

# Präsentation der Studie

## Going Green: Chemie

Handlungsfelder für eine ressourceneffiziente  
Chemieindustrie

**Prof. Dr. habil. Uwe Lahl**

Ministerialdirektor a.D.

BZL Kommunikation und Projektsteuerung GmbH

# Ausgewählte Handlungsfelder

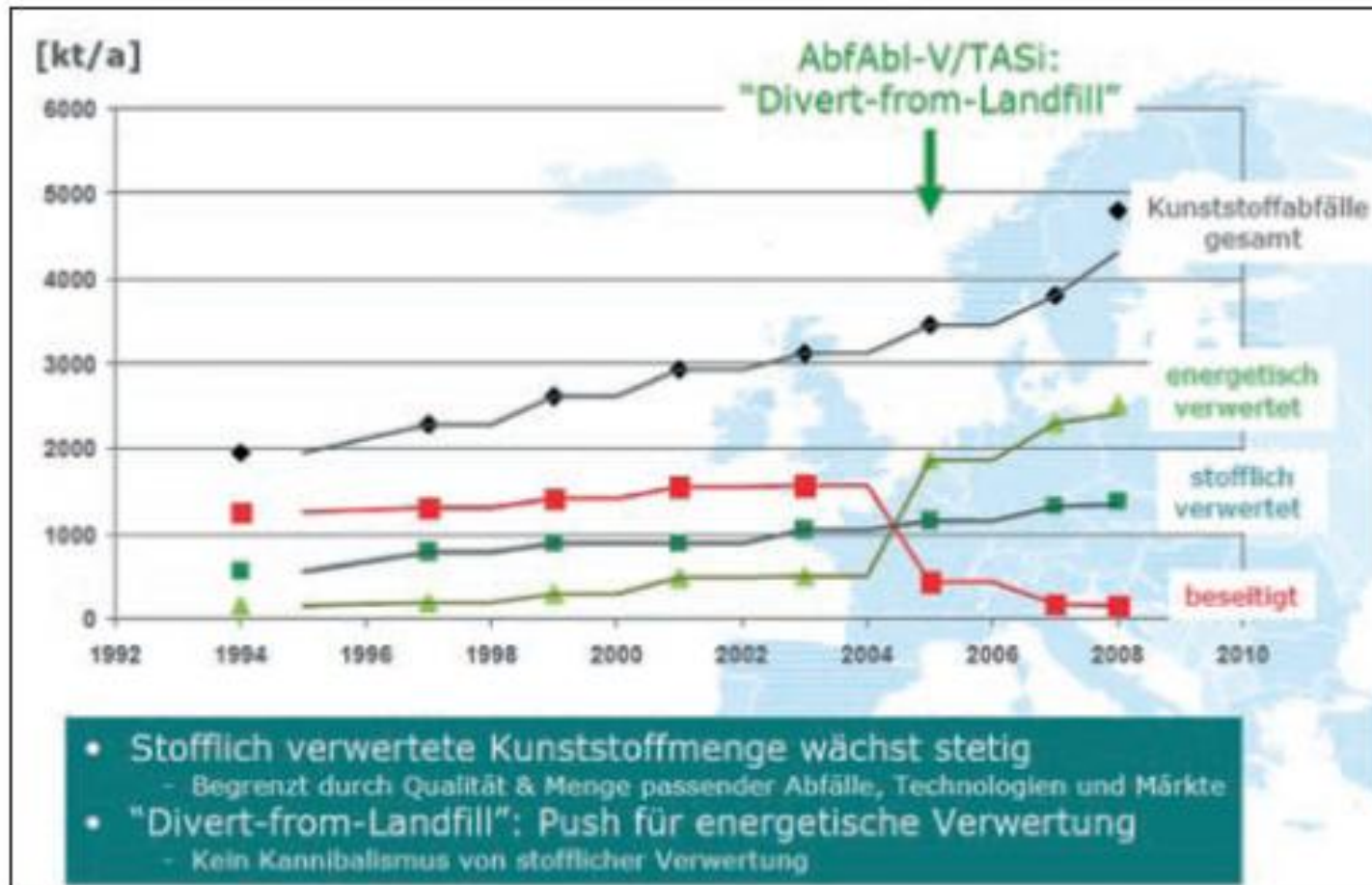
- **Chemikaliensicherheit**
- **Rohstoffversorgung**
- **Klimaschutz**
- **Innovationen**
- **Neue Kunststoffe**



