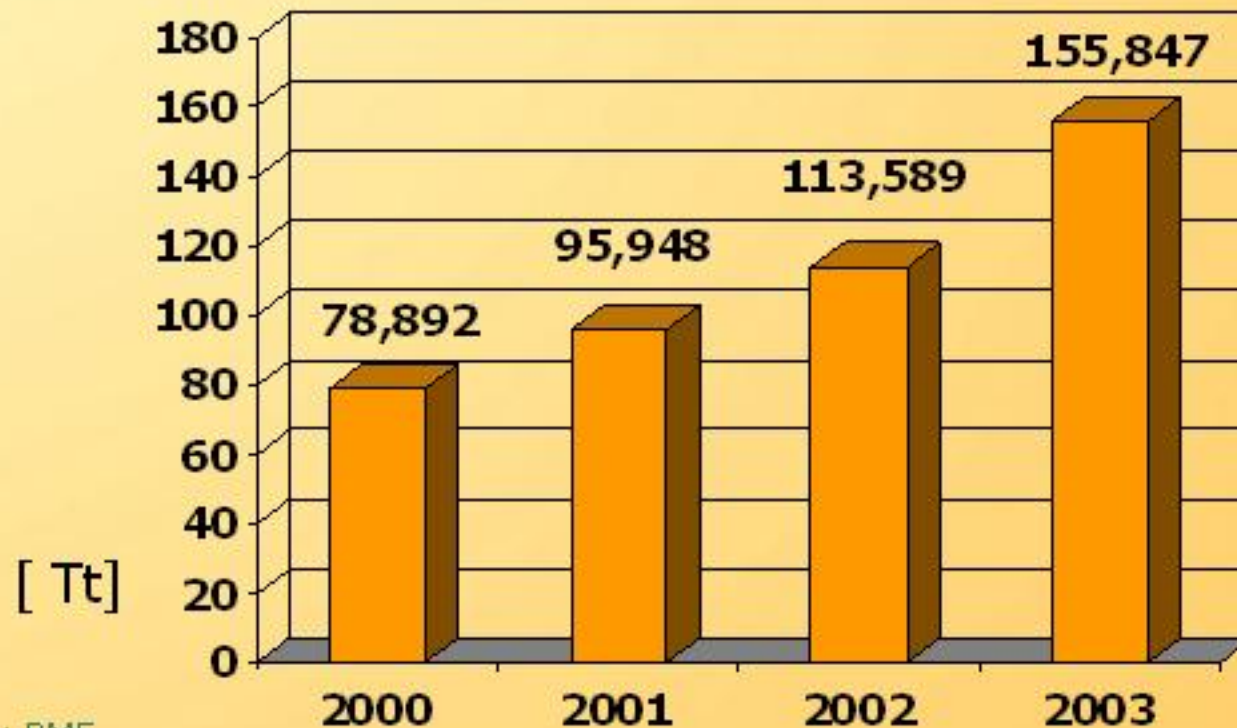
Quelle:
Fachverband Stärkeindustrie e.V. (2001)



Nutzung von NR

Zucker für die chemische Industrie

- ▶ Unter Gewährung von Produktionserstattung in Deutschland von der chemischen Industrie verarbeitete Saccharose/ Isoglucose



