

Bio-Materials and Eco-Labels

Sustainability Innovation Series, 22. June 2021

Video-Konferenz



- Während dem Vortrag bitte **Mikrofone und Kameras aus**.
- **Fragen** für den späteren Austausch bitte im Chat notieren.
- **Verständnisfragen** bitte direkt über Mikrofon stellen.
- Bitte am Anfang immer kurz **Firma & Position** sagen, damit man sich kennenlernen
- Die Veranstaltung wird **nicht aufgezeichnet**.
- Die **Folien** erhalten Sie im Nachgang.

Roundtable Agenda

- 09:00 Willkommen & Vorstellung der neuen Partner
- 09:25 Impulse & Case-Studies “Eco-Materials & Eco-Labels“ von Prof. Michael Nase
- 10:10 Fragen, Diskussion & Erfahrungsaustausch
- 10:50 Pause
- 11:00 Breakout Sessions
- 1.) Bio-Materialien und ihre Anwendungen (Biovox)
 - 2.) Zertifikate & Normung – welche machen wo und wann Sinn (Lucas Großmann)
 - 3.) Bio-Kunststoffe und Recyclate/konventionelle im Vergleich (Michael Nase)
- 11:30 Take-aways aus den Breakout Sessions
- 11:45 Ausblick auf den 4. Roundtable
- 12:00 Veranstaltungsende

Introduction of People and Companies

Bisherige Teilnehmer



BRAUN



HILTI



SEVERIN
Friends for Life



wilo



zühlke
empowering ideas

carbotech

ec[]ncept

BMI Lab

ibp

Institut für Biopolymere
der Hochschule Hof

cws

MAGNETSYSTEME
BRUGGER

SIEMENS

Gillette

P&G

BRAUN



MAM



Schon jetzt ein kurzer Ausblick:
Wie soll es weitergehen?

Wie soll es weitergehen?



Fortführung Roundtables-Reihe zu Sustainability Themen

- z.B. Modularisierung, EU Taxonomy, Recycling, Verpackung, etc. (2h)



Sustainability Schulung für Ingenieure:innen/Manager:innen/Designer:innen

- z.B. 4 x ½ Tage Online-Kurs mit Hands-on-Übungen



Sustainability Quick-Assessment zur Standortbestimmung und nächste Schritte

- z.B. Abgleich mit Regularien, Benchmarking → Quick Wins, Tools, Checklisten, etc.



C-Level-Pitch, um Budgets freizumachen

- z.B. Sustainability Argumente, Business/Impact-Case für ein erstes Leuchtturm-Projekt



LinkedIn-Gruppe zum Themen und Networking

- z.B. interessante Artikel, Case-Studies, Studien, Events, etc.



Wie interessant wäre für Sie und Ihr Unternehmen...?



Our Expert & Moderator Today



ibp

Institut für Biopolymere
der Hochschule Hof

Kunststofftechnologie seit 2005
Focus: Eco-Materials

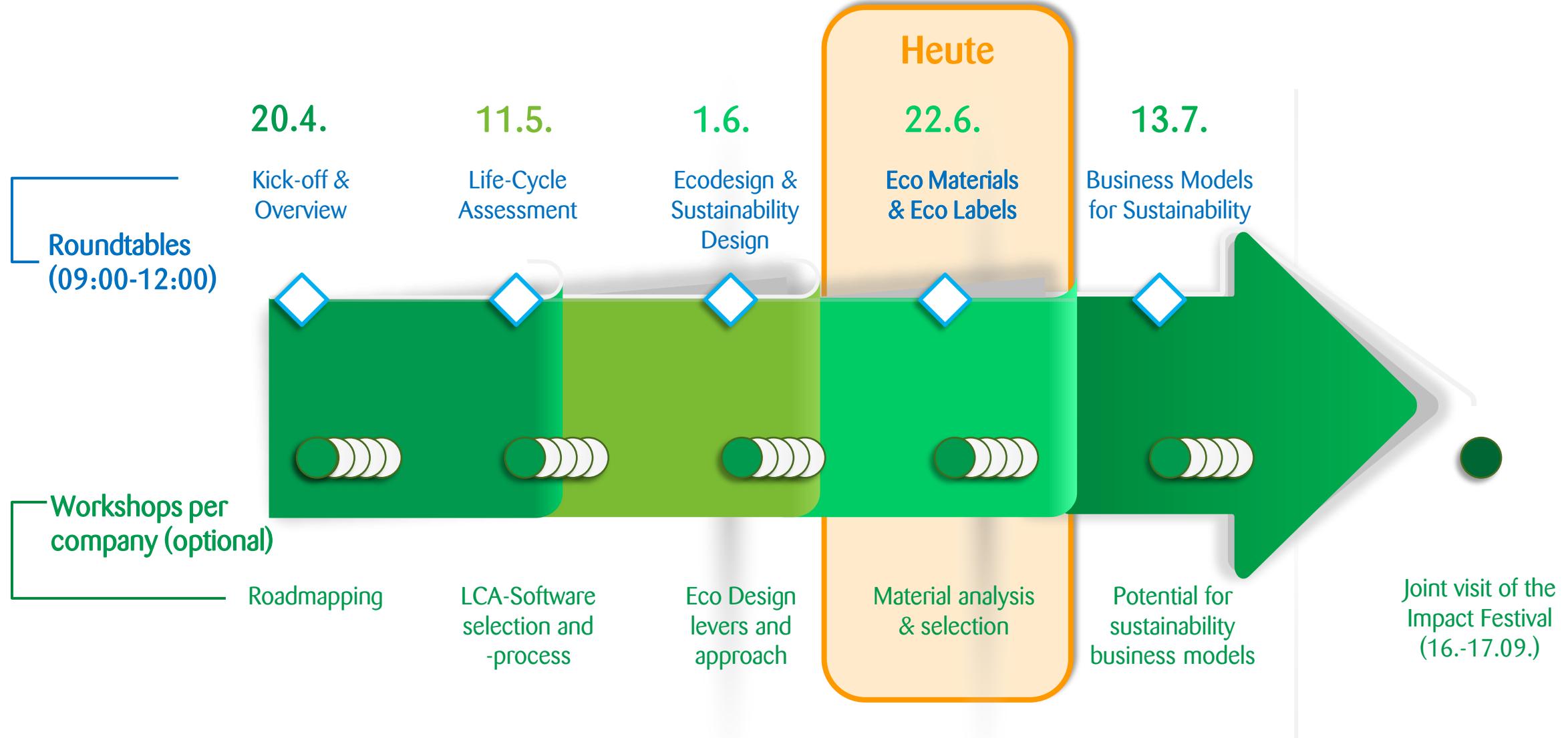
Prof. Dr. Michael Nase



Lead Systems Engineer
Focus: Sustainability

Hans-Ulrich Eckhard

Sustainability Innovation Roundtable Series 2021



Impuls-Vortrag & Case-Studies von Prof. Michael Nase

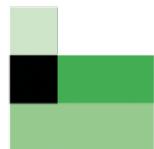


ibp

Institut für Biopolymere
der Hochschule Hof

mit anschließendem Startup-Pitch von **BIOVOX**

Eco-Materials und Eco-Labels



ibp

Institut für Biopolymere
der Hochschule Hof

Round Table – Zühlke

Michael Nase

Lucas Großmann

Gliederung

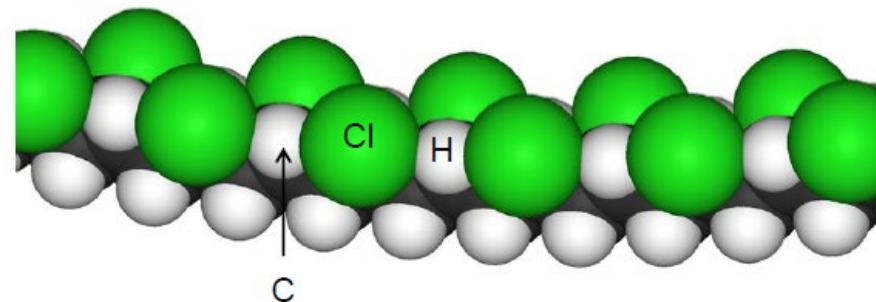
- 
- 01** Vom Kundenwunsch zur Werkstoffstruktur
- Besonderheiten von Biokunststoffen
 - 02** Technische Einteilung der Biokunststoffe
und Vorstellung ihrer Eigenschaften
 - 03** Wie erreiche ich mein Ziel?
Biokunststoffe für Ihr Produkt und Ihren
Prozess
 - 04** Normierungen und Zertifikate
 - 05** Datenbanken – Wo finde ich detaillierte
Infos?
 - 06** Anwendungsbeispiele

Besonderheiten von Biokunststoffen

Struktur des Makromoleküls im Kunststoffs

Elemente

C, H, O, N, Cl, F, S, Si



1. Konstitution (Zusammensetzung)
2. Konfiguration (Räuml. Anordnung)
3. Konformation (Räuml. Drehung)

Konstitution:

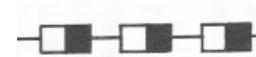
Chemisches Aufbauprinzip der Makromoleküle:

- Typ der Aneinanderreihung
- Art der Endgruppen und Substituenten,
- Art und Länge der Verzweigungen,
- Molekülmasse ohne Berücksichtigung der räumlichen Anordnung

Hauptvalenzbindungen:
kovalente **chemische** Bindung
Bindung im Monomer selbst

Nebenvalenzbindungen:
physikalische Bindung
Zusammenhalt der Makromoleküle
untereinander

-A-A-A-A- Homopolymere aus gleichen symmetrischen
Monomeren (PE)

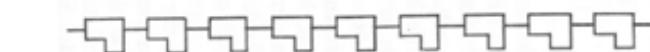


Homopolymere aus Monomeren, die sich
aus zwei Komponenten zusammensetzen
(PA 6.6)

Besonderheiten von Biokunststoffen

1. Konstitution (Zusammensetzung)

Homopolymere mit unsymmetrischen Monomeren (PVC)



Regelmäßige Anordnung: Kopf-Schwanz

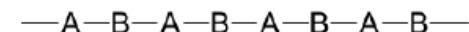


Alternierende Anordnung: Kopf-Kopf-Schwanz-Schwanz



Statistische Anordnung

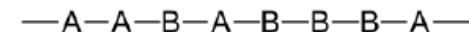
Copolymere mit unterschiedlichen Monomeren:



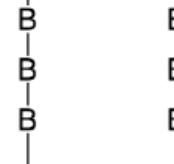
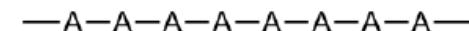
abwechselnd (alternierend)



geblockt

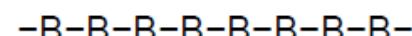
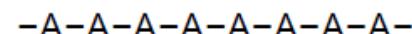


zufällig (statistisch)



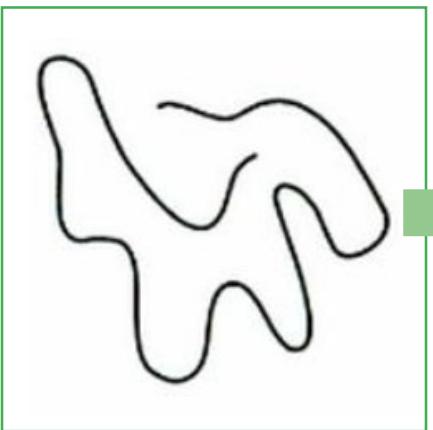
gepfropft

Polymerblend aus zwei Polymeren

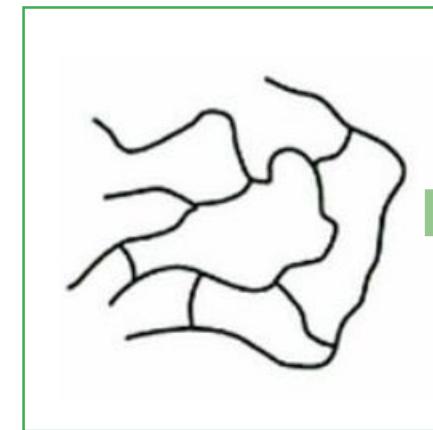


Besonderheiten von Biokunststoffen

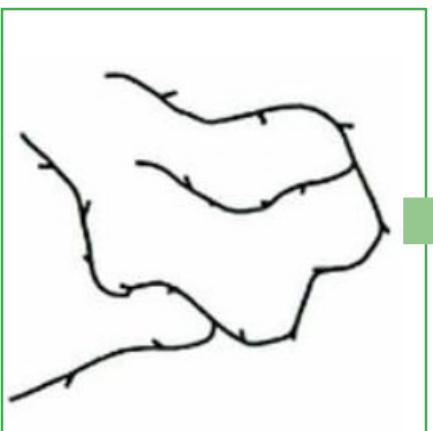
1. Konstitution (Zusammensetzung)



Lineare Kette
(gegeneinander bedingt bewegliche Elemente)
Beispiel: lineares PE



Vernetzte Kette (chemische Bindungen zwischen den Ketten)
Beispiel: Elastomere, Duromere



Verzweigte Kette
(mit Substituenten, die gleichen Aufbau wie Hauptkette haben)
Beispiel: verzweigtes PE

Größe der Makromoleküle → Molmasse

Besonderheiten von Biokunststoffen

2. Konfiguration

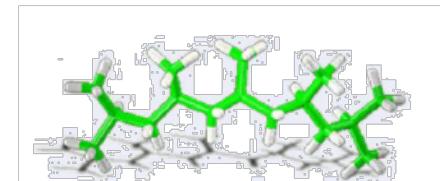
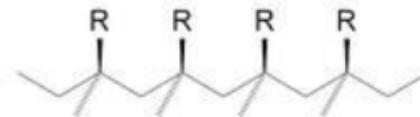
- Räumliche Anordnung der Atome im Molekül

Taktizität

(griech. Taxis Anordnung)

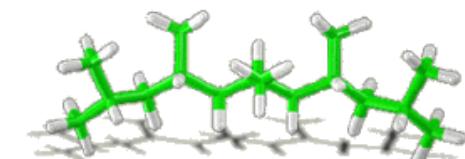
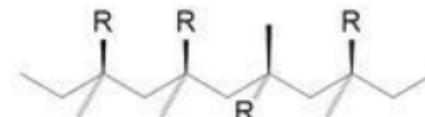
isotaktisch

alle Reste (R) befinden sich auf der gleichen Seite



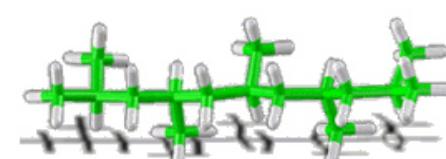
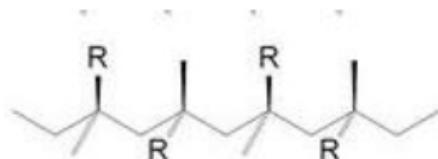
ataktisch

die Reste (R) sind zufällig angeordnet

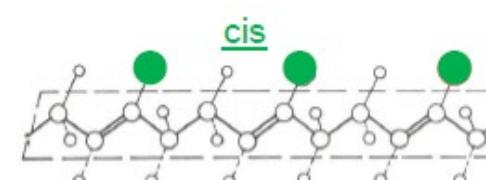


syndiotaktisch

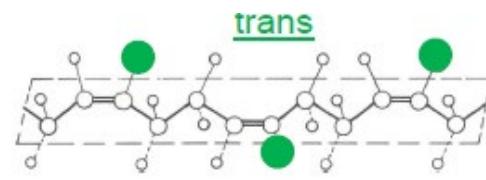
die Reste (R) befinden abwechselnd auf unterschiedlichen Seiten



cis



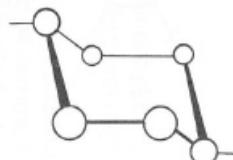
trans



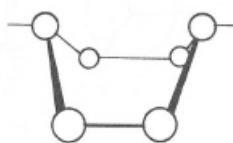
Besonderheiten von Biokunststoffen

3. Konformation

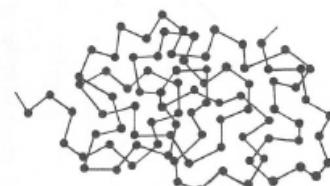
- genaue räumliche Anordnung der Atome im Makromolekül
- durch Drehen oder Umklappen um die Bindungsachsen
- ein Moleköl von bestimmter Konstruktion und Konfiguration



Sesselkonformation einer
Ringverbindung



Wannenkonformation einer
Ringverbindung



Geknäuelte Molekölstruktur
(amorphe und unverstreckte
Polymere)



Gestreckte Molekölstruktur
(Zick-Zack-Konformation)



Beeinflussung der
Werkstoffeigenschaften durch
Modifikation möglich

Besonderheiten von Biokunststoffen

... aus chemischer Sicht

	Konstitution (Zusammensetzung)	Konfiguration (räuml. Anordnung)	Konformation (räuml. Drehung)
Konventionelle Kunststoffe	Heteroatome [CH ₂ -CH ₂] _n [CH ₂ -C ₆ H ₅] _n [H ₂ N-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -COOH] _n	Anteil von Seitenketten und -gruppen Mögliche Länge der Seitenketten und -gruppen	je nach Kunststoff: <ul style="list-style-type: none">• Olefine → geringe WW• Polyester → hohe WW primär Teilkristallinität
Biokunststoffe	Heteroatome [O-C(=O)-CH ₂ -CH ₂ -O-C(=O)] _n H-[O-CH(CH ₃)-CH ₂ -C(=O)-OH] _n Verhältnis Heteroatome zu Nicht-Heteroatome	Anteil von Seitengruppen einfache und kurze Seitengruppen	hohe Dipolwechselwirkungen, Knäulstruktur Kristallinität möglich primär amorph

Besonderheiten von Biokunststoffen

... aus physikalischer Sicht

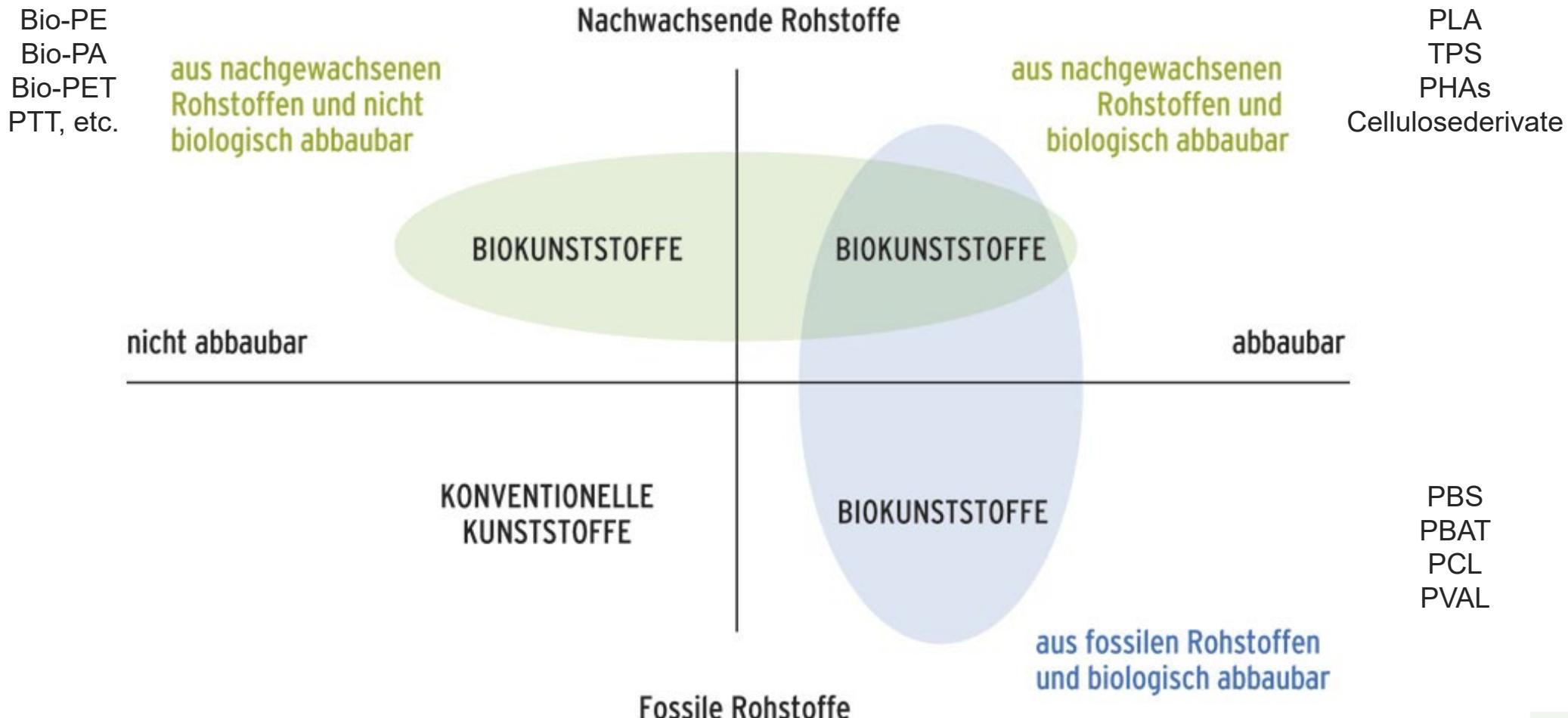
	Wechselwirkungen und Anziehungskräfte	Kristallinität	Glasübergang
Konventionelle Kunststoffe	von gering – Polyolefin ↘ bis sehr hoch – Polyester ↗	von (nahezu) vollständig amorph - PS ↘ bis hochkristallin - iPP ↗	von sehr niedrig – PE-LD bis sehr hoch – PC
Biokunststoffe	nahezu immer hoch ↗ L ↗ hoher Anteil von Heteroatomen → biolog. Abbau	oftmals langsame Kristallisation Anteil unterschiedlich meist eher gering ↘	meist hoch ↗ L ↗ Steigt mit Anteil der Heteroatome

Gliederung

- 
- 01** Vom Kundenwunsch zur Werkstoffstruktur
- Besonderheiten von Biokunststoffen
 - 02** Technische Einteilung der Biokunststoffe
und Vorstellung ihrer Eigenschaften
 - 03** Wie erreiche ich mein Ziel?
Biokunststoffe für Ihr Produkt und Ihren
Prozess
 - 04** Normierungen und Zertifikate
 - 05** Datenbanken – Wo finde ich detaillierte
Infos?
 - 06** Anwendungsbeispiele

