

Life Cycle Assessment (LCA) nachwachsender Rohstoffe

Fragestellungen in der ökologischen Bewertung

1. Rosenheimer Kunststoffkolloquium

05.03.2024

Theresa Pscherer

Nationale Bioökonomiestrategie¹



Übergreifendes Ziel der Bioökonomie

Wirtschaftssysteme schaffen, entwickeln und wiederbeleben, die auf der **nachhaltigen Nutzung erneuerbarer biologischer Ressourcen** basieren.^{2,3}

①

Bioökonomische Lösungen für die Nachhaltigkeitsagenda entwickeln

②

Potentiale der Bioökonomie innerhalb ökologischer Grenzen erkennen und erschließen

③

Biologisches Wissen anwenden und erweitern

④

Ressourcenbasis der Wirtschaft nachhaltig ausbauen

⑤

Deutschland zum führenden Innovationsstandort der Bioökonomie ausbauen

⑥

Gesellschaft einbinden, nationale und internationale Kooperationen intensivieren

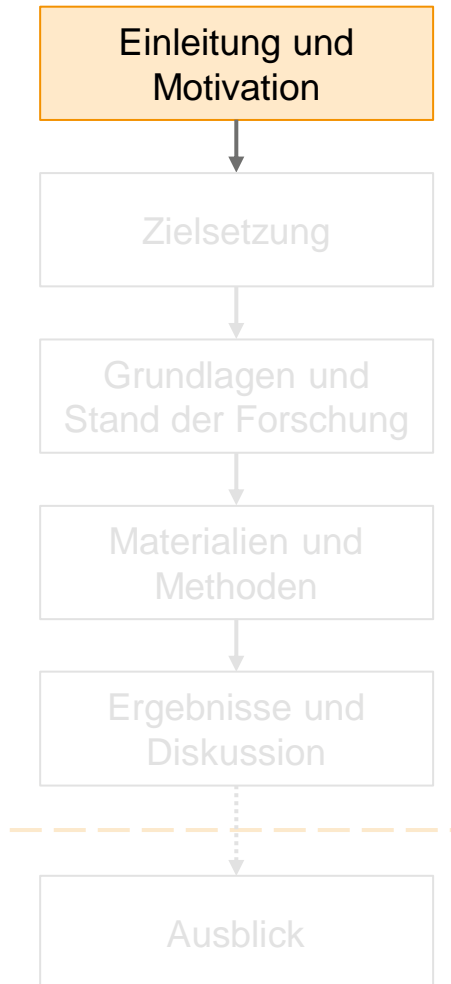
Wie können die Potentiale der Bioökonomie als auch die Auswirkungen von Bioökonomie-Strategien bewertet werden?

¹ BMBF, BMEL (2020) Nationale Bioökonomiestrategie. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

² Aguilar et al. (2019) Bioeconomy for Sustainable Development. *Biotechnology J.* 14:1800638 (1–11). <https://doi.org/10.1002/biot.201800638>

³ Bröring et al. (2020) Innovation types in the bioeconomy. *J Clean Prod* 266:121939 (1–12). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121939>

Bioökonomie und Ökobilanzierung



Die Ökobilanz ist das **bevorzugte** und **empfohlene** Instrument für die ökologische Bewertung!

ABER

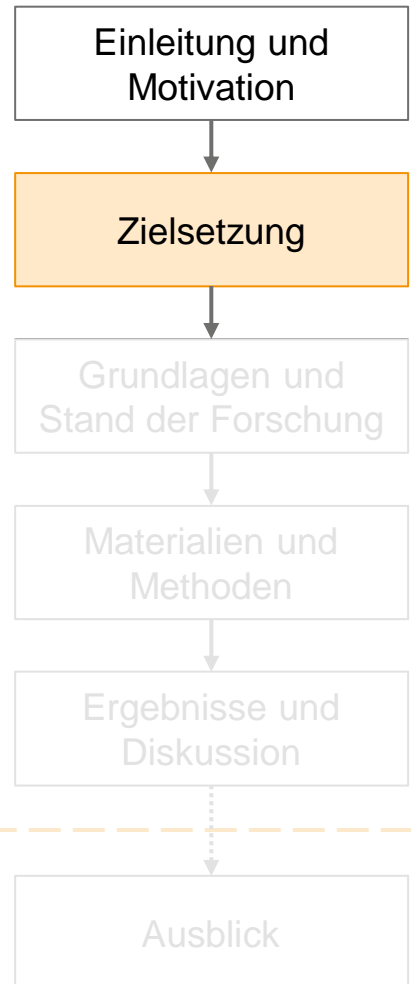
Mangelnde Vergleichbarkeit von LCA Studien in Diskussion!

(betrifft auch das Kunststoffrecycling allgemein⁴ sowie nachwachsende Rohstoffe)

→ **Fehlt es an Standards und Leitlinien?**

⁴ Kerps A, et al. (2024) Challenges in comparative life cycle assessment of recycling plastics – position paper. Fraunhofer Cluster of Excellence Circular, verfügbar unter: <https://www.ccpe.fraunhofer.de/content/dam/ccpe/en/documents/position-paper/fraunhofer-ccpe-position-paper-LCA-web.pdf>

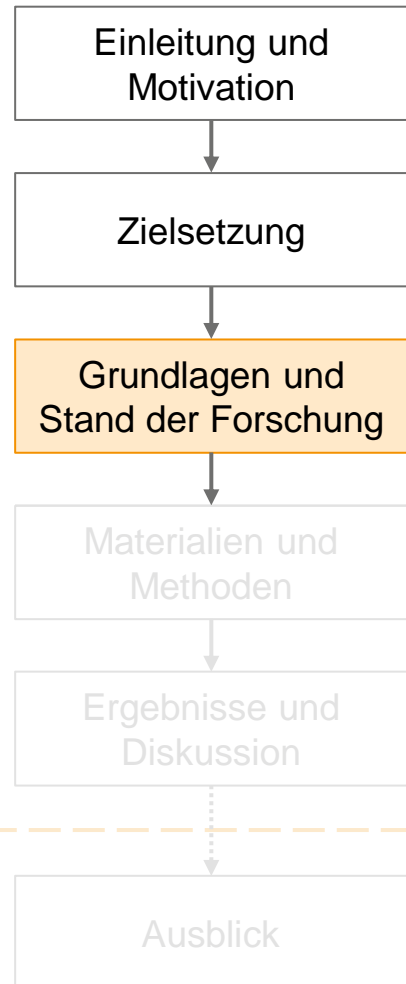
Ziel der Arbeit



Schaffung eines **Überblicks** über bestehende **Normen, Standards** und **Leitlinien** für die **ökologische Bewertung** von **nachwachsenden Rohstoffen** mit Fokus auf biogenen Kohlenstoff.



