



Co-funded by  
the European Union

ECOThink

# Nachhaltigkeit messbar machen

Nachhaltigkeitsbewertung mit dem  
ökologischen Fußabdruck

René Kollmann  
LEVILO

# Wer wir sind und was wir tun



- LEVILO ist eine private gemeinnützige Organisation mit Sitz in Graz, Österreich, die 2021 gegründet wurde.
- Unser Hauptziel ist es soziale und ökologische Nachhaltigkeit in verschiedenen Formen zu fördern.



- ECOThink integriert nachhaltiges Design und Ökobilanzierung (LCA) in die berufliche Aus- und Weiterbildung (VET).
- Es handelt sich um ein Projekt, das zukünftigen Fachkräften und Pädagogen praktische Fähigkeiten in den Bereichen nachhaltiges Produkt- und Prozessdesign, Berechnung des ökologischen Fußabdrucks und Lebenszyklusanalyse unter Verwendung von Tools wie OpenLCA und dem Sustainable Process Index (SPI) vermitteln soll.



# Workshop Kontext

- Zielgruppen:
  - Schüler:innen, Lehrlinge und Studierende
  - Personen aus Wissenschaft und Forschung
  - Gemeinnützige und staatliche Organisationen
- Handbuch und weitere Informationen wird nach dem Workshop zur Verfügung gestellt

# Agenda

## Teil I Theorie

- Einleitung
- Ökobilanzierung (LCA)
- Ökologischer Fußabdruck nach SPI
- SPionWeb

## Teil II Übungen:

- Einleitung (Verwendung von SPionWeb, Kontoerstellung usw.)
- 3 Beispiele
  - Strommix (AT, DE, SLO)
  - Verpackung (Stromverbrauch)
  - Unternehmens-Fußabdruck



TEIL I

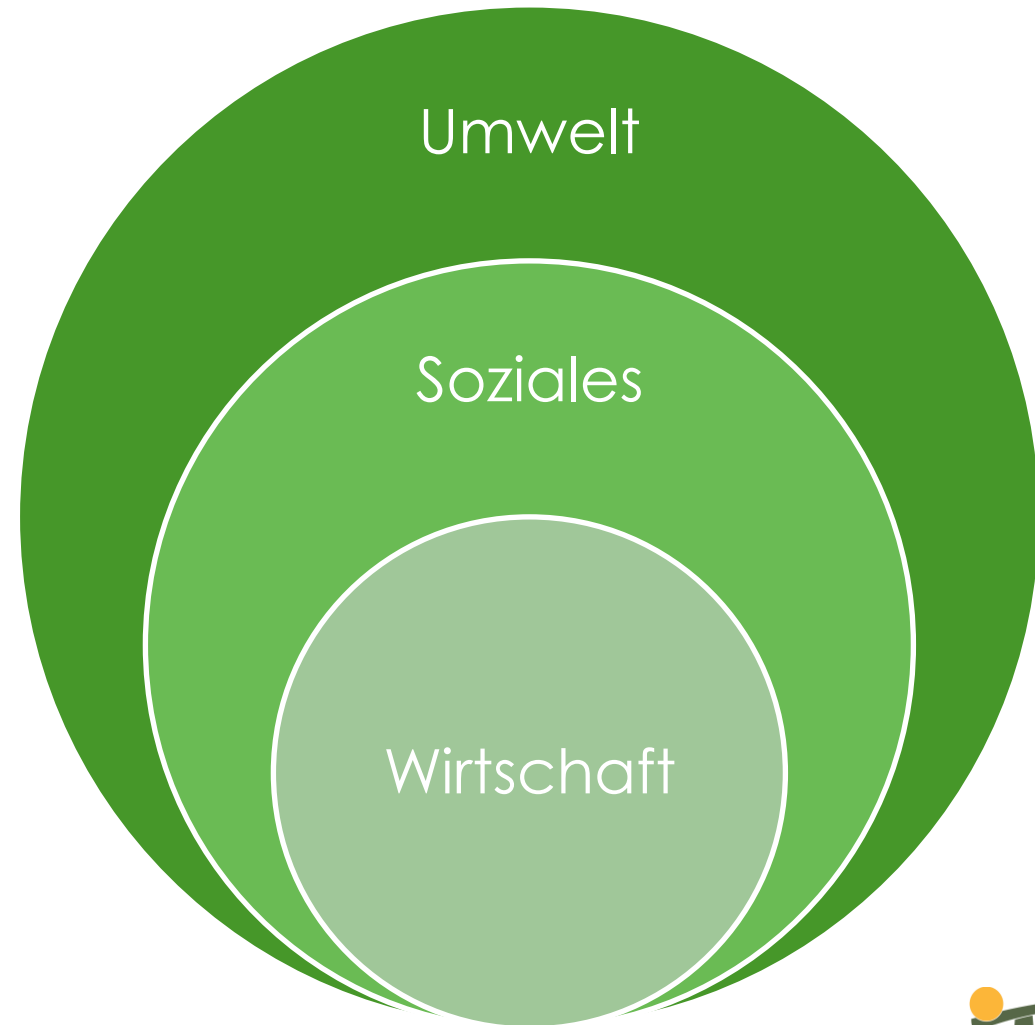
# Einleitung

# Nachhaltigkeit

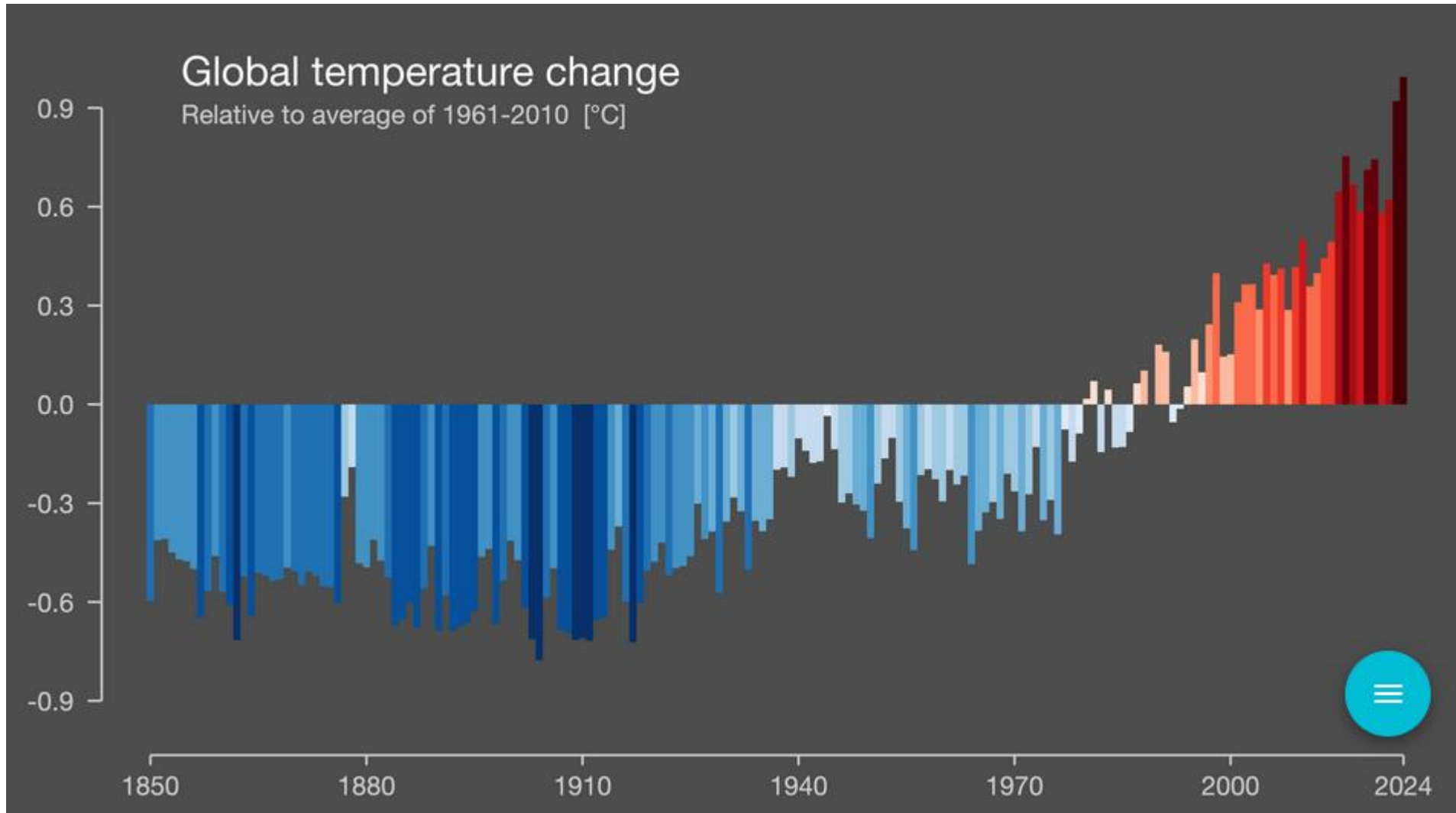
Was verbindet ihr mit diesem Begriff?

# 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**“



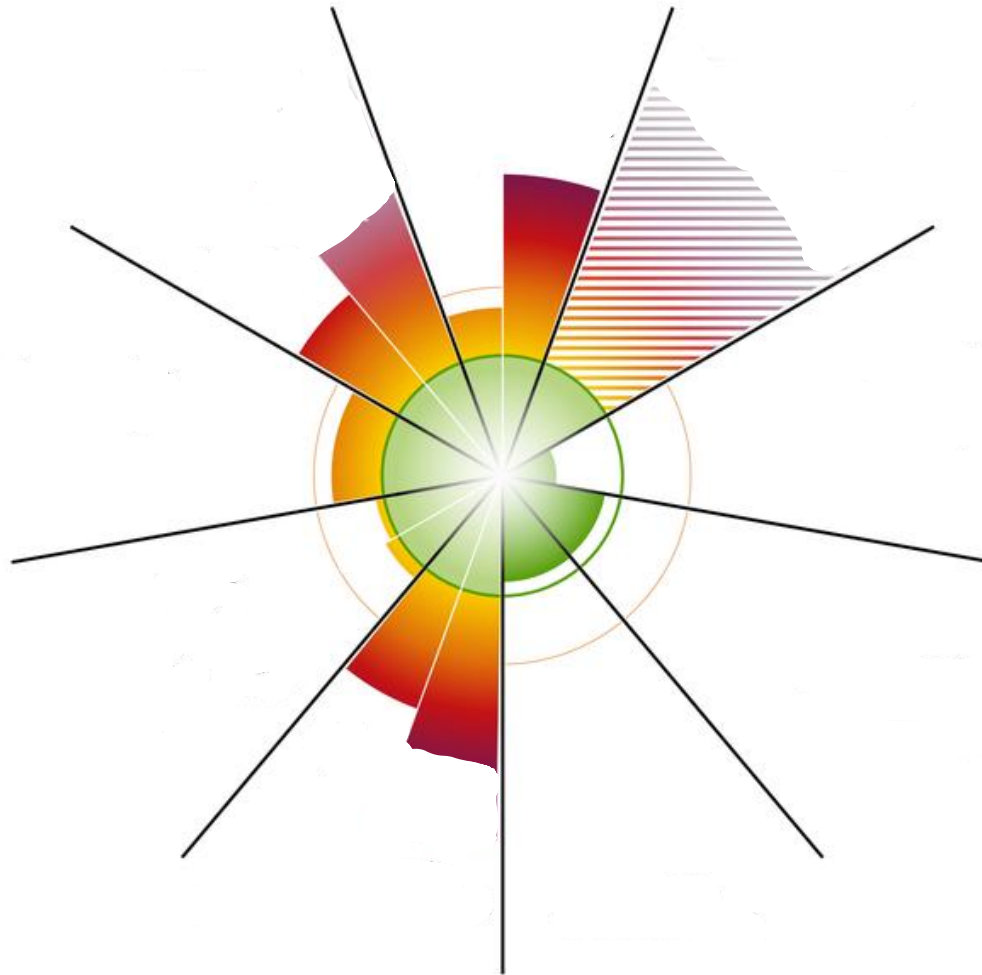
# Ökologische Nachhaltigkeit – Klimawandel



