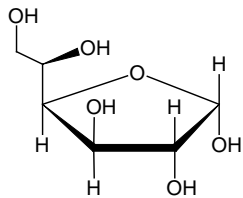
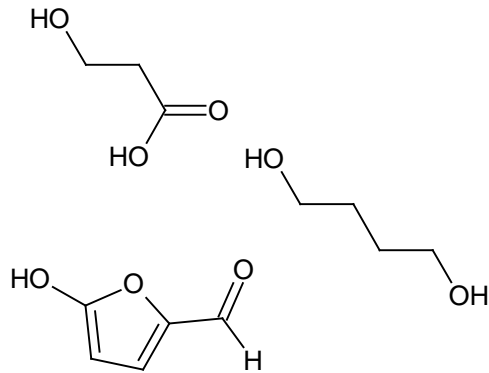


Ausblick – stoffliche Nutzung von Öllein

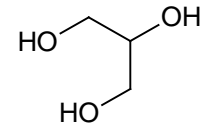
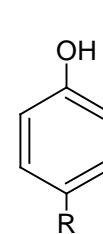
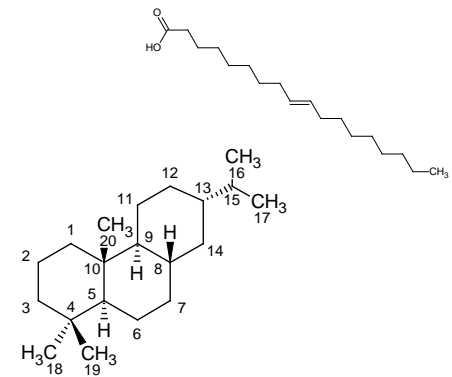
Die Natur als chemische Fabrik

Gerd Unkelbach

28.01.2014



© FNR, Dr. D. Peters



Herausforderungen beim Übergang von petrochemischen zu nachwachsenden Rohstoffen

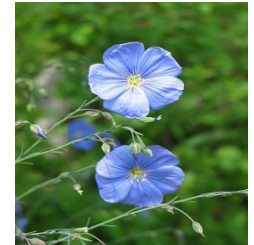


<http://easybinaryoption.com>

Herausforderungen

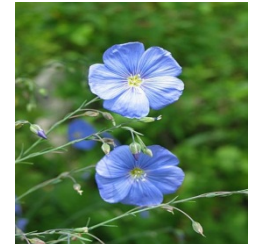


<http://easybinaryoption.com>



Herausforderungen beim Übergang von petrochemischen zu nachwachsenden Rohstoffen

- Menge und Verfügbarkeit
- Rohstoff-Komplexität
- Rohstoff-Vorbehandlung
- Prozessentwicklung und Prozessskalierung
- Kaskaden- und Mehrfachnutzung
- Integration der Stoffe in Wertschöpfungsketten
- Akzeptanz bei Kunden und Verbrauchern
- Kosten der Herstellung



Prozessentwicklung → der Schlüssel zur Effizienz

Kohlechemie (Bsp. Leuna Werke)



Prozessentwicklung → der Schlüssel zur Effizienz

Kohlechemie (Bsp. Leuna Werke)



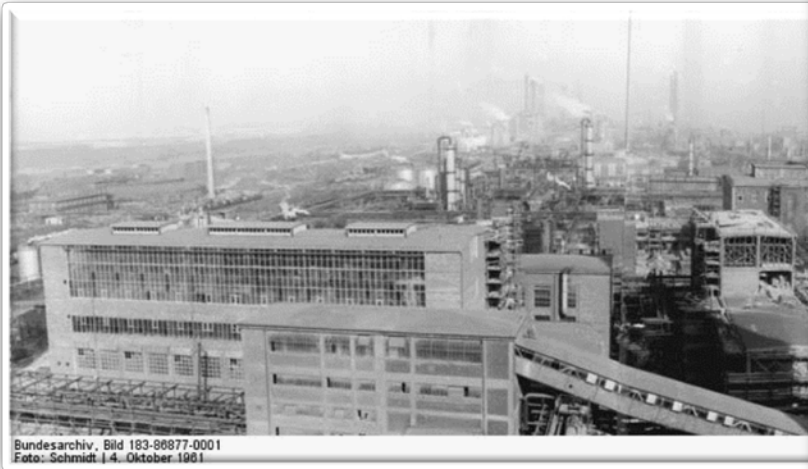
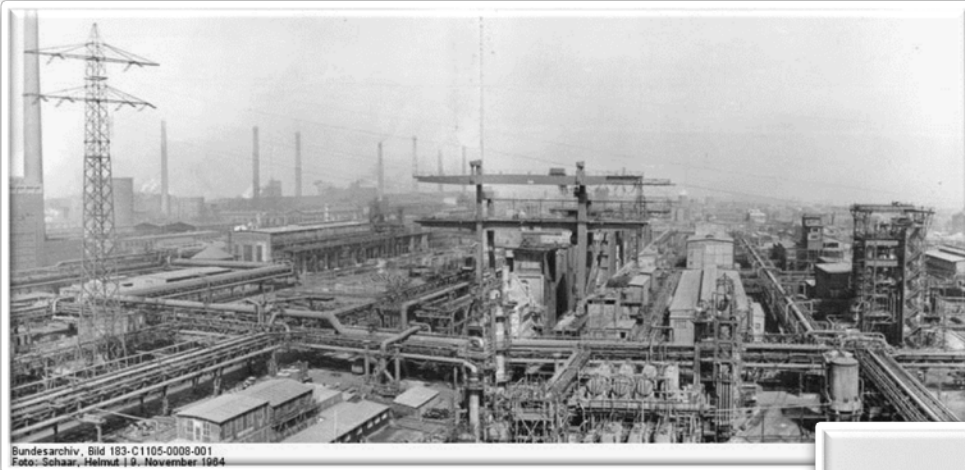
Prozessentwicklung → der Schlüssel zur Effizienz

Kohlechemie (Bsp. Leuna Werke)



Prozessentwicklung → der Schlüssel zur Effizienz

Kohlechemie (Bsp. Leuna Werke)



Prozessentwicklung → der Schlüssel zur Effizienz

moderne Verbundstandorte (Bsp. BASF und Leuna Werke)

