

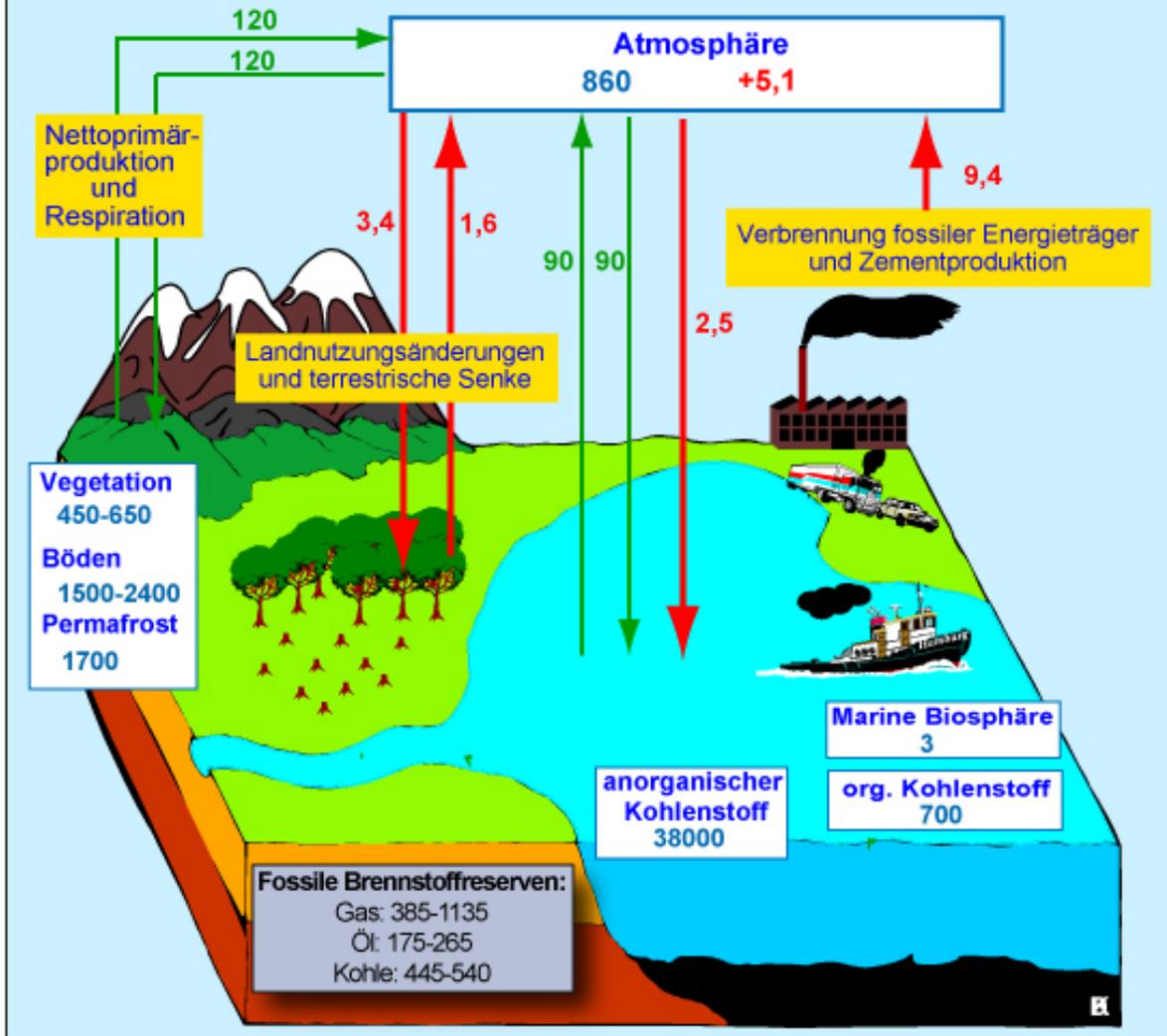
# CO<sub>2</sub>-Bilanzierung

Franziska Hesser, 04.11.2021  
pro:Holz Webinar Modul IV Emissionen, Ressourcen & Kreislaufwirtschaft

# Hintergrund

*... vom natürlichen Kohlenstoffkreislauf und anthropogenen CO<sub>2</sub> Emissionen ...*

# Der Kohlenstoffkreislauf



<https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:CO2-kreislauf.jpg>

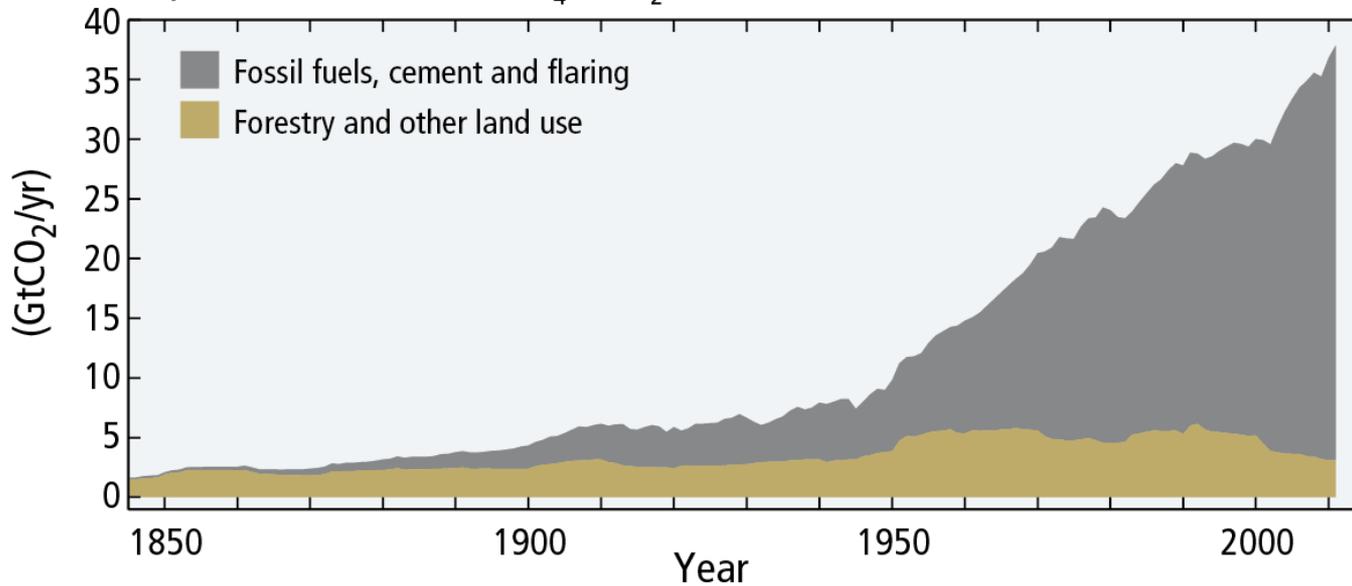
→ v.a. fossiler C reichert sich in der Atmosphäre an

# Anthropogene CO<sub>2</sub> Emissionen

(d)

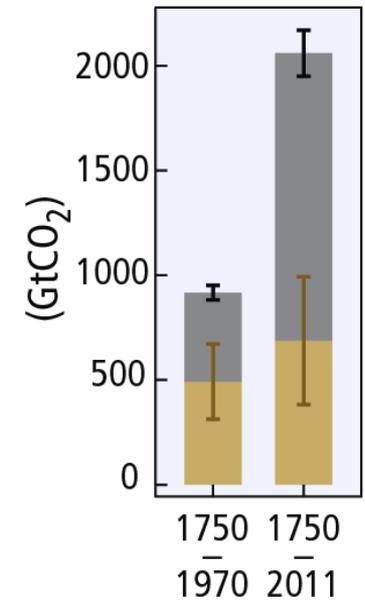
## Global anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions

Quantitative information of CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O emission time series from 1850 to 1970 is limited

