



Institut für
Industrielle Ökologie




Klimapotentiale von Kunststoffen und Biokunststoffen

Ein Projekt für den Klimafonds, 1. AS

<p>Andreas Windsperger Maria Thurner</p>	<p>Roland Fehringer Harald Pilz Bernd Brandt</p>
<p>Institut für Industrielle Ökologie</p>	<p>Denkstatt GmbH</p>

K
U
N
S
T
S
T
O
F
F
T
A
G

3.
11
09



Institut für
Industrielle Ökologie




Biokunststoffe

PLA Polymilchsäure

TPS Thermoplastische Stärke / Stärkeblends

CA Celluloseacetat

PHA Polyhydroxyalkanoate (bzw. **PHB**)

PA 11 – auf Basis von Sebazinsäure

Nylon – auf Basis von Sebazinsäure

PA – auf Basis von Diaminobutan


PBS/PBT/THF – auf Basis von Butandiol

PTT – auf Basis von Propandiol


Bioethanol - Bioethylen

K
U
N
S
T
S
T
O
F
F
T
A
G

3.
11
09



Institut für
Industrielle Ökologie

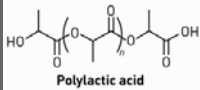


klima+
energie
fonds



denkstatt
sustainable thinking

Polymilchsäure - PLA



Polylactic acid

... ist ein hochwertiges Polymer aus **Milchsäure** und dient als Grundbaustein für das neue Polymer **PLA**.


Produktionsprozess: anaerobe Fermentation von Glucose (Zucker) zu Milchsäure

Für die Produktion einer Tonne PLA werden **1,053 t Milchsäure**, dafür wiederum **1,14 t Zucker** bzw. **1,04 t Stärke** benötigt.


Die Polymerisationsausbeute liegt bei etwa **95%**.

K
U
N
S
T
S
T
O
F
F
T
A
G


3.
11
09



Institut für
Industrielle Ökologie



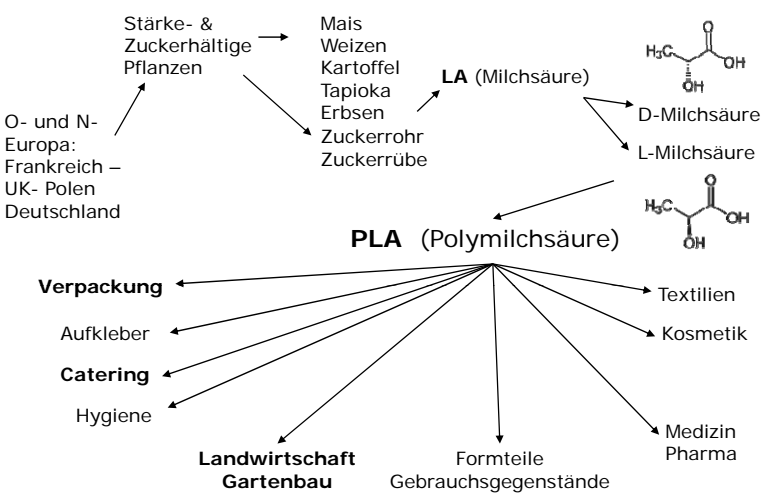
klima+
energie
fonds



denkstatt
sustainable thinking

Herstellungskette


Wesentliche Anwendungsgebiete




The diagram illustrates the production chain and applications of PLA. It starts with 'Stärke- & Zuckerhaltige Pflanzen' (Starch- & sugar-containing plants) from 'O- und N-Europa: Frankreich – UK- Polen Deutschland'. These lead to crops: 'Mais, Weizen, Kartoffel, Tapioka, Erbsen, Zuckerrohr, Zuckerrübe'. These are processed into 'LA (Milchsäure)' (Lactic acid), which is shown in its chemical structure $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$. LA is further divided into 'D-Milchsäure' and 'L-Milchsäure'. Both are used to produce 'PLA (Polymilchsäure)', shown in its chemical structure $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CO}$. PLA is then applied in various sectors: 'Verpackung' (Packaging), 'Aufkleber' (Labels), 'Catering', 'Hygiene', 'Landwirtschaft Gartenbau' (Agriculture/Horticulture), 'Formteile Gebrauchsgegenstände' (Form parts/Consumer goods), 'Textilien' (Textiles), 'Kosmetik' (Cosmetics), and 'Medizin Pharma' (Medicine/Pharma).