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

# Gibt's da noch mehr?

## Planetare Grenzen



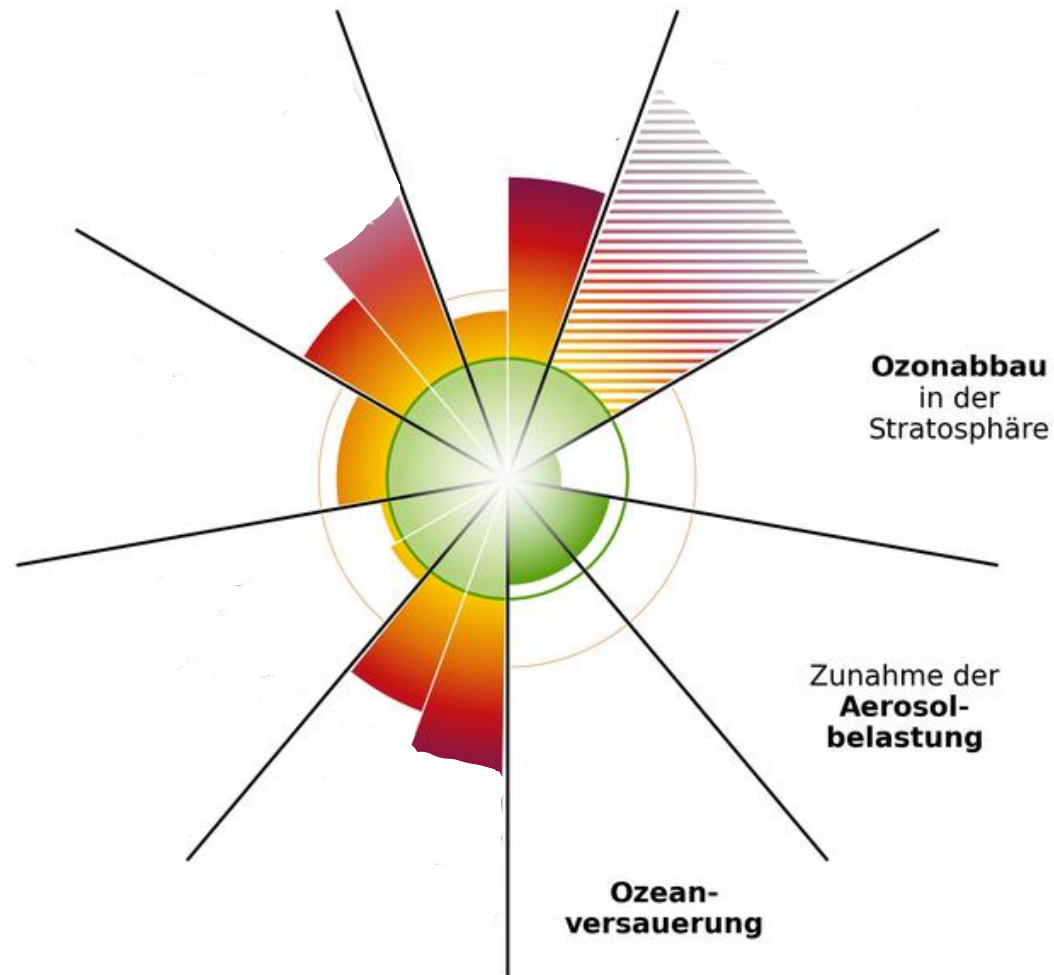
<https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/infothek/planetare-grenzen>



- 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



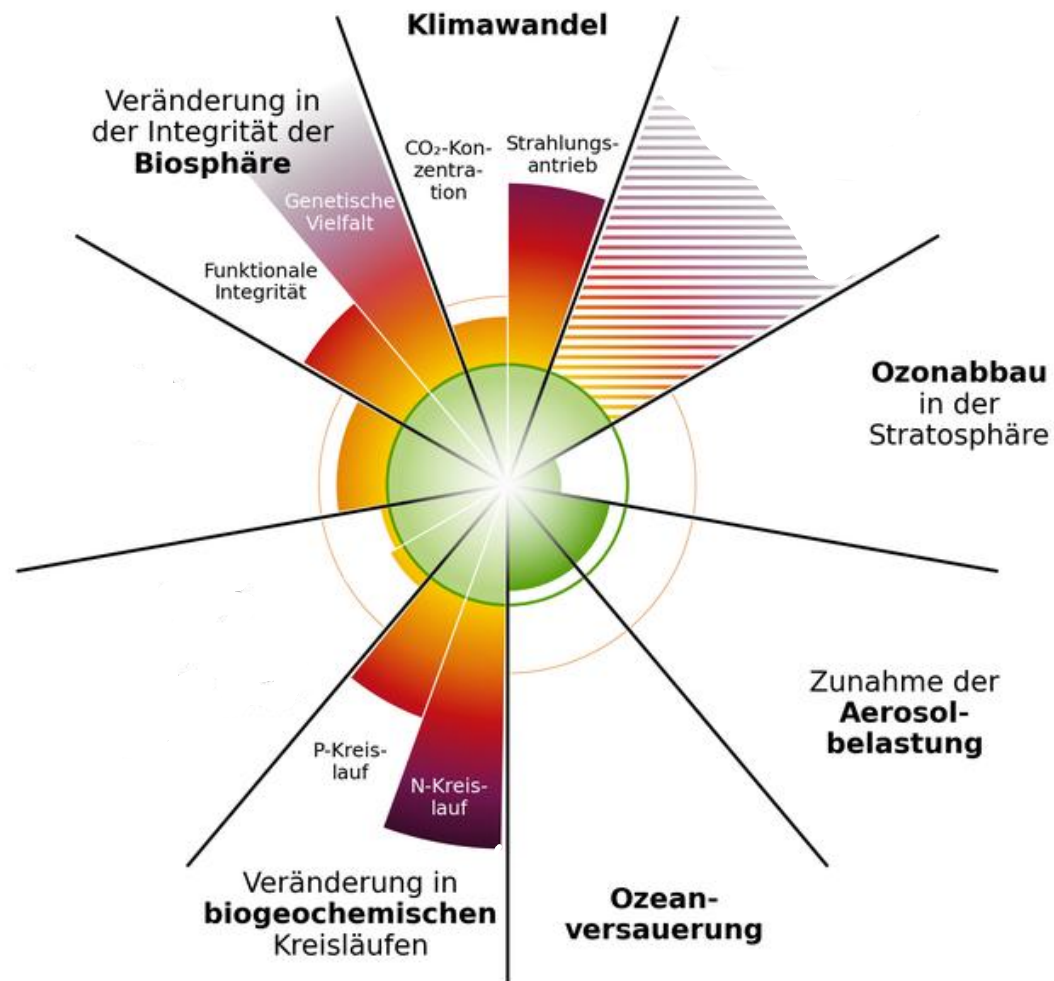
<https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/infothek/planetare-grenzen>



- 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



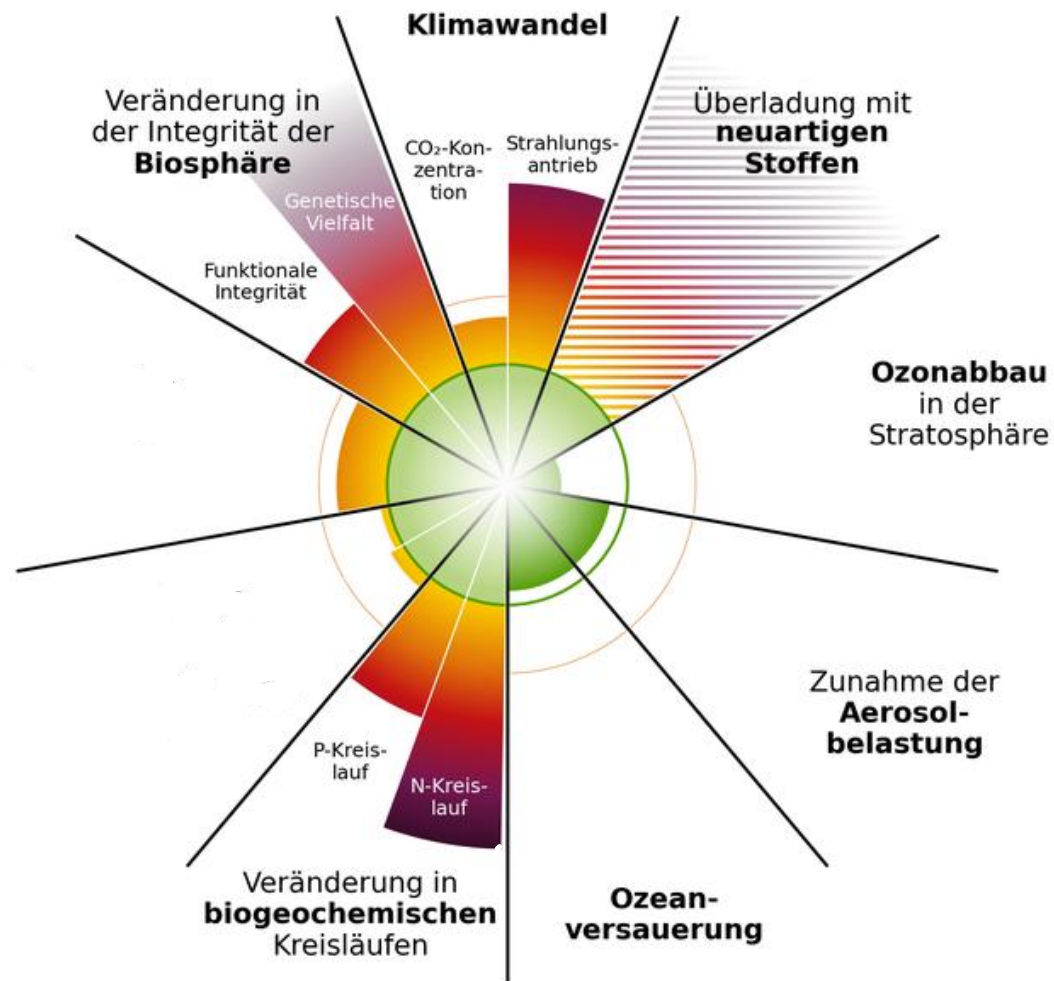
<https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/infothek/planetare-grenzen>