Was ist eine ökologische Bewertung, Ökobilanz oder LCA?

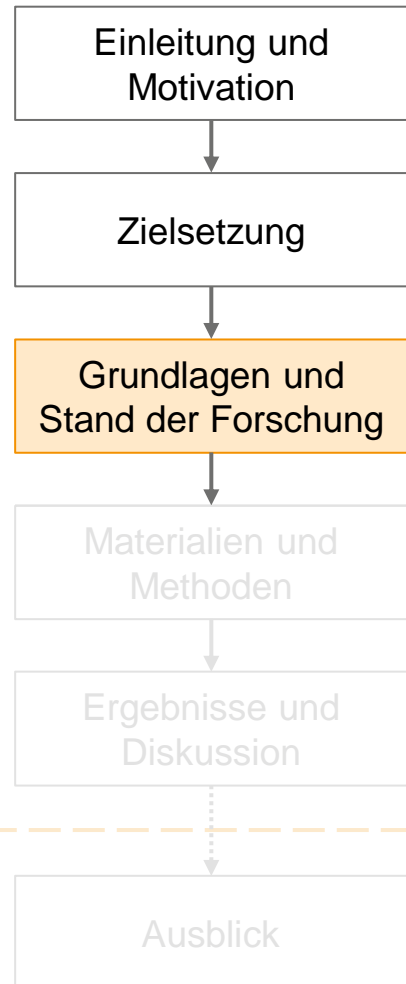


Ziel der ökologischen Bewertung ist die **Ermittlung** und **Quantifizierung** der **Umweltwirkungen** von **Materialien, Produkten** oder **Dienstleistungen**.

Verschiedene Bewertungsarten mit variierendem Umfang existieren.



Was ist eine ökologische Bewertung, Ökobilanz oder LCA?



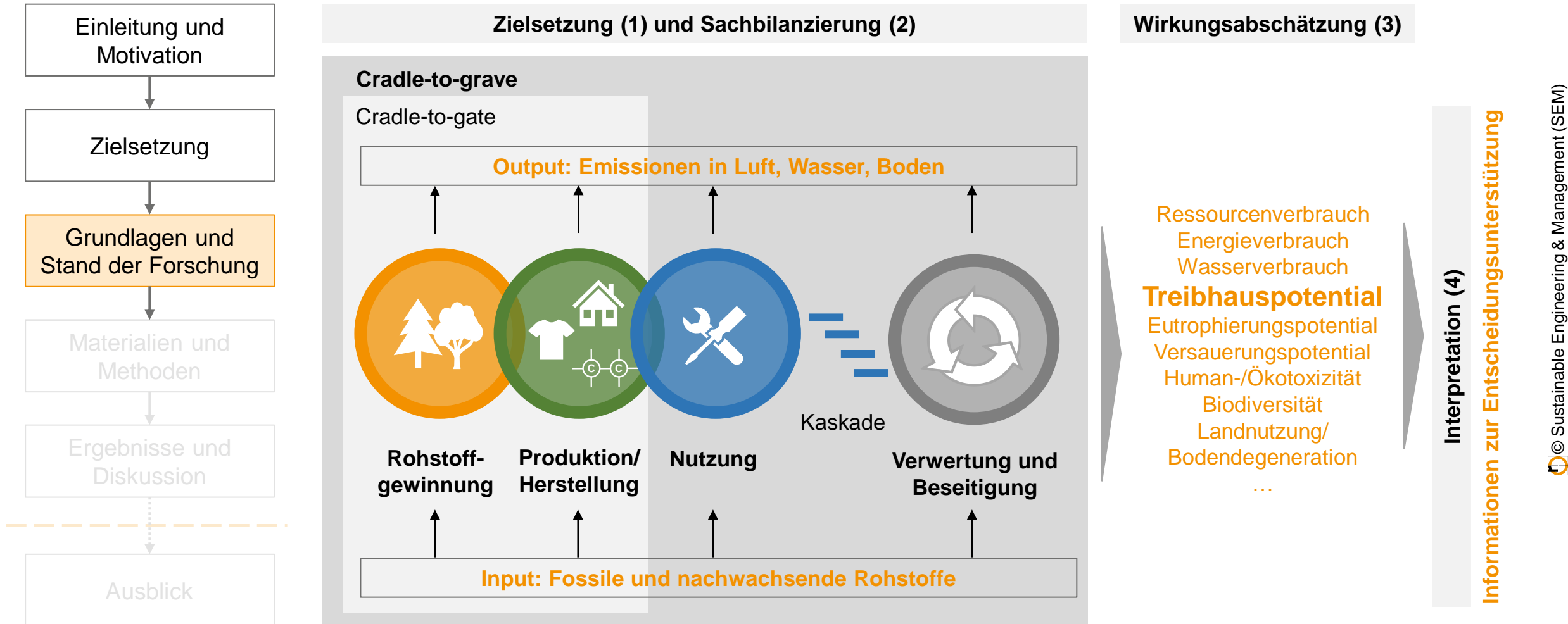
- Die **Ökobilanz/ LCA**
alle Lebenszyklusphasen,
größtmögliche Genauigkeit,
mehreren Wirkungskategorien
- **Teilbilanzen**
einzelne Lebenszyklusphasen
- **Screening LCA**
einzelne Lebenszyklusphasen, rudimentär
- **Eindimensionale Methoden**
eine Wirkungskategorie
z. B. der Product Carbon Footprint (PCF)



