

# Ökobilanzierung der Abfallverwertung anhand von Beispielen



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## Tonnenweise Potential – Neue Nutzungen organischer Abfallstoffe

Vanessa Zeller  
9.11.2022

## Quantifizierung im Rahmen...

- 
- einer (Klima)berichterstattung (**Monitoring**)
    - Auf nationaler, sektoraler Ebene (Nationalinventare)
    - Auf Unternehmensebene (GHG Protocol)
  
  - einer Bewertung verschiedener Maßnahmen (**Entscheidungsunterstützung**)
    - Auf nationaler, sektoraler Ebene
    - Unternehmensebene
    - Prozess/Produktebene



- 
- Bilanzierungssysteme
  - Methodik: **Systemgrenzen**
    - Zeitlich
    - Geographisch
    - Sektorale Grenze oder systemische Sicht

# Quantifizierung von Umweltwirkungen, z.B. Klimabeitrag

## Bilanzierungssysteme

### Ökobilanzierung Life Cycle Assessment ISO 14040 / 44



Abb.: Produkt-Ökobilanz (Hellweg & Milà i Canals, 2014)

### Klimaberichterstattung UNFCCC

#### 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

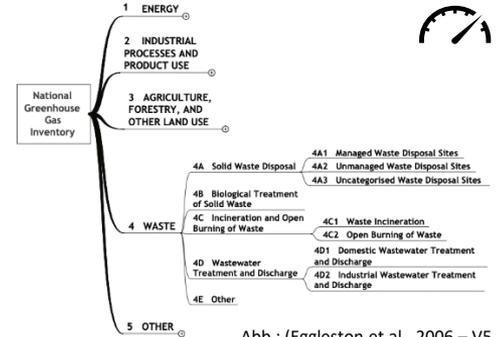


Abb.: (Eggleston et al., 2006 – V5, Ch1)

### GHG Protocol Corporate Standard

#### GHG Protocol 'Corporate Accounting and Reporting Standard'

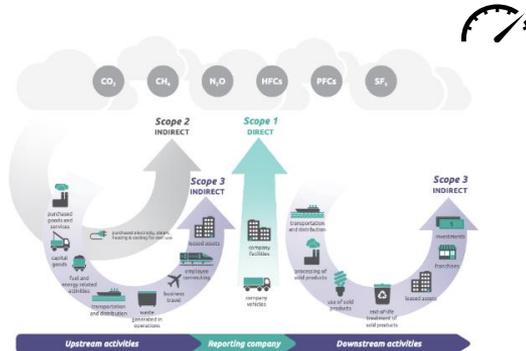


Abb.: (GHG Protocol, 2021)

### Air Emissions Accounts (AEA)

#### Verordnung (EU) Nr. 691/2011

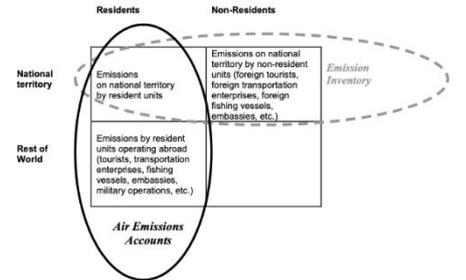
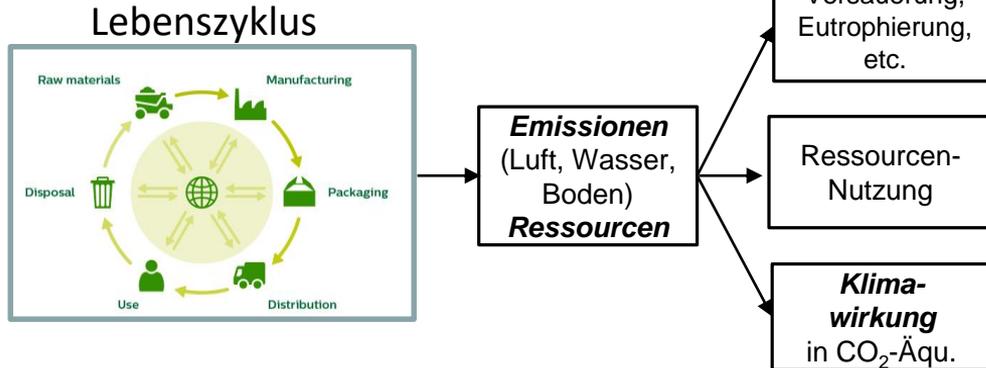


Abb.: Resident Principle versus Territory Principle (Eurostat, 2015)

