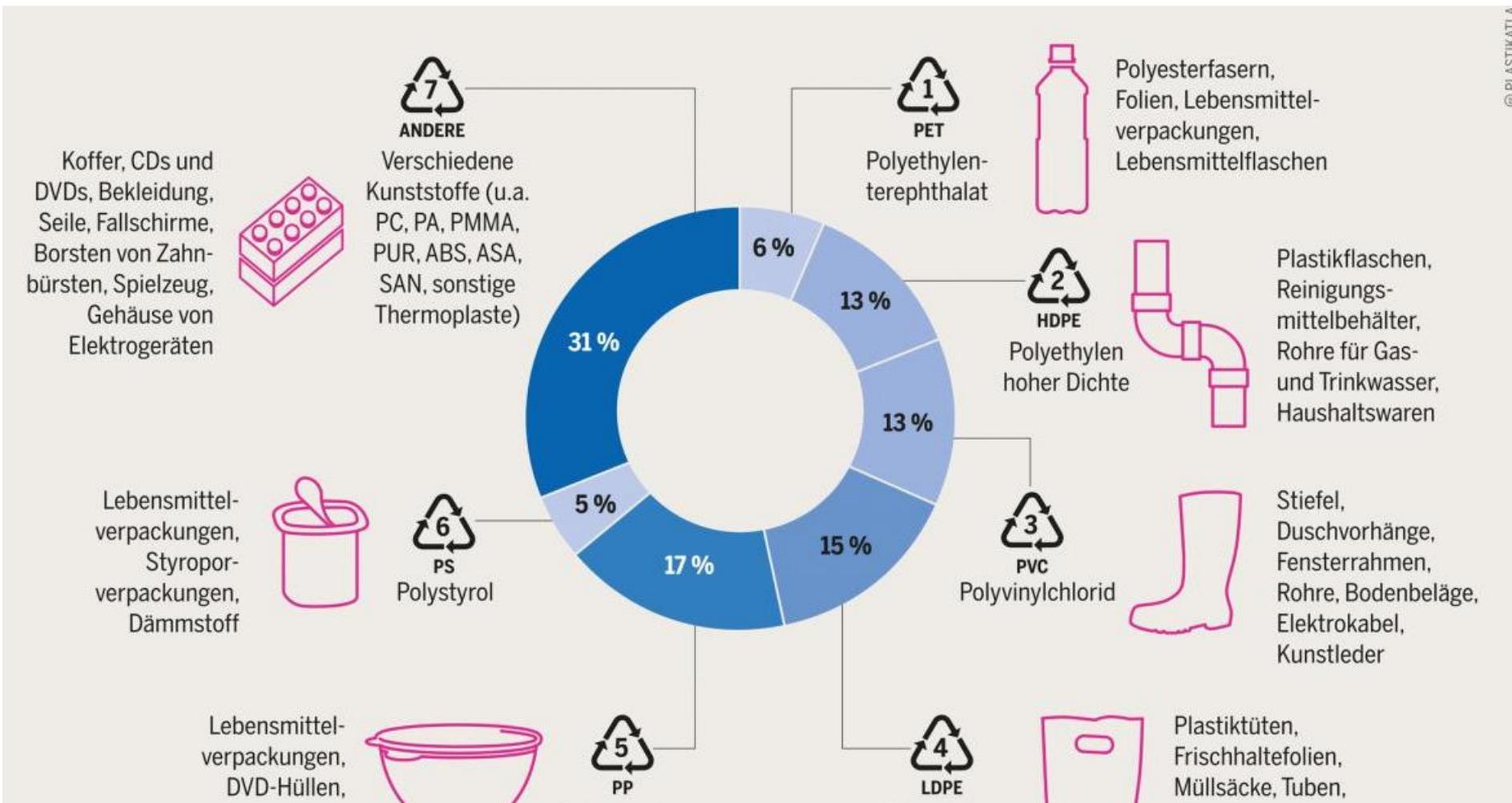


# Workshop im Rahmen des Projektes Zukunftsdiskurs

"Lasst uns über Recycling sprechen!„

## BIOKUNSTSTOFFE: HERSTELLUNG UND BIOABBAUBARKEIT

# Wie Kunststoff die Welt eroberte!



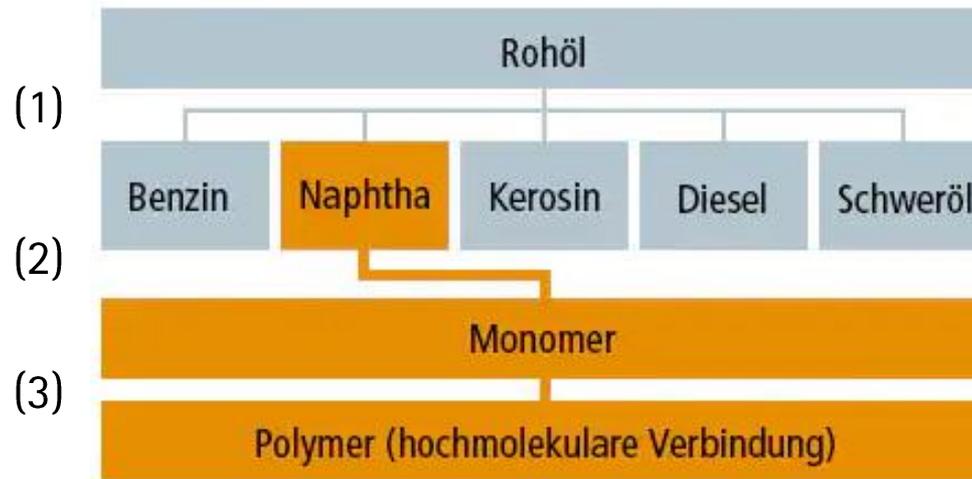
Quelle: <https://www.boell.de/>

# Kunststoffe werden aus Erdöl hergestellt



Quelle: [www.keyence.de/ss/products/3d-printer/agilista/3dcad/plastic\\_basic/](http://www.keyence.de/ss/products/3d-printer/agilista/3dcad/plastic_basic/)