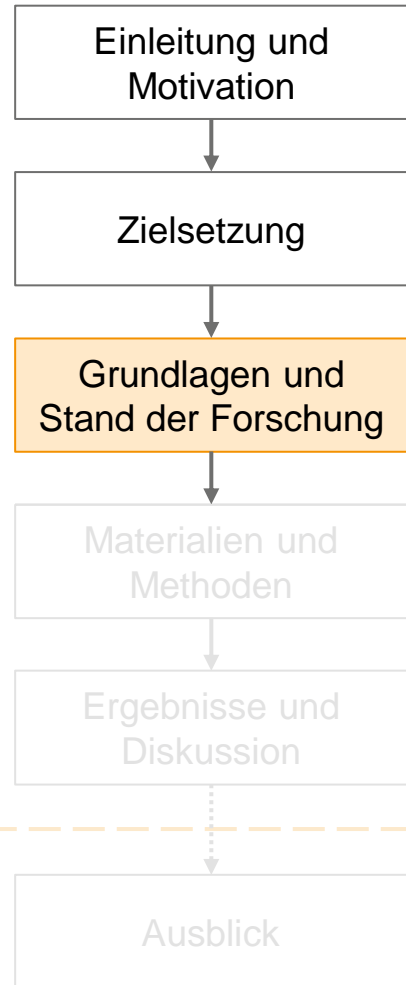
Bildquelle: Eigene Darstellung

Life Cycle Assessment (LCA) nachwachsender Rohstoffe

Phasen der Ökobilanz nach ISO 14040 und 14044

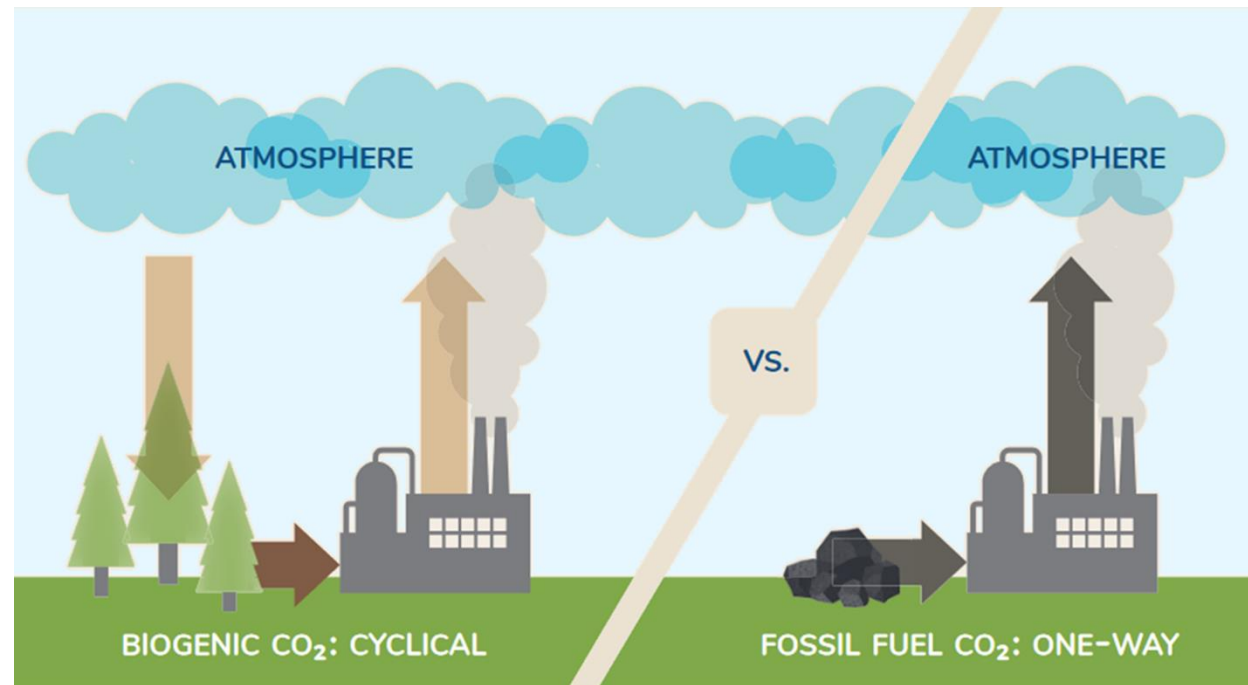


Fragestellungen in der ökologischen Bewertung



Der **biogene Kohlenstoff (C)** ist von besonderer Bedeutung!

biogener C vs. fossiler C

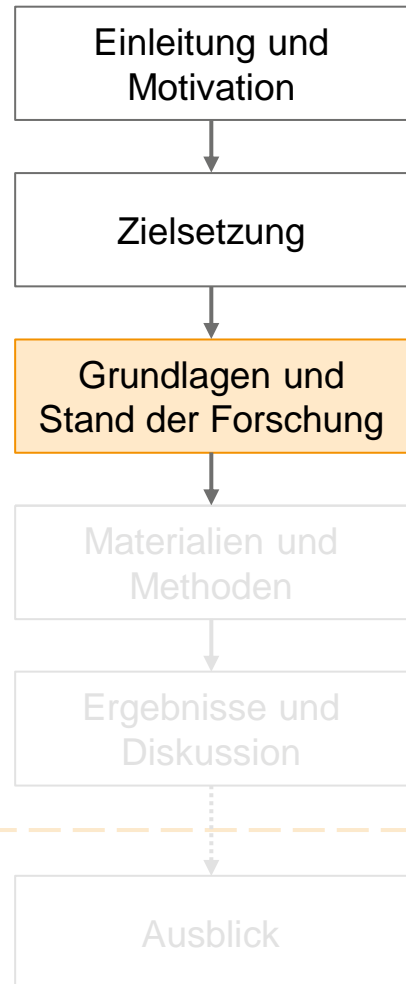


Wie ist biogener C ökologisch zu bewerten?