- Veränderung im Süßwassersystem

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

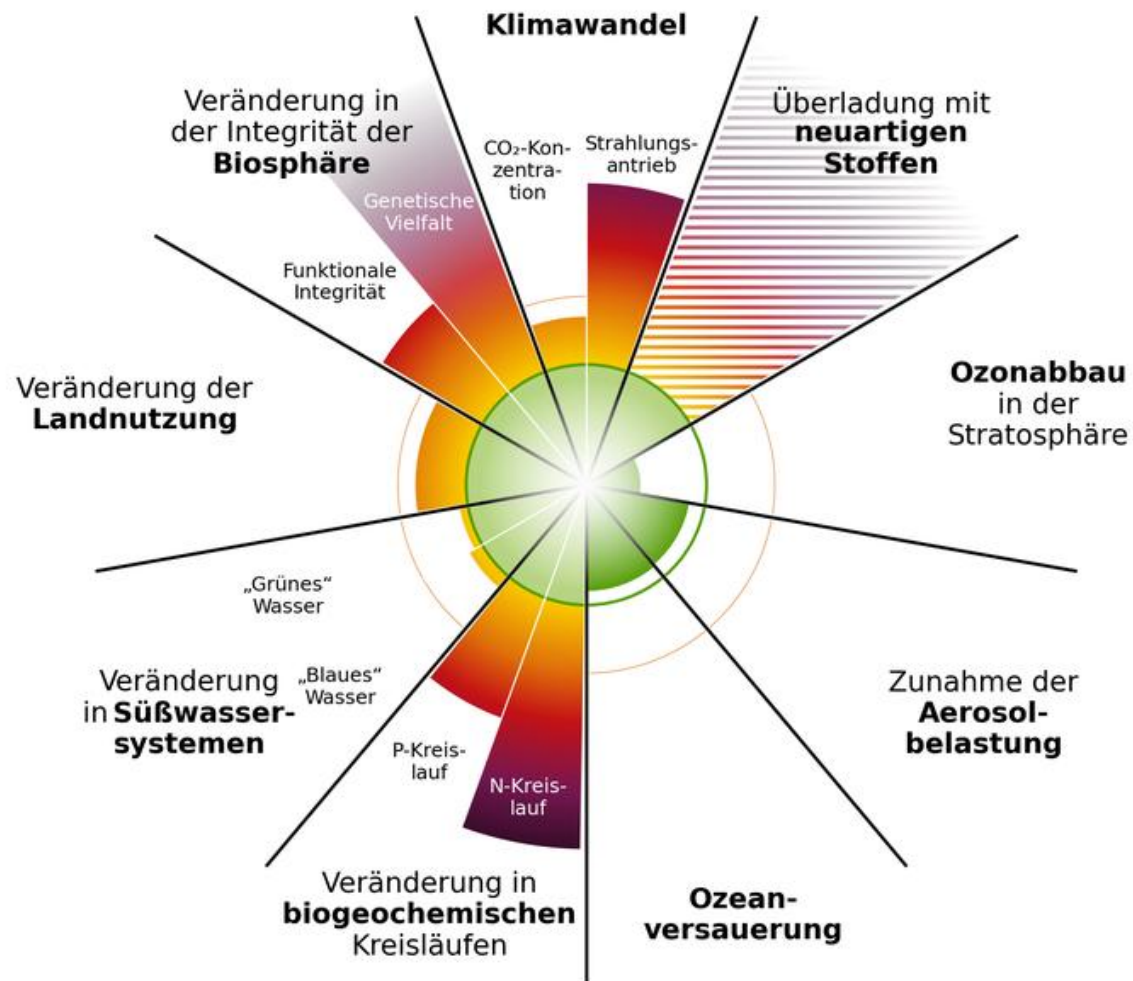
# Gibt's da noch mehr? Planetare Grenzen



- Veränderung im Süßwassersystem

- Veränderung der Landnutzung  
(Anteil Waldfläche)

# Gibt's da noch mehr? Planetare Grenzen



# Wie können wir Auswirkungen messen?

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





TEIL I

# Einführung in die Ökobilanzierung

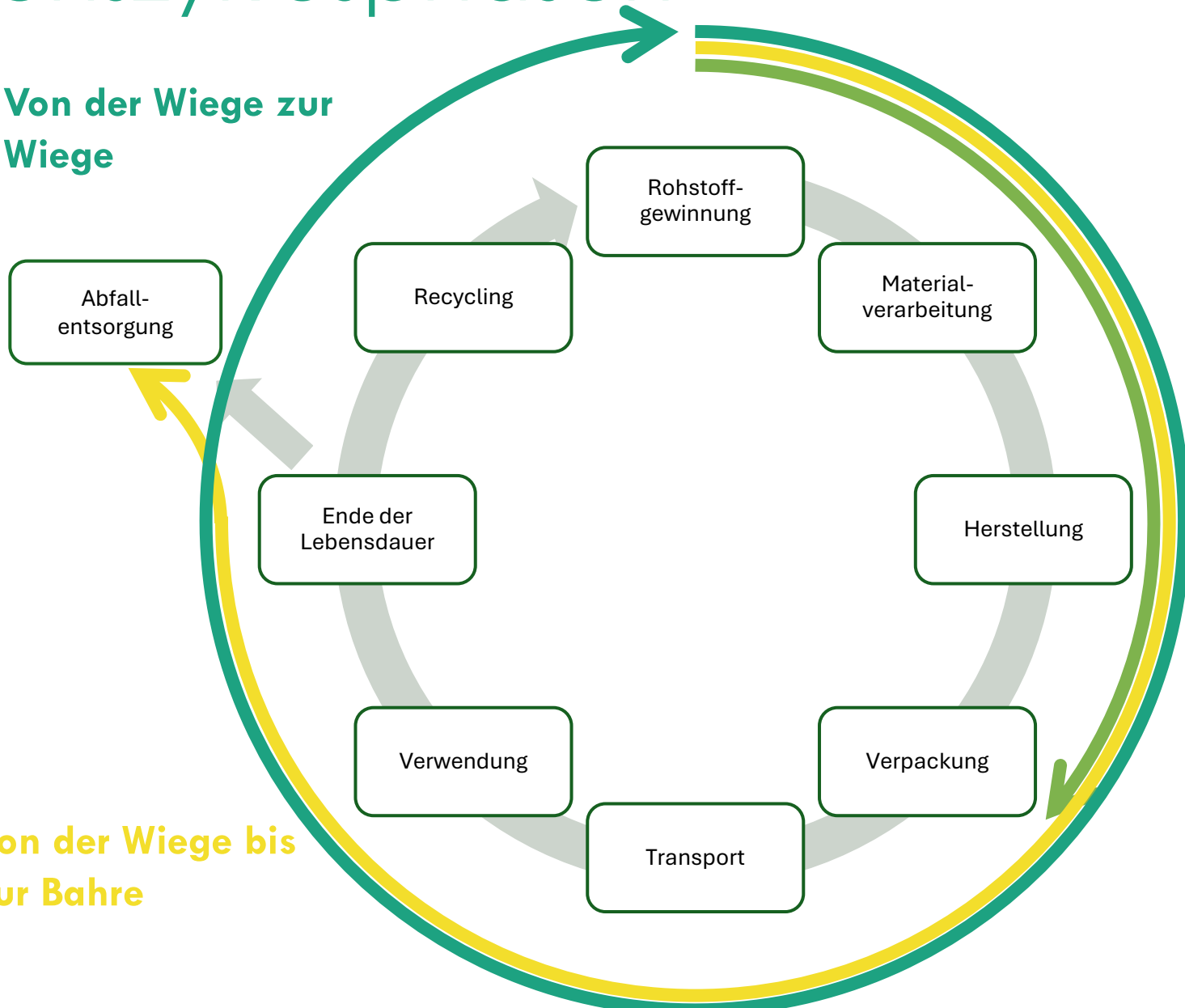
# Warum Ökobilanzierung?

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



# Lebenszyklusphasen

Von der Wiege zur Wiege



Von der Wiege bis zum Werkstor

Von der Wiege bis zur Bahre

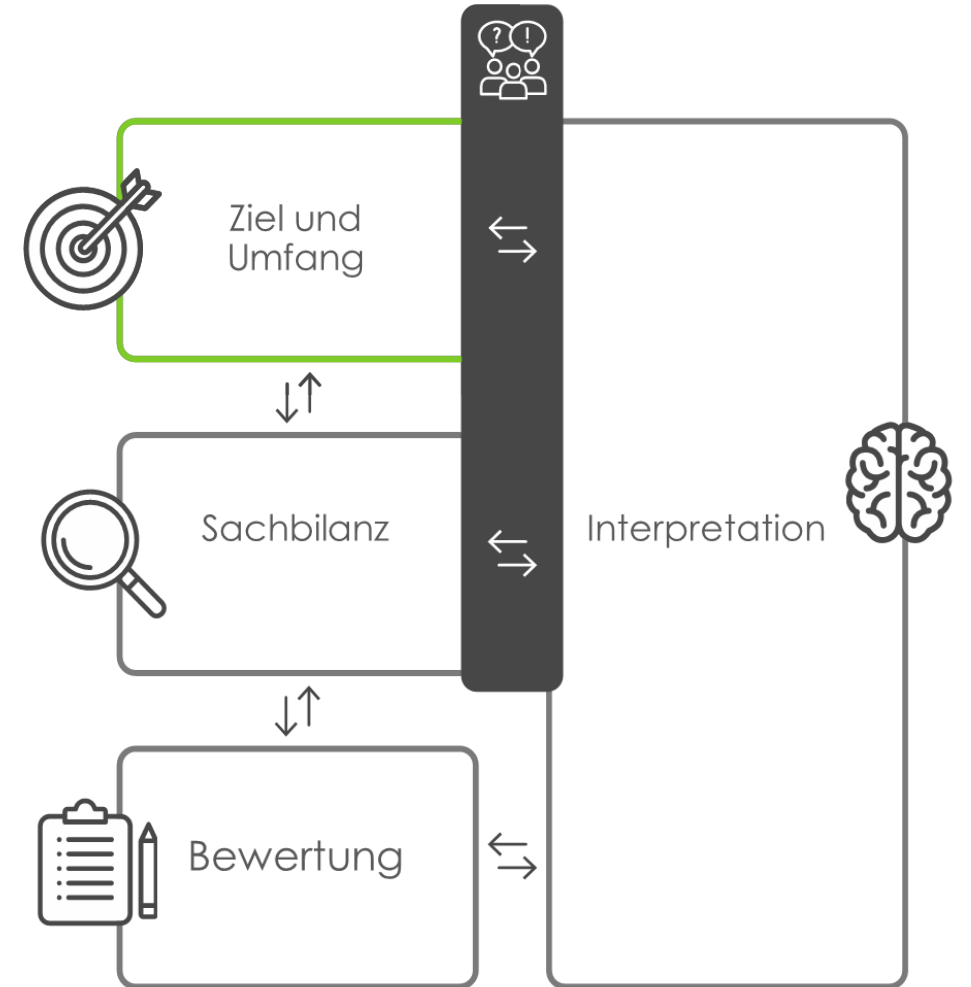
# Lebenszyklusanalyse (LCA)

Welche Schritte hat eine LCA?