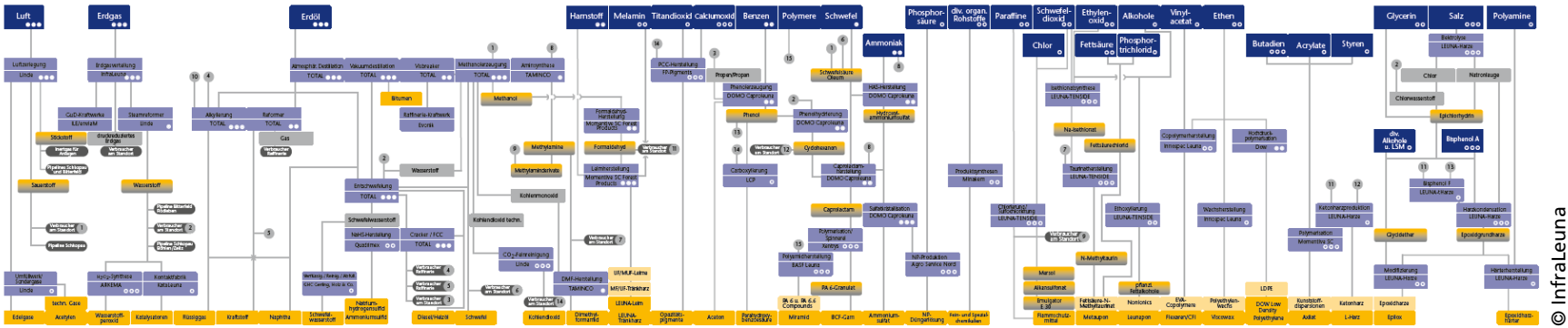


Prozessentwicklung → der Schlüssel zur Effizienz

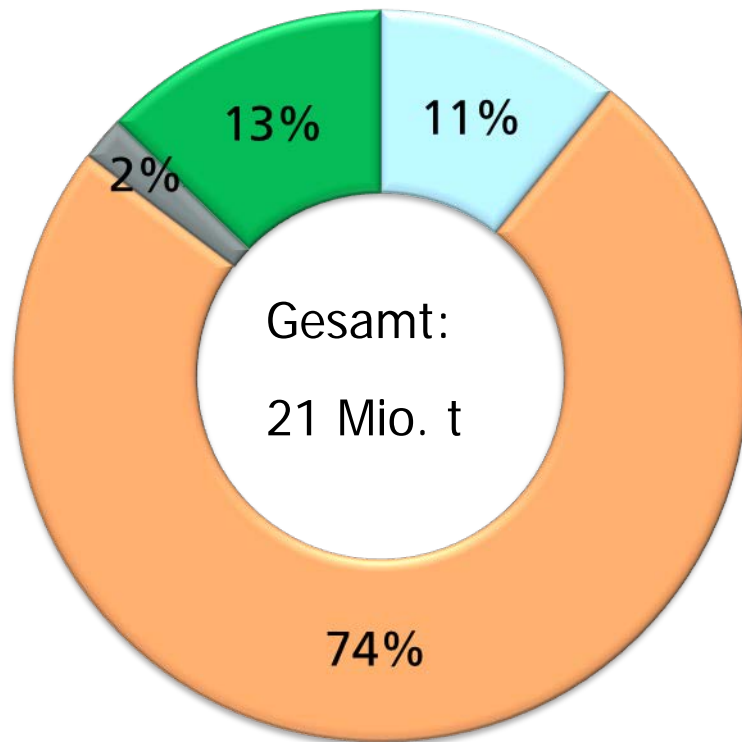
moderne Verbundstandorte (Bsp. BASF und Leuna Werke)



Stoffverbund – Haupterzeugungslinien der Leuna Werke



Biogene Rohstoffe in der chemischen Industrie



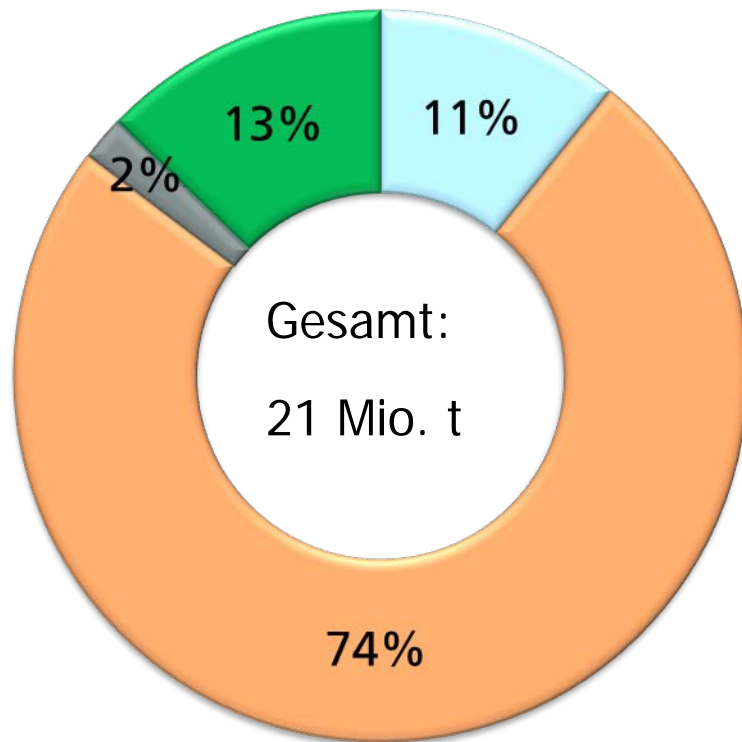
- Erdgas
- Erdöl
- Kohle
- Biomasse

Biomasse	Menge [kt]
Öle und Fette	1.450
Chemiezucker und -stärke	408
Chemiezellstoff	300
Sonstige	549
Gesamt	2.707

Importanteil bei Biomasse: ca. 60 %

Quelle: FNR, meó consult, VCI

Biogene Rohstoffe in der chemischen Industrie



- Erdgas
- Erdöl
- Kohle
- Biomasse

Anstieg von 8% in 1991 auf 13% in 2009

Anstieg auf 20% in 2020-2030?

Biomasse	Menge [kt]
Öle und Fette	1.450
Chemiezucker und -stärke	408
Chemiezellstoff	300
Sonstige	549
Gesamt	2.707

Importanteil bei Biomasse: ca. 60 %

Quelle: FNR, meó consult, VCI

Definition - Bioraffinerie

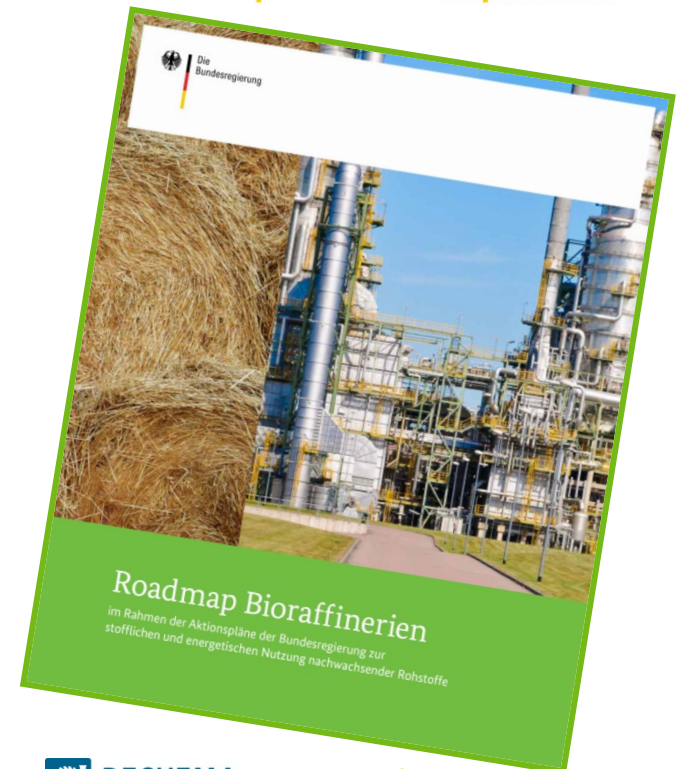
Eine Bioraffinerie zeichnet sich durch ein **explizit integratives, multifunktionelles Gesamtkonzept** aus, das Biomasse als vielfältige Rohstoffquelle für die **nachhaltige Erzeugung** eines Spektrums **unterschiedlicher Zwischenprodukte und Produkte** (Chemikalien, Werkstoffe, Bioenergie inkl. Biokraftstoffe) unter möglichst **vollständiger Verwendung aller Rohstoffkomponenten** nutzt; als Koppelprodukte können ggf. zusätzlich auch Nahrungs- und/oder Futtermittel anfallen. Hierfür erfolgt die Integration unterschiedlicher Verfahren und Technologien.

 Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

 Bundesministerium für Bildung und Forschung

 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

 Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie



 **DECHEMA**
Gesellschaft für Chemische Technik
und Biotechnologie e.V.

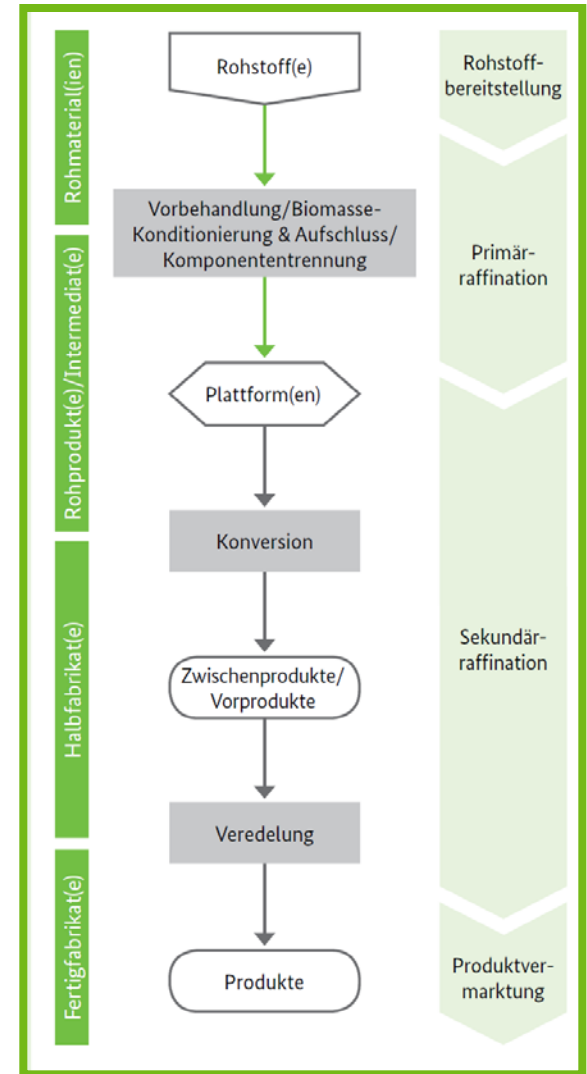


Start: September 2010 / Fertigstellung: Mai 2012

Bioraffinerietypen

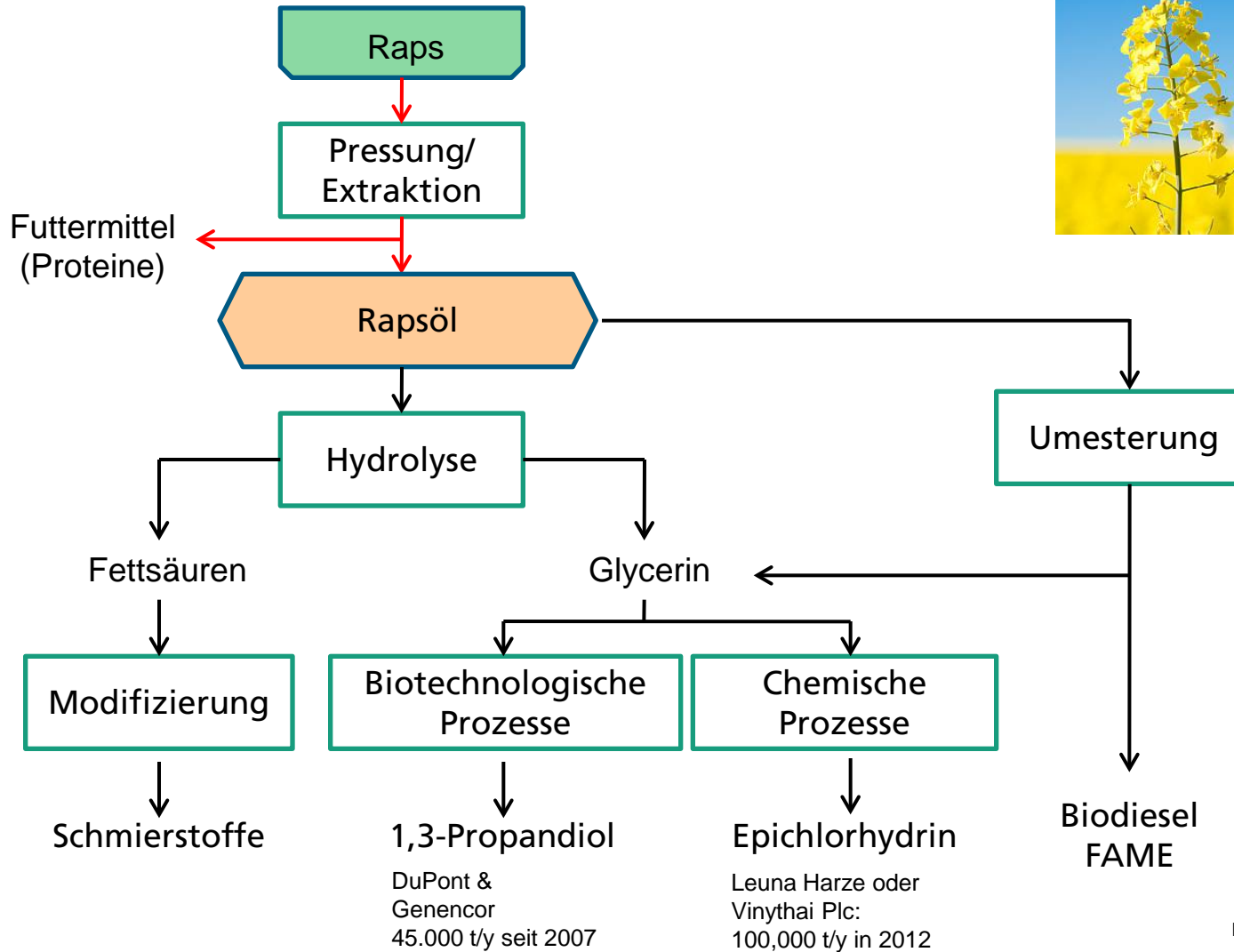
Unterscheiden sich anhand der Plattform und der nachgeschalteten Raffination!

- Zucker-Bioraffinerie bzw. Stärke-Bioraffinerie
- Pflanzenöl-Bioraffinerie bzw. Algenlipid-Bioraffinerie
- Lignocellulose (Cellulose, Hemicellulose und Lignin)-Bioraffinerie bzw. Grüne Bioraffinerie
- Synthesegas-Bioraffinerie
- Biogas-Bioraffinerie



Roadmap Bioraffinerien

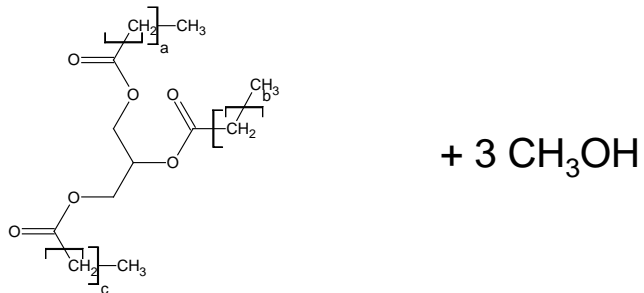
Pflanzenöl-Bioraffinerie



Roadmap Bioraffinerien

Pflanzenöl-Bioraffinerie

Neue“ Produkte aus Glycerin:



Katalysator

Fettsäuremethylester (FAME) + Glycerin

Dichloro-
propanol

Acrolein

1,3/1,2 Propandiol

Fermentations-
substrat

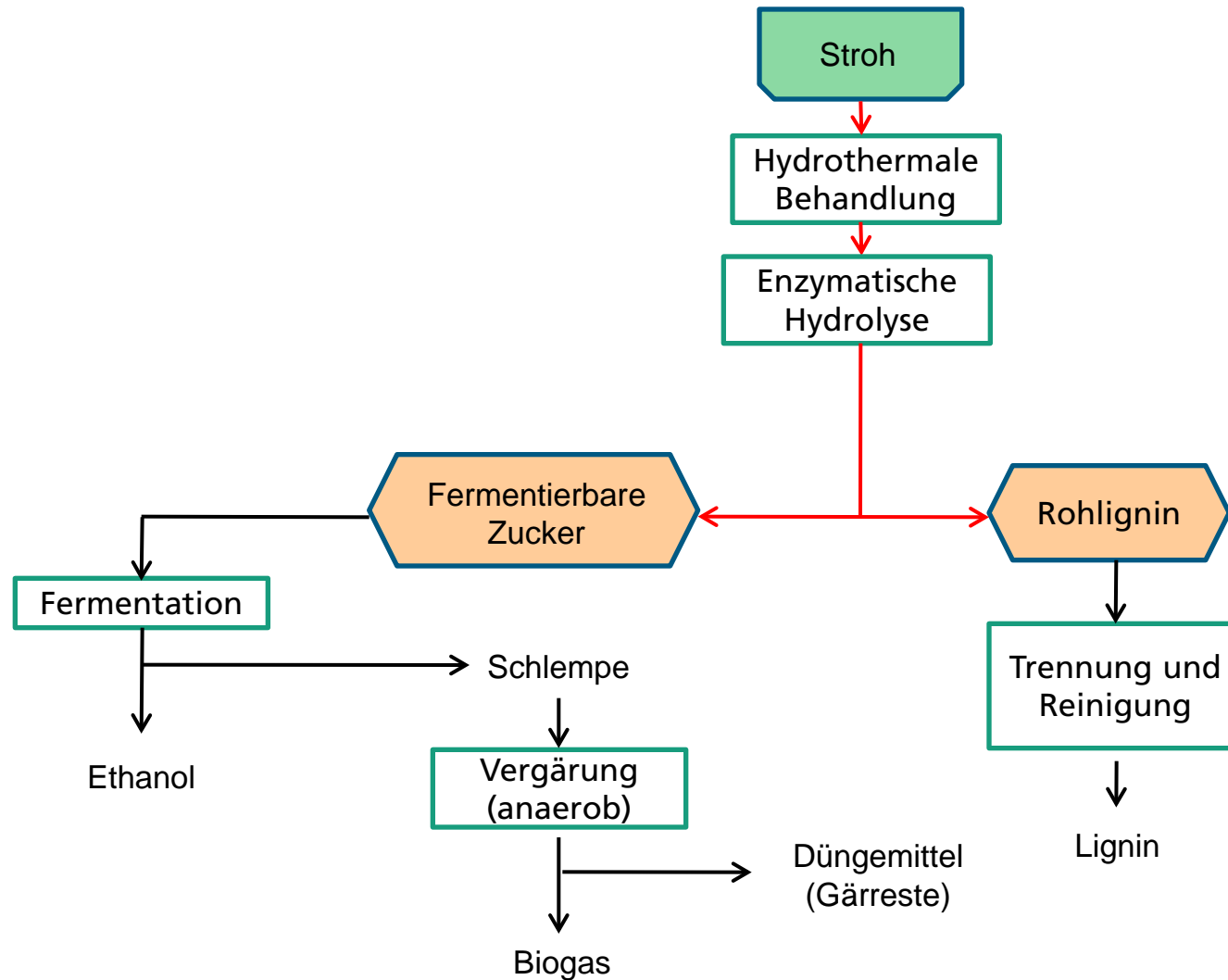
↓
Epichlorhydrin

DuPont &
Genencor

45.000 t/y seit 2007

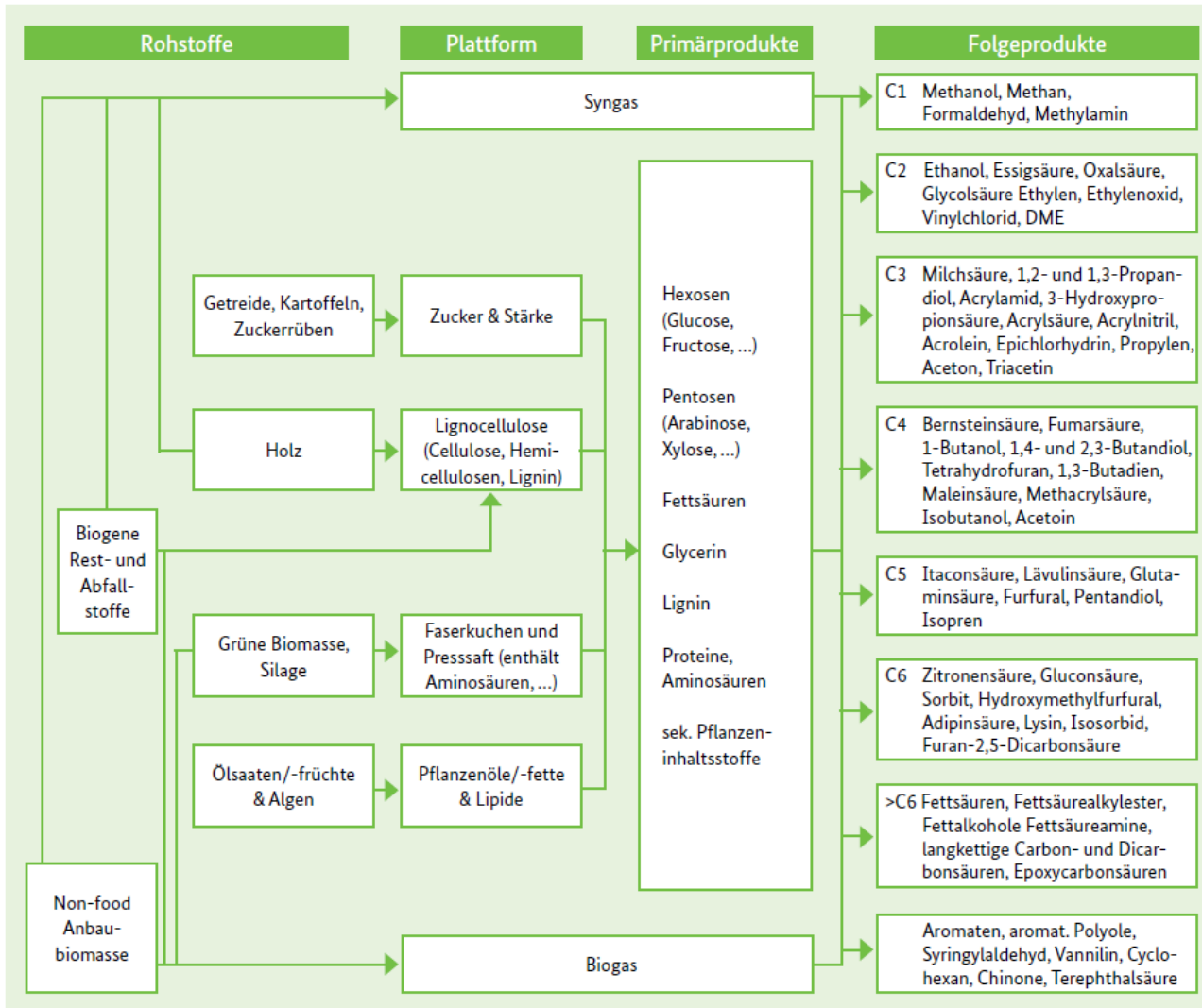
Vinythai Plc:
100,000 t/y in 2012

Lignocellulose-Bioraffinerie auf Basis Stroh



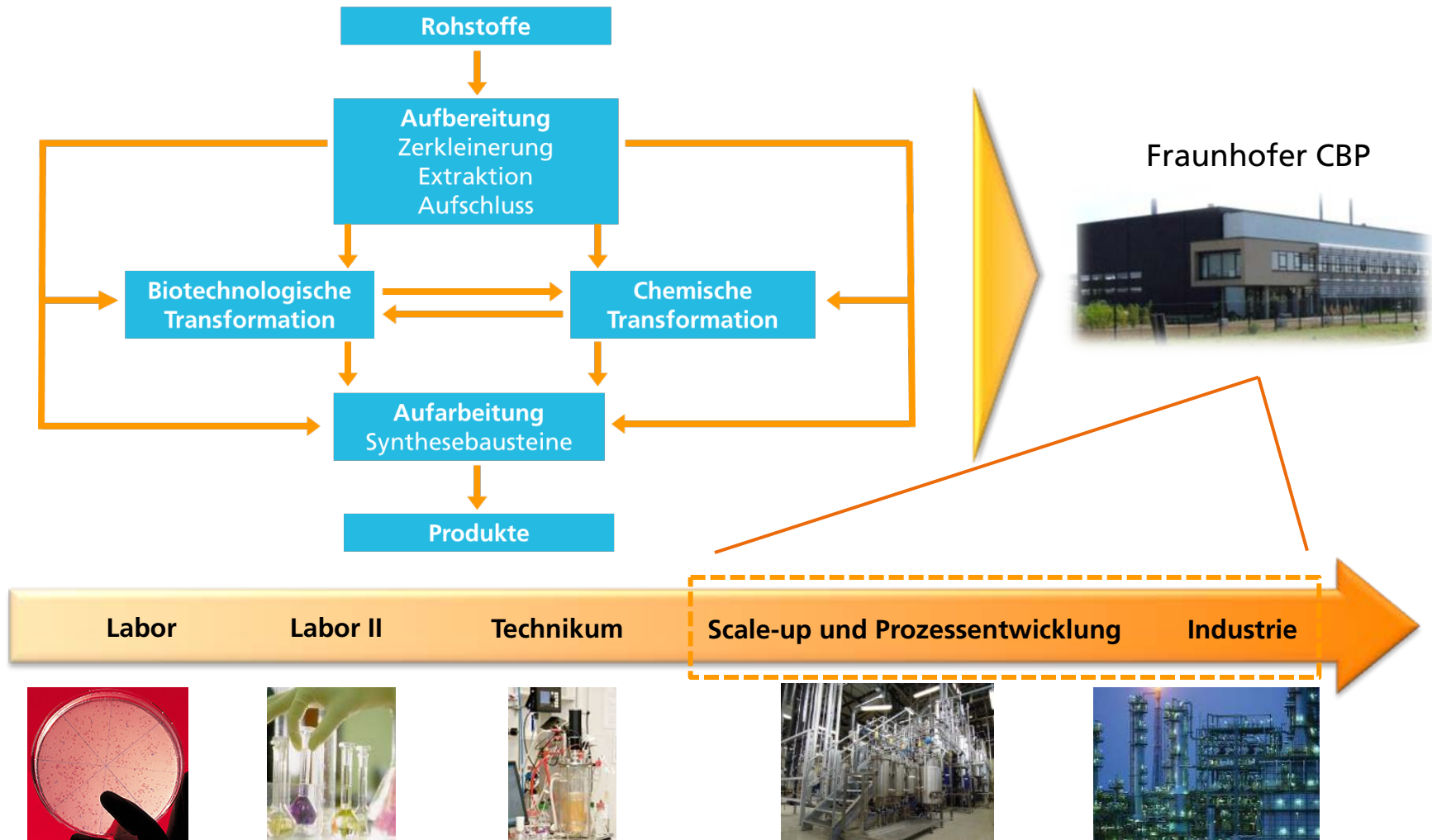
Roadmap Bioraffinerien

Viele neue Produkte auf Basis NaWaRo möglich



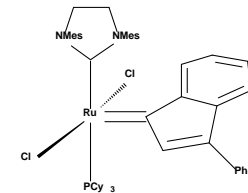
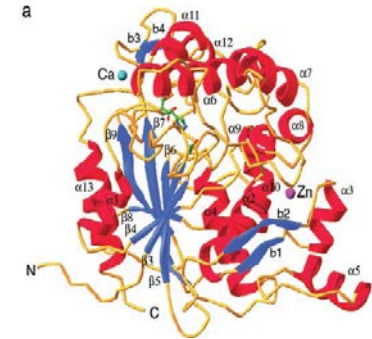
Roadmap Bioraffinerien

