

Ökobilanzierung der Abfallverwertung anhand von Beispielen




TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Tonnenweise Potential – Neue Nutzungen organischer Abfallstoffe


Vanessa Zeller
9.11.2022

Quantifizierung von Umweltwirkungen

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

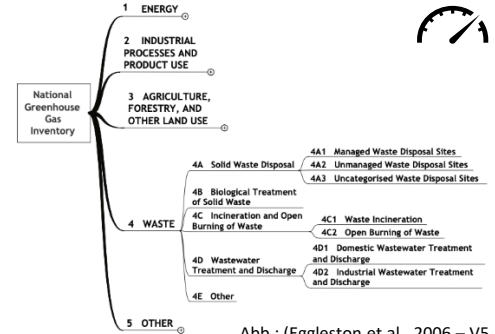


Abb.: (Eggleston et al., 2006 – V5, Ch1)

GHG Protocol Corporate Standard

GHG Protocol 'Corporate Accounting and Reporting Standard'

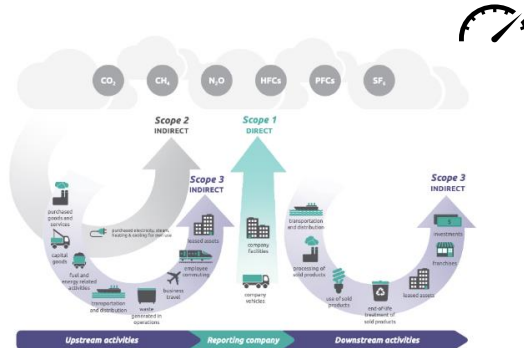


Abb.: (GHG Protocol, 2021)

Air Emissions Accounts (AEA)

Verordnung (EU) Nr. 691/2011

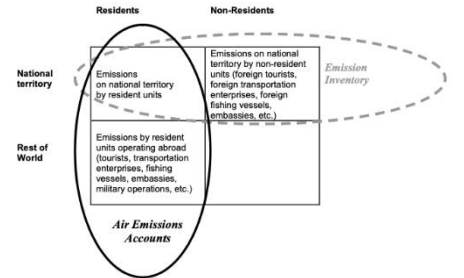
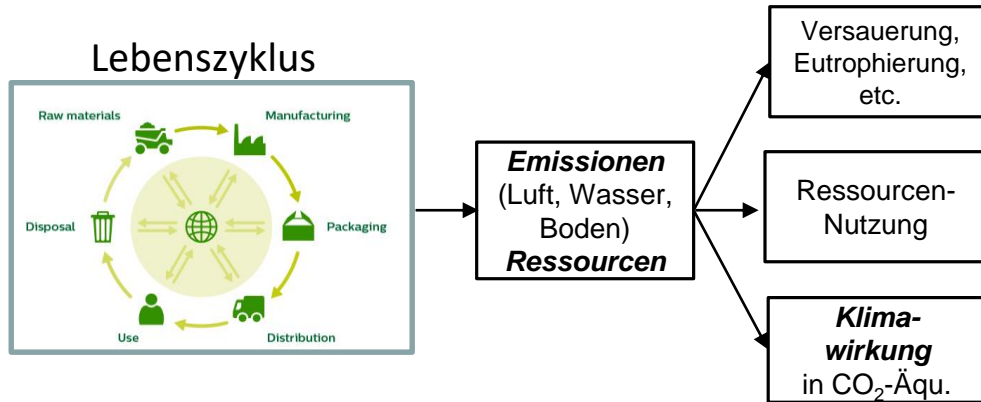


Abb.: Resident Principle versus Territory Principle (Eurostat, 2015)