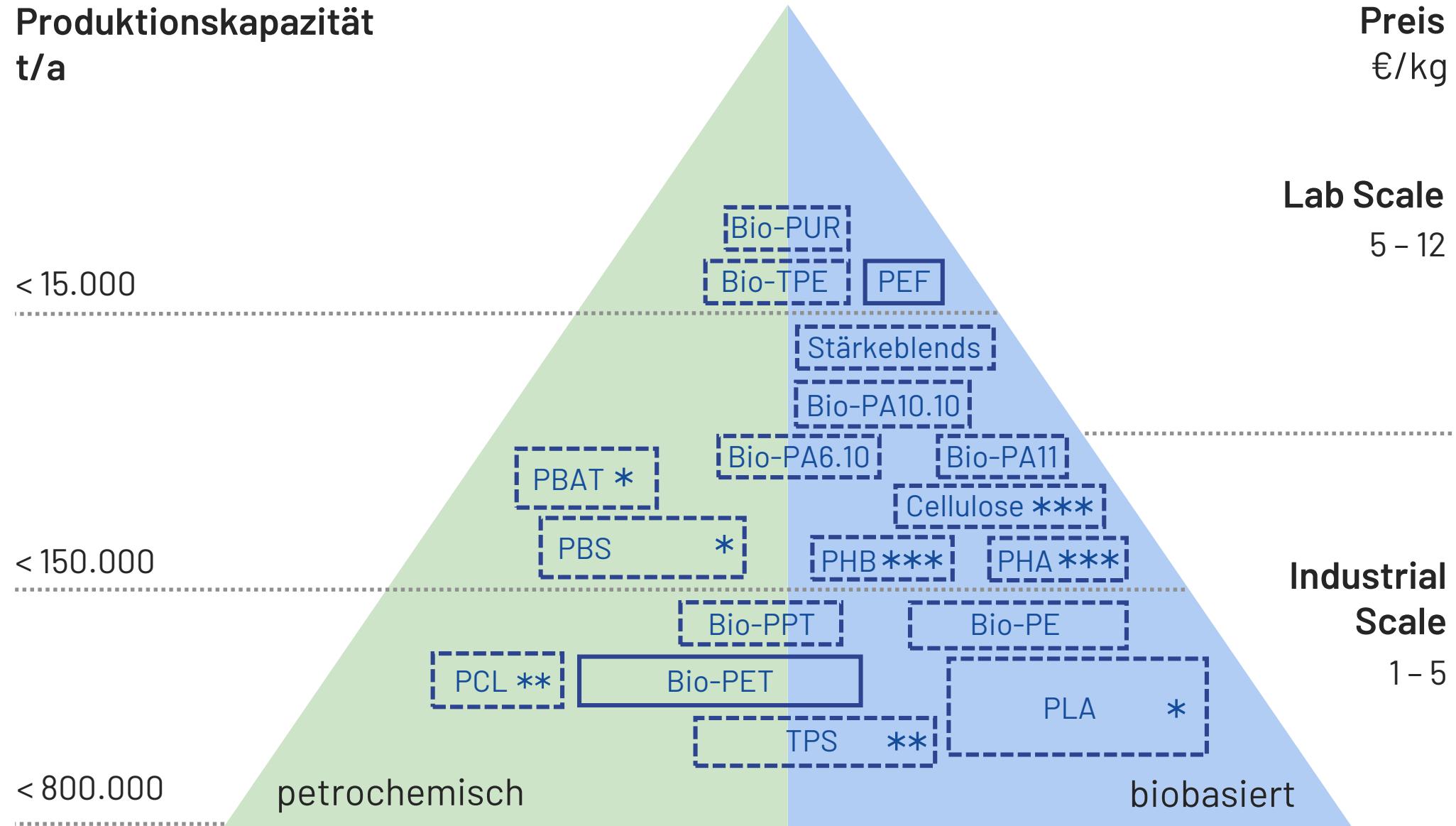
Einteilung und Eigenschaften der Biokunststoffe

Einteilung von Biokunststoffen und konventionellen Kunststoffen



Produktionskapazität t/a

Preis
€/kg



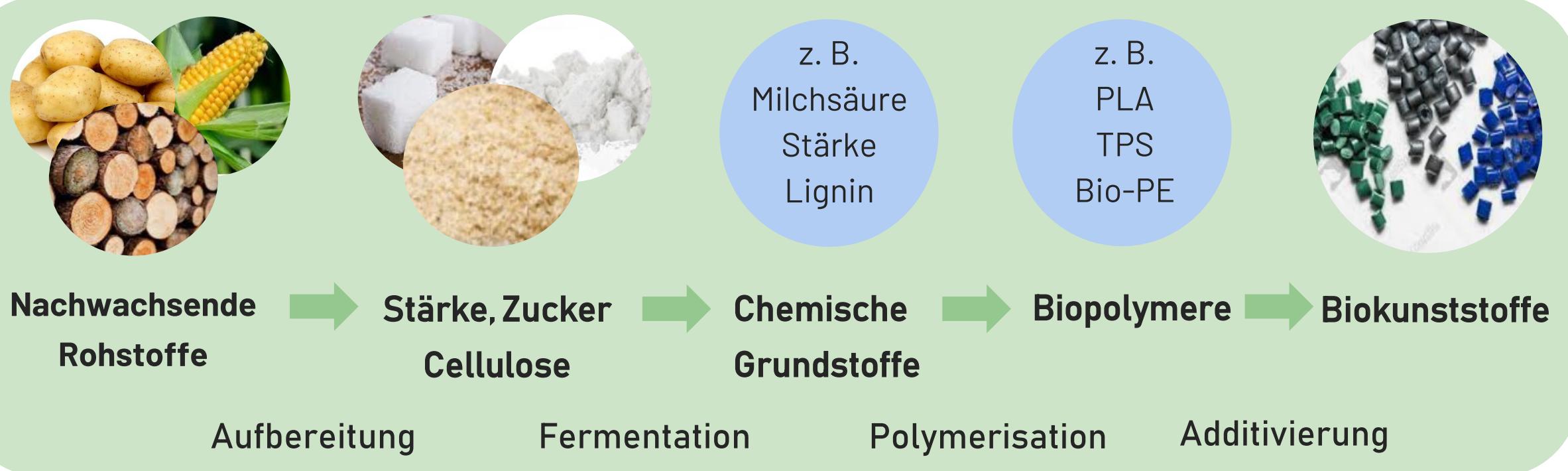
Morphologie:

amorph

teilkristallin

Kompostierbarkeit: * DIN 13432 ** Haus *** Meer

Einteilung und Eigenschaften der Biokunststoffe



Biokunststoff = Biopolymer + Bioadditive

Einteilung und Eigenschaften der Biokunststoffe

Flächen- und Wasserverbrauch

Biokunststoff	Sugar cane	Sugar beet	Corn	Potato	Wheat
PLA	0.16 ha 2 370 m ³	0.18 ha 1 215 m ³	0.37 ha 2 921 m ³	0.44 ha 2 659 m ³	1.04 ha 6 468 m ³
PHB	0.30 ha 4 610 m ³	0.31 ha 2 364 m ³	0.69 ha 5 655 m ³	0.81 ha 5 168 m ³	1.88 ha 12 867 m ³
Bio-PE	0.46 ha 7 031 m ³	0.47 ha 3 605 m ³	1.06 ha 8 642 m ³	1.24 ha 7 899 m ³	2.88 ha 19 663 m ³
Bio-PET	0.30 ha 4 547 m ³	0.31 ha 2 331 m ³	0.68 ha 5 604 m ³	0.80 ha 5 122 m ³	1.86 ha 12 751 m ³
TPS			0.16 ha 1 309 m ³	0.19 ha 1 197 m ³	0.44 ha 2 979 m ³



land use for 1t of resulting polymer

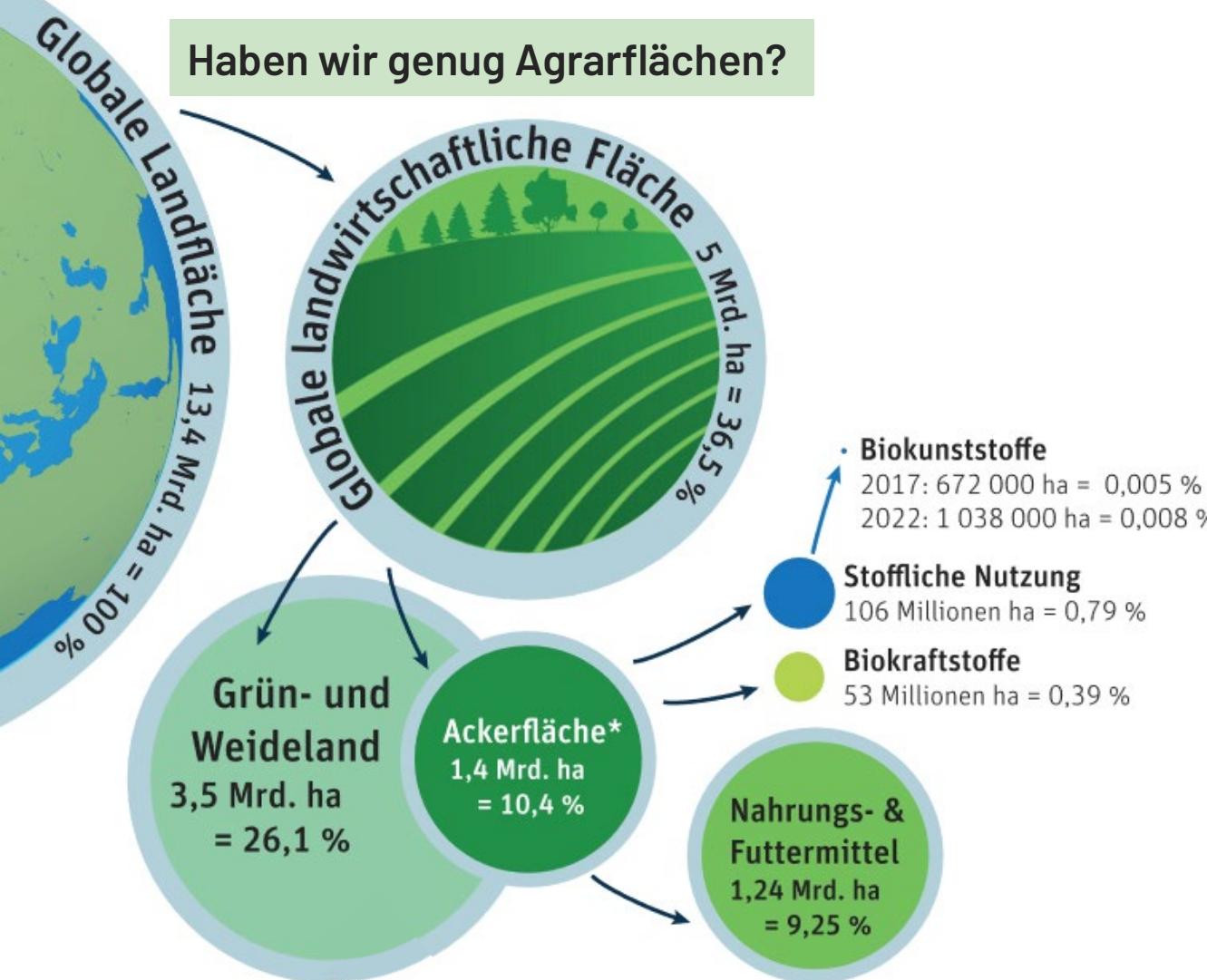


water usage for feedstock/crop amount

Quelle: ifBB Biopolymers, facts and statistics 2018, modifiziert

→ Nachhaltigkeit ist von den Rohstoffpflanzen abhängig
 → LCA zur umfänglichen Bewertung!

Einteilung und Eigenschaften der Biokunststoffe



Je nach Biokunststoff-Typ und genutzter Pflanzenart:



1 ha Ackerfläche = 2 - 4 t Biokunststoff

2018 – 2,1 Mio. t Produktionskapazität Biokunststoffe

2018 – 360 Mio. t konventionelle Kunststoffe

Umrechnung Biokunststoffe:

→ 180 Mio. ha

→ 3,6 % globale Landwirtschaftsfläche

→ 12,8 % der Ackerfläche

Einteilung und Eigenschaften der Biokunststoffe

Abbau von Biokunststoffen

Bioabbaubar ≠ kompostierbar

Dauer: ca. 3 Monate
Temp.: 50 - 60 °C

- CO₂ basiertes PPC
- PEG
- PLA and PLA-Blends

DIN EN 13432 (EU)

Dauer: 12 Monate
Temp.: < 35 °C

- PBAT + PBAT-Blends
- PBS + PBS-Blends
- Chitin, Chitosan
- Lignin

Dauer: min. 1 Monat
Temp.: < 35 °C

Dauer: 6 - 12 Monate
Temp.: < 35 °C

- PHA, PHB
- Proteine: Casein, Gluten, Wolle
- Stärke: Stärke/PCL, TPS
- Cellulose

Meer

Süßwasser

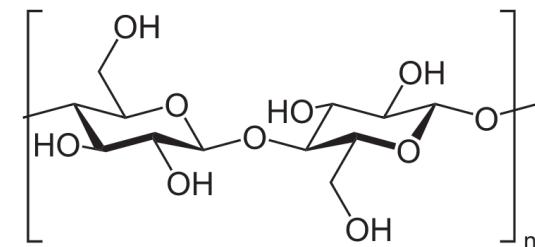
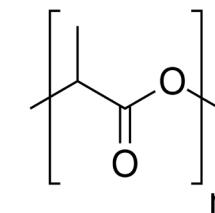
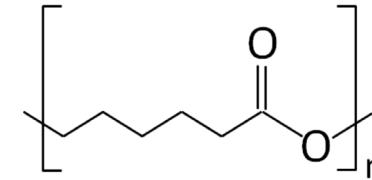
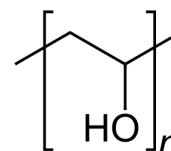
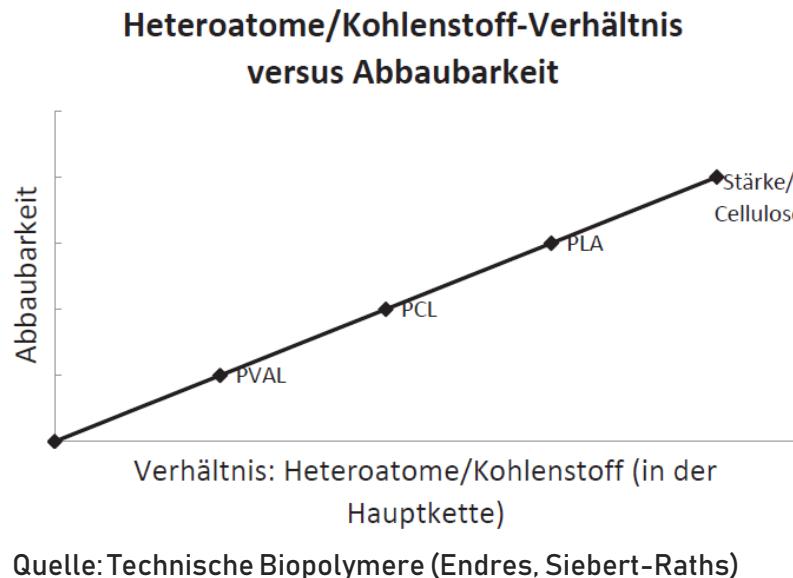
Hauskompostierbar

Industrie-kompostierbar

Einteilung und Eigenschaften der Biokunststoffe

Biologische Abbaubarkeit

- **Abbau** = Zerfall in kleinere Fragmenten
→ Druck, UV-Strahlung, salzhaltiges Wasser, Temperatur
 - **Biologischer Abbau** = Zerfall in elementare Bestandteile (CO_2 , H_2O , CH_4 , C)
→ Mikroorganismen
(hängt nicht von der Rohstoffbasis, sondern von der chemischen Struktur des Stoffes ab)

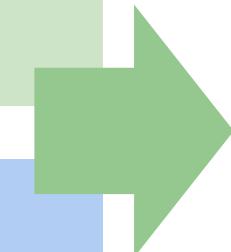


Einteilung und Eigenschaften der Biokunststoffe

Biologische Abbaubarkeit

Besserer Abbau durch:

- viele ungesättigte Verbindungen & Heteroatome
- hohe Polarität und Quellbarkeit
- große Oberfläche und geringe Stärken
- flexible Molekülstrukturen



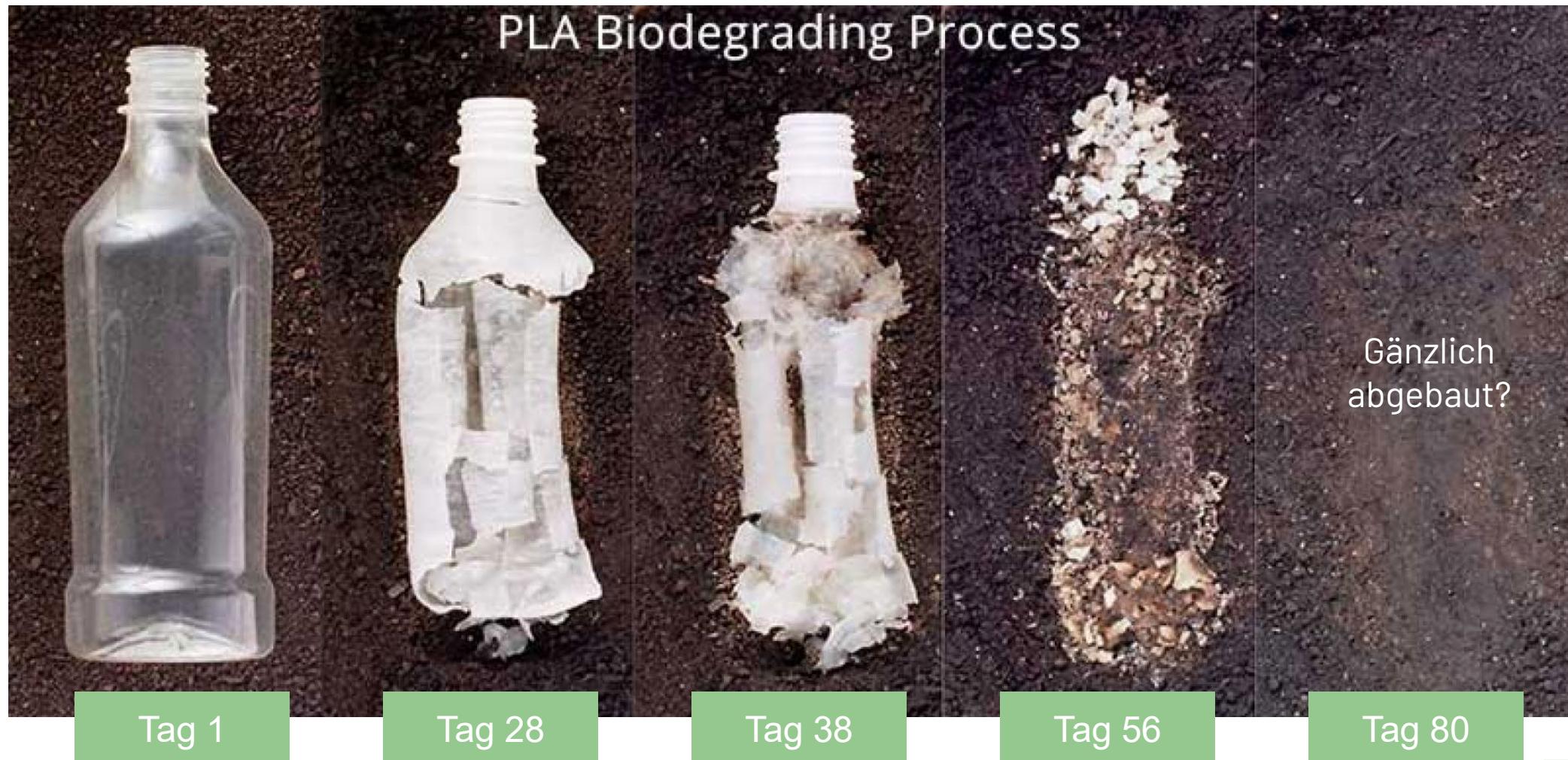
Beeinflussung des Abbaus
durch Modifikation möglich

Erschwerter Abbau durch:

- hohe Kristallinität
- hohe Wechselwirkungen zwischen den Makromolekülen
- aromatische Bestandteile
- hohes Molekulargewicht

Einteilung und Eigenschaften der Biokunststoffe

PLA Abbauprozess (DIN EN 14342)

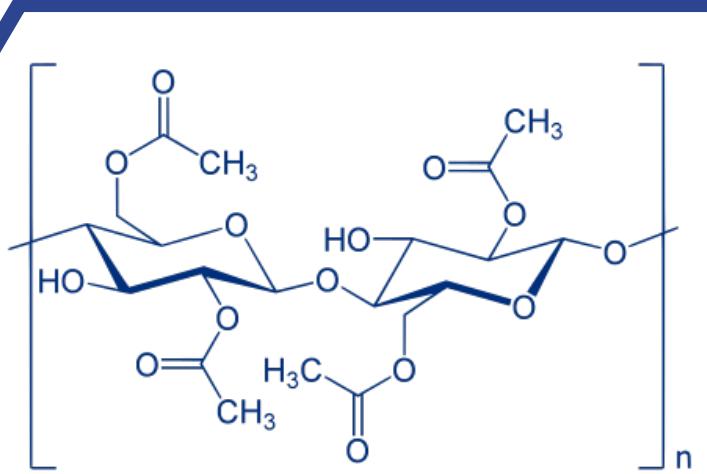


Native-Biokunststoffe

- **Cellulosederivate CA, CN, CB, CP, CAB, CAP u.w.**
bio-basierter Rohstoff: Cellulose
bio-basierter Anteil vom Acetylierungsgrad (DS) und vom verwendeten Weichmacher abhängig
- **Thermoplastische Stärke TPS**
bio-basierter Rohstoff: Stärke
bio-basierter Anteil vom verwendeten Weichmacher abhängig

Cellulosediacetat (CA)

4 - 5
€/kg



T_g: 70 - 120 °C

T_m: 200 - 230 °C

ρ: 1,27 - 1,34 g/cm³

- **hoher E-Modul** (Eigenschaften Weichmacherabhängig)
- **hohe Transparenz**
- **geringe Bruchdehnung**
- **beständig** gegen Fett, Wasser und Alkohol
- **selbstpolierende Eigenschaften**
- **bio-basierter Anteil bis ~ 80% möglich**

Rohstoff

Acetylierung von Cellulose

Verarbeitung

Spitzguss | Castfolie

Substituent für

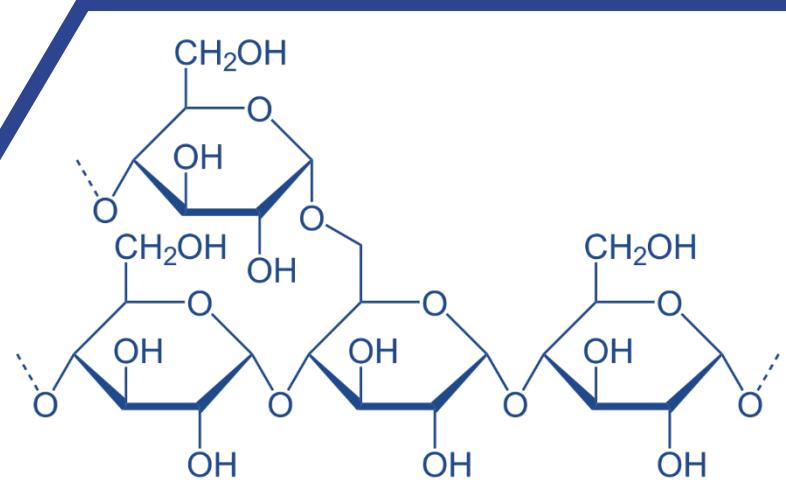
PS

Blends

-

Thermoplastische Stärke (TPS)

1-3
€/kg



T_g : -20 - 43 °C

T_m : 130-180 °C

ρ : 1,5 g/cm³

- Verarbeitung nur mit Weichmachern möglich
- mech. Eigenschaften sehr stark abhängig vom Weichmacher
- polar (stark hydrophil)
- kompostierbar nach DIN EN 13432 + Lebensmittelzulassung