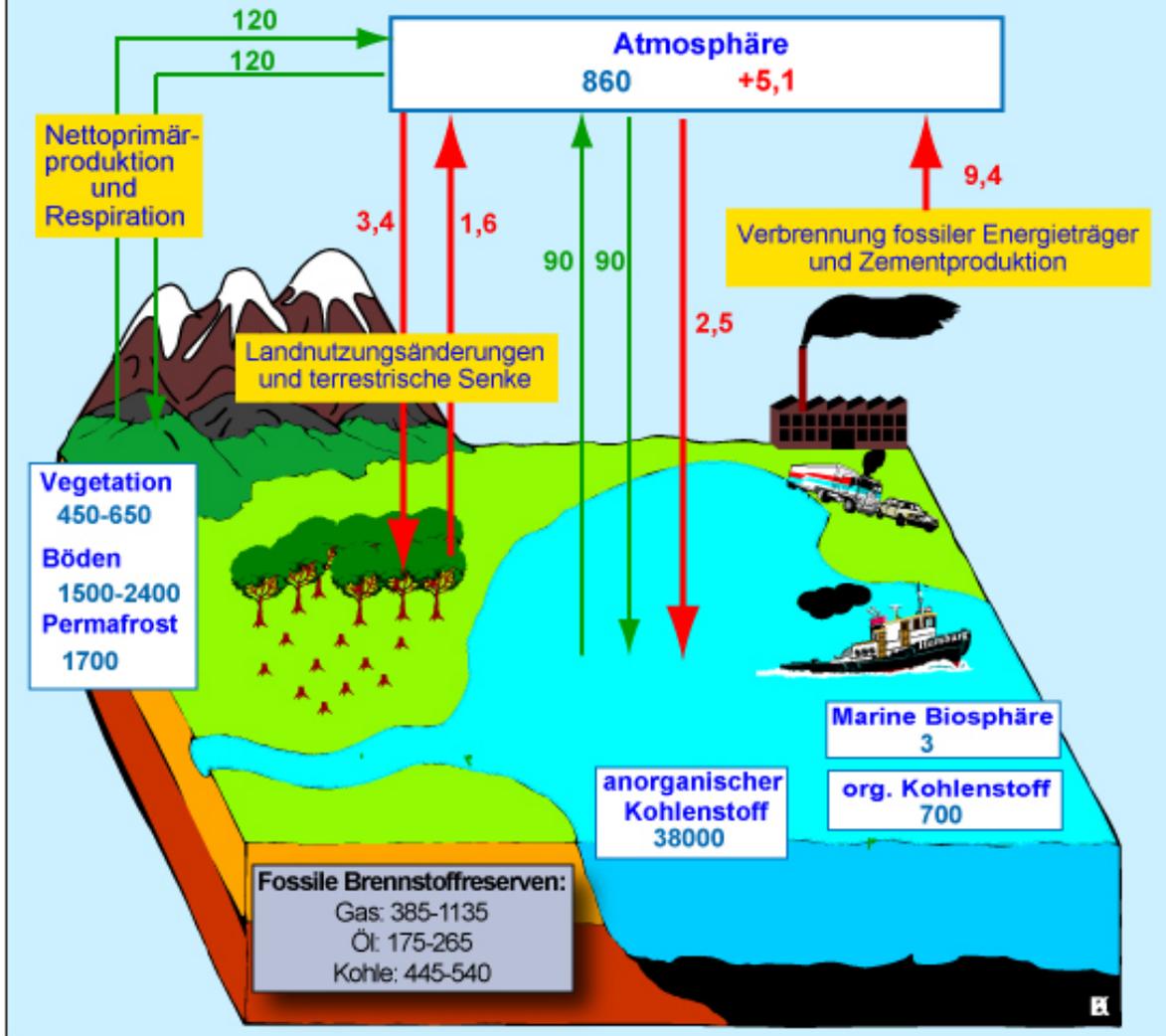


Quellen: IPCC AR5; <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/summary-for-policymakers/>

## Cumulative CO<sub>2</sub> emissions



# Der Kohlenstoffkreislauf

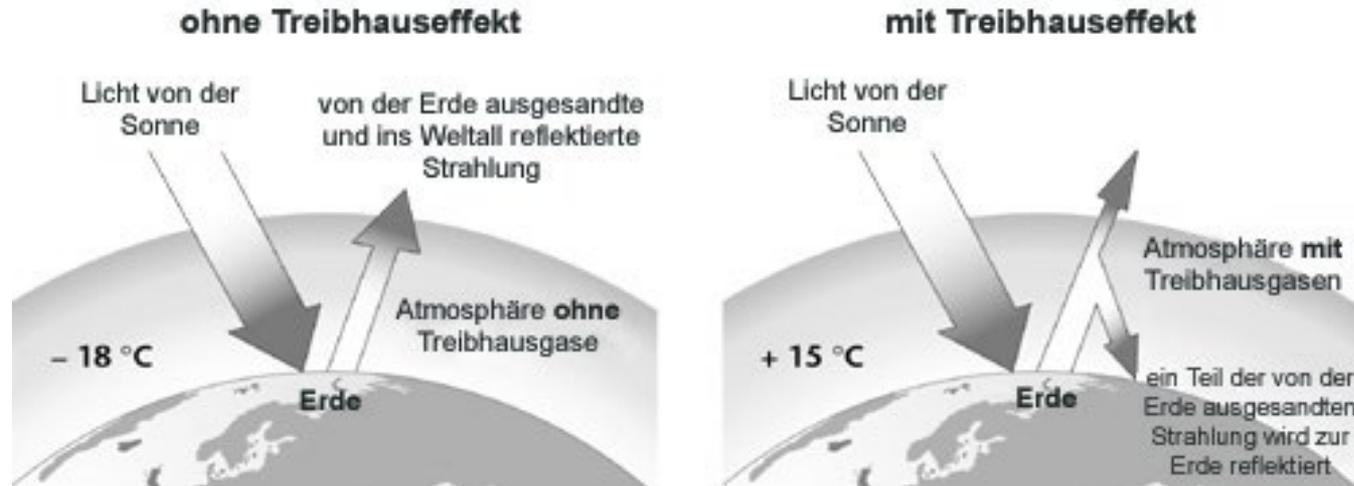


## → Kohlenstoffspeicher Wald

- Photosynthese:  
 $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
- 800 Mio t C im österreichischen Wald gespeichert, d.h. 3 Milliarden t  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre (proHolz, 2021)
- 1t C oxidiert zu 3,67 t  $\text{CO}_2$

<https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:CO2-kreislauf.jpg>

# Der Treibhauseffekt



(Quelle: <https://www.fondation-lamap.org/de/page/20138/unterrichtsstunde-5-was-ist-der-treibhauseffekt>)

Geschätzter Beitrag zu natürlichem Treibhauseffekt:

- Wasserdampf  $\sim 55\%$
- Kohlenstoffdioxid  $\sim 39\%$
- Ozon  $\sim 2\%$
- Methan  $\sim 2\%$
- Distickstoffoxid  $\sim 2\%$

Zu den klimawirksamen Gasen aus anthropogenen Quellen zählen:

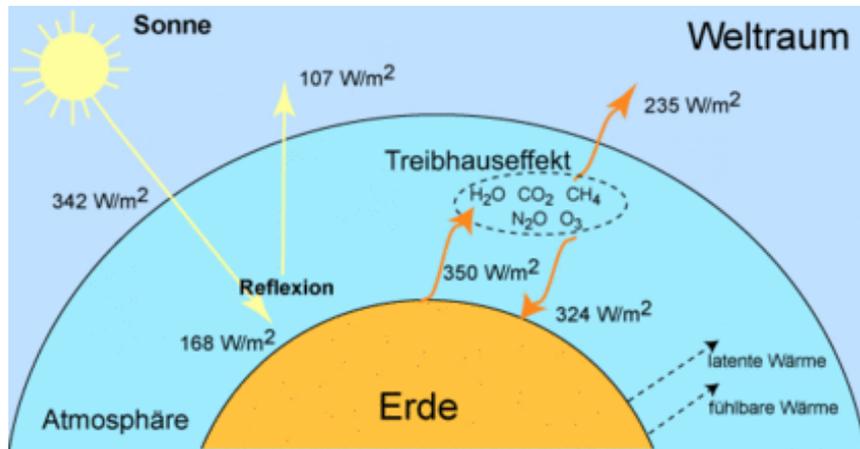
- Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ),
- Methan ( $\text{CH}_4$ ),
- Lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) und
- fluorierte Gase (F-Gase)

→ Treibhauseffekt wird stärker, was die Strahlungsbilanz der Erde verändert.

→ Seit 1750 Anstieg der CO<sub>2</sub> Konzentration von 280 ppm auf heute 414 ppm.

- Abrufbar unter:  
<https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/weekly.html>

→ **Strahlungsantrieb** um 3 W/m<sup>2</sup> erhöht.

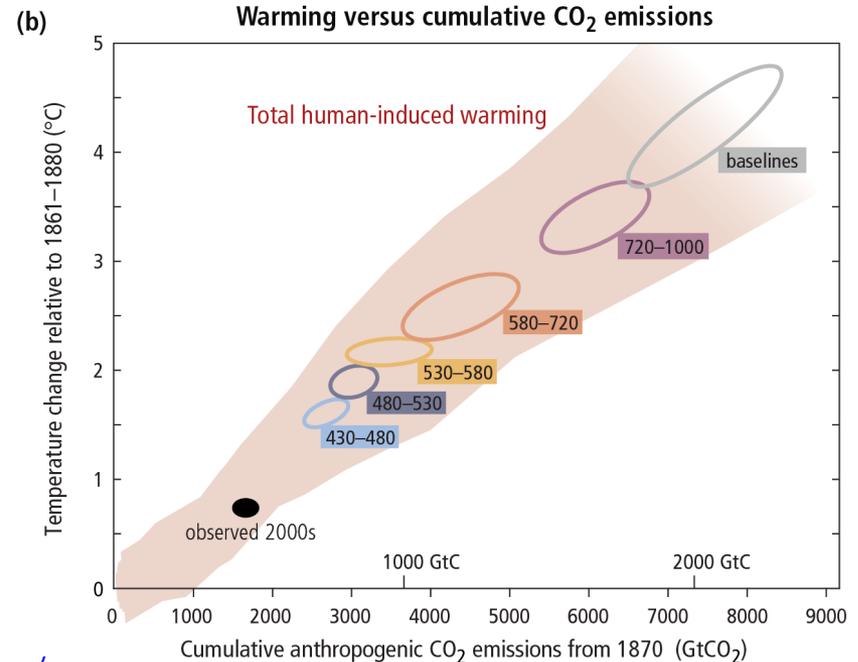
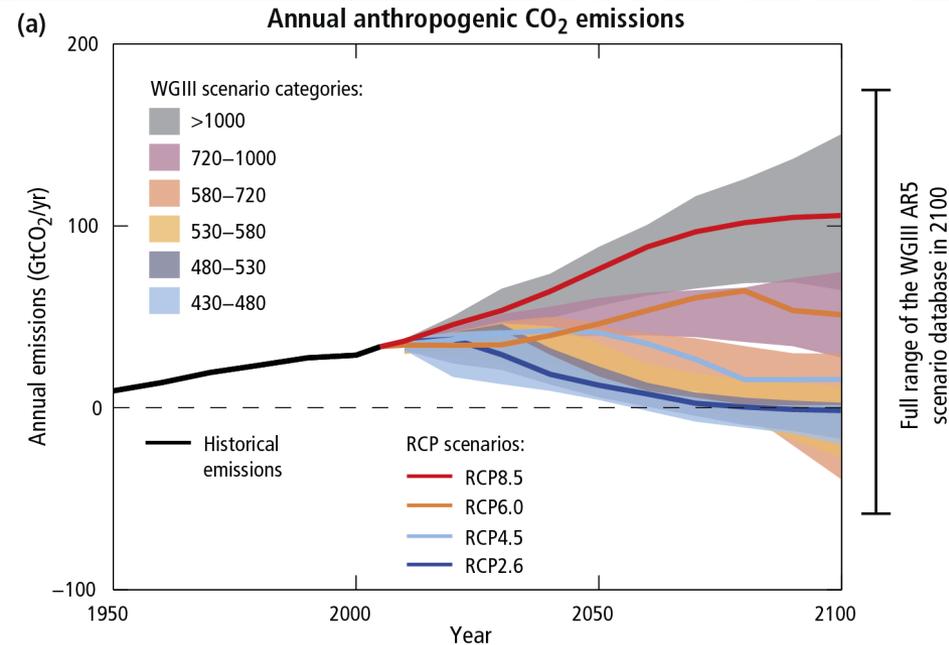


