

# Was wissen wir über die ökologische Nachhaltigkeit von biobasierten Polymeren?

Claudia Som,

Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Empa

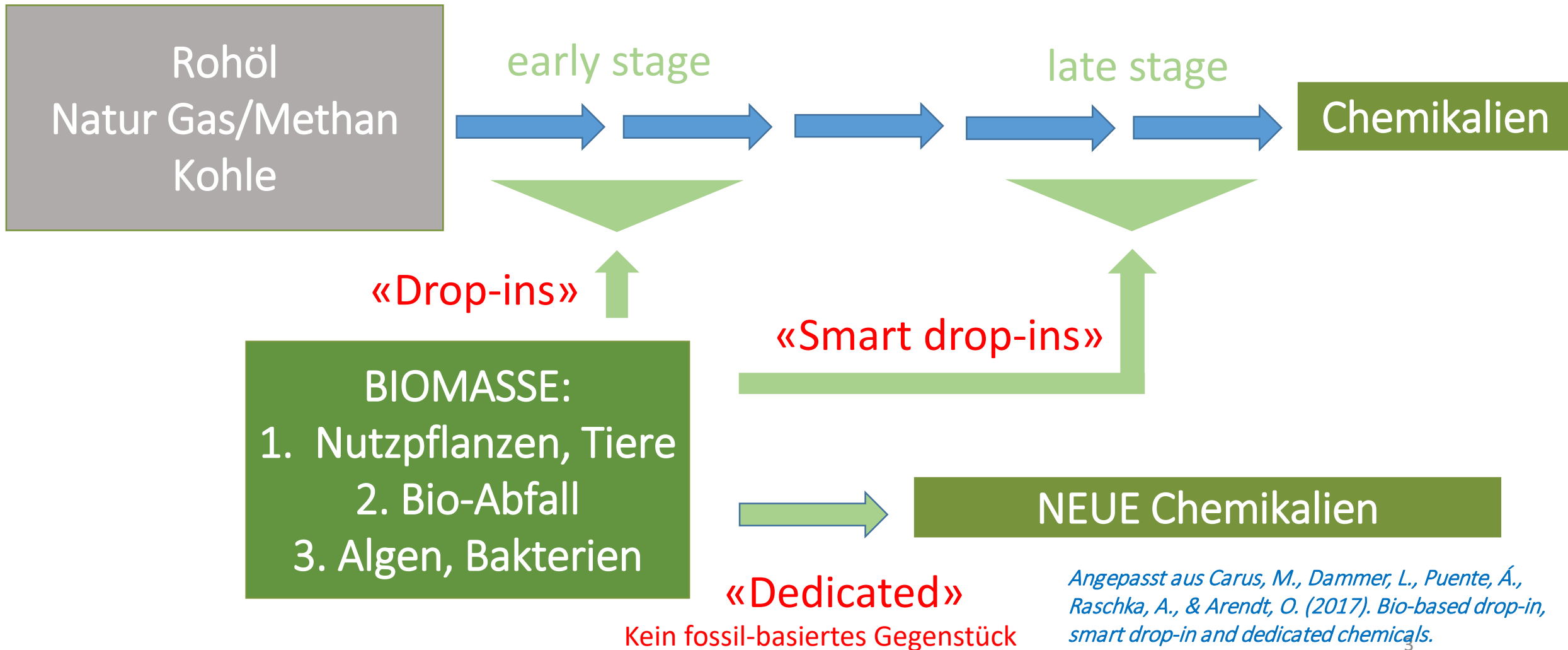
# Wieso ist bio-basierter Plastik für die Industrie so interessant?

## Die Motivation:

- Neue funktionelle Materialien
- Erneuerbarer Rohstoff
- Bio-abbaubare Plastik-Produkte
- Regionaler Rohstoff
- «Klimafreundlicher» Rohstoff,  
«Negative Emission Materials»