# Ökobilanzierung

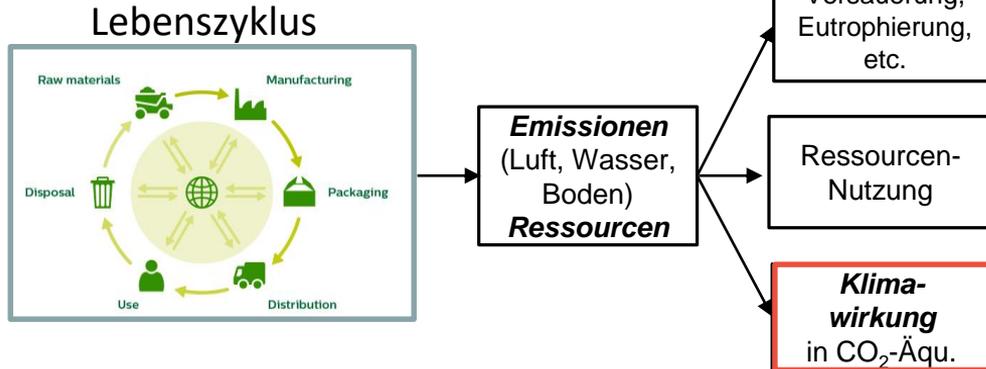
## Methodische Grundsätze



- Methodik zur Bewertung von Umweltwirkungen über den **gesamten Lebenszyklus** eines Produktes
- Emissionen & Ressourcenverbräuche innerhalb definierter **Systemgrenzen**
- Diese werden in **Umweltwirkungen** (z.B. Klimawirkung) übersetzt
- Umweltwirkungen werden in Bezug zu der **Funktion eines Produktes** gesetzt
- Andere Funktionen des Produktsystems (z.B. durch **Koppelprodukte**) werden berücksichtigt

# Ökobilanzierung

## Methodische Grundsätze: Anwendung Abfallverwertung

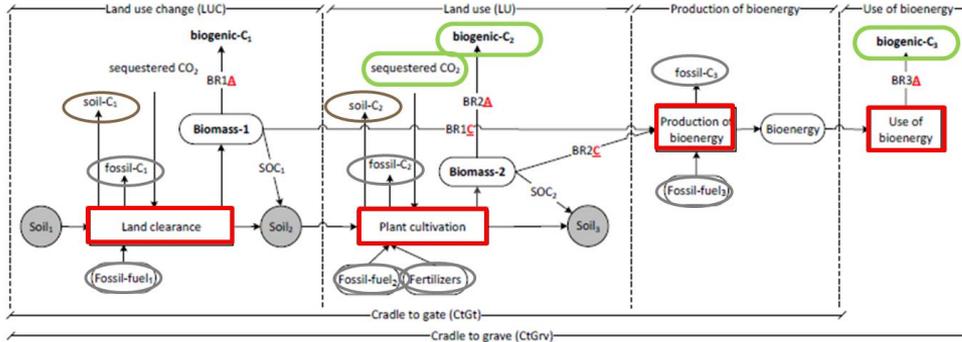


- Emissionen & Ressourcenverbräuche innerhalb definierter **Systemgrenzen:**
  - „Bin to grave“
- Umweltwirkungen werden in Bezug zu der **Funktion eines Produktes** gesetzt:
  - Behandlung des Abfalls ist die Funktion= Dienstleistung
- Andere Funktionen des Produktsystems (z.B. durch **Koppelprodukte**) werden berücksichtigt
  - Durch Koppelprodukte (Biogas, Wärme oder Düngemittel) vermiedene Umweltwirkungen werden berücksichtigt

# Ökobilanzierung

## Methodische Grundsätze: THG-Bilanzierung

### Vollständige THG-Bilanzen für biobasierte Produkte



- Prozesse & LC stages
- Fossile Energieträger, CO<sub>2</sub>

- Biogenes CO<sub>2</sub> oder CH<sub>4</sub>
- Soil (organic) carbon

Wiloso 2016

- **Vollständige THG-Bilanzen:**
  - Emissionen
    - aus fossilen C-Quellen: Energieeinsätze
    - Prozessemissionen (Methan und Lachgas; nur biobasiertes CO<sub>2</sub> hat THG-Wirkungsfaktor von 0)
    - Emissionen durch z.B. Ausbringungen von Gärresten
  - Vermiedene Emissionen
    - Substitution von Energieträgern und Düngemitteln (→Emissionsintensität)
    - Boden Kohlenstoff Speicher
- →Keine per se CO<sub>2</sub> Neutralität oder Netto C-Senke im Bereich der Bioökonomie/ Bioabfallbehandlung

# Ökobilanzierung

## Beispiele: Anwendung Abfallverwertung

LCA-Ergebnisse aus der Wissenschaft: (Bernstadt 2016)

- Umweltwirkungen aus der Bioabfallbehandlung zeigen eine **erhebliche Variabilität**
  - von -2000kg bis 1140 kg CO<sub>2</sub>-Äq. pro Tonne behandelten Abfalls