Von der Laboranlage zur Produktionsanlage

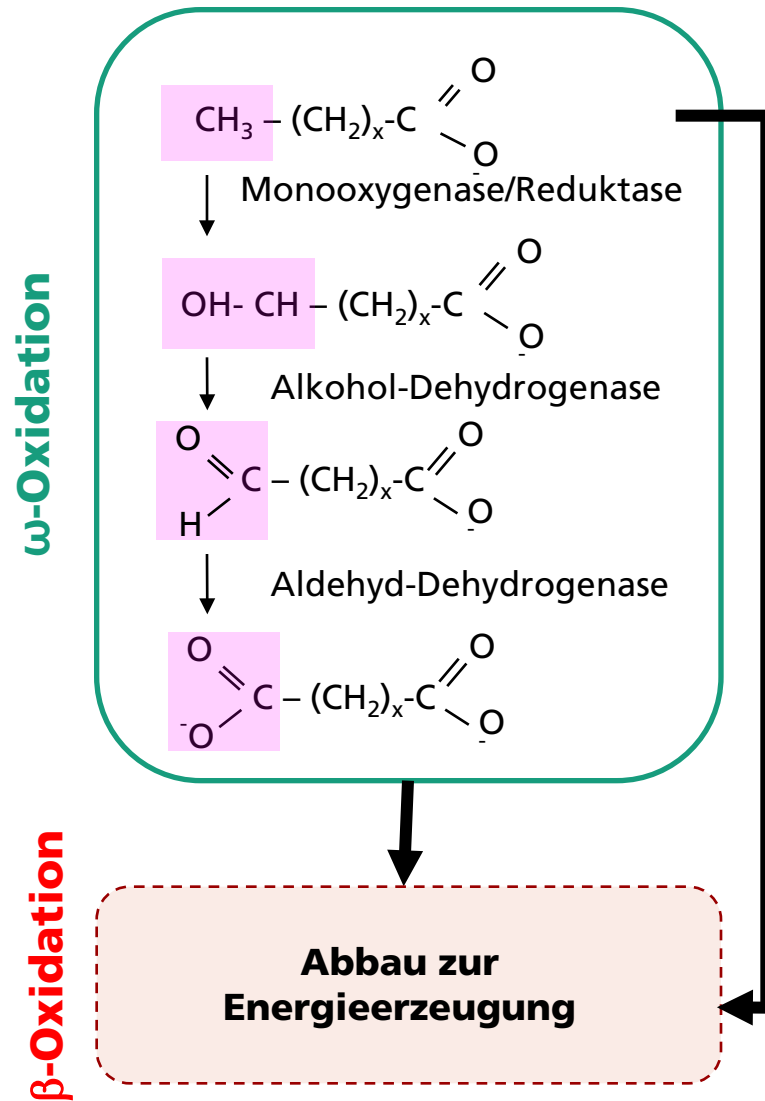


Integrierte Bioproduktion

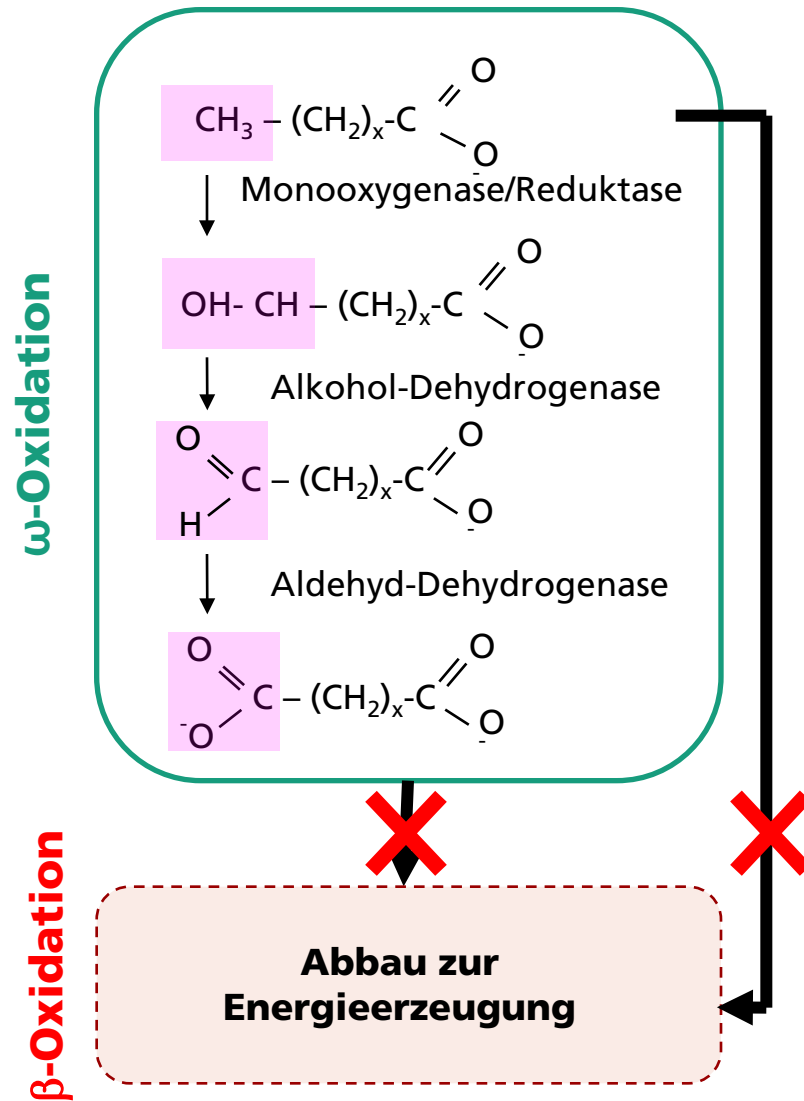
- Umwandlung pflanzlicher Öle durch Bio- oder Chemokatalyse in Plattformchemikalien:
 - Fettsäureester
 - Dicarbonsäuren
 - Diamine
 - Epoxide
 - Fettalkohole
- Entwicklung neuer Biokatalysatoren
- Entwicklung neuer Chemokatalysatoren
- Prozessintegration und –bewertung