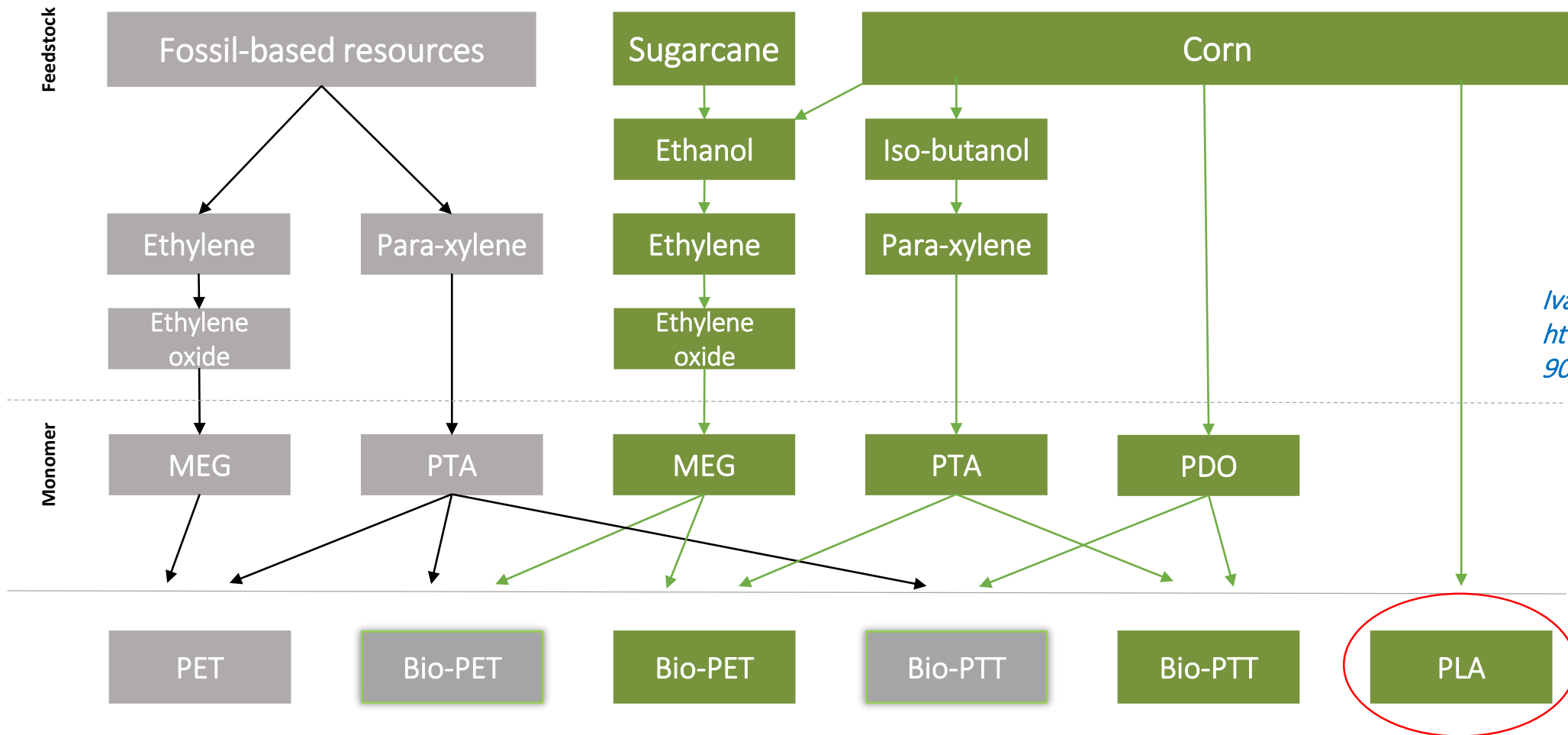
## Was ist daran?

# Erneuerbarer Rohstoff als Ersatz für fossil-basiert - wie geht das?



# Erneuerbarer Rohstoff?

## Bio-basierter Polyester



Ivanovic et al. 2021  
<https://doi.org/10.3390/app11072993>

## Bio-abbaubar?

Bio-Polyethylen-Terephthalat (bio-PET)  
Bio-Polyamid (bio-PA)  
Bio-Polyethylen (bio PE)

nicht bio-abbaubar

Acrylonitril-Butadien-Styrene (ABS)  
Polyamide (PA)  
Polyethylen (PE)  
Polyethylen Terephthalat (PET)  
Polypropylen (PP)  
Polyvinylchlorid (PVC)

bio-basiert

Zellophan  
Chitosan  
Seide  
Polyhydroxialkanoate (PHAs)  
Polymilchsäure (PLA)

bio-abbaubar

fossil-basiert

*Abgeändert von Marti, R.,  
Meyer, H. P., & Zinn, M. (2019):  
Factsheet Bioplastics*

Polybuten Adipat Terephthalat (PBAT)  
Polybutylen Succinat (PBS)  
Polycaprolakton (PCL)  
Polyvinyl Alkohol (PVA)

## Regionaler Rohstoff? Zum Beispiel Polymilchsäure (PLA)

---

Firma: NatureWorks  
Standort: Nebraska, USA  
Rohstoff: Mais  
Produkt Name: Ingeo

---



---

Firma: Total Corbion  
Standort: Thailand  
Rohstoff: sugarcane  
Produkt Name: Luminy

---

«Klimafreundlich»? 

Kommen Sie mit mir auf einen Tauchgang in die  
Ökobilanzen von einem bio-basierten Plastik

*Pinlova, et al 2024: What can we learn  
about the climate change impacts of  
polylactic acid from a review and  
meta-analysis of lifecycle assessment  
studies? Sustainable Production and  
Consumption 48 (2024) 396–406  
[https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.05.  
021](https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.05.021)*

