

# Biokunststoffe – was Sie darüber wissen sollten, Teil 1

aus der IfBB-Webinarreihe: „Biowerkstoffe im Fokus!“  
unter der Leitung von Prof. Hans-Josef Endres  
und Prof. Andrea Siebert-Raths



Quelle: IfBB



Quelle: China Hopson

**Nuse Lack und Christian Schulz**  
**25.04.2019**

# Ablauf

- Dauer ca. 30 Minuten
- Webinar wird aufgezeichnet
- Follow-Up E-Mail mit ausführlichem Skript nach Webinar
- Fragen während des Vortrags: Module „Chat“ oder Frage & Antworten“ nutzen
- Fragen können während des Vortrags gestellt werden
- Diskussionsteilnahme mittels Headset oder Telefon möglich (Anleitung rechts)

Wenn Sie mich NICHT hören können, dann versuchen Sie bitte über Telefon unter der folgenden Rufnummer am Webinar teilzunehmen:

**+49 30 200 97936405**





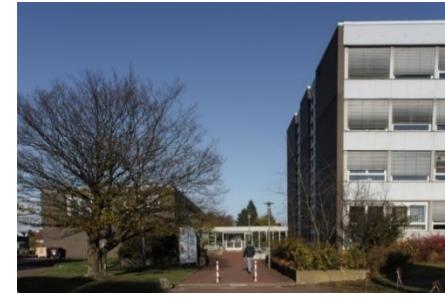
1. DAS IfBB
2. BEGRIFFSDEFINITION „BIOKUNSTSTOFF“ (BK)
3. ABBAUBARKEIT
4. ROHSTOFFE UND WERKSTOFFE
5. MEINUNGEN VON VERBRAUCHERN UND UMWELTOrganISATIONEN
6. BIOKUNSTSTOFFMARKT/RAHMENBEDINGUNGEN
7. RESÜMEE/AUSBLICK TEIL 2

The background of the slide features a complex, abstract geometric pattern. It consists of numerous overlapping polygons, primarily octagons and rectangles, in a light gray color. These shapes are arranged in a radial pattern, with some pointing towards the center and others away from it, creating a sense of depth and motion. The overall effect is a modern, minimalist, and sophisticated design.

# 1. DAS IFBB

# IfBB – Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe an der Hochschule Hannover

- Gründung: 2011  
(Konsequenz stetig gewachsener Forschungsaktivitäten)
- Leitung: Prof. Dr.-Ing. Hans-Josef Endres,  
Prof. Dr.-Ing. Andrea Siebert-Raths
- Mitarbeiter: ca. 30
- Jahresumsatz ca. 3 Mio. Euro
- Enge Vernetzung mit der Industrie
- Kernkompetenzen:
  - Spezifische Materialentwicklung
  - Verarbeitung
  - Recycling und andere End-of-life-Optionen
  - Nachhaltigkeitsbewertungen
  - Informationsbereitstellung  
(Marktanalyse, Datenbanken)
- Enge Zusammenarbeit mit dem Anwendungszentrum HOFZET des Fraunhofer WKI



Quelle: David Carreno Hansen



Quelle: China Hopson



## 2. BEGRIFFSDEFINITION/ ABGRENZUNG

# Ausgangssituation für die Biokunststoffforschung am IfBB



IfBB

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

Ressourcenschonung – unendliche Alternative zum endlichen Öl

Unabhängigkeit von Erdölimporten aus politisch instabilen Ländern

Neue spezifische Produkte

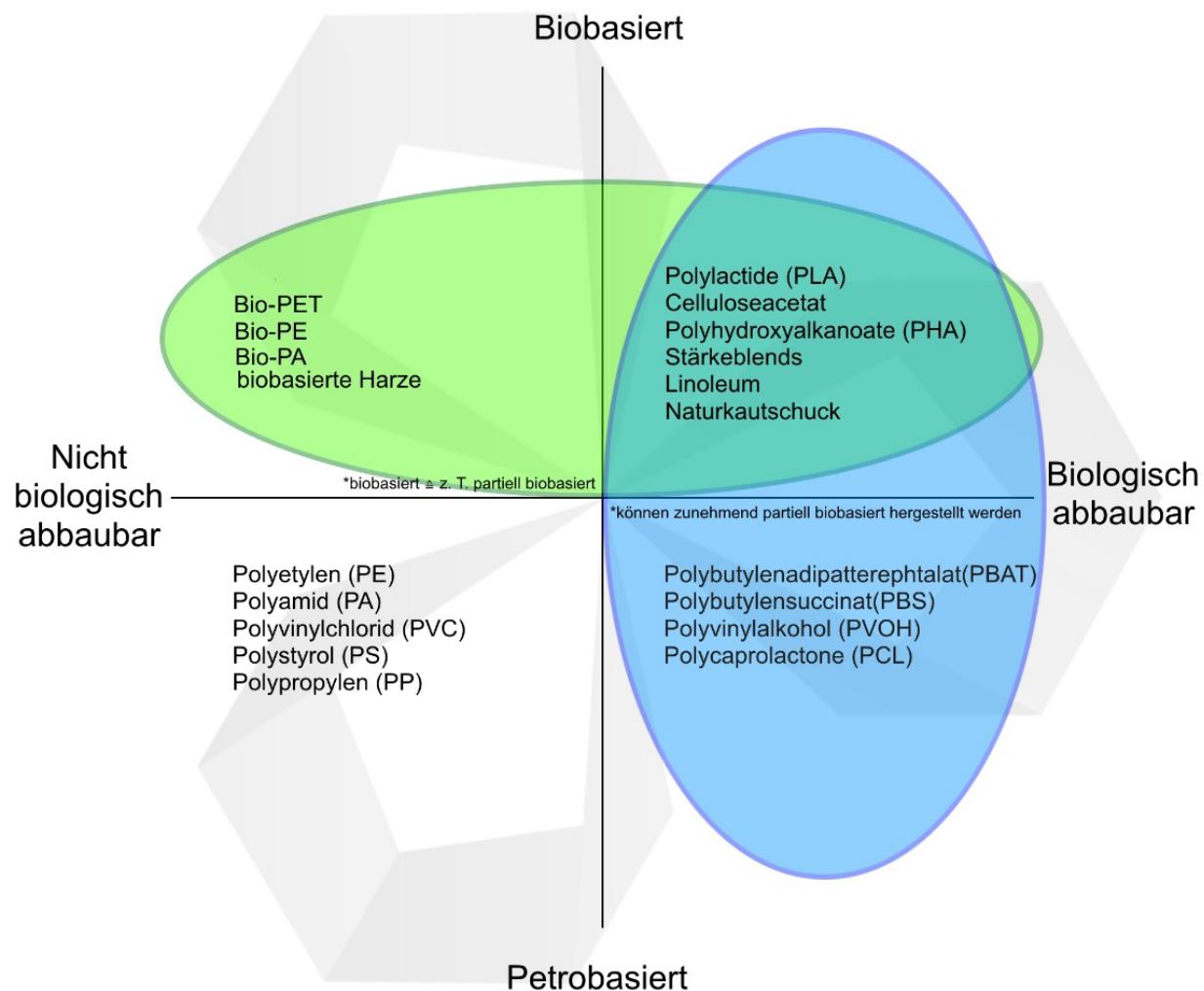
Heute:

Monomaterialien für Lebensmittelverpackungen

Lösungsansatz für Marine Litter-Problem

Recycling von Biokunststoffen → falscher Umgang mit Kunststoffmüll

# Polymerkreuz, Definition lt. IfBB



Technische Biopolymere  
Hans-Josef Endres, Andrea Siebert-Raths  
Stand: 2019

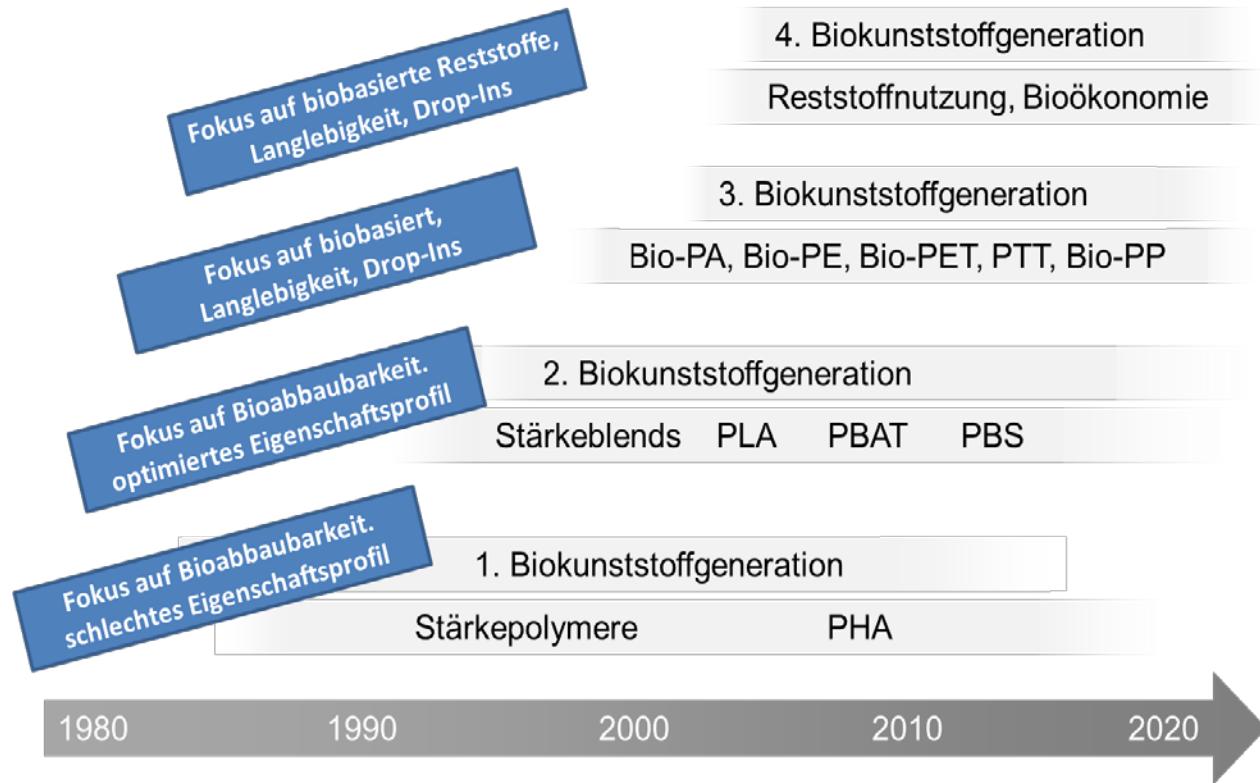
# Entwicklung der „New Economy“-Biokunststoffe