Biotransformation – ungesättigte Dicarbonsäuren



Biotransformation – ungesättigte Dicarbonsäuren



Einsatz von gentechnisch veränderter

*Candida tropicalis**



Ausschalten der Gene *pox4* und *pox5*

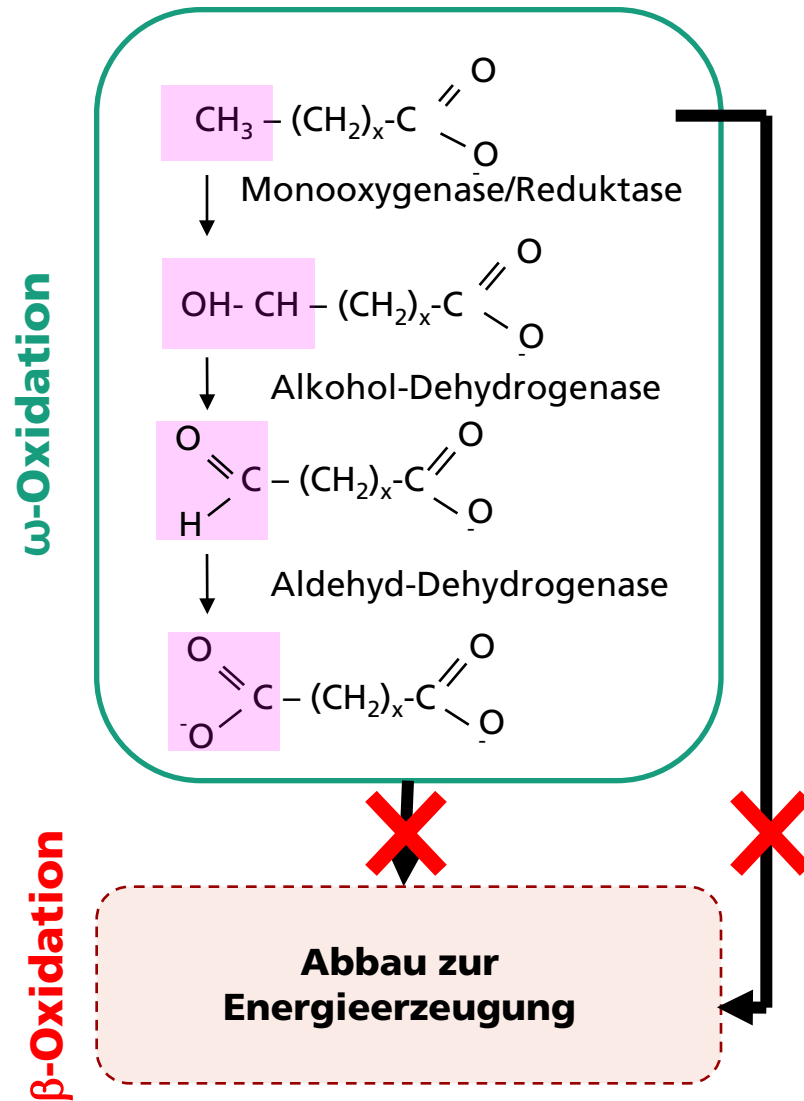
verhindert den Abbau



α – ω – Dicarbonsäure

**Candida tropicalis* - Henkel Coop. (WO91/06660)

Biotransformation – ungesättigte Dicarbonsäuren



Einsatz von gentechnisch veränderter

*Candida tropicalis**



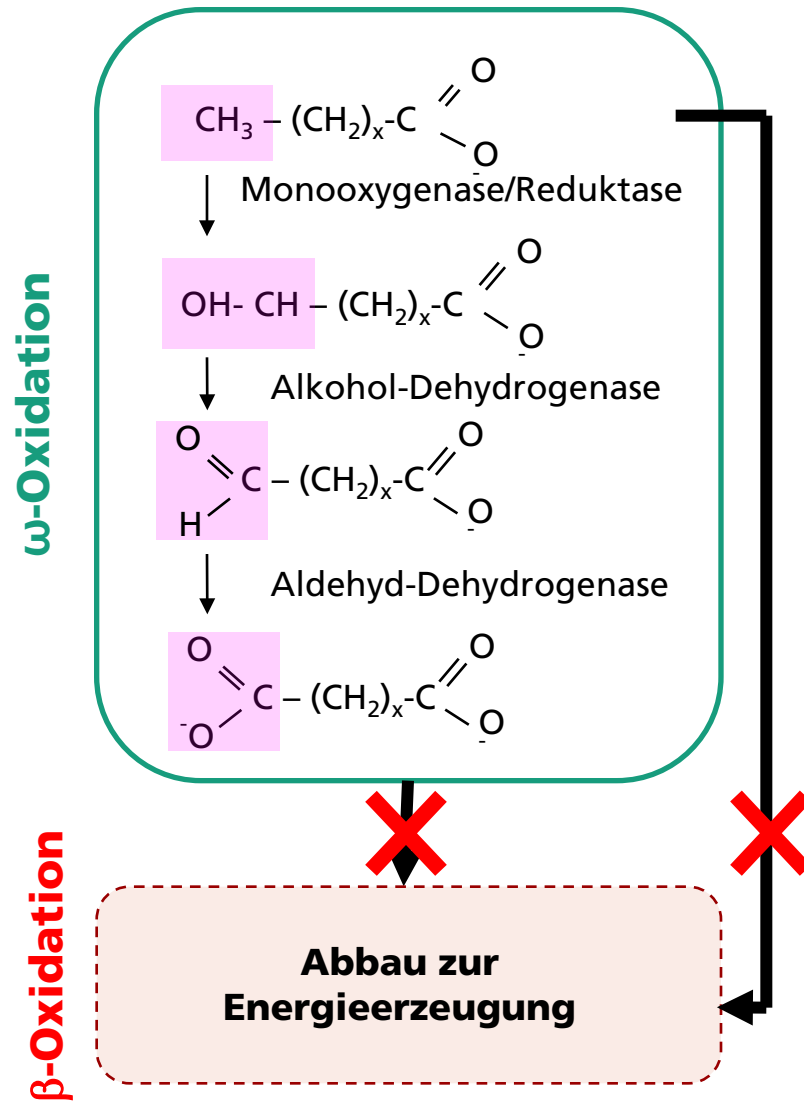
Ausschalten der Gene *pox4* und *pox5*

verhindert den Abbau

α – ω – Dicarbonsäure

**Candida tropicalis* - Henkel Coop. (WO91/06660)

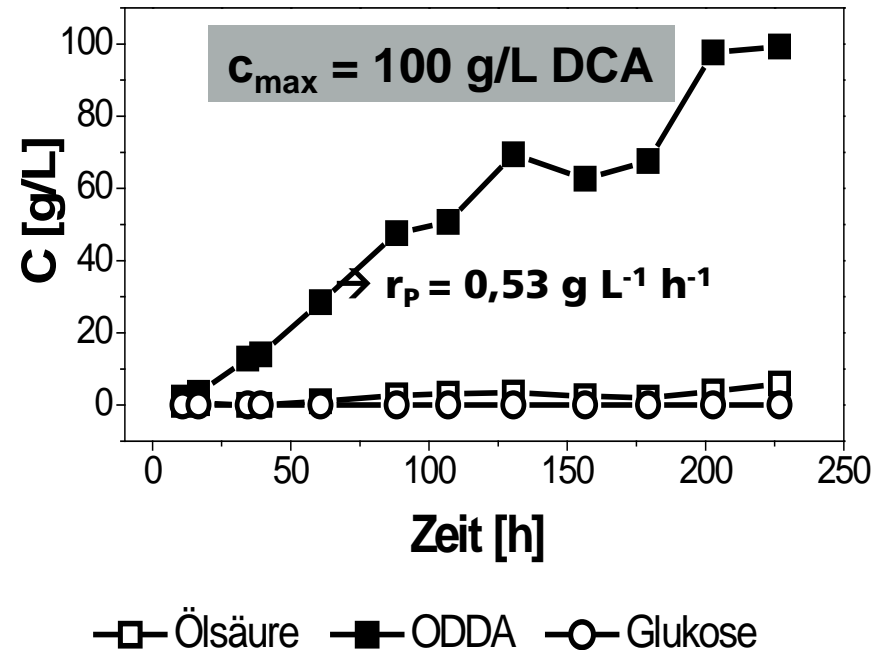
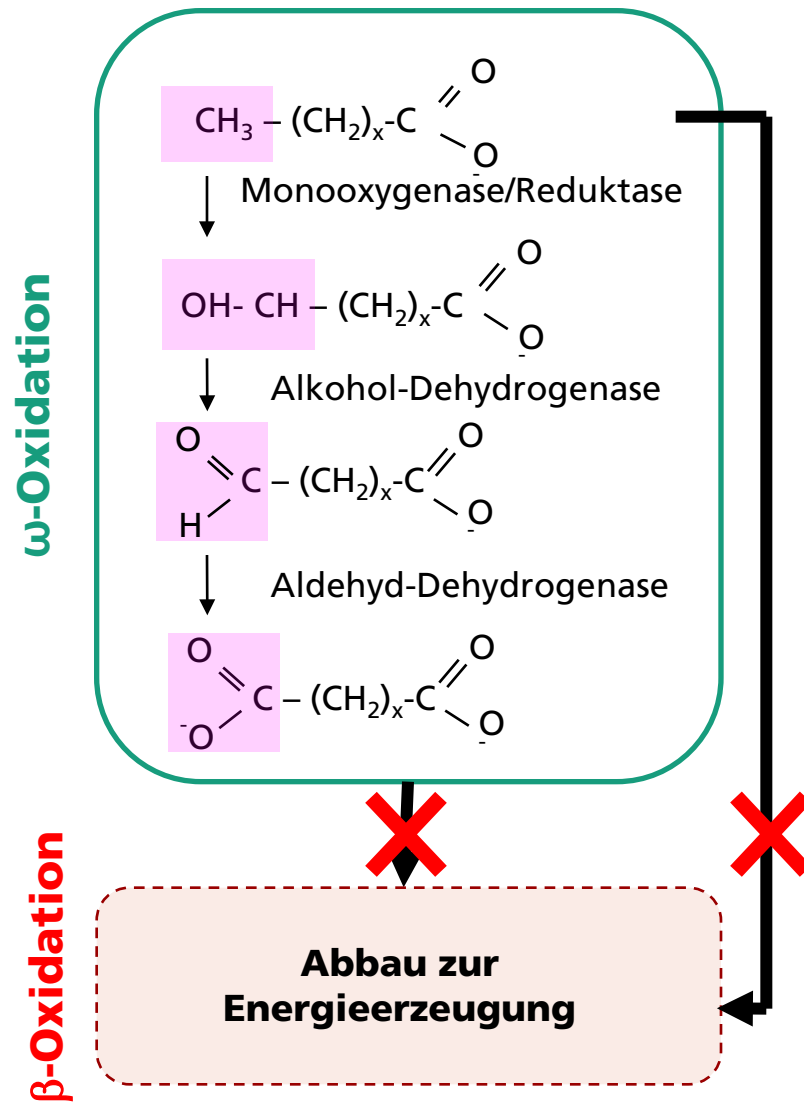
Biotransformation – ungesättigte Dicarbonsäuren