<https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/RCP-Szenarien/>

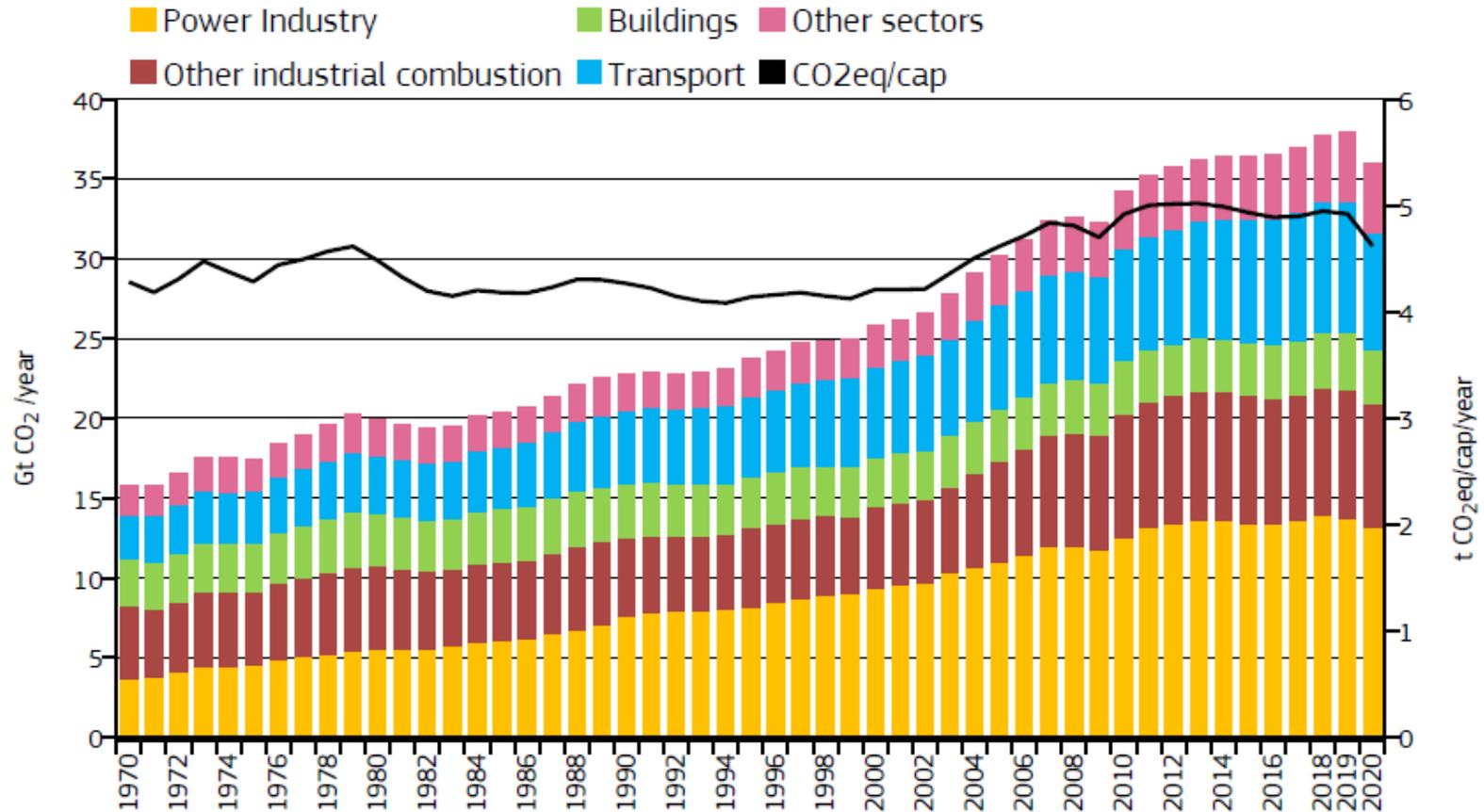
→ **Szenarien der Erderwärmung:**

„Repräsentative Konzentrations-pfade“ nach Erhöhung des Strahlungsantriebs bis 2100 gegenüber dem vorindustriellen Antrieb benannt.

Quellen: IPCC AR5; <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/summary-for-policymakers/>