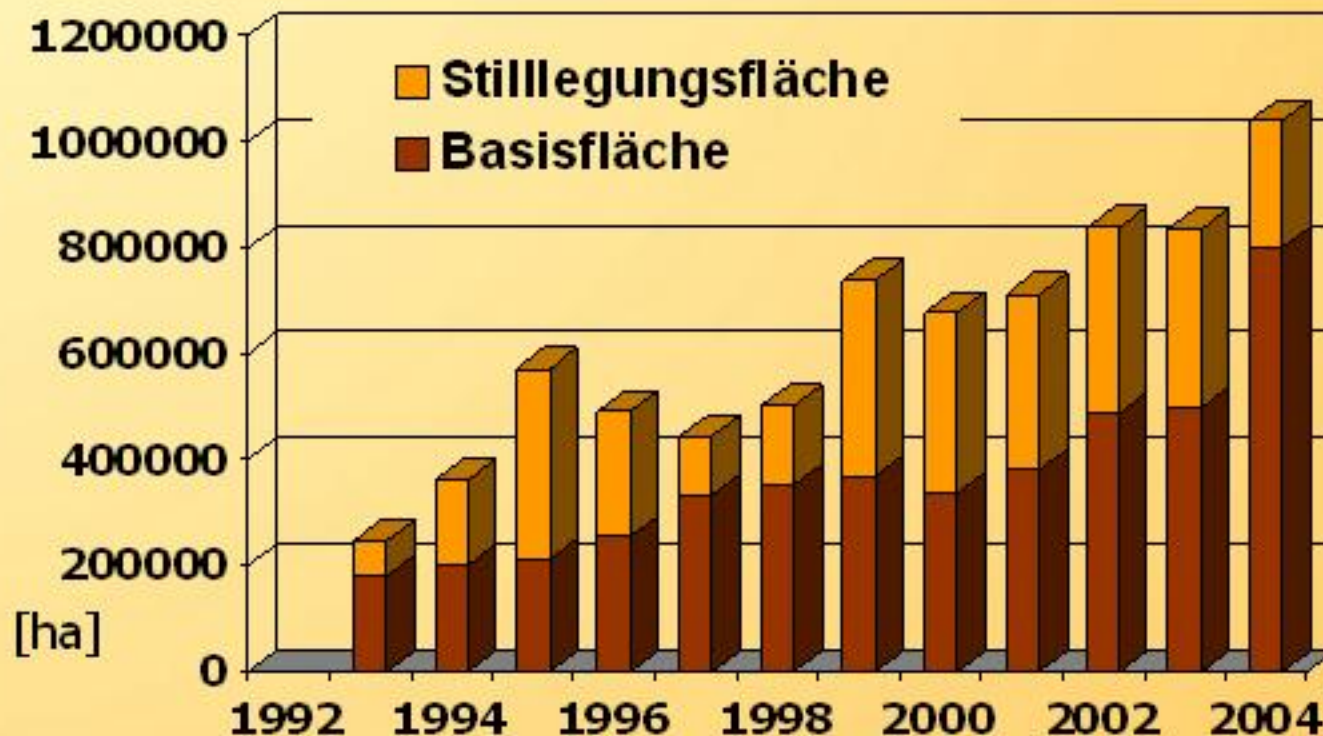
Quelle: BMF



Nutzung von NR

Anbaufläche

2004: 1.040.000 ha = 9 % der dt. Ackerfläche



Quelle: BMVEL, BLE



Biokonversion von NR

Potentiale

- ▶ Zucker, Stärke, Fette und Öle als Fermentationsrohstoff für chemische Produkte

- ▶ Anteil biotechnologischer Produkte an der Gesamtproduktion der chemischen und pharmazeutischen Industrie

Aktuell	< 10%
2010	20%
2030	30%

- ▶ Anteil biotechnologischer Produkte an Teilbereichen der chemischen und pharmazeutischen Industrie

2010	
Feinchemikalien	60%
Spezialchemikalien	20%
Basischemikalien	15%
Polymere	15%

Quelle: Festel Capital (2003), McKinsey (2003)



Nutzung von NR

Anbaupotentiale Deutschland

Jahr	Quelle	Ackerfläche für Non-Food [Mio. ha]	Anteil an der heutigen Ackerfläche*
2010	Öko-Institut	1.94	16.6 %
2030	Öko-Institut	3.26	27.9 %
2050	Öko-Institut	3.94	33.7 %
2004	BMVEL	1.04	8.9 %

* 11.7 Mio. ha (2003)

Fritsche et. al., Öko-Institut e.V. (2004):
 „Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse“



Nutzung von NR

Rohstoffpotentiale Deutschland (Ackerfläche)

