



# Nachhaltigkeit messbar machen

Nachhaltigkeitsbewertung mit dem ökologischen Fußabdruck

**Barbara Truger & René Kollmann**  
**LEVILO**



# Wer wir sind und was wir tun



- Private gemeinnützige Organisation mit Sitz in Graz
- 2021 gegründet
- Soziale und ökologische Nachhaltigkeit



- ECOThink integriert nachhaltiges Design und Ökobilanzierung (LCA) in die berufliche Aus- und Weiterbildung
- Projekt, das praktische Fähigkeiten vermittelt:
  - Nachhaltiges Produkt- und Prozessdesign
  - Berechnung des ökologischen Fußabdrucks und Lebenszyklusanalyse





# Agenda



## Teil I

- Einleitung
- Ökobilanzierung (LCA)
- Ökologischer Fußabdruck nach SPI
- Übung: Flussdiagramm Weinbau

## Teil II

- Einleitung (Verwendung von SPionWeb)
- Übung: Ökologischer Fußabdruck Weinbau

TEIL I

# Einleitung



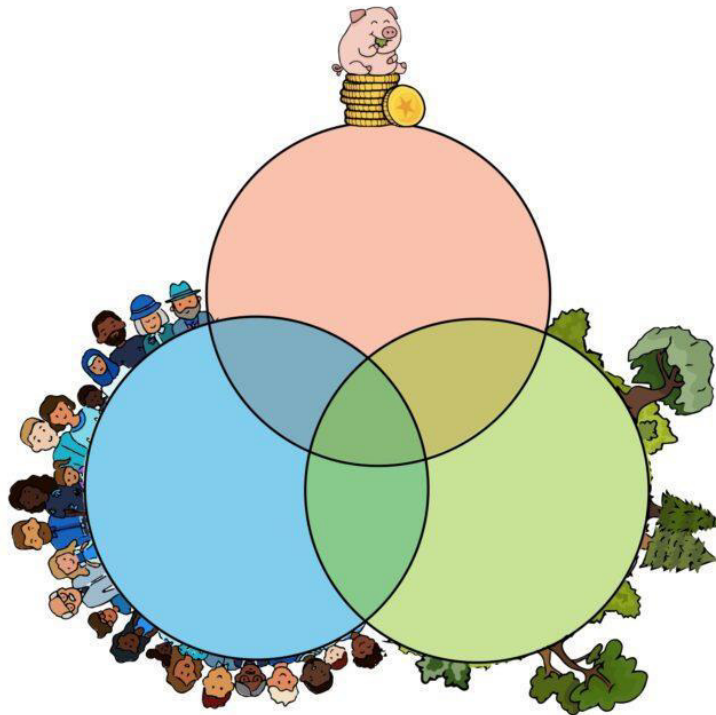
# Nachhaltigkeit

Entwicklung, die „den **Bedürfnissen der heutigen Generation** gerecht wird, ohne die **Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden**, ihre **eigenen Bedürfnisse** zu befriedigen und ihren **Lebensstil zu wählen**“



## Schwache Nachhaltigkeit

Die wirtschaftliche, soziale und ökologische Dimension der Nachhaltigkeit sind gleichermaßen wichtig. Natürliches Kapital kann durch menschengemachtes Kapital ersetzt werden.



(Dies scheint eine verbreitete Ansicht unter politischen Entscheidungsträger\*innen zu sein: Die Schädigung eines Ökosystems wird akzeptiert, wenn seine Leistungen ersetzt werden können.)

Schwache Nachhaltigkeit -- A. Hoeben & T. Brüdermann -- [klimapsychologie.com](http://klimapsychologie.com) -- CC-BY-NC-ND

## Starke Nachhaltigkeit

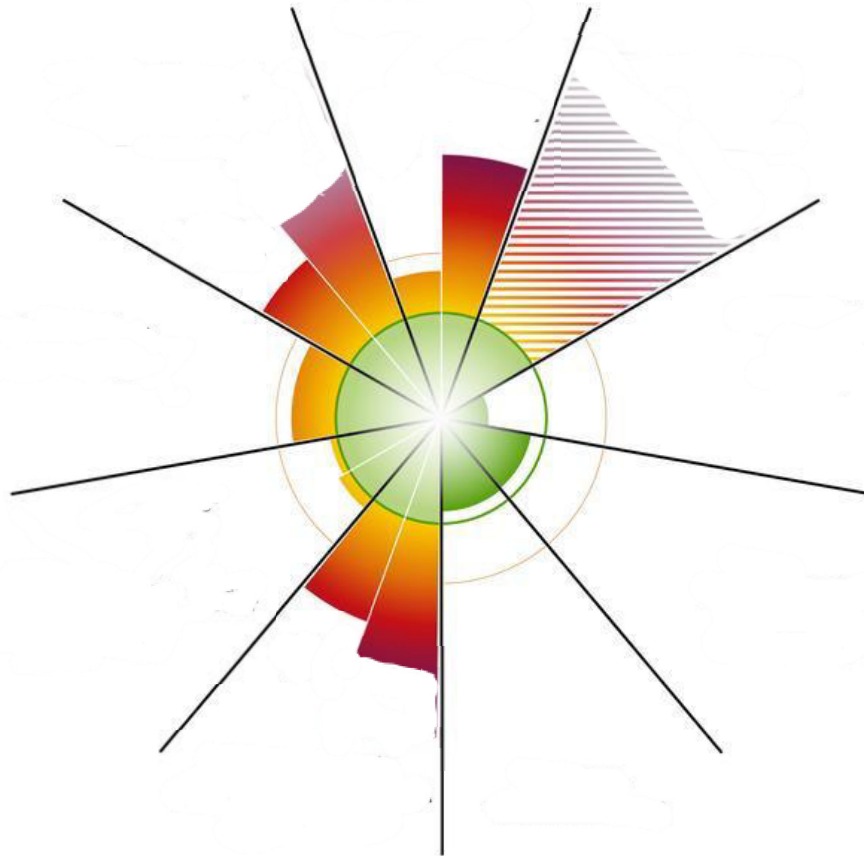
Die Entwicklung von Sozial- und Wirtschaftssystemen soll Ökosysteme nicht schädigen. Natürliches Kapital darf nicht durch menschengemachtes Kapital ersetzt werden.



(Dies ist eine verbreitete Ansicht in den Nachhaltigkeitswissenschaften.)

Starke Nachhaltigkeit -- A. Hoeben & T. Brüdermann -- [klimapsychologie.com](http://klimapsychologie.com) -- CC-BY-NC-ND

# Gibt's da noch mehr? Planetare Grenzen

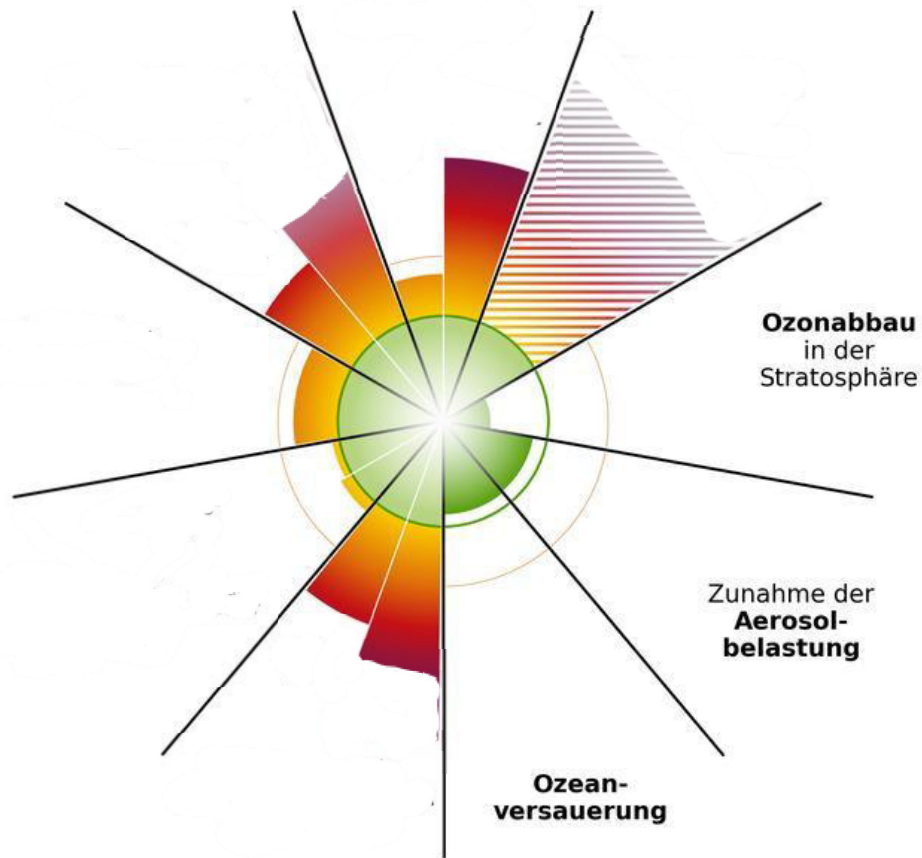


<https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/infothek/planetare-grenzen>



- Veränderung im Süßwassersystem
- Ozonabbau (*Ozonloch*)
- Veränderung in biochemischen Kreisläufen (*Überdüngung*)
- Klimawandel
- Intakte Biosphäre (*Artenvielfalt*)
- Aerosolbelastung (*Schadstoffe in der Atmosphäre*)
- Veränderung der Landnutzung (*Anteil Waldfläche*)
- Überladung mit neuartigen Stoffen (*z.B. Mikroplastik, Chemikalien, Atommüll*)
- Ozeanversauerung