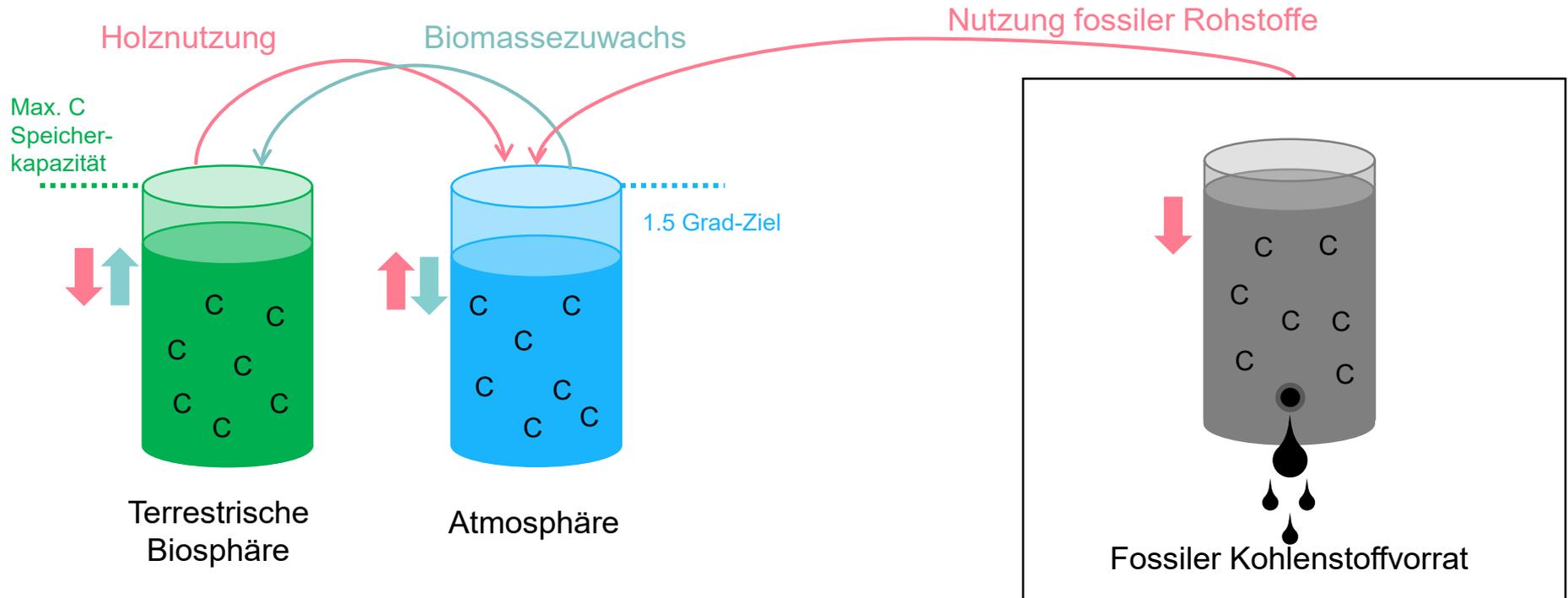


# Globale CO<sub>2</sub> Emissionen nach Wirtschaftssektor



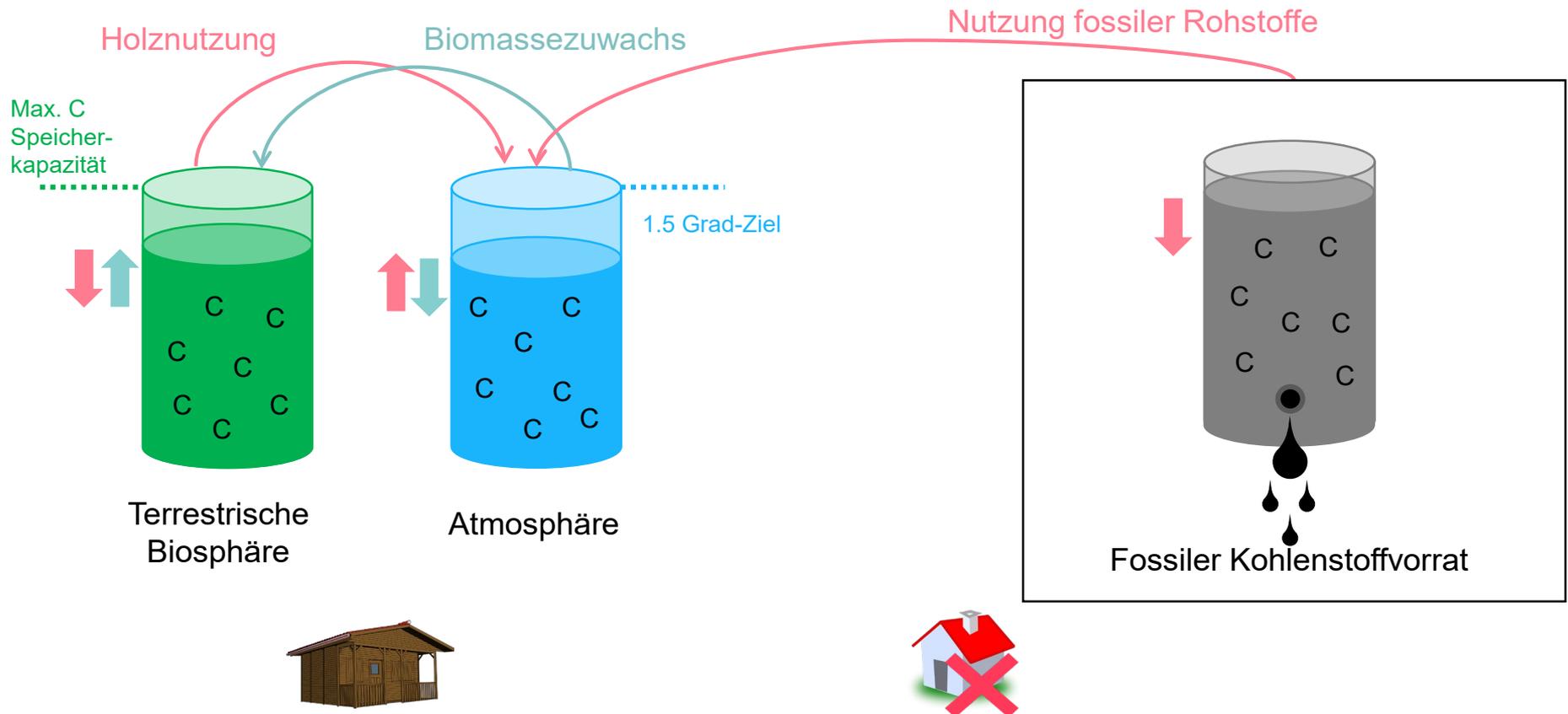
Source: JRC, 2021.

# Kohlenstoffflüsse (vereinfacht!): fossil und rezent



Quelle: Weiss et al., 2019

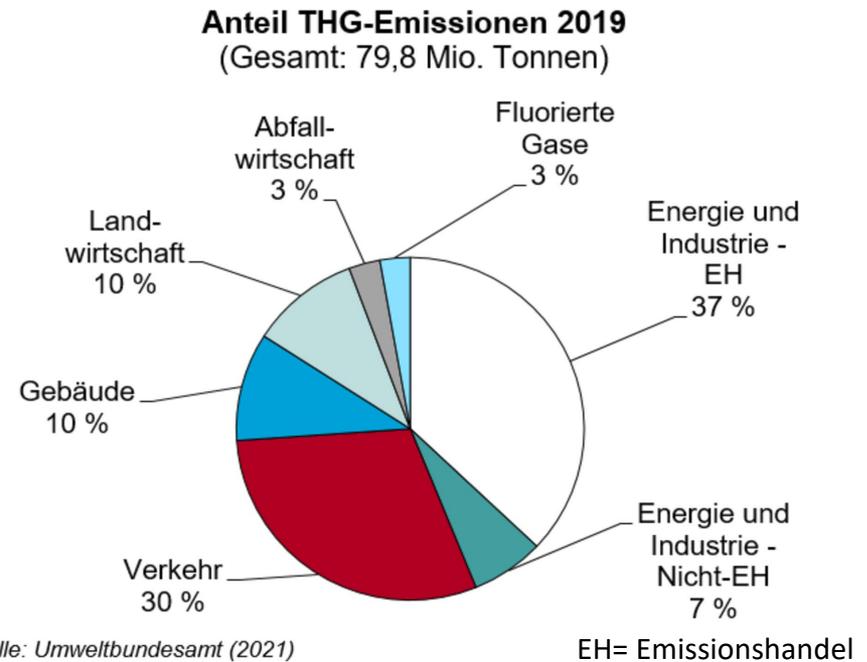
# Kohlenstoffflüsse (vereinfacht!): Rolle von Wald und Holzprodukten



→ Langlebige Holzprodukte sind C-Speicher und vermeiden andere Emissionen (z.B. aus Zementproduktion)

Quelle: Weiss et al., 2019

# Österreich CO<sub>2</sub> Emissionen nach Wirtschaftssektor und Senkenwirkung



## Senkenwirkungen durch Wald- und Holznutzung in Kohlendioxid-Äquivalent (CO<sub>2</sub>e)

- 4,3 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>e durch Kohlenstoffspeicherung im österreichischen Wald
- 1,7 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>e durch Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten aus dem österreichischen Wald
- 8 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>e vermiedene Emissionen durch den Ersatz fossiler Materialien durch die Verwendung von Holzprodukten
- + 82 Mio. Tonnen Österreichische Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub>e)

Quelle: Zahlen von 2017, Umweltbundesamt GmbH: Austria's Annual Greenhouse Gas Inventory 1990–2017.

Submission under Regulation (EU) No 525/2013, Wien 2019; CareForParis, BFW Praxisinfo

Quelle: proHolz Austria, 2020

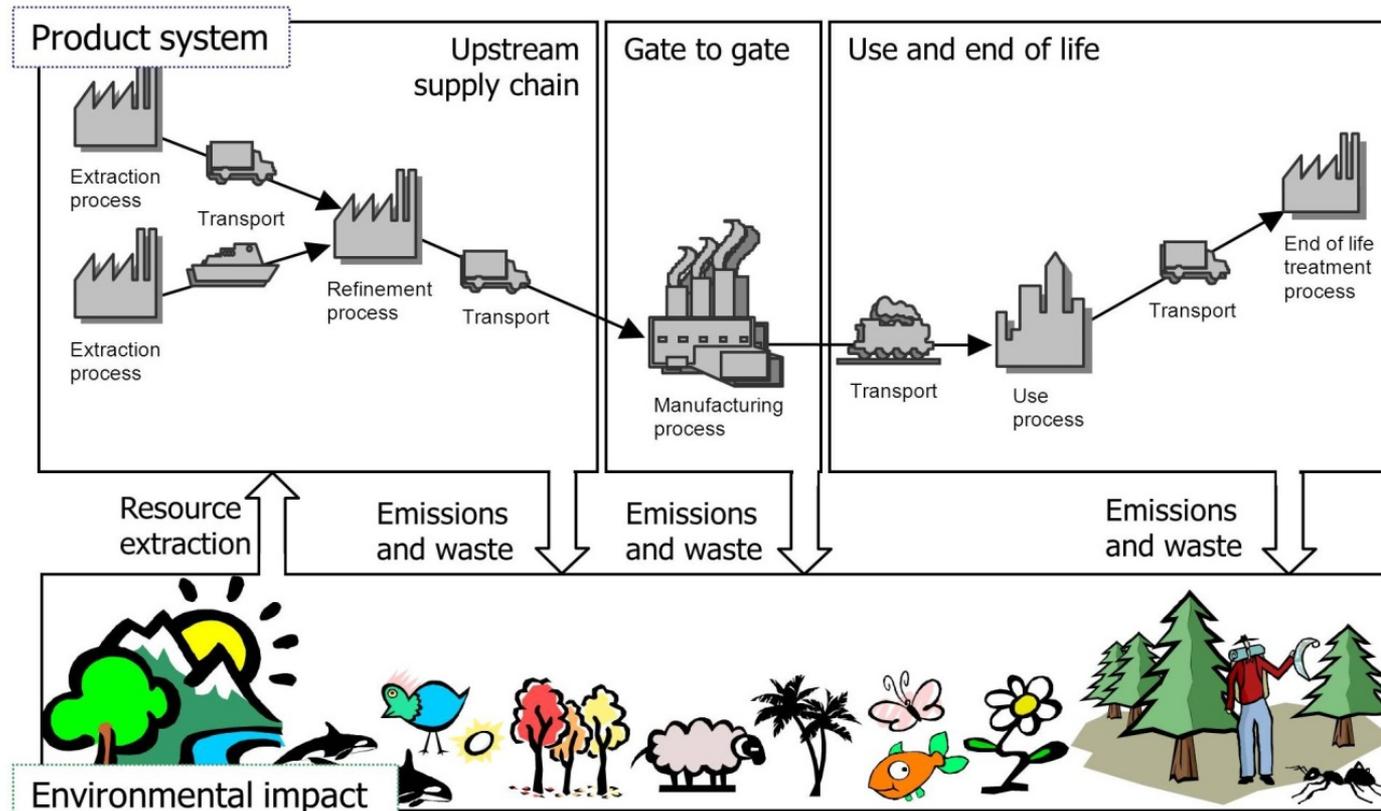
# Carbon Footprint

*... von der Ökobilanz und der CO<sub>2</sub>  
Bilanzierung auf Produktebene ...*

# Ökobilanz

Standardisierte Methode zur Analyse von Umwelteinflüssen menschlicher Tätigkeiten mit dem Ziel zu erkennen, wie schädliche Umweltwirkungen reduziert werden können.