# 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?

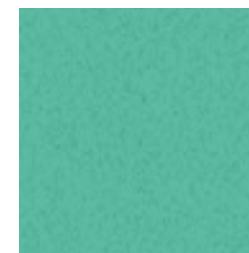
# Ziel und Umfang: Funktionale Einheit

- 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

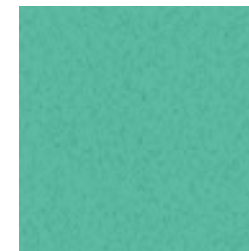
# Ziel und Umfang: Funktionale Einheit

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



1 Eimer?

1 L?



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

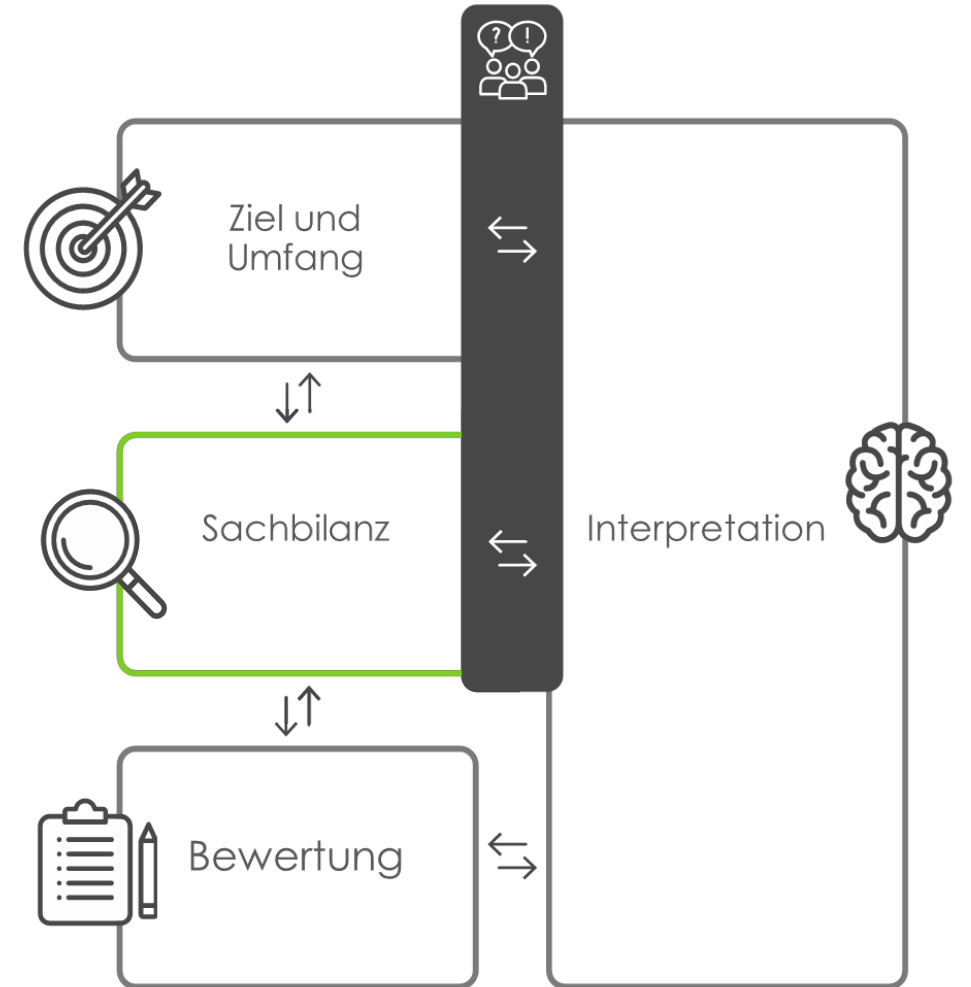
- Referenzfluss
  - Wie hoch ist der Verbrauch?
  - Farbe 1: 1 Anstrich (je 1L), alle 3 Jahre
  - Farbe 2: 2 Anstriche (je 0,5L) alle 5 Jahre

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

# Ökobilanzierung: Sachbilanz

## Was? Und wie viel davon?

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



# Ökobilanzierung: Sachbilanz

## Was? Und wie viel davon?

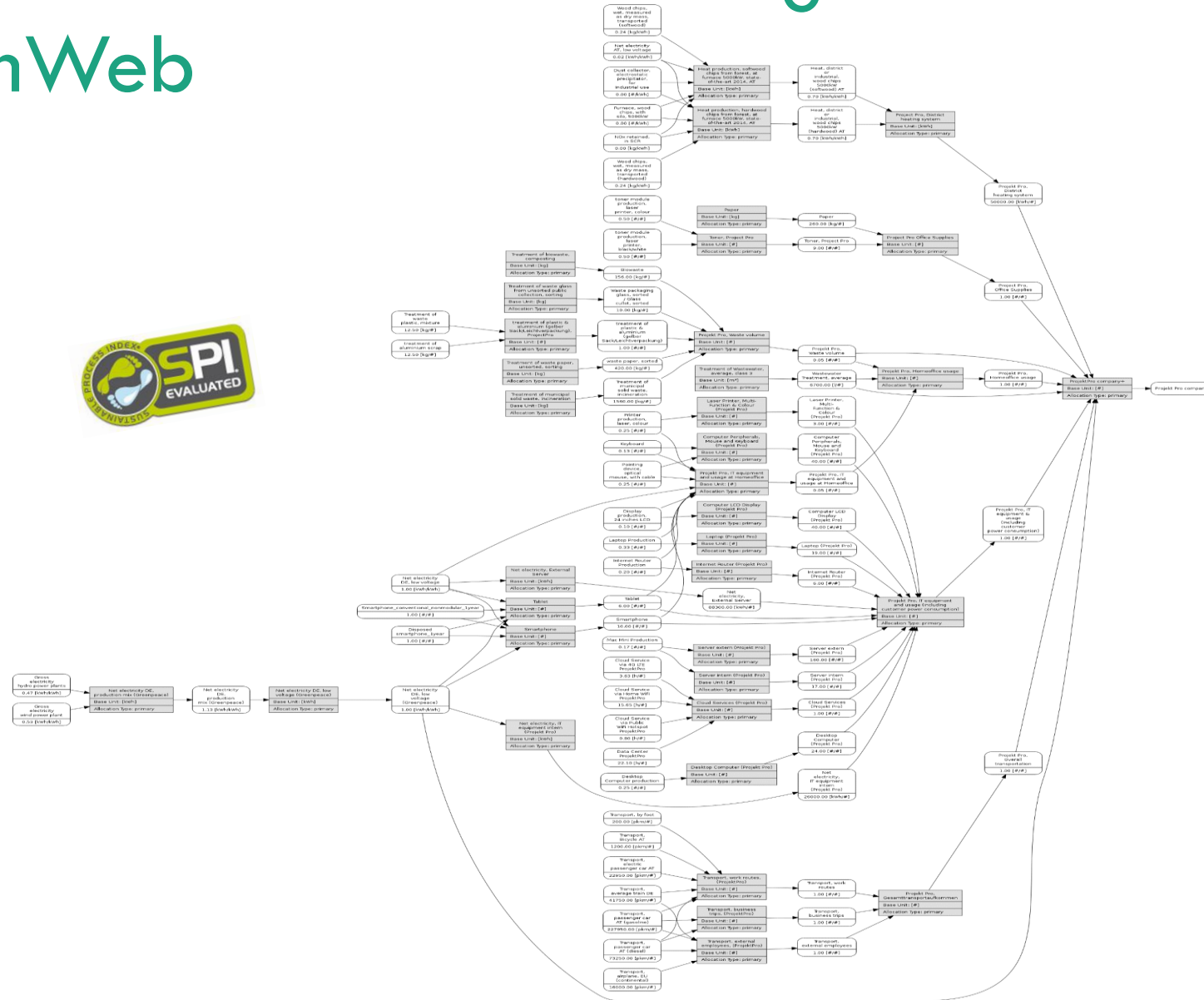
### Inputs

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

### Outputs

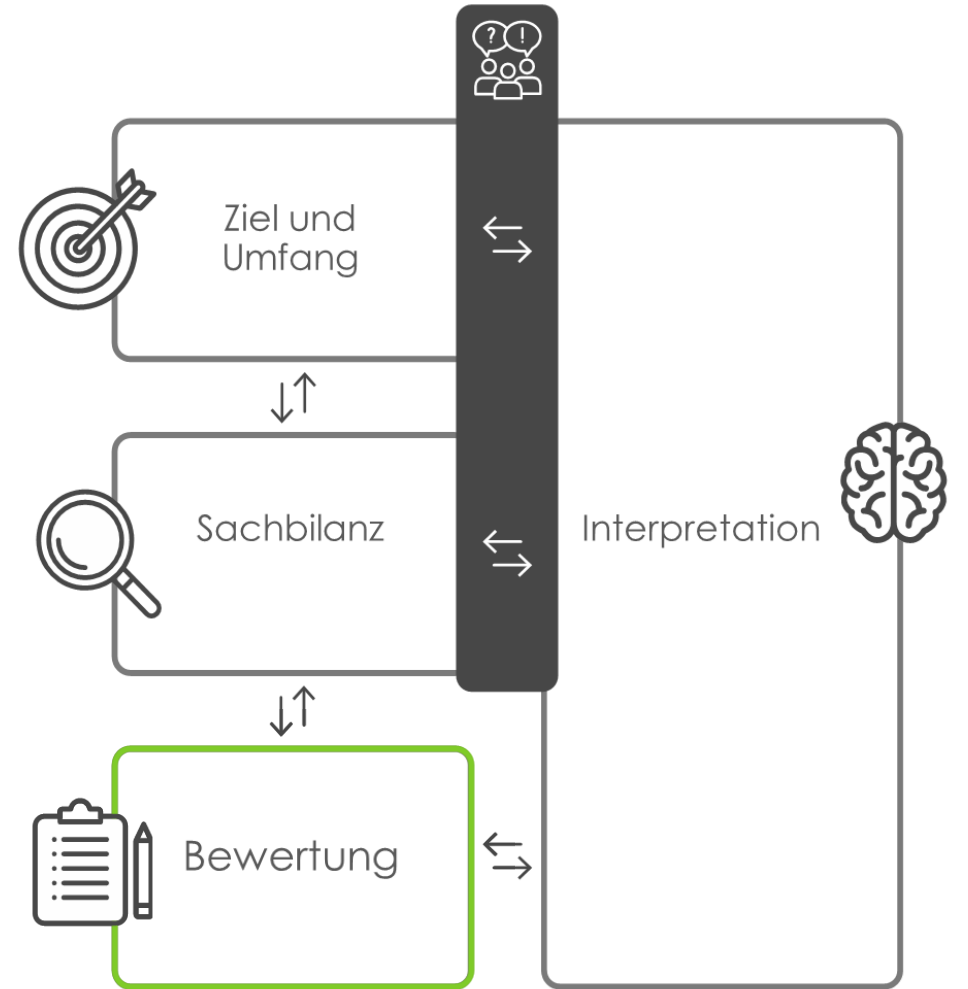
- Produktflüsse:
  - Produkt
  - Nebenprodukte
  - Abfälle
- Elementarflüsse:
  - Emissionen

# Illustration der Modellierung in SPLonWeb

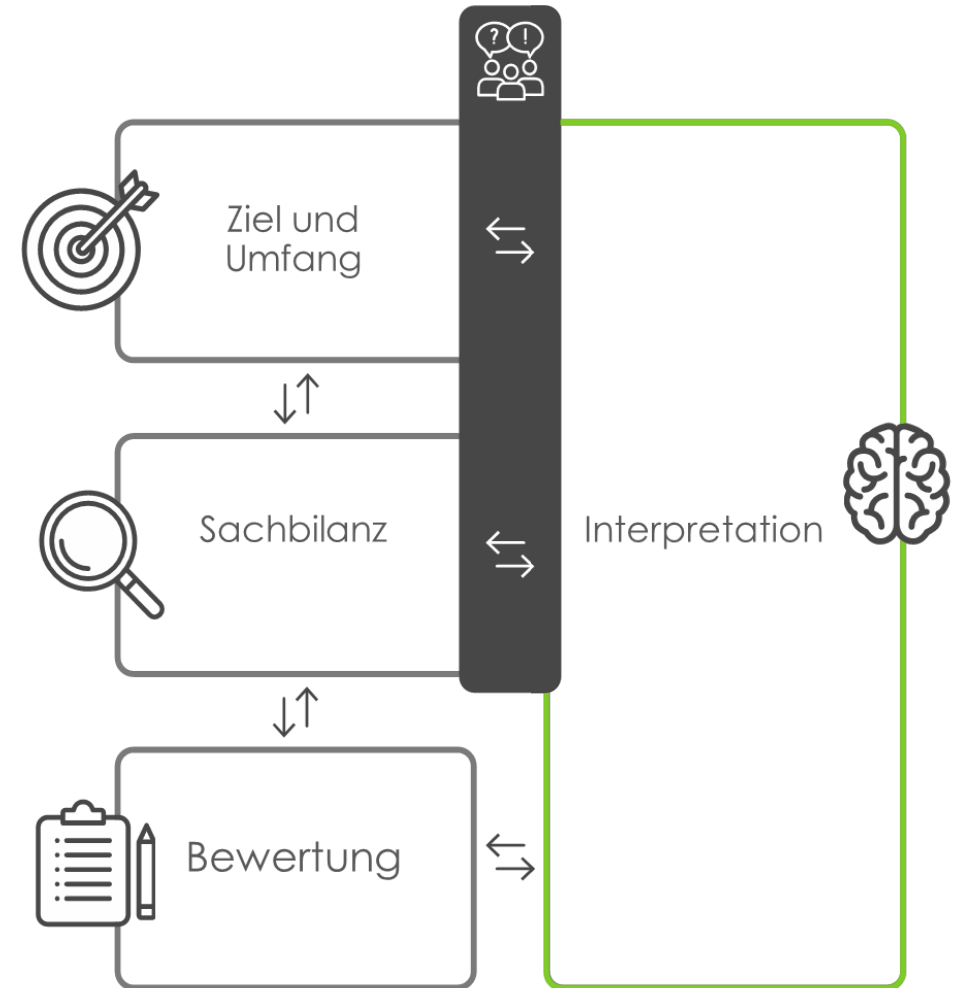
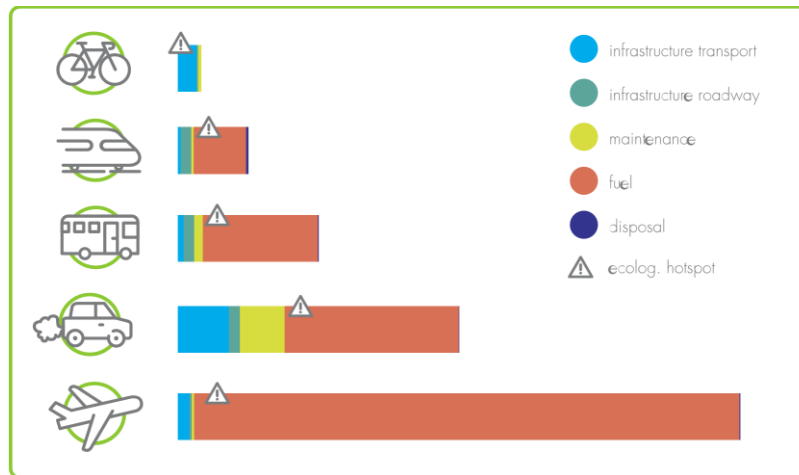


