

Biobasierte Polymere

Technische und ökonomische Herausforderungen

Deutscher Bioraffinerie-Kongress 2007

Dr. Dietrich Scherzer

Polymerforschung
BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen

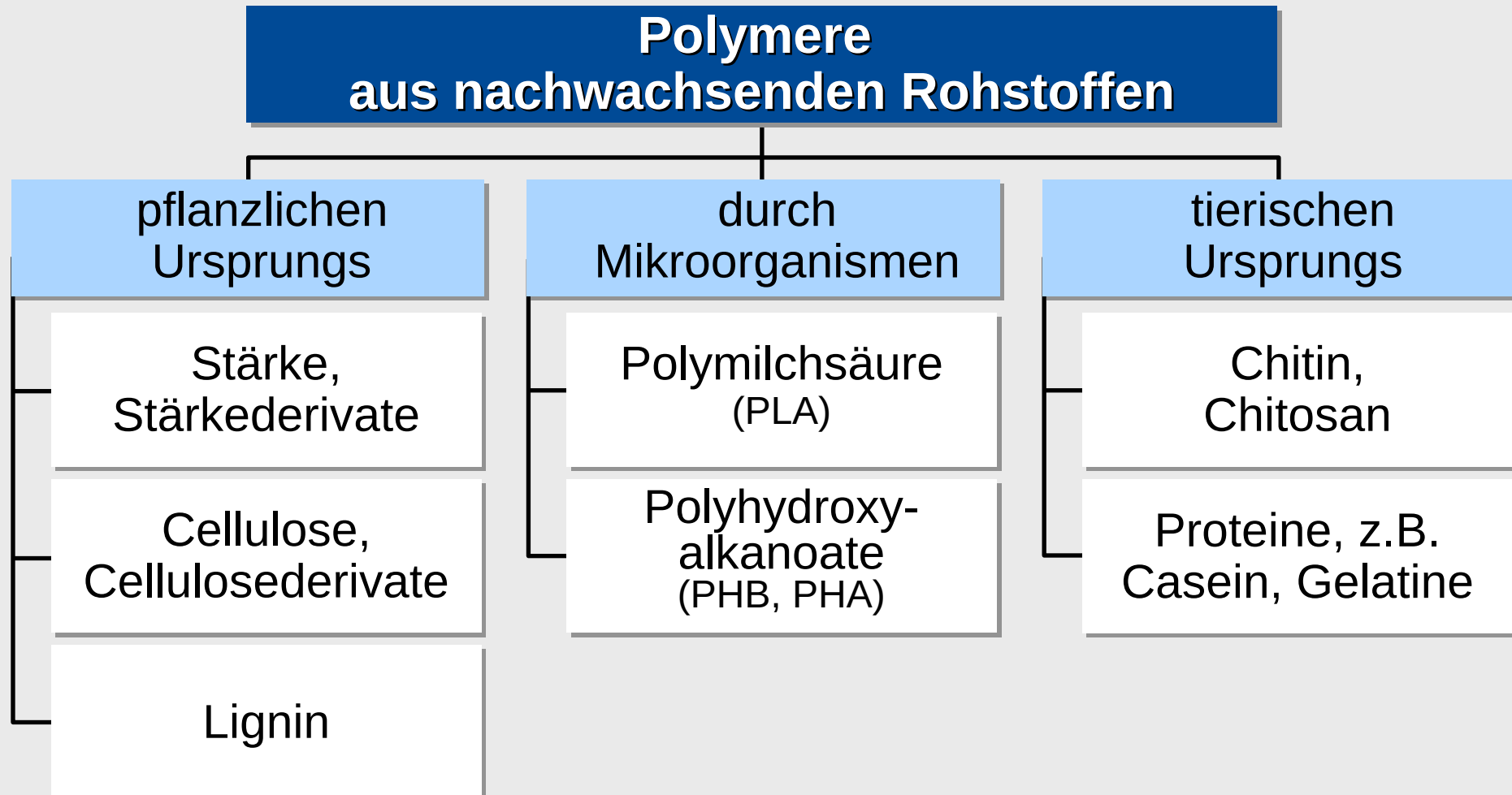


The Chemical Company

1. Einleitung
2. Rohglycerin als Rohstoffbasis für Fermentationen
3. Kommerzialisierung von Poly-3-hydroxybutyrat (PHB)
 - Eigenschaftsprofil
 - Technische & ökonomische Herausforderungen
4. Schlussfolgerungen

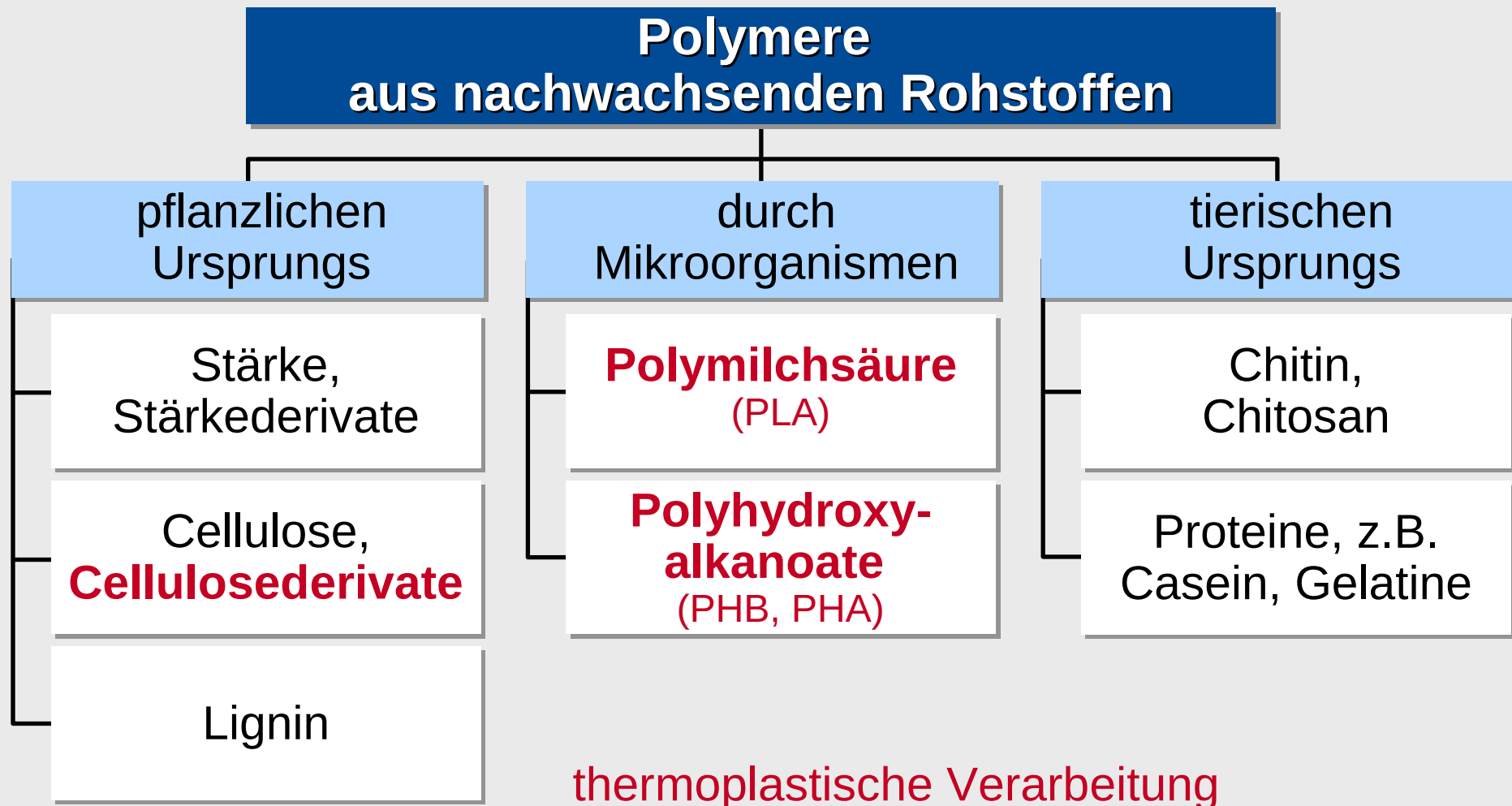
Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen

