

Transformation der Werkstoffproduktion

nur eine Materialfrage?

Ines Fritz

Institut für Umweltbiotechnologie

Doppelte Herausforderung, doppelte Motivation

- **Materialien für die Zukunft**
 - Warum gibt es persistentes Plastik?
 - Sind kurzlebige Produkte aus langlebigem Material zukunftsfähig?
 - Welches Problem lösen biobasierte, welches Problem lösen biologisch abbaubare Materialien?
- **Die Ressourcen für die Zukunft**
 - Sind ca. 5 km³ Mineralölverbrauch pro Jahr zukunftsfähig? Davon sind 95% energetisch (inkl. Verkehr) und 5% für Materialien genutzt
 - Wie kombiniert eine endliche Ressource mit exponentiellem Wachstum?
 - Welche Ressourcen stehen künftig zur Verfügung?
- **Und warum tun wir nicht das, was notwendig ist?**

Die Materialfrage (mit Fokus auf Kunststoffe)

Die Materialfrage (1)

- Daten zu nicht abbaubarem Kunststoff in der Umwelt
 - kennen wir für die Meere aus den Medien
 - sind besonders rar, wenn es um Boden geht
- gesicherte Effekte sind
 - physikalische/mechanische Störung
 - Schadstofftransportvektor
 - akkumulierende Mengen
- nur Schätzungen & Extrapolationen für
 - Gesamtmenge
 - Verteilung
 - Auswirkungen auf Organismen



Joghurtbecher aus 1976, gefunden 2016
<https://montreal.ctvnews.ca/yogourt-cup-from-1976-olympics-in-montreal-washes-up-on-french-beach-1.3179706>

Die Materialfrage (2)

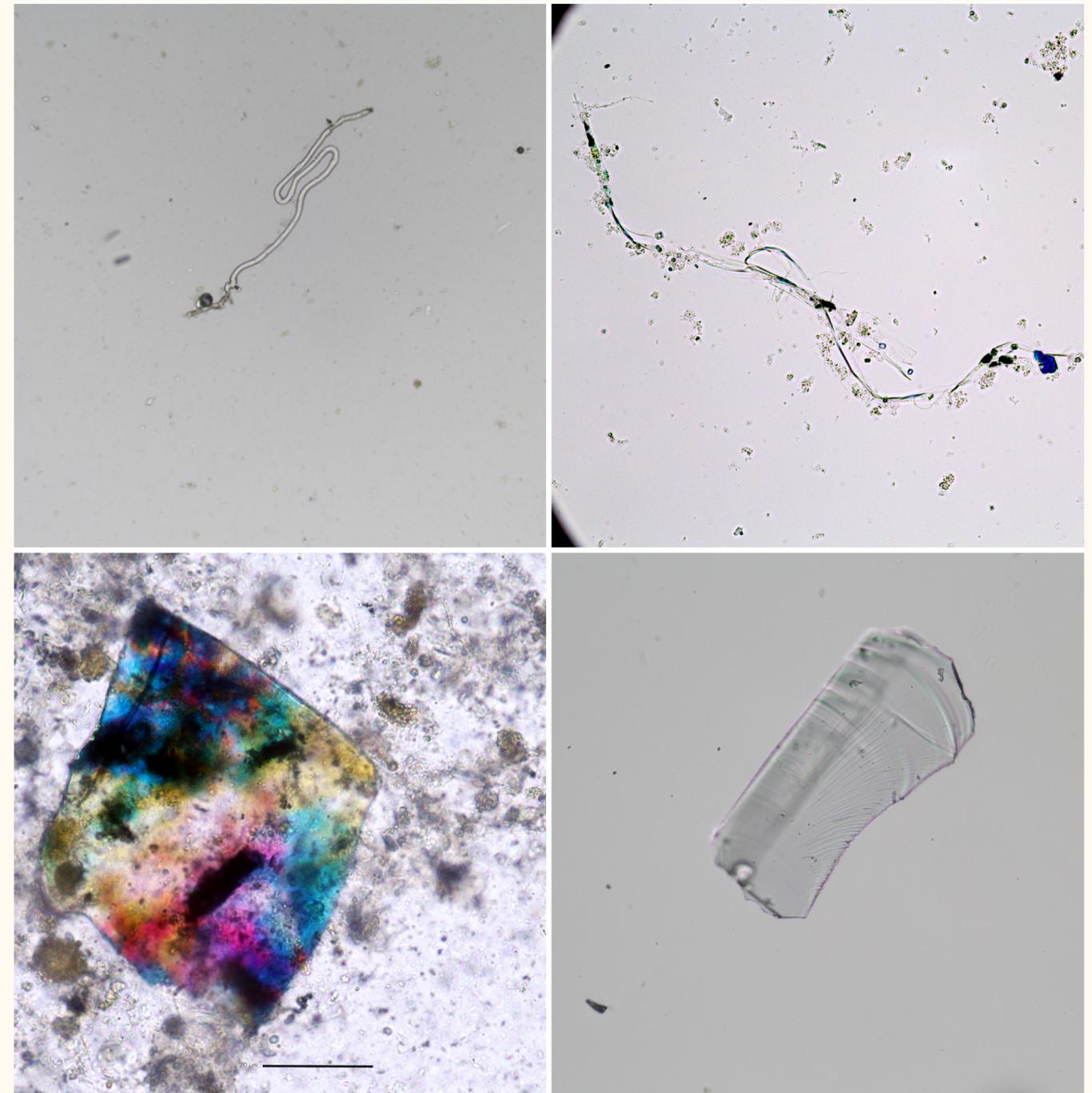
- Plastik im Boden ist ein Fremdstoff
 - unabhängig von der Gefährlichkeit
 - unabhängig von den Rohstoffen
- vermutlich mehr im Boden als im Wasser
 - weiterer Plastikeintrag ist zu vermeiden
- Maßnahmen und Grenzwerte sind nicht (einheitlich) geregelt
 - keine Europäische und keine nationale Verordnung