Rohstoff

Destrukturierung von pflanzlichen Stärkekörnern

Verarbeitung

Vortrocknung nötig | Verkleisterung bei Hitze | Spitzguss + Castfolie + Blasfolie -

Substituent für

Füll- oder Verstärkungsstoffe

Blends

PBAT/TPS, TPS/Bio-PE, PLA/TPS

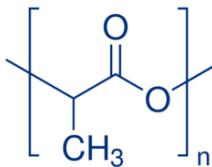
- schlecht bis mäßig
++ gut bis sehr gut

Technische-Biokunststoffe

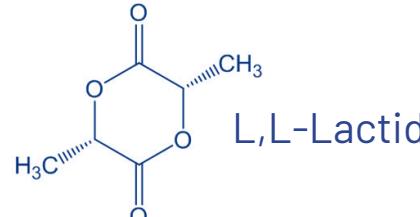
- **PLA (Polymilchsäure)** bio-basierter Rohstoff: L-, D- und Meso-Lactid
- **PHB (Polyhydroxybutyrat)** bio-basierte Rohstoffe: Fermentativ aus Stärke, Zucker u.w.
- **PBS (Polybutylensuccinat)** bio-basierter Rohstoff: Bernsteinsäure
- **PBAT (Polybutylenadipat-terephthalat)** fosil-basierte Rohstoffe: Terephthalsäure, Adipinsäure, 1-4 Butandiol
- **PCL (Poly- ε -caprolacton)** fosil-basierter Rohstoff: Caprolacton
- **PVOH (Polyvinylalkohole)** fosil-basierter Rohstoff: Vinylacetat
- **PEF (Polyethylenfuranoat)** bio-basierter Rohstoff: 2,5-Furandicarbonsäure und Ethylenglycol

Polylactid Acid (PLA)

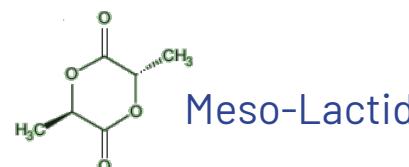
<2
€/kg



PLA



L,L-Lactid



Meso-Lactid



D,D-Lactid

$T_g: 55 - 65^\circ\text{C}$ // $T_m: 130 - 220^\circ\text{C}$ // $\rho: 1,24 - 1,39 \text{ g/cm}^3$

- **hoher E-Modul** (geringe Schlagzähigkeit – abhängig von Konditionierung)
- **hohe Transparenz**
- **polar** (gut bedruckbar, aber stark hydrophil)
- **beständig** gegen Fett, Wasser und Alkohol
- **mittlere Sauerstoffbarriere / schlechte Wasserbarriere**
- **kompostierbar** nach DIN EN 13432 + **Lebensmittelzulassung**

Rohstoff

L- oder D-Milchsäure (Fermentation) → L- oder D-Lactid

Verarbeitung

Vortrocknung | kurze Verweilzeit | siegelbar | Spitzguss + Castfolie + Blasfolie -

Substituent für

PS

Trübung beim Recycling

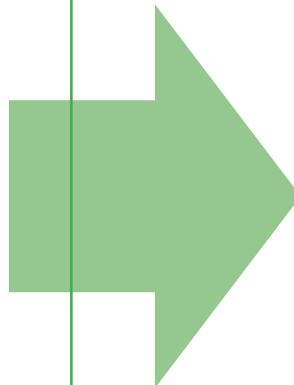
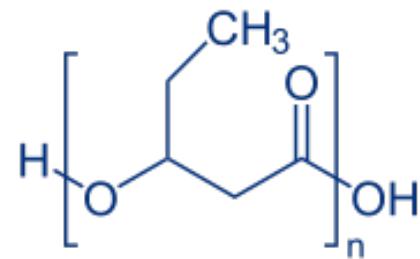
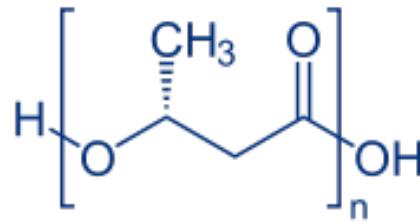
2-5
€/kg

Blends

Ecovio®, Bio-Flex®, TPS, PCL, Vinnex (Weichmacher)

- schlecht bis mäßig
++ gut bis sehr gut

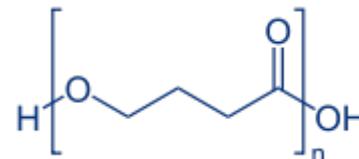
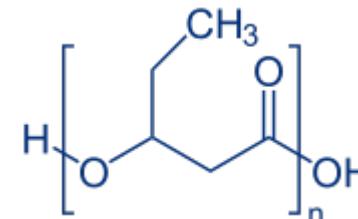
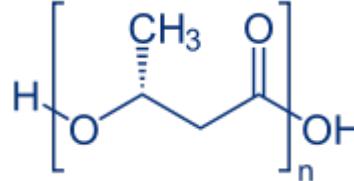
Gruppe der Polyhydroxyalkanoate (PHA)



Die gängigsten PHA Typen

- **PHP** Polyhydroxypropionat
- **PHB** Polyhydroxybutyrat
- **PHV** Polyhydroxyvalerat
- **PHBV** Polyhydroxybutyratvalerat
- **PHBH** Polyhydroxybutyrathexanoate

Allgemeine Eigenschaften der PHA Gruppe



~5
€/kg

Spanne von
3 - über 10€/kg

$T_g: -40 - 20^\circ\text{C}$ // $T_m: 70 - 190^\circ\text{C}$

$\rho: 1,2 - 1,4 \text{ g/cm}^3$

- **hoher E-Modul**
- **gute Verarbeitbarkeit**
- **wasserunlöslich** (geringe Permeation)
- **beständig gegenüber UV-Strahlung**
- **chemische Beständigkeit** gegen Fett, Säuren und Laugen
- **kompostierbar** nach DIN EN 13432 + **Lebensmittelzulassung**

Rohstoff

direkte Biosynthese aus verschiedenen Säuren

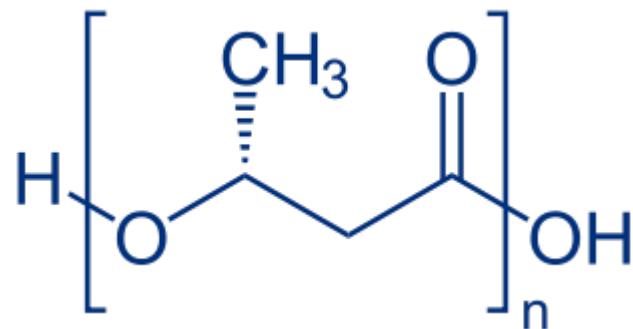
Verarbeitung

großes Spektrum innerhalb der Gruppe mit tendenziell guter Verarbeitbarkeit

Substituenten für

PP, PE, PA, ABS

Polyhydroxybutyrat (PHB) - Gruppe der PHA



$T_g: -4 - 3 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_m: 172 - 177 \text{ }^\circ\text{C}$

$\rho: 1,17 - 1,25 \text{ g/cm}^3$

- **hoher E-Modul** (sehr reißfest, in reiner Form spröd)
- **thermisch instabil** (Zersetzung zu Butyralsäure)
- **wenig resistent gegenüber Säuren und Laugen**
- **beständig** gegen Fett, Wasser und Alkohol
- **Mikrowellengeeignet**
- **marine- + hauskompostierbar + Lebensmittelzulassung**

Rohstoff

Fermentierung aus Zuckern, mikrobielle Elektrosynthese

Verarbeitung

vergleichbar mit PP | am Besten in Blends | Spitzguss ++ Castfolie - Blasfolie -

Substituent für

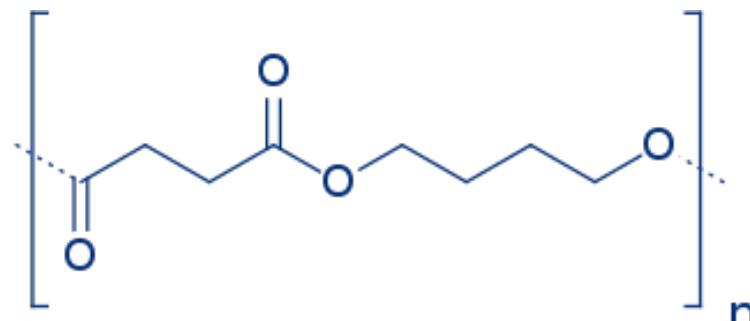
PP, LDPE

Blends

PHB/PLA für Folien, PHB/PLA für einfachere Verarbeitung

- schlecht bis mäßig
++ gut bis sehr gut

Polybutylensuccinat (PBS)



T_g: -32 - -25 °C

T_m: 84 - 115 °C

ρ: 1,24 - 1,26 g/cm³

- hohe Zähigkeit
- exzellente Heißiegelfähigkeit
- gute Bedruckbarkeit
- beständig gegen Fett, Wasser und Alkohol
- kompostierbar (DIN EN 13432) + Lebensmittelzulassung
- biobasierter Anteil (bis zu 40%)

Rohstoff

Bernsteinsäure (Fermentation) und 1,4 Butandiol

Verarbeitung

Spitzguss | Blasfolienextrusion | Oberflächenbeschichtung

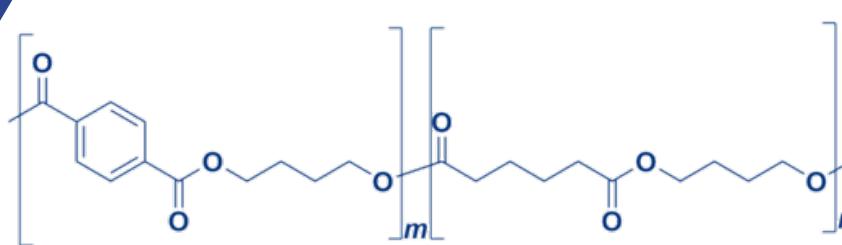
Substituent für

PE-LD, PP

Blends

Bio-Flex®

Polybutylenadipat-terephthalat (PBAT)



3,5 - 5,5
€/kg

$T_g: -33\text{ }^\circ\text{C}$

$T_m: 100 - 120\text{ }^\circ\text{C}$

$\rho: 1,22 - 1,26\text{ g/cm}^3$

- sehr zäh und flexibel
- hohe Bruchdehnung
- leichte Verarbeitbarkeit
- beständig gegen Fett, Wasser und Alkohol
- hohe Transparenz (random Copolymer)
- kompostierbar nach DIN EN 13432 und ASTM D6400

Rohstoff

Polyaddition von Terephthalsäure mit Adipinsäure und 1,4-Butandiol

Verarbeitung

Blasfolienextrusion | Oberflächenbeschichtung

Substituent für

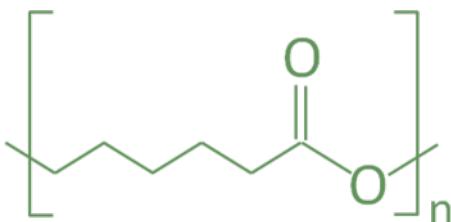
PE-LD

Blends

Ecovio®, Ecowill®

Poly- ε -caprolacton (PCL)

~5
€/kg



$T_g: -70 \text{ - } -60^\circ\text{C}$ // $T_m: 58 \text{ - } 65^\circ\text{C}$ // $\rho: 1,10 \text{ - } 1,15 \text{ g/cm}^3$

- hohe Dehnbarkeit
- gut verträglich mit anderen Polymeren
- Verwendung als Weichmacher und hydrophobierend
- beständig gegen Fett, Wasser und Alkohol
- kompostierbar nach DIN EN 13432
- Lebensmittelzulassung

Rohstoff

Ringöffnende Polymerisation von ε -Caprolacton

Verarbeitung

Leichte Verarbeitung | Spitzguss ++ Castfolie ++ Blasfolie ++

Substituent für

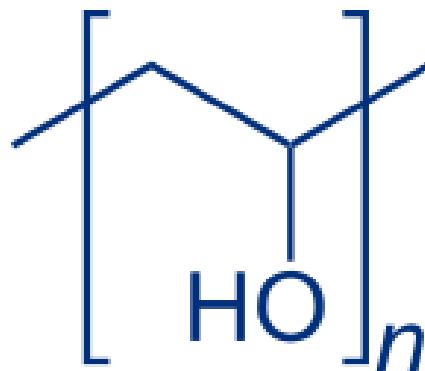
PE, PP, Weichmacher

Blends

PLA, häufig als „Geheimzutat“ verwendet

- schlecht bis mäßig
++ gut bis sehr gut

Polyvinylalkohole (PVOH)



$T_g: 75 - 85^\circ\text{C}$

$T_m: 180 - 230^\circ\text{C}$

$\rho: 1,23 - 1,33 \text{ g/cm}^3$

- hohe Zug- und Reißfestigkeit
- hohe Transparenz einstellbar
- gute Gasbarriereeigenschaften
- beständig gegen Fett, Öle und Lösungsmittel
- wasserlöslich
- kompostierbar nach DIN EN 13432

Rohstoff

Hydrolyse von Polyvinylacetat (PVAC)

Verarbeitung

Spitzguss | Blasfolienextrusion | 3D-Druck

Substituent für

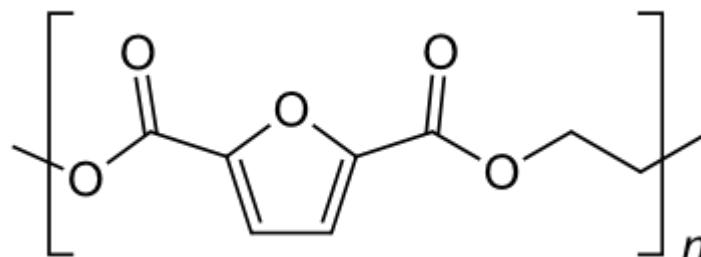
-

Blends

PVOH/Stärke

- schlecht bis mäßig
++ gut bis sehr gut

Polyethylenfuranoat (PEF)



$T_g: 84 - 90 \text{ }^\circ\text{C}$

$T_m: 195 - 265 \text{ }^\circ\text{C}$

$\rho: 1,43 \text{ g/cm}^3$

- hoher E-Modul
- hohe Zugfestigkeit
- hohe thermische Stabilität
- sehr gute Barriereeigenschaften
- biobasierter Anteil 100%

Rohstoff

2,5-Furandicarbonsäure und Ethylenglycol

Verarbeitung

Spitzguss, Castfolie und Blasfolie

Substituent für

PET

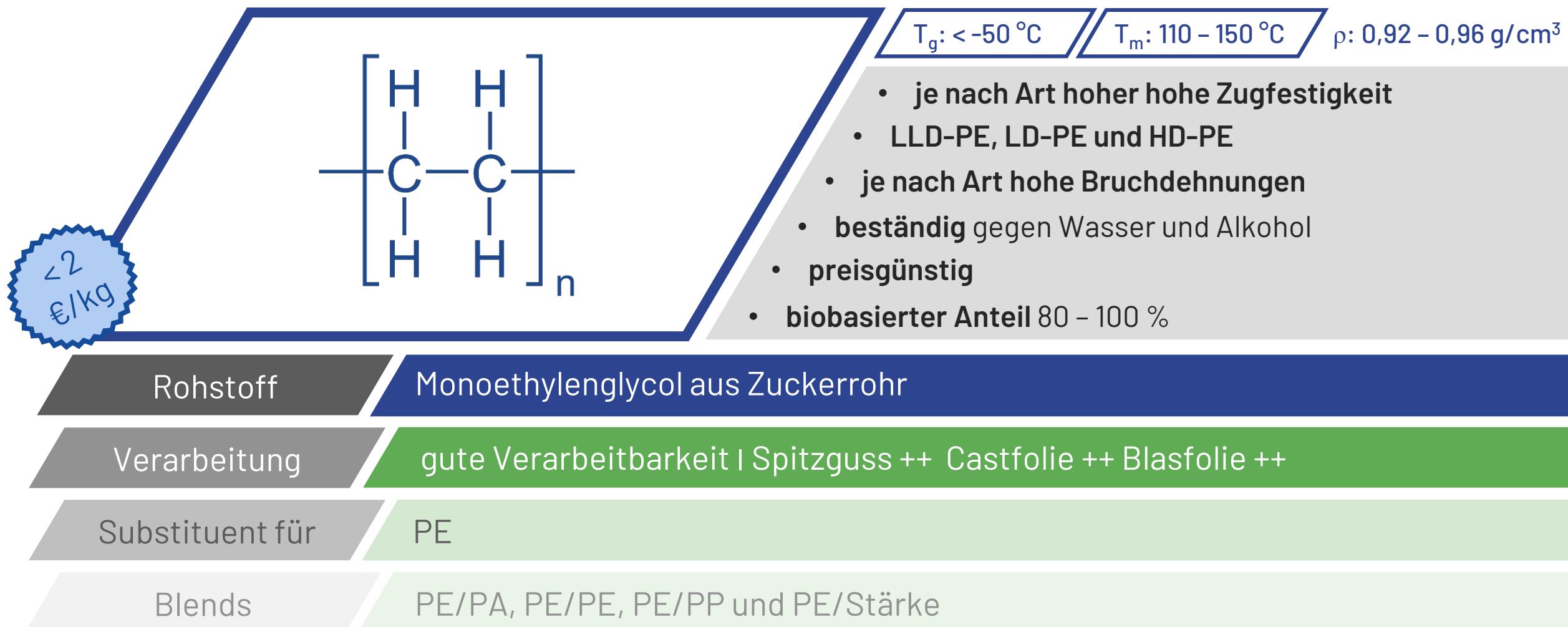
Blends

-

Drop-In-Biokunststoffe

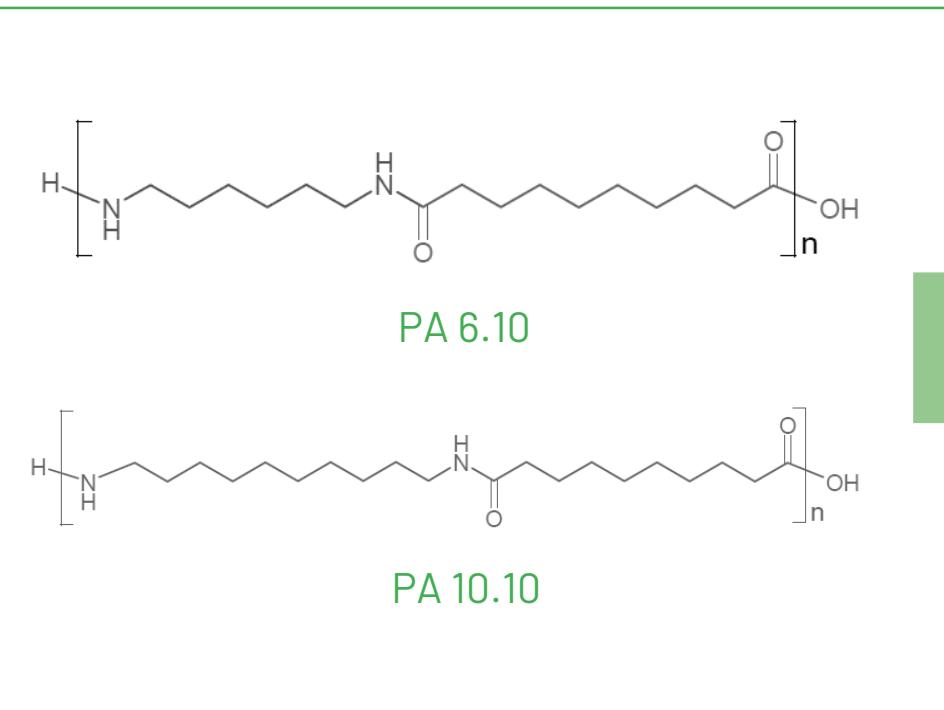
- **Bio-PE (Polyethylen) PE-LD, PE-LLD und PE-HD**
bio-basierter Rohstoff: Monoethylenglykol
- **Bio-PA (Polyamid) PA 6, PA 6.4, PA 6.6, PA 10.10, PA 11 u.w.**
bio-basierte Rohstoffe: Caprolactam, Bernsteinsäure, Adipinsäure, Sebacinsäure, Decamethylendiamin u.w.
- **Bio-PET (Polyethylenterephthalat)**
bio-basierter Rohstoff: Monoethylenglykol
- **Bio-PC (Polycarbonat)** bio-basierter Rohstoff: Isosorbid

Polyethylen Bio-PE



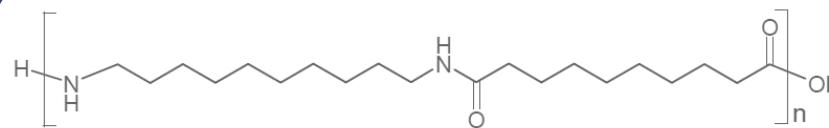
- schlecht bis mäßig
++ gut bis sehr gut

Gruppe der Polyamide (PA)



- **PA 6.4** Hexamethylendiamin + Bernsteinsäure
bis zu 42,4 % bio
- **PA 6.10** Hexamethylendiamin + Sebazinsäure
bis zu 62 % bio
- **PA 10.10** Decandiamin + Sebazinsäure
bis zu 99 % bio
- **PA 11** Aminoundecansäure zu 100 % bio
- u.w.