# Gibt's da noch mehr? Planetare Grenzen

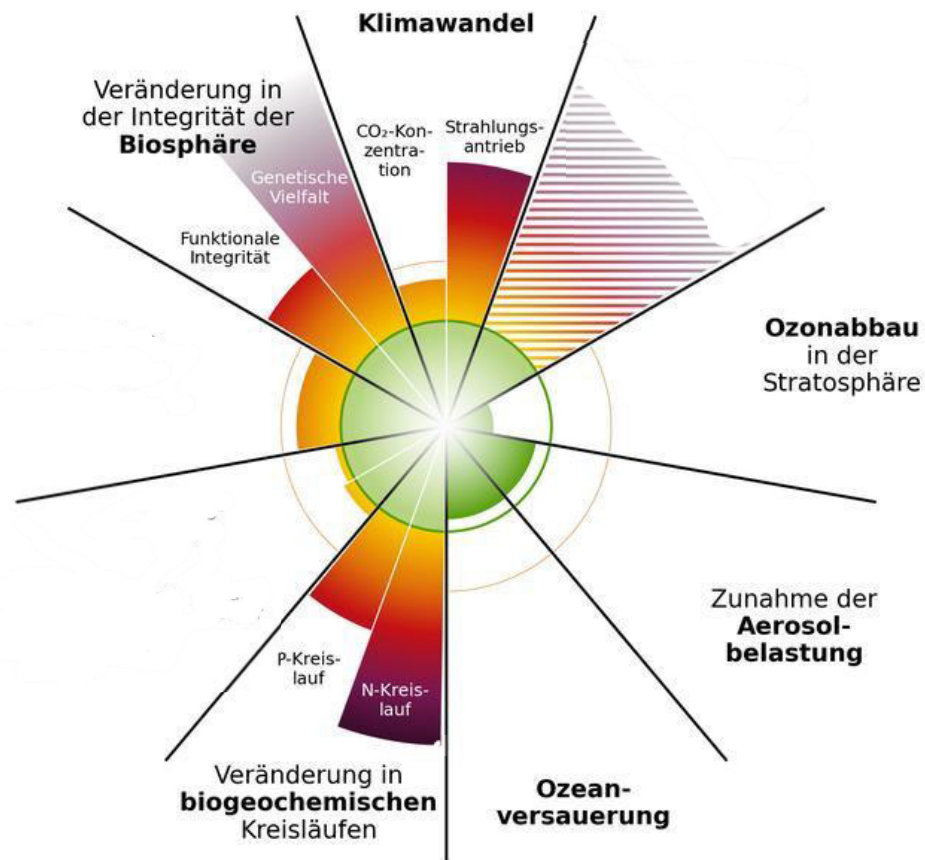


<https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/infothek/planetare-grenzen>



- Veränderung im Süßwassersystem
- Veränderung in biochemischen Kreisläufen (*Überdüngung*)
- Klimawandel
- Intakte Biosphäre (*Artenvielfalt*)
- Veränderung der Landnutzung (*Anteil Waldfläche*)
- Überladung mit neuartigen Stoffen (*z.B. Mikroplastik, Chemikalien, Atommüll*)

# Gibt's da noch mehr? Planetare Grenzen

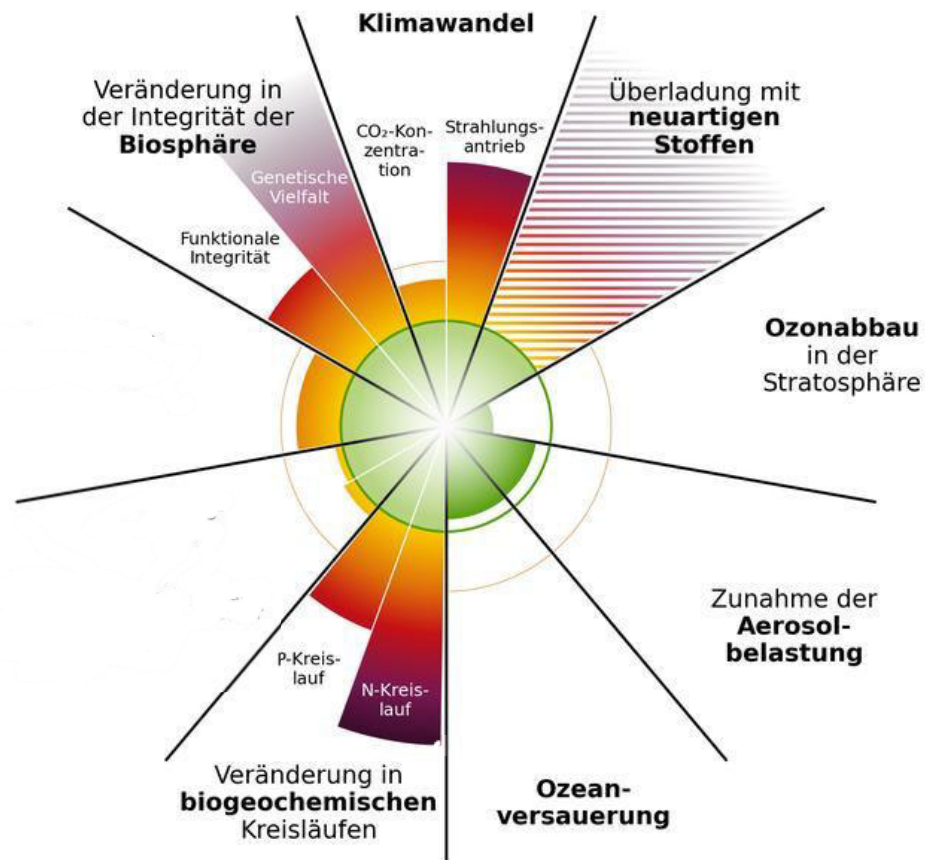


<https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/infothek/planetare-grenzen>



- Veränderung im Süßwassersystem
- Veränderung der Landnutzung  
(Anteil Waldfläche)
- Überladung mit neuartigen Stoffen  
(z.B. Mikroplastik, Chemikalien, Atommüll)

# Gibt's da noch mehr? Planetare Grenzen

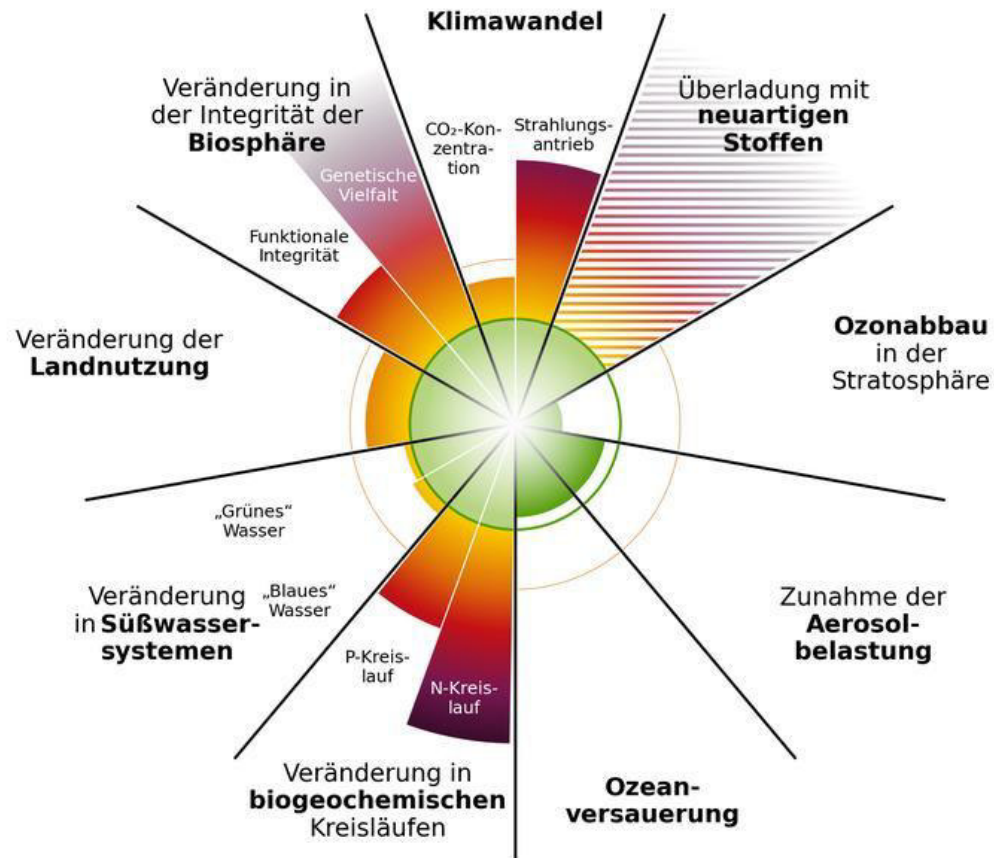


<https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/infothek/planetare-grenzen>



- Veränderung im Süßwassersystem
- Veränderung der Landnutzung  
(Anteil Waldfläche)

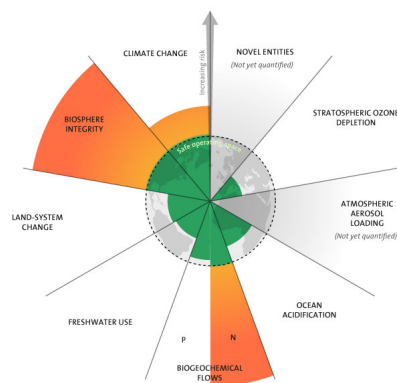
# Gibt's da noch mehr? Planetare Grenzen