# Bewertung - Wirkungsabschätzung

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

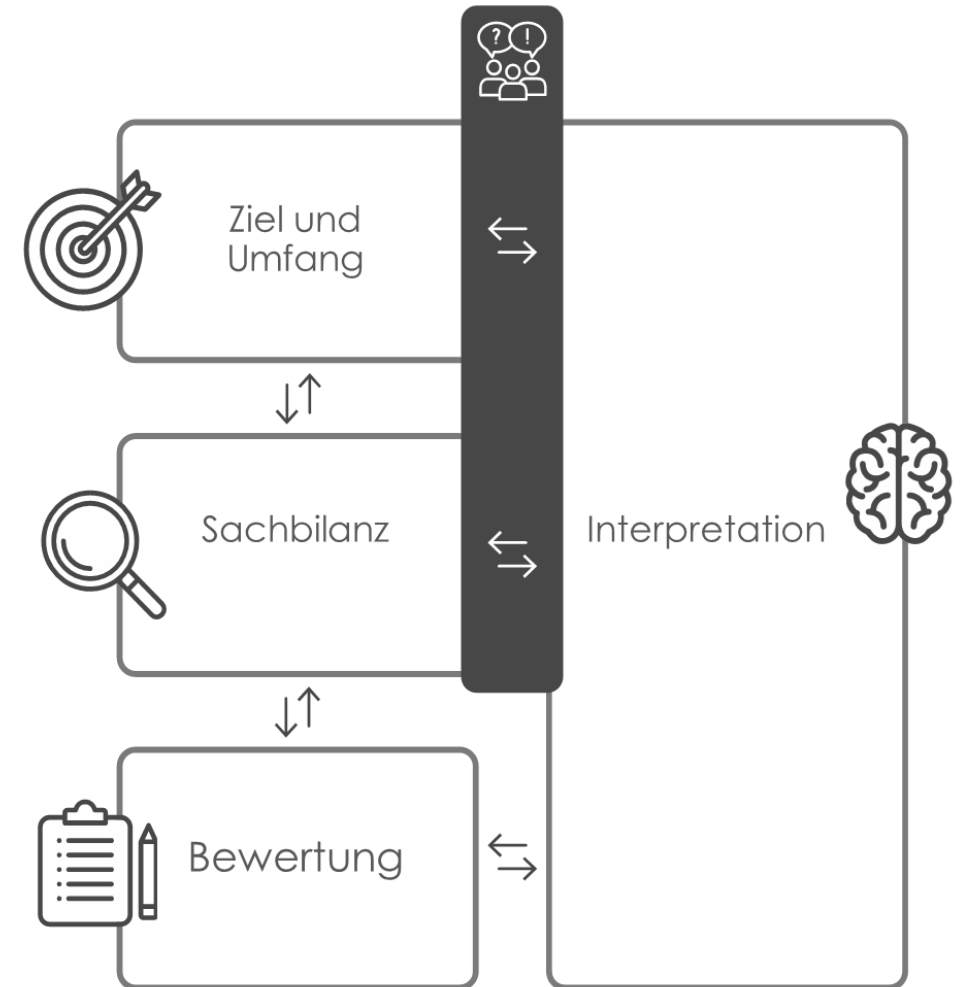


# Ökobilanzierung: Interpretation



# Ökobilanzierung – Mehrwert

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





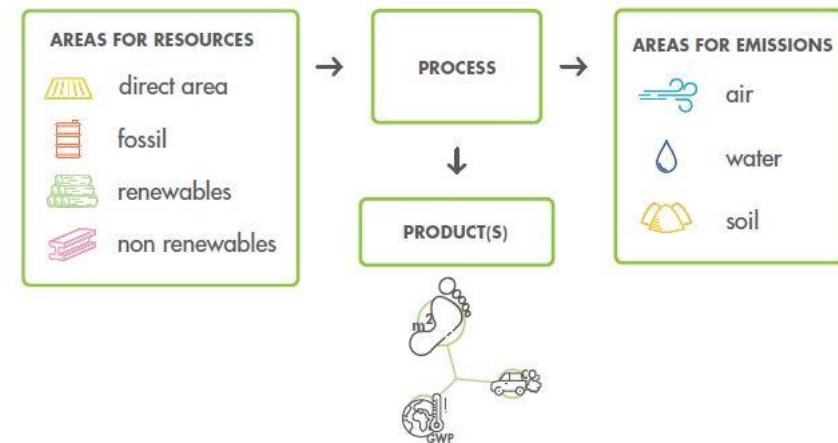
TEIL I

# Der Sustainable Process Index (SPI)

# Der SPI



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



# 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

- 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

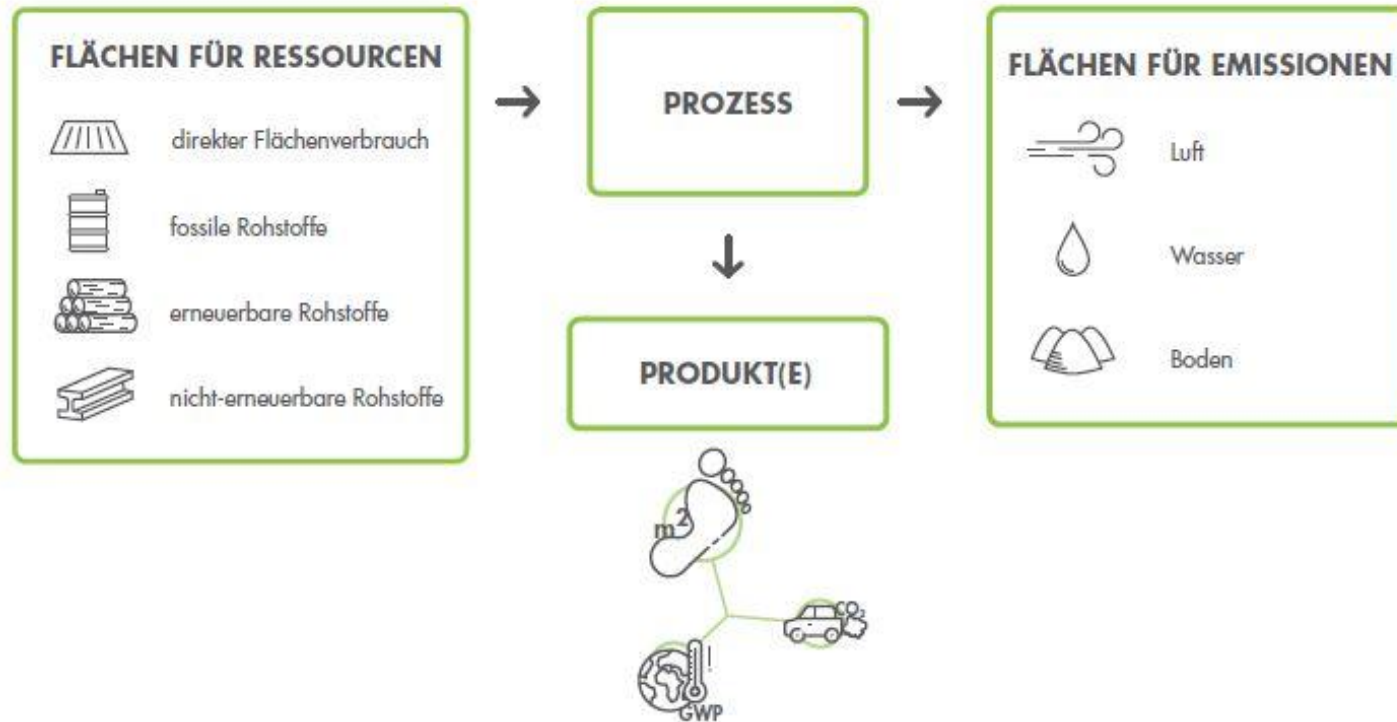
# Prinzip 2: Beispiel Boden

- Erneuerungsrate für Boden
  - „Neuer“ Boden: **Kompost**
  - Für diesen Prozess wird Biomasse (Gras) als Input benötigt
  - Gras benötigt **Fläche zum Wachsen**
  - Fläche zur Erzeugung von **1 kg „erneuertem Boden“**: Fläche, die erforderlich ist, um genügend Gras für die Produktion von **1 kg Kompost** anzubauen
  - Es wird davon ausgegangen, dass dieser Kompost emissionsfrei ist
- Nachhaltige Dissipation
  - „Neue“ Kompartimente können **bis zur natürlichen Konzentration „aufgefüllt“** werden (wenn 1 kg Boden 1 mg Schadstoff A enthält, kann 1 kg „erneuerter Boden“ pro Jahr 1 mg Schadstoff A abbauen).