# Kunststoffe werden aus Erdöl hergestellt: Wie?

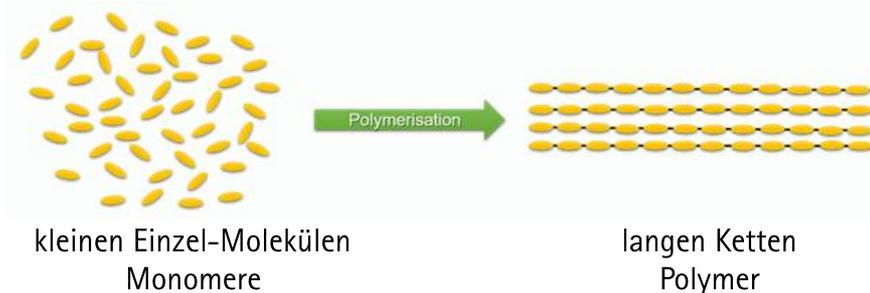


Quelle: [www.keyence.de/](http://www.keyence.de/)

(1) Das Rohöl wird in Raffinerien durch fraktionierte Destillation in verschiedene Bestandteile zerlegt

(2) **Naphtha** dient als Rohmaterial für die Kunststoffherstellung. Durch die weitere **Erhitzung** von Naphtha entstehen **Monomere**, wie etwa Ethylen, Propylen oder Benzol

(3) Diese Monomere bilden im weiteren Verlauf hochmolekulare Verbindungen, sogenannte **Polymere**, die in pelletierter Form zu Produkten verarbeitet werden

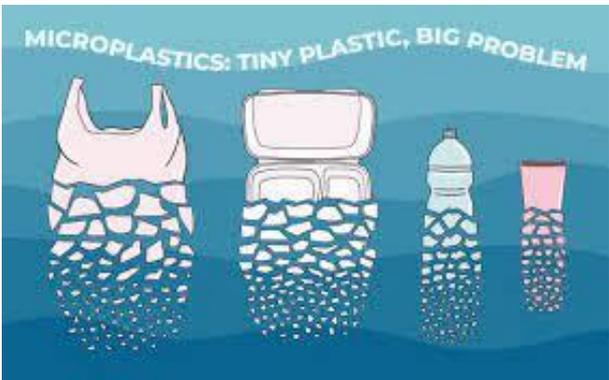


# Kunststoffe Problematik

Quelle: <https://4waste.com.au>



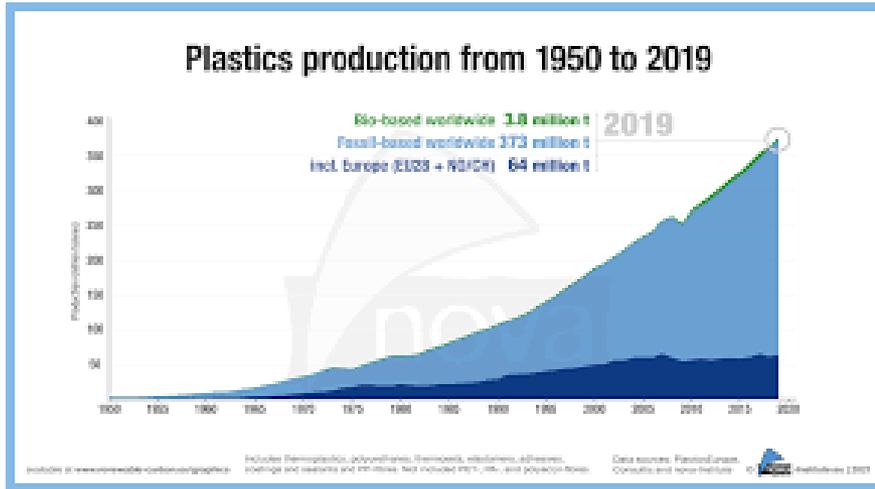
Quelle: [www.istockphoto.com/de/grafiken/mikroplastik](http://www.istockphoto.com/de/grafiken/mikroplastik)



- Weltweit werden jährlich 150 Millionen Tonnen Kunststoff produziert
- Nur ein kleiner Teil wird recycelt
- Kunststoffe sind biologisch nicht abbaubar und bleiben in der Natur mehrere Jahre lang erhalten
- Die Alterung von Kunststoffen (=Fragmentierung) führt zur Bildung von sekundären Mikroplastik in der Umwelt