K
U
N
S
T
S
T
O
F
F
T
A
G


3.
11
09



Institut für
Industrielle Ökologie



klima+
energie
fonds

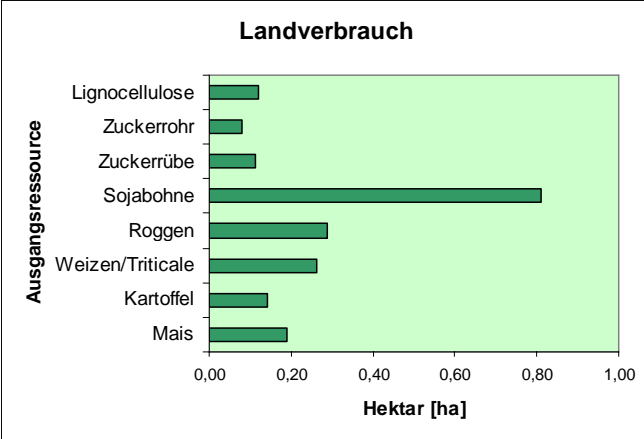


denkstatt
sustainable thinking

Landverbrauch

... je Ausgangsressource bezogen auf eine Tonne PLA


Landverbrauch




Ausgangsressource	Hektar [ha]
Lignocellulose	0,15
Zuckerrohr	0,10
Zuckerrübe	0,12
Sojabohne	0,85
Roggen	0,30
Weizen/Triticale	0,28
Kartoffel	0,15
Mais	0,20

KUNSTSTOFFTAG


3.
11
09



Institut für
Industrielle Ökologie



klima+
energie
fonds



denkstatt
sustainable thinking

TPS – Thermoplastische Stärke

Stärkeblends

... Mischung aus **nativer Stärke** und **Additiven**

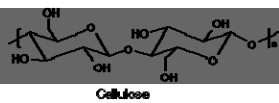
Biogene Additive: PLA

Petrochemische Additive: PE, PVOH, PCL, PVA etc.

Der Stärkeanteil liegt meist zwischen 90 und 50%.

Für die Produktion einer Tonne TPS werden durchschnittlich **0,88 t Stärke** benötigt.