→ ISO 14040:2006: Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework

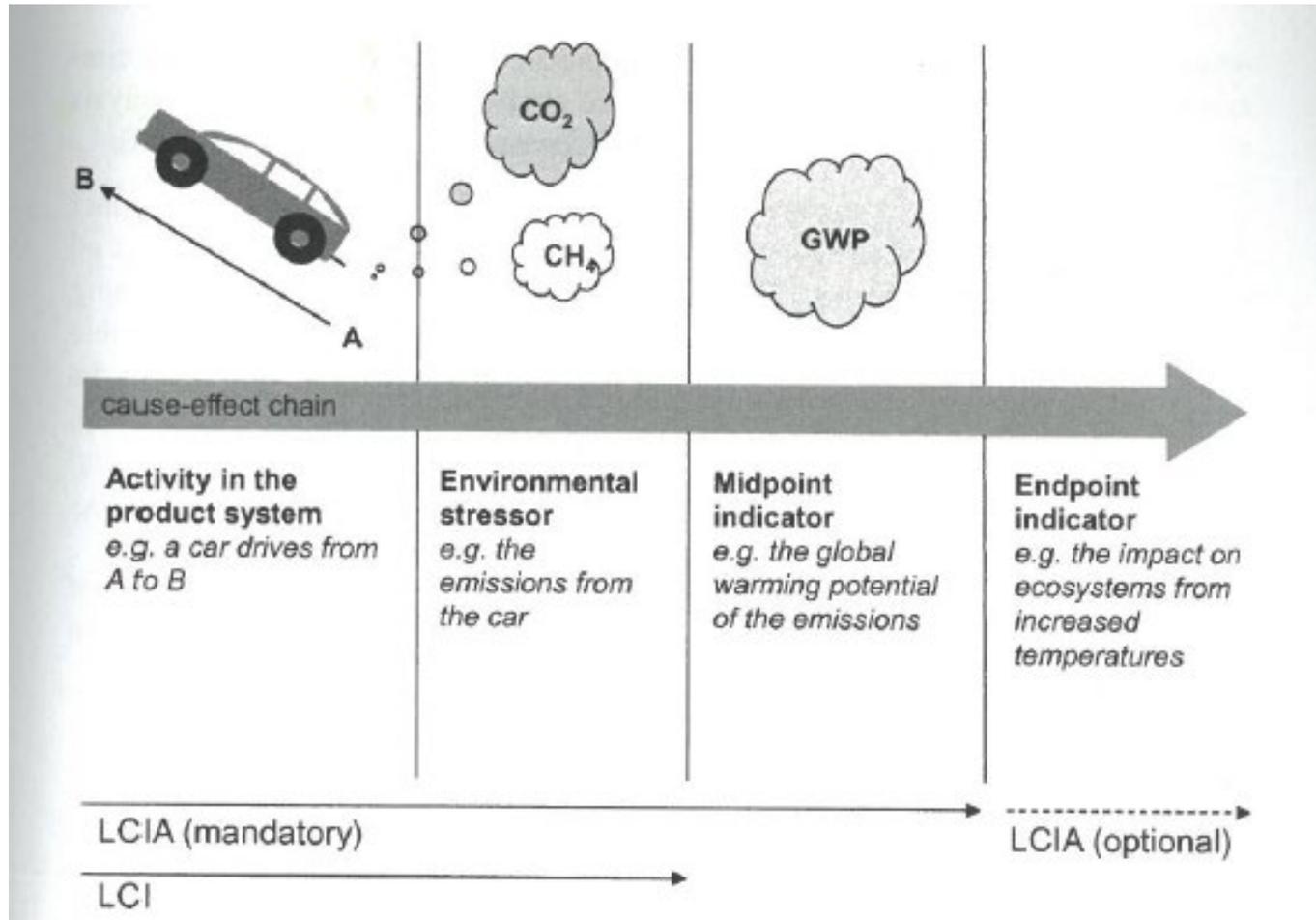


© Raul Carlson, Ann-Christin Pålsson, Chalmers University of Technology, 1998. Used with permission

[Source: [https://dantes.info/Tools&Methods/Environmentalassessment/enviro\\_asse\\_lca\\_detail.html](https://dantes.info/Tools&Methods/Environmentalassessment/enviro_asse_lca_detail.html)]