# Planetare Grenzen

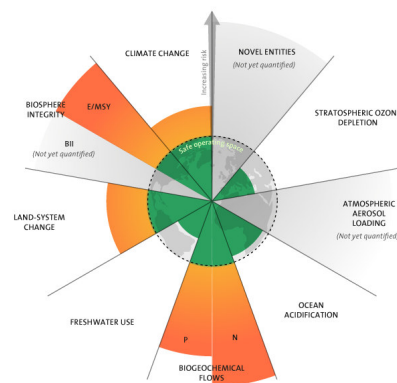


2009



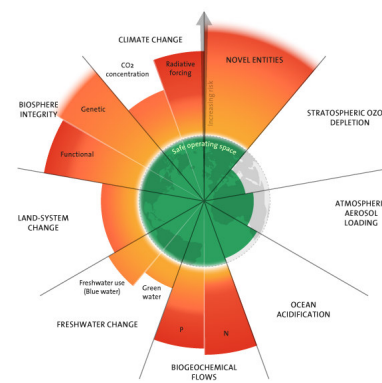
7 Grenzen bewertet  
3 überschritten

2015



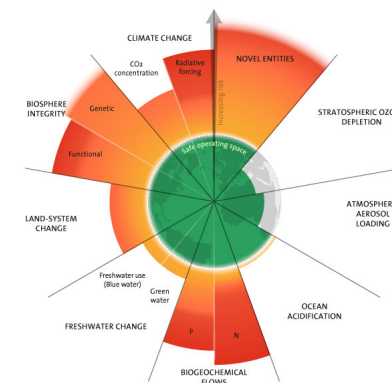
7 Grenzen bewertet  
4 überschritten

2023



9 Grenzen bewertet  
6 überschritten

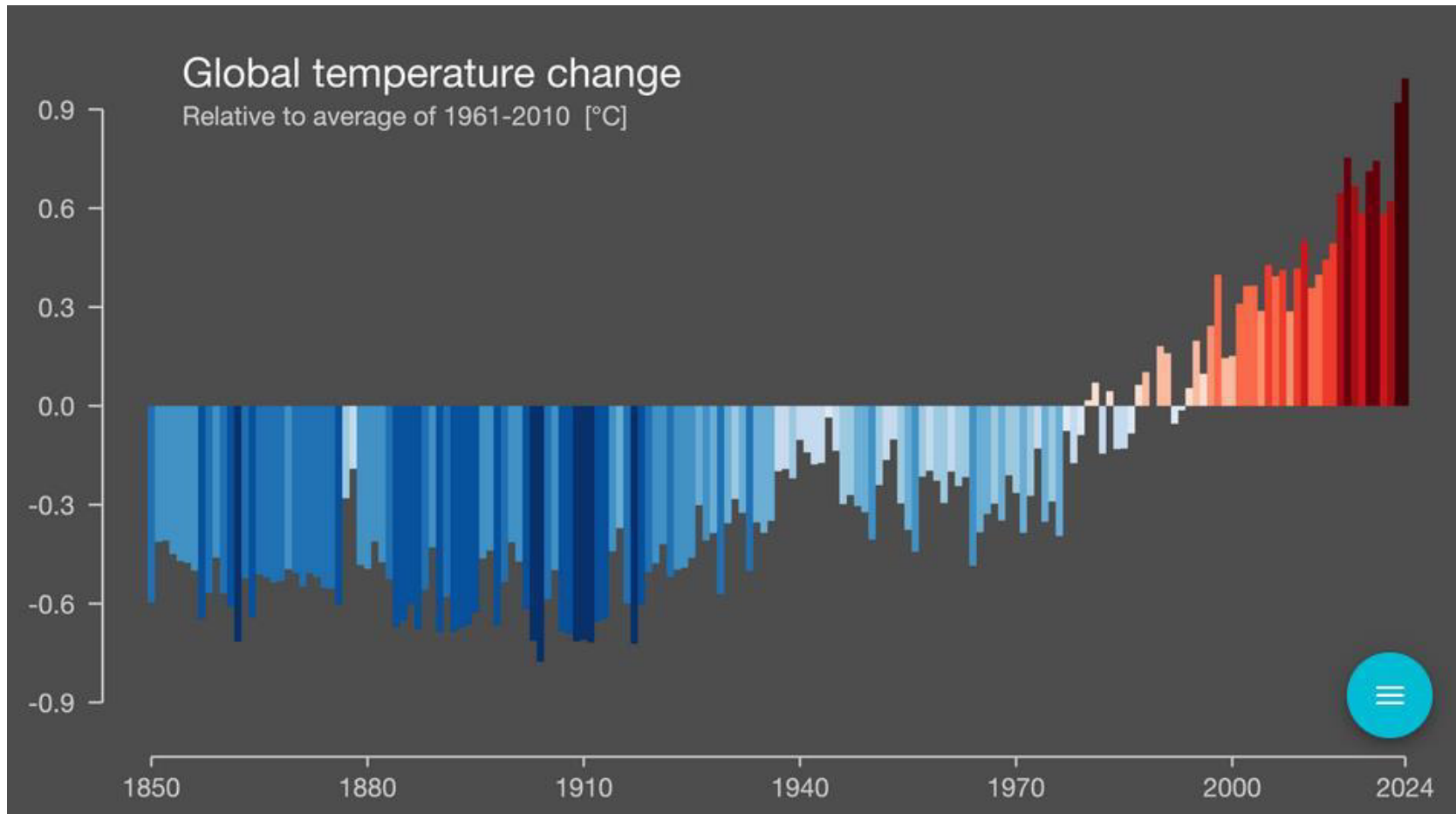
2025



9 Grenzen bewertet  
7 überschritten

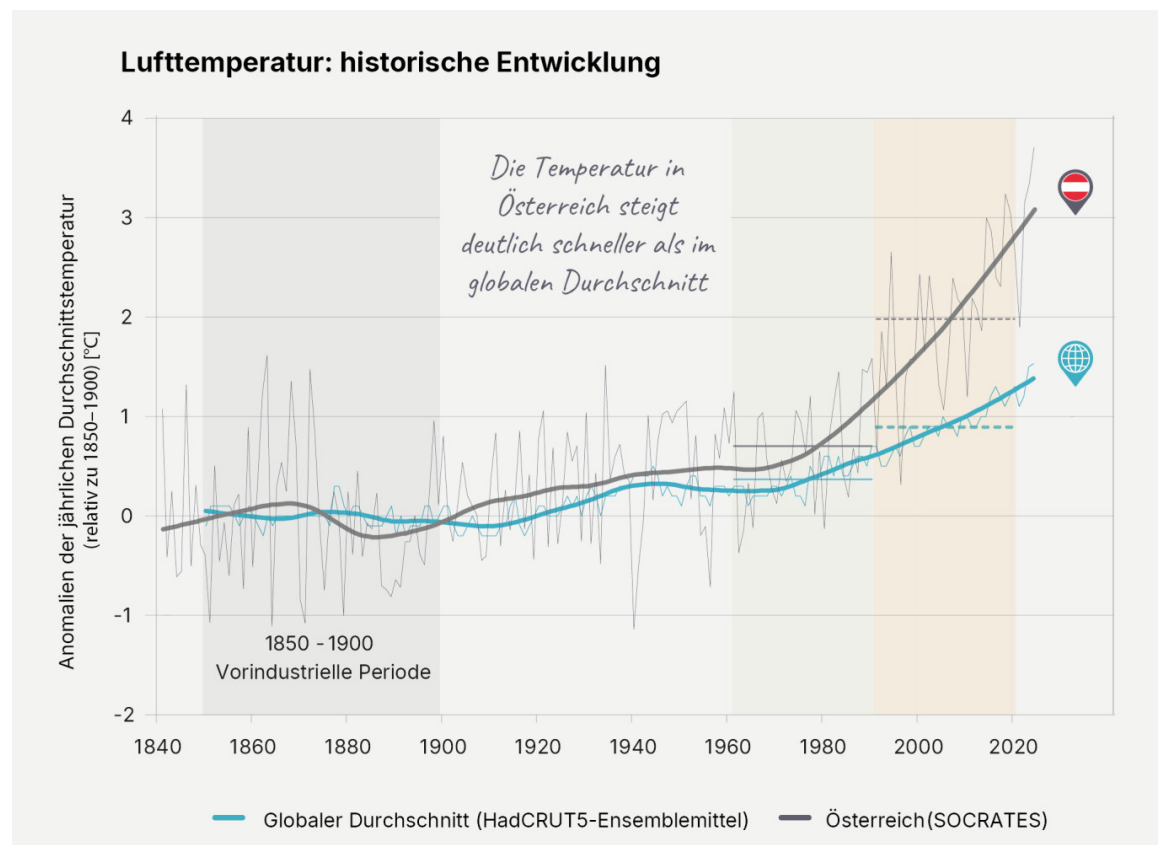


# Ökologische Nachhaltigkeit – Klimawandel



<https://showyourstripes.info/c/globe>

# Die globale Erwärmung steigt in Österreich schneller als global



Veränderungen im Zeitraum von 1841 bis 2024.

Die globale Durchschnittstemperatur ist seit der vorindustriellen Zeit (1850 – 1900) um etwa 1,4°C gestiegen, während sie in Österreich um 3,1°C zugenommen hat.

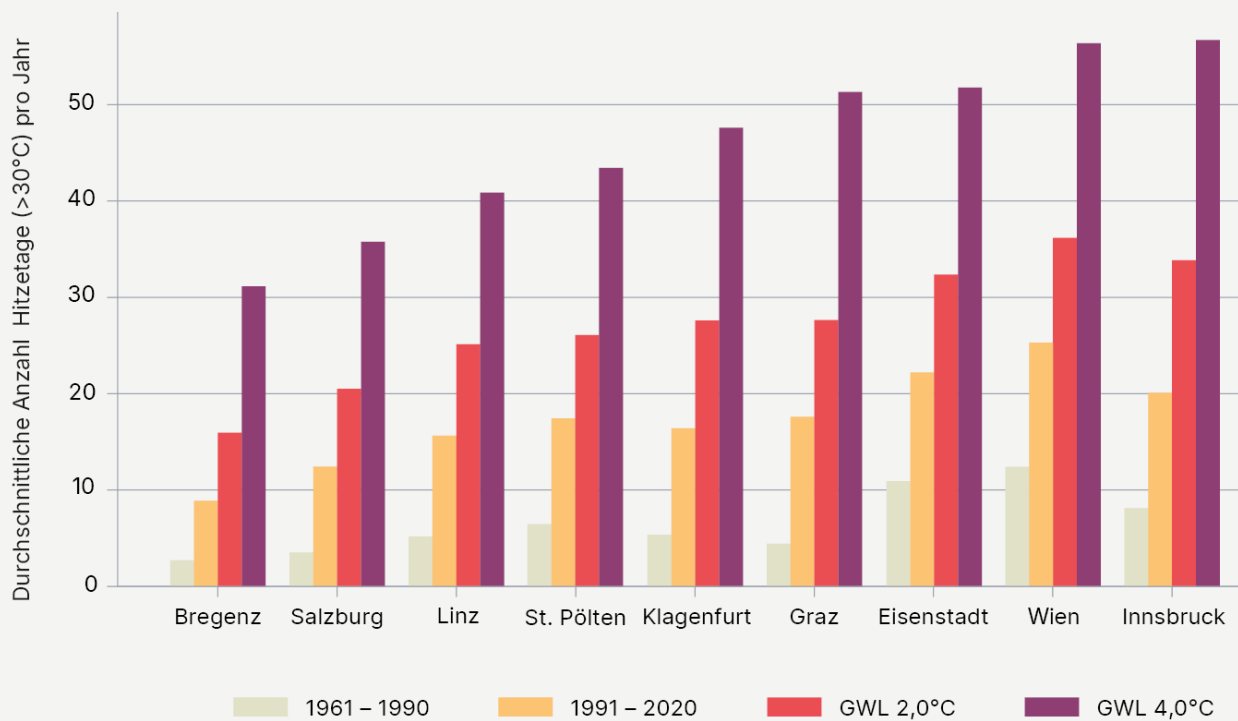
D. Huppmann, M. Keiler, K. Riahi, H. Rieder et al. (2025)

Zusammenfassung für die politische Entscheidungsfindung. In "Second Austrian Assessment Report on Climate Change (AAR2) of the Austrian Panel on Climate Change (APCC)". [D. Huppmann, M. Keiler, K. Riahi, H. Rieder (eds.)].