Celluloseacetat



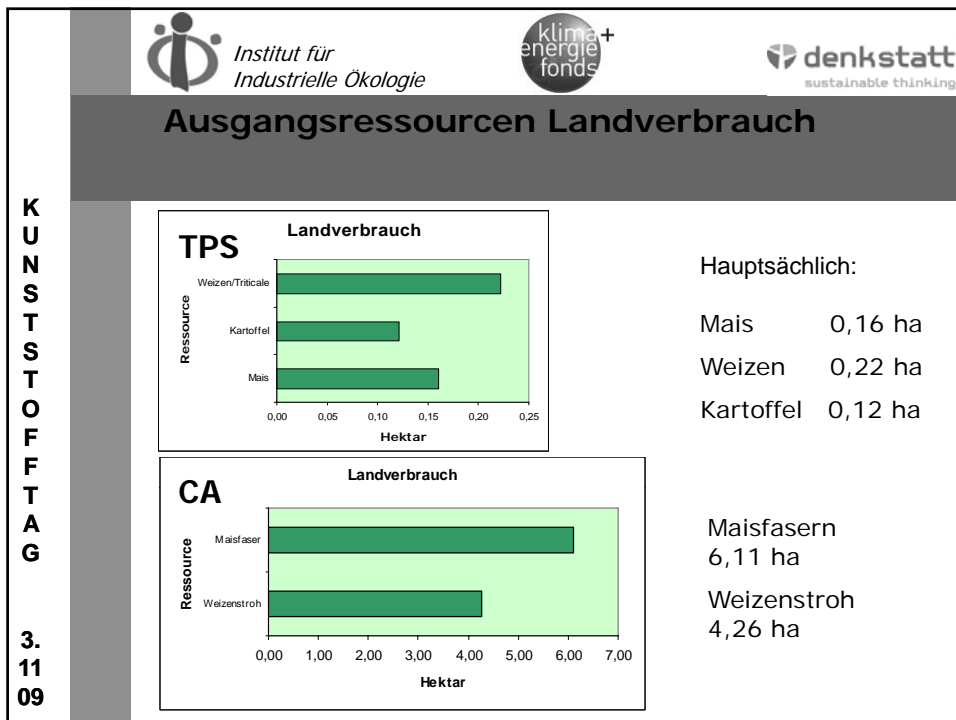
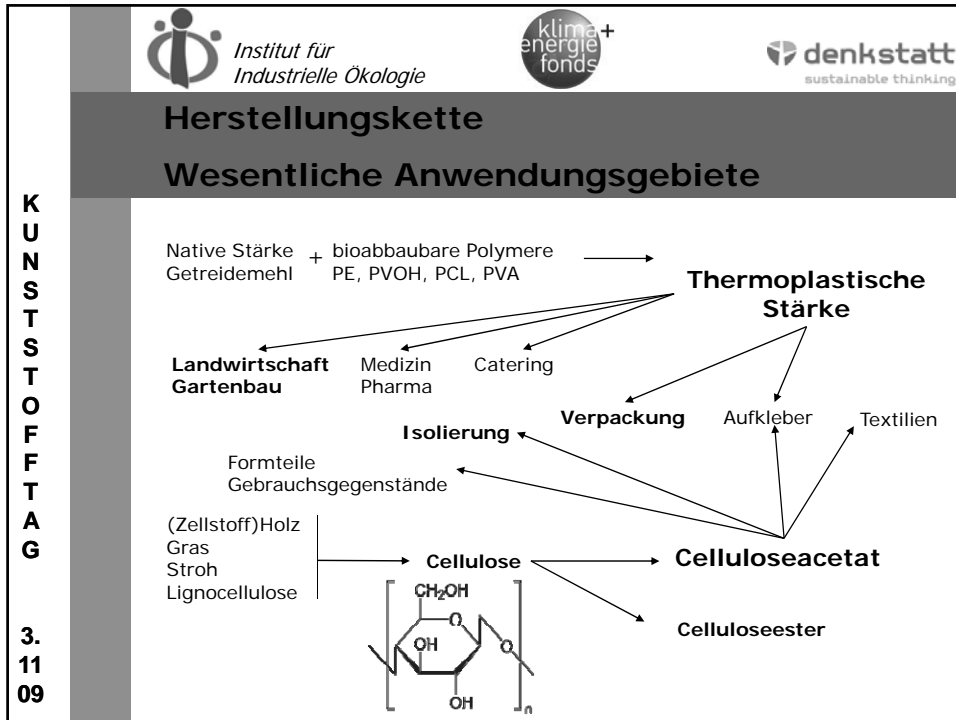
Cellulose


Produktionsprozess

Veresterung von **Cellulose** mit
Essigsäure & Essigsäureanhydrid


KUNSTSTOFFTAG

3.
11
09






Institut für
Industrielle Ökologie



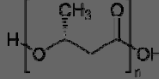
klima+
energie
fonds



denkstatt
sustainable thinking

PHA – Polyhydroxyalkanoate

PHB - Polyhydroxybutyrate



Produktionsprozess: Produktion durch Bakterien bei C-Überschuss unter suboptimalen Bedingungen.

Für die Produktion einer Tonne PHA werden **2,86 t Zucker** bzw. **2,62 t Stärke** benötigt.

Zucker
Fette

Mais

C-Überschuss
Mangel an N, P, etc.