IfBB

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

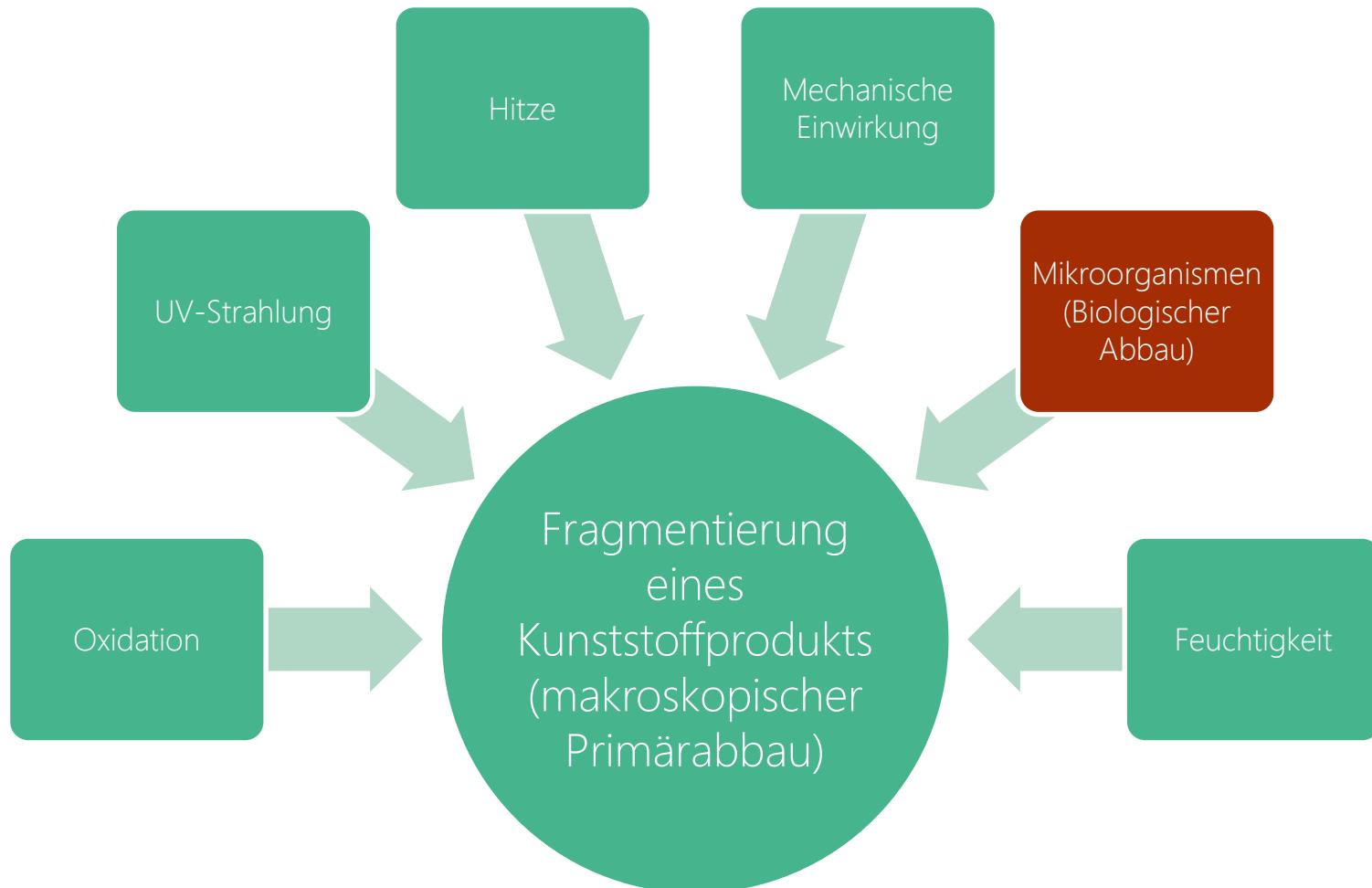
## Technische „Biokunststoffgenerationen“



Quelle: H.-J. Endres, A. Siebert-Raths; Technische Biokunststoffe, München 2009

### 3. ABBAUBARKEIT

# Abbaubar ≠ bioabbaubar



# Biologischer Abbau von Kunststoffen

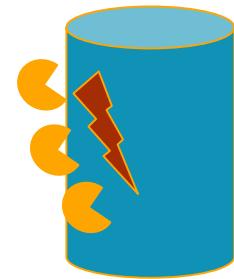


IfBB

Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe

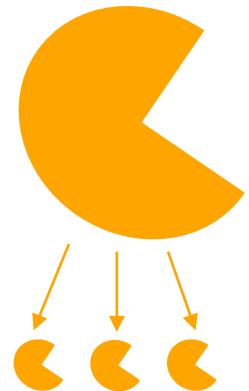
## Mikroorganismen greifen an der Oberfläche des Kunststoffs an:

- Sekretion von Enzymen, die Kunststoff an der Oberfläche zersetzen
- zunächst Primärrabbau, dann Endabbau durch meist intrazelluläre Stoffwechselreaktionen



## Abbaugeschwindigkeit und -produkte abhängig von der Umgebung:

- Sauerstoffgehalt:
  - Aerober Abbau (oxidativ)  $\rightarrow$   $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$ , Energie
  - anaerober Abbau (reduktiv)  $\rightarrow$   $\text{CO}_2$  und  $\text{CH}_4$  (auch  $\text{H}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ), Energie
  - Feuchtigkeit und Wärme begünstigen den Prozess (je nach Art der Mikroorganismen)



## Bildung von Biomasse:

Mikroorganismen setzen die Energie und einen Teil des Kohlenstoffs für Wachstum und Vermehrung ein

- Der Werkstoff oder das Produkt müssen sich unter definierten Bedingungen innerhalb einer bestimmten Zeitspanne (Wochen/Monate) vollständig zu  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  sowie Biomasse umwandeln  
→ Beispiel Baumstamm: biologisch abbaubar, nicht kompostierbar
- Kompostierbarkeit ist nicht nur abhängig vom Material, sondern auch von der Form/Wandstärke eines Bauteils