Systematik



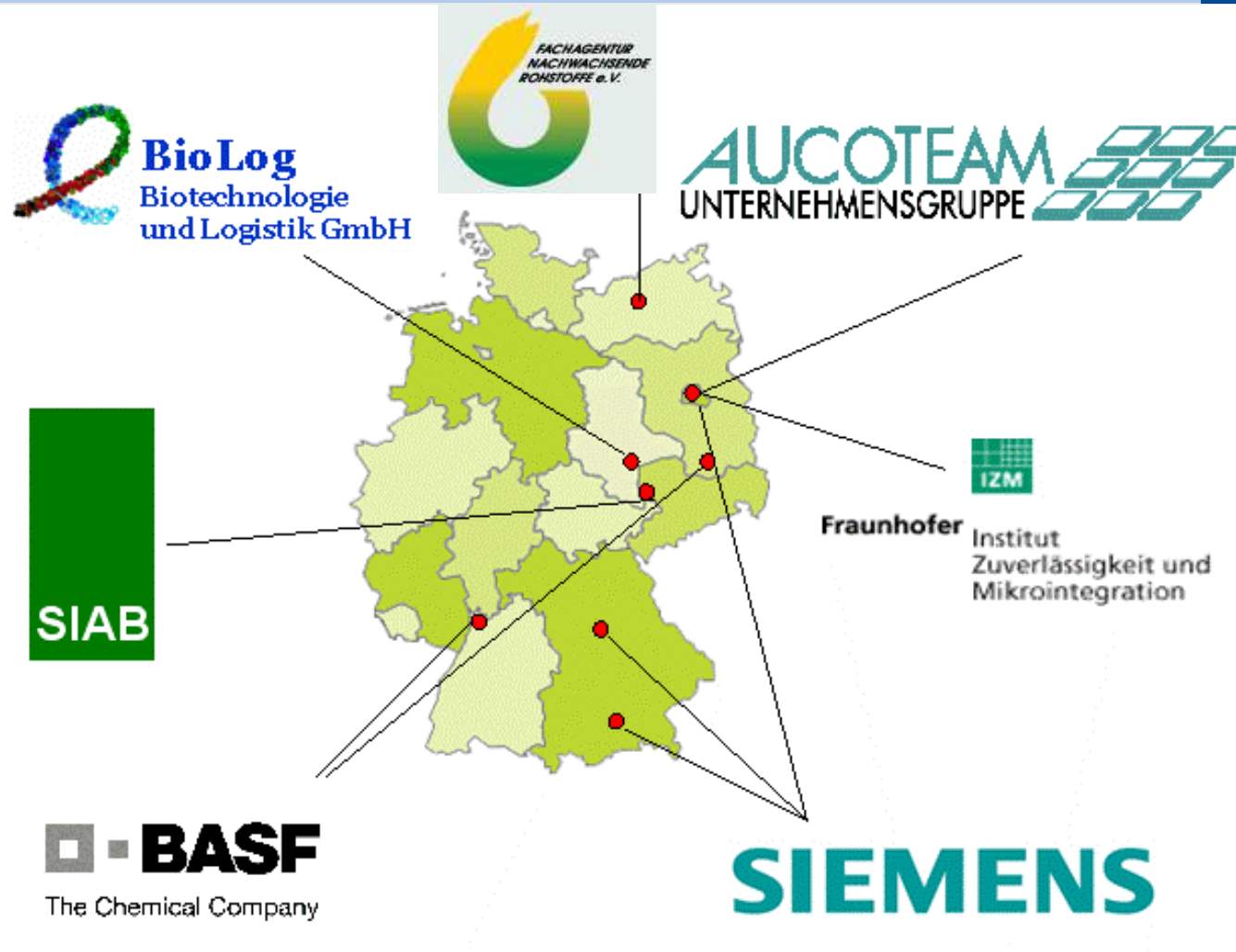
Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen

Systematik



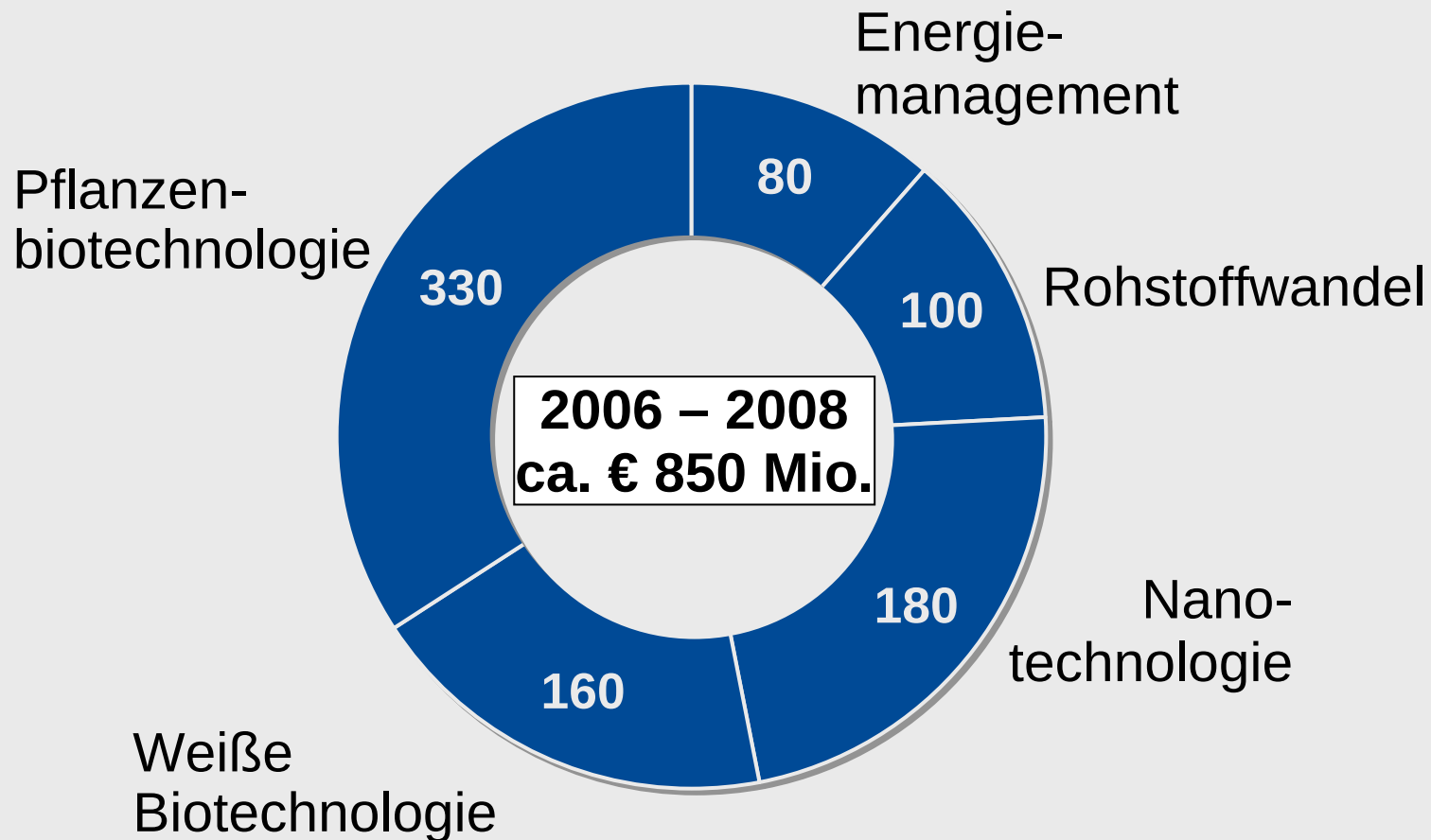
BIOPRO / BIOFUN

Projektpartner



BASF Investitionen in Biotechnologie

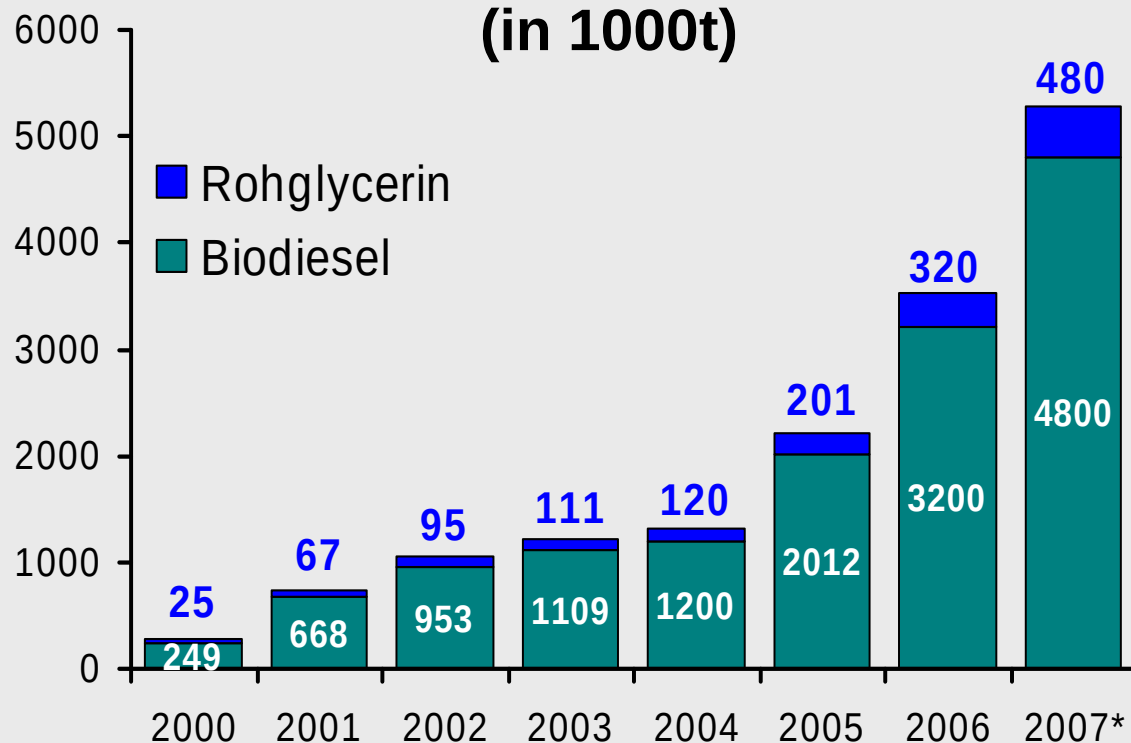
Zusätzliche Forschungsmittel im Rahmen von Wachstumsclustern