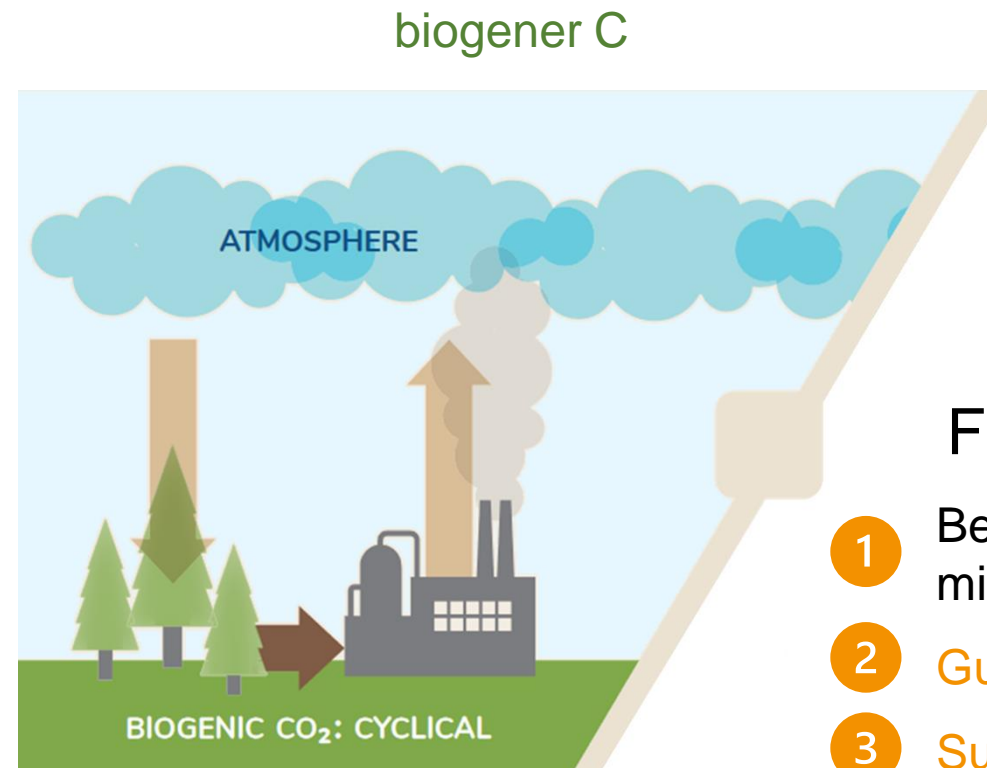
Bildquelle: The National Council for Air and Stream Improvement, Inc. (NCASI),
verfügbar unter: <https://www.ncasi.org/resource/biomass-carbon-neutrality-in-the-forest-products-industry/>

Fragestellungen in der ökologischen Bewertung



Der **biogene Kohlenstoff (C)** ist von besonderer Bedeutung!

Wie ist biogener C ökologisch zu bewerten? 



Paradigma

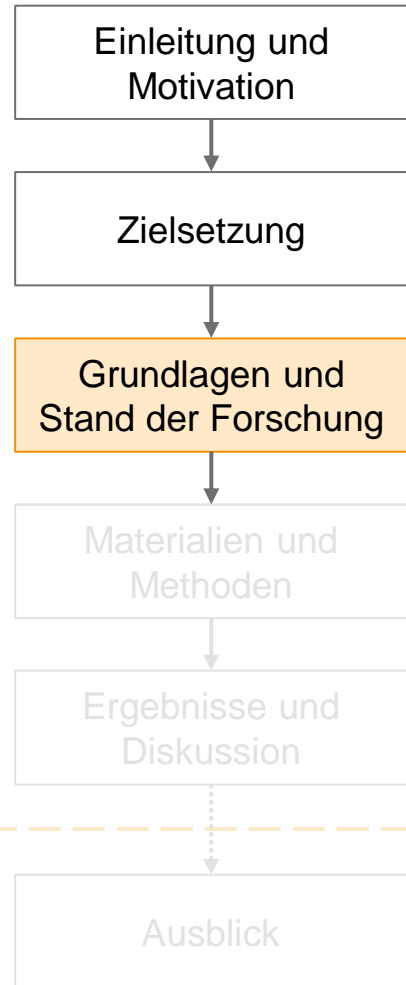
C-Neutralität = Klimaneutralität
→ 0/0 Ansatz

Fragestellungen

- 1 Berücksichtigung der biogenen C-Flüsse mit dem 0/0, 0/+1 oder -1/+1 Ansatz
- 2 Gutschrift
- 3 Substitutionseffekte

Bildquelle: The National Council for Air and Stream Improvement, Inc. (NCASI),
verfügbar unter: <https://www.ncasi.org/resource/biomass-carbon-neutrality-in-the-forest-products-industry/>