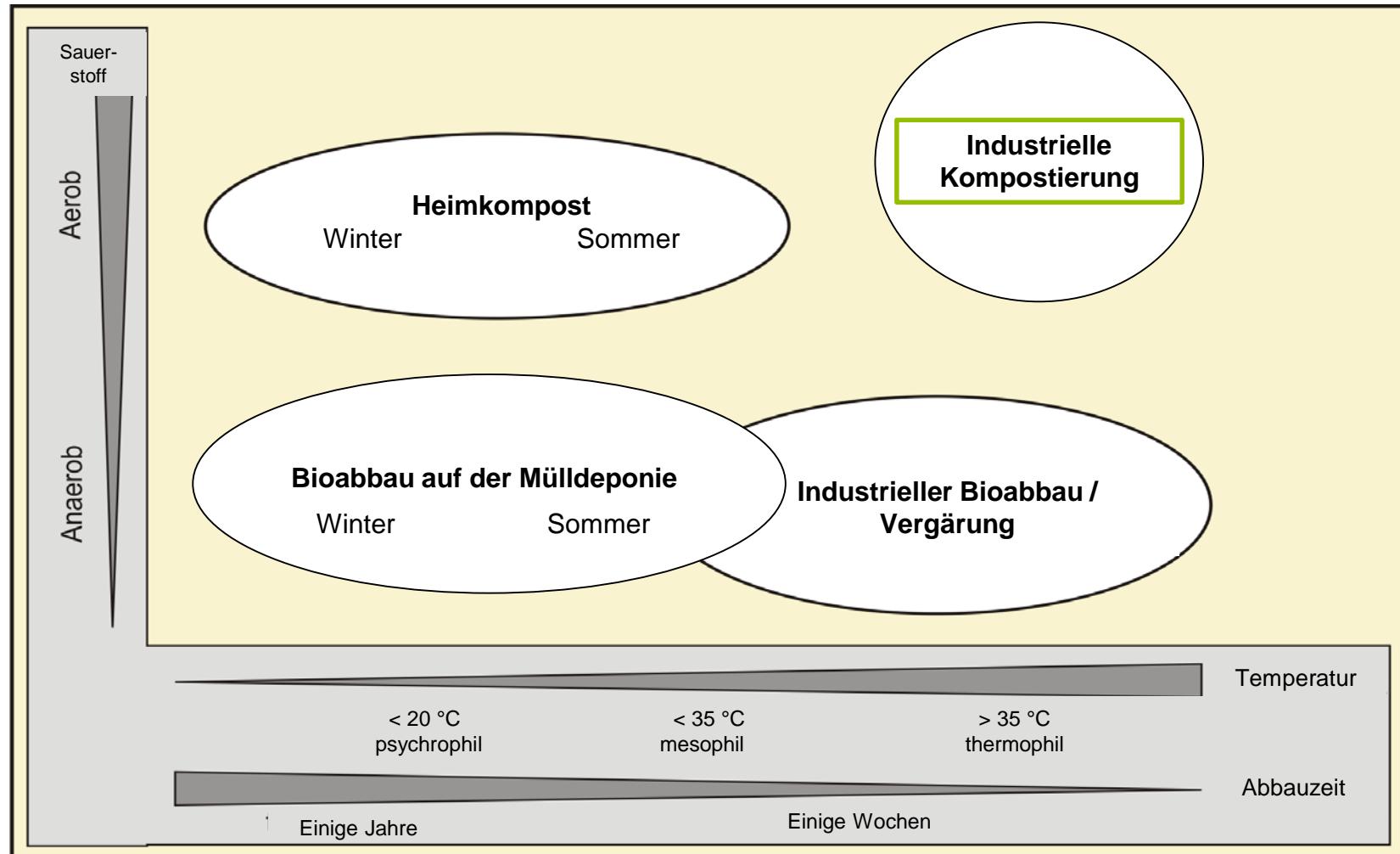
## Für Kompostierbarkeit günstige Materialeigenschaften

|  |   |
|--|---|
| zwischenmolekulare Wechselwirkungen / Kristallinität                   | ↓ |
| ungesättigte Verbindungen und unverzweigte, flexible Molekülstrukturen | ↑ |
| Aromatischer Anteil  | ↓ |
| Molekulargewicht   | ↓ |
| Polarität / Quellbarkeit   | ↑ |
| Spezifische Oberfläche   | ↑ |



Quelle: IfBB

# Prinzipien des Bioabbaus



Quelle: H.-J. Endres, A. Siebert-Raths; Engineering Biopolymers, Carl Hanser-Verlag, 2011



**Oxoabbaubar (engl. oxodegradable) oder auch  
„oxo-fragmentierbar“ sind Produkte/Materialien, wenn**

- sie aus konventionellen Kunststoffen (PE, PP, etc.) bestehen, denen
- spezielle Additive zugesetzt sind, die
- einen beschleunigten Abbau (= Fragmentierung) unter
- Einwirkung von Sauerstoff und/oder UV-Licht ermöglichen.



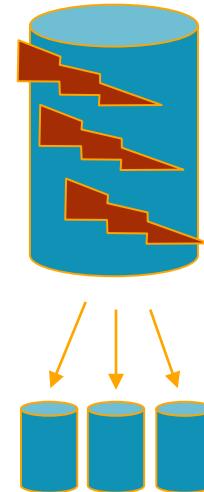
Quelle: [www.ebay.co.uk](http://www.ebay.co.uk)

Quelle: IfBB

**Makroskopischer Primärabbau unter Einwirkung von Abbaufaktoren:**

- Oxidation, UV-Strahlung, Hitze, mechanische Einwirkung, Feuchtigkeit

**Makroplastik, Bauteile, o. ä. → Mikroplastik: < 5 mm**



# Wichtige Labels zur Abbau- und Kompostierbarkeit



IfBB

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe



Biodegradable Products Institute (BPI, USA); ASTM D 6400



Jätelaitosyhdistys (Finnland); DIN EN 13432

AIB Vinçotte, Belgien; DIN EN 13432



Japan BioPlastics Association (JBPA; Japan)

DIN CERTCO, Germany



(nach AS 5810, Australischer Standard bzw. NF T51-800, franz. Norm)

# Zusammenfassung „bioabbaubar“



IfBB

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

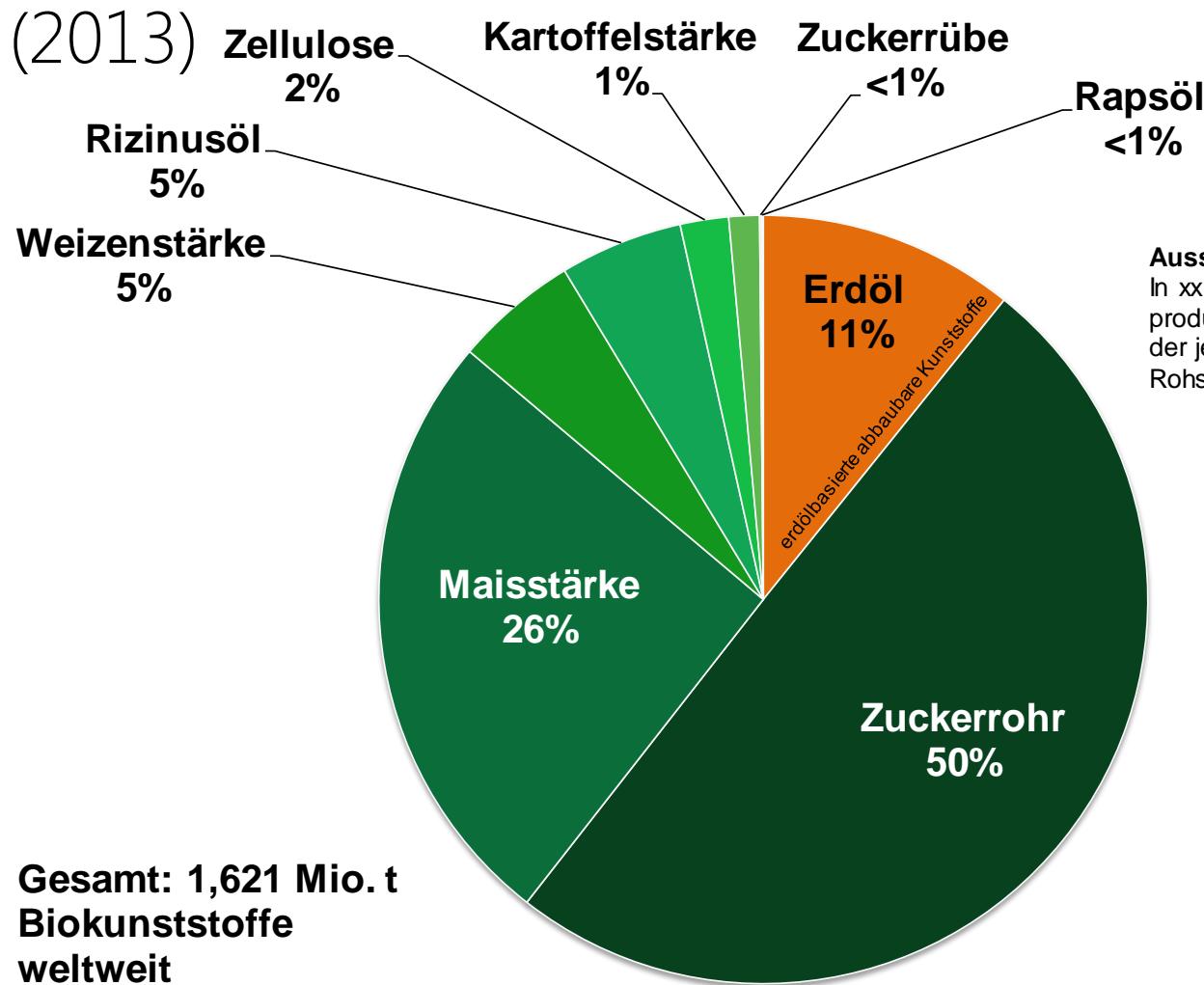
- |                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Abbaubar</b>            | → grundsätzlich bei allen Kunststoffen, Primärabbau durch Umweltfaktoren, aber kleine Partikel verbleiben in der Umwelt |
| <b>Oxoabbaubar</b>         | → beschleunigter (Primär-)Abbau, aber kleine Partikel verbleiben in der Umwelt  |
| <b>Biologisch abbaubar</b> | → vollständige Zersetzung durch Mikroorganismen (Endabbau), CO <sub>2</sub> und Wasser als Endprodukte                  |
| <b>Kompostierbar</b>       | → vollständige Zersetzung durch Mikroorganismen (Endabbau), schnellerer biologischer Abbau unter konstanten Bedingungen |