Technology	Foreground system	Background system					
		Energy system substitution (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton wet food waste)			Bio-system substitution (kg CO <sub>2</sub> -eq/ton wet food waste)		
		Mainly fossil energy	Mainly non-fossil energy <sup>a</sup>	None	Mineral fertilizers	Mineral fertilizers + peat	None
Landfill	Energy substitution	111 (13) <b>290</b> -230-700	872 (2) <b>40</b> 843-900	493 (11) <b>360</b> -20-1140			
	No energy substitution			58 (2) <b>19<sup>a</sup></b> 45-71			58 (2) <b>19<sup>b</sup></b> 45-71
AD	Energy substitution	-318 (24) <b>538<sup>b</sup></b> -2084-200	-23 (3) <b>54<sup>a</sup></b> -78-30		-340 (23) <b>540<sup>b</sup></b> -2084-57		28 (4) <b>125<sup>b</sup></b> -73-200
	No energy substitution				122 (10) <b>91</b> 25-270	-44 (8) <b>97</b> -150-135	282 (10) <b>457</b> -65-1500
Compost	Energy substitution	-44 (10) <b>349</b> -348-599	64 (3) <b>48</b> -96-114	385 (2) <b>360</b> 131-640			
	No energy substitution						

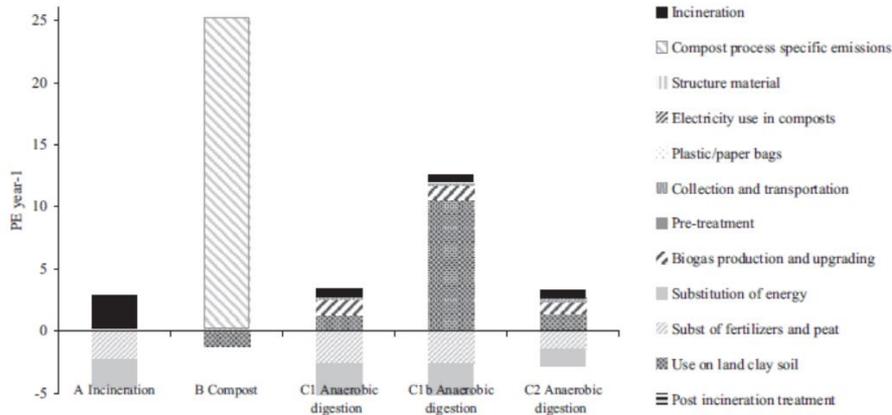
*Bernstadt 2016*

- Entscheidende Faktoren
  - Direkte Emissionen aus biologischen Verfahren
  - Vermiedene Umweltwirkungen (THG & Ressourcenverbräuche) durch die erzeugten Koppelprodukte (→Energie)
  - Faktoren hängen von **regionalen/ lokalen Bedingungen ab**: Zusammensetzung des Abfalls, Sammel- und Trennsysteme, Anlagenkonstellationen (Effizienzen) und Wärmenutzungsgrad, etc.
  - Literaturwerte (Emissionsfaktoren)→Faktoren pro Tonne Abfall sind bei heterogenen Abfällen (wie MSW oder Bioabfall) kaum übertragbar

# Ökobilanzierung

## Beispiele: Anwendung Abfallverwertung

A. Bernstad, J. la Cour Jansen / Waste Management 31 (2011) 1879–1896



Bernstad; la Cour Jansen (2011)

## Abfallbehandlung in LCA Studien

- Verhältnis Umweltwirkungen zu vermiedenen Umweltwirkungen entscheidend
- Keine pauschalen Aussagen möglich, aber Kompostierungen zeigen tendenziell ungünstigere Ergebnisse aufgrund von
  - Prozessemissionen und fehlender Substitution von Energieträgern

- Quantifizierung von Umweltwirkungen hilfreich, aber **Zielstellung und Anwendungsbezug** muss klargestellt werden
- Möglichst **vollständige Treibhausgasbilanzen** und Berücksichtigung anderer Umweltwirkungen
- Umweltwirkungen aus der Bioabfallbehandlung zeigen eine **erhebliche Variabilität**
- Umweltwirkungen alternativer Verfahren
  - unterliegen den gleichen **methodischen Rahmenbedingungen**
  - sind Gegenstand von aktueller Forschung (→TransRegBio)
  - sind nicht per se niedriger (Bulach 2021), aber alternative Verfahren könnten dort ansetzen, wo es heute emissionsintensive Verfahren gibt

# Referenzen

Bernstad, A.; La Cour Jansen, J. (2011): A life cycle approach to the management of household food waste - A Swedish full-scale case study. In: Waste management (New York, N.Y.) 31 (8), S. 1879–1896. DOI: 10.1016/j.wasman.2011.02.026.

Bulach et al. 2021: Ermittlung von Kriterien für hochwertige anderweitige Verwertungsmöglichkeiten von Bioabfällen

Wiloso 2016: Wiloso, E. I.; Heijungs, R.; Huppes, G.; Fang, K. (2016): Effect of biogenic carbon inventory on the life cycle assessment of bioenergy: challenges to the neutrality assumption. In Journal of Cleaner Production 125, pp. 78–85. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.03.096.

*Bernstad; la Cour Jansen (2011) Bernstad Saraiva Schott, Anna; Wenzel, Henrik; La Cour Jansen, Jes (2016): Identification of decisive factors for greenhouse gas emissions*



Schebek et al. 2022