Plastik **auf dem** Boden
das mit der Zeit zu Mikroplastik **im** Boden wird.
Foto: I. Fritz 2016

Die Materialfrage (3)

- Plastik im Boden ist Organik
 - inerte Kunststoffe aus direkten Anwendungen oder aus Kompost, Klärschlamm, Gärrest
- ohne Habitatfunktion
 - keine Wasserhaltekapazität, keine Aggregatstabilisierung, kein Nährstoffspeicher, keine C- und keine Energiequelle
- unabhängig von der Herkunft der Rohstoffe



Beispiele toter, nicht funktioneller Organik (Plastik) im Boden
 Bilder: I. Fritz & M. Kubiczek, 2019/2020

Prequel zur Materialfrage

- Das Originalproblem: **biogene Materialien verderben**
 - Die erste Lösung: **Erfindung resilienter Polymere (Plastik)**
 - Das Folgeproblem: **resiliente Produkte stören das Geschäft**
 - Die Folgelösung: **geplante Obsoleszenz & Einweg**
 - Die Überraschung: **resilienter Abfall all-überall**
 - von den ca. 9-10 Mrd. t Plastik sind ca. 50% frei verteilt
 - Die Überraschungslösung: **biologisch abbaubares Plastik**
 - Der Kreis schließt sich
- 

Die Materialproblemfrage

■ Wir hätten kein Problem

- 1) würde das Plastik nicht in unseren Lebensraum gelangen!
- 2) wäre das in unseren Lebensraum gelangende Plastik in absehbar kurzer Zeit vollständig biologisch abbaubar!



■ Welche dieser Optionen können, welche wollen wir anstreben?

- Sollen wir davon ausgehen, dass alle Menschen verantwortungslos sind (sowohl produzierende als auch konsumierende)?
- Kann Aufklärung das Streben nach Gewinnmaximierung reduzieren?
- Ist ein Verhaltensproblem durch Technik/Technologie lösbar?