- Szenario mit einem fiktiven Rohstoffmix auf der für 2050 prognostizierten Non-Food Ackerfläche von 3.94 Mio. ha

Ackerkultur	Flächenanteil am Mix	Ertrag [dt/ha]	Rohstoffmenge [Mio.t]
Weizen	35%	80	11.0
Mais	35%	80	11.0
Zuckerrüben	10%	600	23.6
Raps	20%	35	2.8

Gesamt: 48.5 Mio. t



Nutzung von NR

Anbaupotentiale Welt

Szenario für 2040 unter der Annahme
einer Weltbevölkerung von 9 Mrd.

▶ Ackerfläche (2040): 2.8 Mrd. ha

Food (2040): 1.8 Mrd. ha (65%)

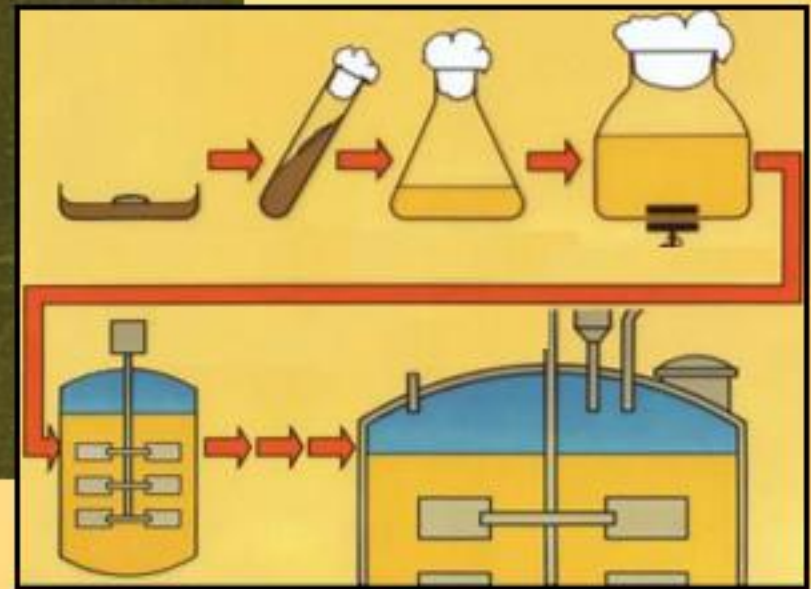
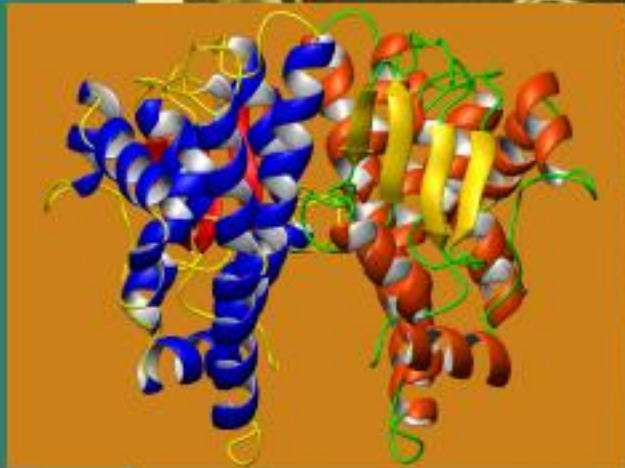
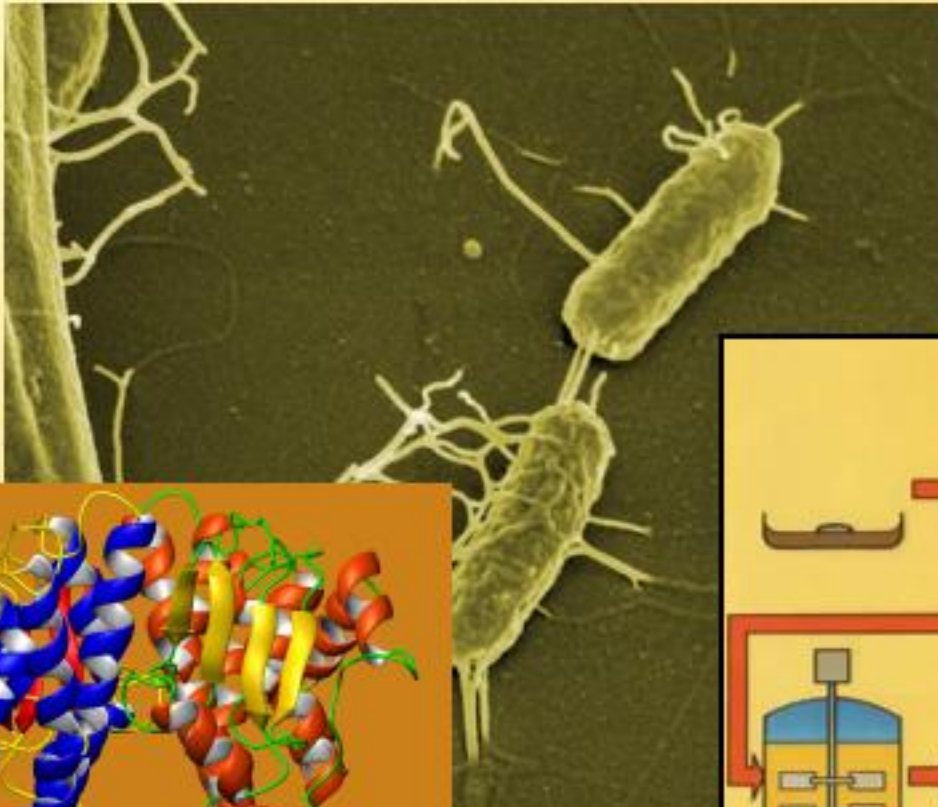
Non-Food (2040): 1.0 Mrd. ha (35%)