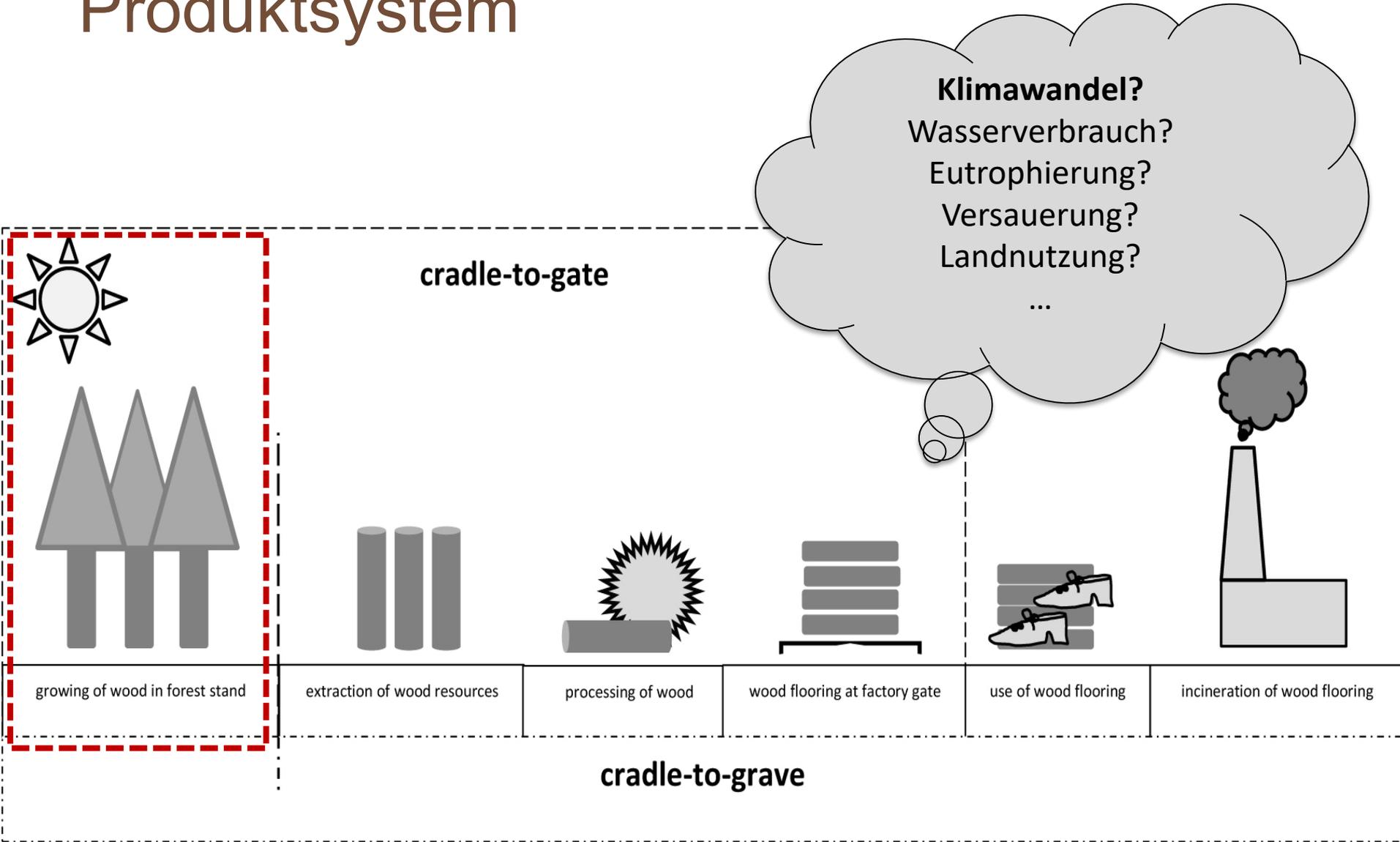
# Wirkungsanalyse

## in Bezug auf Funktion



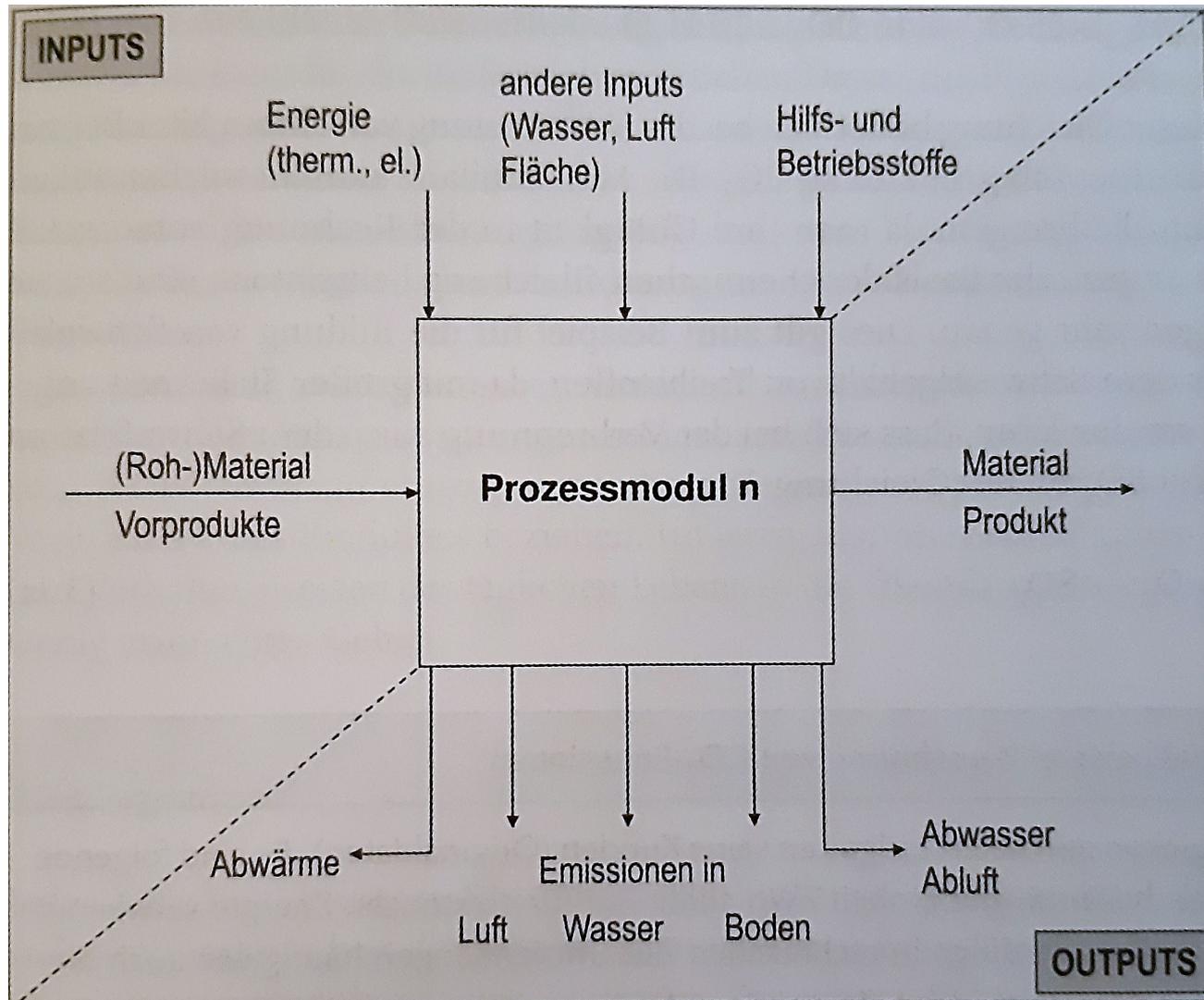
Source: (Sandin et al., 2016)

# Produktsystem



(Hesser, 2014)

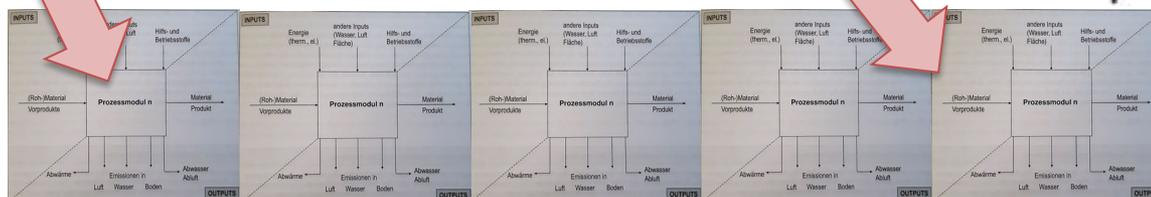
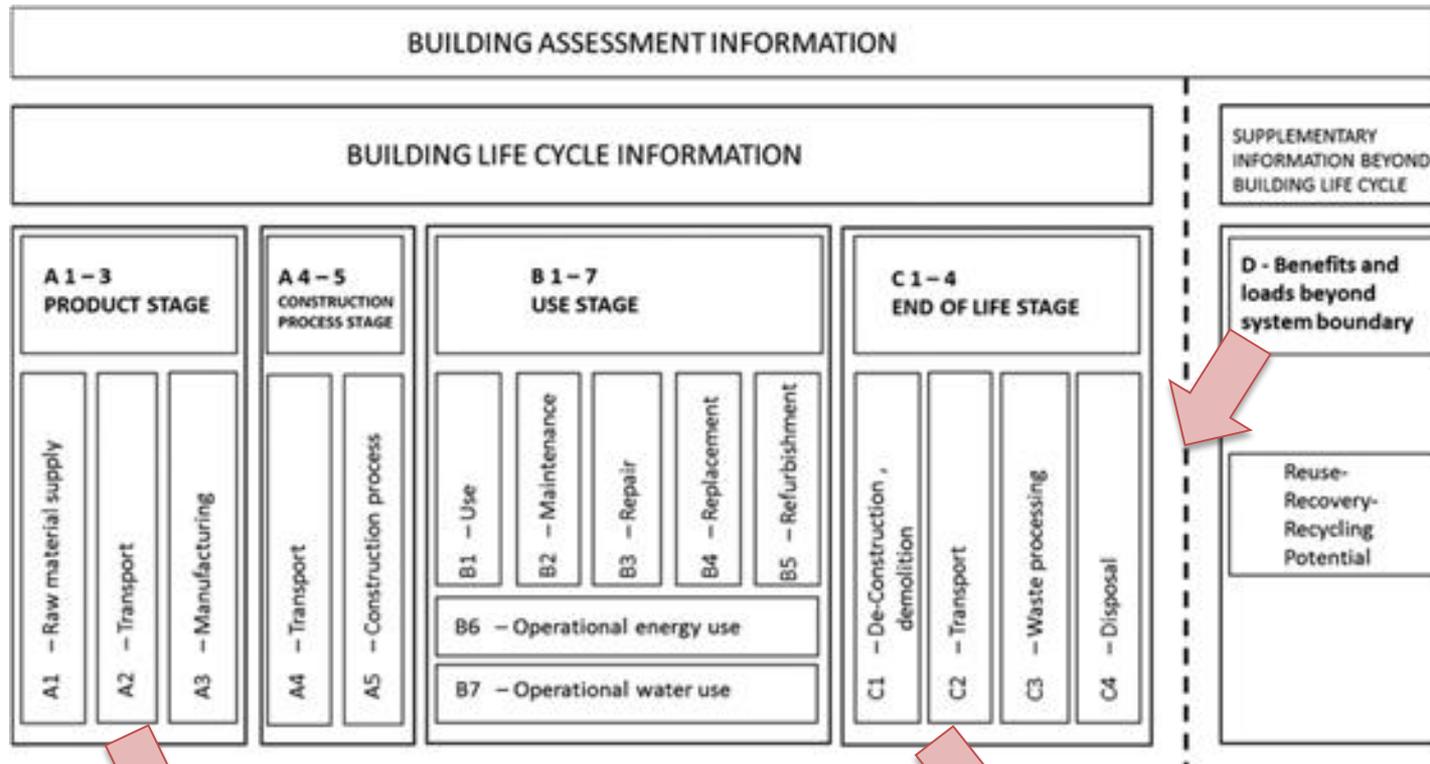
# Sachbilanz



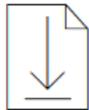
(Klöpper und Grahl, 2007)

# Umweltproduktdeklaration (EPD)

- EN15804: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte
- EN 16485: Rund- und Schnittholz – Umweltproduktdeklarationen – Produktkategorieregeln für Holz und Holzwerkstoffe im Bauwesen



# Beispiel: EPD aus dataholz



Datenblatt

Mehrschichtparkett – "Fertigparkett"



**Massivparkett**  
Laubholz 10 mm

Lebenszyklus Phase	GWP [kg CO <sub>2</sub> Äqv.]	AP [kg SC]
A1-A3	48,251	3,801

letzte Änderung 23.08.2017

## Mehrschichtparkett – "Fertigparkett"

Mehrschichtparkettelemente gemäß EN 13489 sind Elemente bestehend aus einer Nuttschicht aus Massivholz von mindestens 2,5 mm Dicke und einer oder mehreren Trägerschichten aus Holz oder Holzwerkstoffen, die miteinander verleimt sind. Vorwiegend werden 2-Schichtparkette (Nuttschicht und Trägerschicht) und 3-Schichtparkette (3-schichtiger Aufbau) hergestellt. 2-Schichtparkette weisen Dicken von 9 bis 22 mm, 3-Schichtparkette meist Dicken von 10 bis 22 mm auf. Es werden rechteckige und quadratische Elementformen hergestellt. Die Breiten der rechteckigen Elemente haben gemäß nationalem Vorwort der EN 13489 zwischen 100 und 240 mm sowie Längen zwischen 1200 und 2400 mm. Größere Formate werden meist als 3-schichtiger Aufbau angeboten. Quadratische Elemente haben Breiten bzw. Längen von 240 bis 800 mm. Für die Nuttschichte werden vorwiegend die Holzarten Eiche, Rotbuche, Esche, Fichte und Lärche verwendet. Die Elemente müssen präzise bearbeitet und geschliffen sein und an allen Seiten über Nut und/oder