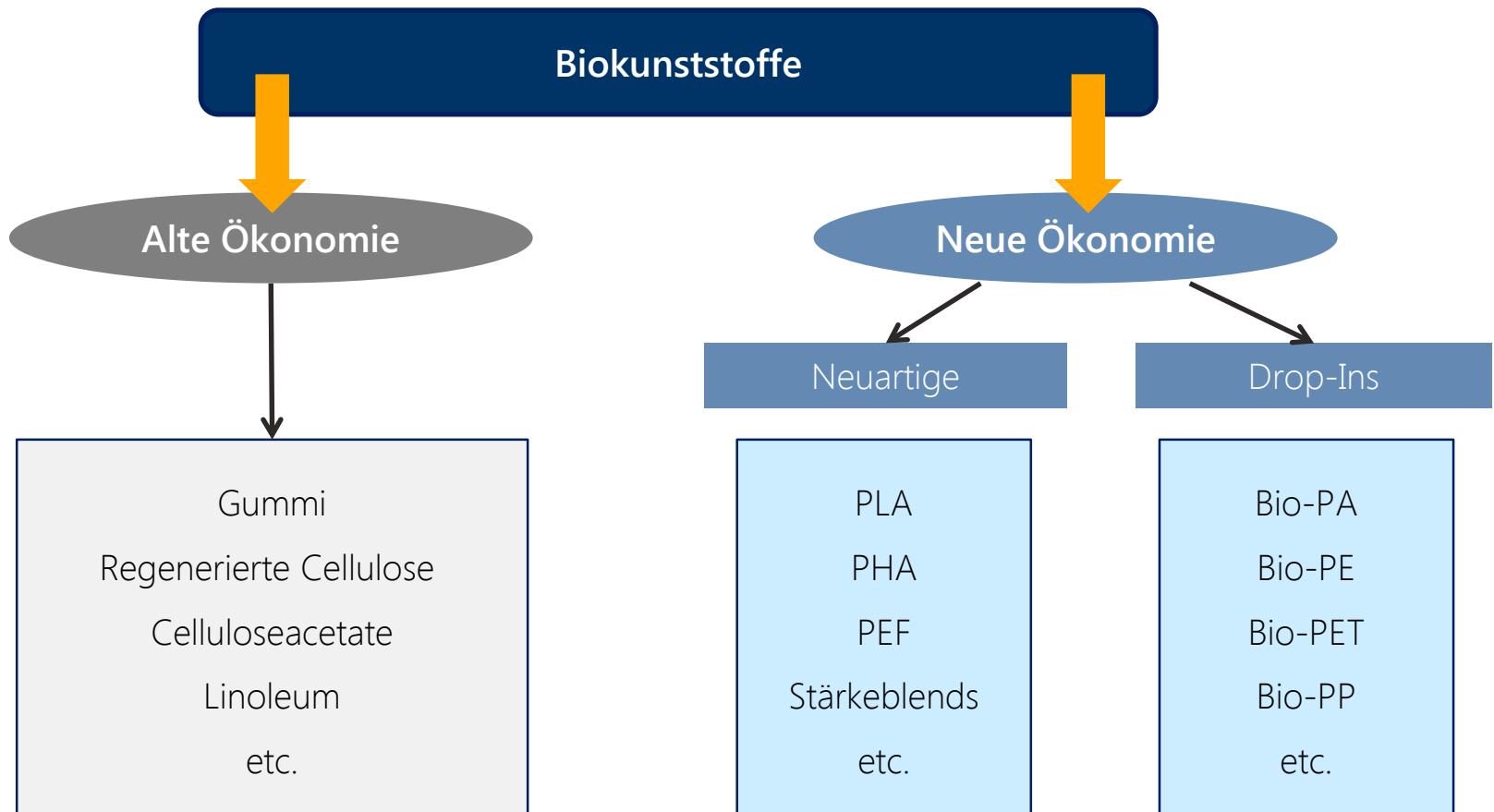


## 4. ROHSTOFFE UND WERKSTOFFE

# Biobasierte/bioabbaubare Kunststoffe - Rohstoffübersicht



# Biobasierte/bioabbaubare Kunststoffe - Werkstoffübersicht



Quelle: H.-J. Endres, A. Siebert-Raths; Engineering Biopolymers, München 2011

Grafik: IfBB

# Idealer (Bio)-Kunststoffkreislauf



IfBB

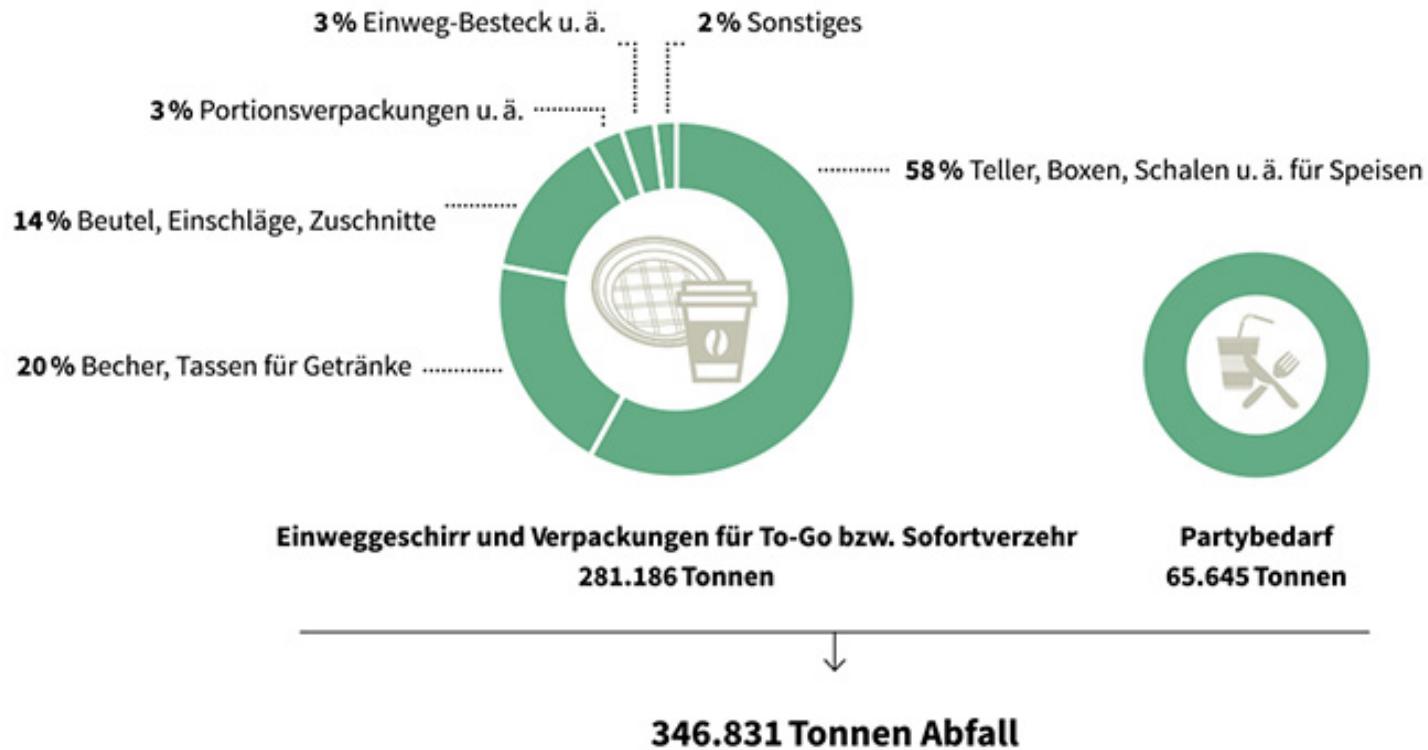
Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe



Quelle: IfBB

# Einweg-Abfallaufkommen in Deutschland 2017

## Abfallaufkommen in Deutschland 2017



Quelle: NABU, Oktober 2018

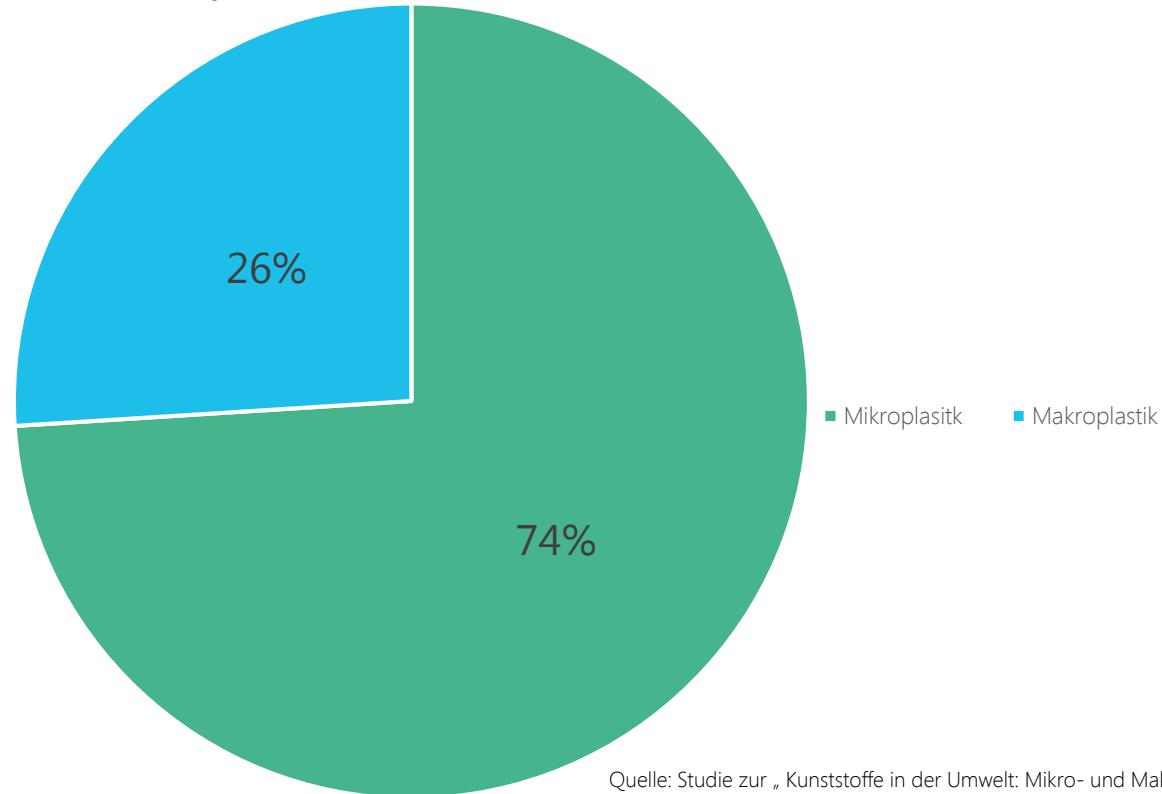
# Makroplastikemissionen im Vergleich



IfBB

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

In Deutschland bestehen die Kunststoffemissionen zu 26 % aus Makroplastik und zu 74 % aus Mikroplastik und betragen 3,1 % des Kunststoffverbrauchs (14,5 Mio. t/a).