Quelle:

C.GESSA AND F.TRIFIRO, "THE GREEN REVOLUTION FOR CHEMISTRY",
International South Europe Symposium on Non-Food Crops: From
Agriculture to Industry, Bologna, 15-16 May 2003



Fermentative und Enzymatische Konversion nachwachsender Rohstoffe





Fermentationen

Fermentationsrohstoffe

Kohlenhydrate

- Glucose, Stärke-Hydrolysat, lösliche Stärke, Getreidemehl, Maisquellwasser
- Saccharose, Melasse
- Lactose, Molke
- Cellulose, Holzmehl
- C5-Zucker, Hemicellulosen
- Lignocellulose

Öle und Fette

- Pflanzenöle, Fettsäuren/Fettsäureester
- Glycerin



Fermentationen

Rohstoffkosten

- ▶ Kosten der Fermentationsrohstoffe können einen beträchtlichen Anteil der Produktionskosten ausmachen
- ▶ Investitionskosten und/oder Downstream-Kosten können jedoch die Rohstoffkosten relativieren
- ▶ neben dem Rohstoffpreis sind auch Verfügbarkeit und (konstante) Qualität wichtige Faktoren

Rohstoff	Weltmarktpreis
Zuckerrüben	7-20 \$/t
Weizen, Mais	100-140 \$/t
Saccharose	180-220 \$/t
Glucose	~ 250 \$/t
Melasse	70-90 \$/t
Raps	150-260 \$/t
Rapsöl	440-610 \$/t
Glycerin	200-300 \$/t

Erdöl	1950-2000	~ 140 \$/t
	2004	~ 200-300 \$/t
Ethylen		530 \$/t
Propylen		420 \$/t



Fermentationen

Industrielle Verfahren

Fermentations- produkt	Endprodukt(e)	Kapazität [T jato]	Betreiber (Beispiel)
Ethanol	Kraftstoff, Lösemittel	> 20.000	ADM
Milchsäure	Polymilchsäure (PLA), Ethylactat	> 150	Cargill Dow
L-Sorbose	Vitamin C	> 80	DSM
Xanthan	Viskositätsregler	40	Rhodia
Itaconsäure	Fasern, Detergenzien, Komplexbildner	15	Cargill
1,3-Propandiol	Polytrimethylen- terephthalat (PTT)	0.1	Du Pont
Pharma- aminosäuren	Infusionen	5	Degussa