# These 1

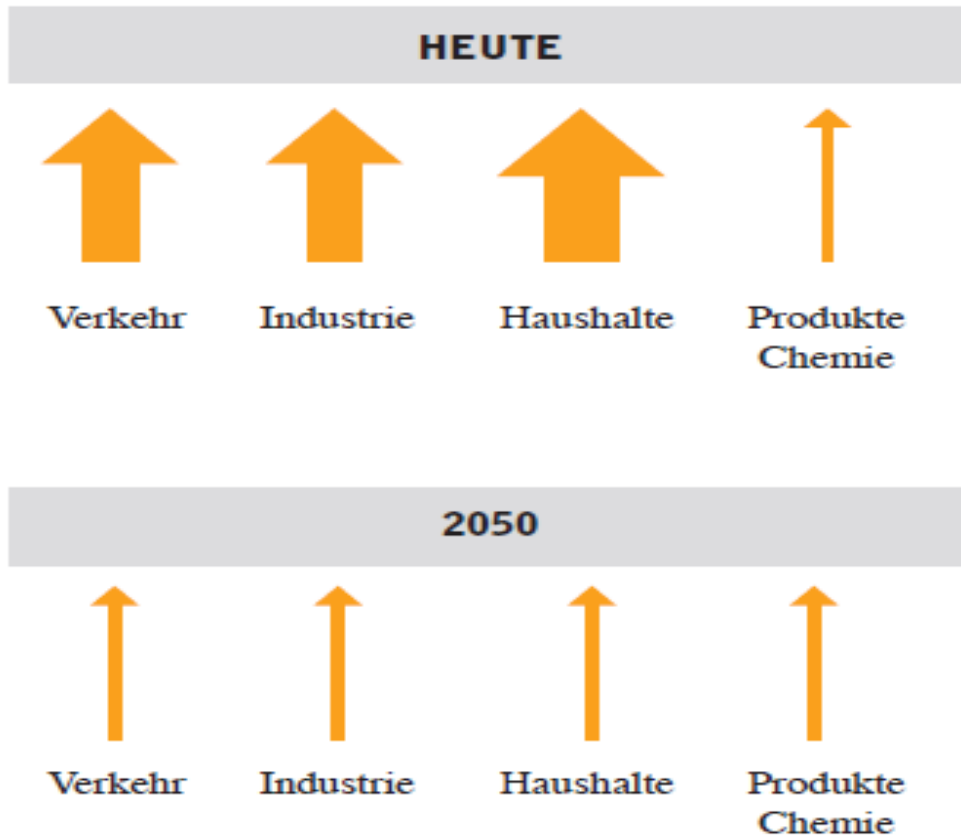
**Man muss die Thematik „Verpackungskunststoffe“, eingebettet in die langfristigen Entwicklungslinien der Chemischen Industrie sehen!**

# Klimaschutz



(Quelle: KRÄHLING 2010)

# Klimaschutz



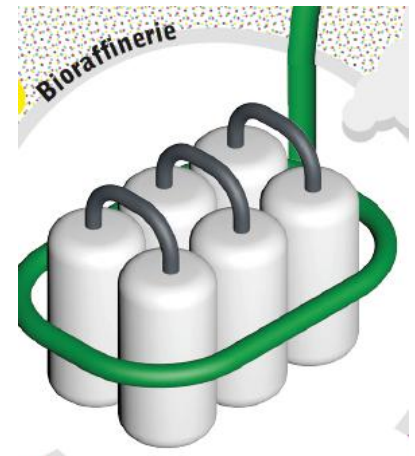
**THG-Emissionen in  
Deutschland**

# These 2

Die langfristigen Klimaschutzziele in Deutschland – 80 bis 95 % THG-Einsparungen bis 2050 - lassen sich nur erreichen, wenn die De-Carbonisierung der Chemieprodukte gelingt!

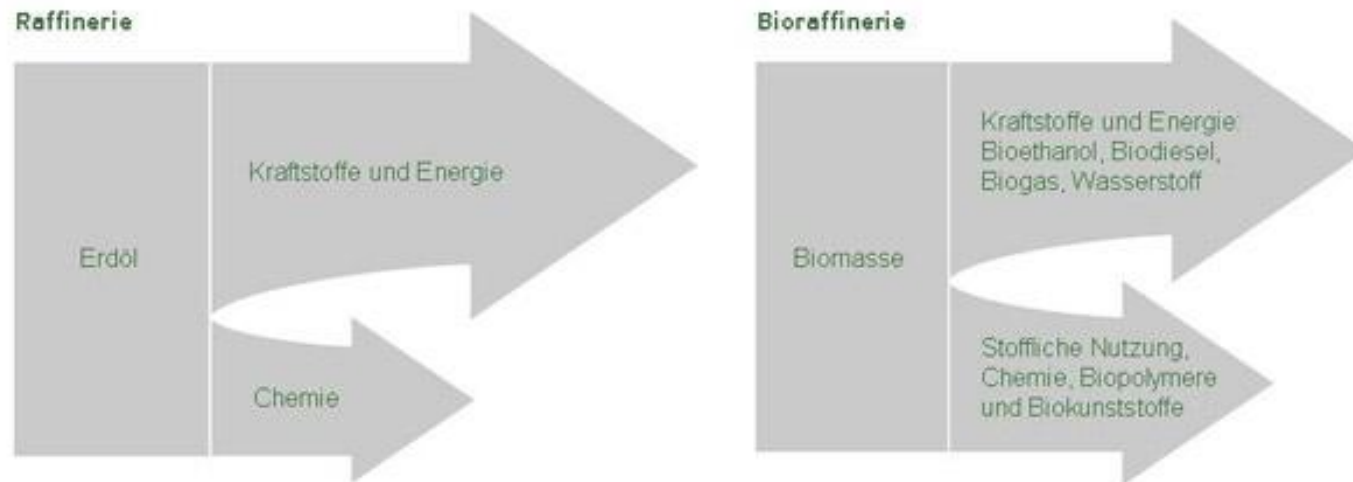
# Feed Stock Change fördern!