Mikrobielle Kultivierung
Fermentation

Verpackung

Catering

Kosmetik


Medizin/Pharma

PHA (Polyhydroxyalkanoate)


PHB (Polyhydroxybuttersäure)

K
U
N
S
T
S
T
O
F
F
T
A
G


3.
11
09



Institut für
Industrielle Ökologie




klima+
energie
fonds




denkstatt
sustainable thinking

Ausgangsressourcen


Landverbrauch



Mais




Zuckerrübe




Sojabohne


Fettsäuren



Weizen

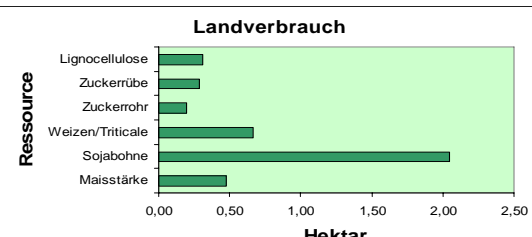


Zuckerrohr



Lignocellulose

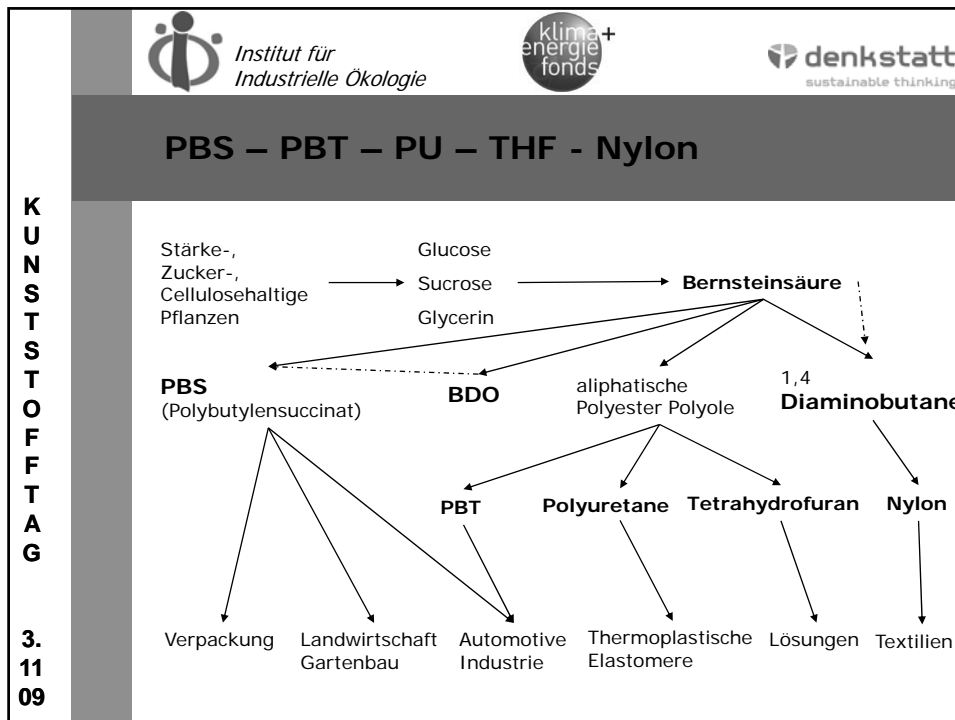
Landverbrauch






Ressource	Landverbrauch (Hektar)
Lignocellulose	~0.3
Zuckerrübe	~0.4
Zuckerrohr	~0.2
Weizen/Triticale	~0.7
Sojabohne	~2.1
Maisstärke	~0.5

K
U
N
S
T
S
T
O
F
F
T
A
G

3.
11
09



Bioethanol - Bioethylen

KUNSTSTOFFTAG

Bioethanol

Produktionsprozess: Fermentation von agrarischen Ressourcen (zucker- oder stärkehaltige Pflanzen) durch Hefe und anschließende Aufbereitung durch Destillation.