Polyamid 10.10 - Gruppe der Polyamide



T_g: 37 °C

T_m: 200 °C

ρ: 1,05 – 1,07 g/cm³

- mittlerer E-Modul
- hohe Schlagzähigkeit
- sehr geringe Wasseraufnahme
- sehr gute UV- und chemische Beständigkeit
- hohe Wärmeformbeständigkeit (Vicat B)
- bio-basierter Anteil 100 %

Rohstoff

Kondensationsreaktion zwischen Decandiamin und Sebazinsäure

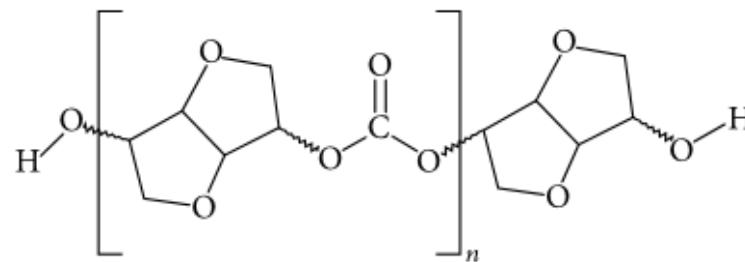
Verarbeitung

Folienextrusion

Substituent für

Andere PA Typen

Polycarbonat Bio-PC



$T_g: 105\text{--}135\text{ }^\circ\text{C}$

$T_m: -\text{ }^\circ\text{C}$

$\rho: 1,31\text{--}1,36\text{ g/cm}^3$

- mittlerer E-Modul
- hoch transparent
- bessere Kratzbeständigkeit
- hohe Chemikalienbeständigkeit
- sehr gute UV-Beständigkeit
- bio-basierter Anteil 42 – 58 %

Rohstoff

Isosorbid + Fosil basiertes Co-Monomer

Verarbeitung

Spritzguss | 3D-Druck | Schäumen (erste wissenschaftliche Betrachtungen)

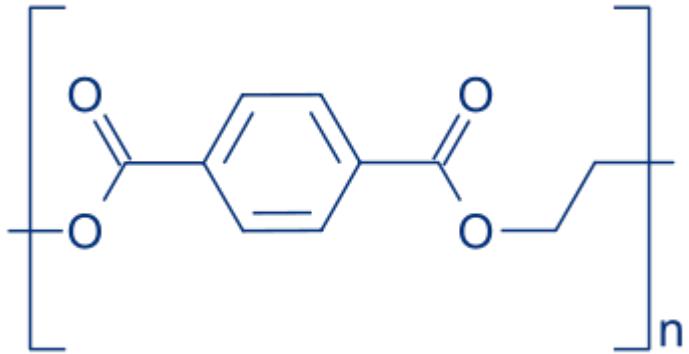
Substituent für

PMMA, PC und PA

Blends

-

Polyethylenterephthalat Bio-PET



$T_g: 60 - 80^\circ\text{C}$

$T_m: 240 - 260^\circ\text{C}$

$\rho: 1,3 - 1,4 \text{ g/cm}^3$

- hohe Zugfestigkeit
- hohe Transparenz
- hohe Wärmeformbeständigkeit
- beständig gegen Fett, Wasser und Alkohol
- nur zu 20 % aus NaWaRo (Monoethylenglykol)

<2,50
€/kg

Rohstoff

Öl-basierte Terephthalsäure + Polyethylglykol aus Zuckerrohr

Verarbeitung

gute Verarbeitbarkeit | kurze Verweilzeiten | Spitzguss + Castfolie ++ Blasfolie -

Substituent für

PET

Blends

-

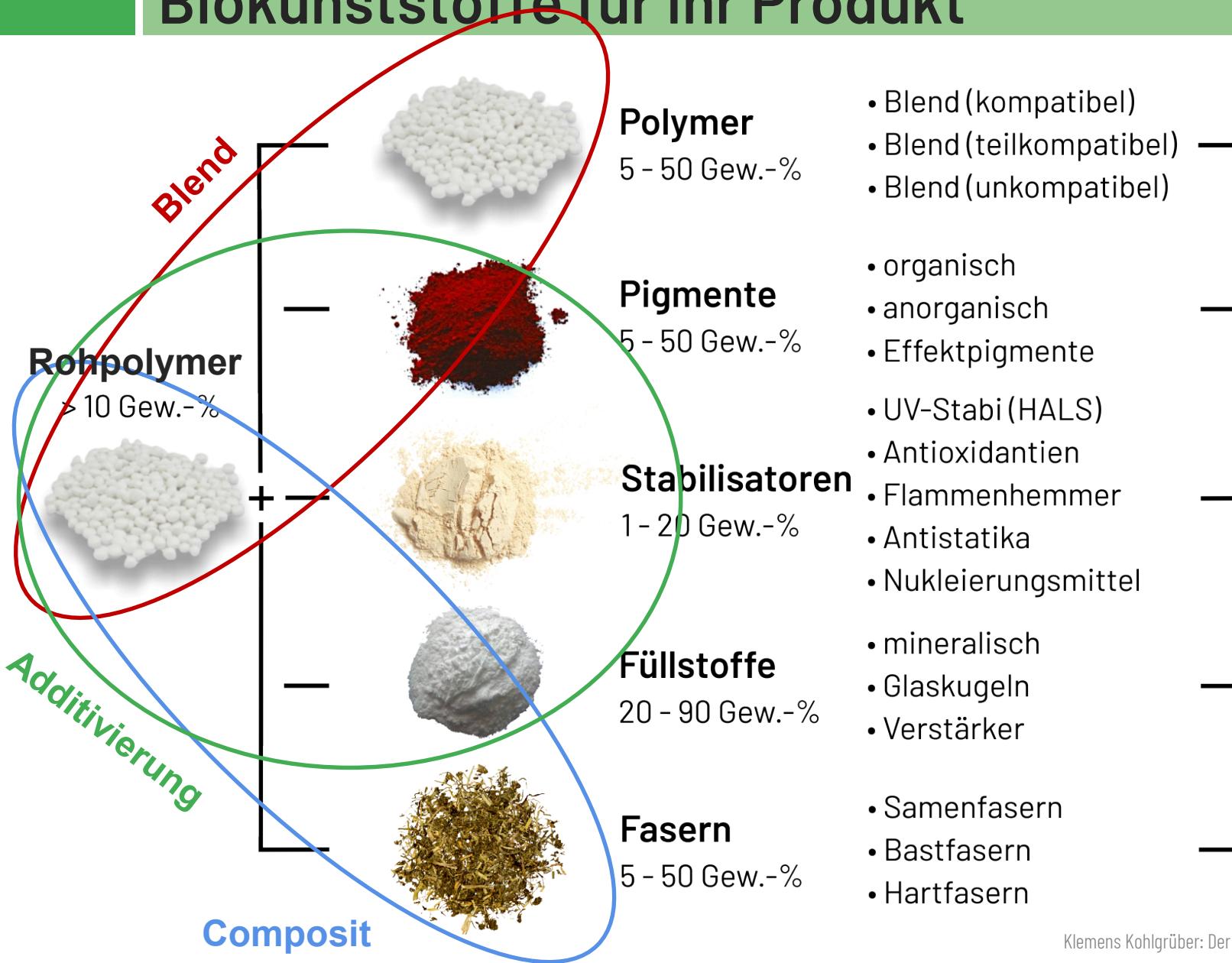
- schlecht bis mäßig
++ gut bis sehr gut

38

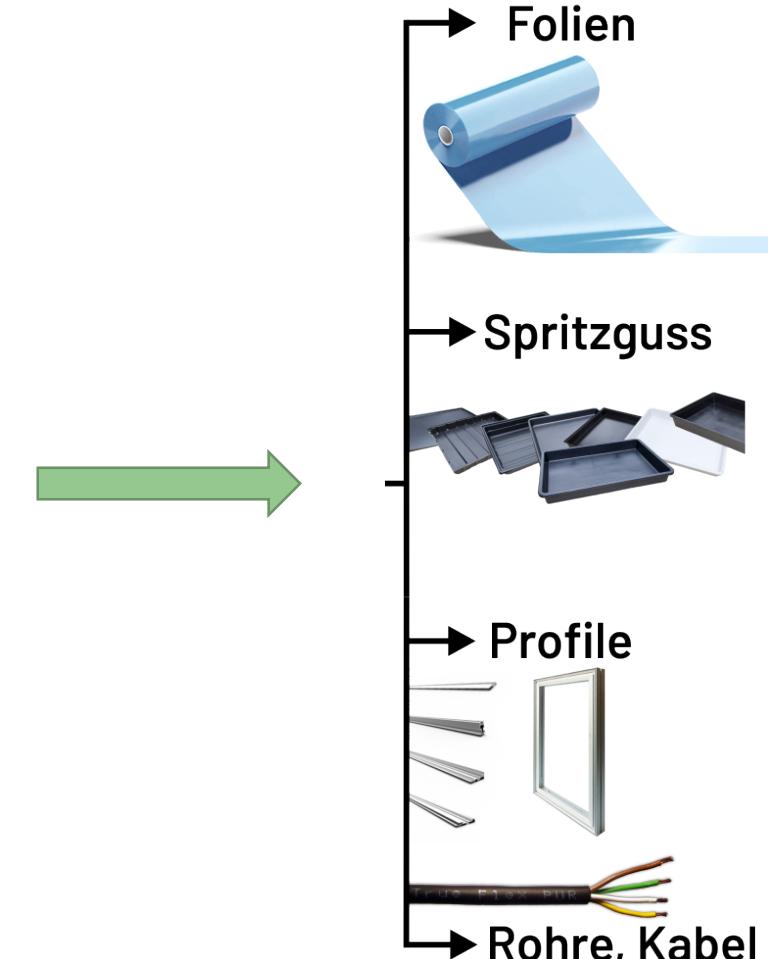
Gliederung

- 
- 01** Vom Kundenwunsch zur Werkstoffstruktur
- Besonderheiten von Biokunststoffen
 - 02** Technische Einteilung der Biokunststoffe
und Vorstellung ihrer Eigenschaften
 - 03** Wie erreiche ich mein Ziel?
Biokunststoffe für Ihr Produkt und Ihren
Prozess
 - 04** Normierungen und Zertifikate
 - 05** Datenbanken – Wo finde ich detaillierte
Infos?
 - 06** Anwendungsbeispiele

Biokunststoffe für Ihr Produkt



- Blend (kompatibel)
- Blend (teilkompatibel)
- Blend (unkompatibel)
- organisch
- anorganisch
- Effektpigmente
- UV-Stabi(HALS)
- Antioxidantien
- Flammenhemmer
- Antistatika
- Nukleierungsmittel
- mineralisch
- Glaskugeln
- Verstärker
- Samenfasern
- Bastfasern
- Hartfasern

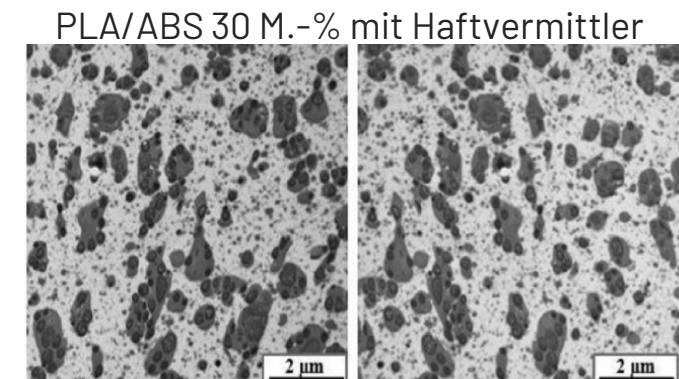
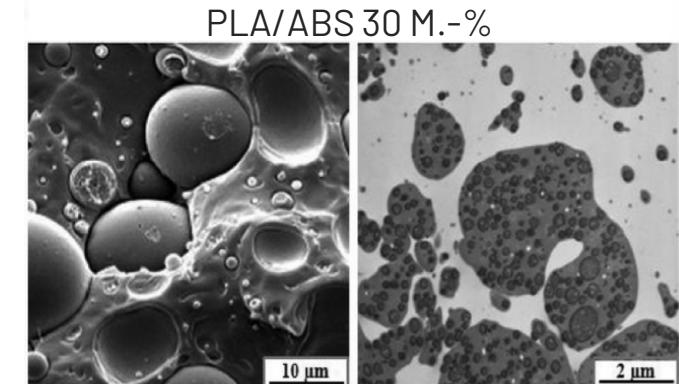


Biokunststoff-Blends

Ziel: Erzielen von Synergie- oder Ergänzungseffekten zwischen den Polymeren

Herausforderung:

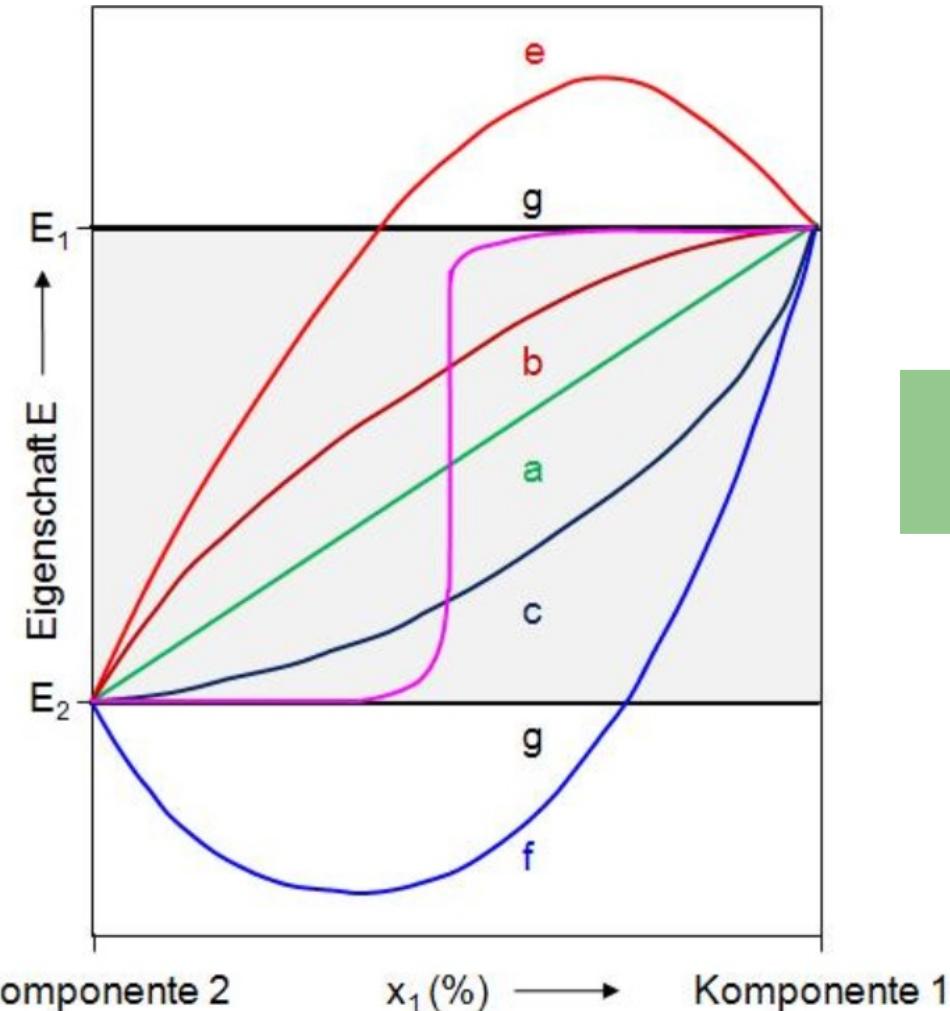
- oftmals keine Mischbarkeit zwischen den Polymeren
- hohe Dispersionsgrade zwischen den Phasen erreichen



Unterscheidung:

- homogene Gemische aus verträglichen Polymeren
- teilweise bzw. begrenzt verträgliche Gemische (Einphasengemische)
- heterogene Gemische aus unverträglichen Polymeren (Mehrphasengemische)

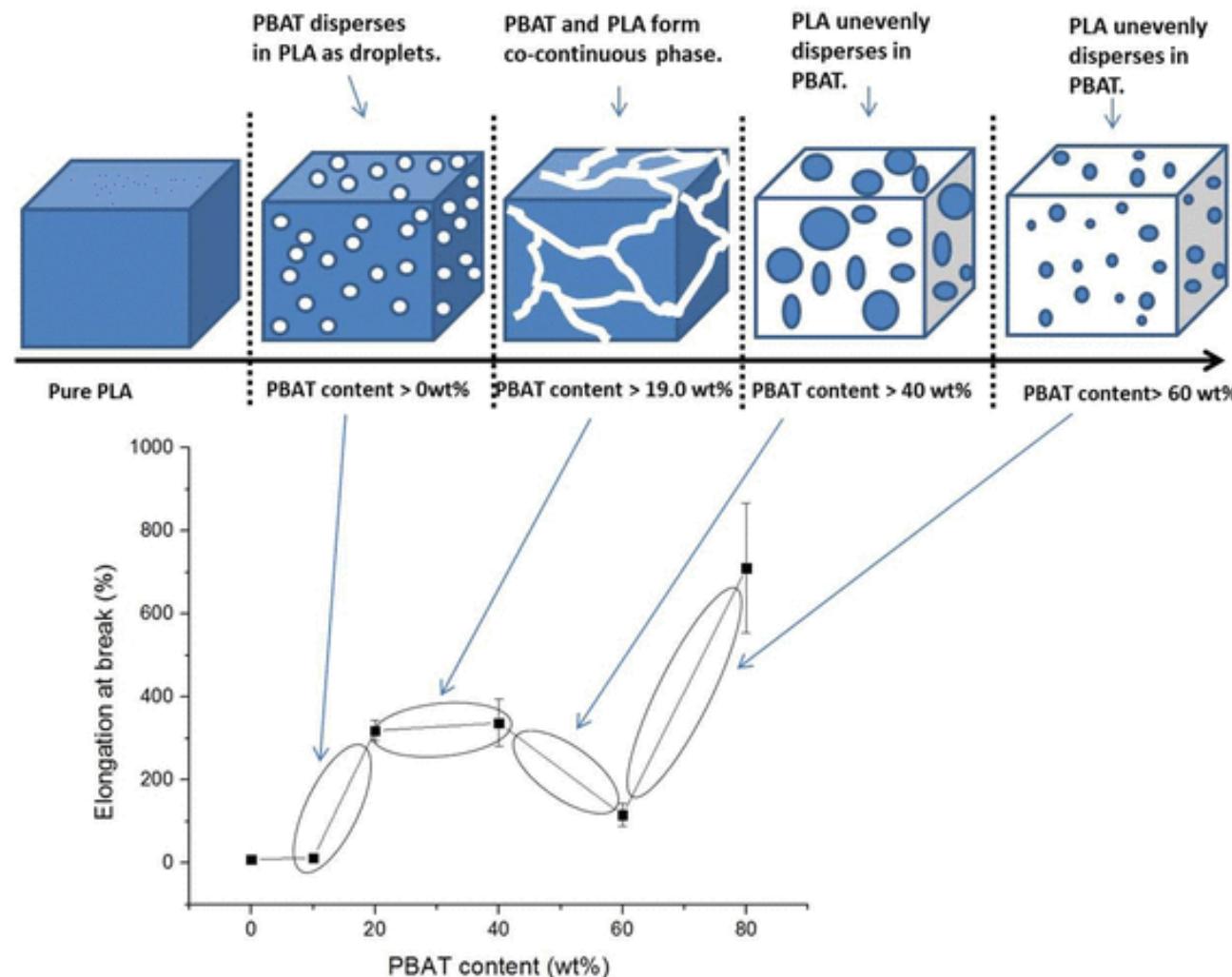
Biokunststoff-Blends



-
- a) konzentrationsabhängige Überlagerung (lineare Mischungsregel)
 - $$E(x_1) = x_1 E(1) + (1 - x_1) E$$
 - b) positive Abweichung von der Mischungsregel
 - c) negative Abweichung von der Mischungsregel
 - e) Synergie
 - f) Antisynergie
 - g) simultanes Auftreten der Beiträge beider Mischungspartner

Biokunststoff-Blends

PBAT



Yixin Deng et al., 2018

Journal of Polymers and the Environment volume 26, pages 3802–3816 (2018) 26, pages 3802–3816 (2018)
<https://doi.org/10.1007/s10924-018-1256-x>

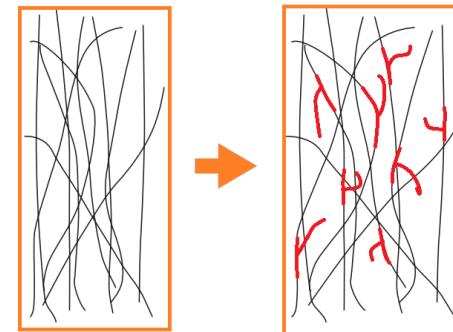
Biokunststoff-Additivierung



Weichmacher

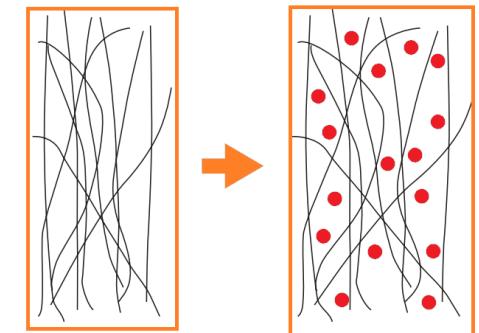
Farbstoffe

Innere Weichmacher



- Teil des Makromoleküls (Copolymer)

Äußere Weichmacher



Bsp. Glykol für native Stärke

Masterbatch

Flüssigfarbstoffe

Pulver

- biobasierte Farbstoffe verfügbar
- Prüfung aller Kriterien bzgl. der Kompostierbarkeit im Einzelfall nötig
- Synergieeffekte z.B. durch UV Schutz der Pigmente

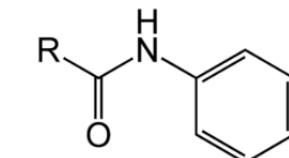
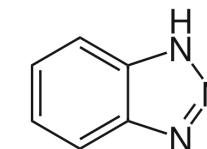
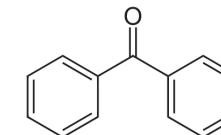


Biokunststoff-Additivierung

Zusatz-
stoffe

Schutzadditive

Synthetische Schutzstoffe



UV-Schutz

Benzophenon, Benzotriazol, Anilide

Flammschutz

Aluminium Trihydrat, Ammonium Polyphosphate, Zinkoxid und andere Phosphor- und Stickstoffverbindungen

→ Rahmenbedingungen

Einsatz oftmals inerter Substanzen → daher Verwendung im Biokunststoff möglich

Clariant CESA-Additve

CRODA – Solasorb

DuPont BioMax

Biokunststoff-Additivierung

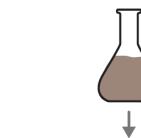
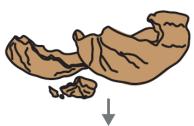
Zusatz-
stoffe

Schutzadditive

Antioxidantien		UV-Stabilisator
Rohstoffe		
Walnüsse	Merlot-Reben	95 % Holz



Industrielle Verarbeitung		
Lebensmittelindustrie	Weinindustrie	Papierindustrie
Abfallstoffe		



Aufbereitung



Natürliche Schutzstoffe

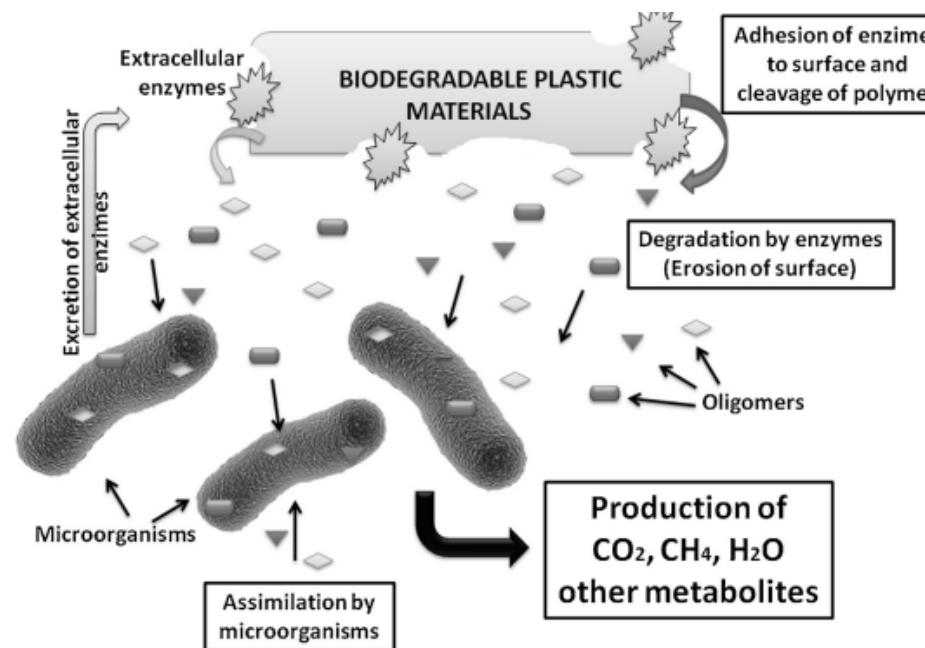


Biokunststoff-Additivierung

Zusatz-
stoffe

Steuerung des Abbaus

Einbringen von Additiven/Blendkunststoffen zur
Beschleunigung / Ermöglichung des biologischen Abbaus