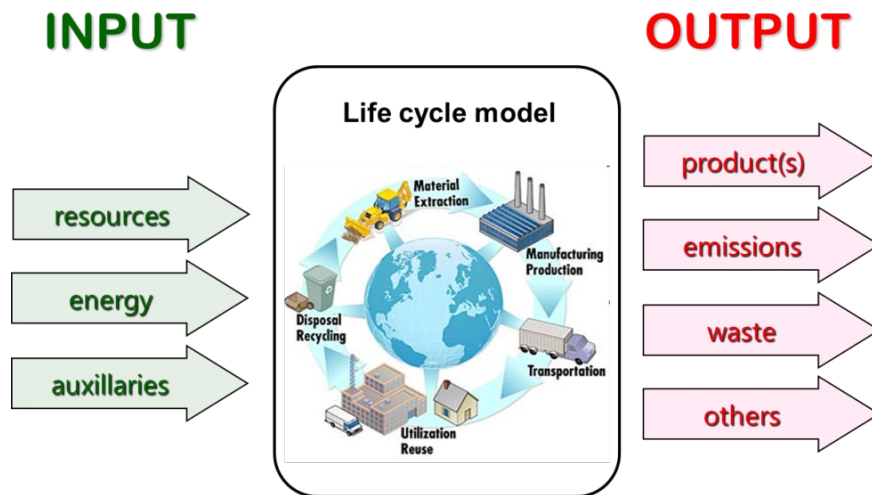
## Was ist eine «Ökobilanz»?

- Instrument hilft die Umwelt - Nachhaltigkeit von Materialien/Produkte/Dienstleistungen abzuschätzen
- Auf Englisch **Life Cycle Assessment (LCA)**
- Über den ganzen Lebensweg: von der **Wiege bis zur Bahre (cradle to grave)**
- Manchmal aber nur die Herstellung (**cradle to gate**)
  
- **Bio- basierte Materialien werden speziell behandelt:**  
da sie als Pflanze CO<sub>2</sub> aufnehmen, erhalten sie einen Kredit (**carbon crediting**)  
jedoch wird dieses CO<sub>2</sub> am Ende des Lebenszyklus wieder freigesetzt



# Was ist eine «Ökobilanz»?

## Input – Output –Analyse



## “Impact Assessment”

Analyse der Wirkung auf die Umwelt

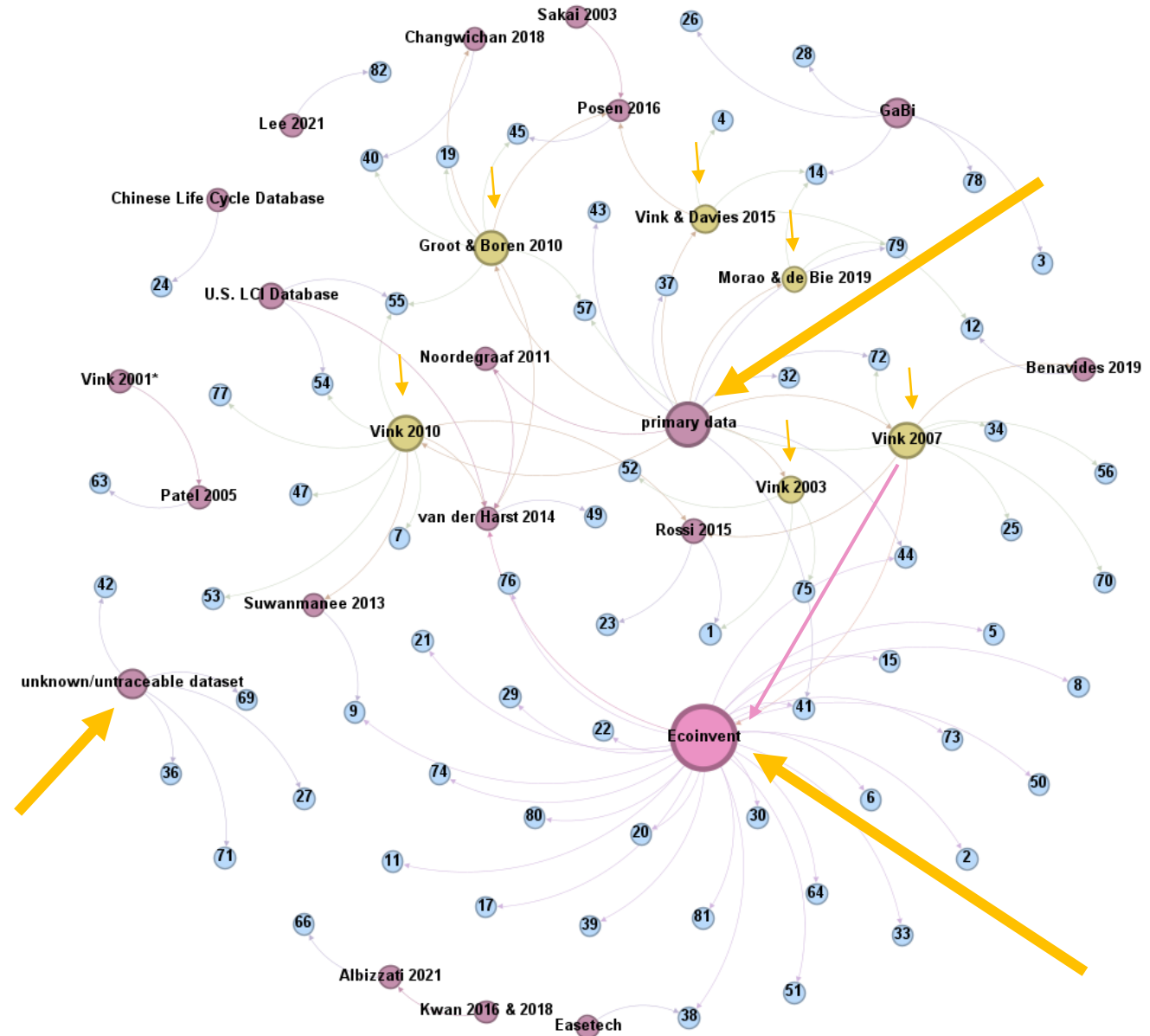
- CO<sub>2</sub>-Fussabdruck (carbon crediting)
- Landverbrauch
- Wasserfussabdruck
- Toxikologie
- ....