Enzymkatalyse

Anwendungen

- ▶ Enzymatische Modifikation der Pflanzen nach der Ernte bzw. bei der Erstverarbeitung
(bspw. Flachsröste)
- ▶ Enzymatische Gewinnung von reinen biogenen (Roh)stoffen
(bspw. Fettsäurespaltung zu Fettsäuren, Stärkeverzuckerung zu Glucose)
- ▶ Enzymkatalysierte Konversion von Kohlenhydraten, Ölen/Fetten und Proteinen zu Zwischenprodukten
(bspw. Umsetzung von Inulin zu Difruktoseanhydrid)
- ▶ Enzymkatalysierte Funktionalisierungen von Kohlenhydraten, Ölen/Fetten und Proteinen
(bspw. Veresterung bzw. Epoxidierung von Fettsäuren)



Fermentationen

Restbiomasse

- ▶ Substrat für Biogasanlagen (TS < 10%), Düngemittel, Futtermittel
(Bioabfall-, Futtermittel- bzw. Düngemittelverordnung sind zu beachten)



9.800 qm Biogas-Fermenter mit angekoppeltem BHKW ($3.5 \text{ MW}_{\text{th}}$) an der Stärkefabrik Lüchow mit 160.000 jato Substrat:

Kartoffelfruchtwasser (87.000 t)

Pülpe (10.000 t)

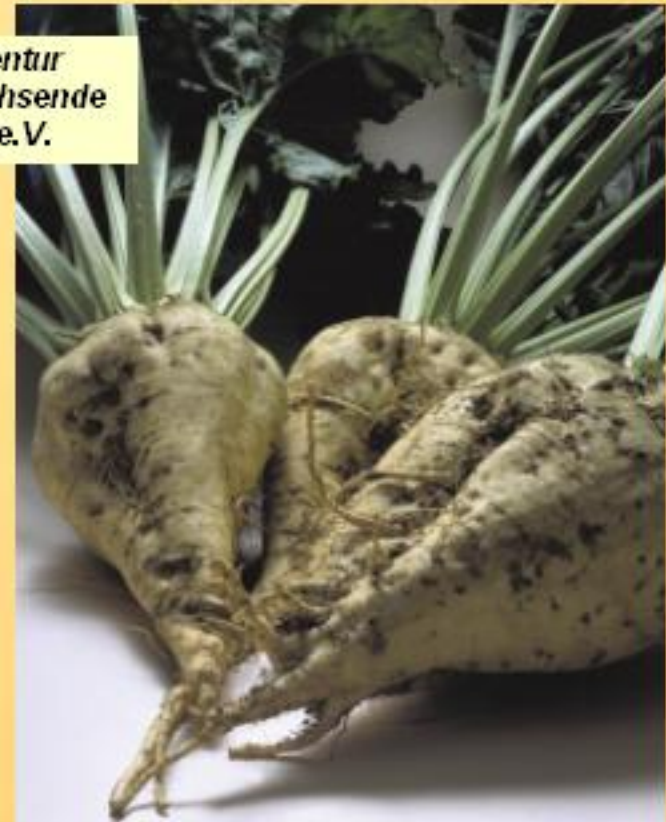
Mais (50.000 t)

Gülle (13.000 t)



Förderaktivitäten der FNR im Rahmen des Förderprogramms „Nachwachsende Rohstoffe“

*Fachagentur
Nachwachsende
Rohstoffe e.V.*





Projektförderung

Biokonversion

Vorhaben 1993-2004	Anzahl	Fördersumme Mio. €
abgelaufen	22	5.0
laufend	36	6.2
Gesamt	58	11.2