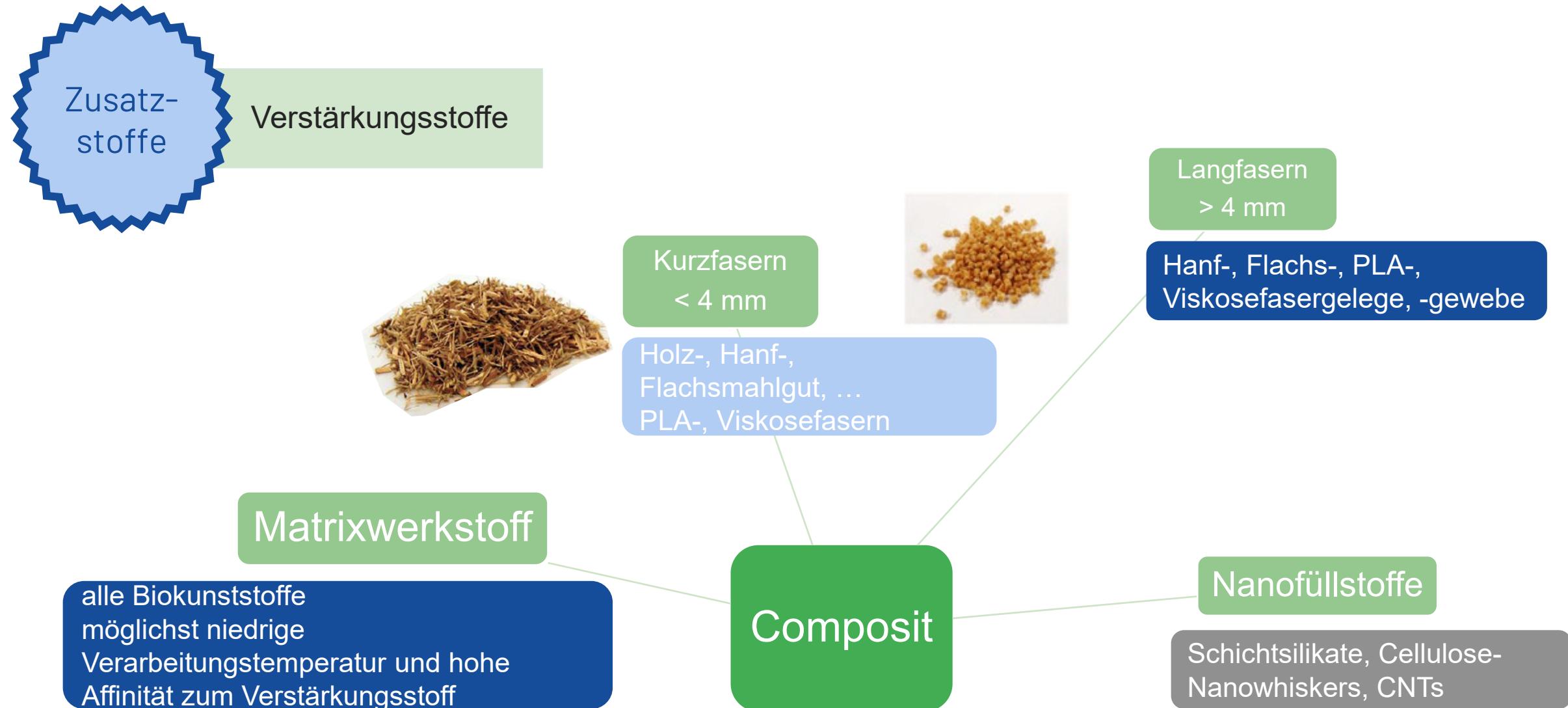


- Erzeugen von Angriffsstellen für den bakteriellen/enzymatischen Abbau
- Erhöhung der Oberfläche
- Erzeugung kleinerer angreifbarer Makromoleküle

**Steuerung des Abbaus an Hand von
Umweltfaktoren möglich!**

- Einbringen abbaubeteiligten Mikroorganismen/Enzymen direkt in den Biokunststoff

Biokunststoff-Composit

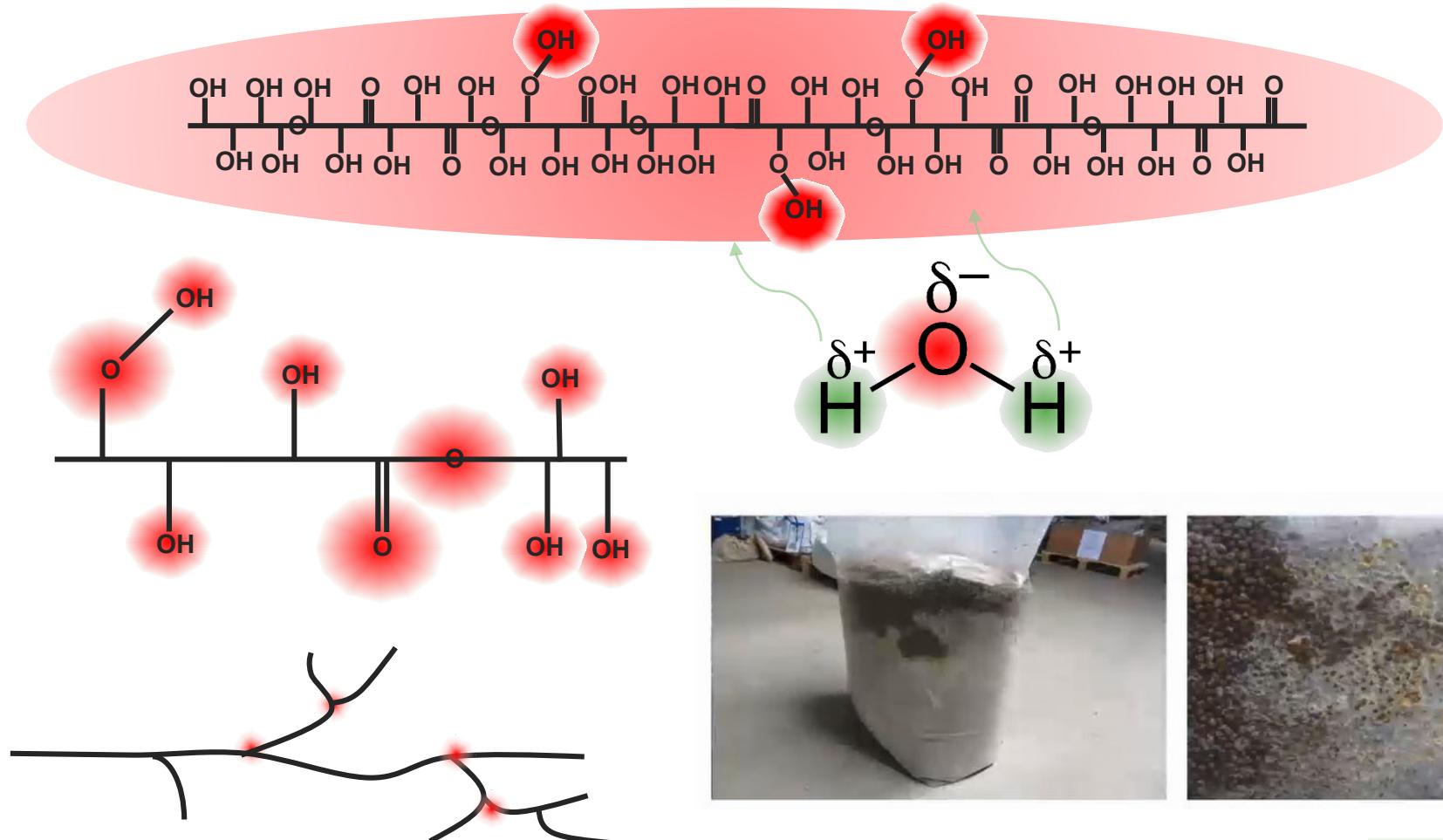


Verarbeitung von Biokunststoffen

Feuchtigkeitsaufnahme

Biokunststoffe:

Konventionelle Kunststoffe:



Verarbeitung von Biokunststoffen

Fließeigenschaften



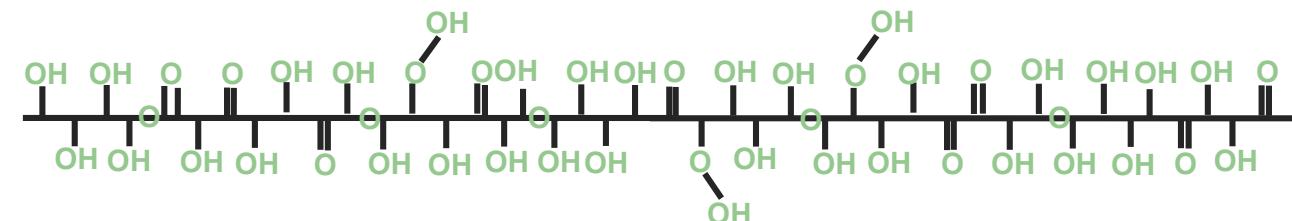
3 Wichtige Temperaturen:

- Glasübergangstemperatur
- Schmelztemperatur
- Zersetzungstemperatur

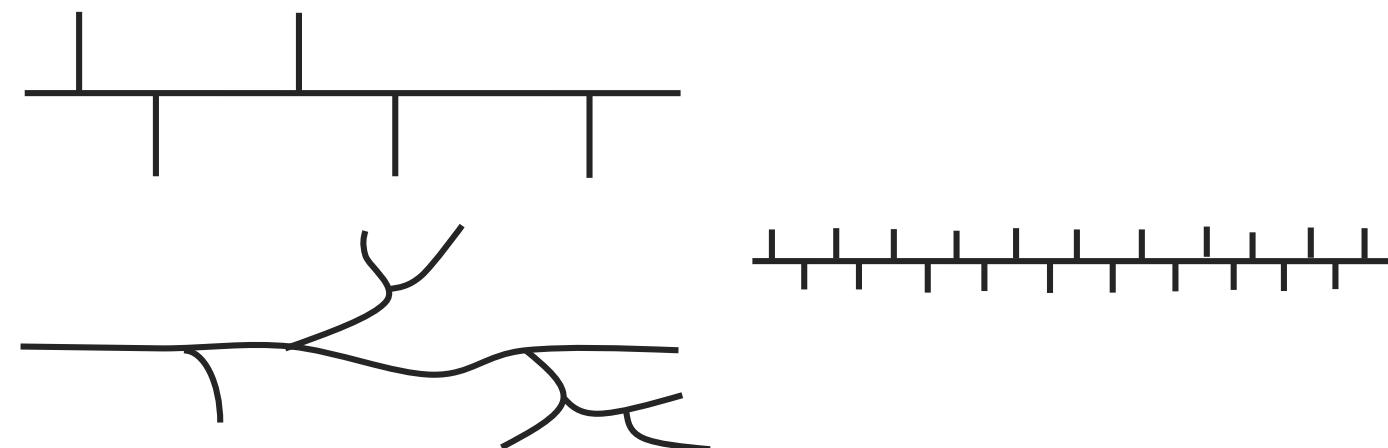


- Wie hoch sind die WW?
- Existieren Kristalle?
- Wie hoch ist der Anteil von Heteroatomen?

Biokunststoffe:



Konventionelle Kunststoffe:



Verarbeitung von Biokunststoffen

Fließeigenschaften

	Glasübergangstemperatur [°C]	Schmelztemperatur [°C]	Zersetzungstemperatur [°C]
PLA	55 – 83	150 – 210	250
PLA-Blends	55 – 65	110 – 170	280
PHAs	-10 – 5	160 – 180	200 – 240
Stärke-Blends	40 – 105	75 – 150	250
PCL	-60	25 – 75	380
Bio-Polyester (z.B. PBAT)	-45 – 35	55 – 230	300 – 400
Cellulose-Derivate	60 – 80	165 – 230	280

Verarbeitung von Biokunststoffen

Empfindliche Makromoleküle – Schersensitivität & Thermostabilität

Verarbeitung = Scherung

→ Schersensitivität

Wie lange Verweilzeiten und wie hohe Scherung
kann ich meinem Biokunststoff zumuten?



Langsame Förderung in großen Extrudern?
Schnelle Förderung in kleinen Extrudern?

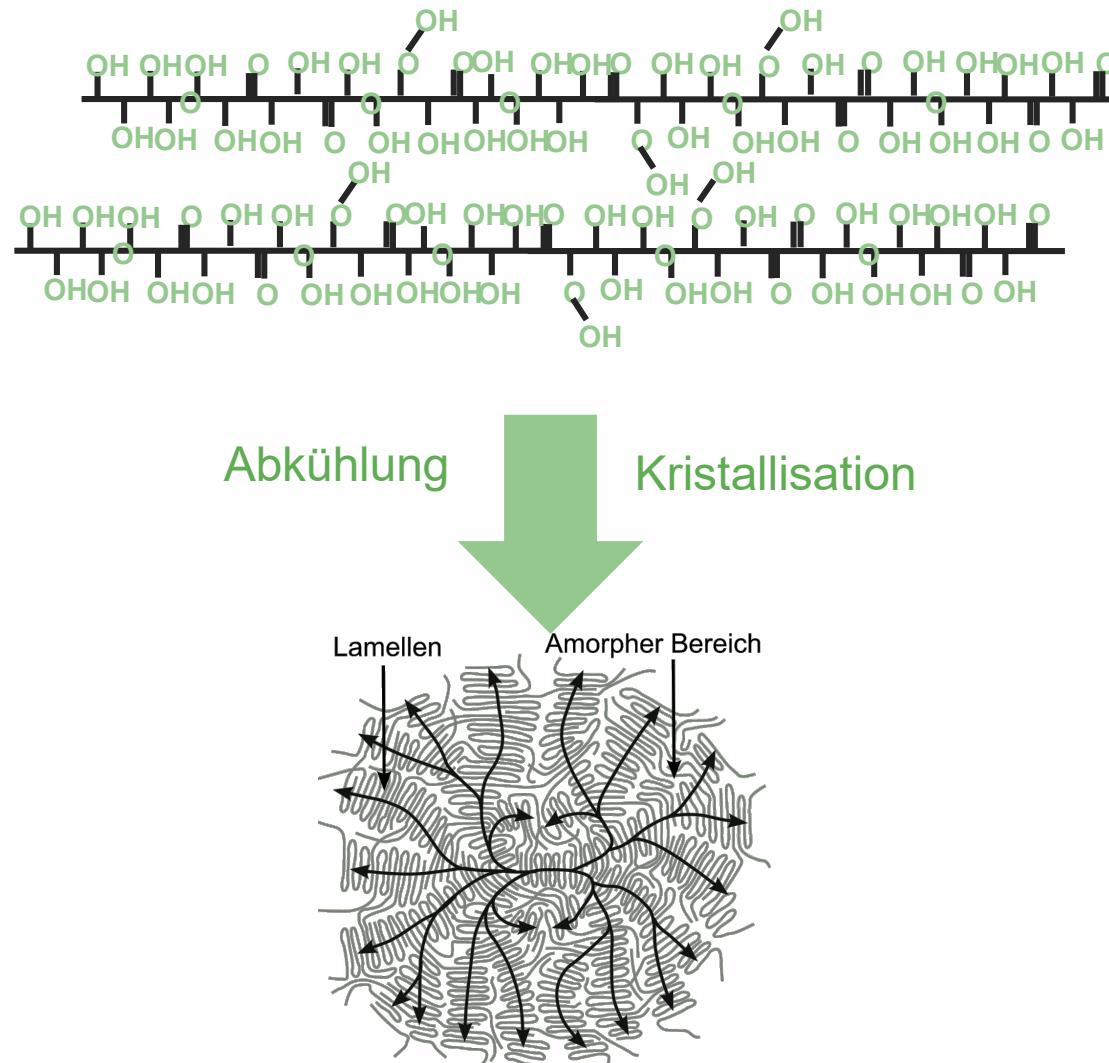
über 250°C Radikalangriffe

Schädigungsmechanismen:

1. Zufällige Kettenbspaltung
2. Intramolekulare Umesterung
3. Intermolekulare Umesterung
4. Hydrolyse

Verarbeitung von Biokunststoffen

Kristallinität



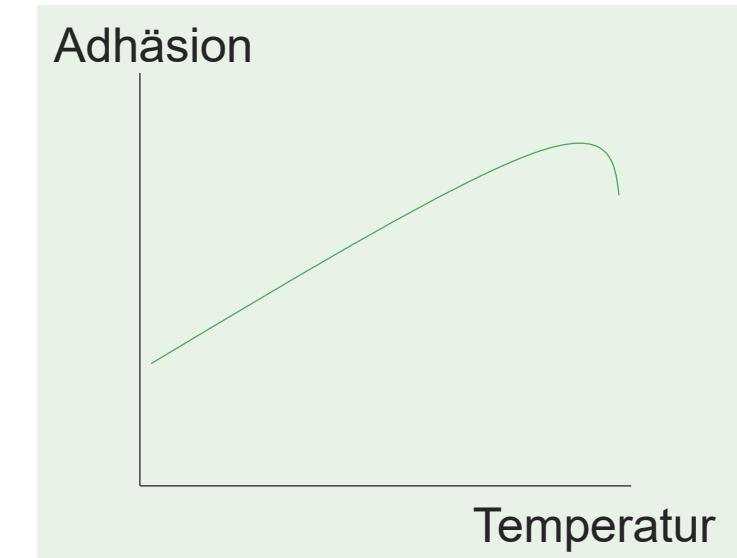
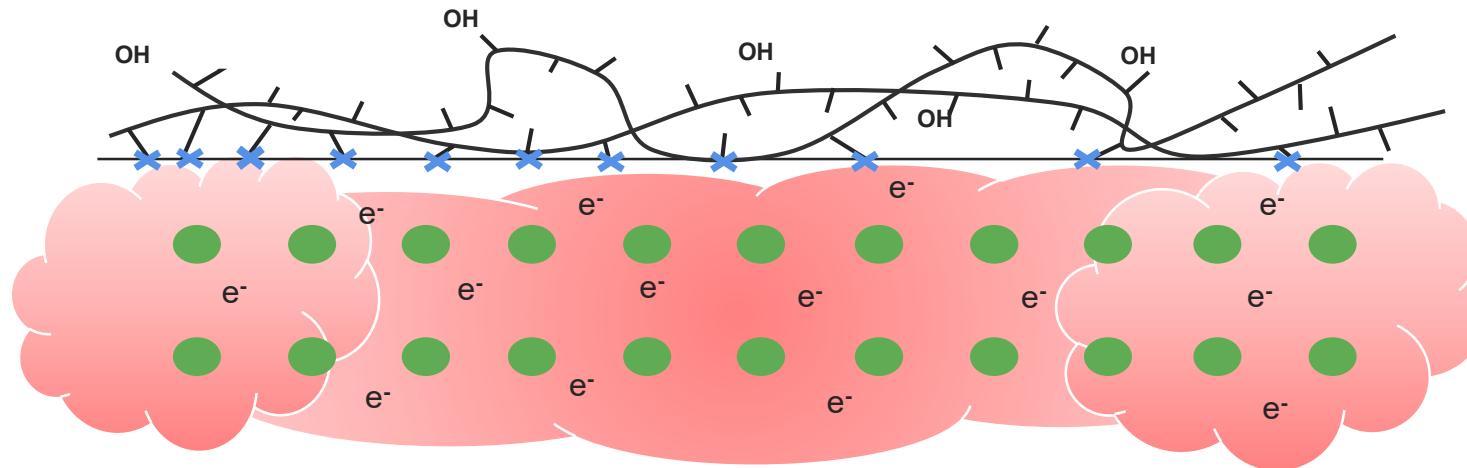
- gleichmäßige Molekularstruktur
 - kurze Seitenketten & -gruppen
 - Orientierung beim Prozess
- / ➔ Taktizität
- ➔ sperrige Seitenketten & -gruppen
 - ➔ unbewegliche Ketten (z.B. durch starke WW – Ausnahmen möglich)

Verarbeitung von Biokunststoffen

polare Kunststoffe – hohe Oberflächenhaftung

Erzeugung hoher Adhäsionswirkungen durch Polarität der Biokunststoffe

- Haftung zu Metallen
- Haftung zu anderen polaren Kunststoffen
- Haftung an sich selbst



Verarbeitung von Biokunststoffen

Was ist anders bei Biokunststoffen bezogen auf die Verarbeitung?	Was kann man allgemein machen?	Was heißt das im Detail für Ihre Lösung?
<p>Prinzipiell:</p> <ul style="list-style-type: none">• Konstitution• Konfiguration• Konformation <p>→ und deshalb:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Feuchtigkeitsaufnahme✓ Fließeigenschaften✓ Schersensitivität✓ Kristallisierungsverhalten✓ Polarität	<p>Werkstoffanpassungen:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Blend✓ Copolymer✓ Composit <p>Prozessanpassungen:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Trocknung vorsehen✓ Abkühlverhalten anpassen✓ Fließwege anpassen/kürzen✓ Scherung durch langsame Prozesse minimieren✓ Kristallisation bewusst steuern und nutzen✓ geringere Prozesstemperaturen fahren✓ Anpassung von Verarbeitungsmaschinen	<p>Keine allgemeingültigen Lösungen! ABER es gibt nahezu immer Lösungen:</p> <p>↓</p> <p>Wir beraten Sie gern!</p>

Verarbeitung von Biokunststoffen

... im Extruder

- Verkleben des Einzugs
- Druckschwankungen
- Gelstippen
- ungleichmäßiges Extrudat
- Lunker und Vakuolen
- Ausgasung, Verfärbung

Schwarze Stippen

geringer Durchsatz

... am Werkzeug

- ungleichmäßige Dicke
- Anhaftungen
- Rauigkeiten, Shark Skin
- Schlieren
- Bartbildung

Maßnahmen:

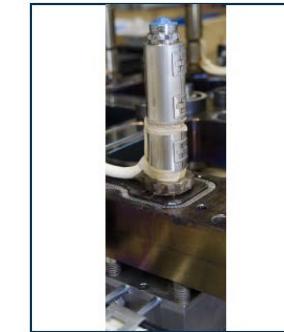
- ✓ Zugabe von Füllstoffen, Additiven
insbesondere: Kettenerweiterer
- ✓ Anpassung der Fließcharakteristik an Biokunststoffe → weitere Fließwege
→ kurze Fließwege
- ✓ Verringerung starker Strömungsdifferenzen an Werkzeugwänden
- ✓ Verwenden einer exakten Temperatursteuerung und entsprechender Temperaturprofile
- ✓ Drosseln des Ausstoß
- ✓ Einsatz spezieller Werkstoffbeschichtungen