- Öl wird teuer und knapp und es wird CO<sub>2</sub> emittiert
- Biomasse primär für die stoffliche Nutzung
- Nachhaltigen Anbau sicherstellen
- Kaskadennutzung
- Bioraffinerien



# Feed Stock Change fördern!

## Vergleich der Basisprinzipien der Erdölraffinerie und der Bioraffinerie



<http://www.aktuelle-wochenschau.de/2008/woche14/woche14.html>



# Feed Stock Change fördern!

## Biomasse-Präkursoren, Plattformchemikalien und Anwendungen (Auswahl)



<http://www.aktuelle-wochenschau.de/2008/woche14/woche14.html>

# Feed Stock Change fördern!

## Beispiel Existierende Industrielle Bioraffinerie

NatureWorks LLC (ehemals Cargill Dow) Polylactid Polymer (PLA) Anlage

### Landwirtschaft



Mais (Korn) als Rohstoff  
PLA Anlage kombiniert  
mit einer Cargill Starch  
Plant

### Biotechnologie



Lactic acid Plant,  
Blair, NE, USA  
Produktionsbeginn:  
Januar 2003  
200 kt LA Kapazität

### Chemie



PLA & Lactide Anlage,  
Blair, NE  
Produktionsbeginn:  
November 2001  
140 kt PLA Kapazität

### Material Prozesse



PLA (Polymer)  
für Materialien  
– Verpackung,  
Folien, Fasern etc.

Quelle: NatureWorks LLC

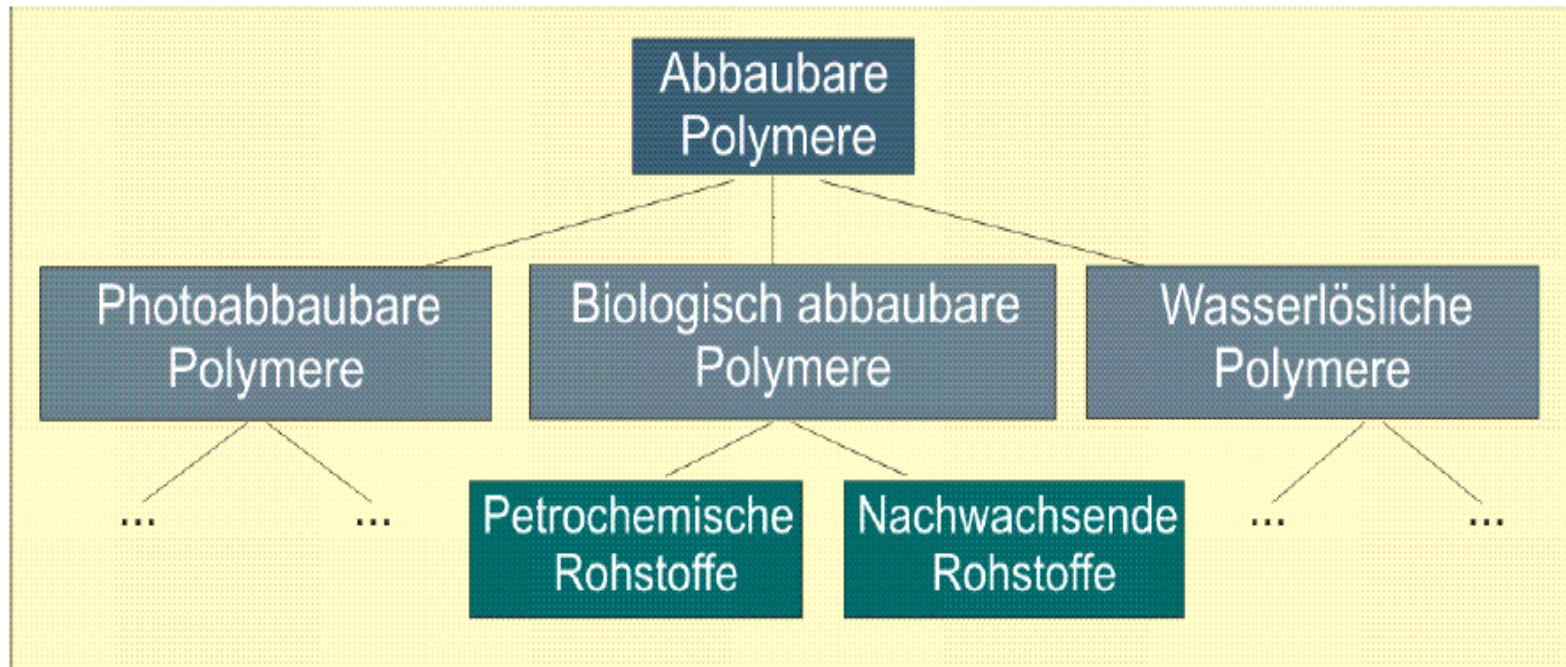
<http://www.aktuelle-wochenschau.de/2008/woche14/woche14.html>

# These 3

Die Entwicklung von **biobasierten** Verpackungskunststoffen ist Teil des zukünftigen „Feedstock Change“.