Bioethylen

Produktionsprozess: Dehydrierung von bio-basiertem Ethanol

	Landverbrauch	NREU [GJ/t]	GHG [t CO2 eq./t]
Mais	0,47	40,4	1,3
Lignocellulose	0,19	1,3	-0,7
Zuckerrohr	0,48	-29,9	-2,1
Petrochemisch	n.a.	65,6	3,2 (1,9 cradle to gate)

GHG ... Treibhausgasemission cradle to grave (Verbrennung mit Energierückgewinnung)

3. 11 09


 Institut für
Industrielle Ökologie
 





Energieverbrauch Treibhausgasemission

K
U
N
S
T
S
T
O
F
F
T
A
G

	Energieaufwand ¹	Treibhauspotential ¹
	[MJ/kg]	[kg CO ₂ -equ/kg]
PLA	76,0	1,55
TPS	25,4	1,14
PHA	94,0	1,90
PHB	94,8	1,70
CA	89,0	2,23
LDPE	78,1	2,08
HDPE	76,7	1,93
PET	82,7	3,40
PP	73,4	1,96
PVC	56,1	1,56

¹ Für die Produktion des Kunststoffgranulates

3.
11
09


 Institut für
Industrielle Ökologie
 


Substitutionspotenziale Biokunststoffe (Annahmen)


K
U
N
S
T
S
T
O
F
F
T
A
G


**Potentiale für die Substitution von konventionellen
Kunststoffen durch Biokunststoffe
im Verhältnis zum aktuellen Kunststoffeinsatz**


	SP gesamt	PLA	TPS	PHA/PHB	CA
	[%]	[kt/a]	[kt/a]	[kt/a]	[kt/a]
Verpackung	~ 45	53	42	19	10
Bauindustrie	~ 15	2	8	-	4
Elektronik	~ 20	-	4	-	4
Fahrzeug	~ 20	2	4	2	-
Haushalt	~ 25	8	1	3	1
Landwirtschaft	~ 40	4	6	-	-

SP... Substitutionspotenzial

3.
11
09







PRO
CONTRA

K
U
N
S
T
S
T
O
F
F
T
A
G


Rohstoffe


Erwerbsmöglichkeiten für die Landwirtschaft	Food versus Plastic: Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion?
---	---


Abfallwirtschaft

Wo Recycling zu aufwendig -> Verbrennung (CO ₂ neutral)	Recycling prioritär
Bei organischen Verunreinigungen -> Kompostierung	Biokunststoffe sind keine Antwort auf Littering !!

3.
11
09







Treibhausgasreduktionspotenziale




K
U
N
S
T
S
T
O
F
F
T
A
G

Wo macht der Einsatz Sinn?
Wo soll der Einsatz gefördert werden?

Biokunststoffanwendungen nach **Einsparungspotenzial an Treibhausgasen** :

Anwendung	Differenz [kt/a]
Andere flexible Verpackungen	76
Andere starre Verpackungen	50
Dämmung / Isolierung	35
Landwirtschaft	22
Haushalt / Kunststoffbehälter	21
Kleine Verpackungen	19
Getränkeflaschen	16
Schrumpf- und Stretchfolien	14

3.
11
09





Institut für
Industrielle Ökologie



.. aus dem Stakeholderdialog:

- Ausbau zu umfassender Nachhaltigkeitsbewertung
- Rolle Österreichs aus internationaler Sicht darstellen/verstärken
- Gefahr: Steigerung der Wegwerfmentalität! - Problematik des „Littering“ – Kennzeichnung!
- Dämmung direkt mit Stroh statt mit Biokunststoff: Potenzial, CO₂-Bilanz?

K
U
N
S
T
S
T
O
F
F
T
A
G

3.
11
09


Institut für
Industrielle Ökologie



FAZIT

Kunststoffe sind besser als
Alternativmaterialien (Glas, Aluminium etc.)

Biokunststoffe sind noch ein bisschen besser

aber

Sind diese Vorteile sichtbar?

K
U
N
S
T
S
T
O
F
F
T
A
G

3.
11
09