## Prinzip 2: Emissionen in die Natur

- Es wird für jede Emission (Substanz) die nötige **Ausgleichsfläche** zur Aufnahme der Emission berechnet
- Ein m<sup>2</sup> Fläche kann gleichzeitig mehrere Substanzen aufnehmen
- Die größte dieser Flächen ist die „**Leitfläche**“, die diesem Emissionsstrom zugeordnet wird

# Ökologischer Fußabdruck auf Basis des SPI



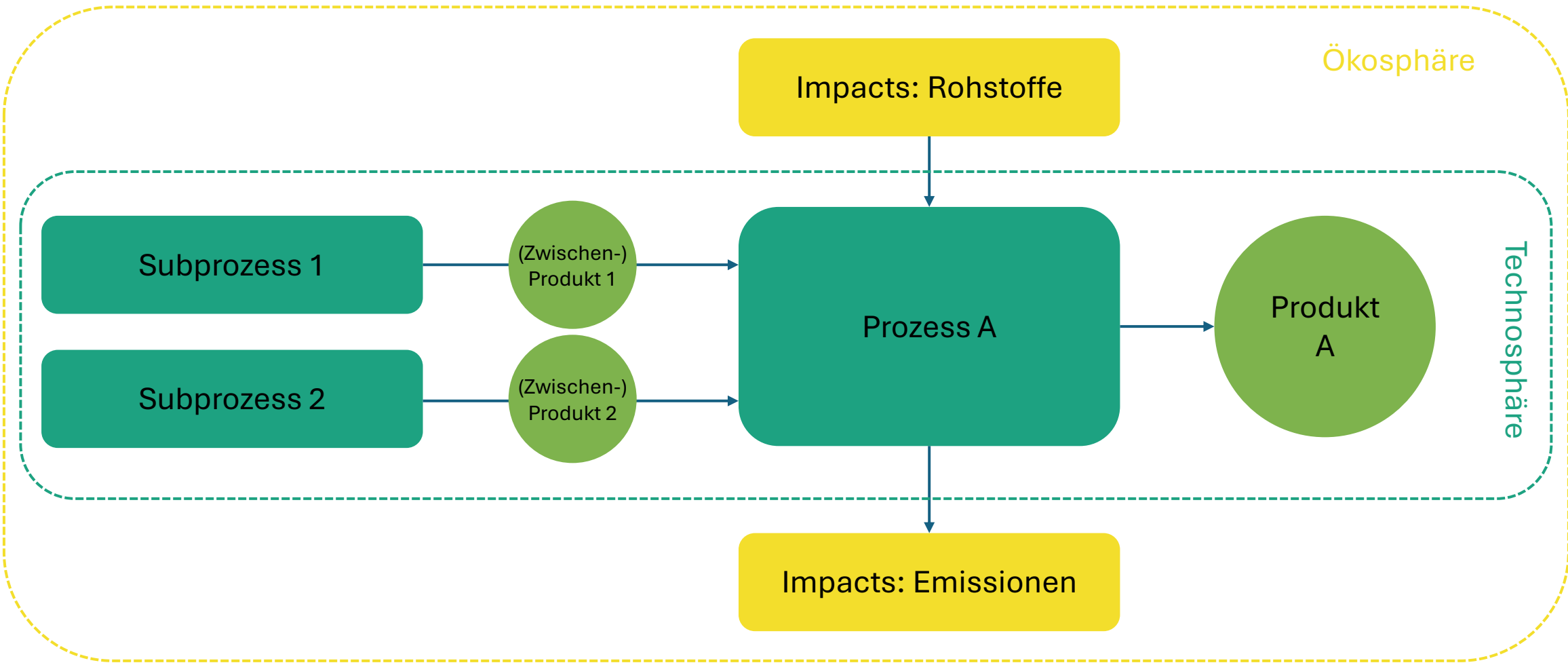


TEIL I

# SPlonWeb

## Was kann SPionWeb?

- Berechnung von ökologischem Fußabdruck, CO<sub>2</sub>, GWP
- Grafische Darstellung:
  - Verteilung des ökologischen Fußabdrucks auf Kategorien
  - Verteilung auf Teilprozesse
  - „Hotspot“-Diagramm
- Sofortige Aktualisierung der Berechnung (einschließlich aller anderen Prozesse, die mit dem aktuellen Prozess verknüpft sind)
- Schleifenberechnung möglich



## Verwendung von SPlonWeb – vor dem Start

- Sachbilanz (Mengen) für alle Prozesse im Lebenszyklus, die wir selbst definieren möchten (Vordergrunddaten).
- Die Mengen aller Rohstoffe, Produkte und Auswirkungen (Inputs und Outputs) beziehen sich auf das Hauptprodukt
- Eingabe der (Sub-)Prozesse in SPlonWeb, beginnend mit dem ersten (Sub-)Prozess im Lebenszyklus;
- Die Reihenfolge der Einrichtung von (Sub-)Prozessen in SPlonWeb muss dem Material-/Energiefluss im Lebenszyklus folgen

- Jede:r Benutzer:in hat seine eigene Projektdatenbank.

The screenshot shows the SPIonWeb website interface. At the top left is the SPIon Web logo. To its right is a navigation menu with links for News, Sustainable Process Index, Manual, Publications, References, Links, and Contact. On the far right of the navigation bar are flags for Germany and the United Kingdom. Below the navigation bar, there are three links: Log In, Sign Up (circled in red), and Forgot password?. The main content area is titled "Sign Up" and contains three input fields: Email, Password (with a note "(min. 6 characters)"), and Confirm Password. A "Sign Up" button is positioned below the Confirm Password field. At the bottom of the page, there is a link for "Imprint".

# SPIonWeb: Anmelden

**SPIon Web** News Sustainable Process Index Manual Publications References Links Contact

[Log In](#) [Sign Up](#) [Forgot password?](#)

## Log In

Email

Password

[Imprint](#)

- Allgemeine Informationen, methodischer Hintergrund, Referenzen, Links und Kontaktinformationen

The screenshot shows the SPionWeb website interface. At the top left is the logo with the text 'Sustainable Process Index SPion Web'. The top navigation bar contains links for 'News', 'Sustainable Process Index', 'Manual' (circled in red), 'Publications', 'References', 'Links', and 'Contact'. There are also flags for German and UK. Below the navigation bar, it says 'Signed in as: rene.kollmann@gmx.at' with 'Settings' and 'Log Out' options. A secondary navigation bar includes 'Processes', 'Impacts', 'Process Groups', 'Tags', 'Regional Data', and 'Admin: Units Settings Users'. The main content area is titled 'Manual' and contains the following text: 'New users are advised to start with the step-by-step guide in order to get a quick overview about SPionWeb and its usage in general. Further detailed explanations about SPionWeb and its usage can be found in the manual.' Below this are two links: 'SPionWeb Step-by-Step Guide' and 'SPionWeb Manual'. At the bottom of the page, there is an 'Imprint' link.

- Die Navigationsleiste wird oben angezeigt und ermöglicht den Zugriff auf alle wichtigen Optionen innerhalb von SPIonWeb.

**Process Groups**

**My Process Groups**

Name	# Impacts	# Processes	# Tags	# Regions	# Users	
Foodstuffs	0	572	30	0	7	Edit Delete
Golfbewertung	0	122	0	0	3	Edit Delete
Lyoness	0	135	6	0	7	Edit Delete
Mobility	0	488	4	0	10	Edit Delete
Tourism	0	61	3	0	4	Edit Delete

**Shared Process Groups**

Name	# Impacts	# Processes	# Tags	# Regions	# Users	Owner	
FB-Vision	0	2	1	0	2	k.kettl@lev.at	Edit
Vitikult	0	57	11	0	6	stephan.maier@tugraz.at	Edit
Grapos	0	5	3	0	3	stephan.maier@tugraz.at	Edit
M2Lab	0	14	3	0	2	k.kettl@lev.at	Edit
Biogas Tractor Simulation (conventional corn)	0	37	0	0	6	k.kettl@lev.at	Edit
NAWitechlabor	0	56	1	0	7	stephan.maier@tugraz.at	Edit
Tea	0	0	0	0	2	hunter20338@yahoo.com.tw	Edit
ANIMPOL	0	111	0	0	3	k.shahzad@tugraz.at	Edit

**Add**

## Process Groups

### My Process Groups

Name	# Impacts	# Processes	# Tags	# Regions	# Users	
<input type="text" value="TEST"/>						<input type="button" value="Save"/> <input type="button" value="Close"/>

**SPI on Web** News Sustainable Process Index Manual Publications References Links Contact

Signed in as: [rene.kollmann@gmx.at](#) [Settings](#) [Log Out](#)

**Processes** [Impacts](#) [Process Groups](#) [Tags](#) [Regional Data](#) **Admin:** [Units](#) [Settings](#) [Users](#)

**Add Search**

### Processes

Process Group  Filter by

Name	Region	Allocation Type	Unit	SPI [m <sup>2</sup> ,a/Unit]	Tags	Group	
<b>Absorption chiller production, 100kW</b> ▪ Absorption chiller, 100kW	Others	primary	#	10732079.645		Foodstuffs	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Copy</a>
<b>Acetic acid, 98% in H2O, at plant</b> ▪ Acetic acid, 98% in H2O, at plant	Europe	primary	kg	773.444		Lyonesse	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Copy</a>
<b>Agricultural machinery production, unspecified</b> ▪ Agricultural machinery, unspecified	Others	primary	kg	1613.061	<a href="#">Infrastructure</a>	Foodstuffs	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Copy</a>
<b>Agricultural machinery, tillage</b> ▪ Agricultural machinery, tillage	Others	primary	kg	1789.360	<a href="#">Infrastructure</a>	Foodstuffs	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Copy</a>
<b>Ammonium nitrate production</b> ▪ Ammonium nitrate, as N	Others	primary	kg	961.882		Foodstuffs	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Copy</a>
<b>Apple_conv_production</b> ▪ Apple_conv	Europe	primary	kg	15.139	<a href="#">Fruits and berries</a> <a href="#">Conventional</a>	Foodstuffs	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Copy</a>
<b>Apple_conv_production_SUKI</b> ▪ Apple_conv SUKI	Europe	primary	kg	16.276	<a href="#">Conventional</a> <a href="#">Fruits and berries</a>	Foodstuffs	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Copy</a>
<b>Apple_fertilizer_mixture</b> ▪ Fertilizer_apple_conv_production	Europe	primary	kg	258.265		Foodstuffs	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Copy</a>
<b>Apple_org_production</b> ▪ Apple_org	Europe	primary	kg	9.586	<a href="#">Fruits and berries</a> <a href="#">Organic</a>	Foodstuffs	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Copy</a>
<b>Apple_org_production_SUKI</b> ▪ Apple_org SUKI	Europe	primary	kg	5.941	<a href="#">Organic</a> <a href="#">Fruits and berries</a>	Foodstuffs	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Copy</a>

- wie Dateiordner

Processes | Impacts | Process Groups | Tags | Regional Data Admin: Units | Settings | Users

Back

## Search Process

**Keyword search**

Process name

Product name

**Process Groups**

No Process Group  
Mobility  
FB-Vision  
Vitikult  
Grapos

Search   New Search

**Tags**

**Core Processes**

- Agricultural Downstream Processing
- Agriculture
- Animal Husbandry
- Biofuels
- Chemicals and Base Substances
- Coal
- Construction material
- Crude oil
- Electric components
- Electricity

**Additional filters**

Max. # of products

Max. footprint  [m<sup>2</sup>.a/Unit]

Sort by

Results per page

# Der Prozess: SPI-Kategorien

**SPI on Web** News Sustainable Process Index Manual Publications References Links Contact

Signed in as: [rene.kollmann@gmx.at](#) [Settings](#) [Log Out](#)

Processes Impacts Process Groups Tags Regional Data **Admin:** Units Settings Users

### SPIonWeb

```
graph LR; subgraph Resources; R1[area]; R2[fossil resources]; R3[renewables]; R4[non renewables]; R5[intermediates]; end; R1 --> P[process X]; R2 --> P; R3 --> P; R4 --> P; R5 --> P; P --> E1[to air]; P --> E2[in water]; P --> E3[in soil]; P --> PR[product(s)]; PR --- SPI[SPI [m²/unit]]
```