Austrian Academy of Sciences Press, Vienna, Austria | doi: 10.1553/aar2-spm-de | url: <https://aar2.ccca.ac.at/zusammenfassung>

# Anstieg der Hitzetage

## Hitzetage: Vergangenheit und zukünftige Szenarien



APCC (2025)

Second Austrian Assessment Report on Climate Change (AAR2).

D. Huppmann, M. Keiler, K. Riahi, H. Rieder (eds.).

Austrian Academy of Sciences Press, Vienna, Austria | url: <https://aar2.ccca.ac.at/>

# Warum handeln?



- Wir spüren die Auswirkungen des Klimawandels in Österreich schneller und stärker
- Innovation in kleinen Ländern: Technologische, soziale, wirtschaftliche Möglichkeiten für Innovationen → Vorreiterrolle
- Die Kunst der Ausrede:
  - Über Nachhaltigkeit, Psychologie und Ausreden beim Klimaschutz
  - [https://www.klimapsychologie.com/wp/?page\\_id=344](https://www.klimapsychologie.com/wp/?page_id=344)
- Auf Betriebsebene: Aufbau langfristiger Strukturen für zukunftsfähige und wirtschaftliche Betriebe
  - Energieeffizienz
  - Erneuerbare Energien



Wenn der Wind der Veränderung weht,  
bauen die einen Mauern und die anderen  
Windmühlen.



TEIL I

# Einführung in die Ökobilanzierung

# Wie können wir Auswirkungen messen?

- Nachhaltigkeit messen
  - Wie viel? Von was?
  - Was ist die Auswirkung?
- Nachhaltigkeitsbewertung
  - Ökologische Nachhaltigkeit (life cycle assessment, LCA)
  - Wirtschaftliche Nachhaltigkeit
  - Soziale Nachhaltigkeit

ECOThink



# Warum Ökobilanzierung?

- Nachhaltigkeit messen
- Produkte
- Prozesse
- Unternehmensaktivitäten
- CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, ökologischer Fußabdruck usw.

ECOThink



# Lebenszyklusphasen

Von der Wiege zur Wiege

Abfall-  
entsorgung

Recycling

Rohstoff-  
gewinnung

Material-  
verarbeitung

Von der Wiege bis  
zum Werkstor

Ende der  
Lebensdauer

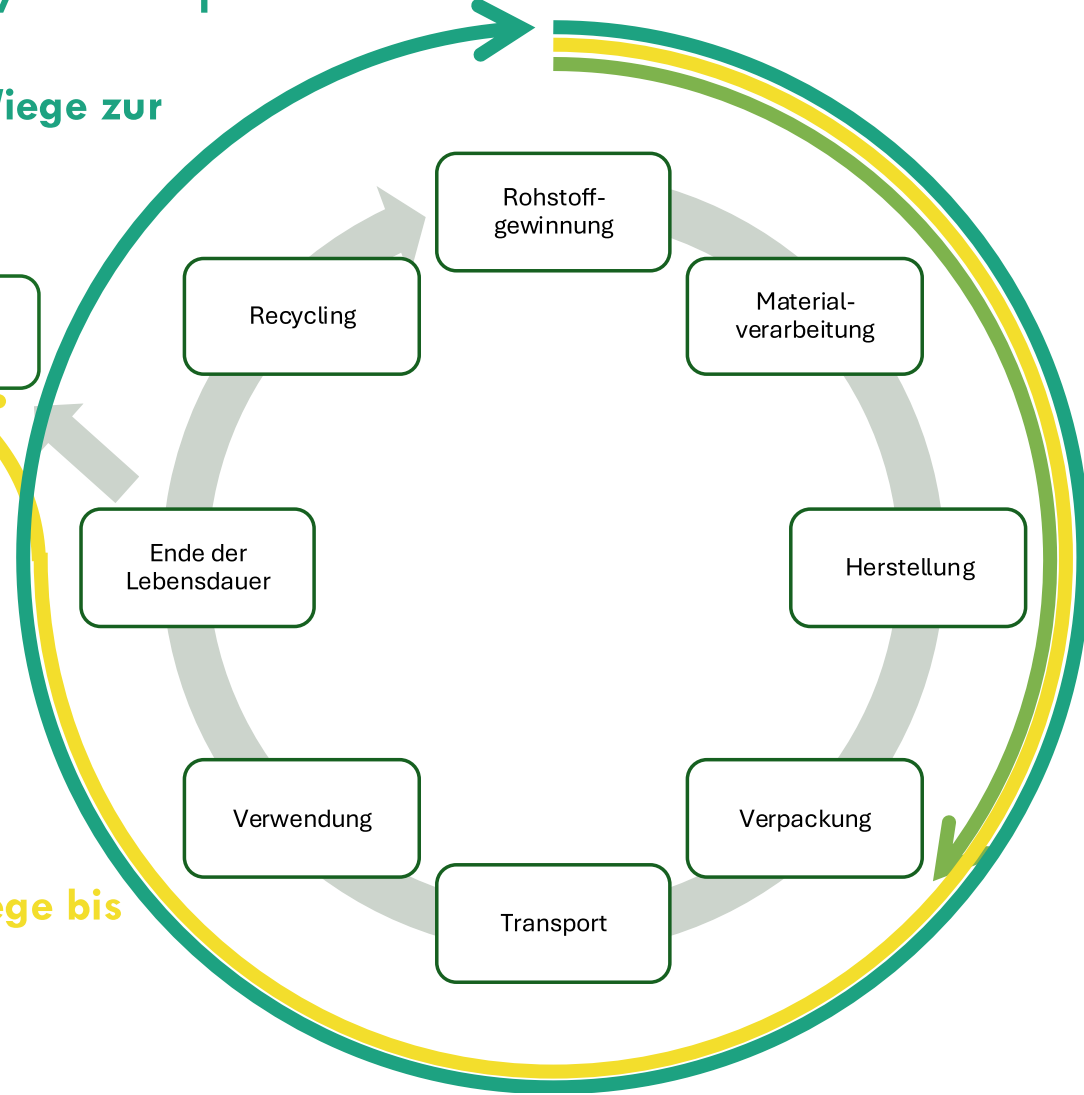
Herstellung

Von der Wiege bis  
zur Bahre

Verwendung

Verpackung

Transport



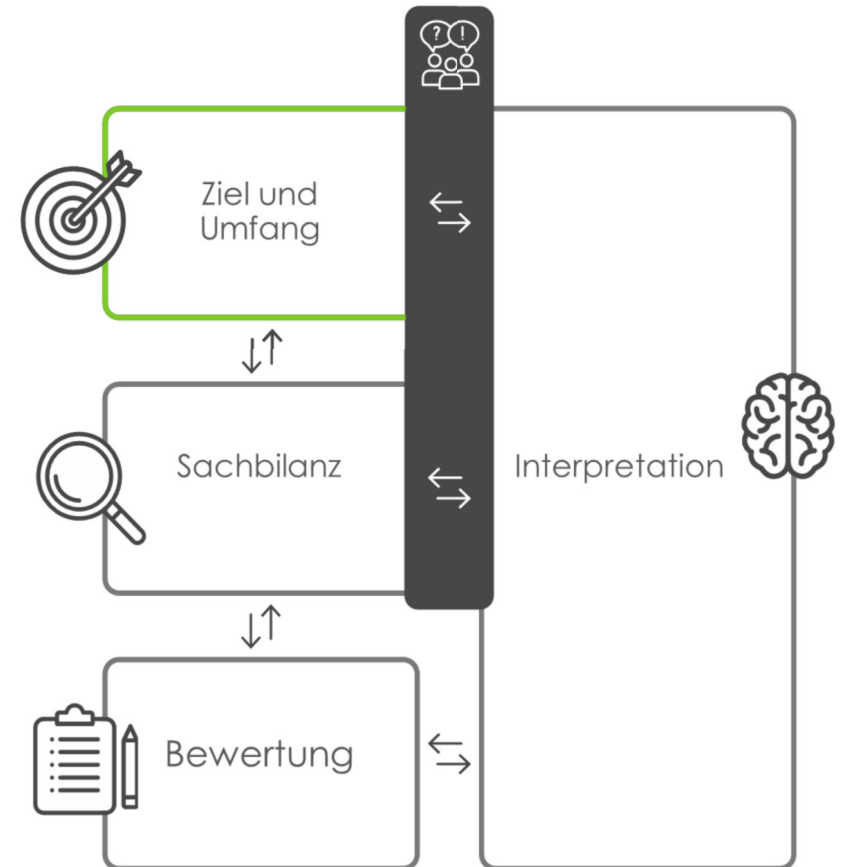
# Ökobilanzierung

Welche Schritte hat eine Ökobilanzierung?



# Ziel und Umfang

- Was sehen wir uns an?
- Was wird berücksichtigt?
- Wem wollen wir die Ergebnisse erzählen?
- Wie werden wir rechnen?
- Was wollen wir vergleichen, und wie machen wir es vergleichbar?



# Ziel und Umfang: Funktionale Einheit

○ Bezugseinheit



1 Eimer?

1 L?

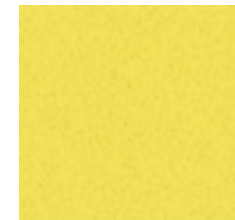
# Ziel und Umfang: Funktionale Einheit

- Bezugseinheit
- Funktionale Einheit
  - Was?
  - Wie viel?
  - Wie lange?
  - Wo?
  - Wie gut?