# Kunststoffmarkt

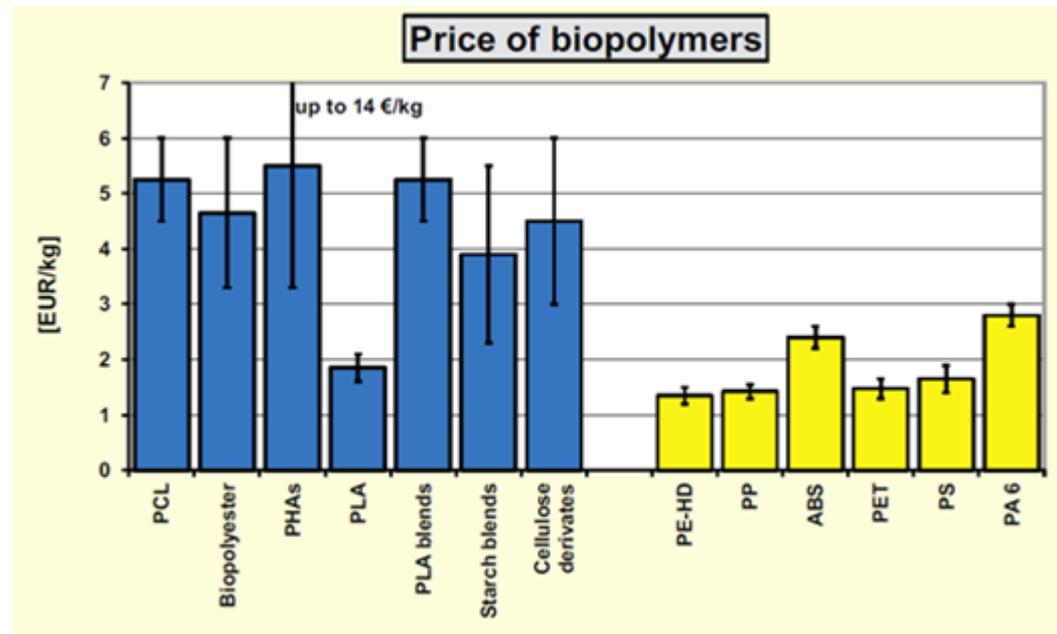
Quelle: <https://renewable-carbon.eu/>



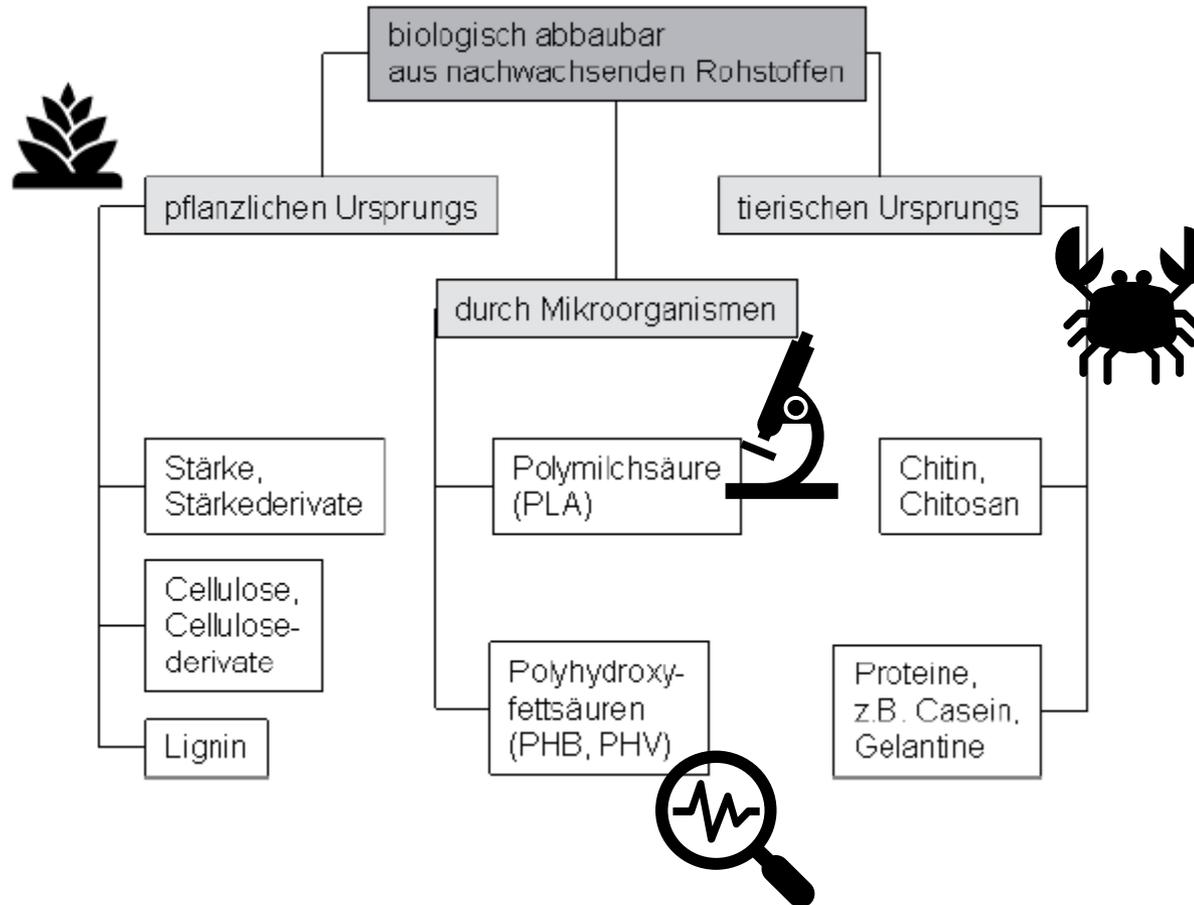
Warum?