Die Entwicklung von **bioabbaubaren** Verpackungskunststoffen ist Realität und wird den Kunststoffsektor verändern!

# Abbaubare Kunststoffe



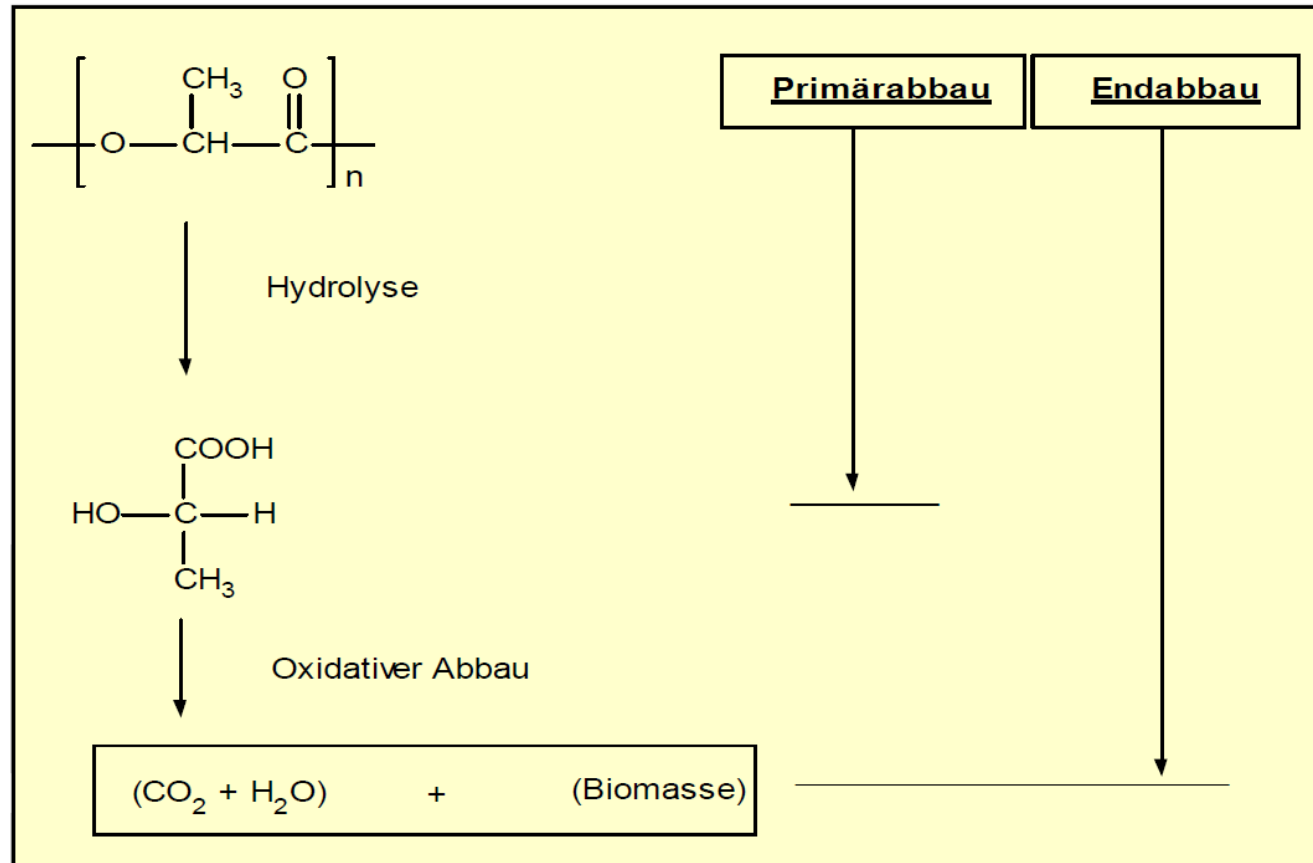
Endres 2011

# Abbaubare Kunststoffe



BASF SE

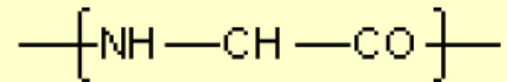
# Abbaubare Kunststoffe



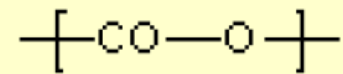
Endres 2011

# Abbaubare Kunststoffe

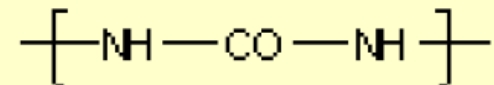
**Peptidbindungen**



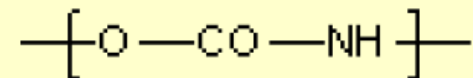
**Esterbindungen**



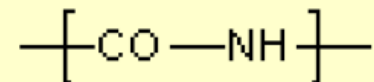