Die Ressourcenfrage (ganz generell)

Die Ressourcenfrage (1)

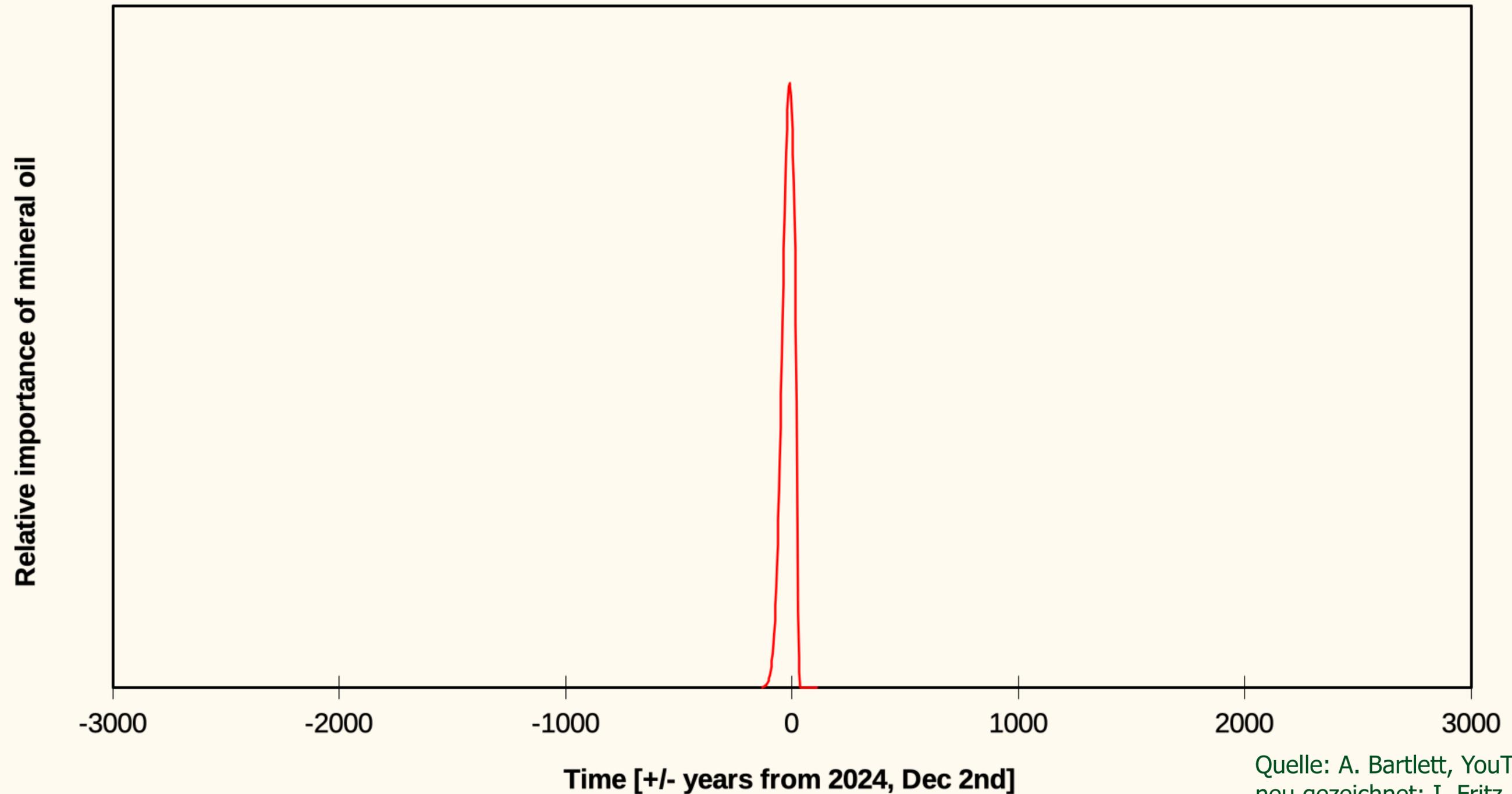
- Wie lange reicht eine endliche Ressource
 - bei 5% jährlichem Wachstum@Statistik Austria, wenn jetzt 50% aller Vorkommen verbraucht sind?
- Was bedeuten 5% Wachstum?
 - eine Verdopplung des Verbrauchs alle 14 Jahre
- Wo sind wir also in 14 Jahren?
- Was ist uns wichtiger?
 - in 14 Jahren die Ölreserven verbraucht zu haben?
 - in 14 Jahren die doppelte Menge CO₂ emittiert zu haben? Doppelt seit Beginn der Industrialisierung!
 - fühlen sich 24 Jahre bei 3% Wachstum besser an?