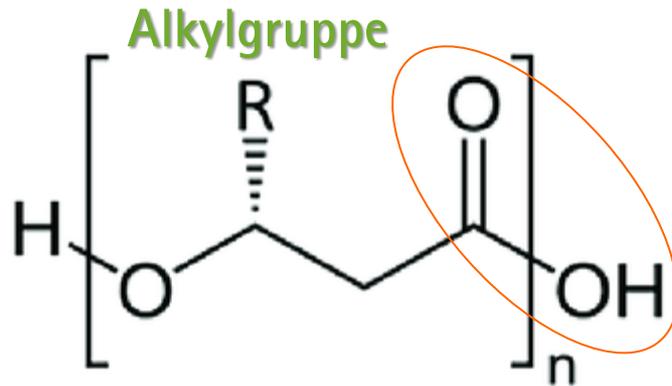
Kleiner Markt Oder Riesige Chance?



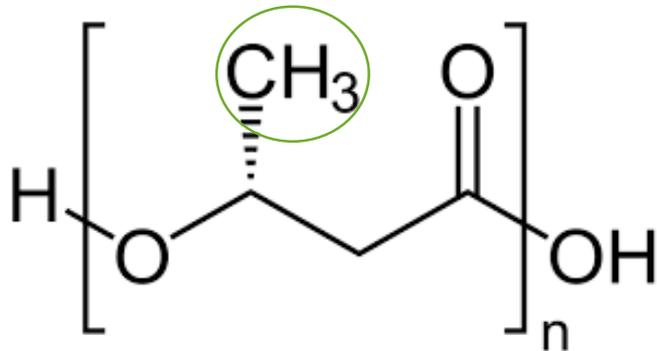
# Biologisch abbaubare Kunststoffe



# Polyhydroxyalkanoate/Polyhydroxyfettsäuren (PHA)

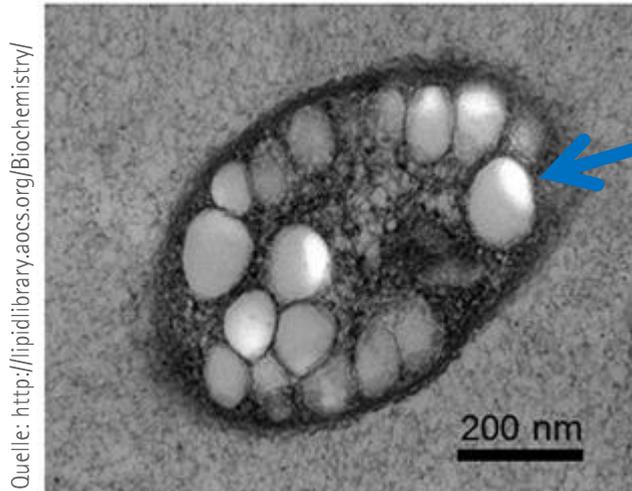


Estergruppe



Polyhydroxybuttersäure (PHB)

# Synthese von Biopolymeren: Wie?



Elektronenmikroskopische Aufnahme einer Bakterienzelle

Biopolymerkörnchen  
im Inneren einer  
Bakterienzelle

Chemisch/physikalische  
Extraktion

Biopolymer

# Unser Projekt

---

## HERSTELLUNG VON BIOPOLYMEREN AUS INDUSTRIEABWÄSSERN MIT MIKROBIELLEN MISCHKULTUREN



Pravesh Tamang

Aniruddha Bhalerao

1. Abwasser als billiges Rohmaterial nutzen  
Ressourcenrückgewinnung
2. Einsatz von Mischkulturen statt reiner/genetisch  
manipulierter Mikroorganismen
3. Integration von Abwasserreinigung und  
Biopolymerproduktion

# Versuchsaufbau



Pumpen

Abwasser

Biorektor

Mikrobielle  
Mischkultur

Belüftung

Luft (Sauerstoff)

Thermostat

Kontrolle der  
Temperaturen

Steuerungssystem

Betrieb der Pumpen

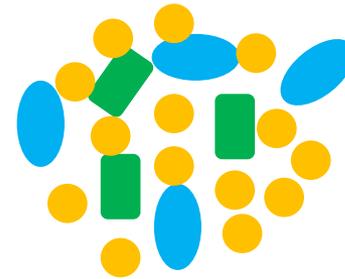
# Schritt 1: Mikrobielle Mischkultur Anreicherung