**Harnstoffbrücken**



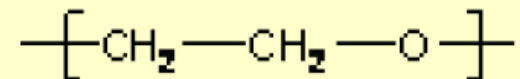
**Carbamatbrücken**



**Amide**



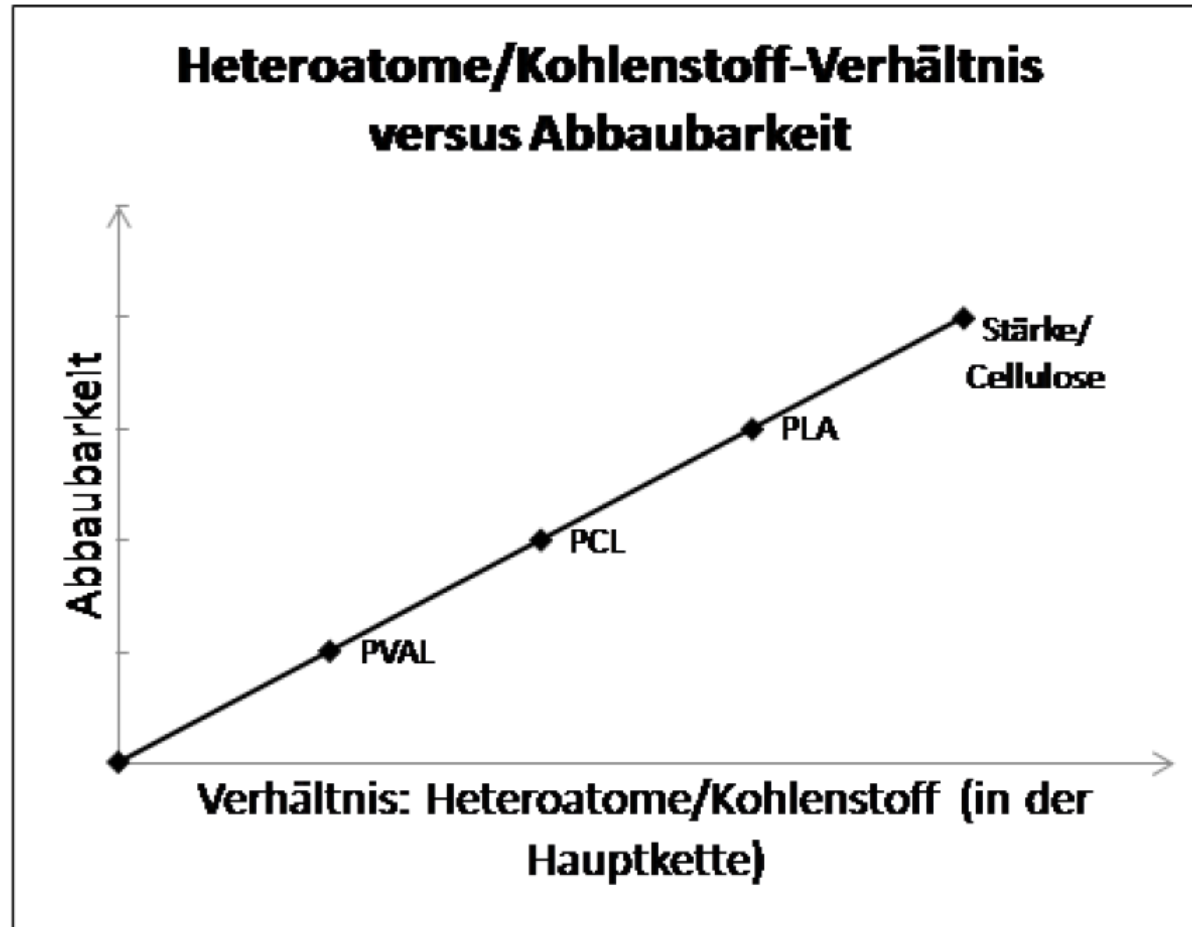
**Ethylenoxide**



Endres 2011



# Abbaubare Kunststoffe



Endres 2011



# These 4

Stoffliches Recycling von bioabbaubaren Kunststoffen ist nicht sinnvoll.

Kompostierung ist allenfalls eine Übergangslösung.

Mittelfristig sollte **chemisch rezykliert** werden.

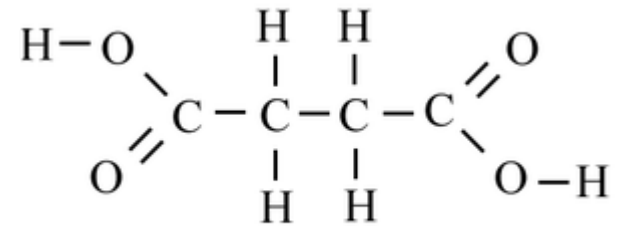
Bioabbaubare Verpackungskunststoffe können mit dem „Feedstock Change“ kombiniert betrachtet werden.

Rezyklierung von Plattformchemikalien.