Quelle: Studie zur „Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik“,  
Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen, Juni 2018

# Ursachen für Mikroplastik

**Recycling ist nicht die einzige Lösung, gerade wenn es um Mikroplastik geht.  
Davon werden schätzungsweise jährlich 330.000 t in Dt. freigesetzt!**

## Die Top Ten der Mikroplastik-Quellen

1. Reifenabrieb Abrieb von Reifen inklusive Autos, Lastwagen, Skateboards, Fahrrädern und Motorrädern
2. Freisetzung bei der Abfallentsorgung inklusive Kompostierung, die Zerkleinerung von Bauschutt oder das Kunststoffrecycling
3. Abrieb von Bitumen in Asphalt
4. Pelletverluste
5. Verwehungen von Sport- und Spielplätzen, dabei sind die Kunstrasenplätze
6. Freisetzungen von Baustellen (117,1)
7. Abrieb der Schuhsohlen
8. Abrieb von Kunststoffverpackungen
9. Abrieb von Fahrbahnmarkierungen
10. Faserabrieb bei Textilwäsche, Haushaltswäsche und Waschsalon

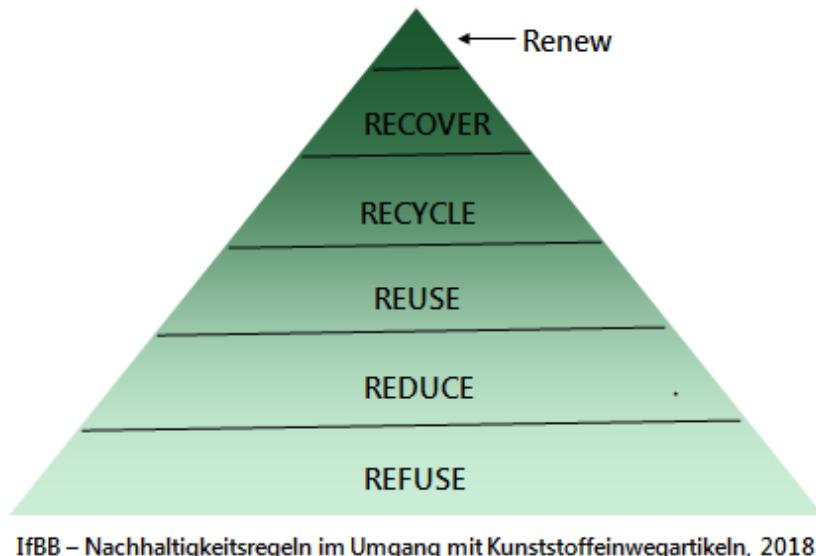
Quelle: Studie zu „Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik“, Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen, Juni 2018



## 5. MEINUNGEN VON VERBRAUCHERN UND UMWELTOrganISATIONEN

Wenn Biokunststoffe, ist es dann nicht am besten, wenn diese immer abbaubar sind?

- Wenn die Abbaubarkeit einen besonderen Nutzen mit sich bringt, dann ist sie durchaus sinnvoll (Mulchfolien, Pflanztöpfe)
- Ansonsten kein besonderer Nutzen für den Kompost, egal ob Heim- oder Industriekompost





### NABU:

Um sich legal als „biologisch abbaubar“ bezeichnen zu dürfen, reicht es, wenn der Kunststoff der EN 13432 entspricht. Die Standards dieser Norm entsprechen jedoch weder den Bedingungen in deutschen Kompost- oder Biogasanlagen noch den natürlichen Abbaubedingungen auf dem Gartenkompost, im Wald oder im Meer. Kunststoffprodukte oder -verpackungen, die nur nach EN 13432 als „biologisch abbaubar“ oder „kompostierbar“ gekennzeichnet sind, dürfen daher genau wie konventionelle Kunststoffe weder über den Biomüll noch in der Natur „entsorgt“ werden

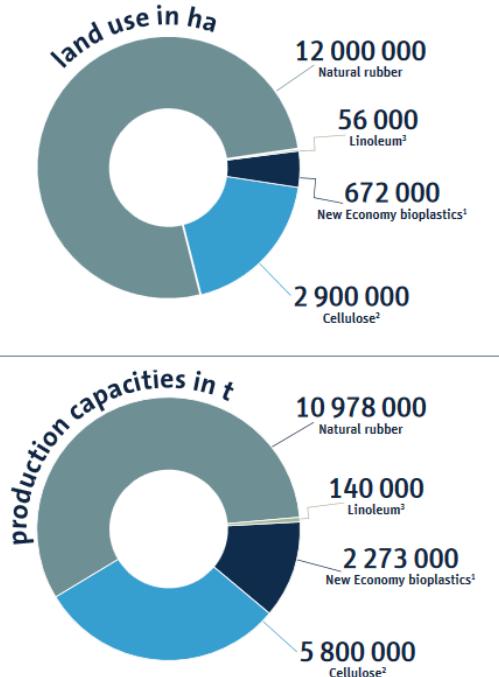
→ Wir sprechen also von Normierungsfehlern, nicht von Materialfehlern

→ Was sind die natürlichen Abbaubedingungen im Wald, Garten oder im Meer?

## Flächenverbrauch für BK, sollten Rohstoffe für den non-food Bereich auf unseren Feldern wachsen?

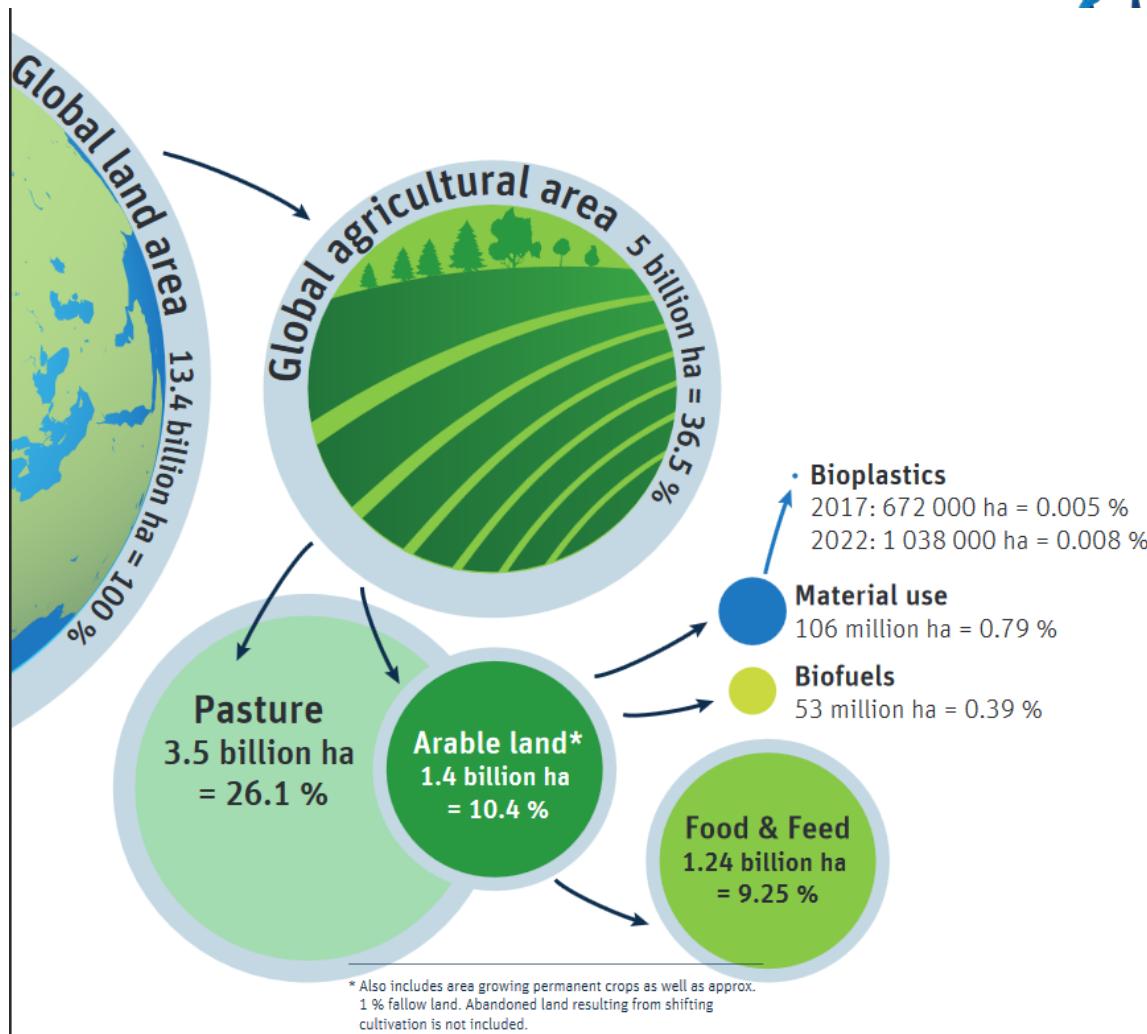
→ Von wieviel Fläche sprechen wir?