Verdopplungszeit bei gegebener Wachstumsrate

Jahre	2 Prozent	3 Prozent	5 Prozent	7 Prozent
0	1,00	1,00	1,00	1,00
1	1,02	1,03	1,05	1,07
2	1,04	1,06	1,10	1,14
3	1,06	1,09	1,16	1,23
4	1,08	1,13	1,22	1,31
5	1,10	1,16	1,28	1,40
6	1,13	1,19	1,34	1,50
7	1,15	1,23	1,41	1,61
8	1,17	1,27	1,48	1,72
9	1,20	1,30	1,55	1,84
10	1,22	1,34	1,63	1,97
11	1,24	1,38	1,71	2,10
12	1,27	1,43	1,80	
13	1,29	1,47	1,89	
14	1,32	1,51	1,98	
15	1,35	1,56	2,08	
16	1,37	1,60		
17	1,40	1,65		
18	1,43	1,70		
19	1,46	1,75		
20	1,49	1,81		
21	1,52	1,86		
22	1,55	1,92		
23	1,58	1,97		
24	1,61	2,03		
25	1,64			
26	1,67			
27	1,71			
28	1,74			
29	1,78			
30	1,81			
31	1,85			
32	1,88			
33	1,92			
34	1,96			
35	2,00			

Quelle: Tabellenkalkulation I. Fritz, 2023

Die Bedeutung einer Ressource



Quelle: A. Bartlett, YouTube, 2008
neu gezeichnet: I. Fritz, 2024

Die Ressourcenfrage (2)

- 1st generation biorefinery - **die Basis**
- Start mit 400 Mio. t Kunststoffen
 - Rechenbeispiel: als PLA aus Maisstärke
 - dafür benötigen wir nur 131% der globalen Anbaufläche
 - derzeit sind <1% aller Kunststoffe biobasiert
- Bei ca. 4,8 Mrd. t jährlichem Gesamtverbrauch
 - benötigen wir rund 3144%¹⁾ der globalen Maisanbaufläche (wegen der nur ca. 50% Energiegehalt von Kohlenhydraten gegenüber Kohlenwasserstoffen)
- Und die Ethik?



1) oder 6288% in 14 Jahren

Bild: Wikipedia, 2019

Die Ressourcenfrage (3)

- 2nd generation biorefinery - **die Hoffnung**
 - Verwertung von Produktionsreststoffen
 - Stroh, Sägespäne, Gras, Holz aus Schnellumtrieb, Bioabfall, div. Reste aus Lebensmittel- und Futtermittelproduktion, mikrobielle Biomasse, ...
- Viele Rohstofftypen brauchen viele Strategien
 - individuelle Zusammensetzung und variierende Mengen
 - bedarfsdeckend?
 - regionale Verarbeitung in Kleinanlagen
 - es gibt bereits viele gute, viel zu teure Lösungen
- Keine ethischen Konflikte



Source: biobasedeconomy.nl, 2020

Die Ressourcenfrage (4)

- 3rd (and higher) generation biorefinery - **die Zukunft**
- Phototrophe Biotechnologie
 - Vorteile: Produktivität, großes Volumen, Verwertung von Abfällen, keine Agrarflächen, Nebenprodukte, bindet CO₂, ...
 - Nachteile: Prozessstabilität, Kosten