## Vorgehen für den “Tauchgang”

- Sammeln alle wissenschaftliche Literatur bezüglich LCA/CO<sub>2</sub>-Fussabdruck
- Gruppieren der Literatur
  - Bereich (“Scope”):
    - Nur Herstellung: **cradle-to-gate**
    - Ganzer Lebenszyklus: **cradle-to-grave**
- Daten sammeln (Global Warming Potential (GWP))
- Vergleichen zu fossil-basierten Polymeren

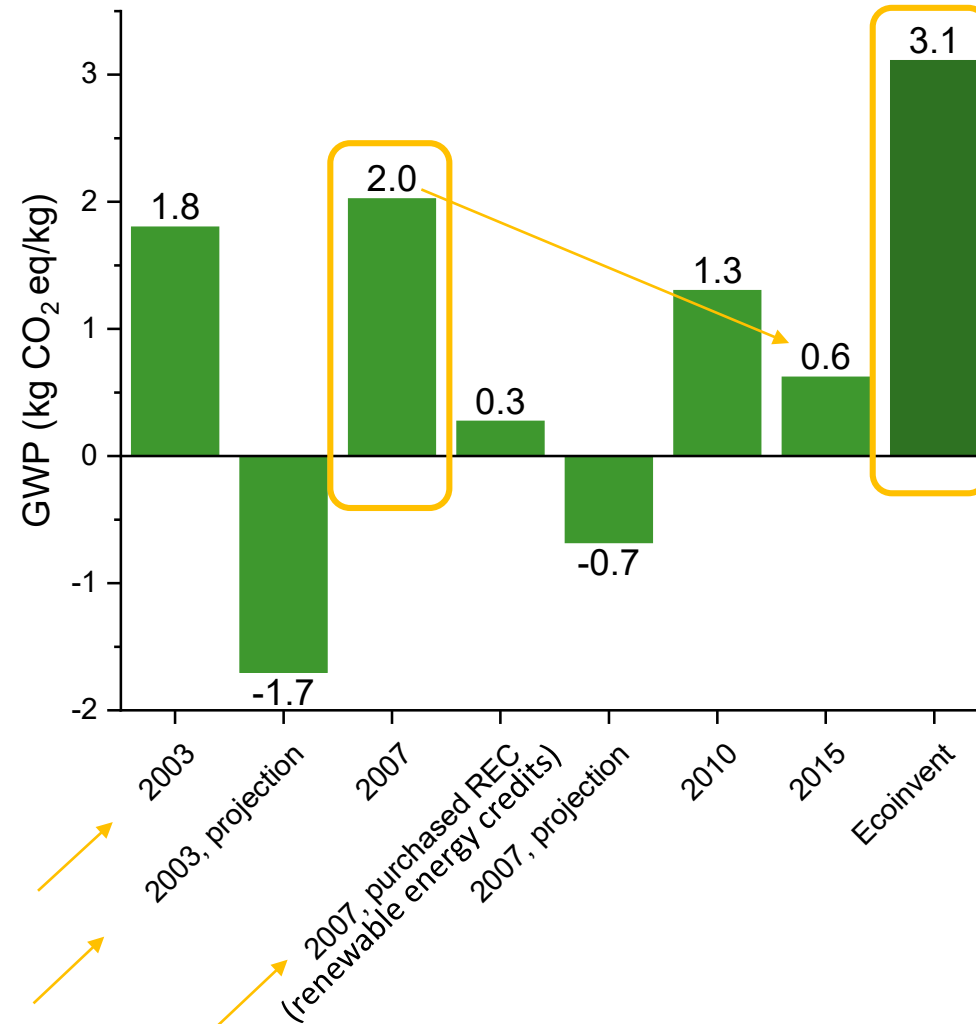
# Datenquellen

65 Studien geeignet  
für Daten-Auswertung

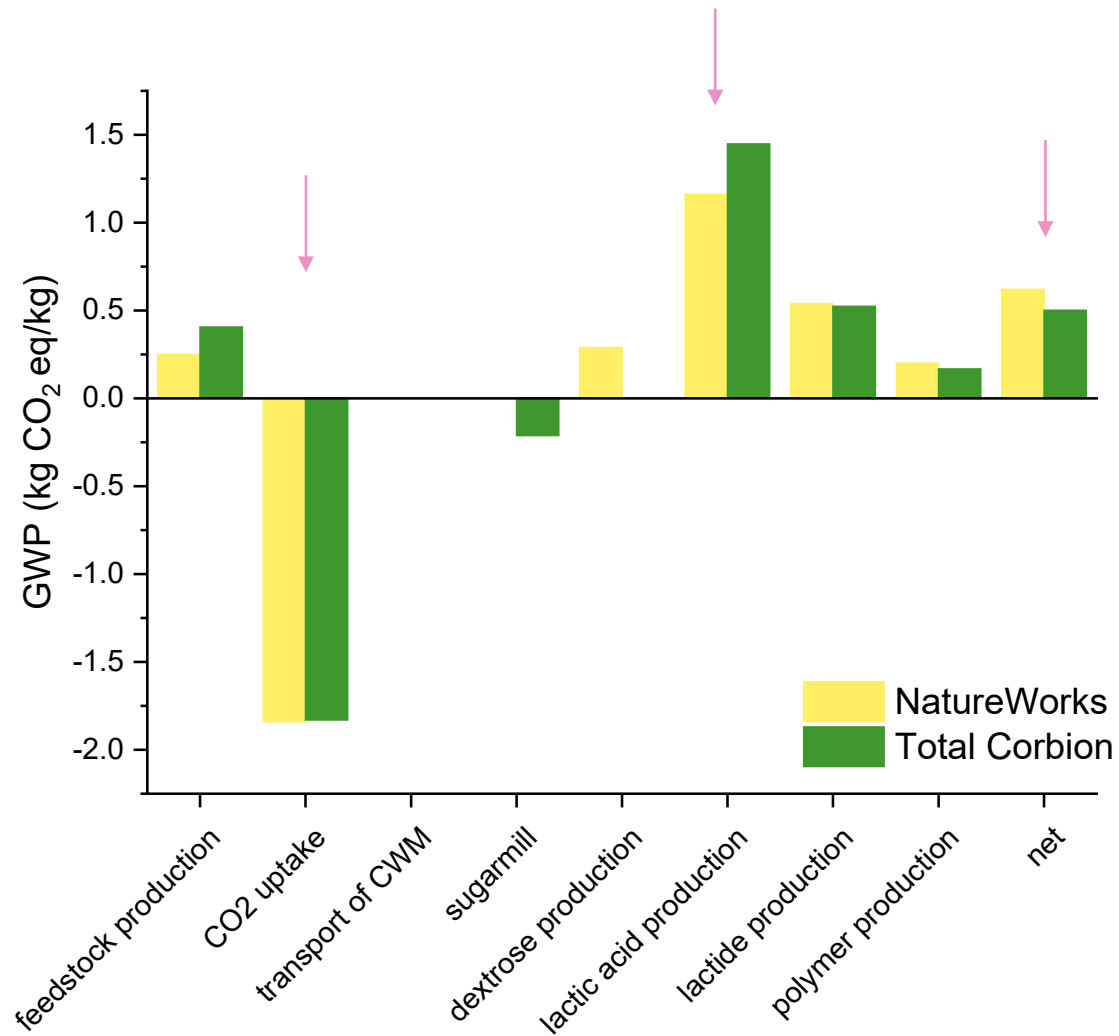