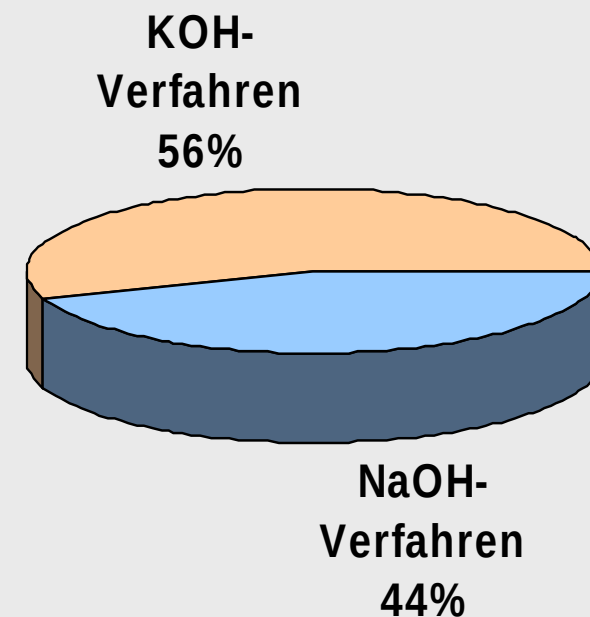
Biodieselpkapazitäten

Deutschland weltweit führend

Kapazitäten in Deutschland (in 1000t)



Verfahrenstypen (in 2004)



Quelle: Verband der deutschen Biokraftstoffindustrie e.V.;
* Prognose 2007 (Meldung Reuters);

Biodiesel – Zwei Verfahren im Vergleich

EOP Falkenhagen

RME-Verfahren

Rapsöl
nach der Heipressung

Umesterung mit 0,5–1,0% **KOH**

ca. 10 %

85%ig Glycerin

ca. 9% Wasser
ca. 2,2% K_2SO_4
0,161meq/g unges. A.
pH-Wert 4 - 5

Biodiesel

ADM Hamburg

CD-Prozess

vorgereinigtes
raffiniertes Rapsöl

Umesterung mit 0,5–1,0% **NaOH**

ca. 10 %

80% Glycerin

ca. 11% Wasser
ca. 5,6% NaCl
0,029meq/g unges. A.
pH-Wert 5 - 6

Analysendaten von Rohglycerin-Mustern

Analyseergebnisse BASF Schwarzheide



	NaOH - Verfahren			KOH - Verfahren			
	ADM Hamburg	NEW Marl	BIO-Diesel Wittenberge	Biopetrol Schwarh.	KVG Schleswig	Campa Ochsenfurt	EOP Falkenhagen
Glycerin %	95	95	97	53	56	90	93
pH-Wert	5,9	6,4	6,8	11,6	10,4	6,0	4,1
Na-Geh. %	2,23	1,92	1,02	-	-	-	-
Cl-Geh. %	3,29	3,06	3,19	-	-	-	-
K-Geh. %	-	-	-	0,22	2,70	0,45	0,64
Sulfat-Geh.%	-	-	-	0,02	0,06	1,11	1,63

Fermentationsausbeuten

Ralstonia Eutropha (Laborfermenter)

	Rohglycerin NaOH- Verfahren	Rohglycerin KOH- Verfahren	Reines Glycerin (p.a.)
NaCl	5,5 %	---	---
K ₂ SO ₄	---	0,8 %	---
PHB-Gehalt (nach 48 Std.)	ca. 50 %	ca. 60 %	ca. 65 %

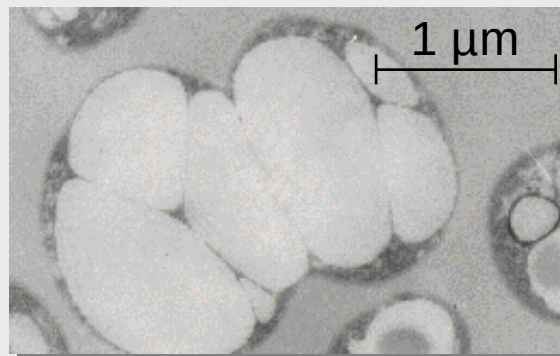
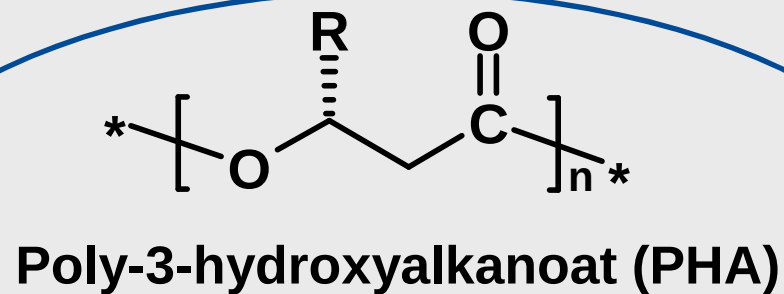
Bei zu hohem Salzgehalt im Rohglycerin geringe PHB-Ausbeuten

Poly-3-hydroxyalkanoate (PHA's): Synthese durch Fermentation

- PHA's können in verschiedenen Bakterien synthetisiert werden und bis zu 90% der Biotrockenmasse ausmachen
- Sie werden als Partikel (Granula) akkumuliert und müssen von der Biomasse abgetrennt werden



Glucose
Saccharose
Glycerin
Palmöl



Quelle: Zentrum für Elektronenmikroskopie
& AG Angewandte Physiologie, TU Graz

Poly-3-hydroxybutyrat (PHB)

Eigenschaften



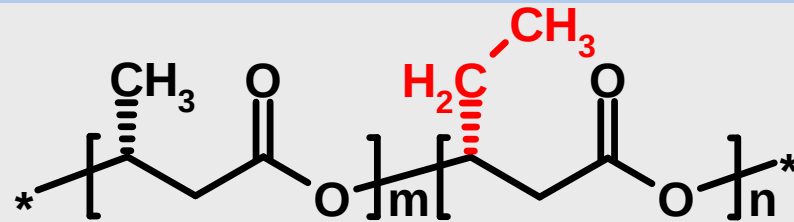
Eigenschaften:

- Teilkristalliner, thermoplastischer Polyester natürlichen Ursprungs
- Bioabbaubar, aber hydrolysestabil während dem Gebrauch
- Schmelztemperatur: ca. 180 °C
- Passt in existierende Prozesse und Produktlinien
- Breite Variation der Eigenschaften möglich durch Copolymere und Blends, bevorzugt Ecoflex®

Variation der Eigenschaften: Copolymere oder Blends

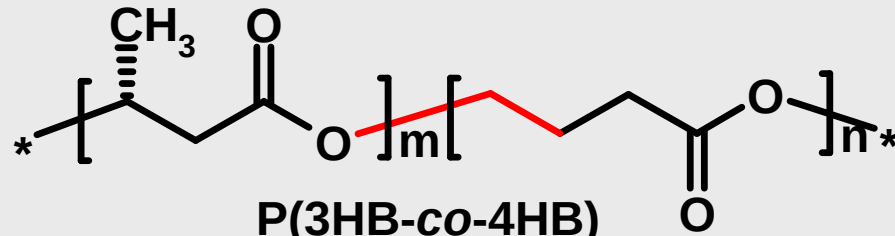
Beispiele

Copolymere:



P(3HB-co-3HV)