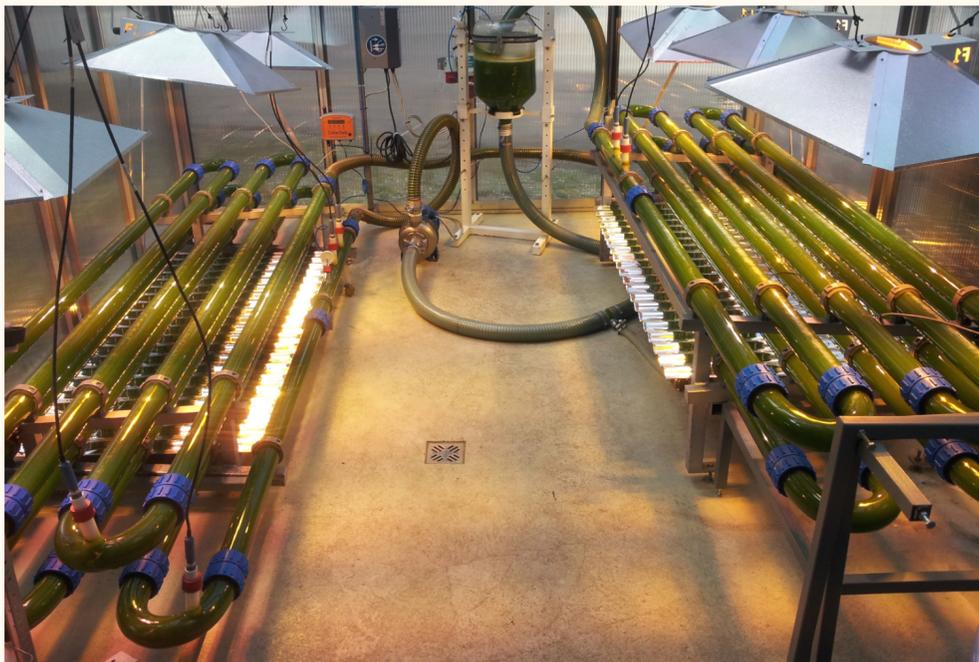
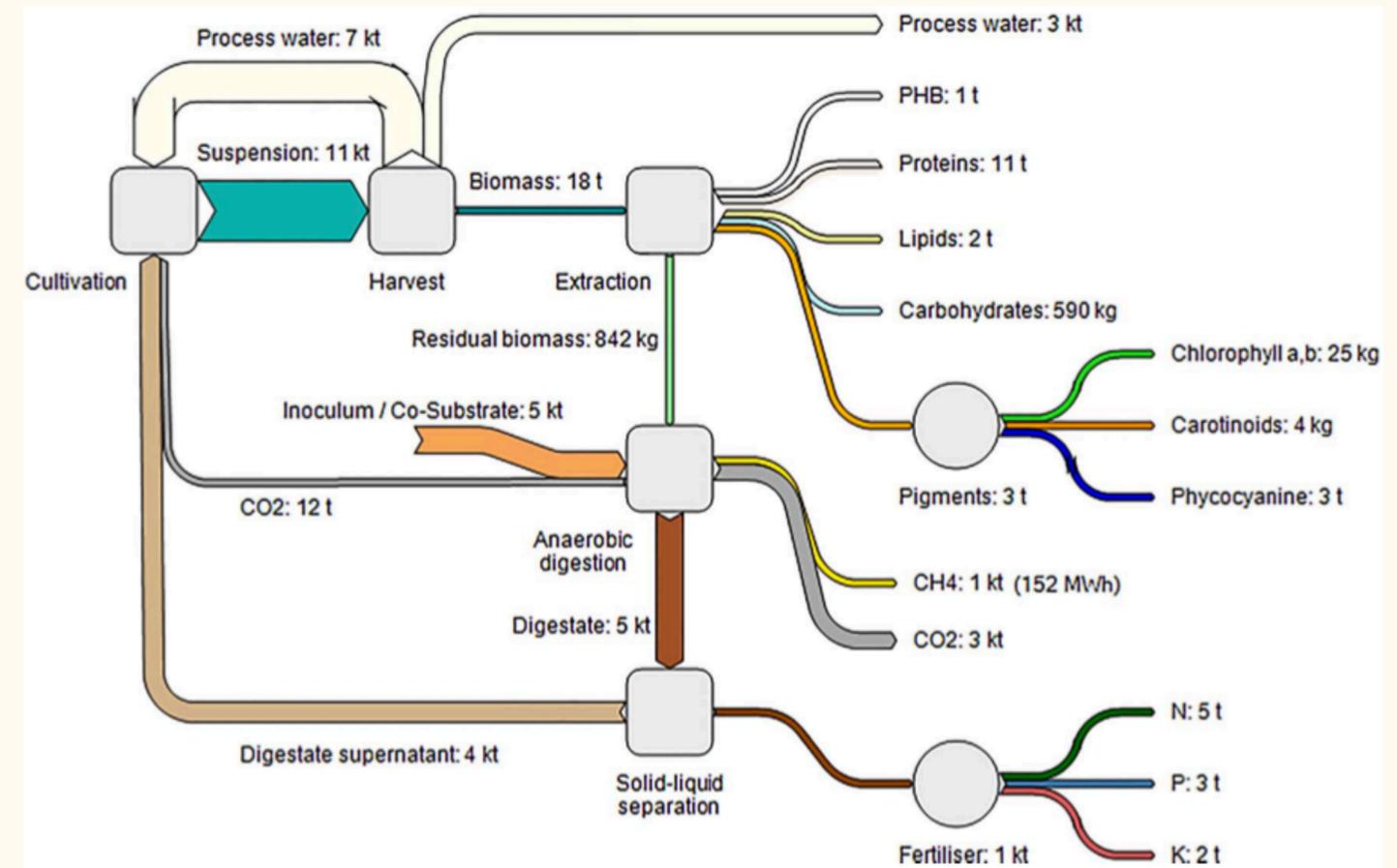