Belebtschlamm

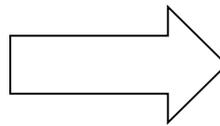


PHA-akkumulierende  
Bakterien in geringer Zahl

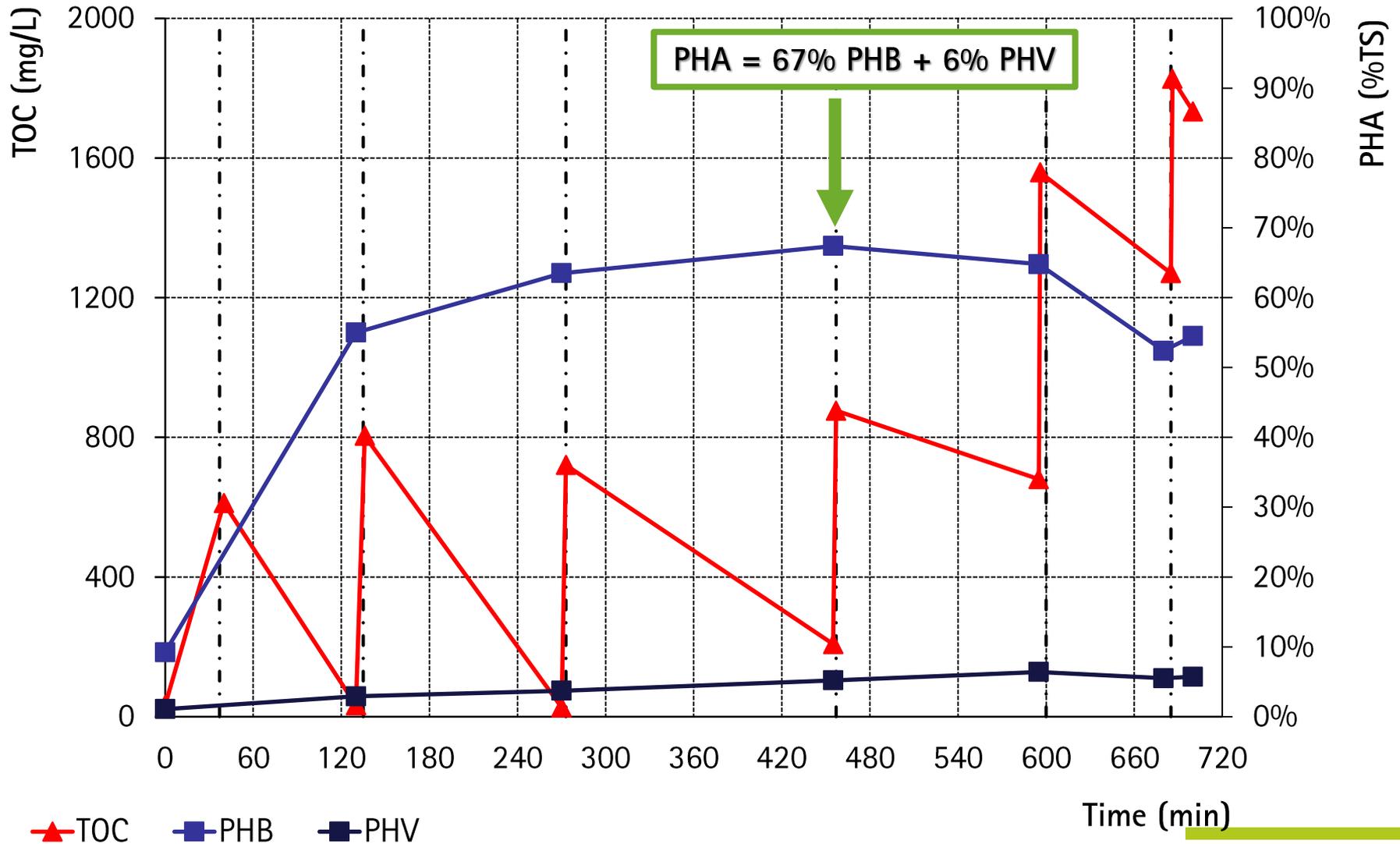
Mikrobielle Mischkultur



PHA-akkumulierende  
Bakterien in großer Zahl



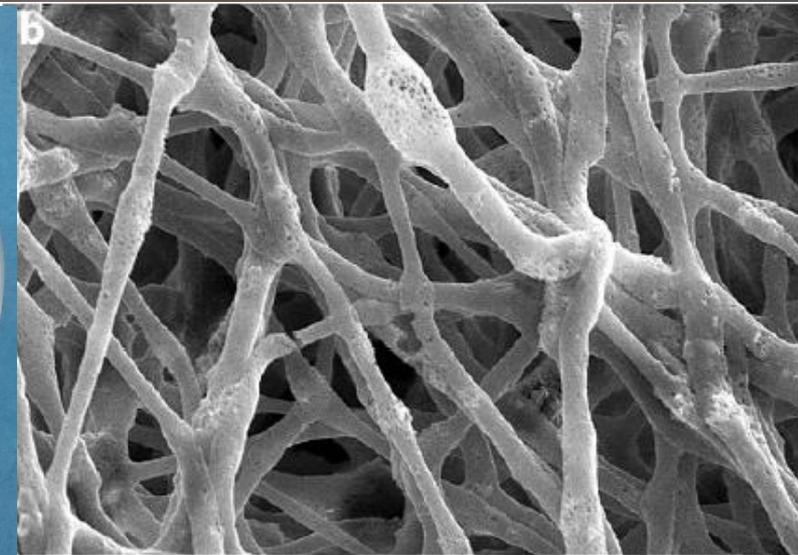
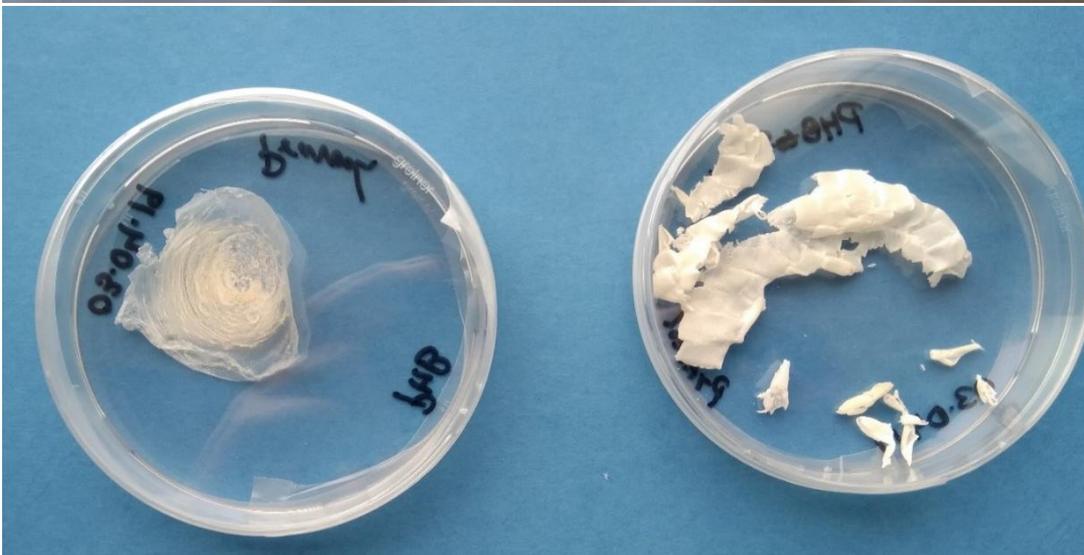
# Schritte 2: PHA Herstellung