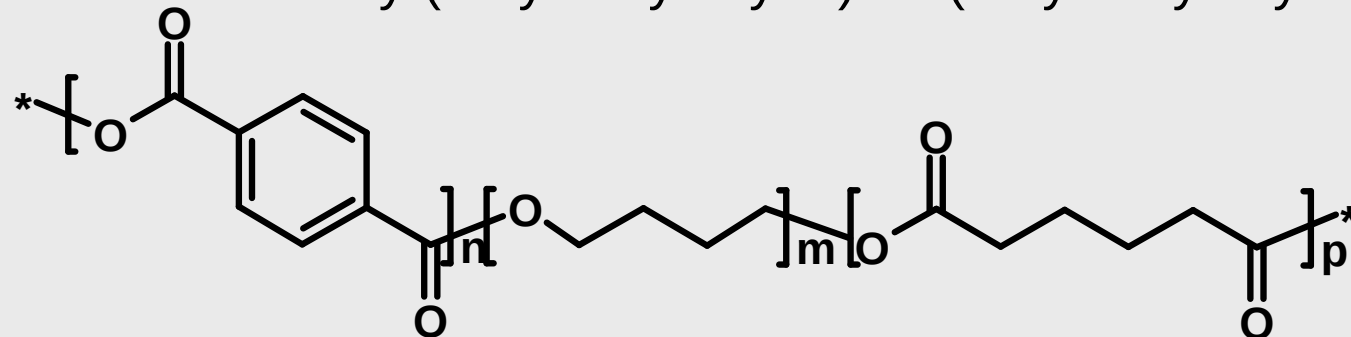
Poly-(3-hydroxybutyrat)-co-(3-hydroxyvalerat)



P(3HB-co-4HB)

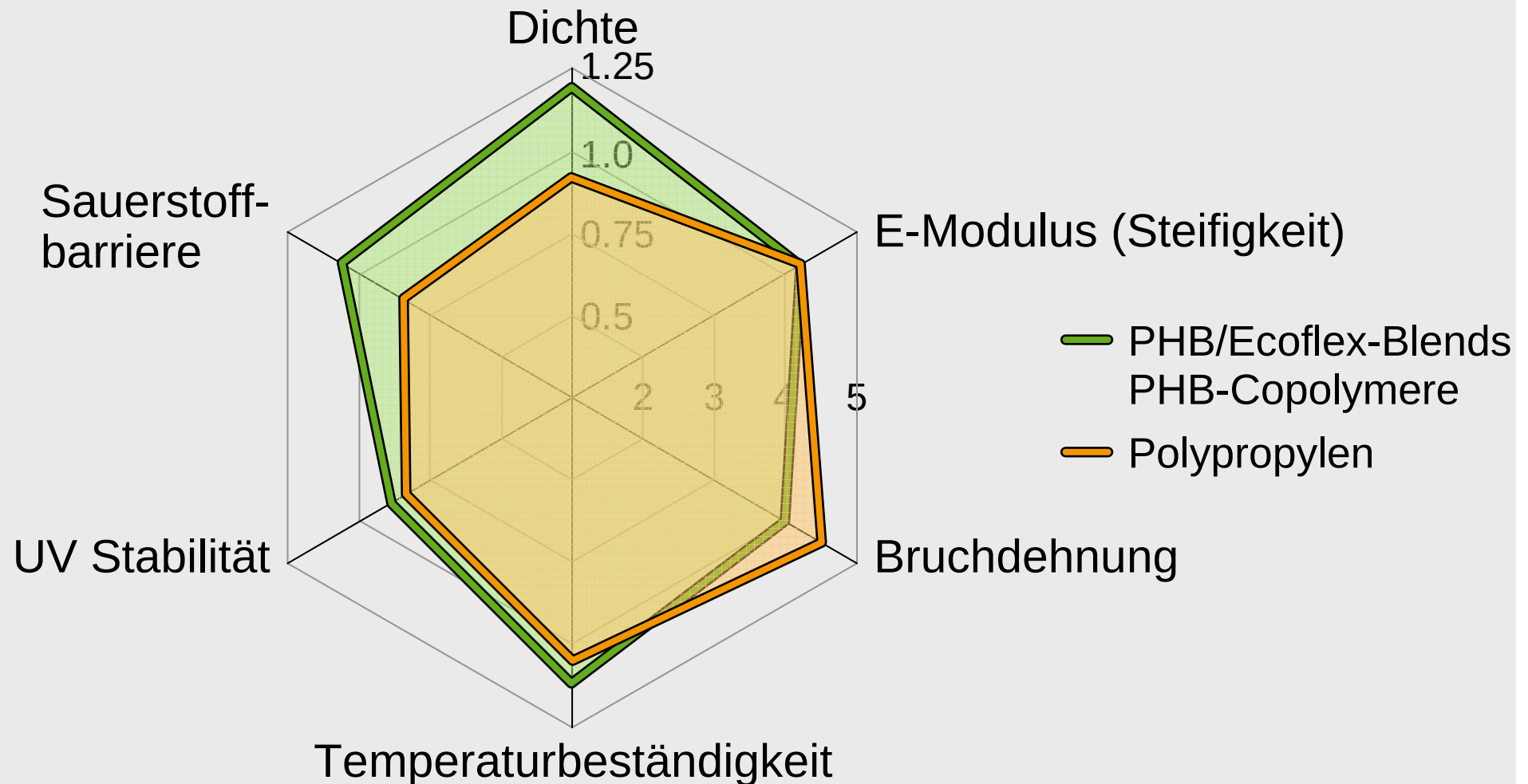
Poly-(3-hydroxybutyrat)-co-(4-hydroxybutyrat)

Ecoflex®:



Copolyester aus Adipin- und Terephthalsäure mit Butandiol

PHB/ Ecoflex®-Blends sind in vielen Eigenschaften vergleichbar mit Polypropylen

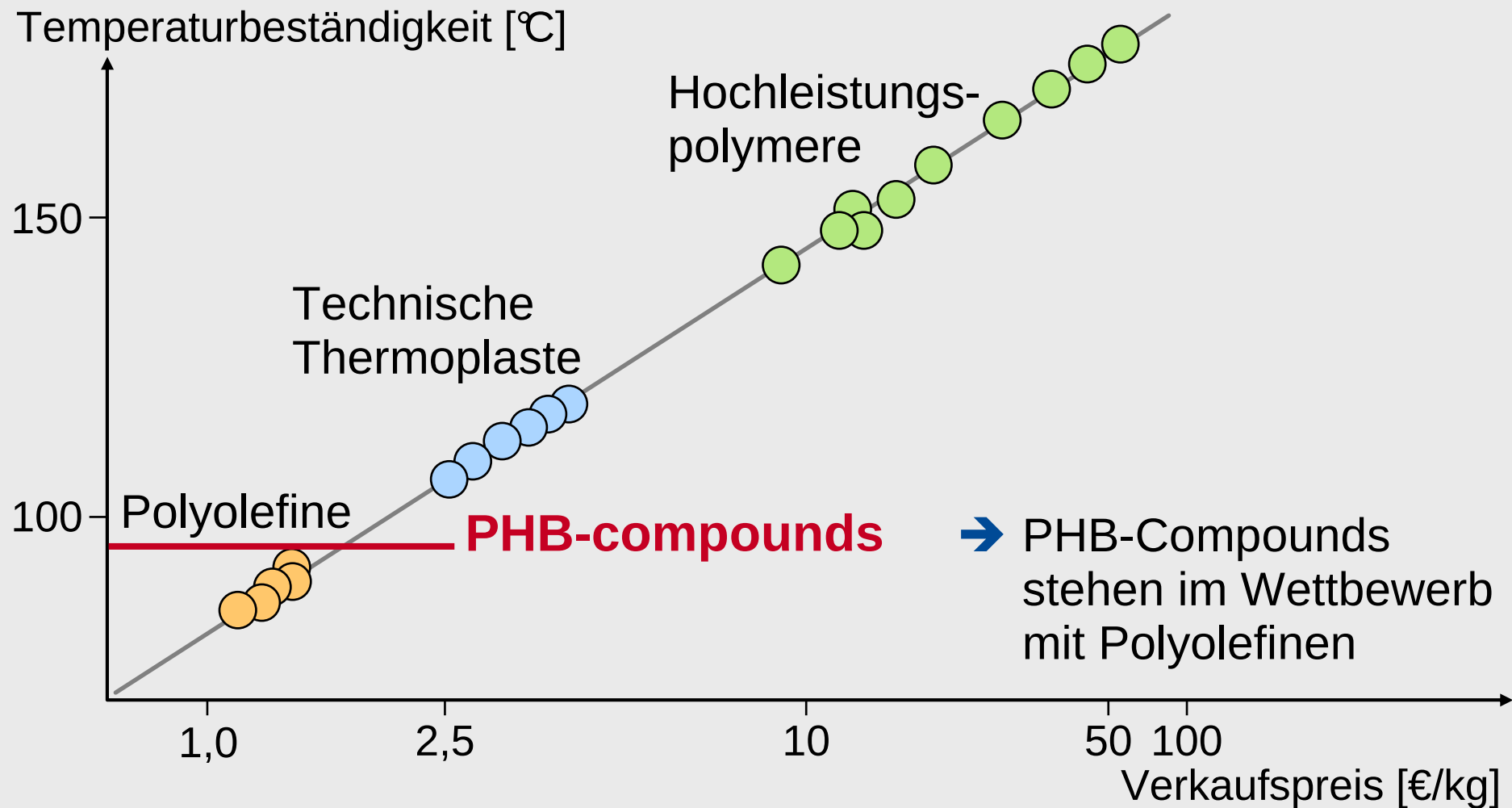


Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen



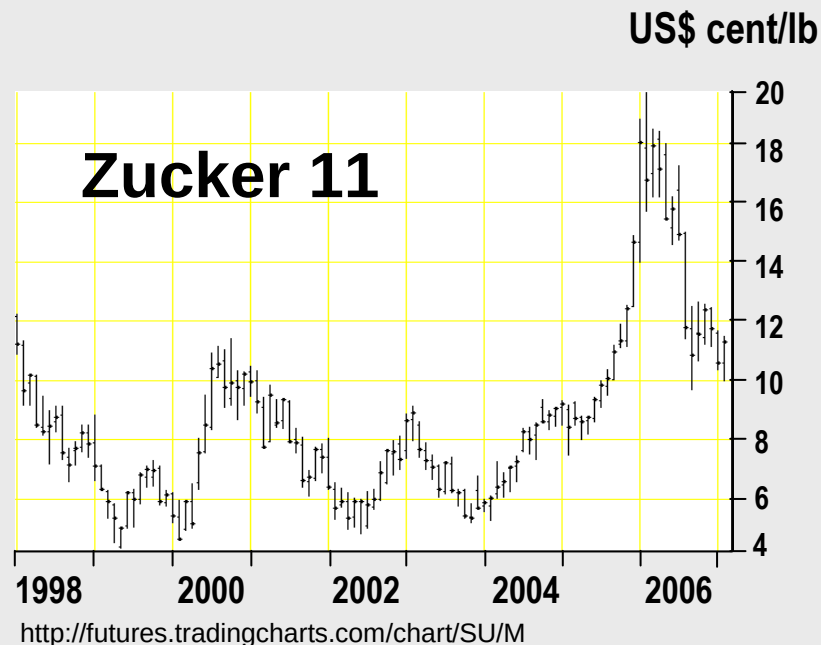
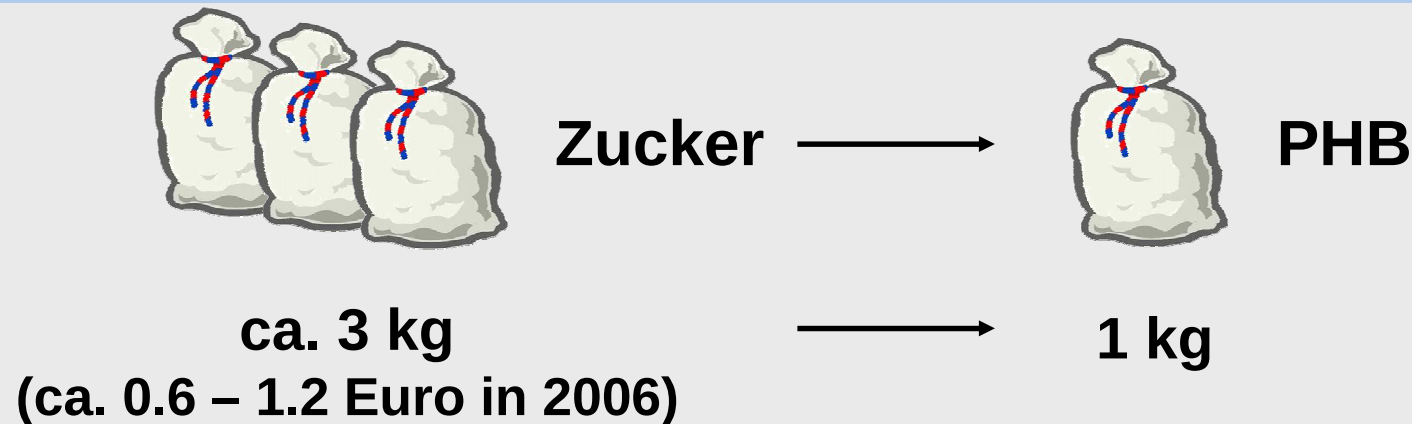
**Schüsseln aus
PHB/Ecoflex[®]-
Blends**

Einordnung von PHA's in das bestehende Thermoplast-Portfolio



PHB: Einfluss der Rohstoffkosten

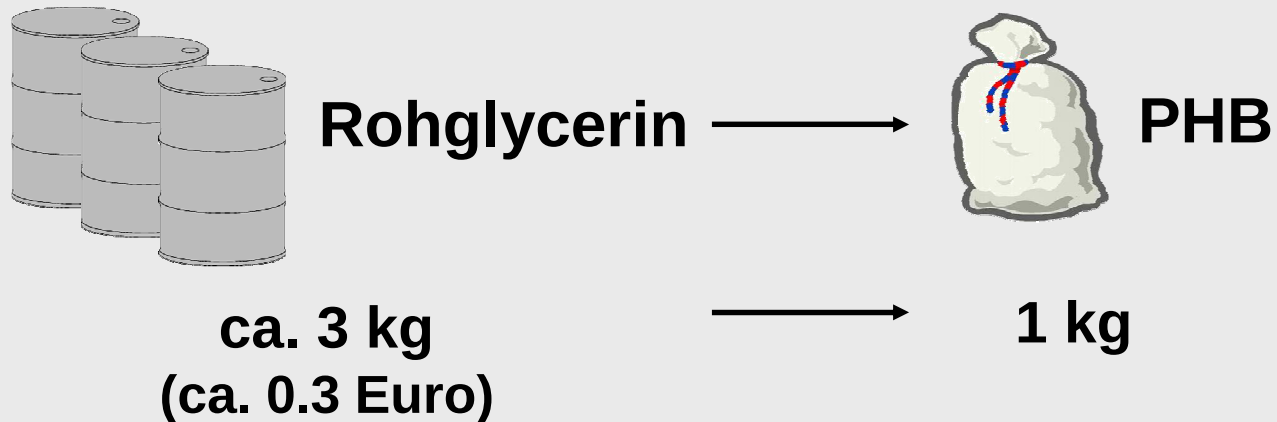
Zucker als Einsatzstoff



- Großer Einfluss auf PHB Herstellkosten
- Starke Schwankungen des Zuckerpreises in 2006 wegen hoher Nachfrage nach Bioethanol
- Risiko höherer Zuckerpreise bei steigendem Ölpreis
- **Ziel: Entkopplung der Rohstoffkosten vom Ölpreis!**