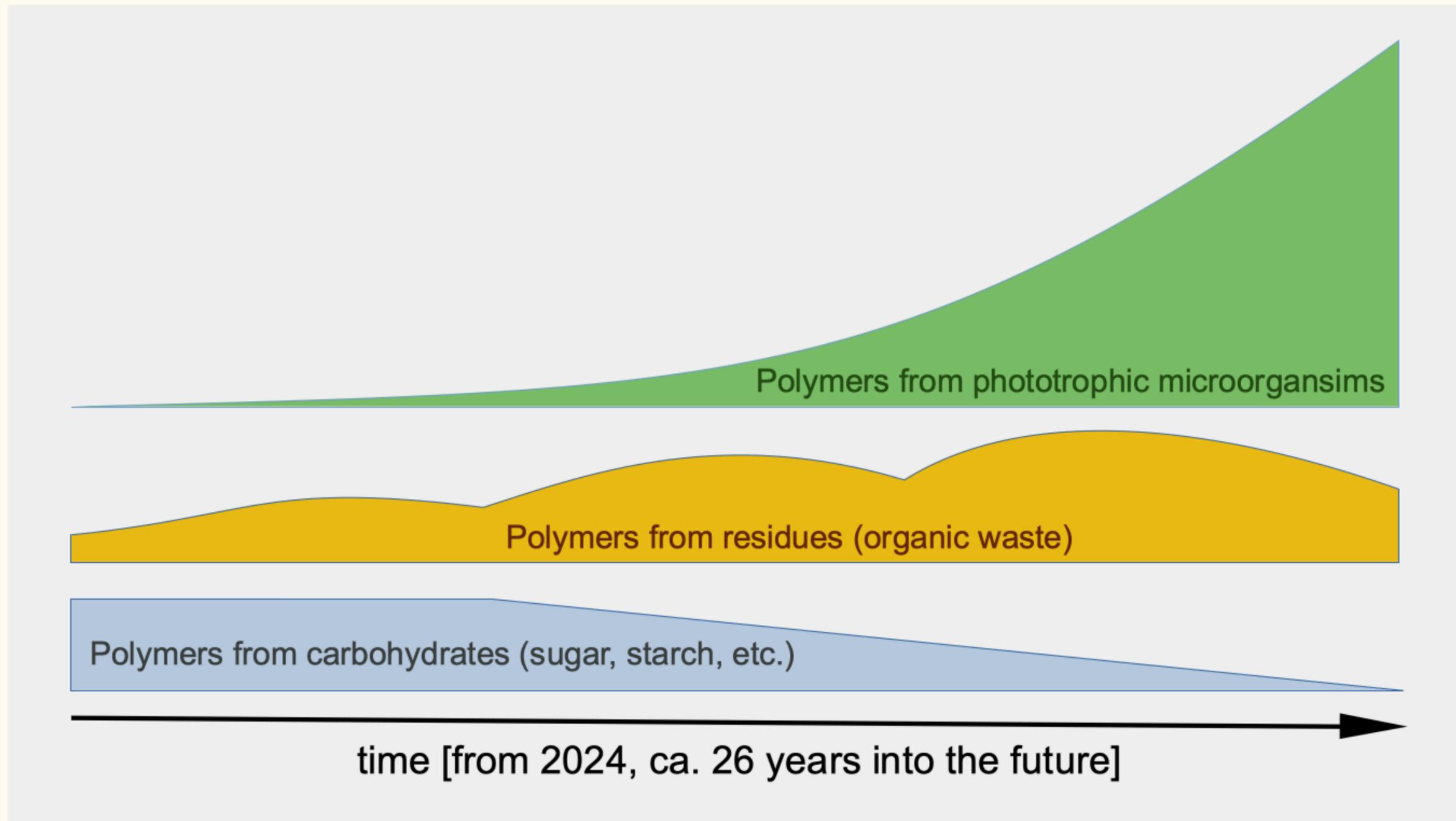