# Rezyklierbare Verpackungskunststoffe

**Chemisches Recycling:** „Die langen Kettenmoleküle von Kunststoffen lassen sich wieder in ihre niedermolekularen Bausteine spalten, die nach Reinigung und Aufarbeitung neuerlich für Kunststoffe verwendet oder zu anderen Verbindungen umgesetzt werden können. Je nach Zusammensetzung und Sortenreinheit des Kunststoffabfalls sowie der chemischen Struktur der Einzelmaterialien gibt es drei prinzipielle Verfahren für dieses chemische Recycling: die Pyrolyse und die Hydrierung (thermische Spaltung unter Luftausschluß beziehungsweise unter Wasserstoffatmosphäre) sowie die chemische Spaltung (Hydrolyse, Alkoholyse, Methanolyse oder Glykolyse, wobei Wasser, Alkohol, Methanol oder Glykol als Spaltmittel dient).“

# Rezyklierbare Verpackungskunststoffe

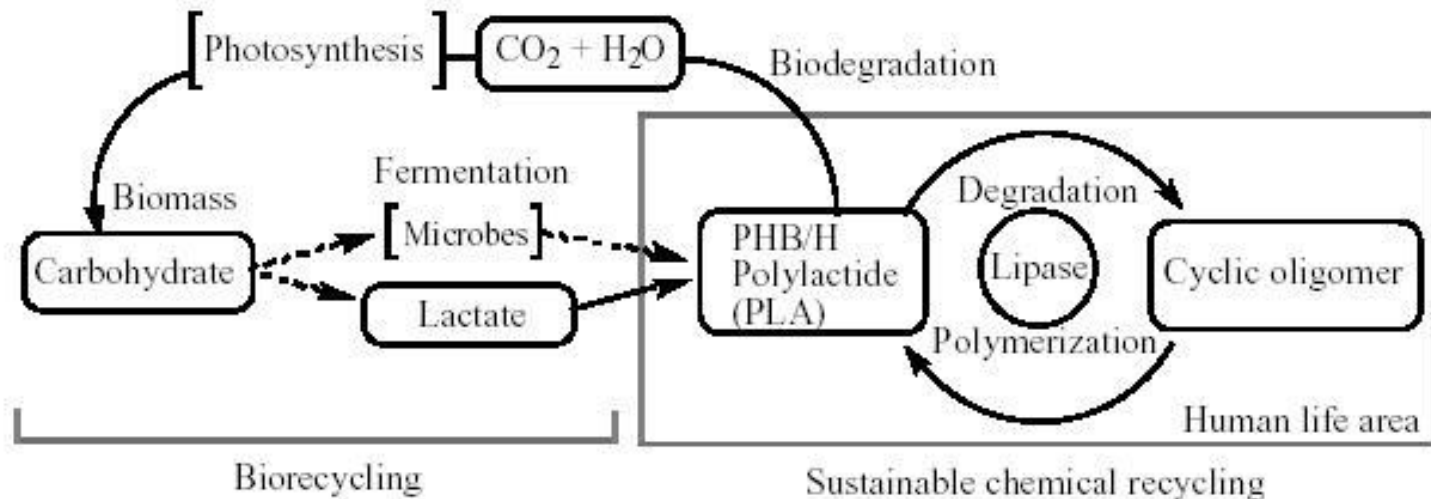


Sollbruchstelle:

Plattformchemikalie

<http://www.lilligreen.de/biobasierte-materialien-auf-dem-vormarsch/>

# Rezyklierbare Verpackungskunststoffe



**Scheme 1** Sustainable polymer production and chemical recycling for PHB/H and PLA

[http://www.polymer.cn/research/research\\_show1.asp?id=670](http://www.polymer.cn/research/research_show1.asp?id=670)

# Rezyklierbare Verpackungskunststoffe

**Gegenwärtige Situation, Hype:**

- **Biobasiert und/oder biologisch abbaubar,**
- **Es ist also nicht so sehr die Frage, ob man es gut findet, es findet statt, aber wenig koordiniert,**
- **Einpassen in die vorhandenen abfallwirtschaftlichen Systeme?**

# These 5

Die Abfallwirtschaft in den Entwicklungsländern kann das „littering“-Problem auf absehbare Zeit nicht lösen.



# Problemlösung an der Wurzel

Persistenzkriterien in der REACH-Verordnung<sup>[4]</sup>

Umweltkompartiment	Halbwertszeit
Süßwasser oder Flussmündungen	> 40 Tage
Meerwasser	> 60 Tage
Süßwasser- oder Flussmündungssediment	> 120 Tage
Meeressediment	> 180 Tage
Boden	> 120 Tage

Table 1  
Suggested half-life times (*t*<sub>1/2</sub>) of selected PCDD and PCDF congeners in air, water, soil and sediment for Baltic Proper environment (annual average temperature about +7°C)

Compound	Air	Water	Soil	Sediment
2378-TeCDD	200	4000	900 000	900 000
12378-PeCDD	360	7200	1 000 000	1 000 000
123478-HxCDD	740	14 800	2 400 000	2 400 000
123678-HxCDD	740	14 800	550 000	550 000
123789-HxCDD	740	14 800	700 000	700 000
1234678-HpCDD	1500	30 000	900 000	900 000
OCDD	3950	79 000	1 300 000	1 300 000
2378-TeCDF	320	6400	550 000	550 000
12378-PeCDF	660	13 200	450 000	450 000
23478-PeCDF	660	13 200	550 000	550 000
123478-HxCDF	1400	28 000	600 000	600 000
123678-HxCDF	1400	28 000	700 000	700 000
123789-HxCDF	1400	28 000	500 000	500 000
234678-HxCDF	1400	28 000	450 000	450 000
124678-HxCDF	1400	28 000	500 000	500 000
123468-HxCDF	1400	28 000	450 000	450 000
124689-HxCDF	1400	28 000	150 000	150 000
1234678-HpCDF	3200	64 000	350 000	350 000
1234789-HpCDF	3200	64 000	300 000	300 000
1234689-HpCDF	3200	64 000	200 000	200 000
OCDF	9600	192 000	250 000	250 000