Fragestellungen in der ökologischen Bewertung



1

Berücksichtigung biogener C-Flüsse | Der -1/+1 Ansatz

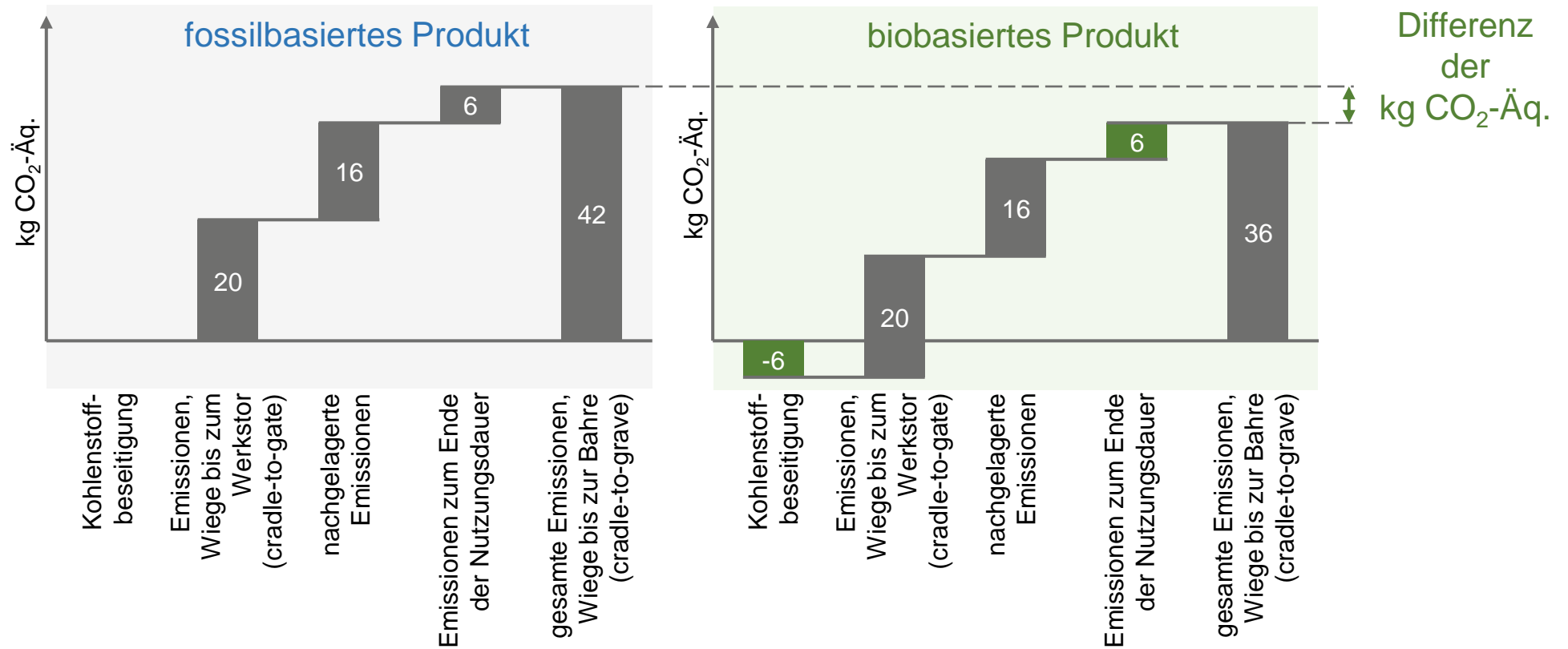
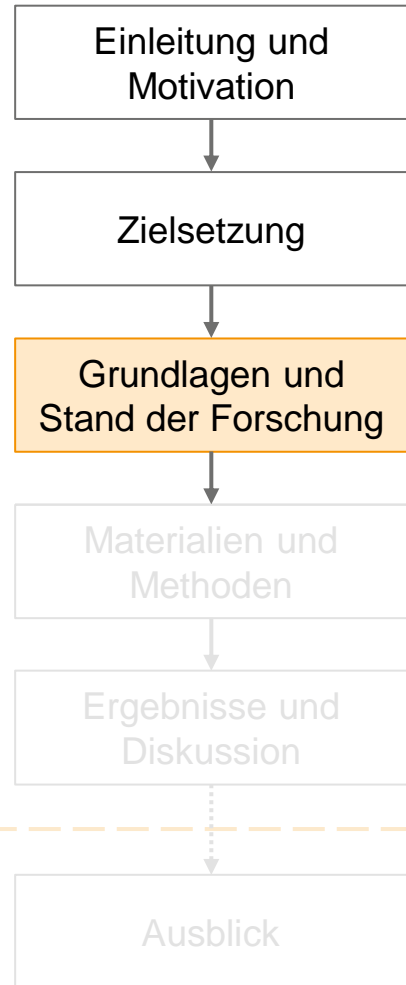


Diagramme in Anlehnung an EN 16760 (2015) und prEN 18027 (2023)

Fragestellungen in der ökologischen Bewertung



2 Gutschrift | Berücksichtigung der temporären C-Speicherung

Beispiel mit einem linearen Diskontierungsansatz:
temporäre C-Speicherung für 80 Jahre

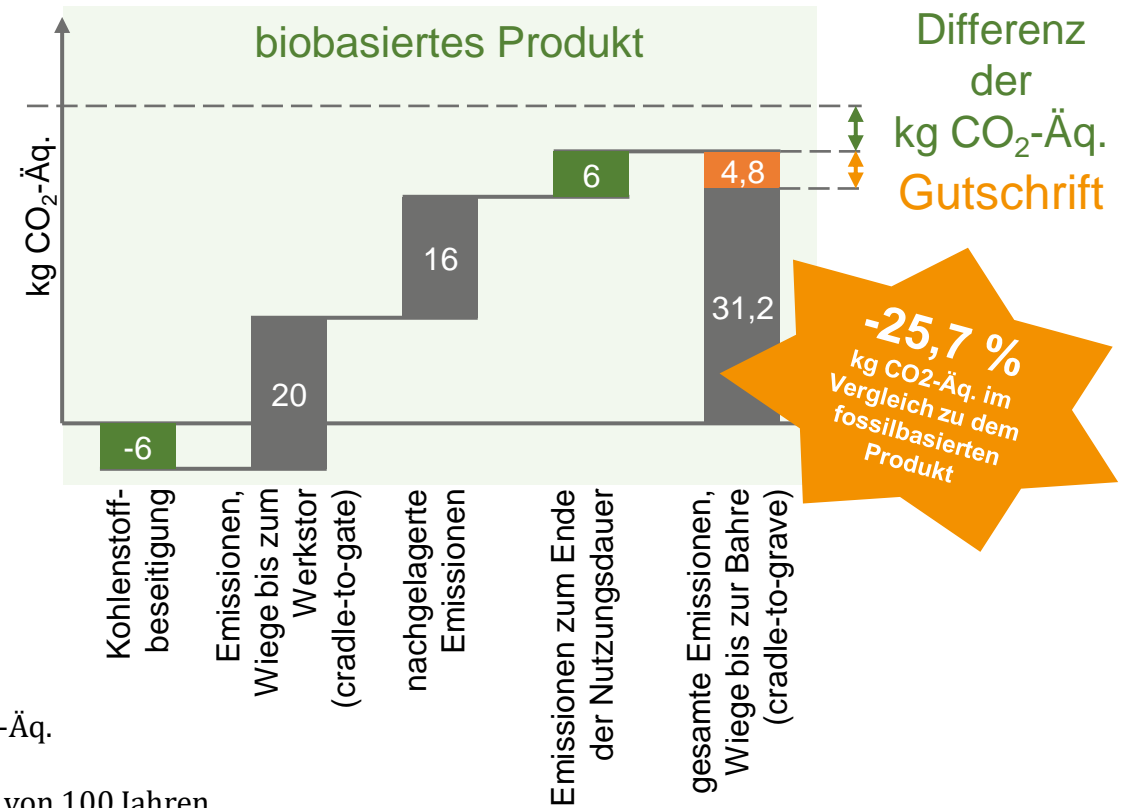
Gutschrift temporäre Speicherung

$$= - \sum m_{\text{CO}_2} \times t_s \times \frac{\text{GWP}_{\text{IPCC,CO}_2}}{100}$$