Verfahrensverbesserung

- Screening nicht-pathogener Stämme
- Stammoptimierung
- Bioprozessentwicklung
- Scale-up
- Umsetzung verschiedener Fettsäuren

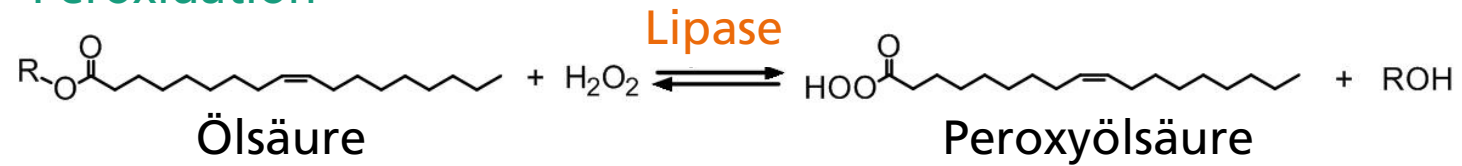
Biotransformation – ungesättigte Dicarbonsäuren



$r_p \text{ (IGB)} > r_p \text{ (Literatur)}$

Pflanzenölepoxide durch chemo-enzymatische Konversion

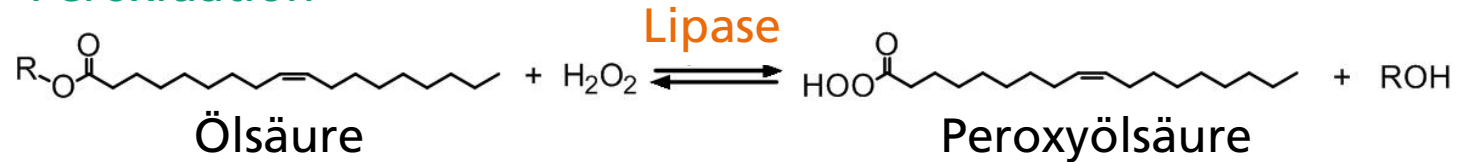
Peroxidation



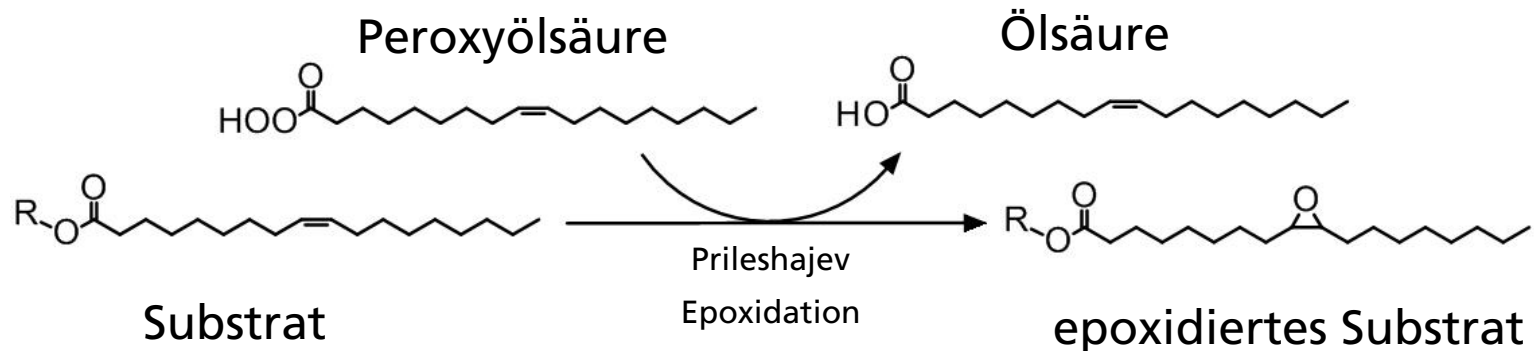
Törnvall et al. (2007)

Pflanzenölepoxide durch chemo-enzymatische Konversion

Peroxidation



„Selbst“-Epoxidierung



Törnvall et al. (2007)

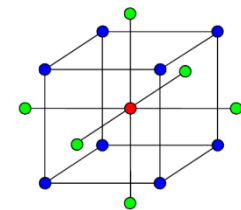
Pflanzenölepoxide durch chemo-enzymatische Konversion



Prozessentwicklung durch Variation von:

- Enzym
- H_2O_2 (wässrige Phase)
- Öl und Fettsäure
- organisches Lösungsmittel
- Zeit und Temperatur

Methode: Design of experiments und mathematische Modellierung



Response Surface Design

www.irerence.ca/search/batcn

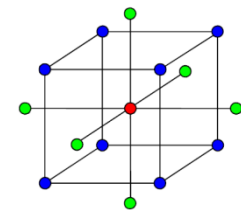
Pflanzenölepoxide durch chemo-enzymatische Konversion



Prozessentwicklung durch Variation von:

- Enzym
- H_2O_2 (wässrige Phase)
- Öl und Fettsäure
- organisches Lösungsmittel
- Zeit und Temperatur

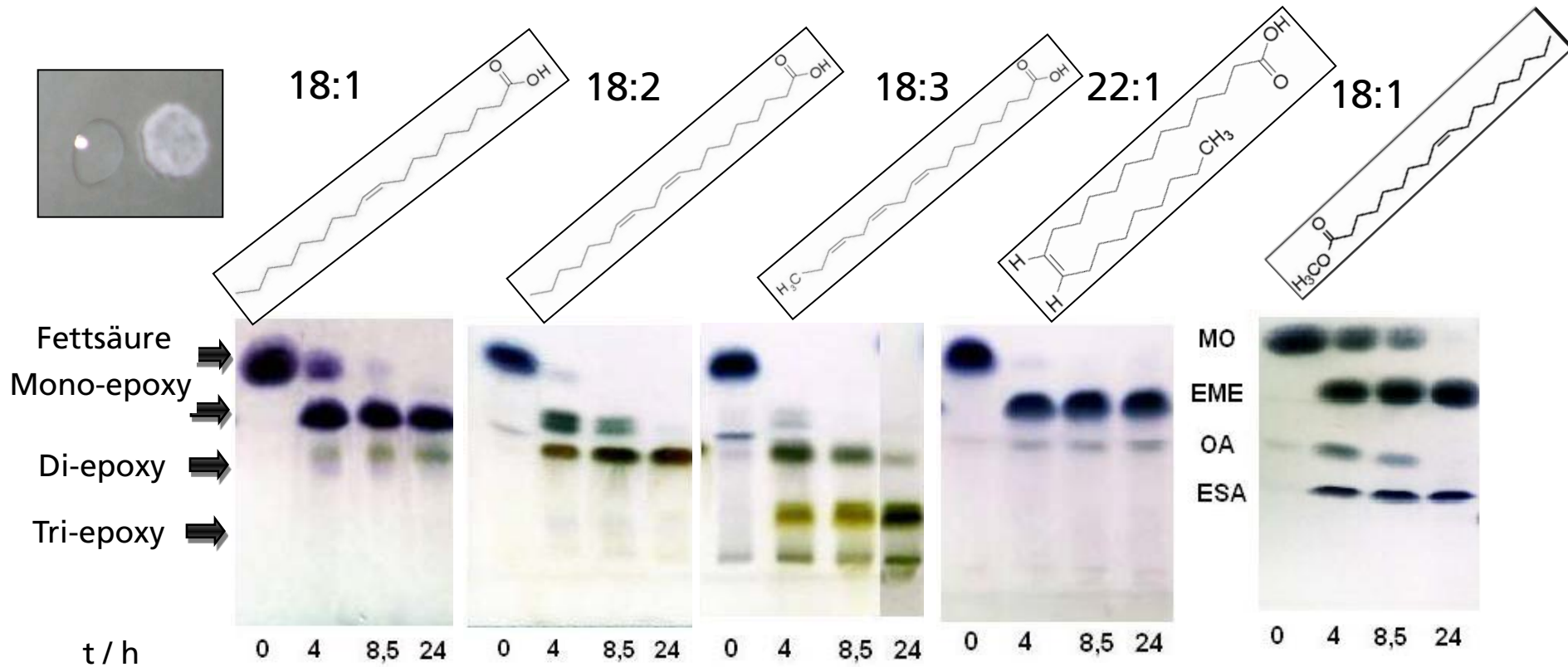
Methode: Design of experiments und mathematische Modellierung