<http://144.206.159.178/ft/166/10602/204143.pdf>

Substanz	k (Boden) [s <sup>-1</sup> ]	k (Wasser) [s <sup>-1</sup> ]	k (Luft) [s <sup>-1</sup> ]
Aldrin	$2.62 \cdot 10^{-8}$	$2.62 \cdot 10^{-8}$	$3.85 \cdot 10^{-3}$
Chlordan	$9.88 \cdot 10^{-9}$	$9.88 \cdot 10^{-9}$	$6.77 \cdot 10^{-6}$
DDT	$2.50 \cdot 10^{-9}$	$4.49 \cdot 10^{-8}$	$1.99 \cdot 10^{-6}$
Dieldrin	$1.27 \cdot 10^{-8}$	$1.27 \cdot 10^{-8}$	$8.66 \cdot 10^{-6}$
Endrin	$1.57 \cdot 10^{-9}$	$1.57 \cdot 10^{-9}$	$1.33 \cdot 10^{-4}$
Hexachlorbenzol	$5.24 \cdot 10^{-9}$	$5.24 \cdot 10^{-9}$	$9.33 \cdot 10^{-9}$
Heptachlor	$4.46 \cdot 10^{-8}$	$2.53 \cdot 10^{-6}$	$3.50 \cdot 10^{-3}$
Lindan	$6.32 \cdot 10^{-8}$	$6.32 \cdot 10^{-8}$	$3.78 \cdot 10^{-6}$
Mirex	$1.80 \cdot 10^{-9}$	$5.36 \cdot 10^{-8}$	$1.76 \cdot 10^{-10}$
Toxaphen	$2.93 \cdot 10^{-9}$	$2.93 \cdot 10^{-9}$	$1.78 \cdot 10^{-6}$
Hexachlorbiphenyl	$4.17 \cdot 10^{-9}$	$4.17 \cdot 10^{-9}$	$1.16 \cdot 10^{-7}$
TCDD	$1.59 \cdot 10^{-8}$	$1.59 \cdot 10^{-8}$	$1.57 \cdot 10^{-6}$

Substanz	Durchschnittlich erforderliche Zeit zum 95%-igen Abbau des Gehaltes im Boden [Jahre]
Aldrin	3
Chlordan	4
Lindan	6.5
Dieldrin	8
DDT	10



# Problemlösung an der Wurzel

Strategische Positionierung der NGOs auf dem Feld der Chemikaliensicherheit.

Strategische Positionierung der NGO-Seite auf dem Feld der Verpackungskunststoffe und der Micro-plastics.



# Problemlösung an der Wurzel

Das Thema „microplastics“ benötigt kurzfristige Problemverminderungen (Abfallwirtschaft) und eine mittelfristige Lösung an der Wurzel (Polymerkette)!

Der Umstieg auf biobasiert verbessert die Treibhausgasbilanz und ergibt Synergien für die Entwicklung bioabbaubare Polymere, die chemisch recycelt werden können!

Es muss eingebettet sein in eine europäische Gesamtstrategie:

- Feedstock Change,
- Bioraffinerie,
- Eckpunkte für die neuen Kunststoffe.

# These 6

## Endliche Kunststoffe

- **Verpackungskunststoffe müssen nicht Hunderte von Jahren persistent sein**
- **Festlegung von EU-einheitlichen Entwicklungszielen und Qualitätsanforderungen an neue Kunststoffe für den Verpackungssektor**
- **Neue Kunststoffe müssen auch besser zu recyceln sein (chemisches Recycling, feedstock)**