$$= -6 \text{ kg CO}_2\text{-Äq.} \times 80 \times \frac{1}{100}$$

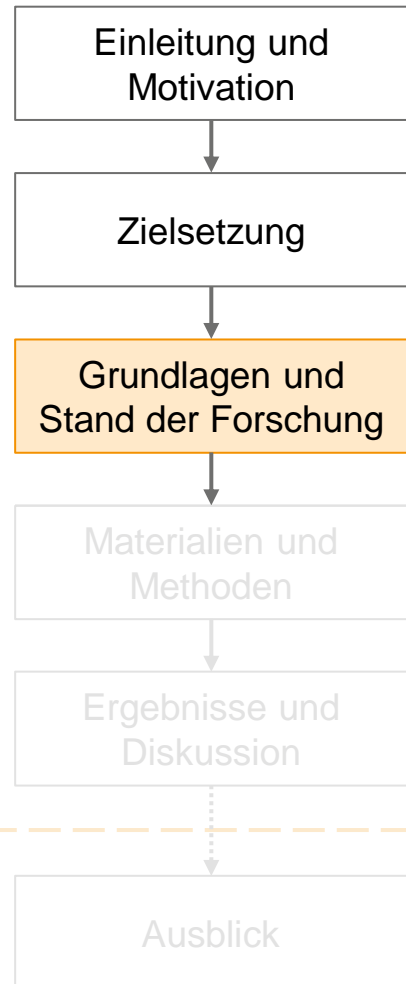
$$= -4,8 \text{ kg CO}_2\text{-Äq.}$$

m_{CO_2} = Masse des emittierten biogenen CO_2 in $\text{kg CO}_2\text{-Äq.}$
 t_s = Speicherdauer in Jahren
 $\text{GWP}_{\text{IPCC,CO}_2}$ = IPCC-GWP für CO_2 über einen Zeitraum von 100 Jahren



Rechenbeispiel nach prEN 18027 (2023); Diagramm in Anlehnung an EN 16760 (2015) und prEN 18027 (2023)

Fragestellungen in der ökologischen Bewertung



3 Substitutionseffekte | Displacement Factor (DF)

Der **DF** beschreibt die Menge an **vermiedenen Emissionen** durch die Nutzung eines **holzbasierten Produkts** anstelle eines Produkts aus **alternativen Materialien**, das die **gleiche Funktion** erfüllt.

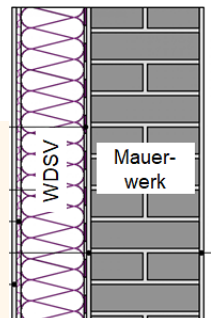
$$DF = \frac{THG_{\text{Nicht-Holz-Produkt}} - THG_{\text{Holz-Produkt}}}{HA_{\text{Holz-Produkt}} - HA_{\text{Nicht-Holz-Produkt}}}$$

$THG_{\text{Nicht-Holz-Produkt}}$; $THG_{\text{Holz-Produkt}}$ = Emissionen (fossil+biogen), aus der Verwendung von Holz- und Nicht-Holz-Produkten (ausgedrückt in kg CO₂-Äq., oder der Masseneinheit von C, die dem CO₂-Äq. entsprechen)

$HA_{\text{Holz-Produkt}}$; $HA_{\text{Nicht-Holz-Produkt}}$ = der in den Holz- und Nicht-Holz-Produkten enthaltene Holzanteil (ausgedrückt in kg CO₂-Äq., oder der Masseneinheit von C)

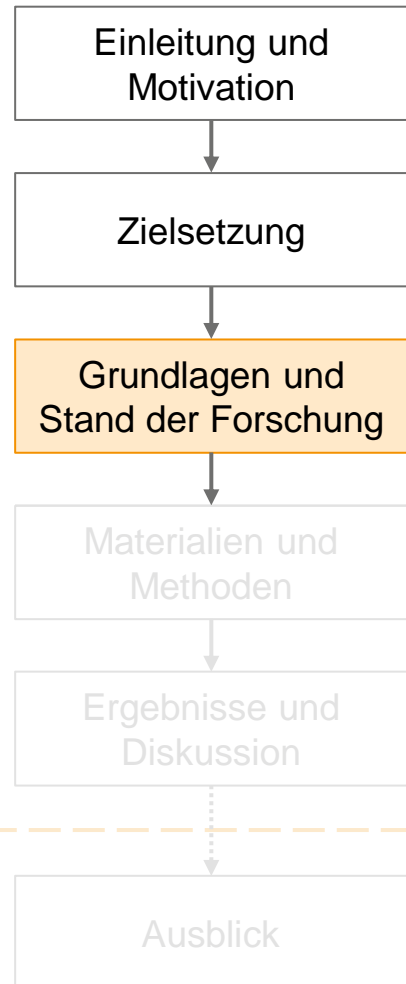
Formel nach Leskinen et al. (2018) Substitution effects of wood-based products in climate change mitigation. From Science to Policy 7. European Forest Institute. <https://doi.org/10.36333/fs07>

Beispiel
Fassadendämmung (Außenwand)



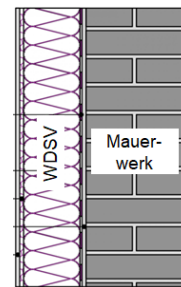
Holzfaser-Platte (Holz-Produkt)
substituiert
XPS-Platte (Nicht-Holz-Produkt)

Fragestellungen in der ökologischen Bewertung



3 Substitutionseffekte | Displacement Factor (DF)

Systemgrenze: cradle-to-gate, DE



Nutzengleichheit*:
Wärmedämmung
der Außenwand [U-Wert]