1 Eimer?

1 L?



1 m<sup>2</sup> Wandfläche, gestrichen,  
Haltbarkeit 10 Jahre,  
Außenwand in Österreich,  
mit hoher Deckkraft

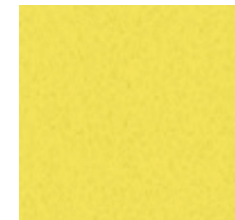
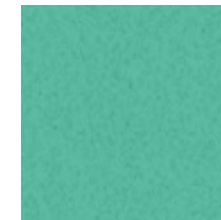
# Ziel und Umfang: Funktionale Einheit

- Bezugseinheit
- Funktionale Einheit
  - Was?
  - Wie viel?
  - Wie lange?
  - Wo?
  - Wie gut?
- Referenzfluss



1 Eimer?

1 L?



1 m<sup>2</sup> Wandfläche, gestrichen,  
Haltbarkeit 10 Jahre, in  
Österreich, mit hoher Deckkraft

- Wie hoch ist der Verbrauch?
- Farbe 1: 1 Anstrich (je 1L), alle 3 Jahre
- Farbe 2: 2 Anstriche (je 0,5L) alle 5 Jahre

- Farbe 1:  $10/3 = 3,33$  Liter / m<sup>2</sup>
- Farbe 2:  $2 * 0,5 * 10/5 = 2$  Liter / m<sup>2</sup>

Beispiel Landwirtschaft

# Welche Einheiten sind im Weinbau/Obstbau sinnvoll?



## Einheiten

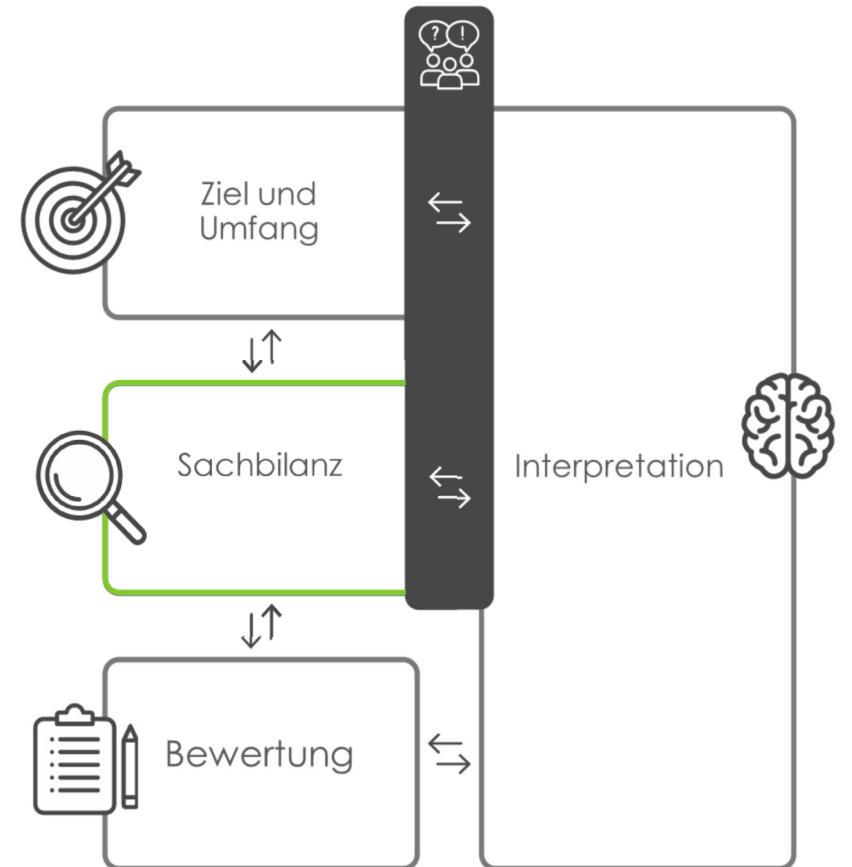
- kg Obst
- Liter Wein
- Flasche Wein
- Lebensmittel: kg vs. kcal
- Hektar
  
- Umrechnung:
  - Ertrag / Hektar
  - kg Trauben / L Wein

# Ökobilanzierung: Sachbilanz

## Was? Und wie viel davon?

- Vordergrunddaten: Spezifisch für den Prozess
- Hintergrunddaten: aus Datenbanken
- Technosphäre: Produktflüsse
- Ökosphäre: Elementarflüsse

ECOThink



LEVILO

# Ökobilanzierung: Sachbilanz

## Was? Und wie viel davon?

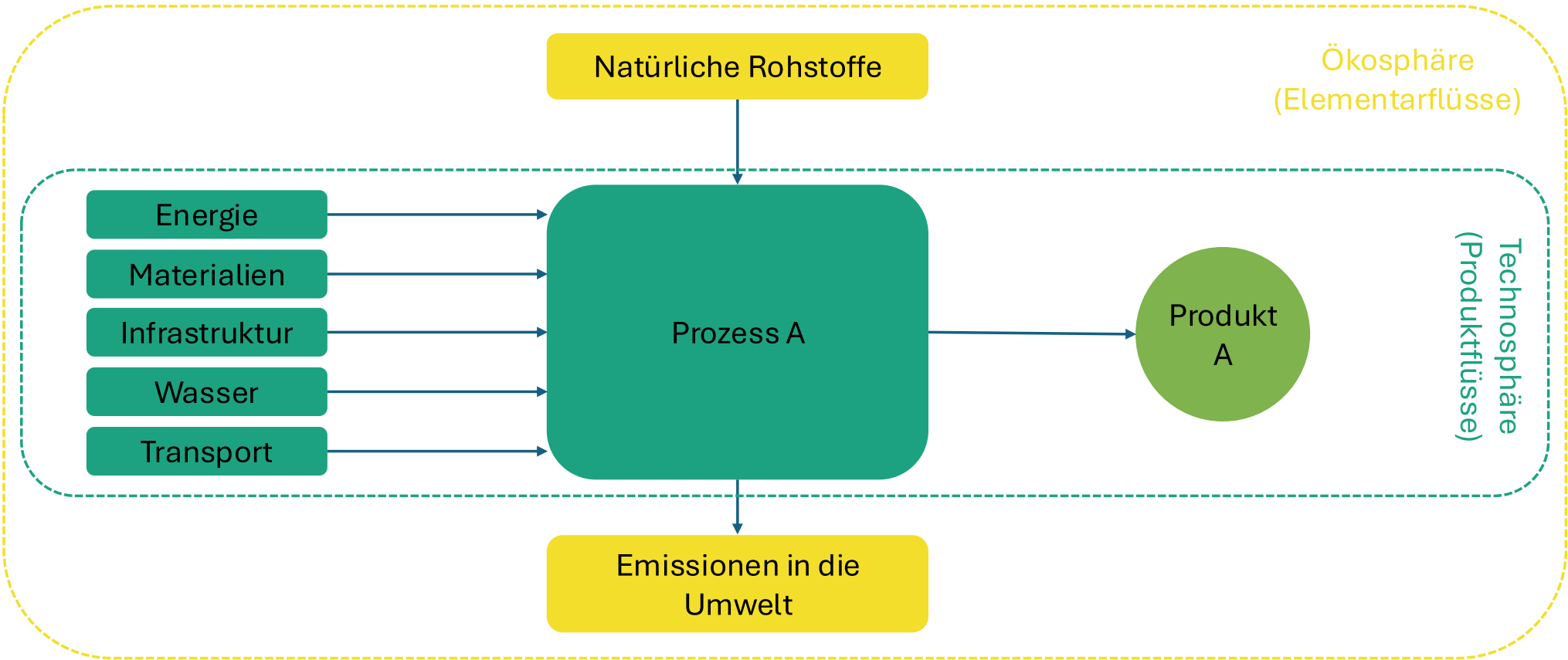
### Inputs

- Produktflüsse:
  - Energie
  - Materialien
  - Infrastruktur
  - Wasser
  - Transport
  - Sonstige Material- und Energieflüsse
- Elementarflüsse:
  - Natürliche Ressourcen

### Outputs

- Produktflüsse:
  - Produkt
  - Nebenprodukte
  - Abfälle
- Elementarflüsse:
  - Emissionen