## LCA von einem Hersteller über die Zeit - NatureWorks

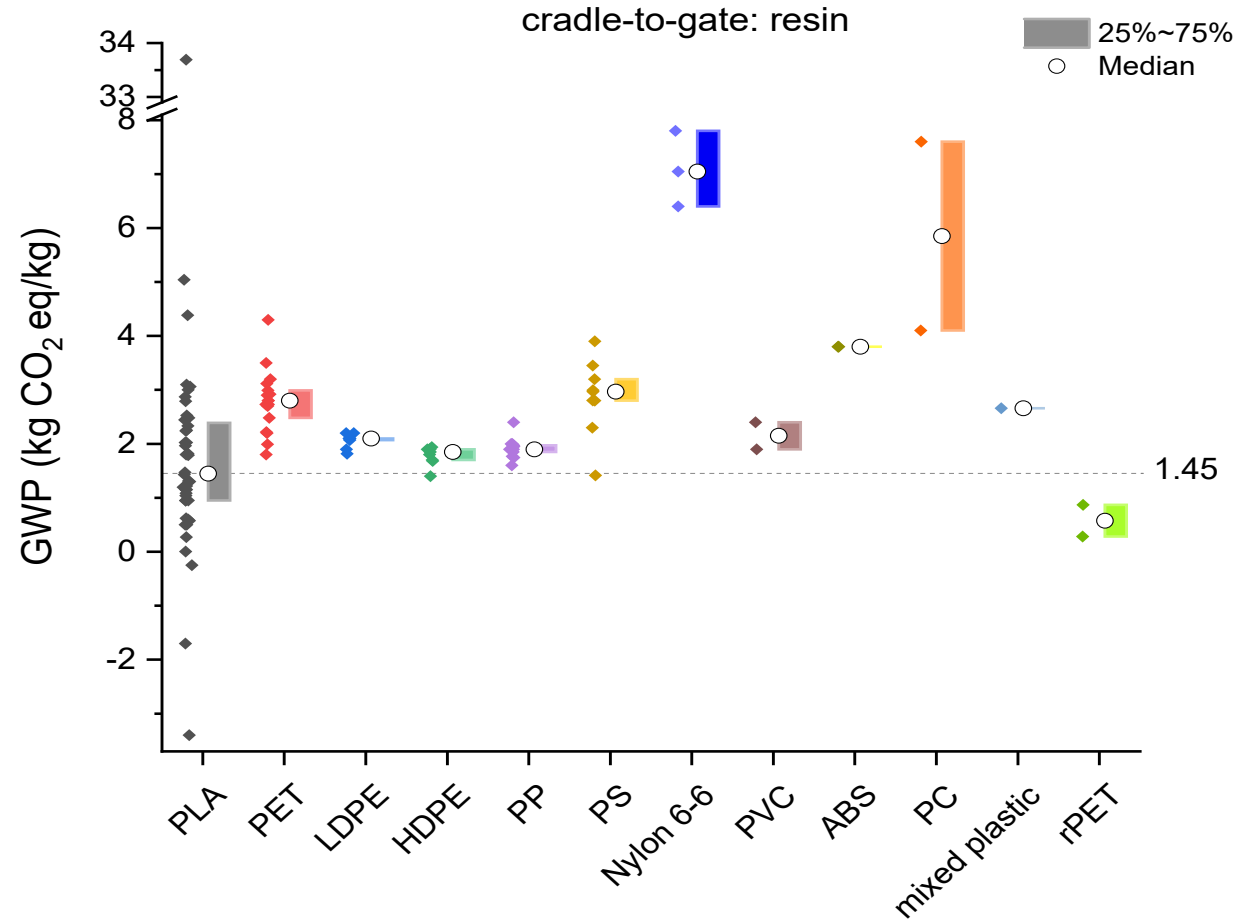
- 4 Studien
- Autor: Vink
- Cradle-to-gate



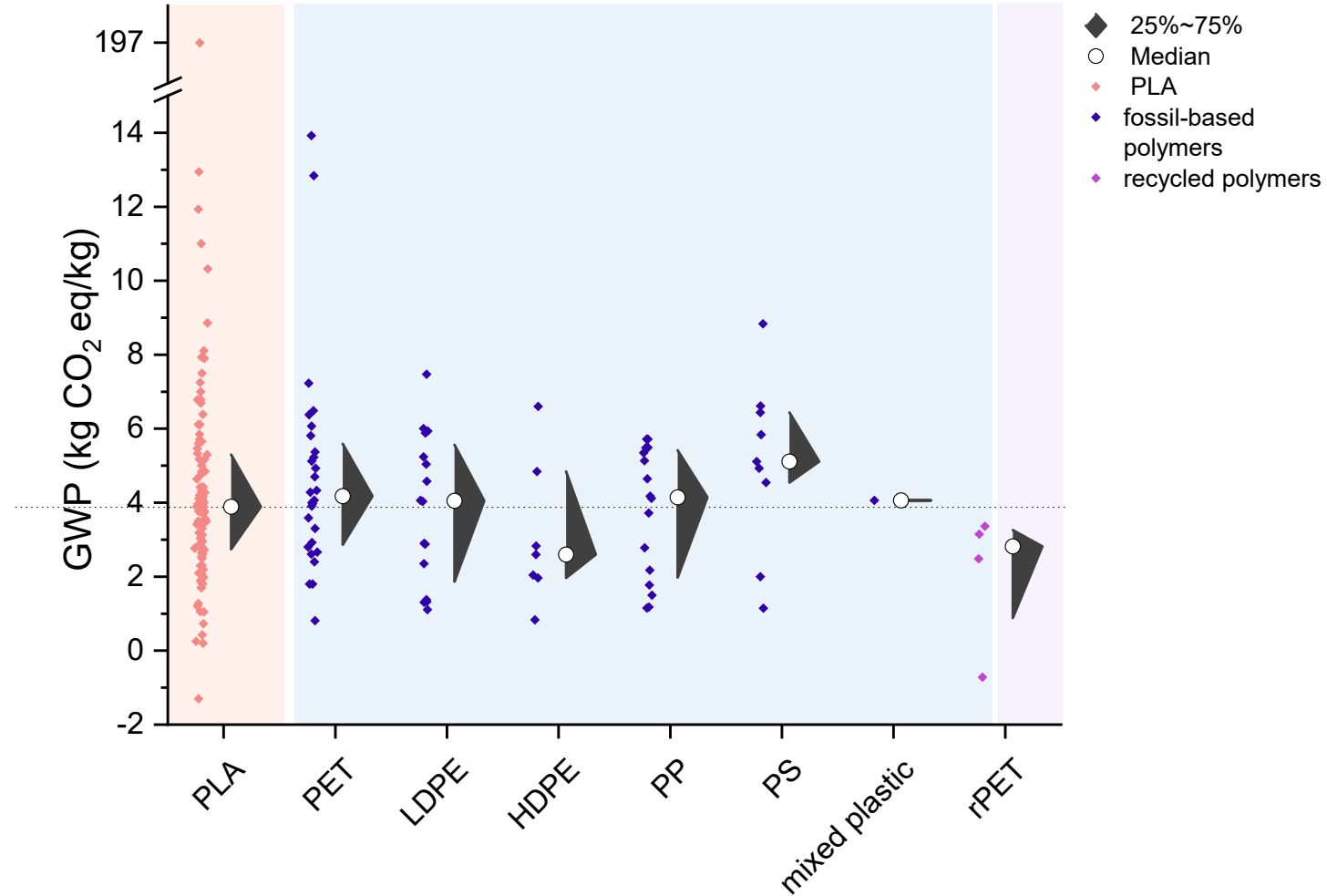
# LCA von den Herstellern im Vergleich zueinander (cradle-to-gate)