PHB: Einfluss der Rohstoffkosten

Rohglycerin als Einsatzstoff

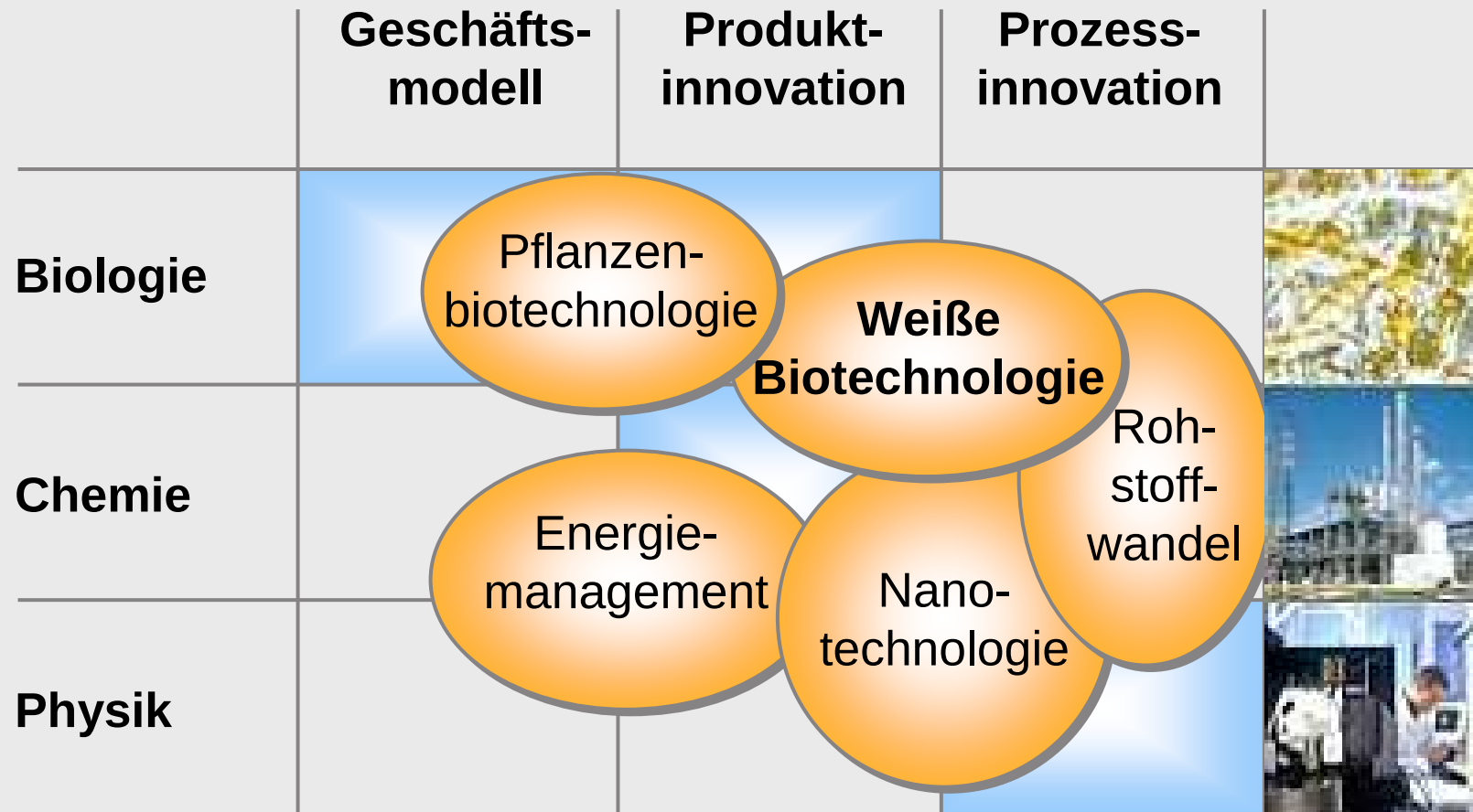


- Bisher noch keine Marktpreise für Rohglycerin
- Kosten im Bereich des Brennwertes: 0,1 €/kg

- Im Rahmen von BIOPRO wurde gezeigt, dass sich Rohglycerin aus der Biodieselproduktion zur Herstellung von PHA's eignet
- Für einen kommerziellen Erfolg muss jedoch vor allem die Aufarbeitung noch erheblich vereinfacht werden
- PHA's stehen im Wettbewerb mit großvolumigen Standardkunststoffen wie PE und PP (Chance und Risiko)
- Im Rahmen des Wachstumsclusters „Weiße Biotechnologie“ forscht BASF intensiv an Verbesserungen des Herstellungsprozesses und der Produkte

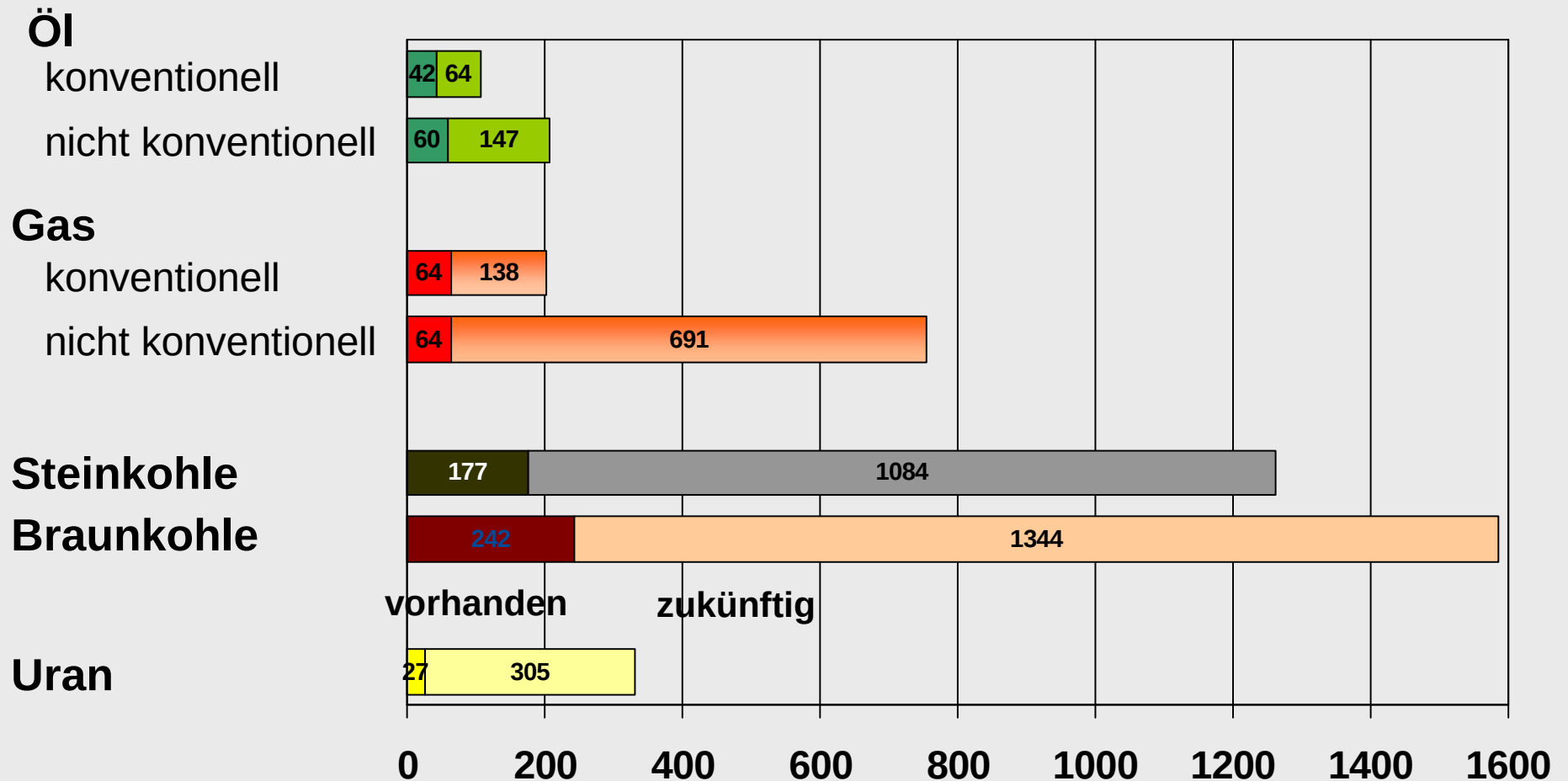
Backup

Wachstumscluster bei BASF



Reichweite fossiler Rohstoffe

Basis 2004



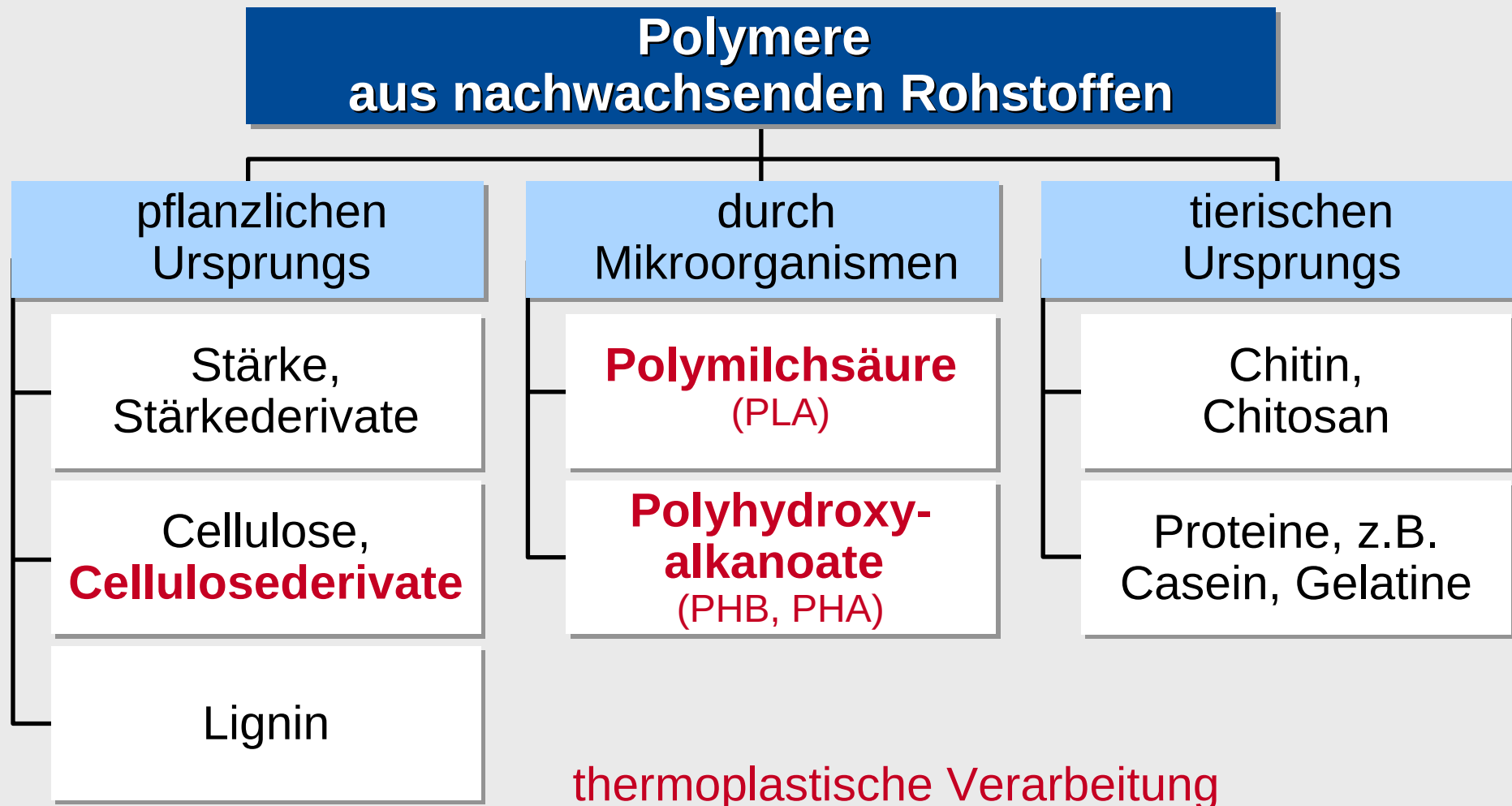
Quelle: Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