Produktionskapazitäten und  
Landflächennutzung von Bio-  
kunststoffen der alten und  
neuen Wirtschaft



<sup>1</sup> PLA, PHA, PTT, PBAT, Starch blends, Drop-Ins (Bio-PE, Bio-PET, Bio-PA) and other  
<sup>2</sup> Material use excl. paper industry  
<sup>3</sup> Calculations include linseed oil only

# Flächenverbrauch für BK



## Sind BK grundsätzlich nachhaltiger als konventionelle Kunststoffe?

Im Mittelpunkt des Leitbildes einer nachhaltigen Entwicklung steht die Erfüllung der Bedürfnisse der jetzigen Generation, ohne dabei die Möglichkeiten der zukünftigen Generationen einzuschränken. Dies gilt für die drei Säulen der Nachhaltigkeit, die Ökologie, die Ökonomie und für Soziales.

*Quelle: Weltkommission für Umwelt und Entwicklung (World Commission on Environment and Development (WCED)) der UN im Zukunftsbericht „Our Common Future“, 1987*

- > es ist immer der Einzelfall zu betrachten
- > Für Teilbereiche wie z. B. Treibhausgase, fällt die Bilanz für BK nachhaltiger aus  
bei der Eutrophierung hingegen sind sie weniger nachhaltig

DBU, Fritz Brickwedde:

... Danach sind biologisch abbaubare Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen insgesamt betrachtet nicht umweltfreundlicher als herkömmliche Plastikverpackungen und -tüten. Der Kohlendioxidausstoß und der Erdölverbrauch fallen laut Studie zwar geringer aus. Aber Anbau und Verarbeitung der Pflanzen für diese Kunststoffe **könnten** Böden und Gewässer stärker belasten. Problematisch seien demnach auch der Abbau und die Verwertung: „Laut UBA verrotten sie in industriellen Kompostieranlagen **nicht schnell genug**, im Hauskompost **überhaupt nicht**.“ Über den „Gelben Sack“ entsorgt, würden sie als störende Materialien aussortiert und landeten meist in der **Müllverbrennungsanlage**.

- **könnten, ganz genau und darum ist das IfBB der Meinung, immer den Einzelfall genau zu betrachten, denn Nachhaltigkeit ist mehr als Ökobilanz**
- **Materialstärke ist auf dem heimischen Kompost u. a. verantwortlich für Abbauzeit**
- **Kohlendioxid-neutrale Verbrennung, immerhin!**

## Werden Biokunststoffe recycelt?

- Drop Ins – völlig unproblematisch mit dem Stoffstrom der konventionellen PE, PET und PA
- PLA, mengenmäßig der am meisten verarbeitete abbaubare Kunststoff, gelangt über den Gelben Sack in die thermische oder energetische Nutzung

## Wie kann der Verbraucher den Müll richtig trennen?

- Klare Kennzeichnungen auf den Verpackungen sind grundsätzlich wichtig
- Auf die Vorgaben der örtlichen Entsorger achten
- Müllvermeidung vor –Trennung!

# Meinungen von Umweltverbänden



IfBB

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

WWF:

Nach Meinung des WWF liegt in einem **geschlossenen Recyclingkreislauf von Biokunststoffen** enormes Potential, um Kunststoffe aus **fossilen Quellen** zu **ersetzen** und damit den ökologischen Fußabdruck von Verpackungssystemen deutlich zu reduzieren.

- Daran forschen wir! Monomaterialien sind hier ausschlaggebend.
- Fossile Kunststoffe durch biobasierte zu ersetzen, ist am IfBB ein ganz wichtiges Ziel neben der Reduzierung der Plastikemissionen

### DUH

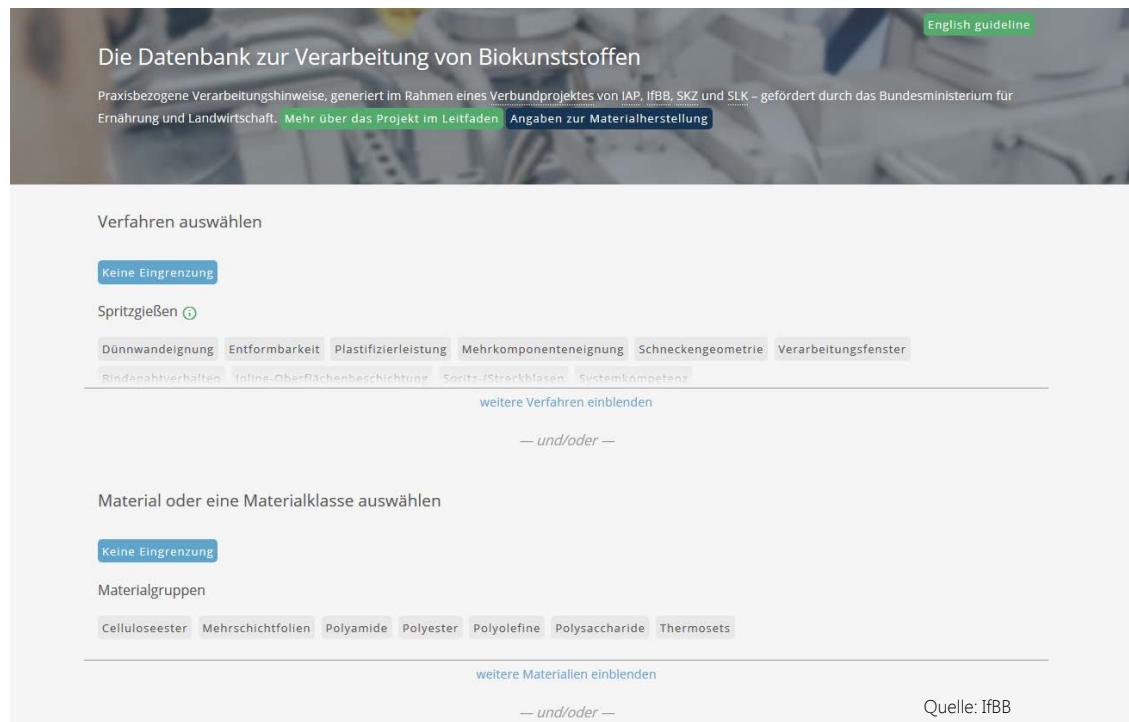
Bioplastik **löst keine Abfallprobleme**: Deutsche Umwelthilfe fordert **Vermeidung und Mehrwegsysteme** statt Greenwashing durch Biokunststoffe

- Das Abfallproblem können nur wir lösen, vielleicht in manchen Bereichen durch den Einsatz von BK. (Mulchfolien, Spargelfolien, im Fischereibereich etc.)
- Forschung an BK ist dringend notwendig
- Müllvermeidung und Mehrwegsysteme sind der wichtigste Part, um das Müllproblem „Makroplastik in der Umwelt“ in den Griff zu bekommen
- Gleichsetzung von BK und Einweg ist falsch: BK können und sollen im Mehrwegsystem eingesetzt werden

## Gibt es Übersichten, die bei der Entscheidung für den richtigen Werkstoff helfen?

→ Das IfBB hat im Rahmen eines vom BMEL geförderten Projektes hierzu eine Datenbank erarbeitet: [www.biokunststoffe-verarbeiten.de](http://www.biokunststoffe-verarbeiten.de)

- Diese richtet sich in erster Linie an Verarbeiter und Produktdesigner
- Sie bietet Hilfestellung bei der Materialauswahl und bei den zu beachtenden verarbeitungsrelevanten Details



Die Datenbank zur Verarbeitung von Biokunststoffen

Praxisbezogene Verarbeitungshinweise, generiert im Rahmen eines Verbundprojektes von IAP, IfBB, SKZ und SLK – gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. [Mehr über das Projekt im Leitfaden](#) [Angaben zur Materialherstellung](#)