**resources**

- area
- fossil resources
- renewables
- non renewables
- intermediates

**process X**

**product(s)**

**emissions**

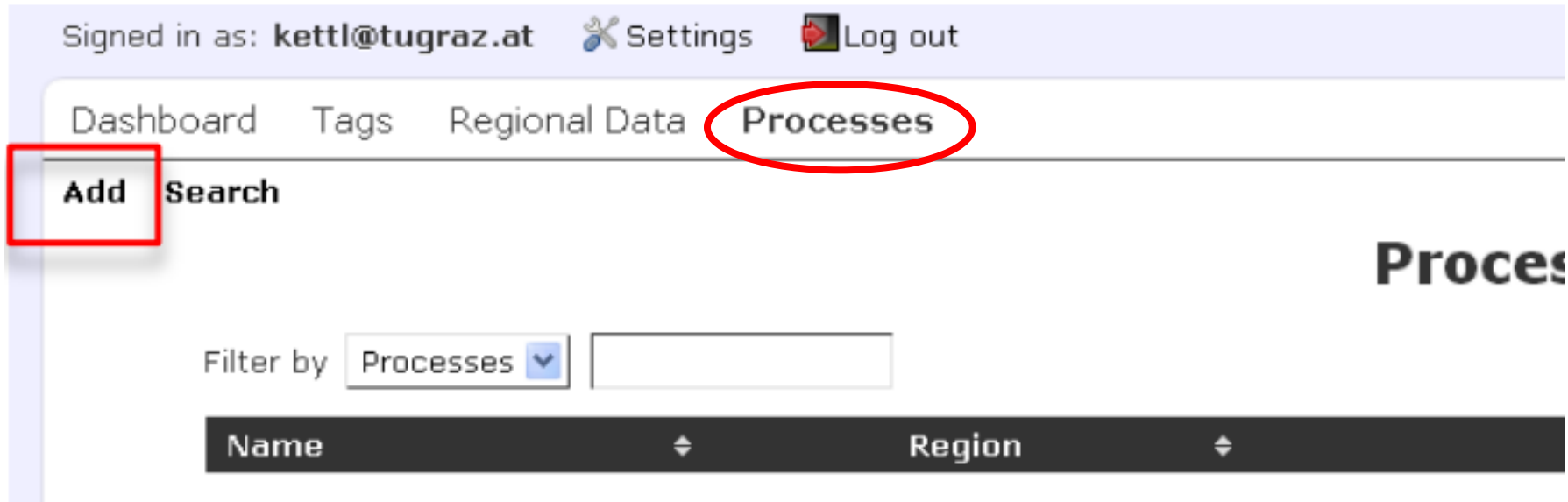
- to air
- in water
- in soil



**SPI**  
[m<sup>2</sup>/unit]

Imprint

## Neuen Prozess erstellen

- Ein Klick auf „Hinzufügen“ startet den Vorgang zur Berechnung der ökologischen Auswirkungen von Prozessen.



Signed in as: **kettl@tugraz.at**  Settings  Log out

Dashboard Tags Regional Data **Processes**

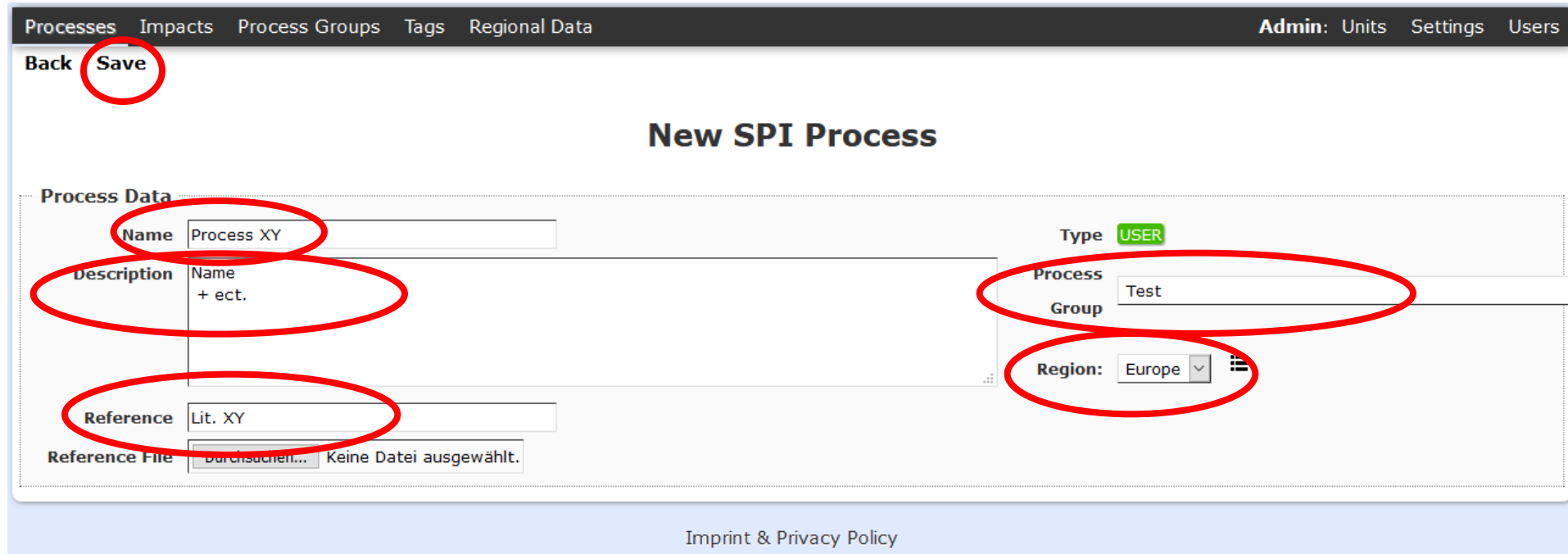
**Add** Search

Filter by

Name	Region
------	--------

# Neuen Prozess erstellen

- Eindeutiger Name
- Beschreibung
- Referenz
- Regionale Daten



Processes Impacts Process Groups Tags Regional Data Admin: Units Settings Users

Back Save

## New SPI Process

**Process Data**

Name	Process XY
Description	Name + ect.
Reference	Lit. XY
Reference File	<input type="button" value="Durchsuchen..."/> Keine Datei ausgewählt.

**Regional Data**

Type	USER
Process	Test
Group	
Region:	Europe

Imprint & Privacy Policy

# Produkte, Teilprozesse und Auswirkungen hinzufügen

**Process Data**

Name:

Description:

Reference:

Reference File:  Keine Datei ausgewählt.

Tags:

Type: **USER**

Process Group:

Region:

Last Update: 11/18/2020 12:51

**Footprint SPI Categories**

**Inventory Overview**

**Outputs**

**Products**

Name	Main product?	Unit	Inventory	$a_{tot}$ [m <sup>2</sup> .a/Unit]	$a_{part}$ [m <sup>2</sup> .a/Unit]	K
<input type="text" value="Product XY1"/>		<input type="text" value="kg"/>	1.0			<input type="button" value="Save"/> <input type="button" value="X Close"/>

Included in **0** my processes or core processes.

**Inventories**

**Sub-Processes**

Name	Unit	Inventory	$y_{spec}$ [m <sup>2</sup> .a/q]	$a_{part}$ [m <sup>2</sup> .a/Unit]	Share
------	------	-----------	----------------------------------	-------------------------------------	-------

**Impacts**

**i** Impacts to air, water and soil must be defined by their final enrichment compartment (see manual for more details)!

Name	Unit	Inventory	$y_{spec}$ [m <sup>2</sup> .a/q]	$a_{part}$ [m <sup>2</sup> .a/Unit]	Share
------	------	-----------	----------------------------------	-------------------------------------	-------

# Produkte, Teilprozesse und Auswirkungen hinzufügen



Dashboard Tags Regions Data Processes Admin: Units Impacts Core Processes Tags Regional Data Settings

Back Copy Delete **Results**

## Process Details

**F**

**Process Data**

SPI Index: 0.103  
 Name: Process 1  
 Description: Test process for the quick reference guide  
 Reference: Literature Source #1  
 Allocation Type: primary  
 Restricted?:   
 Last Update: 12/18/2012 12:25  
 Tags:  Add  
 Test processes

**Regional Data**

Region: Europe  
 Water:  $\gamma_w$ : 983.000 [mm/a]  
 $r$ : 0.300  
 $R_w$ : 294.900 [kg/m<sup>2</sup>.a]  
 Soil:  $\gamma_s$ : 0.750 [kg/m<sup>2</sup>.a]  
 $l$ : 0.560  
 $R_s$ : 0.420 [kg/m<sup>2</sup>.a]

**Footprint SPI Categories**

**C**

**Footprint Inputs**

**D**

**Outputs**

+ New Product

**Products**

Name	Main product?	Unit	Inventory	$\#_{tot}$ [m <sup>2</sup> .a/unit]	$\#_{part}$ [m <sup>2</sup> .a/unit]	K	
Test product 1	<input checked="" type="checkbox"/>	kg	1.0	3448.795	3448.795	1.000	Delete
Test product 2	<input checked="" type="checkbox"/>	kg	0.500	0.0	0.0	0.0	Delete

**E**

Included in other processes:

**G**

**Inputs**

+ Add Sub-Process + Add Sub-Process (Advanced Search) + Add Impact + Add Impact (Advanced Search)

**Sub-Processes**

Name	Unit	Inventory	$\gamma_{spec}$ [m <sup>2</sup> .a/g]	$\#_{part}$ [m <sup>2</sup> .a/unit]	Share	
Net electricity EU-27, medium voltage	kWh	10.00000	260.390	2603.900	75.5%	Delete
Sodium Hydroxide (NaOH)	kg	2.00000	86.662	173.324	5.0%	Delete

**A**

**Impacts**

Name	Unit	Inventory	$\gamma_{spec}$ [m <sup>2</sup> .a/g]	$\#_{part}$ [m <sup>2</sup> .a/unit]	Share	
H <sub>2</sub> O	kg	2.00000	222.000	444.000	12.9%	Delete
Hg (water)	mg	150.0000		508.647	14.7%	Delete
Zn (soil)	mg	65.00000		0.516	0.0%	Delete

**B**

# Prozess-Ergebnisse: Prozess-Diagramm

## Process Results

### Process Data

**Name** Process 1  
**Description** Test process for the quick reference guide  
**Reference** Literature Source #1

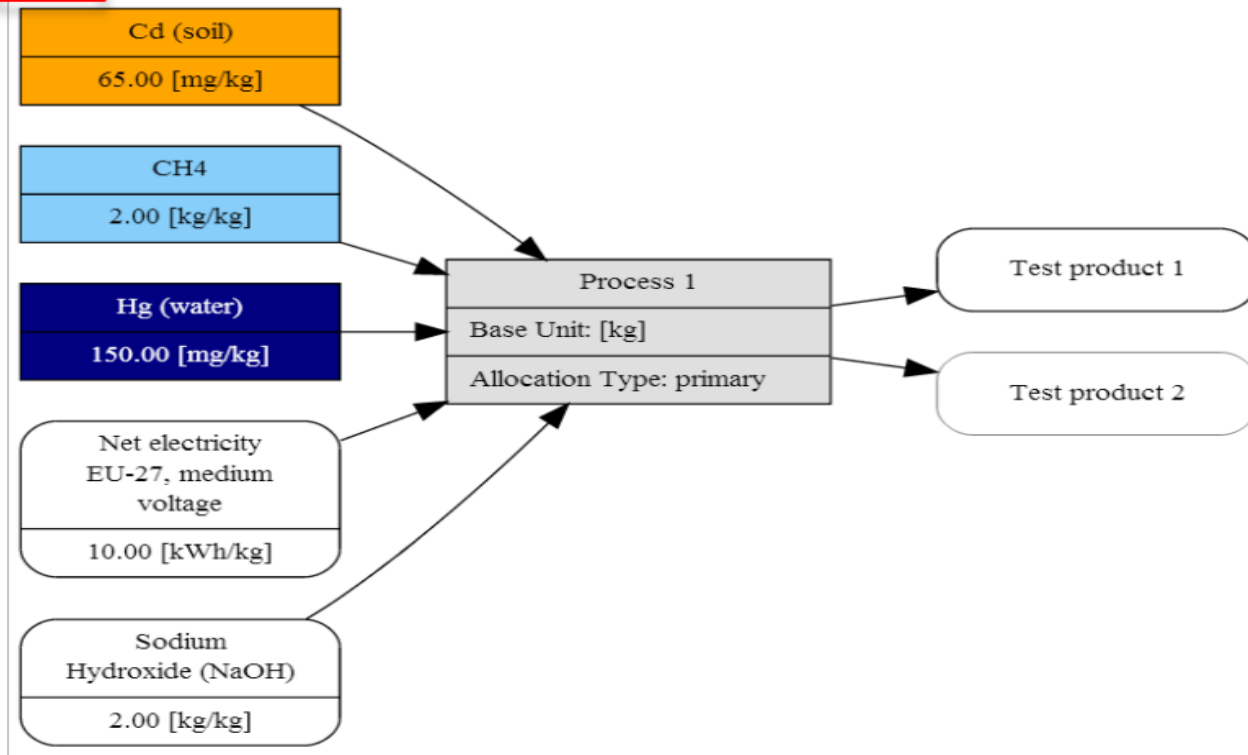
### Regional Data

**Water**  $y_w$ : 983.000 mm/a  
 $r$ : 0.300  
 $R_w$ : 294.900 kg/m<sup>2</sup>.a  
**Soil**  $y_s$ : 0.750 kg/m<sup>2</sup>.a  
 $l$ : 0.560  
 $R_s$ : 0.420 kg/m<sup>2</sup>.a