Foto: © CO2USE, 2016



Erstpublikation: Drosig & Fritz. In: Wörgetter (Ed.) Biobased future, 06/2012
 Graphik aus: Meixner et al 2018 J. Biotechnology 265
 Produktionskostenrechnung: Panuschka et al 2019 Algal Res. 41

Eine mögliche Ressourcenzukunft?



Fritz et al. Comparison of Heterotrophic and Phototrophic PHA Production. In: Koller M. (ed) 2020 Handbook of PHA; modified for Dec 2nd

Die Gesamtfrage

- **Welches Problem lösen wir**
- mit biobasierten Kunststoffen?
 - → zurück zur Materialfrage, dann nochmal durch die Ressourcenfrage
- mit biologisch abbaubaren Kunststoffen?
 - 1. neu in unseren Lebensraum gelangendes Plastik akkumuliert nicht
 - 2. Nebeneffekte: Lebensmittelhaltbarkeit, Toxinfreiheit, Abfalltrennung
- Und wie lässt sich das in einer Marktwirtschaft umsetzen?
 - vielleicht garnicht, aber probieren wir's doch einmal ernsthaft!

Die Frage nach einer Lösung (1+2)

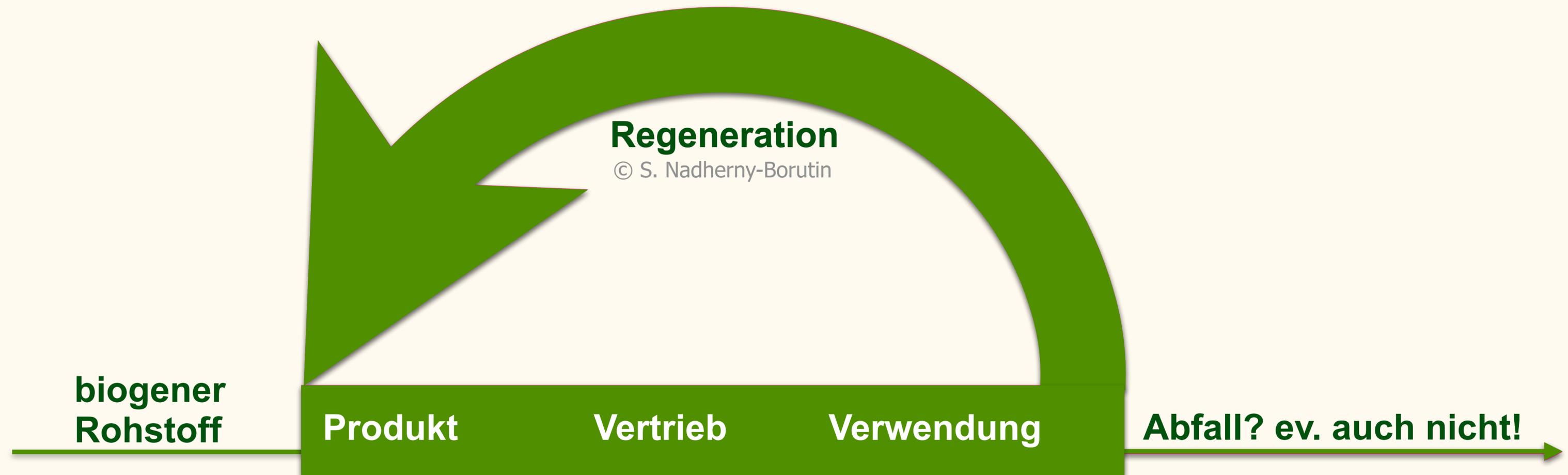


Das Ideal des Wirtschaftswunders



Die Gegenwart auf die wir stolz sind

Die Frage nach einer Lösung (3)



EINE mögliche biobasierte Zukunft

Mit Kunststoffabfällen werden wir unser Energieproblem nicht lösen!

Avoid being a chicken person!

Department IFA-Tulln

Institut für Umweltbiotechnologie

Konrad Lorenz Straße 20

A-3430 Tulln

www.boku.ac.at