Förderschwerpunkt Biokonversion

Ziele und Stand

22 Projekte in 12 Konsortien unter substantieller Beteiligung der Industrie

- ▶ Biokonversion substantieller Mengen an NR
- ▶ Substitution chemischer Verfahren durch Bioprozesse
- ▶ Entwicklung von neuen oder verbesserten Bioprozessen
- ▶ Neue oder verbesserte Produkte auf Basis von Zuckern, Stärke oder Fetten/Ölen durch Biokonversion
- ▶ Enzymatische Umwandlungen und Modifikationen von Zuckern, Stärke, Polyosen, Ölen/Fetten und Proteinen
- ▶ Entwicklung/Produktion von Biokatalysatoren/Enzymen für Biokonversionen von NR



Förderschwerpunkt Biokonversion

Projekte

- ▶ Fermentative Gewinnung von Chitosan aus Pilzen
- ▶ Biotechnologische Herstellung von Erythrulose
- ▶ Einsatz von Hefen zur Gewinnung von Duft-/Aromastoffen
- ▶ Fermentative Gewinnung von Itaconsäure mit Hefen bzw. Pilzen
- ▶ Gewinnung von hochwertigen Lipiden
- ▶ Enzymatische Lacton-Synthese auf Basis von Fettsäuren
- ▶ Enzymatische Vernetzung von Proteinen Fermentative Herstellung von Pharma-Aminosäuren
- ▶ Enzymatische Modifizierung von Holzfasern
- ▶ Nutzung von durch den Rotfäulepilz degradiertem Fichtenholz



Förderschwerpunkt Biokonversion

Zukünftige Förderung

- ▶ Auch wenn die Ausschreibung des **Förderschwerpunkts „Biokonversion von nachwachsenden Rohstoffen“** bereits abgelaufen ist, ist die FNR auch weiterhin an Projekten interessiert, die das Ziel der Entwicklung von marktnahen oder marktfähigen fermentativen und enzymatischen Verfahren/Produkten auf Basis einheimischer nachwachsender Rohstoffe anstreben.
- ▶ Im Rahmen des **Förderprogramms „Nachwachsende Rohstoffe“** ist die biotechnische Konversion von nachwachsenden Rohstoffen auch künftig ein vorrangiger FuE-Schwerpunkt.
- ▶ Biotechnische Verfahren sind Bestandteil des aktuellen **Förderschwerpunkts „Feinchemikalien aus nachwachsenden Rohstoffen“**



Schwerpunkt Feinchemikalien

Fachgespräch am 05.10.2004

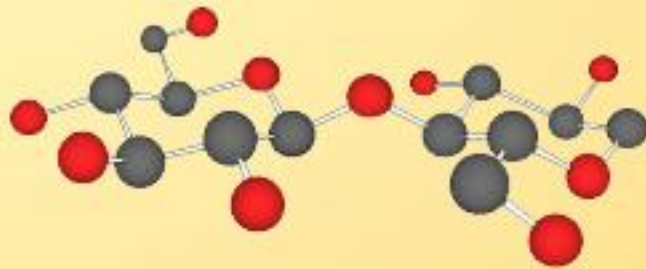
- ▶ Marktnahe und marktfähige Produkte und Verfahren für Feinchemikalien auf Basis nachwachsender Rohstoffen
- ▶ FuE-Handlungsbedarf:
 - Entwicklung und technische Anwendung thermochemischer und chemokatalytischer sowie **mikrobieller und biokatalytischer Verfahren** zur Konversion von NR zu Zwischenprodukten sowie Fein- und Spezialchemikalien
 - Optimierungen und Innovationen im Bereich der **Reaktortechnologie** sowie im **Downstream-Bereich**
 - Entwicklung von Verfahren zur effektiven Nutzung von Koppelprodukten (bspw. Glycerin).



Ansprechpartner

Fette und Öle

Dr. Holst



Dr. Peters

Zucker, Cellulose,
Biokonversion



Stärke

Frau Herrmann