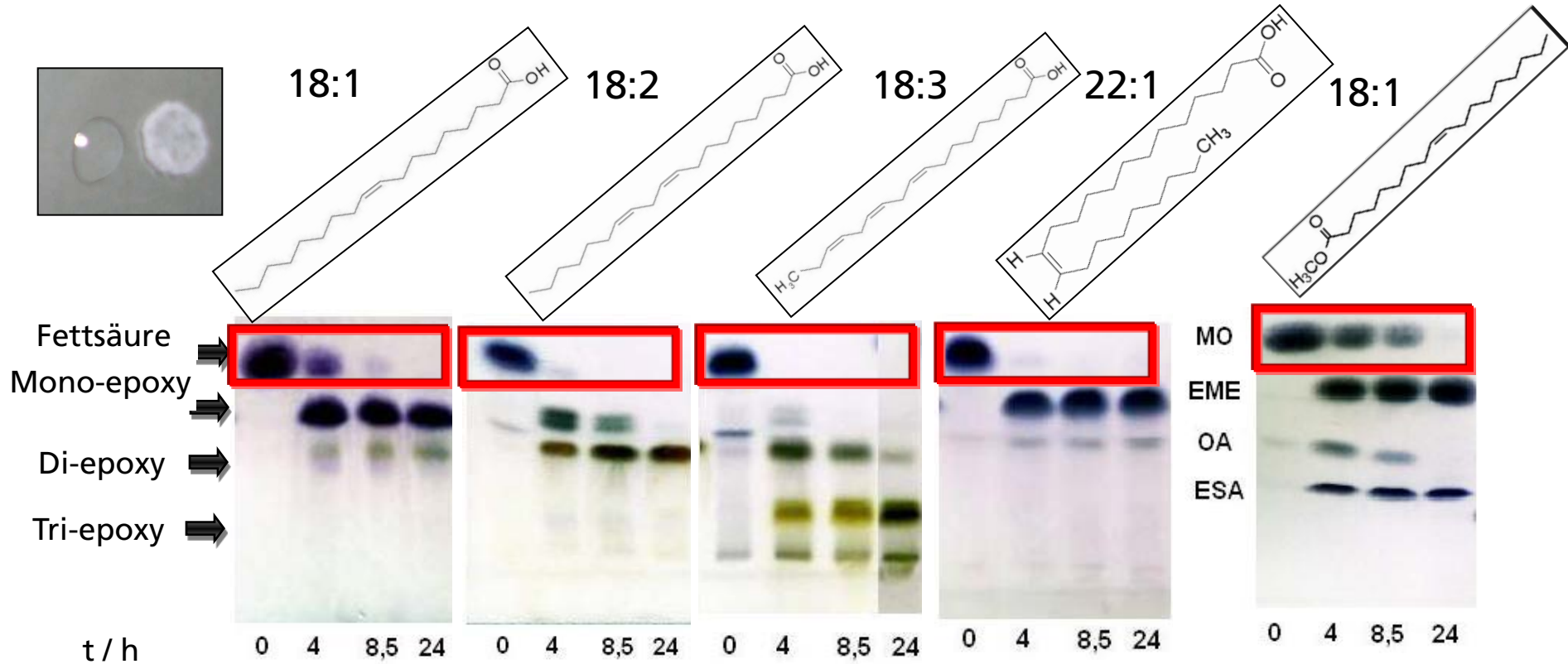
Response Surface Design

www.ireference.ca/search/batch

Pflanzenölepoxide durch chemo-enzymatische Konversion



Pflanzenölepoxide durch chemo-enzymatische Konversion



Über Iodzahl C=C-Bestimmung zeigt 94-98 % Umsatz!

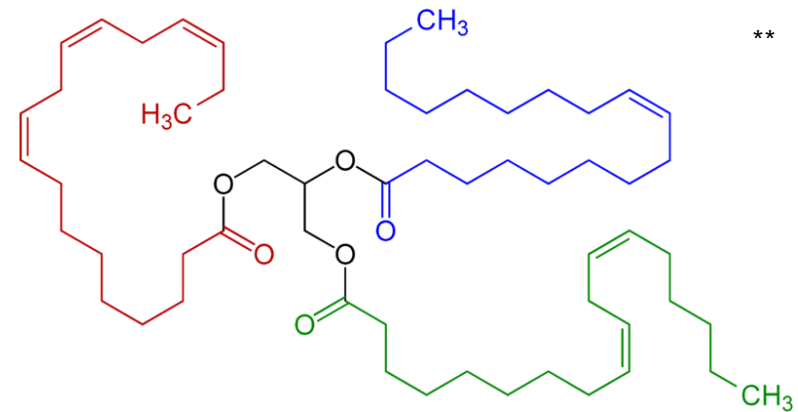
Ölgehalt und Zusammensetzung von Leinöl

Ölgehalt der Samen = 30 % - 44 %

Zusammensetzung*:

- Palmitinsäure 4 - 6 %
- Stearinsäure 2 - 3%
- Ölsäure 10 - 22 %
- Linolsäure 12 - 18 %
- Linolensäure 56 - 71 %

(höchster Gehalt an Omega-3-Fettsäuren aller bekannten Pflanzenöle)



* Hans-Jochen Fiebig, Fettsäurezusammensetzung wichtiger pflanzlicher und tierischer Speisefette und -öle, DGF Stand 21.12.2011

** Wikipedia

Zusammenfassung



Alle gezeigten Umsetzungen sind auch mit Leinöl bzw. den Leinölfettsäuren möglich

Zusammenfassung



Alle gezeigten Umsetzungen sind auch mit Leinöl bzw. den Leinölfettsäuren möglich



Hohe Wertschöpfung durch stoffliche Nutzung möglich

Zusammenfassung



Alle gezeigten Umsetzungen sind auch mit Leinöl bzw. den Leinölfettsäuren möglich



Hohe Wertschöpfung durch stoffliche Nutzung möglich



Weitere hochwertige Inhaltsstoffe und Koppelprodukte müssen genutzt werden, z.B. die Aminosäuren Lysin, Methionin und Tryptophan

Zusammenfassung



Alle gezeigten Umsetzungen sind auch mit Leinöl bzw. den Leinölfettsäuren möglich



Hohe Wertschöpfung durch stoffliche Nutzung möglich



Weitere hochwertige Inhaltsstoffe und Koppelprodukte müssen genutzt werden, z.B. die Aminosäuren Lysin, Methionin und Tryptophan



Bioraffinerie Öllein ?

Zusammenfassung

- ➔ Alle gezeigten Umsetzungen sind auch mit Leinöl bzw. den Leinölfettsäuren möglich
- ➔ Hohe Wertschöpfung durch stoffliche Nutzung möglich
- ➔ Weitere hochwertige Inhaltsstoffe und Koppelprodukte müssen genutzt werden, z.B. die Aminosäuren Lysin, Methionin und Tryptophan
- ➔ Bioraffinerie Öllein ?



Quelle: Bioökonomierat

Kontakt

Gerd Unkelbach

Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP
Am Haupttor (Bau 1251), 06243 Leuna
Telefon +49 3461 43 9100
gerd.unkelbach@cbp.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Susanne Zibek

Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart, Germany
Telefon +49 711 970-4167
susanne.zibek@igb.fraunhofer.de



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



SACHSEN-ANHALT