# LCA Literaturdaten zur Herstellung: PLA vs fossil-basierte Polymere



# LCA Literaturdaten «Wiese zur Bahre»: PLA vs fossil-basierte Polymere



## Was haben wir für PLA gefunden?

- Eine grosse Variation in den Resultaten
- Jeder Datenpunkt ist einzigartig berechnet
- Keine relevante Reduktion des CO<sub>2</sub>-Fussabdruckes
- Limitationen:
  - Nur GWP, nicht Wasserfussabdruck oder Landverbrauch
  - Anpassungen des GWP für fossilbasierte Polymere in Ecoinvent Version 3.10 (+30%)
  - Die meist genutzten Ökobilanz-Daten für Herstellung von PLA sind veraltet
- Erneuerbare Energien wichtig
- Biobasierter Abfall: mehr Ressourcen für gleichen Ertrag
- Recycling könnte dazu beitragen, den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu verringern, aber Logistik, Energieverbrauch und Materialverluste
- Carbon Crediting» nicht missbrauchen



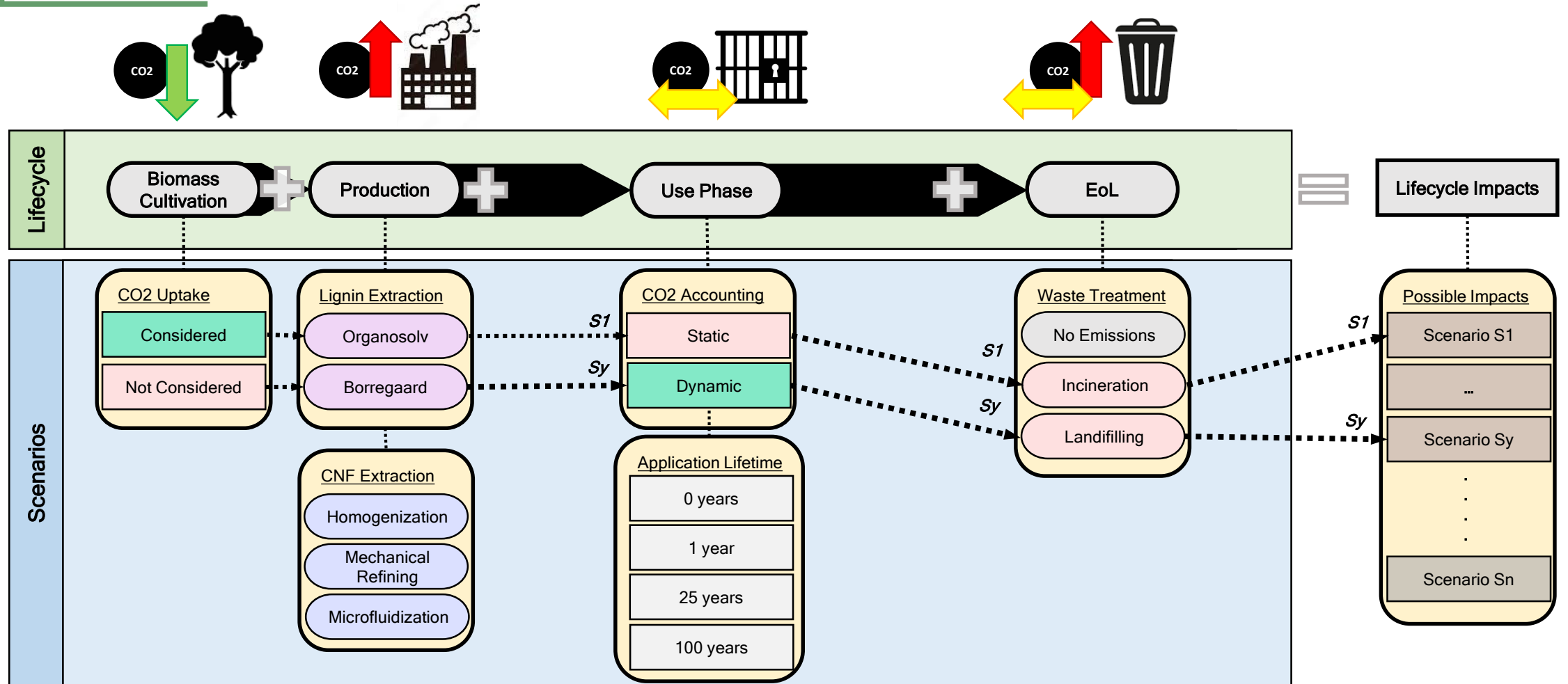
## Holzbasierende Elektronik: Hypelignum (EU)