## Ökologische Bewertung (m<sup>3</sup>)

### Mehrschichtparkett

Nuttschicht: Laubholz, Trägerschicht: Nadelholz

Lebenszyklus Phase	GWP [kg CO <sub>2</sub> Äqv.]	AP [kg SO <sub>2</sub> Äqv.]	EP [kg PO <sub>4</sub> Äqv.]	ODP [kg R11 Äqv.]	POCP [kg Ethen Äqv.]	PERE [MJ]
A1-A3	257,546	4,163	1,600	7,33e-5	0,202	536



letzte Änderung 23.08.2017

GWP-Fossil	GWP-Biogenic	GWP - LULUC*
------------	--------------	--------------

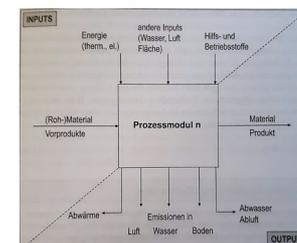
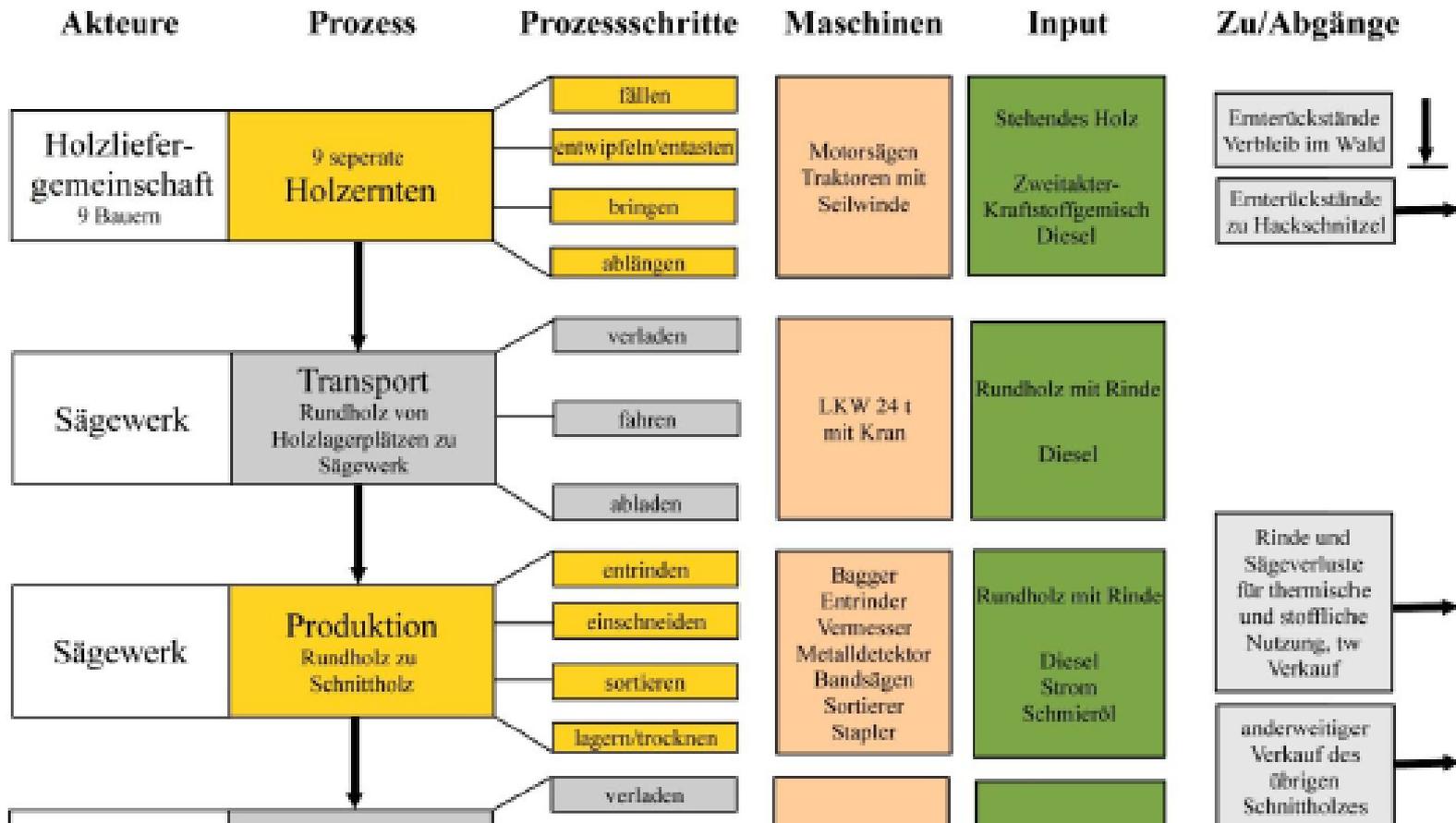
\*land use and land use change

<https://www.dataholz.eu/baustoffe/holzfußboeden-und-parkett/mehrschichtparkett-fertigparkett.htm>

# Beispiel einer CO<sub>2</sub>-Bilanzierung

- .. *ein Blick hinter die Kulissen* ...

# Prozess Schnittholzproduktion

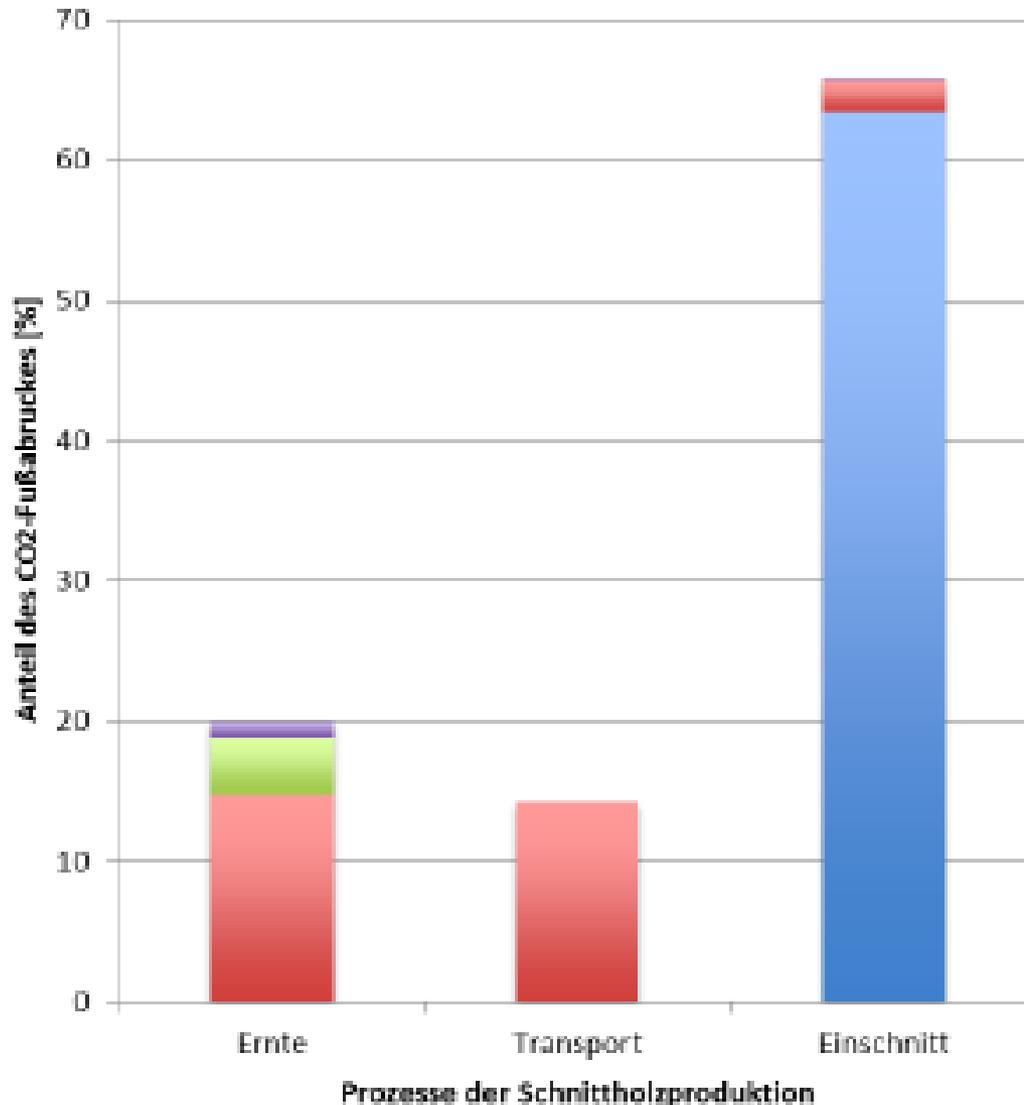


# CO<sub>2</sub>-Fußabdruck Schnittholz (Wiege bis Werkstor)

Holz Ernte 378, 48 m <sup>3</sup>	INPUT	[l]	[kWh]	Emissionsfaktor CO <sub>2</sub> e [kg/kWh] <sup>o</sup>	CO <sub>2</sub> -Fußabdruck [kg CO <sub>2</sub> e]
<b>Prozess (1): Ernte</b>	<b>Diesel</b>	390	3.891	0,2865	1.115
	<b>Kraftstoffgem.</b>	84	990	0,312	309
	<b>Sägekettenöl</b>	49	465	0,179	83
<b>Prozess (2):Transport</b>	<b>Diesel</b>	375	3.735	0,287	1.071
<b>Prozess (3): Säge</b>	<b>Diesel</b>	60	599	0,2865	172
	<b>Sägenöl</b>	5	52	0,179	9
	<b>Strom</b>	-	8.345	0,572	4.773
<b>Schnittholzprod. 204,82 m<sup>3</sup></b>					<b>7.532</b>
<b>1 m<sup>3</sup></b>					<b>37</b>

<sup>o</sup> aus GEMIS 4.7: ÖKO INSTITUT

# Anteile am CO<sub>2</sub>-Fußabdruck Schnittholz



→ Produktion von Schnittholz ist nicht CO<sub>2</sub> frei

→ Hier wurden ca 200 m<sup>3</sup> Schnittholz produziert:

- 90.000 kg Holz
- 40.00Kg C
- 150.000 kg CO<sub>2</sub> Speicherwirkung



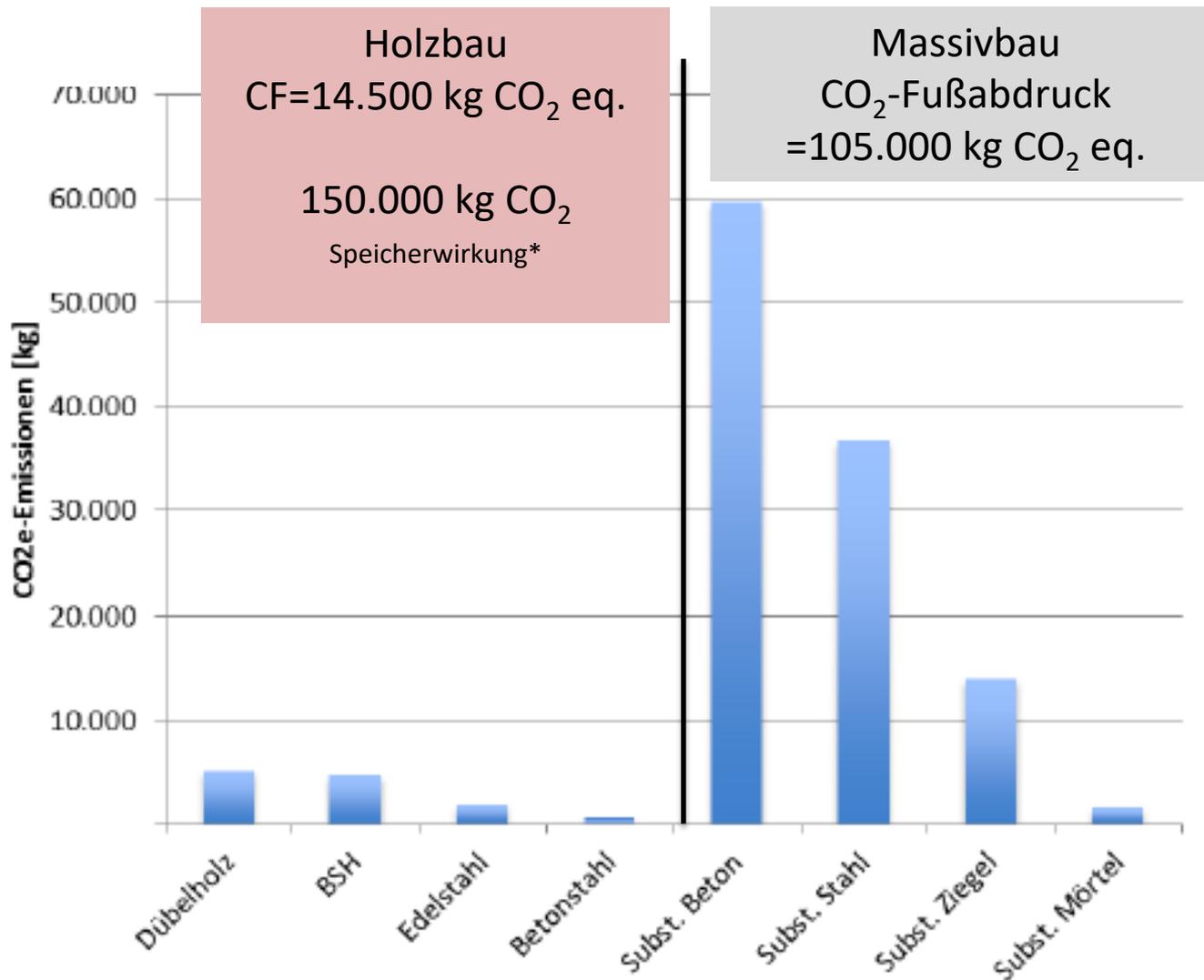
# Fallstudie Feuerwehrhaus Steinbach a. Z.



Foto: Simon Bauer

→ proHolz Oberösterreich Publikation unter: [https://www.proholz-ooe.at/fileadmin/proholz.ooe/media/publikation\\_wertschoepfunholz.pdf](https://www.proholz-ooe.at/fileadmin/proholz.ooe/media/publikation_wertschoepfunholz.pdf)

# Vergleich von zwei Bauausführungen



→ Vorteile der Vollholzbauweise:

- weniger verbautes Volumen, Faktor 1,5
- geringere Baumasse, Faktor 7
- geringerer CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, Faktor 1:7

\* Siehe EN 16449: Holz- und Holzprodukte - Berechnung der Speicherung atmosphärischen Kohlenstoff-Dioxids

# Institutionalisierung

*... oder von der Professionalisierung der  
Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden ...*

# Nachhaltiges Bauen I

→ EN 15643:2019 12 01: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Allgemeine Rahmenbedingungen zur Bewertung von Gebäuden und Ingenieurbauwerken

## Materialzertifizierungen

- **Environmental Product Declarations** (EPD, EN15804) Umweltaspekte von Bauprodukten über ihren gesamten Lebenszyklus
- **Sentinel Haus Instituts:** bewerten eingesetzte Baumaterialien bezüglich ihrer Schadstoffbelastung für die Raumluft.
- **natureplus-Qualitätszeichen:** Gesundheitsverträglichkeit, Funktion und Umweltverträglichkeit
- **IBO-Prüfzeichen** (Österreichisches Institut für Baubiologie und –ökologie): Bewertung nach strengen baubiologischen und bauökologischen Kriterien betrachtet dabei den gesamten Lebenszyklus eines Produktes
- ...

## Datenbanken

- [https://www.oekobaudat.de/no\\_cache/datenbank/suche/daten/db2.html#bereich2](https://www.oekobaudat.de/no_cache/datenbank/suche/daten/db2.html#bereich2)
- <https://www.dataholz.eu/>
- <https://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php>

# Nachhaltiges Bauen II

## Gebäudezertifizierungen

- **Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen**: wirtschaftliche, ökologische und städtebauliche Qualitäten
- **Bewertungssystem nachhaltiges Bauen**: für öffentliche Bundesbauten: ökologische, ökonomische, soziokulturelle und funktionale sowie technische, Prozess- und Standortqualitäten
- **Leadership in Energy and Environmental Design**: Standort, effiziente Wassernutzung, Energie und Atmosphäre, Materialien und Ressourcen, Innenraumqualität sowie Innovation, Design und Regionalität
- **Building Research Establishment Environmental Assessment Method**: Management am Bau, Gesundheit und Behaglichkeit, Energie, Transport, Wasser, Materialien, Abfall, Landverbrauch, Ökologie und Verschmutzung
- **Ökoindex OI3** vom IBO: vereinfachte quantitative Bewertungsmethode für Baustoffe, Konstruktionen und Gebäude auf Basis von Ökokennzahlen und Ökobilanzen mit software eco2soft <https://www.baubook.at/eco2soft/>
- ...

# Schlussfolgerungen

- CO<sub>2</sub>-Fußabdruck wird immer wichtiger: Standards, Datenbanken und Bewertungsmodelle, Zertifizierungen sind vorhanden und werden stetig weiterentwickelt.
- Es gibt Professionisten für die CO<sub>2</sub>-Fußabdruck Berechnung.
- CO<sub>2</sub>-Fußabdruck auf Produktebene schafft Wissen über Klimawirkung: wir können Verantwortung übernehmen in Planungs- und Entscheidungsprozessen.
- Stellschrauben um CO<sub>2</sub>-Fußabdruck für Bauprojekte zu reduzieren:
  - Baumaterialien nach ökologischen Kriterien auswählen
  - Materialien funktionsgerecht und effizient einsetzen
  - Masse and Material durch Materialwahl und Planungslösungen einsparen
  - Neue Materialien einsparen d.h. Materialien wiederverwenden und Rückbauoptionen einplanen
  - Strategien zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Fußabdruck in den verschiedenen Lebenszyklusphasen kombinieren.
  - ..... ressourceneffiziente Planung an sich bis hin zur Nullvariante ...?

# Quellen

- Carson, R, Häggström, S., Palsson, A-C, (2003): LCA Training Package. Industrial Environmental Information, Chalmers University of Technology.
- Hauschild, M et al. (Eds.) (2018): Life Cycle Assessment. Springer
- JRC (2021): GHG emissions of all world countries booklet 2021 report.
- Klöpfer W. und Grahl B. (2007): Ökobilanz (LCA)- Ein Leitfaden für Ausbildung und Ebruf. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.
- proHolz (2021): Wald und Holz sind CO2 Langzeitspeicher. Unter: <https://www.proholz.at/wald-und-holz/co2-klima-wald/co2-speicher-wald/wald-und-holz-sind-co2-langzeitspeicher>
- Proholz Austria (2020): Zuschnitt 77. ISBN 978-3-902926-35-7
- Sandin, R (2016): Life Cycle Assessment of Forest Products. Springer
- Umweltbundesamt (2021): Treibhausgase. unter: <https://www.umweltbundesamt.at/klima/treibhausgase>
- Weiss et.al. (2019): CareforParis: Abschlusspräsentation.

Kontakt:

Kompetenzzentrum Holz GmbH  
Altenberger Straße 69  
A-4040 Linz

Tel.: +43 (0)732 2468 6750

Fax: +43 (0)732 2468 6755

E-Mail: [zentrale@kplus-wood.at](mailto:zentrale@kplus-wood.at)

Homepage: [www.wood-kplus.at](http://www.wood-kplus.at)