Verarbeitung von Biokunststoffen

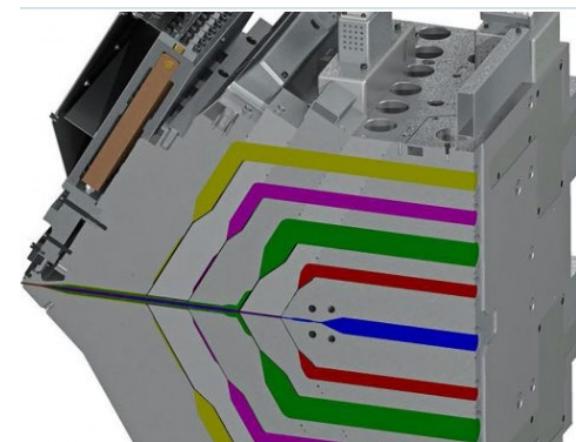
Anpassungsmöglichkeiten



FDU



RUNDDÜSE

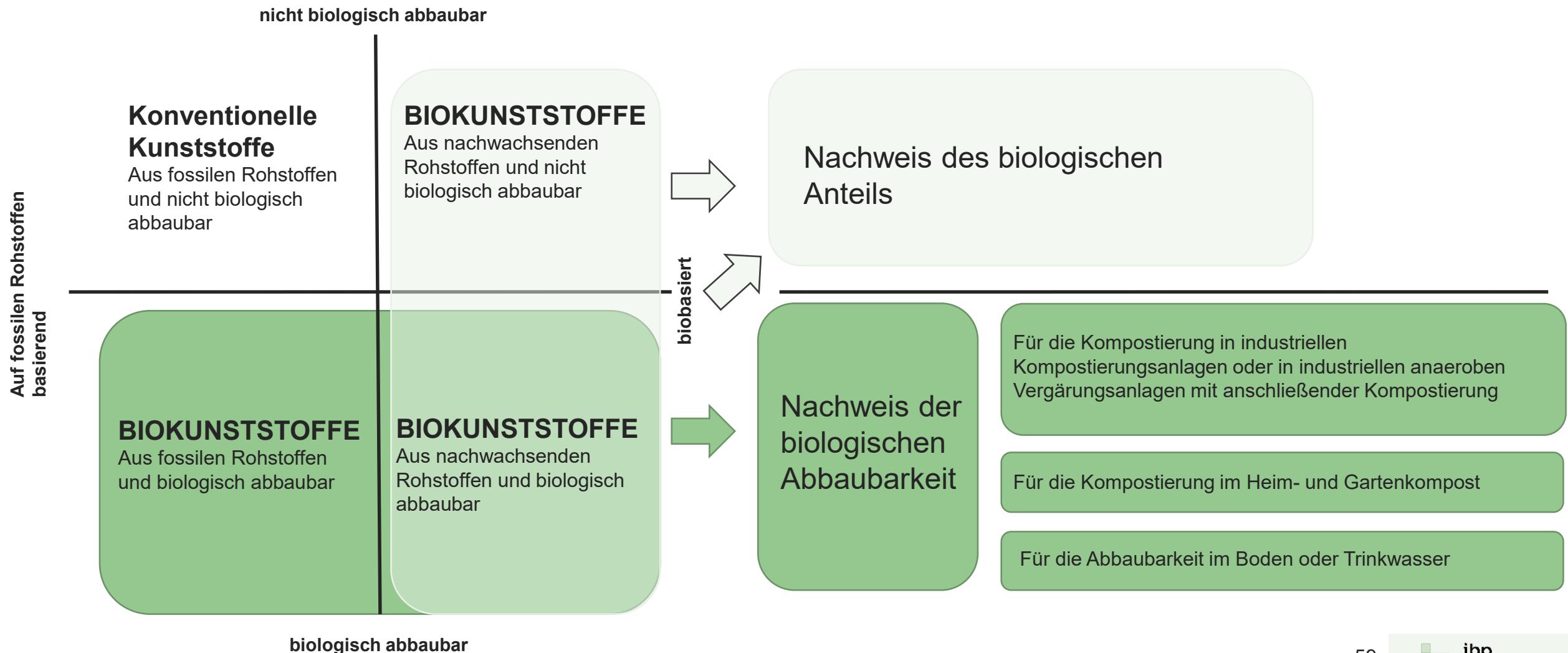


Gliederung

- 
- 01** Vom Kundenwunsch zur Werkstoffstruktur
- Besonderheiten von Biokunststoffen
 - 02** Technische Einteilung der Biokunststoffe
und Vorstellung ihrer Eigenschaften
 - 03** Wie erreiche ich mein Ziel?
Biokunststoffe für Ihr Produkt und Ihren
Prozess
 - 04** Normierungen und Zertifikate
 - 05** Datenbanken – Wo finde ich detaillierte
Infos?
 - 06** Anwendungsbeispiele

Normierungen und Zertifikate

Worum geht es?



Normierungen und Zertifikate

Geltende Normen

Biologische Abbaubarkeit (industriell)

ASTM D 6400
Standard Specification for Labeling of Plastics
Designed to be Aerobically Composted in
Municipal or Industrial Facilities

ASTM D 6868
Standard Specification for Labeling of End
Items that Incorporate Plastics and Polymers as
Coatings or Additives with Paper and Other
Substrates Designed to be Aerobically
Composted in Municipal or Industrial Facilities

Biobasierte Ressourcen

ASTM D 6866
Standard Test Methods for Determining the
Biobased Content of Solid, Liquid, and Gaseous
Samples Using Radiocarbon Analysis

Biologische Abbaubarkeit (industriell)

ISO 17088
Festlegungen für kompostierbare
Kunststoffe

ISO 18606
Packaging and environment – Organic
Recycling

Biobasierte Ressourcen

ISO 16620
Plastics - Biobased content

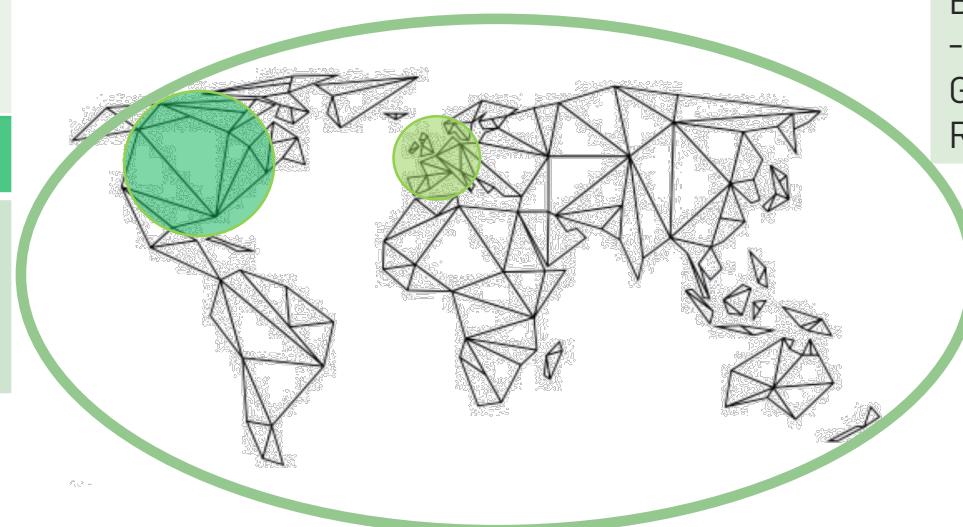
Biologische Abbaubarkeit (industriell)

DIN EN 13432
Anforderungen an die Verwertung von
Verpackungen durch Kompostierung und
biologischen Abbau

DIN EN 14995
Kunststoffe – Bewertung der
Kompostierbarkeit – Prüfschema und
Spezifikationen

Biobasierte Ressourcen

DIN EN 16785-1
Biobasierte Produkte - Biobasierter Gehalt
- Teil 1: Bestimmung des biobasierten
Gehalts unter Verwendung der
Radiokarbon- und Elementaranalyse



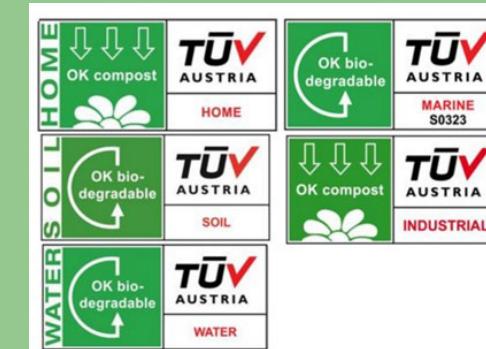
Normierung und Zertifikate

Biobasiert

biobased %



Bioabbaubar



Normierungen und Zertifikate

Prüfung der industriellen Kompostierbarkeit

- 1) **Chemische Charakterisierung:** Gehalt an Organik, Bestimmung **Schadstoffgehalt:** Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Hg, Cr, Mo, Se, As, F
- 2) **Vollständige aerobe biologische Abbaubarkeit** in Kompost innerhalb von **maximal 180 Tagen bei 57 °C** nach [ISO 14855-1](#)
Anforderung: 90% Abbau (absolut oder bezogen auf Referenzsubstrat)
- 3) **Zersetzung** mit definierter Schichtdicke im Bioabfall nach **höchstens 3 Monaten**
(Desintegrationstest) nach [ISO 16929](#)
Anforderung: max. 10% Restpartikel > 2 mm
- 4) **Ökotoxizitätstest** mit 2 Pflanzenarten nach [OECD 208](#)
- 5) Infrarot-Spektrum



Normierungen und Zertifikate

Prüfung der industriellen Kompostierbarkeit

- 1) **Chemische Charakterisierung:** Gehalt an Organik, Bestimmung **Schadstoffgehalt:** Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Hg, Cr, Mo, Se, As, F
 - 2) **Vollständige aerobe biologische Abbaubarkeit** in Kompost innerhalb von **maximal 180 Tagen** bei **<30 °C** nach **ISO 14855-1**
Anforderung: 90% Abbau (absolut oder bezogen auf Referenzsubstrat)
 - 3) **Zersetzung** mit definierter Schichtdicke im Bioabfall nach **höchstens 3 Monaten** bei **25 ± 5 °C** (Desintegrationstest) nach **ISO 16929**
Anforderung: max. 10% Restpartikel > 2 mm
 - 4) **Ökotoxizitätstest** mit 2 Pflanzenarten nach **OECD 208** + Regenwurm-Test nach **ASTM E 1676**
 - 5) Infrarot-Spektrum
-
- ```
graph TD; A[1) Chemische Charakterisierung] --> E[Gartenkompostierbar]; B[2) Vollständige aerobe biologische Abbaubarkeit] --> E; C[3) Zersetzung] --> E; D[4) Ökotoxizitätstest] --> E; E[5) Infrarot-Spektrum] --> E;
```

# Normierungen und Zertifikate

- **Registrierung:**

**Werkstoffe** (z. B. Granulate), **Halbzeuge** (z. B. Folien) und **Zusatzstoffe** können registriert werden.

- **Zertifizierung:**

**Produkte** für den Handel (z. B. Einkaufstüten, Besteck oder Müllbeutel) können zertifiziert werden.

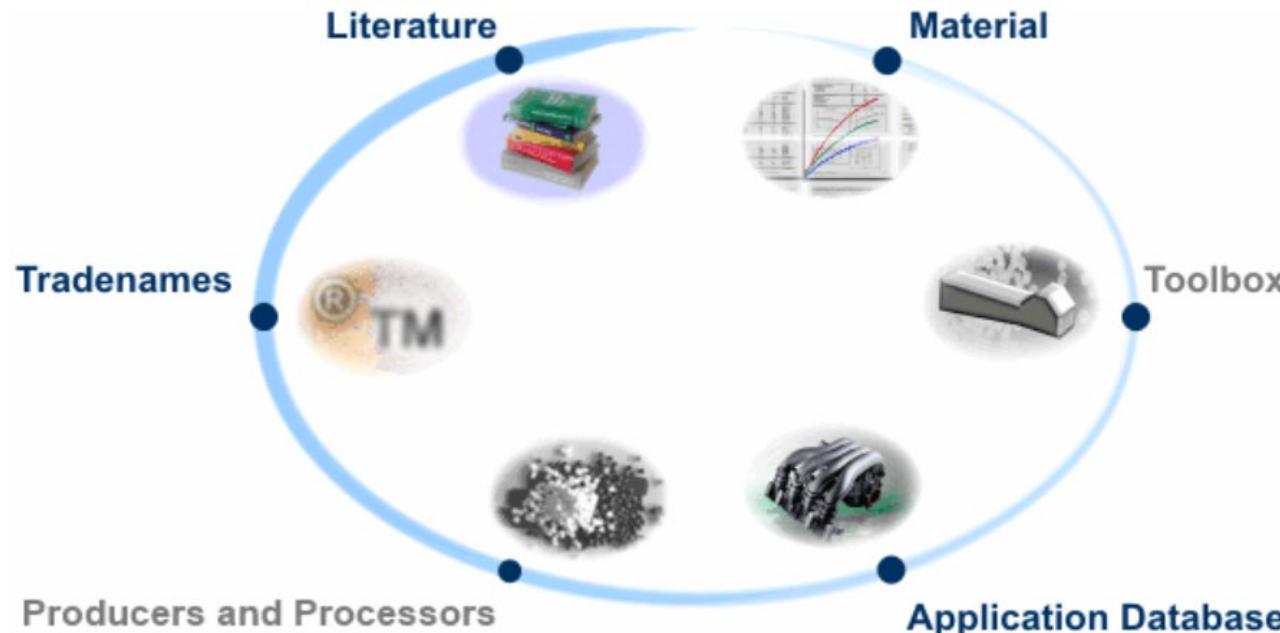
- Der Prüfungsumfang kann minimiert werden, wenn z. B. bereits geprüfte und registrierte Werkstoffe oder zertifizierte Zusatzstoffe verwendet wurden.

# Gliederung

- 
- 01** Vom Kundenwunsch zur Werkstoffstruktur  
- Besonderheiten von Biokunststoffen
  - 02** Technische Einteilung der Biokunststoffe  
und Vorstellung ihrer Eigenschaften
  - 03** Wie erreiche ich mein Ziel?  
Biokunststoffe für Ihr Produkt und Ihren  
Prozess
  - 04** Normierungen und Zertifikate
  - 05** Datenbanken – Wo finde ich detaillierte  
Infos?
  - 06** Anwendungsbeispiele

# Datenbanken – Wo finde ich detaillierte Infos?

M-Base



- Online-Datenbank - Webbasiert
  - Materialdaten zu Biokunststoffen
  - Anwendungsbeispiele
- Kostenlos

Aber:  
Aktualität teilweise mangelhaft!



IfBB

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe



SKZ  
German Plastics Center



Fraunhofer  
IAP



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
CHEMNITZ

Link:

<https://biopolymer.materialdatacenter.com/bo/>

66

# Datenbanken – Wo finde ich detaillierte Infos?

M-Base

Home >> MATERIAL DATA >> Data Sheet

Producer: - All - | Polymer: PBAT | Grade Name:  | Search | Change units: SI / US | Change Language: en / de | Property Search | Data Sheet

**Data Sheet** **Data Table** **Compare**

Show marked grades only Clear marked grades

23 materials

| Grade Name                                               | Polymer          | Producer        |
|----------------------------------------------------------|------------------|-----------------|
| <input type="checkbox"/> BMF-0117                        | (PBAT+PSAC+P LA) | ICBP            |
| <input type="checkbox"/> ecovio® F Blend A2224           | (PBAT+PLA)       | BASF            |
| <input type="checkbox"/> ecovio® F Blend C2224           | (PBAT+PLA)       | BASF            |
| <input type="checkbox"/> ecovio® F Film A2203            | (PBAT+PLA)       | BASF            |
| <input type="checkbox"/> ecovio® F Film C2203            | (PBAT+PLA)       | BASF            |
| <input type="checkbox"/> ecovio® F2223                   | (PBAT+PLA)       | BASF            |
| <input type="checkbox"/> ecovio® F2224                   | (PBAT+PLA)       | BASF            |
| <input type="checkbox"/> ecovio® F2332                   | (PBAT+PLA)       | BASF            |
| <input checked="" type="checkbox"/> ecovio® F2341        | (PBAT+PLA)       | BASF            |
| <input type="checkbox"/> ecovio® F23B1                   | (PBAT+PLA)       | BASF            |
| <input type="checkbox"/> ecovio® IS1335                  | (PBAT+PLA)       | BASF            |
| <input type="checkbox"/> ecovio® ISC1335                 | (PBAT+PLA)       | BASF            |
| <input type="checkbox"/> ecovio® M2351                   | (PBAT+PLA)       | BASF            |
| <input type="checkbox"/> ecovio® T Rigid Packaging A2208 | (PBAT+PLA)       | BASF            |
| <input type="checkbox"/> ecovio® T Rigid Packaging C2208 | (PBAT+PLA)       | BASF            |
| <input type="checkbox"/> ecovio® T2308                   | (PBAT+PLA)       | BASF            |
| Ecowill® FM-0625                                         | (PBAT+PSAC+P LA) | Jinhui Zhaolong |
| Ecowill® FP-0325                                         | (PBAT+PLA)       | Jinhui Zhaolong |
| <input type="checkbox"/> Ecowill® FS-0330                | (PBAT+PSAC)      | Jinhui Zhaolong |
| <input type="checkbox"/> Ecowill® FS-0615                | (PBAT+PSAC)      | Jinhui Zhaolong |
| <input type="checkbox"/> Ecoworld® 003                   | PBAT             | Jinhui Zhaolong |
| <input type="checkbox"/> Ecoworld® 009                   | PBAT             | Jinhui Zhaolong |
| <input type="checkbox"/> Soloplast 2112                  | PBAT...          | ALGIX           |

**Producer data** **Project data**

**ecovio® F2341 | (PBAT+PLA) | BASF**

Any use of this information falls under the rules of our [disclaimer](#).

**Producer data**

**Product Texts**

Biodegradable compound for compostable film.

**Processing/Physical Characteristics**

| ISO Data                   | Value | Unit                   | Test Standard |
|----------------------------|-------|------------------------|---------------|
| Melt volume-flow rate, MVR | 8     | cm <sup>3</sup> /10min | ISO 1133      |
| Temperature                | 190   | °C                     | -             |
| Load                       | 5     | kg                     | -             |

**Other properties**

| Value | Unit              | Test Standard |
|-------|-------------------|---------------|
| 1380  | kg/m <sup>3</sup> | ISO 1183      |
| 800   | kg/m <sup>3</sup> | -             |

**Film Properties**

| ISO Data                            | Value | Unit | Test Standard |
|-------------------------------------|-------|------|---------------|
| Tensile Modulus, parallel           | 260   | MPa  | ISO 527-3     |
| Tensile Modulus, normal             | 130   | MPa  | ISO 527-3     |
| Maximum stress, parallel            | 25    | MPa  | ISO 527-3     |
| Maximum stress, normal              | 25    | MPa  | ISO 527-3     |
| Maximum strain, parallel            | 480   | %    | ISO 527-3     |
| Maximum strain, normal              | 570   | %    | ISO 527-3     |
| Elmendorf Tear resistance, parallel | 1.6   | N    | ISO 6383-2    |
| Elmendorf Tear resistance, normal   | 1.3   | N    | ISO 6383-2    |
| Type of extrusion                   | blown | -    | -             |
| Thickness of specimen               | 0.025 | mm   | -             |

**Characteristics**

Processing  
Blown Film Extrusion, Extrusion

Delivery form  
Pellets

Features  
Melt Strength, Weldable

Certifications  
Contains renewable resources, Biodegradable, Food contact, Food approval FDA 21 CFR, Compostable ISO 13432 (Producer), Compostable ASTM D6400 (Producer), Compostable ISO 13432 (Certificate), Compostable ASTM D6400 (Certificate)

Regional Availability  
Europe

# Datenbanken – Wo finde ich detaillierte Infos?

M-Base

Home >> MATERIAL DATA >> Property Search >> Mechanical properties

Grade Name:

Prod Poly Reg Characteristics Proc/Phys Mech Therm Elec Other Mat Film Chem MPT

| Mechanical properties                 |             |     |     |                   |       | 6 qualifying grades |
|---------------------------------------|-------------|-----|-----|-------------------|-------|---------------------|
| Property                              | Standard    | min | max | Unit              | Range |                     |
| Tensile Modulus                       | ISO 527     |     |     | MPa               | [...] |                     |
| Tensile Strength                      | ISO 527     |     |     | MPa               | [...] |                     |
| Yield stress                          | ISO 527     |     |     | MPa               | [...] |                     |
| Yield strain                          | ISO 527     |     |     | %                 | [...] |                     |
| Nominal strain at break               | ISO 527     |     |     | %                 | [...] |                     |
| Stress at 50% strain                  | ISO 527     |     |     | MPa               | [...] |                     |
| Stress at break                       | ISO 527     |     |     | MPa               | [...] |                     |
| Strain at break                       | ISO 527     |     |     | %                 | [...] |                     |
| Charpy impact strength, +23°C         | ISO 179/1eU |     |     | kJ/m <sup>2</sup> | [...] |                     |
| Charpy impact strength, -30°C         | ISO 179/1eU |     |     | kJ/m <sup>2</sup> | [...] |                     |
| Charpy notched impact strength, +23°C | ISO 179/1eA |     |     | kJ/m <sup>2</sup> | [...] |                     |
| Charpy notched impact strength, -30°C | ISO 179/1eA |     |     | kJ/m <sup>2</sup> | [...] |                     |
| Puncture - maximum force, -30°C       | ISO 6603-2  |     |     | N                 | [...] |                     |
| Puncture energy, -30°C                | ISO 6603-2  |     |     | J                 | [...] |                     |
| Flexural modulus, 23°C                | ISO 178     |     |     | MPa               | [...] |                     |
| Flexural modulus                      | ISO 178     |     |     | MPa               | [...] |                     |
| Flexural strength                     | ISO 178     |     |     | MPa               | [...] |                     |
| Izod notched impact strength, +23°C   | ISO 180/1A  |     |     | kJ/m <sup>2</sup> | [...] |                     |
| Izod notched impact strength          | ISO 180/1A  |     |     | kJ/m <sup>2</sup> | [...] |                     |
| Izod impact strength, +23°C           | ISO 180/1U  |     |     | kJ/m <sup>2</sup> | [...] |                     |
| Stress at 10% elongation              | ISO 527     |     |     | MPa               | [...] |                     |
| Stress at 100% elongation             | ISO 527     |     |     | MPa               | [...] |                     |
| Stress at 300% elongation             | ISO 527     |     |     | MPa               | [...] |                     |
| Strain at break TPE                   | ISO 527     |     |     | %                 | [...] |                     |
| Stress at break TPE                   | ISO 527     |     |     | MPa               | [...] |                     |
| Compression set at 23 °C, 24h         | ISO 815     |     |     | %                 | [...] |                     |
| Compression set at 70 °C, 24h         | ISO 815     |     |     | %                 | [...] |                     |

# Datenbanken – Wo finde ich detaillierte Infos?

M-Base

Home >> Application Database

Filter

| Part                     | Industry               | Material (tradename) | Polymer family |
|--------------------------|------------------------|----------------------|----------------|
| Ball pen                 | Other                  | Biograde® C 9550     | CA...          |
| Ball pen                 | Other                  | Biograde C 7500 CL   | CA...          |
| Ball-point pen           | Other                  | ARBOFORM®            | LIG            |
| Bathroom Scale           | House / Garden         | TERRAMAC®            | PLA...         |
| Beach toys               | Sport / Leisure        | Mirel™               | PHA-MF         |
| Beer crate               | Packaging              | Terralene® HD 3505   | (PE-HD)        |
| Bio Straw                | Other                  | Compostable® 7003    | PLA...         |
| Bio-bearing iglidur N54  | Mechanical Engineering | -                    | PA610          |
| Biobased plant container | House / Garden         | PLA+Bio-Res          |                |

Search Result (169)