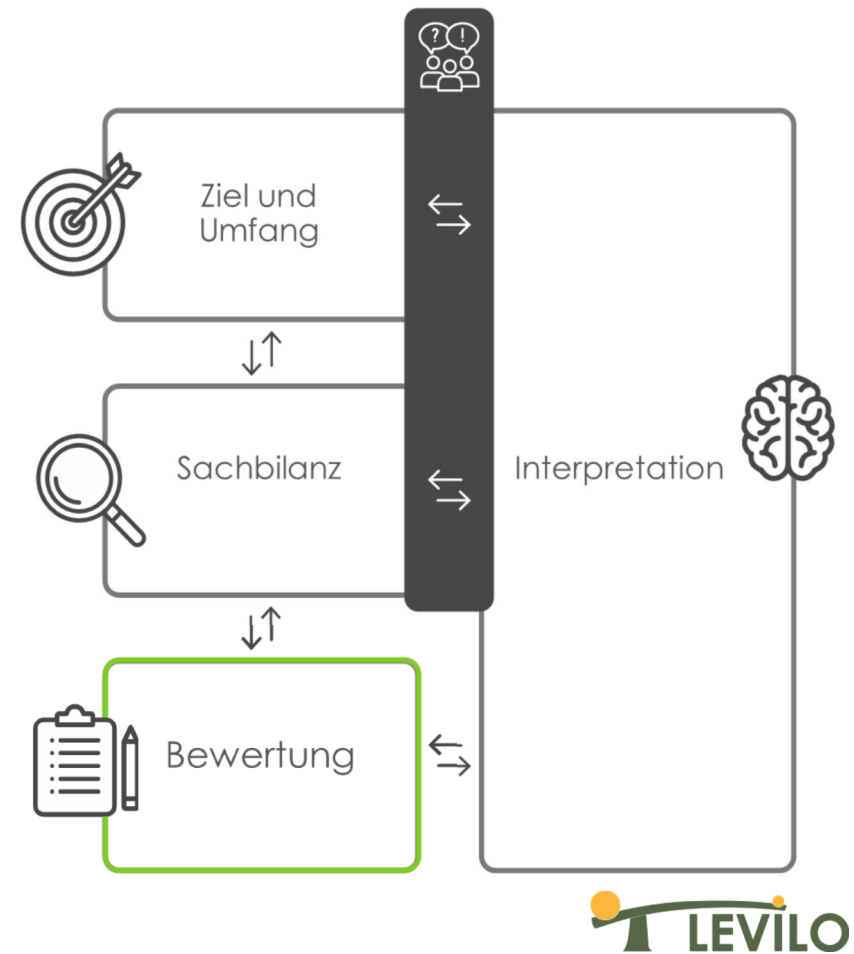
# Flussdiagramm



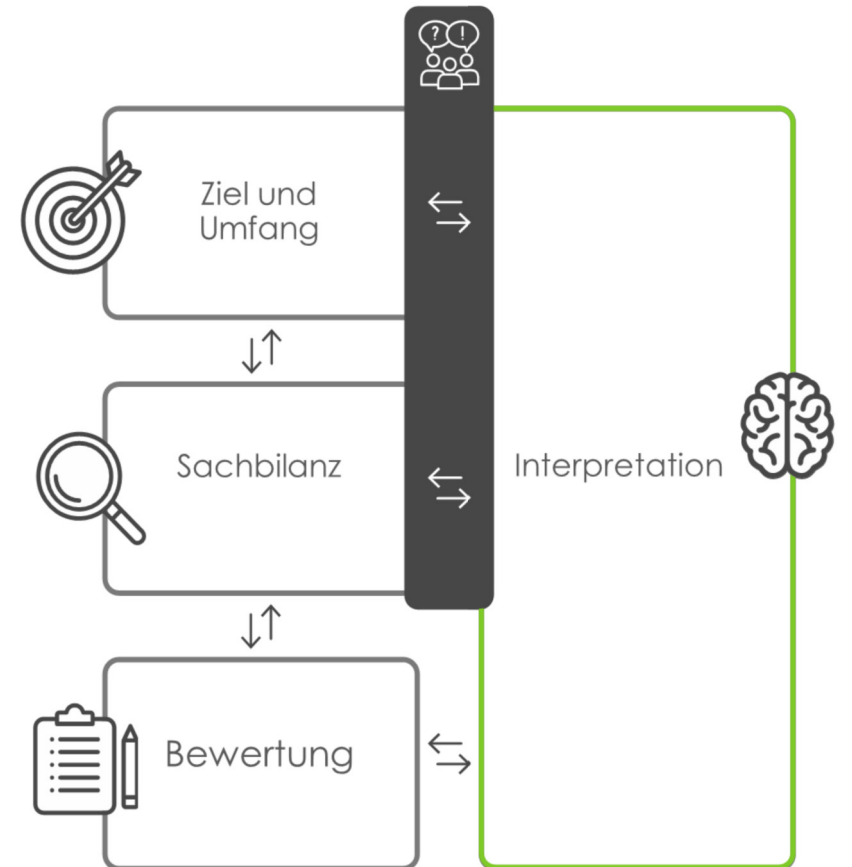
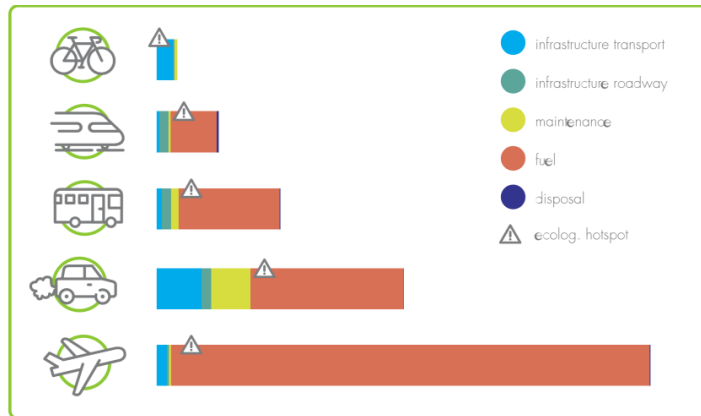


# Bewertung – Wirkungsabschätzung

- „Übersetzung“ der Sachbilanz in Umweltwirkung
- Vielzahl an Umweltindikatoren möglich
  - Ökologischer Fußabdruck (m<sup>2</sup>)
  - THG-Potenzial (kg CO<sub>2</sub>-eq)



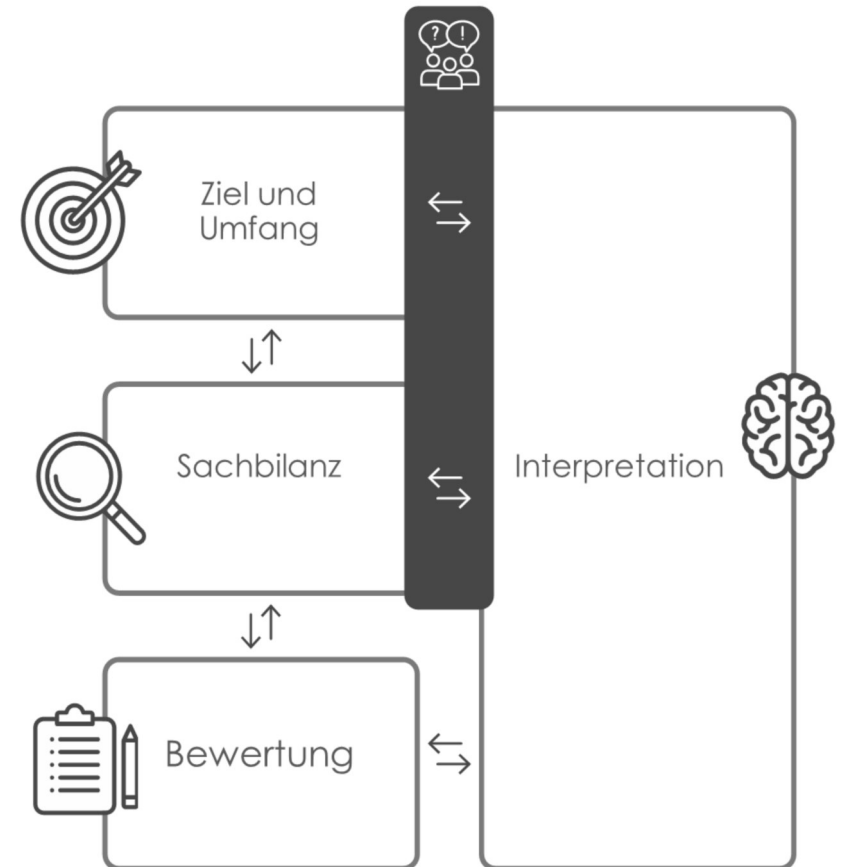
# Ökobilanzierung: Interpretation



# Ökobilanzierung – Mehrwert

- **Status quo** als Grundlage für weitere Schritte
- Vergleich und Wissensaustausch
- Basis zur Ableitung der sinnvollsten ökologischen Verbesserungsmöglichkeiten (Szenarien)
- Überwachung von Umweltmaßnahmen/  
Nachhaltigkeitsstrategie

ECOThink



LEVILO

TEIL I

# Der Sustainable Process Index (SPI)



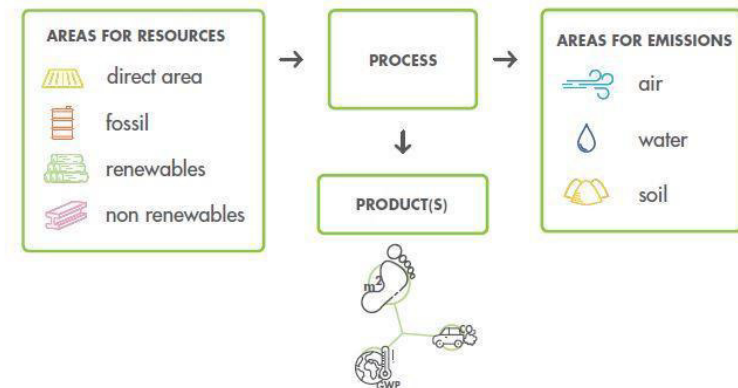
<http://spionweb.eco>

# Der SPI



- Vergleich natürlicher und technischer Material- und Energieflüsse
- Ökologischer Fußabdruck und Einbeziehung aller Emissionen
- Treibhausgasemissionen basierend auf IPCC AR5

ECOThink



LEVILO

# Den SPI verstehen: Zwei Grundsätze



Anthropogene Materialflüsse dürfen folgendes nicht verändern:

- 1) globale natürliche Stoffkreisläufe  
→ Ressourcennutzung
- 2) die Eigenschaften lokaler Umweltkompartimente  
→ Emissionen in die Natur

# Prinzip 1: Ressourcennutzung



- Wir können nur so viel entnehmen, wie nachwächst
- Biobasierte Ressourcen regenerieren sich schneller
- Fossile Ressourcen regenerieren sich seeeehr langsam
- Die direkte Flächennutzung wird pro Jahr berechnet

# Prinzip 1: Ressourcennutzung

## Beispiel fossiler Kohlenstoff

- Wenn die Nutzung fossiler Kohlenstoffe durch den Menschen einem Rückfluss in die langfristige Speicherung entspricht, ist ihre Nutzung nachhaltig.
- Der Prozess der Rückführung von Kohlenstoff in die langfristige Speicherung ist die Sedimentation auf dem Meeresboden.
- Die jährliche Rate beträgt ca. 1 kg Kohlenstoff, der auf 500 m<sup>2</sup> Meeresboden sedimentiert wird.
- Der Fußabdruck für die Nutzung fossiler Kohlenstoffe beträgt daher 500 m<sup>2</sup> pro kg Kohlenstoff, der pro Jahr verbraucht wird.
- **SEHR LANGSAM nachwachsende Ressource!**



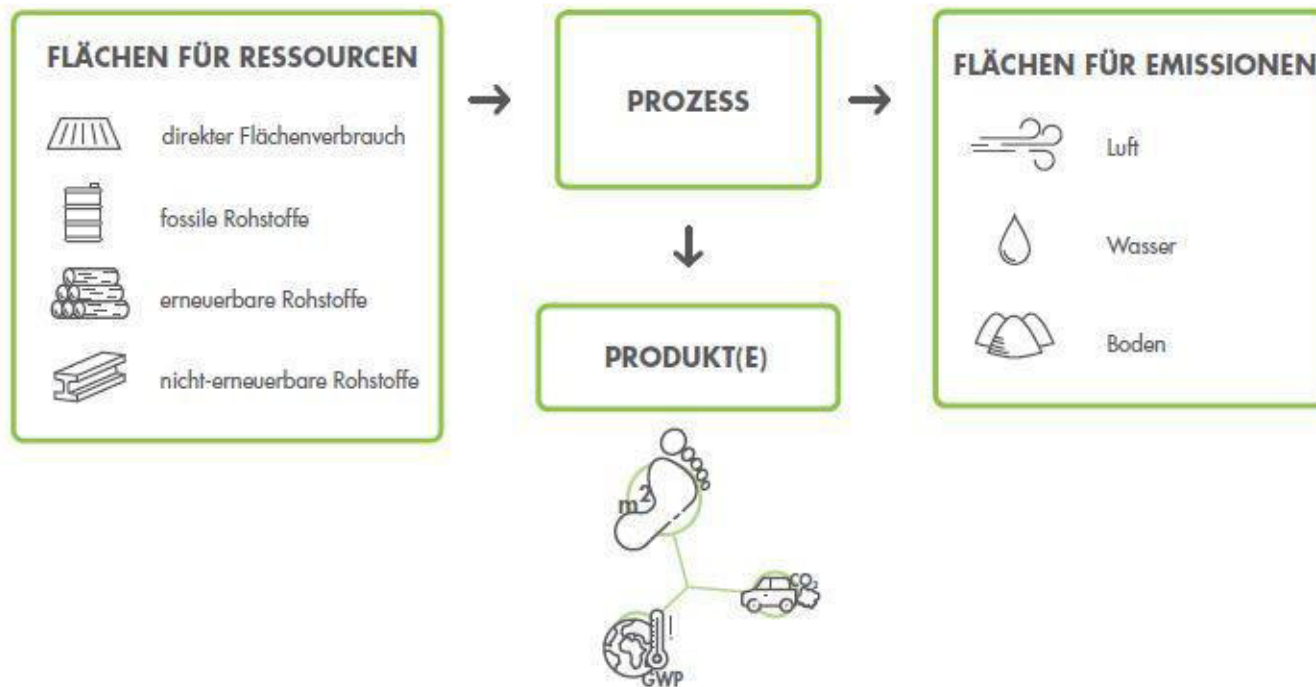
## Prinzip 2: SPI-Ansatz

### Emissionen in die Natur

ECOThink

- Vom Menschen verursachte **Emissionen und Abfälle**, die **direkt in die Umwelt gelangen** (nicht recycelt oder in globale Kreisläufe integriert werden).
- Emissionen in Luft, Wasser und Boden