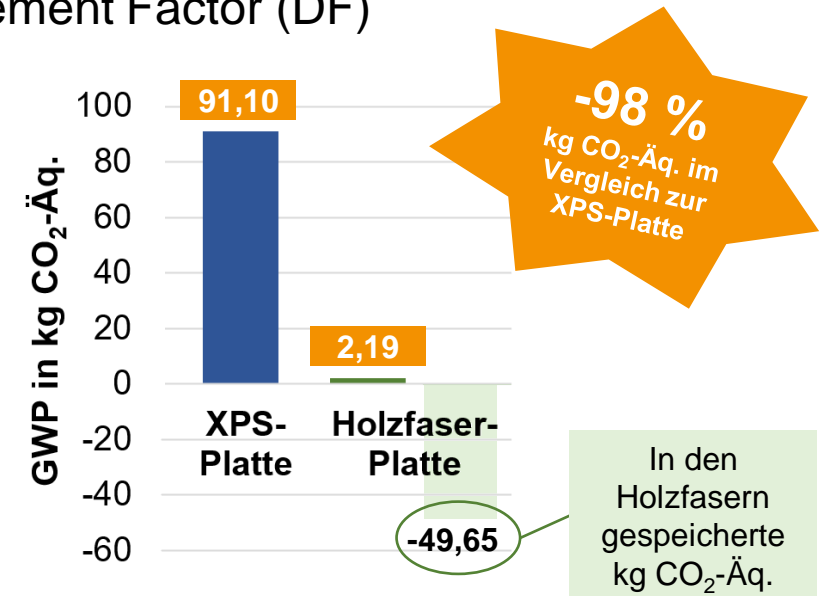
FE: Dämmung 1 m² mit
U-Wert = 0,2 W/(m²*K)

Berechnungen für Nutzengleichheit

Dämmstoff	Eigenschaften		Parameter			Kommentar
	Wärmeleitfähigkeit λ [W/(m*K)]	Dichte [kg/m ³]	Dämmstärke [m]	Volumen [m ³]	Masse [kg]	
XPS	0.035	34.6	0.175	0.18	6.23	Sphera (Datensatz)
Holzfasern	0.038	55.0	0.190	0.19	10.45	Kronoply

Quelle: XPS: eigene Modellierung (cradle-to-gate) mit GaBi; Holzfasern: Umweltproduktdeklaration KRONOPLY flex

* Vereinfachung: Vernachlässigung von Kühlung Sommer (Wärmekapazität), Schallschutz, Brandverhalten, Nutzungsdauer, mechanische Eigenschaften sowie ggfs. konstruktive Änderungen in Abhängigkeit der Fassadendämmung; FE: Funktionelle Einheit

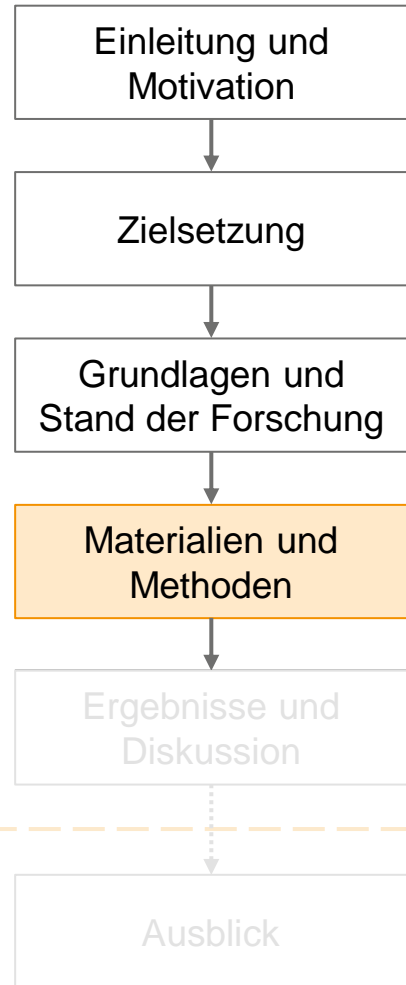


$$DF = \frac{THG_{XPS-Platte} - THG_{Holzfasern-Platte}}{HA_{Holzfasern-Platte} - HA_{XPS-Platte}}$$

$$DF = \frac{91,1 - 2,19}{49,65 - 0} = 1,79$$


Life Cycle Assessment (LCA) nachwachsender Rohstoffe

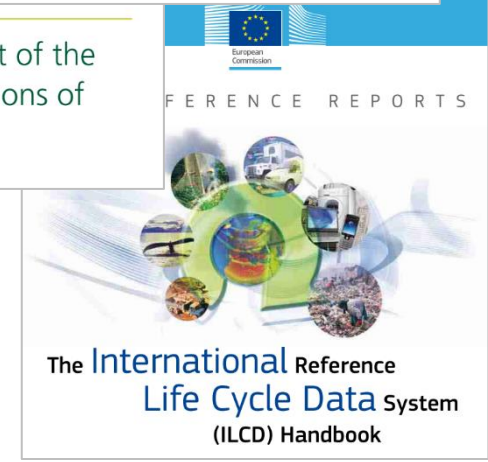
Normen und Standards zur ökologischen Bewertung



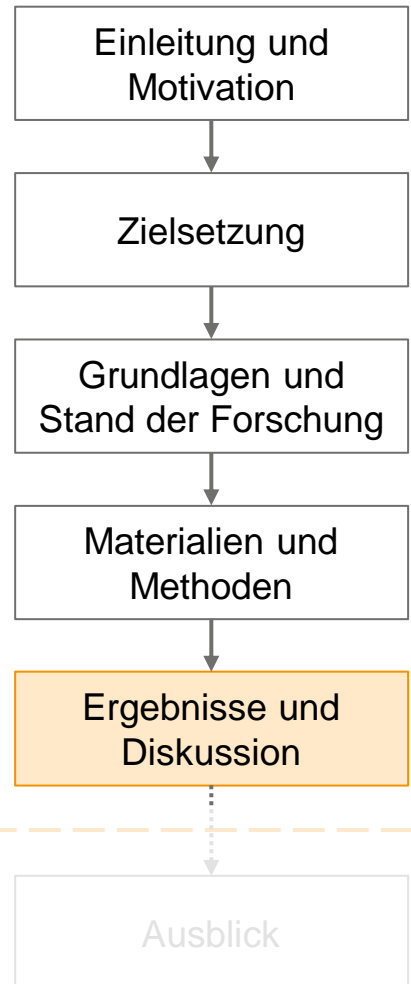
DEUTSCHE NORM		Februar 2021
	DIN EN ISO 14040	DIN
ICS 13.020.10; 13.020.60		Ersatz für DIN EN ISO 14040:2009-11
Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006 + Amd 1:2020); Deutsch		
DEUTSCHE NORM		Februar 2021
	DIN EN ISO 14044	DIN
ICS 13.020.10; 13.020.60		Ersatz für DIN EN ISO 14044:2018-05
Umweltmanagement - Ökobilanz - Anforderungen und Anleitungen		
DEUTSCHE NORM		März 2022
	DIN EN 15804	DIN
ICS 91.010.99; 91.040.01		Ersatz für DIN EN 15804:2020-03
Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte; Deutsch		
DEUTSCHE NORM		Februar 2016
	DIN EN 16760	DIN
ICS 13.020.60		
Biobasierte Produkte - Ökobilanzen; Deutsche Fassung EN 16760:2015		



Wie ist biogener C ökologisch zu bewerten? 