# Schritte 3: PHA Extraktion

PHA-Granulat

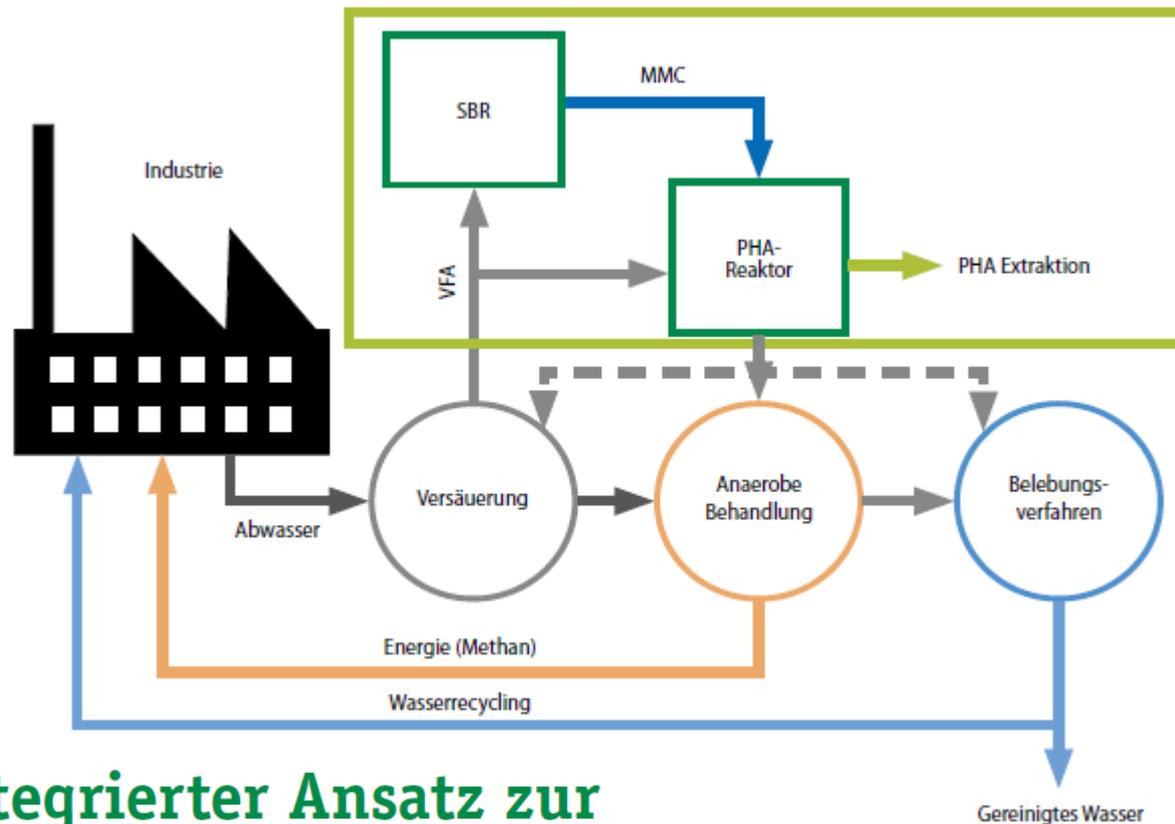
PHA aus verschiedenen Abwässern!



PHA-Film

REM-Aufnahme von PHA-Fasern

# Integrierter Ansatz zur Biopolymerproduktion aus Abwasser



## Ein integrierter Ansatz zur Biopolymerproduktion aus Abwasser

Der Einsatz biologisch abbaubarer biobasierter Kunststoffe kann durch die Nutzung von Produktionsabwässern aus der Lebensmittel- und Getränkeindustrie unterstützt werden. Über Untersuchungen zur integrierten Herstellung von biologisch abbaubaren biobasierten Kunststoffen aus verschiedenen Industrieabwässern bestehender Kläranlagen mittels bakteriellen Mischkulturen wird berichtet. Ihre potenzielle Anwendung als Ersatz für petrochemische Kunststoffe wird diskutiert.