Nachgewiesene Reserven: Zugänglich mit existierenden Technologien und derzeitigen Preisen

Zukünftige Reserven: Zugänglich mit neuen Technologien

Polymere aus nachwachsenden Rohstoffen

Systematik



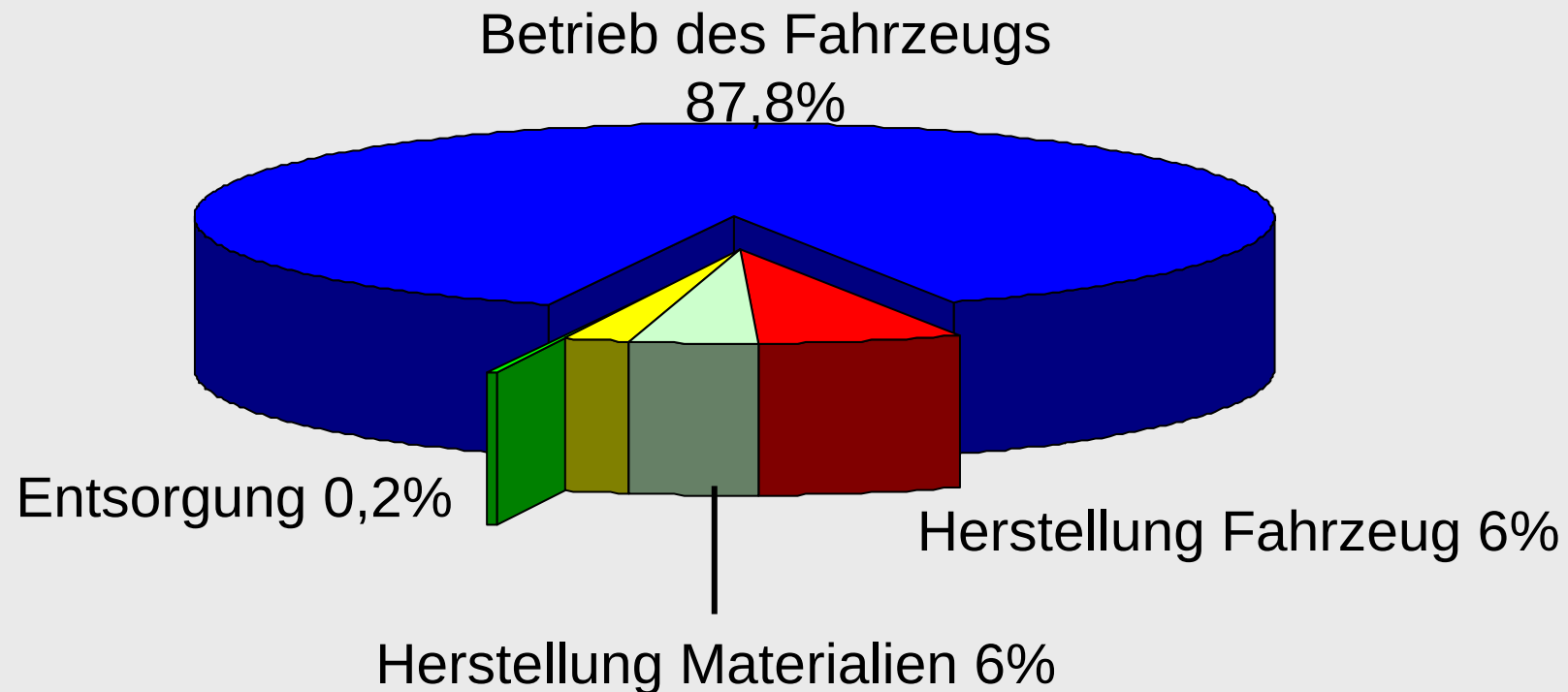
Nachwachsende Rohstoffe in der BASF

Rohstoff	BASF Produkt
Rohzucker, Molasse, Bioethanol	Lysin, Vitamin C, Acrylate, Amine, Polyurethane (Polyole)
Produkte aus Pflanzenölen (z.B. Glycerin, Fettsäuren)	Zwischenprodukte, Polyurethane (Polyole), Waschrohstoffe
Pflanzenöle, Fette und Wachse (z.B. Acrawax, Montan Wachs)	Vitamin B ₂ , Rohstoffe für Farben und Lacke, Verarbeitungshilfsmittel, Weichmacher
Stärke und Stärkederivate, Polymilchsäure (Stärke)	Dispersionen z.B. für Papier Industrie, Ecovio®
Cellulose Derivate	Kosmetikprodukte

Voraussetzung: Technisch machbar, wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll

Energieverbrauch eines modernen Kraftfahrzeugs

Fahrstrecke 200.000 km



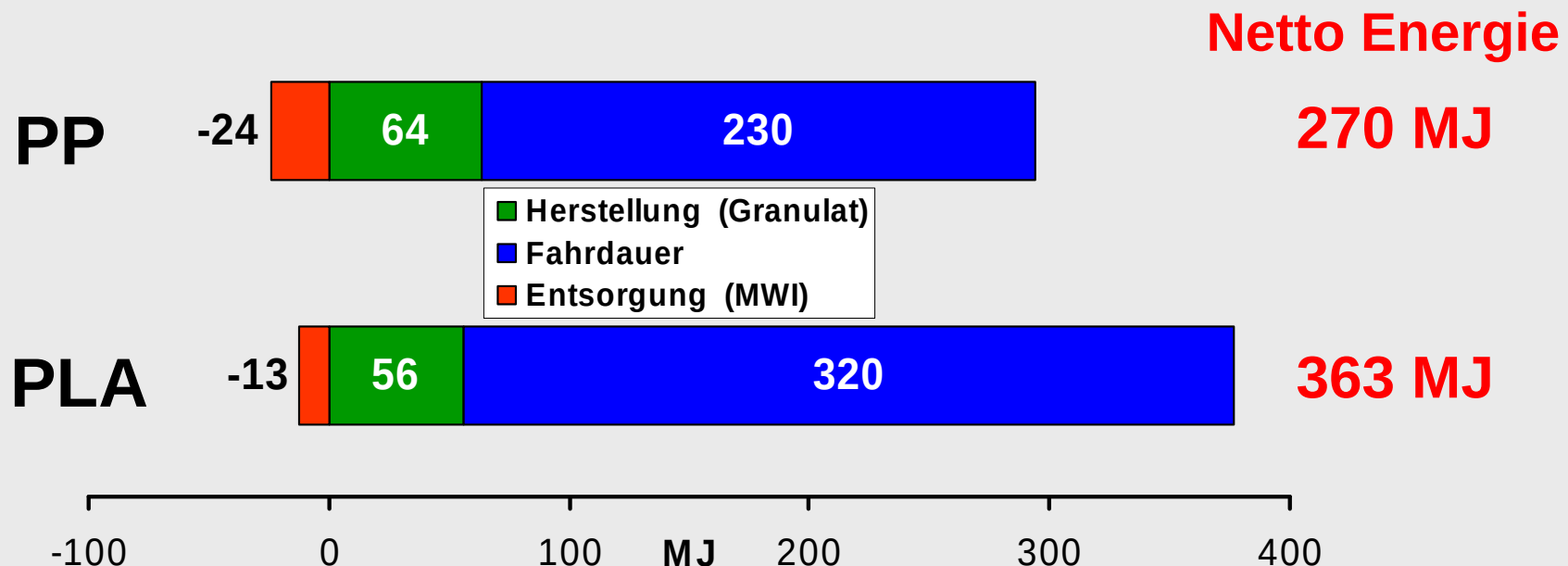
- Der Betrieb eines Fahrzeugs verbraucht am meisten Energie
- Der Anteil des Treibstoffs beträgt 84,8% => **hauptsächlich Gewichtsabhängig!**

Source: Fa. Audi

Verbrauch fossiler Energie (in MJ)

Vergleich: Einbau eines Teiles aus PLA (1,25 kg/l)
und PP (0,9 kg/l)

Annahmen: Teilevolumen 1 Liter; Fahrstrecke 200.000 km;
100 kg Mehrgewicht verursacht 0.4 L/100km Mehrverbrauch Benzin



Energie wird bei der Benutzung verbraucht !