# Ökologischer Fußabdruck auf Basis des SPI

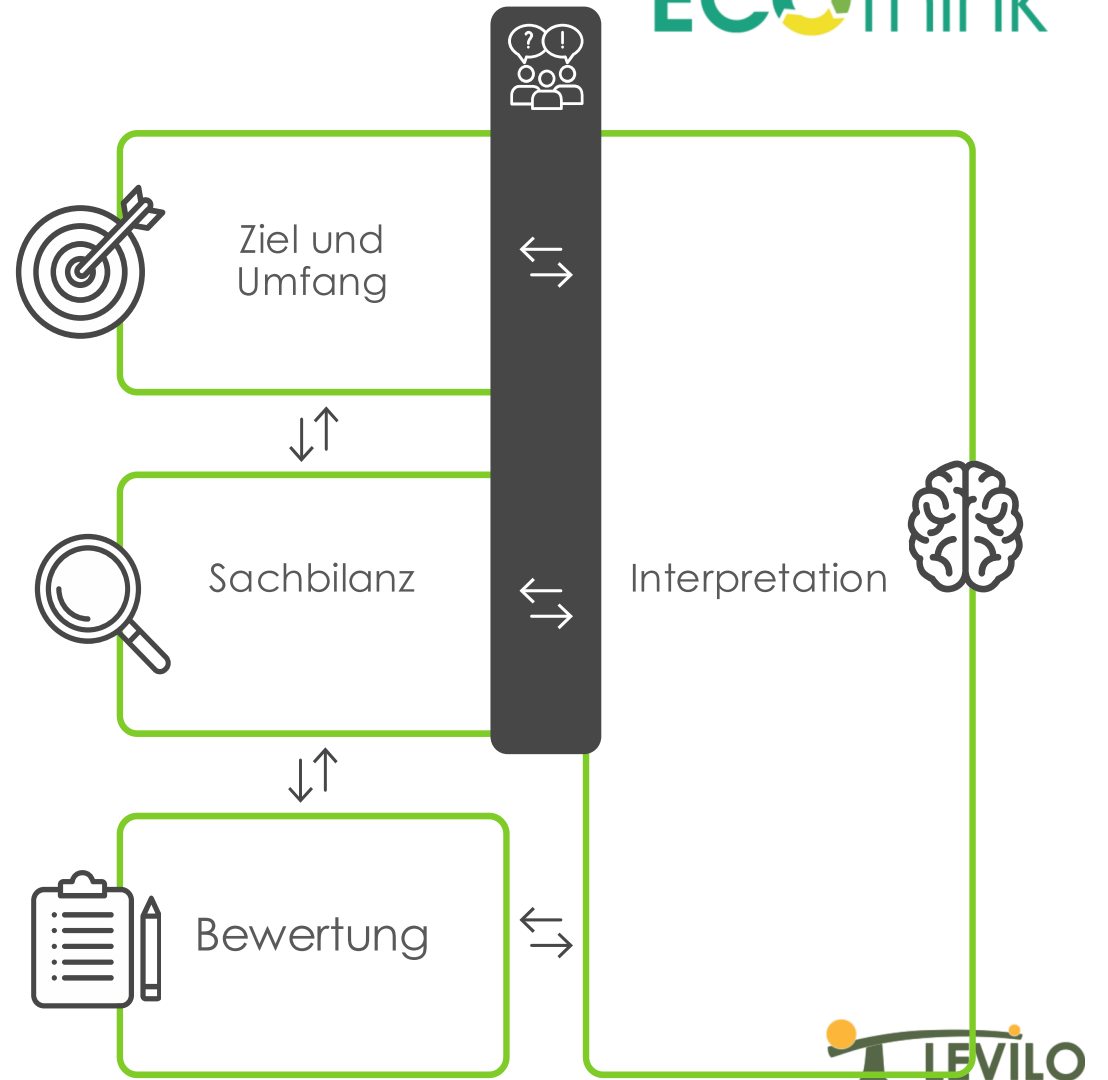


TEIL I

# Übung Weinbau



# Beispiel Weinanbau



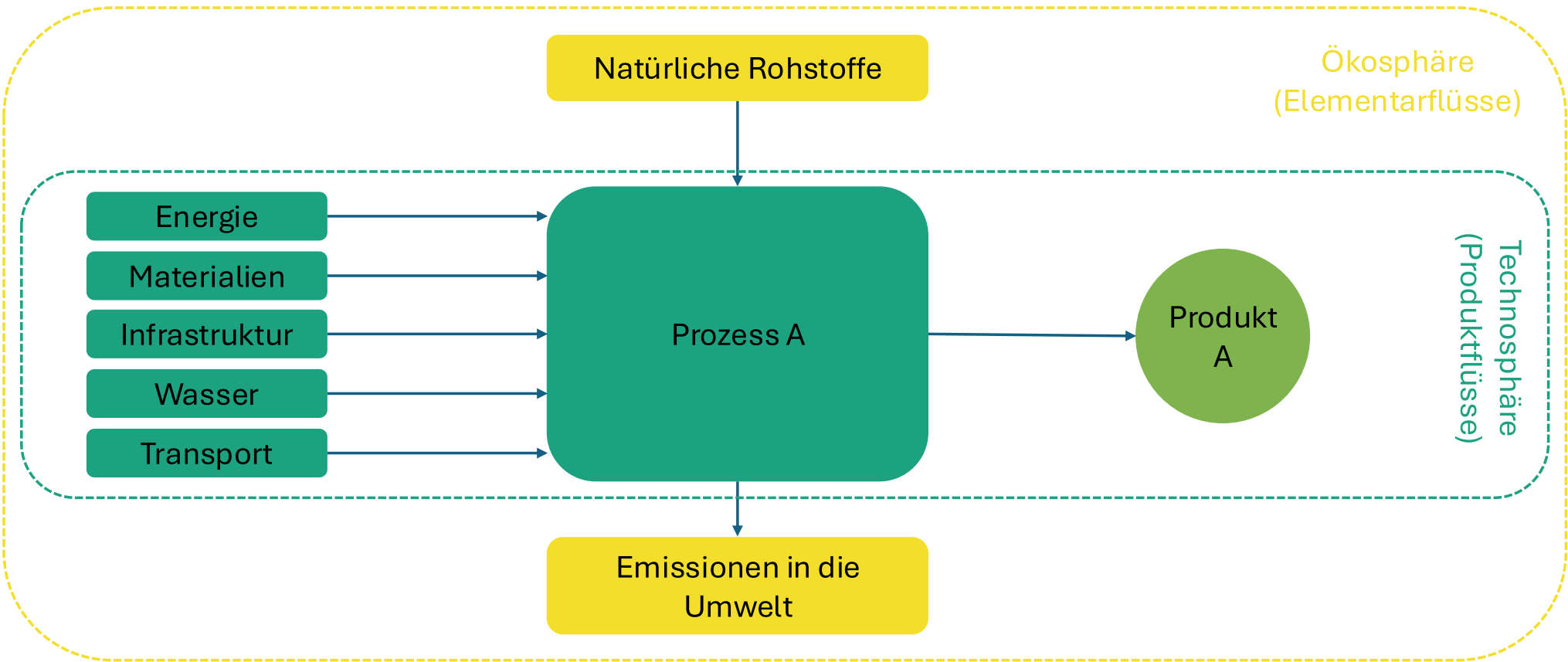


## Beispiel Weinanbau

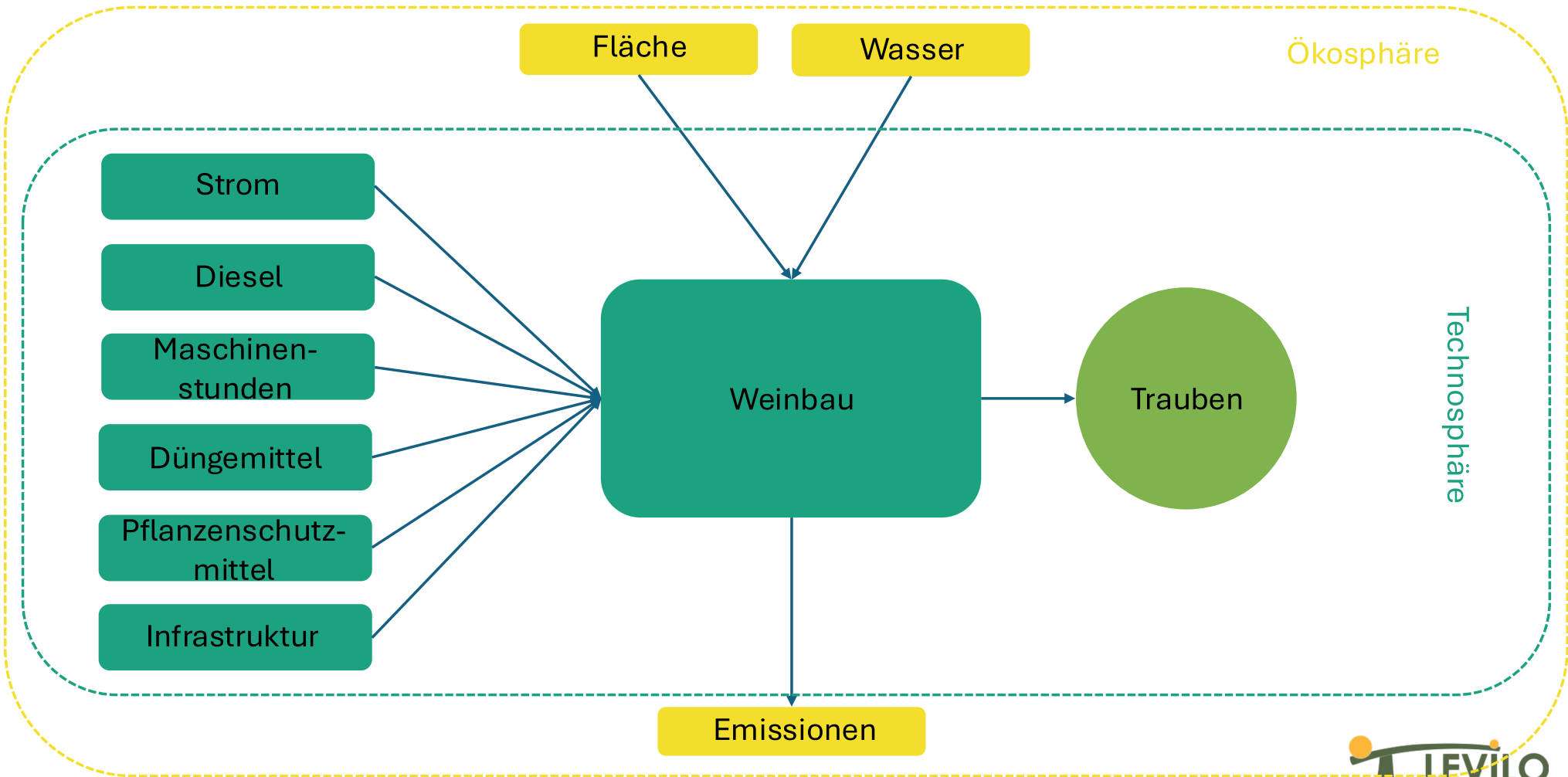
ECOThink

- Funktionale Einheit: 1 kg Weintrauben
- Weiterer Schritt: 1 Flasche Wein
- Datensammlung:
  - Was brauchen wir?
  - Wie viel brauchen wir?

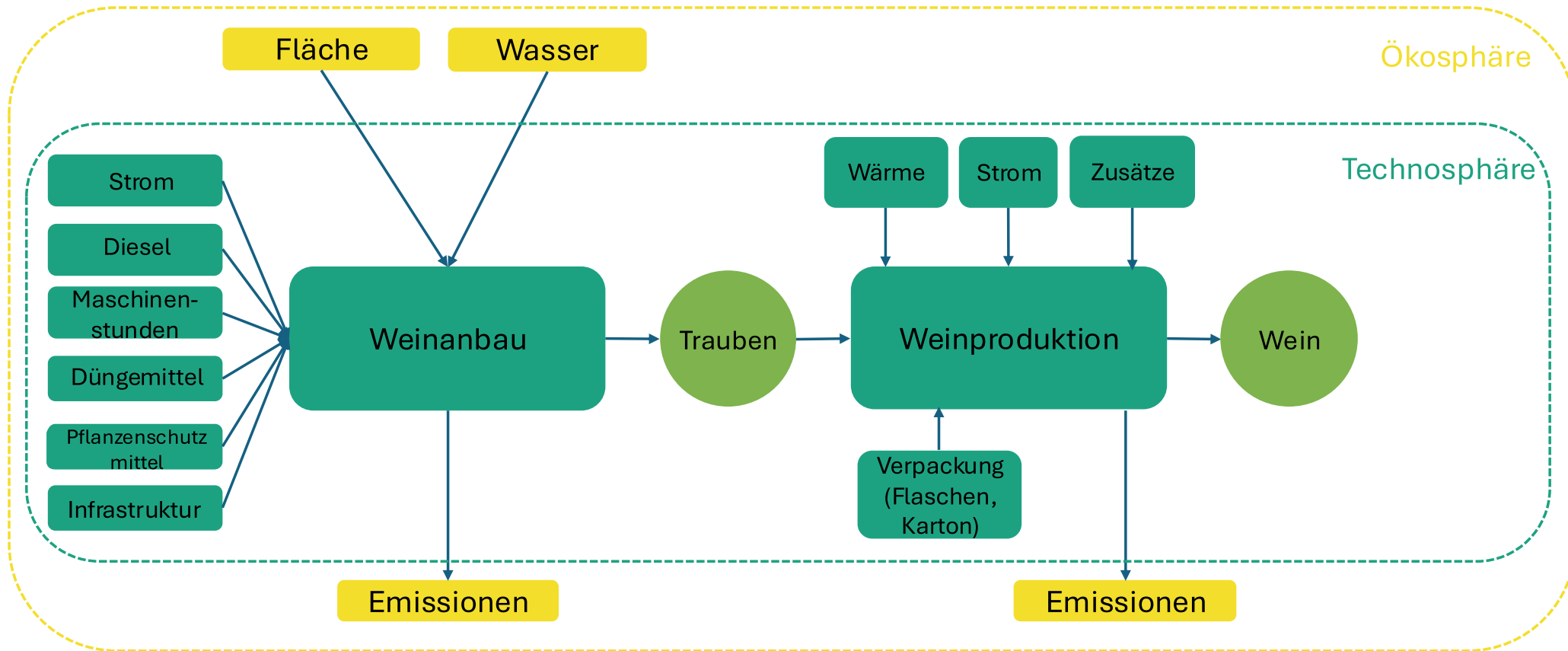
# Flussdiagramm



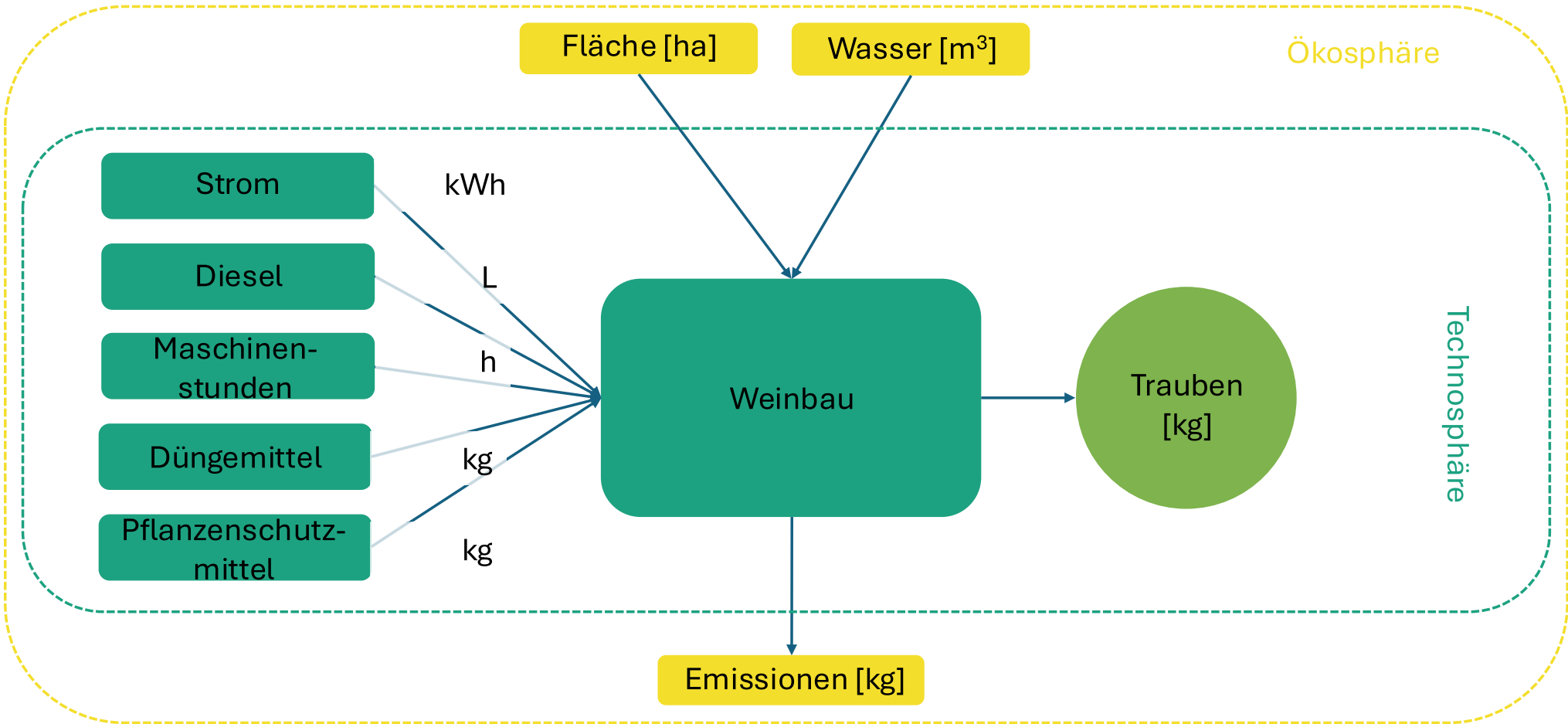
# Beispiel Weinanbau



# Beispiel Weinproduktion



# Beispiel Weinanbau



# Beispiel Wein- oder Obstbau



Material	Menge	Einheit
Düngemittel	Stickstoff (N)	kg
	Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	kg
	Kalium (K <sub>2</sub> O)	kg
	Kalk (CaO)	kg
	Kompost	m <sup>3</sup>
	Sonstige Düngemittel	kg, l
Pflanzenschutz	Pflanzenschutz	kg
Maschinenstunden	Traktoren, Maschinen, Aggregate	h
	Diesel für Bewässerung, Maschinen	Liter
Sonstige Energie	Strom für Ernte- und Arbeitsbühne, Lagerung/Kühlung, etc.	kWh
		m <sup>3</sup>
Wasser		m <sup>3</sup>
Fläche		ha
Ertrag		kg/ha

Mengen pro  
Hektar oder pro  
kg Produkt



# Danke!

ECOTHINK IS A COLLABORATIVE PROJECT BY



Co-funded by  
the European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or NA BIBB. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