**Ziel:** Herstellung von Elektronik mit:

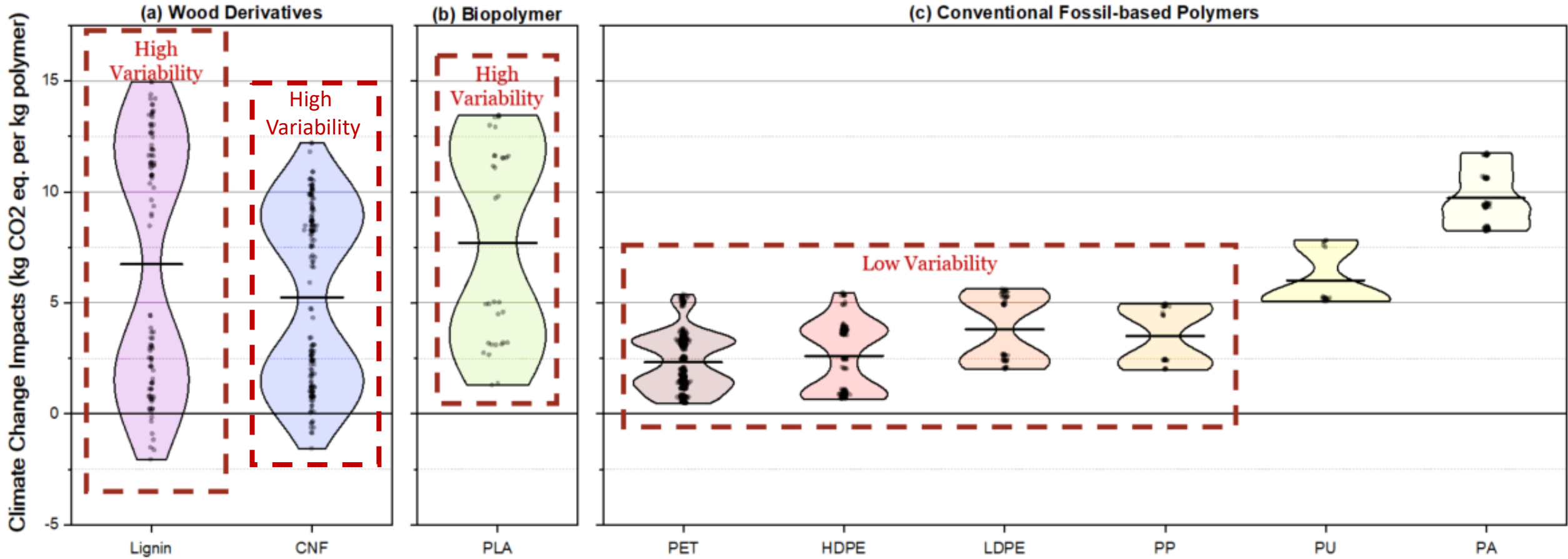
- Netto-Null-Kohlenstoff-Emissionen unter Verwendung von Holz und holzbasierten Materialien,
- additiver Fertigung,
- Nachhaltigkeitsanalyse: Lignin und Cellulose

*[Sudheshwar et al. 2024: Unraveling the climate neutrality of wood derivatives and biopolymers, RSC Sustainability, 2024, 2, 1487–1497, DOI: 10.1039/d4su00010b](#)*

# Methode



# Resultate



Exploring wooden materials in hybrid printed electronics: a holistic approach towards functional electronics with net zero carbon emissions

Project number: 101070302



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Federal Department of Economic Affairs,  
Education and Research EAER  
State Secretariat for Education,  
Research and Innovation SERI  
EU Framework Programmes



Co-funded by the  
European Union

## Unsere Schlussfolgerungen

- Bio-basierte Materialien sind erneuerbar und können unter Umständen zu einem vergleichsweise besseren CO<sub>2</sub>-Fussabdruck führen, jedoch ist die Biomasse keine unendliche Ressource
- Es reicht nicht auf bio-basierte Materialien umzusteigen oder zu recyklieren
- Geschäftsmodelle, Innovation und Konsum müssen neu gedacht werden: Weg von Verkauf von Masse hin zu Qualität/Langlebigkeit und zu neuen Dienstleistungen.
- «Negative Emission Materials»: bio-basierte Materialien in Produkten mit sehr wenigen Emissionen während der Produktion, Gebrauch und Recycling/Entsorgung – und zwar über sehr lange Zeiträume.



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt: [claudia.som@empa.ch](mailto:claudia.som@empa.ch)