Fossile Energie (MJ/kg) verschiedener Kunststoffe bis zur Granulatherstellung

Vink et al. 2003

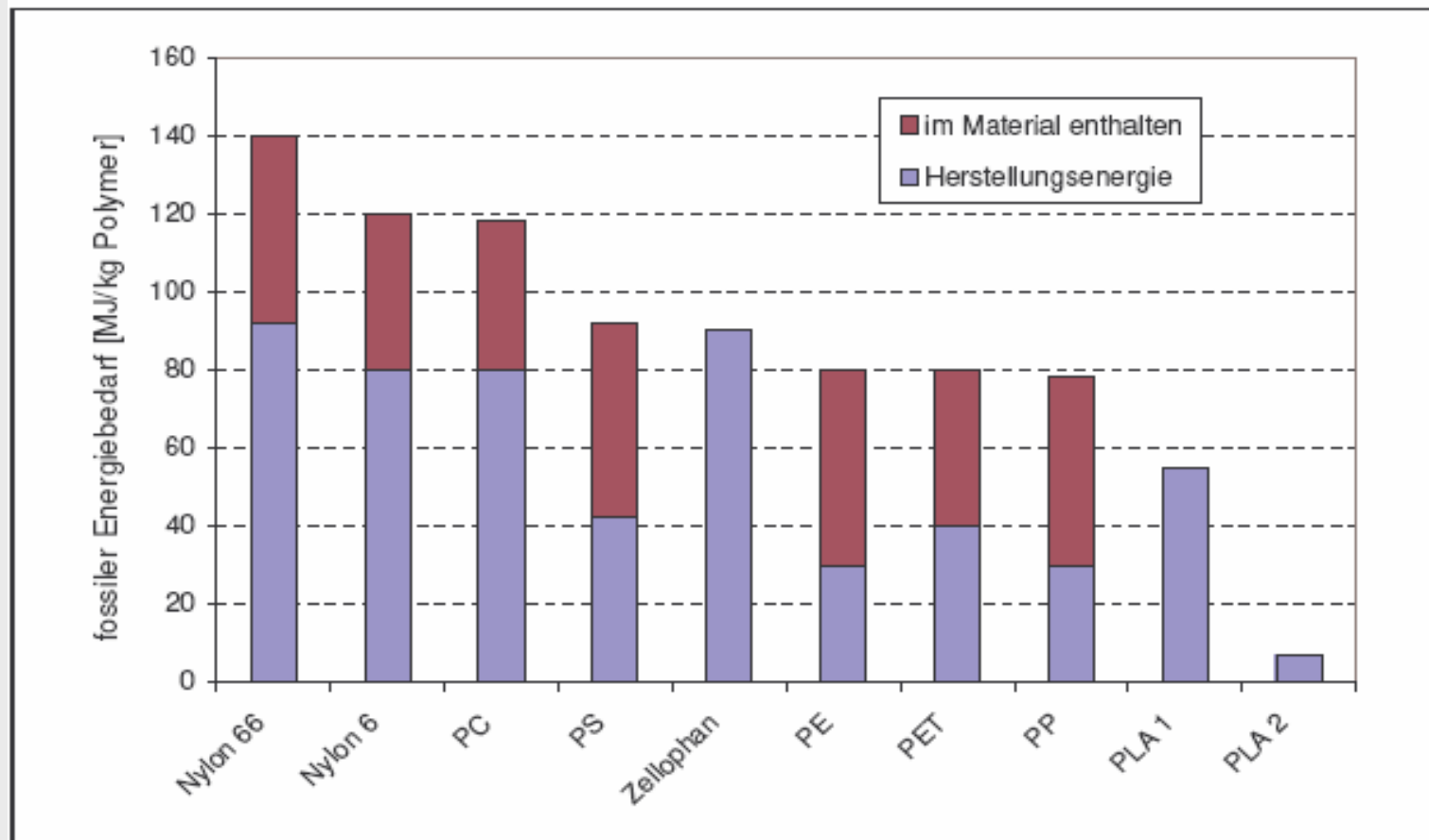


Abb. 33: Fossiler Energiebedarf zur Herstellung verschiedener Kunststoffe bis zur Granulatfertigung (Quelle: Vink et al., 2003); MJ...Megajoule, PC...Polykarbonat, PS...Polystyrol, PE...Polyethylen, PET...Polyethylenterephthalat, PP...Polypropylen, PLA...Polymilchsäure

Fossile Energie (MJ/kg) verschiedener Kunststoffe bis zur Granulatherstellung

Vink et al. 2003

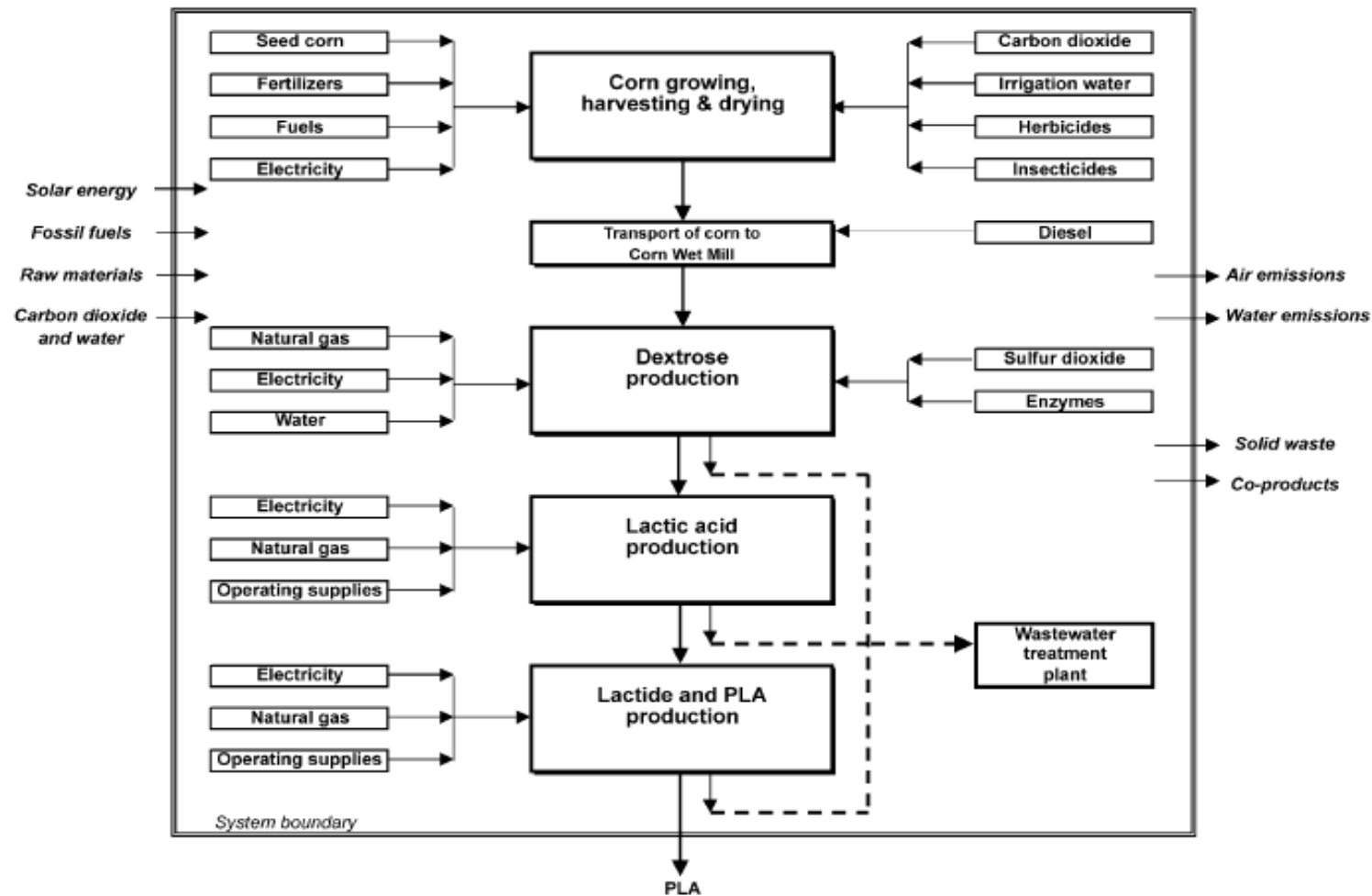


Fig. 4. Simplified flow diagram and system boundary of PLA production system.