Search Reset Print

Bathroom Scale



Industry House / Garden  
Processor Tanita  
Material TERRAMAC® - PLA... - Unitika Ltd.  
Description Unitika Ltd. of Osaka, Japan, has successfully developed a blend of biomass-based resin, which has unprecedented properties such as mouldability, heat resistance, durability and impact resistance. The PLA blend, known as TERRAMAC® resin, offers impact properties comparable to those of ABS.  
The new eco-friendly bathroom scale, nicknamed ECO Living, is equipped with a chassis made from the Terramac resin, which contributes to about a 20% reduction in CO<sub>2</sub> emission for the product compared with the previous model.  
[A comprehensive technical article is available for registered subscribers of bioplastics MAGAZINE.](#)  
Source of Information bioplastics MAGAZINE 06/2009  
Copyright Information bioplastics MAGAZINE

# Datenbanken – Wo finde ich detaillierte Infos?

Leitfaden zur Verarbeitung von Biokunststoffen



- Leitfaden und Online-Datenbank
  - PDF oder Webbasiert
  - Hinweise und Richtlinien zur Verarbeitung von Biokunststoffen
  - Verarbeitungsdaten zu versch. Biokunststoffen
- Kostenlos



PDF-Version:

[https://www.ifbb-hannover.de/files/IfBB/downloads/Verarbeitung-von-Biokunststoffen-Internet\\_2016.pdf](https://www.ifbb-hannover.de/files/IfBB/downloads/Verarbeitung-von-Biokunststoffen-Internet_2016.pdf)

Web-Version:

<http://ifbb-knvb.wp.hs-hannover.de/guide/>

Datenbank zu Verarbeitungsparametern:

<http://ifbb-knvb.wp.hs-hannover.de/db/>

# Datenbanken – Wo finde ich detaillierte Infos?

## Leitfaden zur Verarbeitung von Biokunststoffen



### Spritzgießen

1. Spritzgießen
2. Dünnwandeignung
3. Entformbarkeit
4. Plastifizierleistung
5. Mehrkomponenteneignung
6. Schneckengeometrie
7. Verarbeitungsfenster
8. Bindenahtverhalten
9. Inline-Oberflächenbeschichtung
10. Spritz-/Streckblasen



### Extrusion

1. Compoundieren
2. Blasformen
3. Flachfolien-/Plattenherstellung
4. Blasfolienherstellung
5. Faserspinnen
6. Profil-/Rohr-/Coextrusion



### Sonstige Verfahren

1. Schäumen
2. Vernetzen
3. Einfärben
4. Tiefziehen
5. Faserverbund-Biokunststoffe
6. Fließpressen
7. Drehen



### Fügen

1. Kleben
2. Haftung
3. Bedrucken
4. Schweißen



### Werkstoffuntersuchungen

1. Fließ-/Erstarrungsverhalten
2. Maßhaltigkeit
3. Werkstoffcharakteristik

# Datenbanken – Wo finde ich detaillierte Infos?

## Leitfaden zur Verarbeitung von Biokunststoffen

Wir haben diese Protokolle mit den Suchbegriffen „**Systemkompetenz Spritzgießen**“ und „**Ingeo 3251D**“ gefunden.

| #  | Versuchsreihe                                     | Schmelzflussindex | Zugfestigkeit | Bruchdehnung | E-Modul  | Institut | Bewertung * |  |
|----|---------------------------------------------------|-------------------|---------------|--------------|----------|----------|-------------|--|
| 1  | Standard                                          | 39,1 g/10 min     | 66,7 MPa      | 2,9 %        | 3418 MPa | SKZ      | ● ● ●       |  |
| 2  | Umfangsgeschwindigkeit = 100 mm/s                 | 39,4 g/10 min     | 65,8 MPa      | 3,3 %        | 3444 MPa | SKZ      | ● ● ●       |  |
| 3  | Umfangsgeschwindigkeit = 500 mm/s                 | 39,2 g/10 min     | 65 MPa        | 3,1 %        | 3420 MPa | SKZ      | ● ● ●       |  |
| 4  | Einspritzgeschwindigkeit = 20 cm <sup>3</sup> /s  | 39,1 g/10 min     | 66,2 MPa      | 2,9 %        | 3383 MPa | SKZ      | ● ● ●       |  |
| 5  | Einspritzgeschwindigkeit = 100 cm <sup>3</sup> /s | 41,6 g/10 min     | 65 MPa        | 2,9 %        | 3387 MPa | SKZ      | ● ● ●       |  |
| 6  | Staudruck = 150 bar                               | 40,4 g/10 min     | 65,9 MPa      | 2,8 %        | 3421 MPa | SKZ      | ● ● ●       |  |
| 7  | Staudruck = 250 bar                               | 37,9 g/10 min     | 66,1 MPa      | 2,9 %        | 3510 MPa | SKZ      | ● ● ●       |  |
| 8  | Düsentemperatur = 180 °C                          | 38 g/10 min       | 65,3 MPa      | 3 %          | 3411 MPa | SKZ      | ● ○ ○       |  |
| 9  | Düsentemperatur = 220 °C                          | 37,5 g/10 min     | 64,8 MPa      | 2,9 %        | 3377 MPa | SKZ      | ● ○ ○       |  |
| 10 | Restkühlzeit = 35 s                               | 39 g/10 min       | 66,8 MPa      | 2,8 %        | 3453 MPa | SKZ      | ● ○ ○       |  |
| 11 | Restkühlzeit = 65 s                               | 35,2 g/10 min     | 66,6 MPa      | 2,8 %        | 3494 MPa | SKZ      | ● ○ ○       |  |
| 12 | Materialfeuche = 2000 ppm                         | 108,5 g/10 min    | 62 MPa        | 2,1 %        | 3446 MPa | SKZ      | ● ● ●       |  |

Wir haben diese Protokolle mit den Suchbegriffen „**Blasfolienherstellung**“ und „**Ingeo 4032 (70%) + Vinnex 2505 (30%)**“ gefunden.

| # | Institut | Bewertung * |  |
|---|----------|-------------|--|
| 1 | IAP      | ● ● ●       |  |
| 2 | IAP      | ● ● ●       |  |

# Datenbanken – Wo finde ich detaillierte Infos?

Weitere...



INFORMATIONEN Fachwissen & Markt Know-How

LEISTUNGEN Beratung und Ausstattung

VERZEICHNIS Biokunststoff-Anbieter

ÜBER UNS Infos zu biokunststoffe.de

ROHSTOFFE & ADDITIVE Grundstoff- & Granulatproduzenten

HALBZEUGE Folien, Rohlinge

ENDPRODUKTE Verpackungen, Flaschen, Artikel

HANDEL Groß- und Einzelhändler

ORGANISATIONEN

DIENSTLEISTUNGEN

Suche Firmenverzeichnis NEW

Wertschöpfungsstufe

Rohstoff

Anwendung

Biokunststofftyp

Land

Region

Dienstleistungsart

Freitextsuche

Verwenden Sie die Auswahlboxen für Ihre Suche und zum weiteren Eingrenzen der Suchergebnisse

HERZLICH WILLKOMMEN BEI BIOKUNSTSTOFFE.DE

- Umfangreiches Verzeichnis aller wichtigen Firmen aus dem Bereich Biokunststoffe
- Grundlagen & qualifizierte Hintergrundinformationen zum Thema Biokunststoffe
- Umfangreiche Beschreibung verschiedener Biokunststoffe und ihrer Verwendungsmöglichkeiten

Link:

<http://biokunststoffe.de/index.php>

# Datenbanken – Wo finde ich detaillierte Infos?

Weitere...

# iBIB

International Directory for Bio-based Businesses

[iBIB Online database](#) [Book now for free](#) [More info](#) [History](#) [Imprint](#)

**Index Search** [Reset Selection](#) [Get Search URL](#)

**Institution**

- Associations and agencies
- Engineering
- R&D, certifiers and consultants
- Suppliers

**Fields of activities**

- Bio-based additives
- Bio-based building blocks
- Bio-based elastomers / Natural rubber
- Bio-based plastics
- Biomass supply
- Certification
- CO<sub>2</sub>-based chemicals and materials
- Enzymes
- Lubricants
- Natural Fibre Composites (NFC)
- Oleochemistry
- Surfactants

**Bio-based additives**

- Adhesive agents / Glues
- Anti yellowing
- Binders / Emulsifiers
- Chain extenders
- Coatings / Lacquers / Finish
- Colours / Pigments
- Denesting aids
- Flame retardants
- Impact modifiers
- Plasticizers
- Processing aids
- Protection against biological infestation
- Stabilizers
- Other

**Special properties**

- Antistatic
- Biodegradable in freshwater environment

**Suppliers, Engineering, Associations and Agencies, R&D, Certifiers and Consultants of the iBIB**

38 company profiles found

ACIB GMBH

AIMPLAS

ALBRECHT DINKELAKER

ASSOBIOTEC

BIO BASE EUROPE PILOT PLANT

BIO-FED BRANCH OF AKRO-PLASTIC GMBH

BIOECONOMY SCIENCE CENTER (BIOSC)

BIOPOLYNOW / NATUREPLAST

BIOPOWDER.COM / SCHILLING LTD

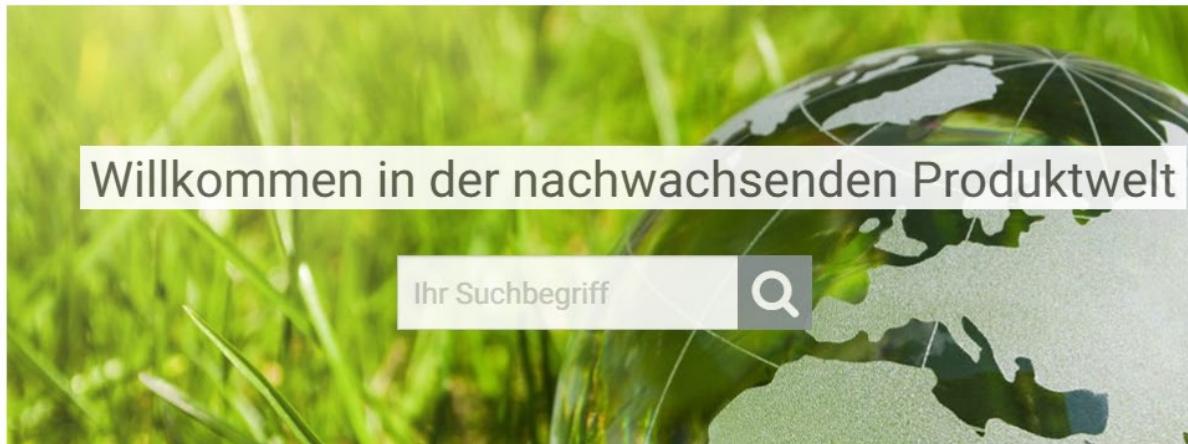
BMG & DPC

Link:

<http://bio-based.eu/ibib/>

# Datenbanken – Wo finde ich detaillierte Infos?

Weitere...



Link:  
<https://www.die-nachwachsende-produktwelt.de/>



ÜBER UNS MITGLIEDER KOMPETENZ-MAP KNOW-HOW TRANSFER

Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen



Link:  
<https://biofon.net/>

# Gliederung

- 
- 01** Vom Kundenwunsch zur Werkstoffstruktur  
- Besonderheiten von Biokunststoffen
  - 02** Technische Einteilung der Biokunststoffe  
und Vorstellung ihrer Eigenschaften
  - 03** Wie erreiche ich mein Ziel?  
Biokunststoffe für Ihr Produkt und Ihren  
Prozess
  - 04** Normierungen und Zertifikate
  - 05** Datenbanken – Wo finde ich detaillierte  
Infos?
  - 06** Anwendungsbeispiele

# Polylacticacid (PLA)



© Michael Thielen



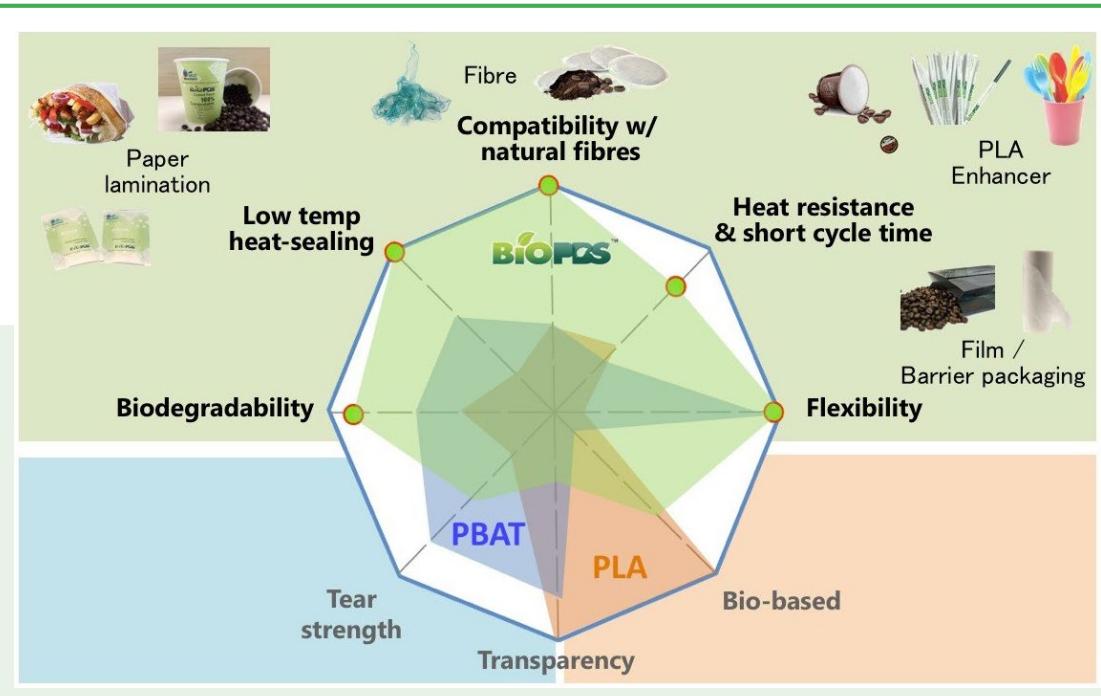
# Polylacticacid (PLA)



# Cellulosederivate



# Polybutylenesuccinate (PBS)



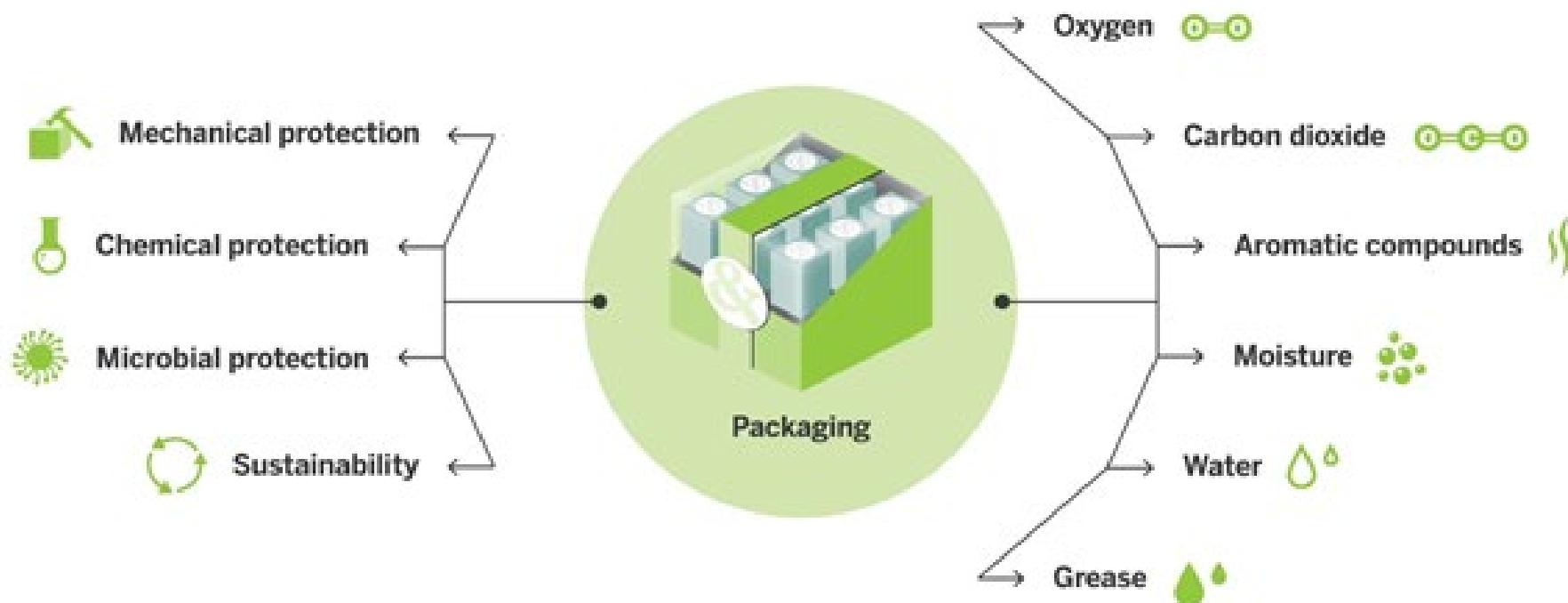
# Polyhydroxybutyrat (PHB)

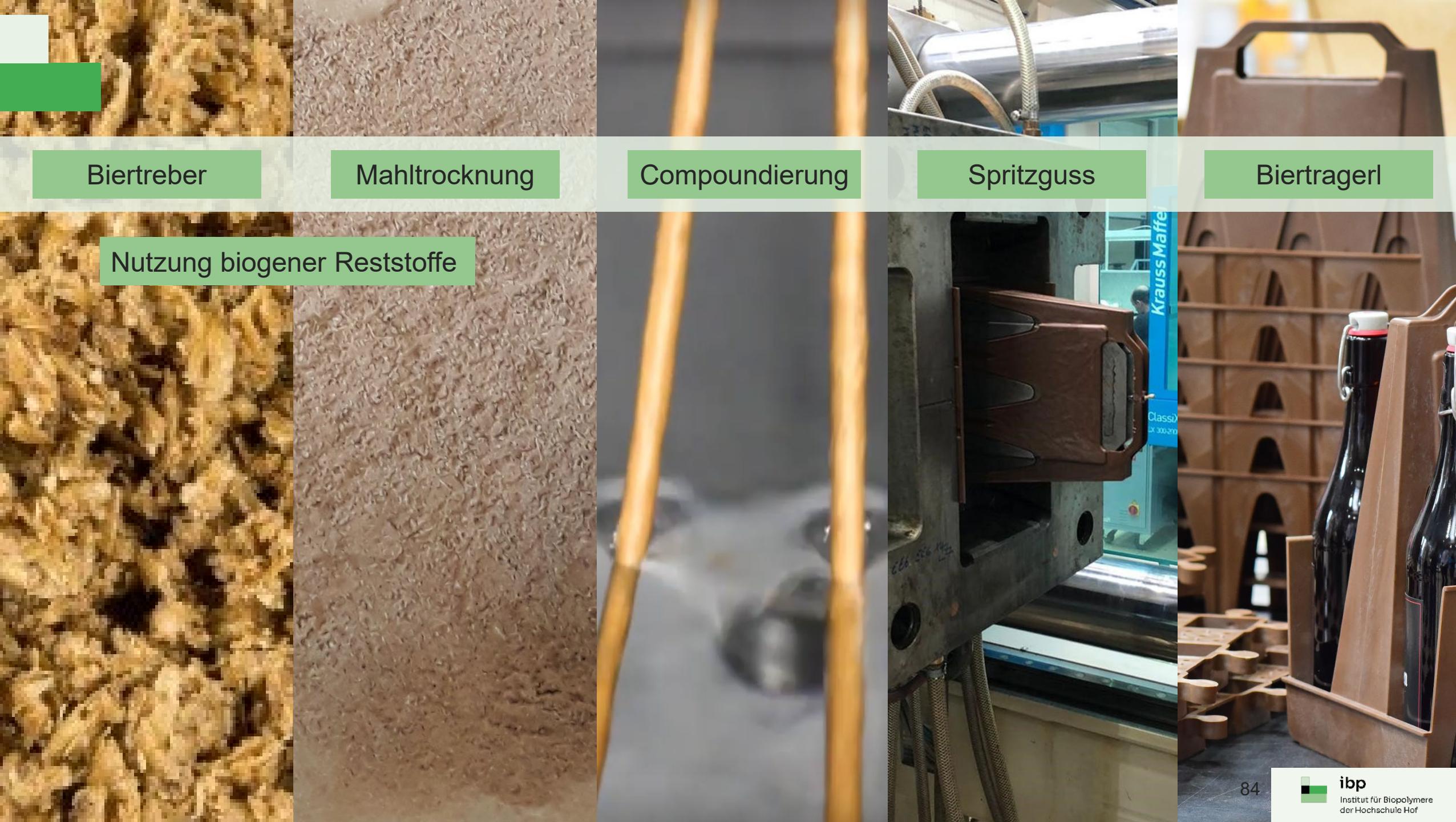


# Lignin



# Polyhydroxybutyrate (PHB)





# Kaffeekirsche (Kaffeeepflanze)

Nutzung biogener Reststoffe

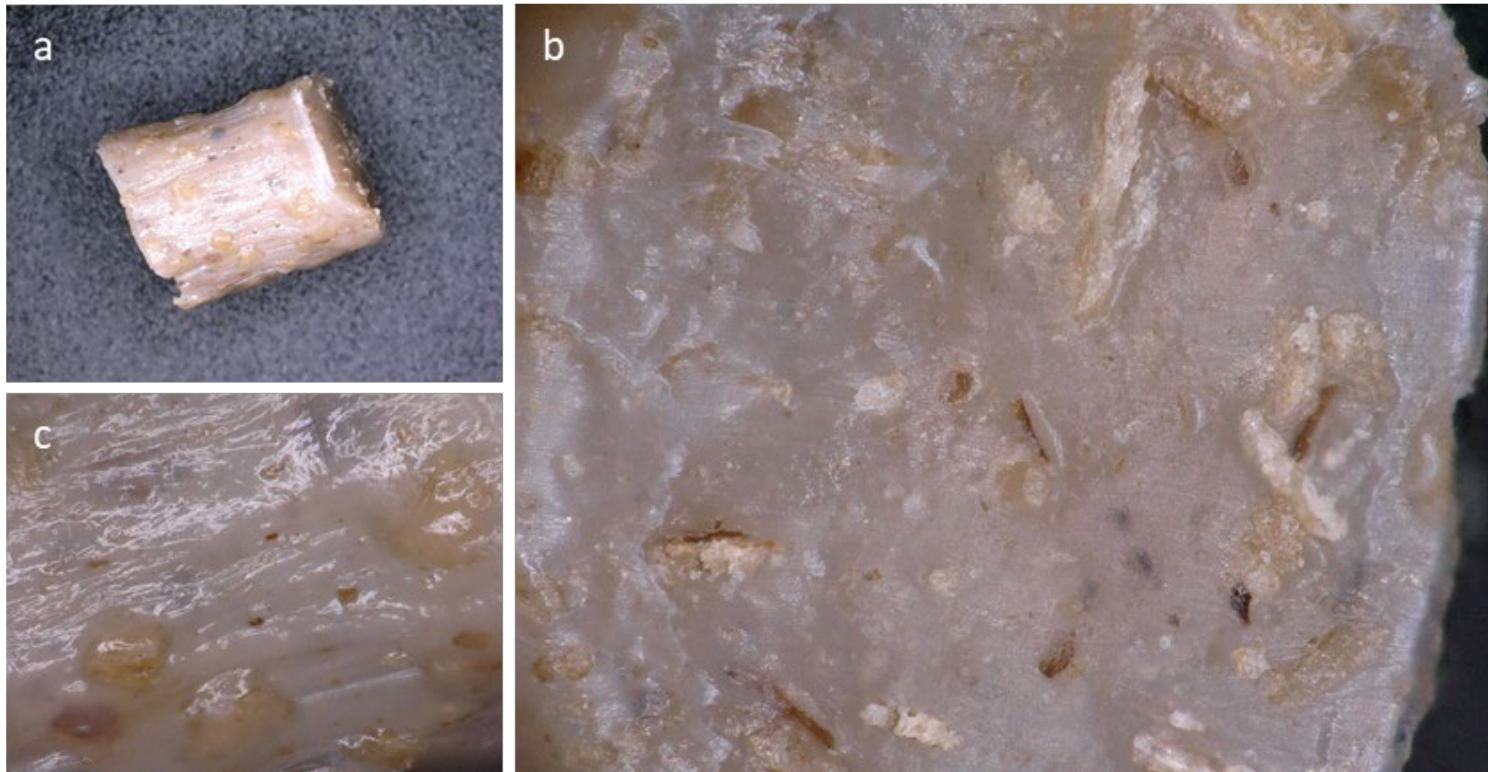


Vermahlung aufwändig und hier unzureichend

Nachweislich stabilisierende Wirkung im Polymer

# Pergament (Kaffeepflanze)

Nutzung biogener Reststoffe



# Wallnussschale

Nutzung biogener Reststoffe



# Muss es immer Bio sein?

Unabhängigkeit vom Erdöl im Falle biobasierter Kunststoffe

Biologische Abbaubarkeit

Grünes Marketing

Geringerer CO<sub>2</sub> - Fußabdruck

Passend zum Produkt (z.B.  
Produkt ist Bio oder Teile des  
Produkts sind aus Biopolymeren)

Zukünftigem Preiskampf jetzt schon entgegenwirken (Naphtha wird sicher teurer, weil weniger Abnehmer!)