Status quo zur ökologischen Bewertung von biobasierten Produkten



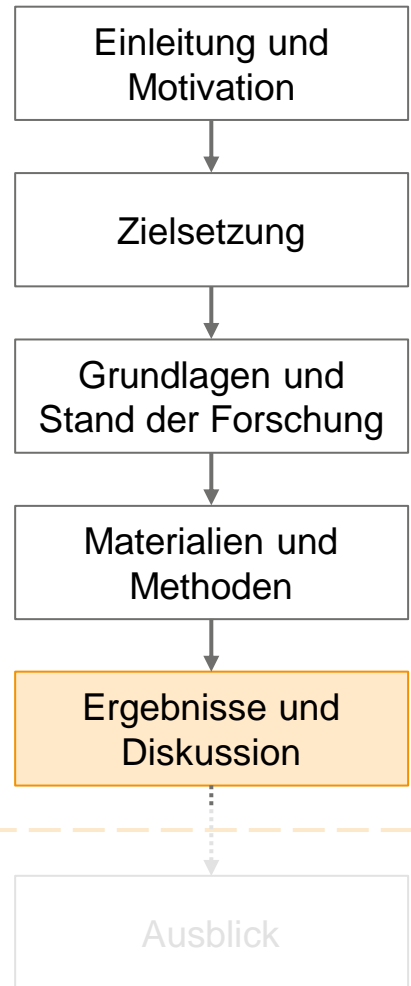
1

Status quo	Fazit
<ul style="list-style-type: none"> – andauernde Diskussionen – viele Normen empfehlen -1/+1 Ansatz – PEF fordert 0/0 Ansatz, zeigt sich aber offen gegenüber Neuerungen – mangelnde Anleitung für einheitliche Berechnungen 	<ul style="list-style-type: none"> → variierende Anforderungen in den Normen und Standards → Komplexes schwer erfassbares Normen-/Standard-Geflecht
<ul style="list-style-type: none"> – andauernde Diskussionen über Gutschriften – verschiedene Ansätze zur Bewertung der C-Speicherdauer – mangelnde Anleitung für einheitliche Berechnungen 	<ul style="list-style-type: none"> → Erstellung vergleichbarer Studien momentan nicht realisierbar!
<ul style="list-style-type: none"> – andauernde Diskussionen über DF – mangelnde Anleitung für einheitliche Berechnungen 	<ul style="list-style-type: none"> → Bedarf an einem einheitlichen Ansatz, Norm oder Standard für die ökologische Bewertung, ohne diese in ihrer Flexibilität einzuschränken!

2

3

Status quo zur ökologischen Bewertung von biobasierten Produkten



1

Status quo	Empfehlung
<ul style="list-style-type: none"> – andauernde Diskussionen – viele Normen empfehlen -1/+1 Ansatz – PEF fordert 0/0 Ansatz, zeigt sich aber offen gegenüber Neuerungen – mangelnde Anleitung für einheitliche Berechnungen 	<ul style="list-style-type: none"> – der -1/+1 Ansatz bietet höchste Transparenz

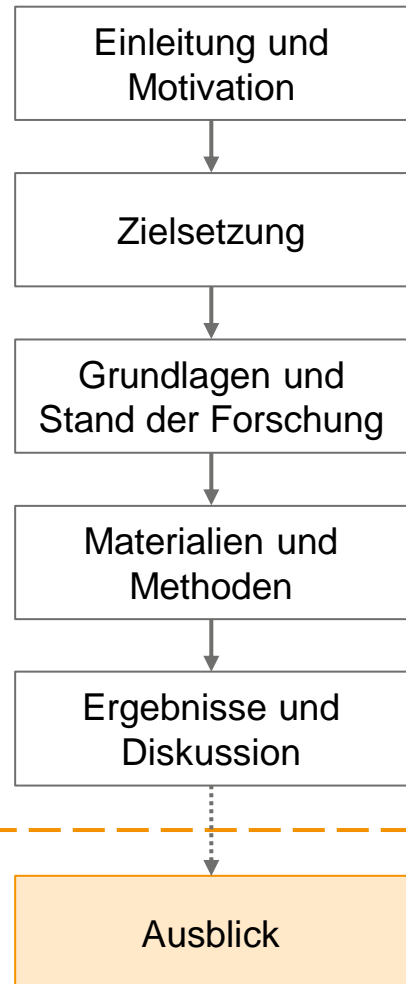
2

<ul style="list-style-type: none"> – andauernde Diskussionen über Gutschriften – verschiedene Ansätze zur Bewertung der C-Speicherdauer – mangelnde Anleitung für einheitliche Berechnungen 	<ul style="list-style-type: none"> – lineare Diskontierung ist relativ ungenau; aber liefert Anreiz zur biogenen C-Bewertung – dynamische LCA (DLCA) bietet höchste Genauigkeit; allerdings arbeitsintensiv
--	---

3

<ul style="list-style-type: none"> – andauernde Diskussionen über DF – mangelnde Anleitung für einheitliche Berechnungen 	<ul style="list-style-type: none"> – gute Möglichkeit zur Darstellung von Substitutionspotentialen – detaillierte Dokumentation für bestmögliche Transparenz nötig
--	--

The Environmental Footprint of Products (PEF)⁵



- Initiative der Europäischen Kommission
- einheitlicher methodischer Ansatz für die Quantifizierung der Umweltleistung eines Produktes über den gesamten Lebenszyklus
- baut auf bestehenden Ansätzen und internationalen Normen zur Berechnung von Umweltauswirkungen auf (z. B. der ISO 14040-Reihe und ILCD-Handbook)

⁵ Blonk (2023) Development of the EU Environmental Footprint datasets, verfügbar unter: https://blonksustainability.nl/news/Development_of_the_EU_Environmental_Footprint_datasets



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Theresa Pscherer

theresa.pscherer@th-rosenheim.de

+49 (0) 8031 805-2868