Pravesh Tamang, Aniruddha Bhalerao, Carmen Arndt, Karl-Heinz Rosenwinkel und Regina Nogueira

Prof. Dr.-Ing. R. Nogueira | ISAH



# Schritte des biologischen Abbaus

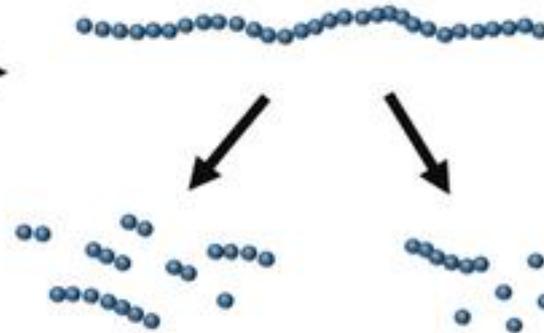
## 1. Biodeterioration

Bildung von Biofilm



## 2. Depolymerisation

durch extrazelluläre Enzyme



zufällige Ketten-  
spaltung

Kettenspaltung  
vom Ende her

**Biomasse**

**CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>**

## 4. Mineralisierung

Bildung einfacher  
Moleküle

## 3. Bioassimilation

Aufnahme durch mikrobielle Zelle



# MABIKU Projekt

## BIOBASIERTE UND BIOABBAUBARE KUNSTSTOFFE LÖSUNGSOPTION DER MARINE LITTER PROBLEMATIK?



Aniruddha Bhalerao

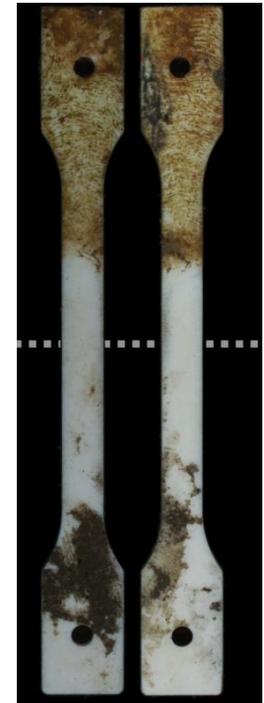
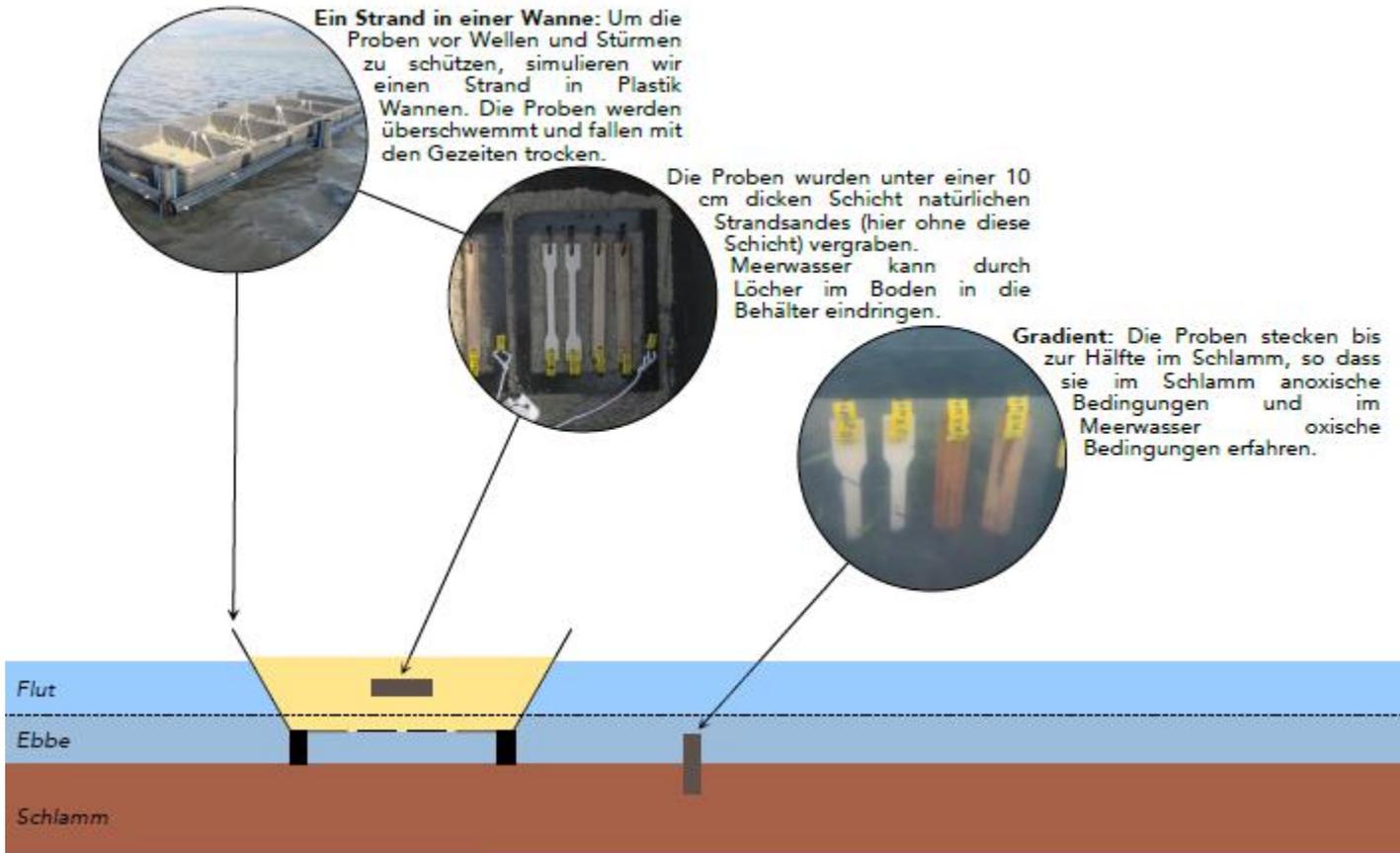