Ökobilanzierung

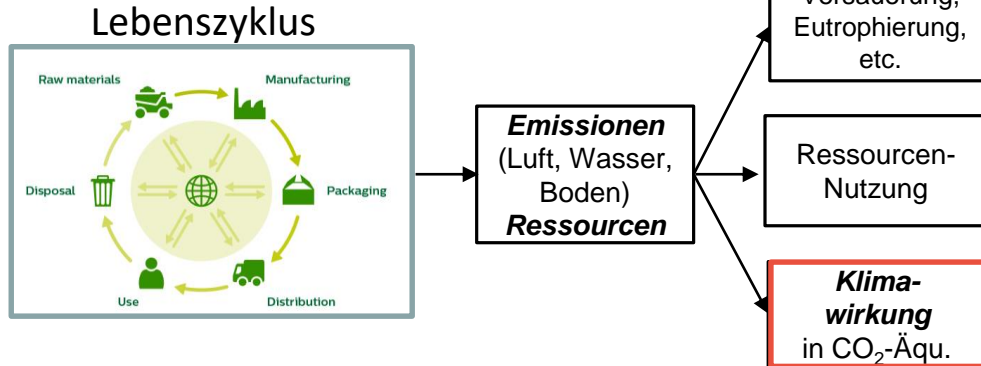
Methodische Grundsätze



- 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

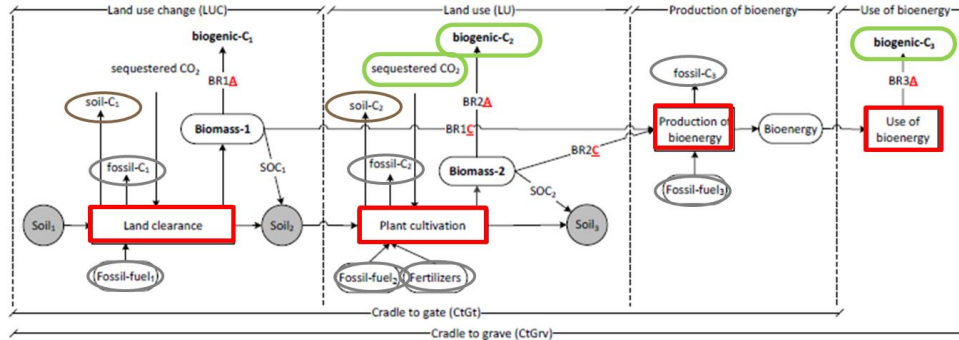


- Emissionen & Ressourcenverbräuche innerhalb definierter **Systemgrenzen:**
 - „Bin to grave“
- Umweltwirkungen werden in Bezug zu der **Funktion eines Produktes** gesetzt:
 - Behandlung des Abfalls ist die Funktion= Dienstleistung
- Andere Funktionen des Produktsystems (z.B. durch **Koppelprodukte**) 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, CO₂

- Biogenes CO₂ oder CH₄
- Soil (organic) carbon

Wiloso 2016

- **Vollständige THG-Bilanzen:**
 - Emissionen
 - aus fossilen C-Quellen: Energieeinsätze
 - Prozessemissionen (Methan und Lachgas; nur biobasiertes CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂-Äq. pro Tonne behandelten Abfalls

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

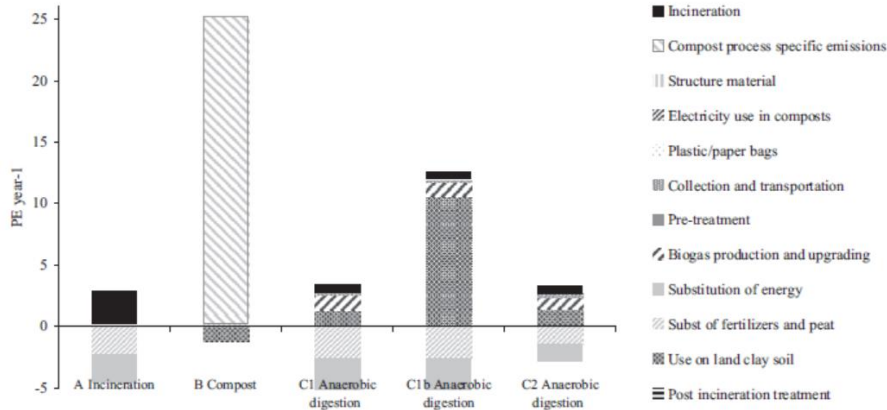
Bernstadt 2016

- 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