Verfahren auswählen

Keine Eingrenzung

Spritzeßen

Dünnwandigkeit Entformbarkeit Plastifizierleistung Mehrkomponenteneignung Schneckengeometrie Verarbeitungsfenster Bindenaherhalten Inline-Oberflächenbeschichtung Spritz-/Streckblasen Systemkompetenz

weitere Verfahren einblenden

— und/oder —

Material oder eine Materialklasse auswählen

Keine Eingrenzung

Materialgruppen

Celluloseester Mehrschichtfolien Polyamide Polyester Polyolefine Polysaccharide Thermosets

weitere Materialien einblenden

— und/oder —

Quelle: IfBB



## 6. BIOKUNSTSTOFFMARKT/ RAHMENBEDINGUNGEN

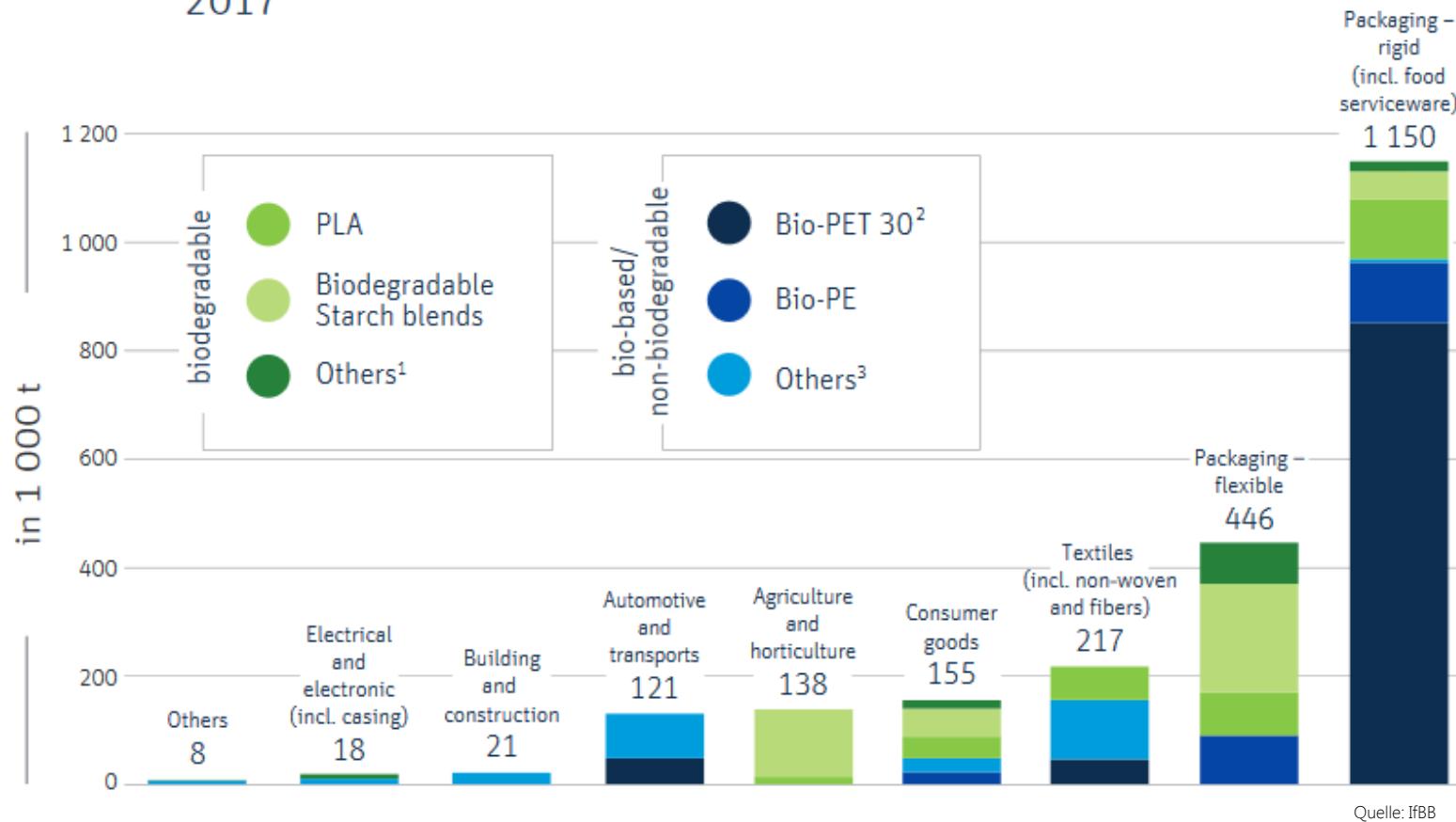
# Produktionskapazitäten der neuen BK-Generation nach Marktsegmenten

2017



IfBB

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe



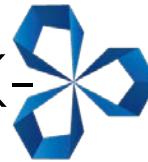
<sup>1</sup> Contains regenerated cellulose and biodegradable cellulose ester

<sup>2</sup> Bio-based content amounts to 30%

<sup>3</sup> Contains durable starch blends, Bio-PC, Bio-TPE, Bio-PUR (except thermosets), Bio-PA, PTT

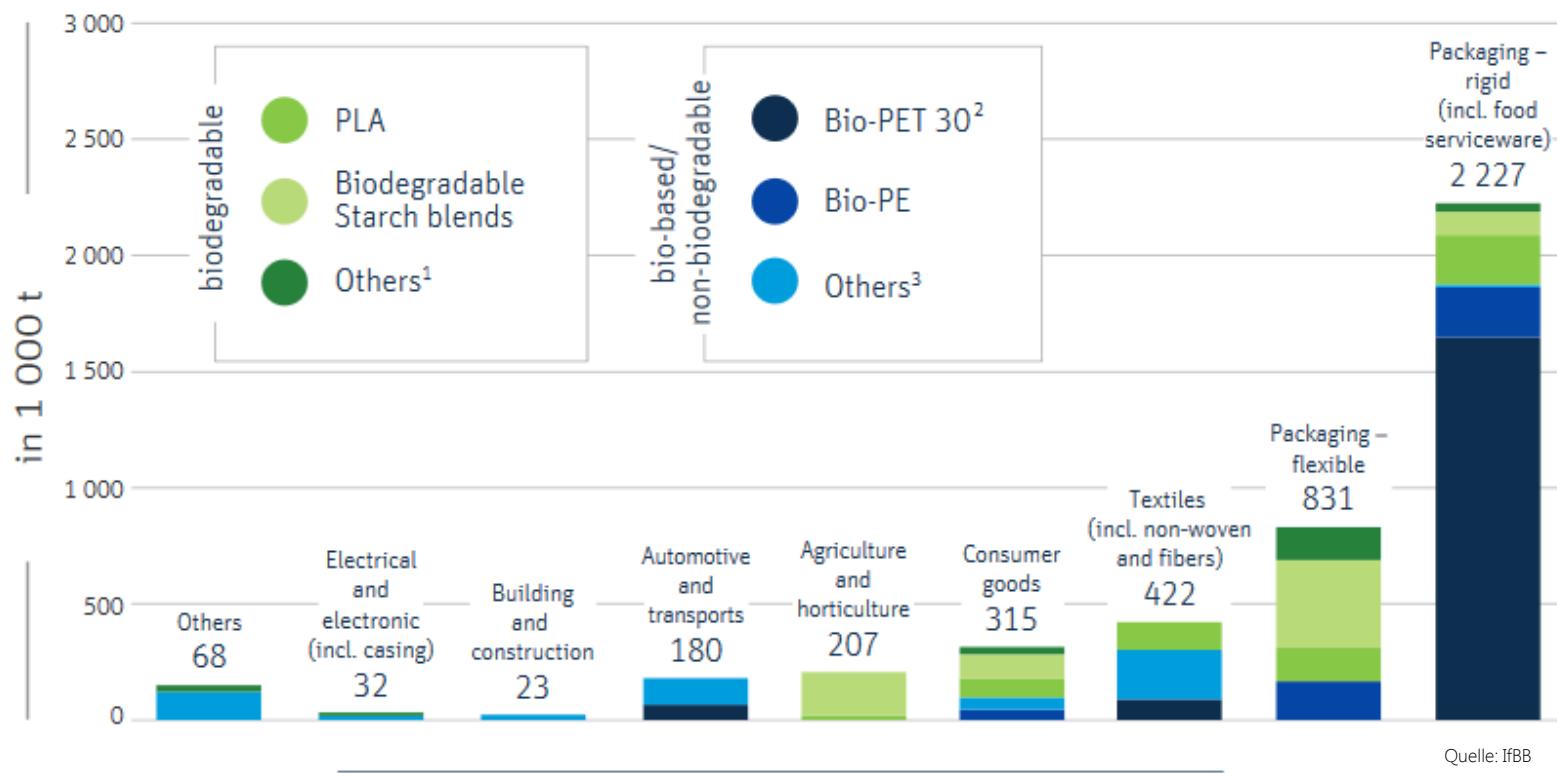
# Produktionskapazitäten der neuen BK-Generation nach Marktsegmenten

2022



IfBB

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe



<sup>1</sup> Contains regenerated cellulose and biodegradable cellulose ester

<sup>2</sup> Bio-based content amounts to 30%

<sup>3</sup> Contains durable starch blends, Bio-PC, Bio-TPE, Bio-PUR (except thermosets), Bio-PA, PTT