### Mittelmeer



## IN SITU TESTS | | UNTERSUCHUNG DER ABBAUBARKEIT

### HABITAT



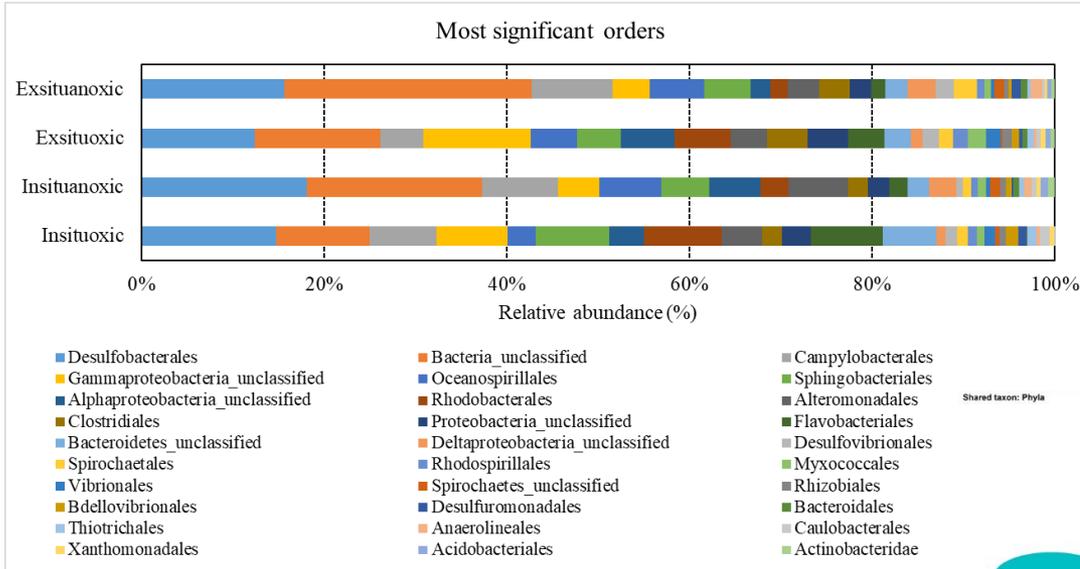
Messung der Dicke

# MABIKU Projekt

## UNTERSUCHUNG DER MIKROBIELLE DIVERSITÄT

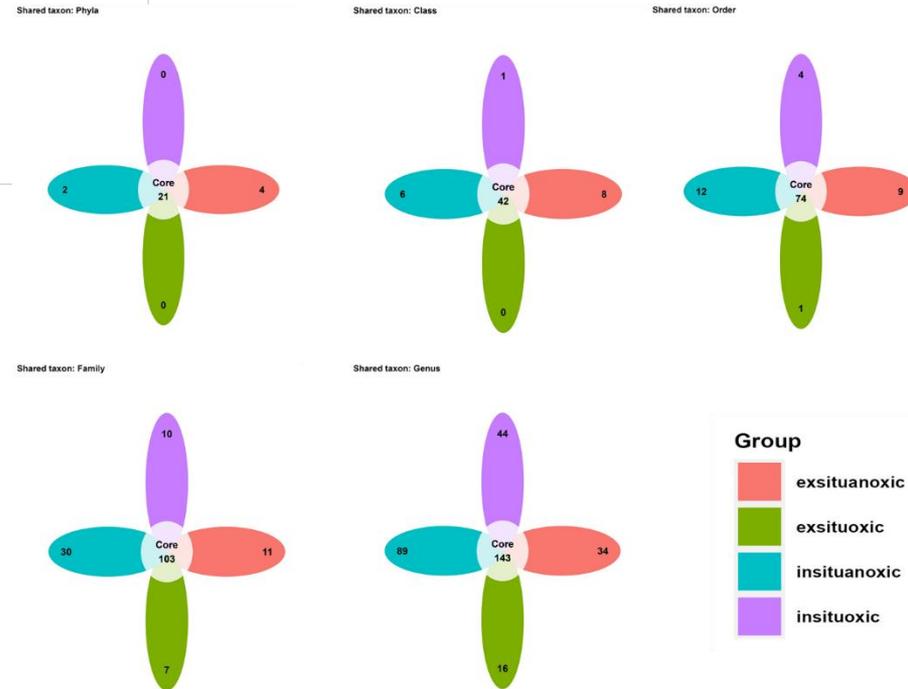


Aniruddha Bhalerao



Relative Häufigkeit und Verteilung der wichtigsten Ordnungen in Ex-situ- und In-situ-Lebensräumen

Blumendiagramme, die die gemeinsamen und einzigartigen Taxa der einzelnen Lebensräume verdeutlichen.



# Botschaft zum Mitnehmen

---

Reststoffe (Abfälle/Abwässer) sind das neue Gold für Industrieländer, die über wenig natürliche Ressourcen verfügen, aber reich an IDEEN sind.

*Regina Nogueira*