# Backup – Pilotanlage Indonesien



# Vermüllung durch Kunststoffabfälle





# Vermüllung durch Kunststoffabfälle





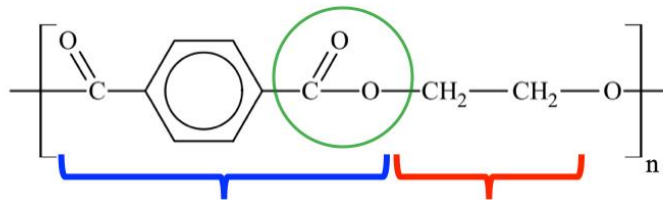
# Pilotanlage nie in Betrieb genommen



# Der „Kunststoff-shredder“ nie in Betrieb genommen

# Backup – chemisches Recycling

## Polyethylene terephthalate



this is  
terephthalate

this is  
ethylene

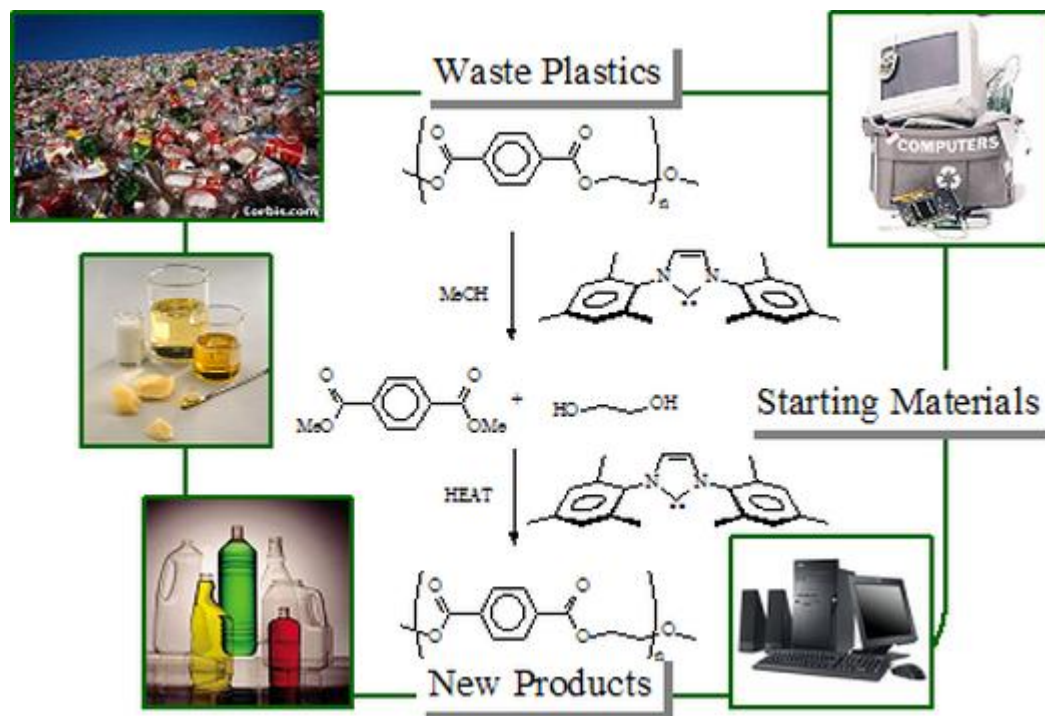
**PET**  
or  
**PETE**

<http://clearscience.tumblr.com/post/1262718643/transparent-drink-bottles-are-usually-made-of-the>



# Rezyklierbare Verpackungskunststoffe

Was heute schon  
möglich ist



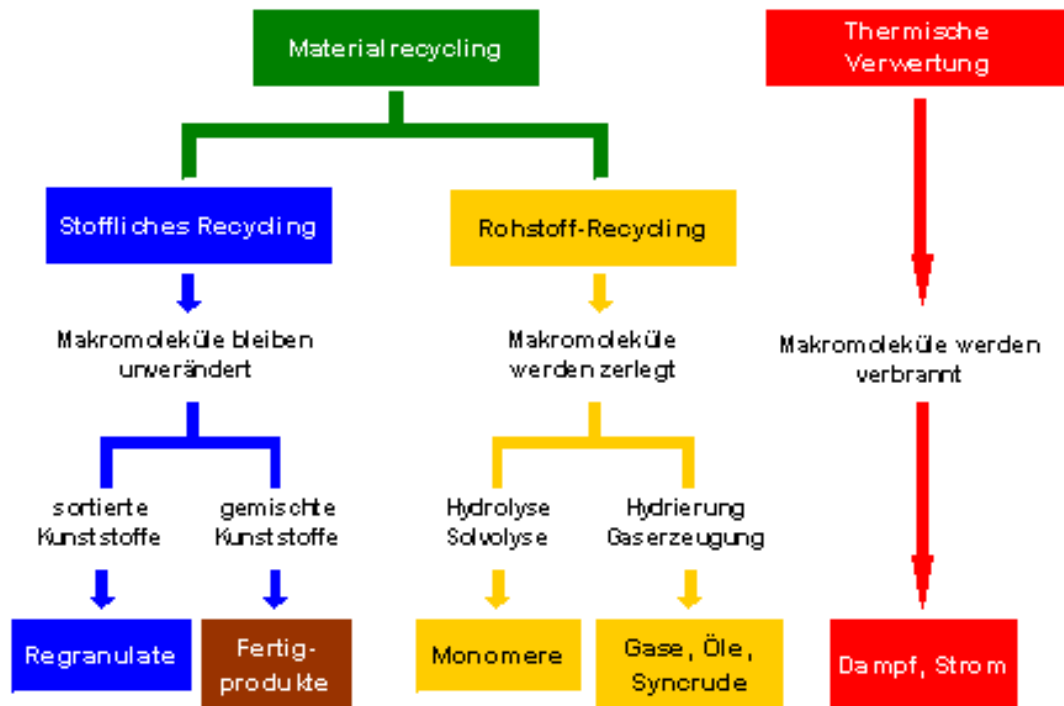
<http://www.almaden.ibm.com/st/chemistry/ps/catalysts/Green>

# Back-up



<http://www.sciencephoto.com/media/356790/enlarge>

# Back-up



<http://www.mannheimer-schulen.de/lilo/2005-2006/chemie/dat/verwertung.html>

# Rezyklierbare Verpackungskunststoffe

Biobasiert  
verbessern sich die  
Möglichkeiten, nicht  
zuletzt, weil neue  
Synthesestrecken  
aufgebaut werden  
müssen.