Einpassen in Produktionsportfolio der betreffenden Firma,  
Stichwort: internes Recycling

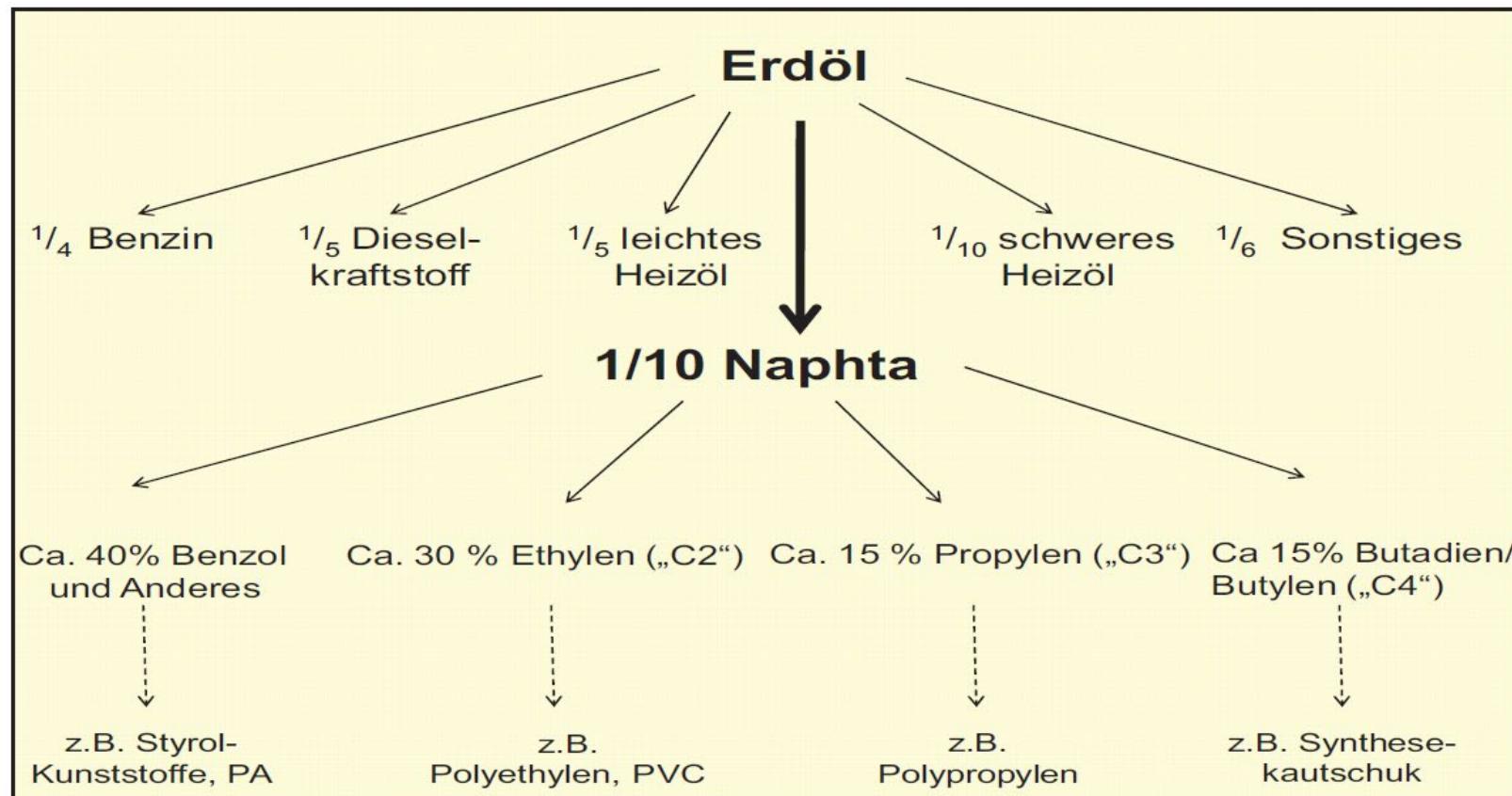
Erhöhung der Recyclingfähigkeit

Zufriedenstellende technische Lösung mit BP nicht immer möglich (schwankende Eigenschaften, Geruch ...)

Energieaufwand in der Produktion (Vortrocknen etc.)

LCA nicht immer mit positiver Gesamtwertung

# Muss es immer Bio sein?



# Muss es immer Bio sein?

## Optimierungsgröße

CO<sub>2</sub>-Fußabdruck

Kosten

Funktionalität

„Gesetzliche Bestimmungen“



**ibp**

Institut für Biopolymere  
der Hochschule Hof

**Prof. Dr.-Ing. Michael Nase**

Institutsleiter Institut für angewandte  
Biopolymerforschung (ibp)

Phone +49 9281 409 4730

Fax +49 9281 409 55 4730

Raum C151

[michael.nase@hof-university.de](mailto:michael.nase@hof-university.de)

[www.ibp-hof.de](http://www.ibp-hof.de)



**ibp**

Institut für Biopolymere  
der Hochschule Hof

**M.Sc. Lucas Großmann**

Stellv. Institutsleiter Institut für angewandte  
Biopolymerforschung (ibp)

Phone +49 9281 409 5141

Fax +49 9281 409 55 5141

Raum C151

[luca.grossmann@hof-university.de](mailto:luca.grossmann@hof-university.de)

[www.ibp-hof.de](http://www.ibp-hof.de)



**MEDIAN Kunststoff Service**



**Prof. Dr.-Ing. Michael Nase**

Inhaber

Phone +49 151 523 273 55

[michael.nase@median-ks.com](mailto:michael.nase@median-ks.com)

[www.median-ks.com](http://www.median-ks.com)



**MEDIAN Kunststoff Service**

**M.Sc. Lucas Großmann**

Associate Partner

Phone +49 172 691 986 2

[kontakt@median-ks.com](mailto:kontakt@median-ks.com)

[www.median-ks.com](http://www.median-ks.com)



BIOVOX

BIOVOX

Biokunststoffe für  
besondere Anwendungen

# Team & Aufgaben

## Erfahrung für nachhaltige Materialien

Dr.-Ing. Julian Lotz, CEO

- Sales & Produktmanagement, Finanzen
- ✓ Erfahrung mit Portfoliomangement & Führung im Technologiekonzern, Gründungserfahrung
- ✓ 10 Jahre Erfahrung mit Faser-Kunststoff-Verbunden



Dr.-Ing. Vinzenz Nienhaus, CTO

- Produkt- & Prozessentwicklung
- ✓ Erfolgreiche, interdisziplinäre MedTech-Forschungsprojekte:  
Behandlung langstreckiger Knochendefekte mit 3D-gedruckten Biokunststoff-Implantaten
- ✓ 10 Jahre Erfahrung im 3D-Druck, 7 Jahre in der Kunststofftechnik

Carmen Rommel, M.Sc., COO

- Supply Chain, Qualität & Nachhaltigkeit
- ✓ Forschung an cellulosebasierten Materialien
- ✓ Nachhaltigkeitsbewertung, Zertifizierung und Materialqualifikation bei Automobil-OEM

# Vorteile unserer Biokunststoffe

Wir nutzen Biopolymere synergetisch



*Funktionaler Biokunststoff*

## Besonders nachhaltige Kunststoffe

Heimkompostierbar

Umweltfreundliche Farbstoffe

Regionale Lebensmittelproduktionsreste



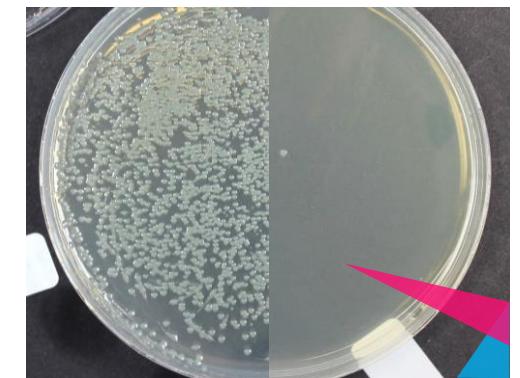
## Antimikrobielle Kunststoffe

Gegen Bakterien, Schimmel & Viren

Biobasiert

Silber- und Kupferfrei

Vollständig biologisch abbaubar



# BIOVOX bringt Biokunststoff in den Alltag

Wie macht man Handyhüllen nachhaltig?

- Recycling vs. Abbaubarkeit
- Biobasiert vs. Materialeigenschaften
- Farben vs. Gewässerschutz
- CO<sub>2</sub>-Fußabdruck & CO<sub>2</sub>-Kompensation



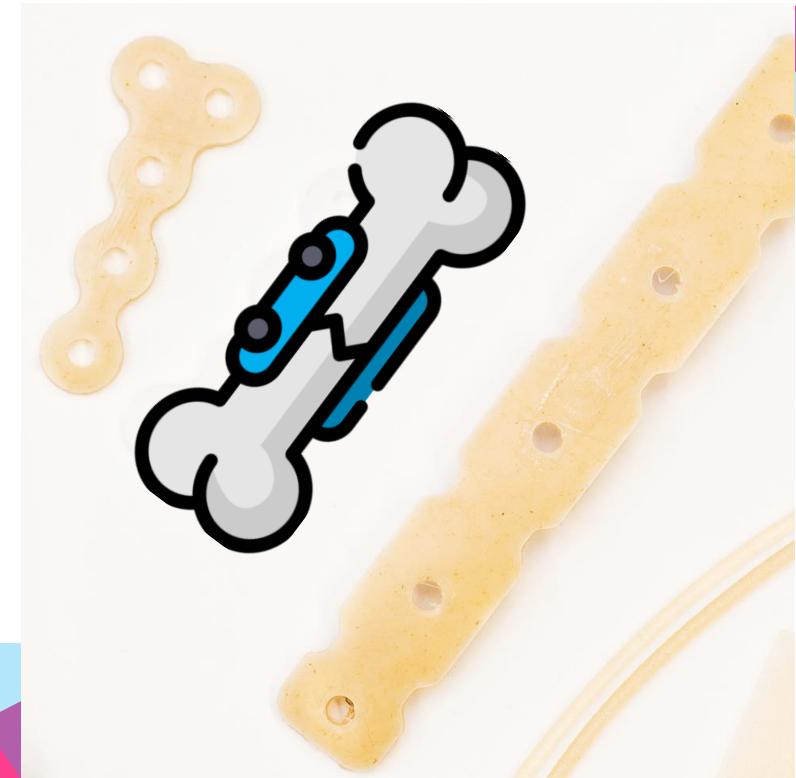
*Design & Nachhaltigkeit*

# BIOVOX macht Implantate naturnah

Knochenbrüche heilen ohne zweite Operation

Wir entwickeln medizinische Implantate, die den Knochen bei der Heilung unterstützen, statt ihre Funktion zu übernehmen.

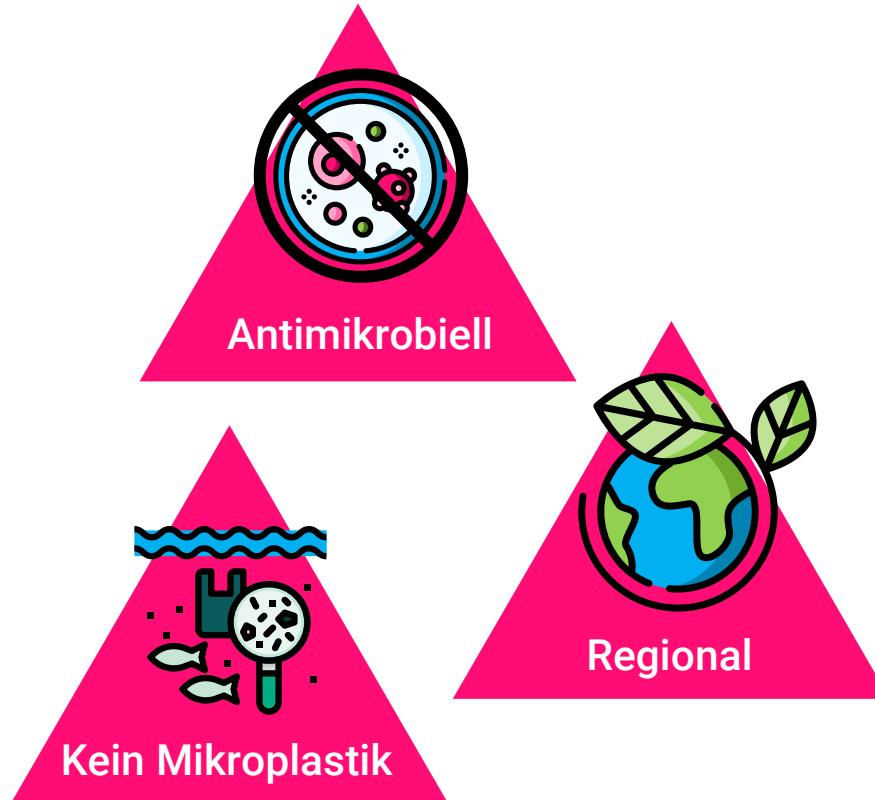
Für sichere, schnelle und kostengünstige Therapien.



*Osteosynthese-Implantate*

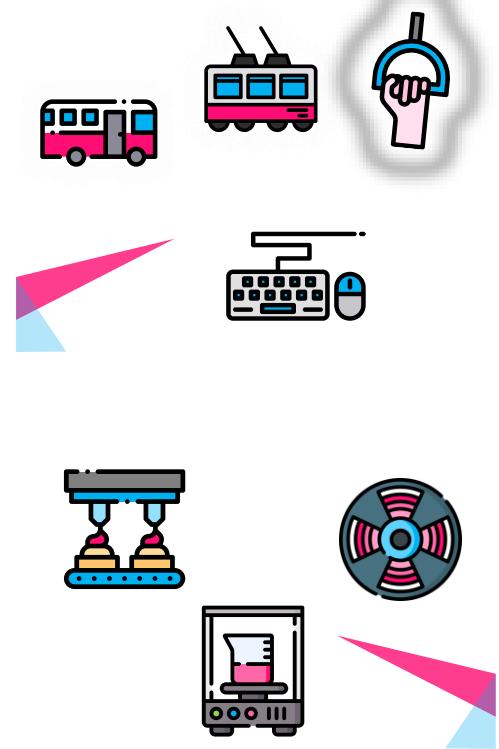
# BIOVOX entwickelt neue Produkte

Herausfordernde Anwendungen sind unsere Stärke



## Antimikrobieller Biokunststoff-Verbund für diverse Anwendungen:

- Oberflächen im öffentlichen Raum
- Computer-Eingabegeräte
- Kinderspielzeug
- Labor- & Medizingeräte
- Lebensmittelproduktion (Anlagen)



# Kontakt

Wir freuen uns auf einen Austausch

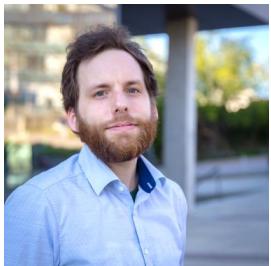


**Julian Lotz**

Sales & Produktmanagement, Finanzen

[julian.lotz@biovox.systems](mailto:julian.lotz@biovox.systems)

+49 176 879 477 85



**Vinzenz Nienhaus**

Produkt- & Prozessentwicklung

[vinzen.nienhaus@biovox.systems](mailto:vinzen.nienhaus@biovox.systems)

+49 176 631 454 85



**Carmen Rommel**

Supply Chain, Qualität & Nachhaltigkeit

[carmen.rommel@biovox.systems](mailto:carmen.rommel@biovox.systems)

+49 157 518 070 27

BIOVOX GmbH  
Robert-Bosch-Str. 7  
64293 Darmstadt  
Germany

Register Court:  
Amtsgericht Darmstadt  
Register Nr.: HRB 101494  
VAT ID: DE339863819

Managing Directors:  
Dr.-Ing. Julian Lotz  
Dr.-Ing. Vinzenz Nienhaus  
Carmen Rommel



Zusammen.   
Zukunft.   
Gestalten. 



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

BIOVOX wird im Rahmen des EXIST-Programms durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und den Europäischen Sozialfonds gefördert.

# Roundtable Agenda

- 09:00 Willkommen & Vorstellung der neuen Partner
- 09:25 Impulse & Case-Studies “Eco-Materials & Eco-Labels“ von Prof. Michael Nase
- 10:10 Fragen, Diskussion & Erfahrungsaustausch
- 10:50 Pause
- 11:00 Breakout Sessions
- 1.) Bio-Materialien und ihre Anwendungen (Julian Lotz, Biovox)
  - 2.) Zertifikate & Normung – welche machen wo und wann Sinn (Lucas Großmann, ibp)
  - 3.) Bio-Kunststoffe und Recyclate/konventionelle im Vergleich (Michael Nase, ibp)
- 11:30 Take-aways aus den Breakout Sessions
- 11:45 Ausblick auf den 4. Roundtable
- 12:00 Veranstaltungsende

# Breakout Sessions (25 Min.)

- Wir weisen Sie den Räumen entsprechend Ihren Wünschen zu
- Sie können den Raum mit [RETURN] oder [ZURÜCK] wieder verlassen
- Nach 25 Min. schließt der Raum automatisch (mit 30 Sekunden Vorwarnung)
- Die Ergebnisse tragen wir danach zusammen

# Next Steps

- All slides and take-aways will be emailed to you after the session
- Arrange 1:1-Workshops to discuss your issues and pilot projects with us and our partners



**ibp**  
Institut für Biopolymere  
der Hochschule Hof

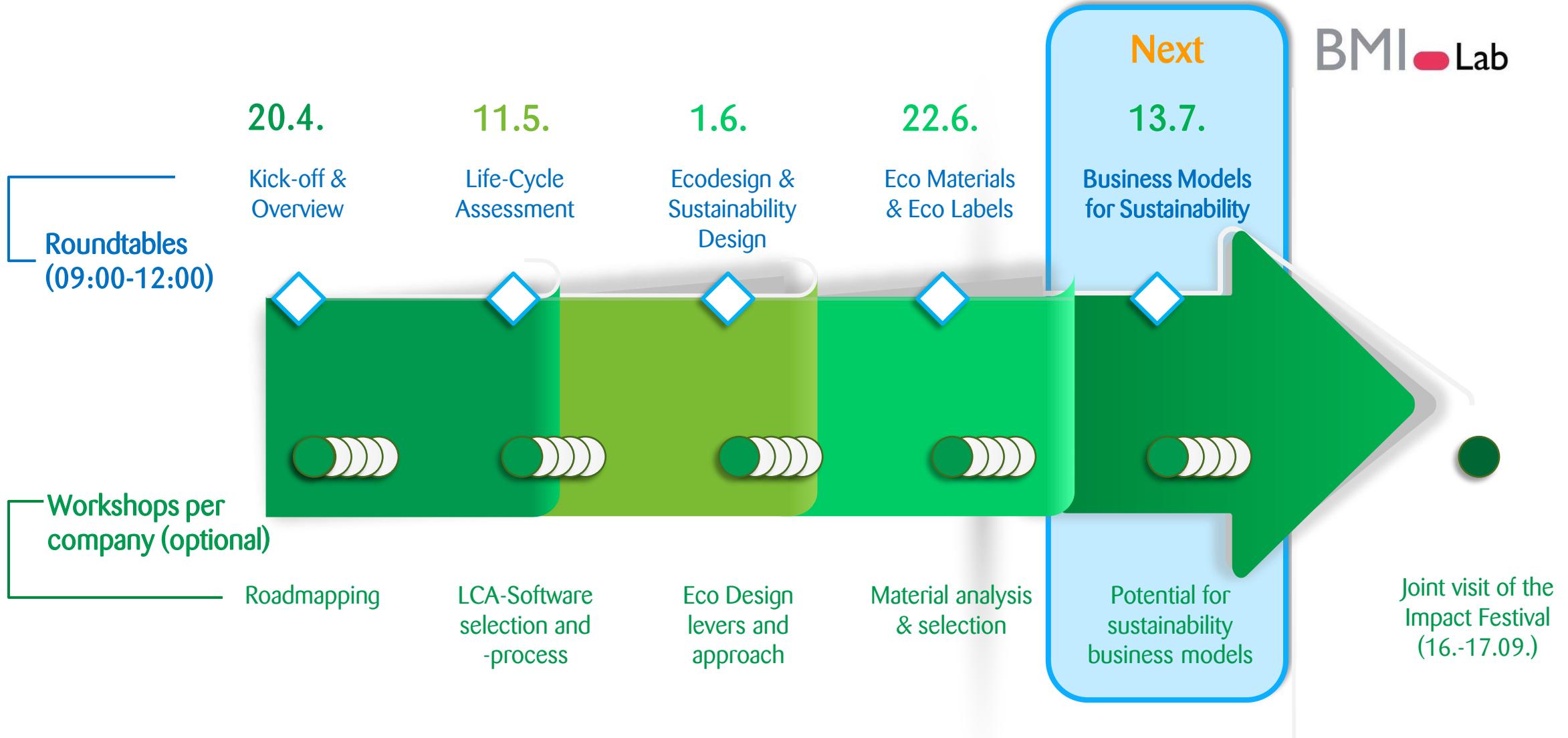


- Our 4<sup>th</sup> Roundtable “Sustainable Business Models” is on July, 13<sup>th</sup> 09:00-12:00



# Sustainability Innovation Roundtable Series 2021

BMI Lab



Thank you for your participation!

Have a great day!