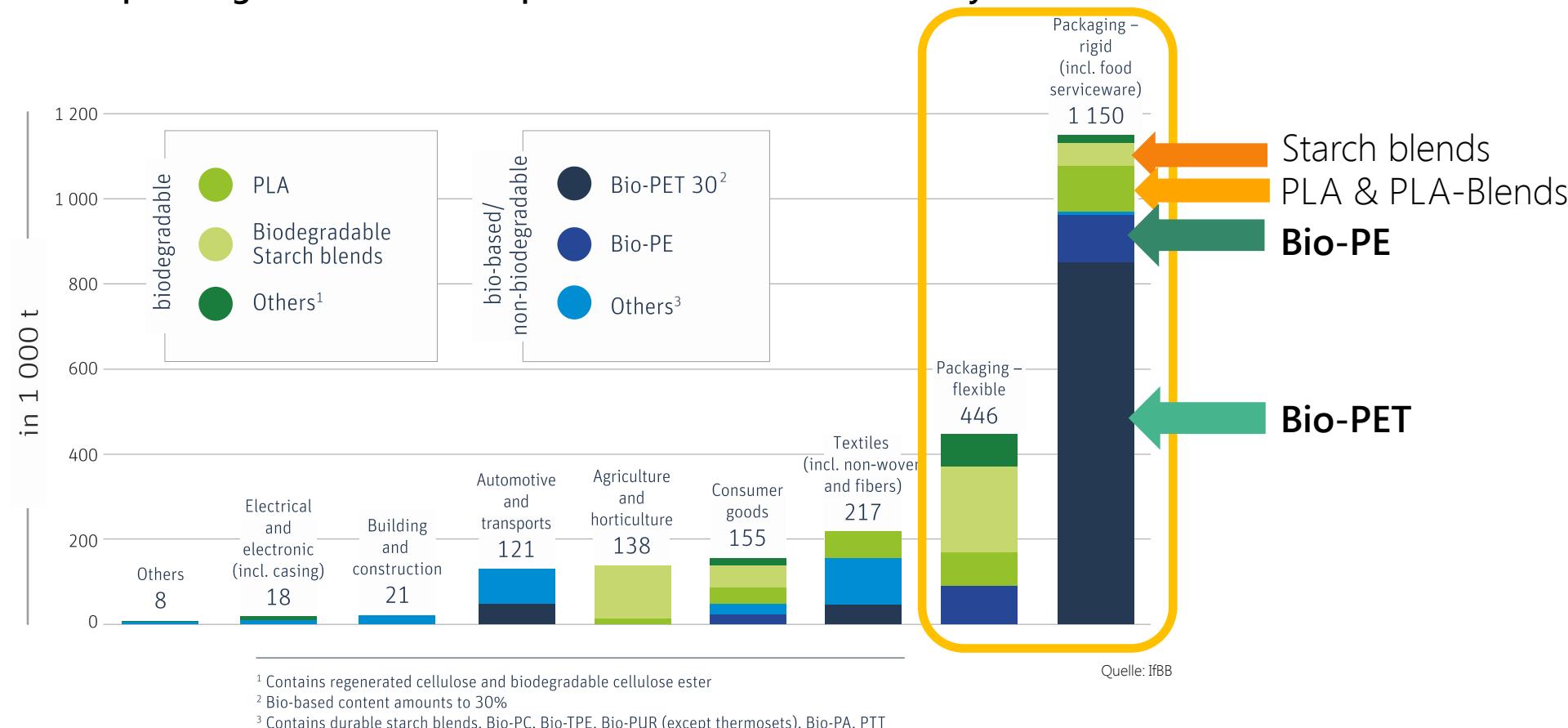
# Biokunststoffe als Verpackungswerkstoff



IfBB

Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe

## Verpackungsindustrie als Hauptabnehmer für New Economy-Biokunststoffe 2017



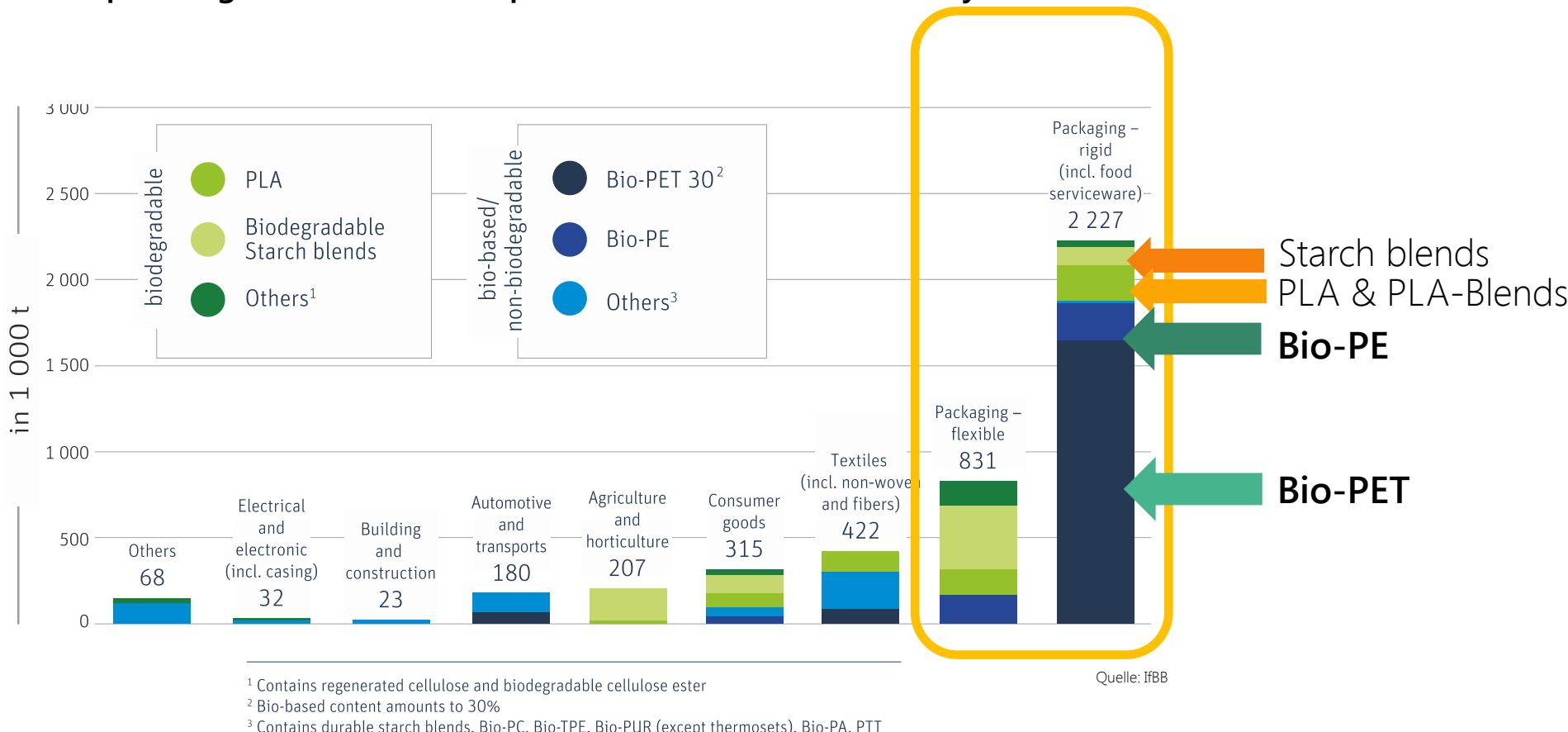
# Biokunststoffe als Verpackungswerkstoff



IfBB

Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe

## Verpackungsindustrie als Hauptabnehmer für New Economy-Biokunststoffe 2022



# Verpackungsgesetz, Ablösung für die Verpackungsverordnung



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe

- Verpackungsverordnung: Einführung von Gebühren (DSD) für Verpackungsmüll, nicht, wenn er aus BK ist
- Novellierung der Verordnung: DSD-Gebühren für alle
- Verpackungsgesetz: Verpacker müssen Verpackungsmenge bei der Stiftung Zentrale Stelle Verpackungsregister melden. Die Gebühr richtet sich nach Menge und Material, Ziel ist es, die Rücklaufquote zu erhöhen

# EU-Strategie für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft

## Kernziele:



## Maßnahmen:

- Anforderungen an Produktdesign (Eco-Design)
  - Verbesserung Mülltrennung/-sammlung beim Verbraucher
  - Verbesserung der Mülltrennung in Sortieranlagen
  - Recyclingmarkt stärken
- 
- Reduzieren von Einweg-Produkten
  - Reduzieren von Deponierung
- 
- Verbraucheraufklärung
  - Neue Abfallsammelsysteme (z. B. für Schiffe in den Häfen)
- 
- Vermehrt Lebenszyklusanalysen basierte Bewertung „nachhaltiger“ Alternativen /Optionen



## 7. RESÜMEE/AUSBLICK TEIL 2

# Resümee

1. Biokunststoffe sind Kunststoffe, wie andere auch, mit z. T. besonderen, neuartigen Eigenschaften auf teilweise alternativer Rohstoffbasis
2. Forschung in diesem Bereich ist sinnvoll und notwendig
3. Viele gute Produktbeispiele existieren bereits: <https://datenbank.fnr.de/> und neue werden erforscht
4. Nachhaltigkeitsprüfungen parallel durchführen – jedes Produkt ist einzeln zu betrachten
5. Es geht nicht um die vollständige Substitution konventioneller Kunststoffe
6. Biokunststoffe verdrängen keine Nahrungsmittel
7. Biokunststoffe sind aktueller denn je

# Ausblick Teil 2

- Positive Marktentwicklung vorantreiben
- Forschungsstand zum Thema „Marine Litter“
- Nachhaltigkeitsbewertungen von BK und ggf. im Vergleich zu konventionellen K
- Forschungsstand zum Recycling
- Erfahrungen mit dem Einsatz von Reststoffen