### Process Graph

#### Preview:

Zoom

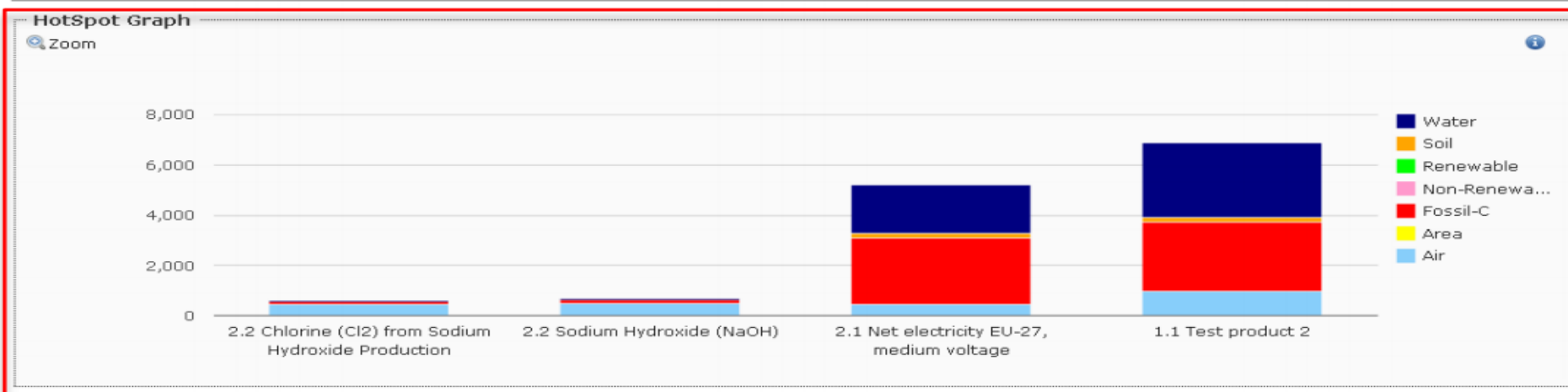


#### Configuration:

Format:  ⓘ  
Algorithm:  ⓘ  
Font Size:  ⓘ  
Show:  No Impacts ⓘ  
 Everything ⓘ  
Level:  All ⓘ  
 Up to:  ⓘ

# Prozess-Ergebnisse: Hot-Spot-Diagramm

## SPI Overview



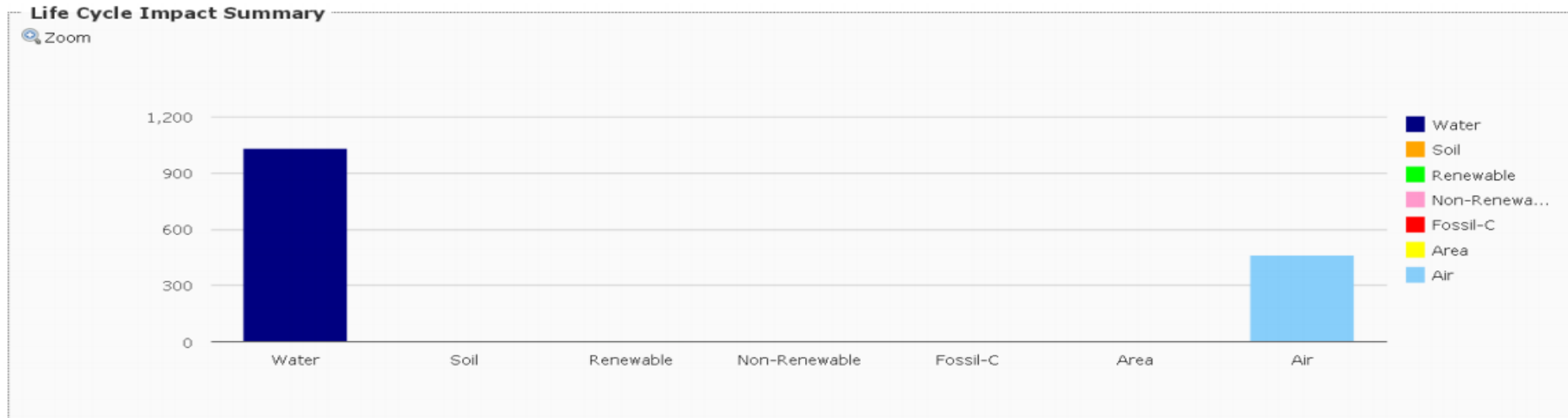
## Detailed SPI Overview

Level:  All  Up to:

Show all

Level	Process	Unit	Inventory	CO <sub>2</sub> [kg]	GWP [kg]	a <sub>part</sub> [m <sup>2,a</sup> ]
1	1.1 Process 1					
	Test product 2	kg	1.0	20.1743	104.1743	<b>6897.5906</b>
	Cd (soil)	mg	130.0000	-	-	309.5238
	CH4	kg	4.0000	-	-	888.0000
	Hg (water)	mg	300.0000	-	-	1017.2940
2	2.1 Net electricity EU-27, medium voltage					
	Net electricity EU-27, medium voltage	kWh	20.0000	19.1803	19.1803	<b>5207.8129</b>
	2.2 Sodium Hydroxide (NaOH)					
	Sodium Hydroxide (NaOH)	kg	4.0000	0.9941	0.5159	<b>346.6474</b>
	Chlorine (Cl2) from Sodium Hydroxide Production	kg	3.5600	0.8847	0.4087	<b>308.5161</b>
	Hydrogen (H2) from Sodium Hydroxide Production	kg	0.2000	0.0497	0.0013	<b>17.3324</b>
	CCl4 (air)	g	0.0012	-	-	2.2622
	Chlorides (water)	g	0.0795	-	-	0.0027
	Dichloro methane	g	0.0074	-	-	0.0011
	Dichloro monofluoro methane (air)	g	0.0105	-	-	<b>113.8109</b>
	HCl	g	0.0114	-	-	0.1467
	Hg (water)	g	0.0011	-	-	3.7478
	Process Water (Europe) [kg]	kg	7.0000	-	-	<b>0.0237</b>
	Waste heat into air	MJ	< 0.0001	-	-	0.0

# Prozess Ergebnisse: Überblick über die Auswirkungen



**Detailed Impacts Overview**

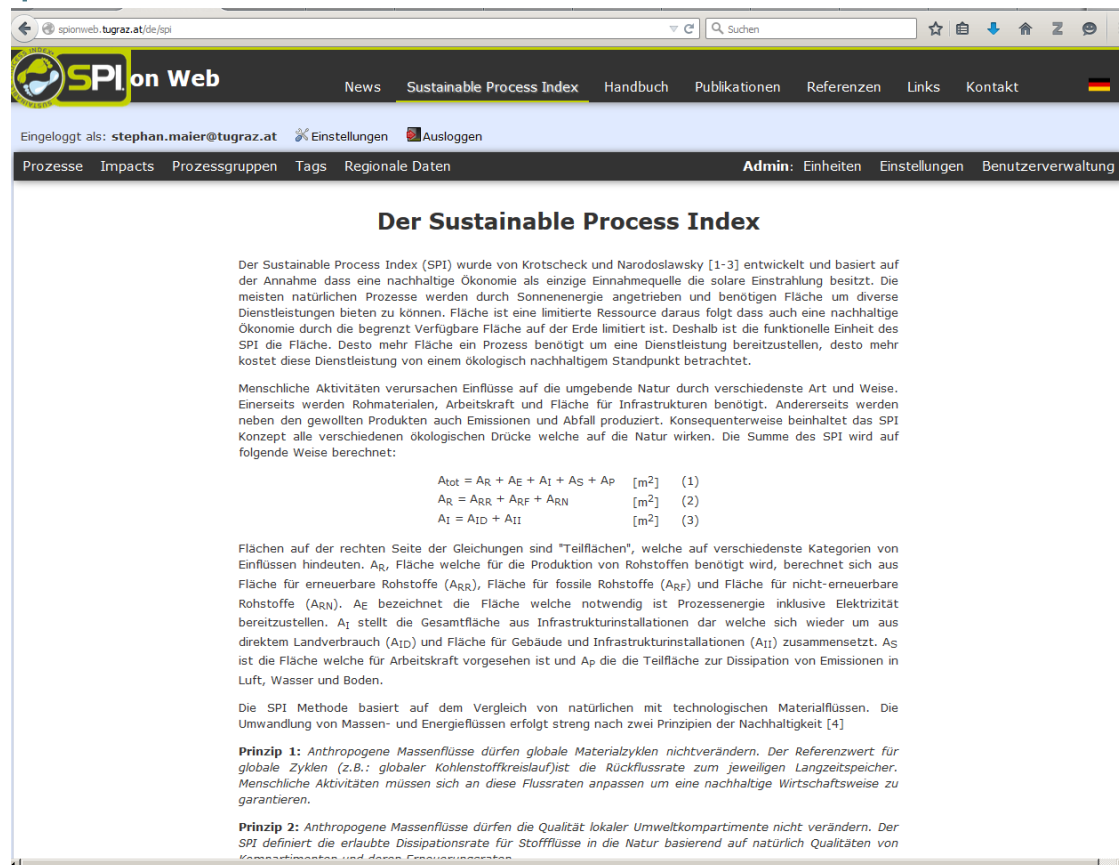
Hide

Show all

Impact	Input for	Unit	Inventory	GWP [kg]	a <sub>part</sub> [m <sup>2</sup> .a]
CH4	Show	kg	4.0000	84.0000	0.0001
CCl4 (air)	Show	kg	< 0.0001	0.0068	9.0487
Dichloro methane	Show	kg	< 0.0001	0.0	0.0045
Dichloro monofluoro methane (air)	Show	kg	< 0.0001	0.0	455.2442
HCl	Show	kg	< 0.0001	0.0	0.5867
Waste heat into air	Show	TJ	< 0.0001	0.0	0.0
CO	Show	kg	< 0.0001	0.0	0.0005
NM VOC	Show	kg	< 0.0001	0.0	0.0006
NOx	Show	kg	< 0.0001	0.0057	0.1402
SOx as SO2	Show	kg	< 0.0001	0.0	0.0053
N2O	Show	kg	< 0.0001	0.0001	0.0074
Particles	Show	kg	< 0.0001	0.0	0.0002
NH3	Show	kg	< 0.0001	0.0	< 0.0001
Acetone	Show	kg	< 0.0001	0.0	< 0.0001
Alkanes (air)	Show	kg	< 0.0001	0.0	< 0.0001
Alkenes (air)	Show	kg	< 0.0001	0.0	< 0.0001
Butane	Show	kg	< 0.0001	0.0	< 0.0001
Cd (air)	Show	kg	< 0.0001	0.0	< 0.0001
Ethanol	Show	kg	< 0.0001	0.0	< 0.0001
HF	Show	kg	< 0.0001	0.0	< 0.0001

# Online-Demonstration

→ [www.spionweb.eco](http://www.spionweb.eco)



The screenshot shows a web browser displaying the 'SPI on Web' website. The page title is 'Der Sustainable Process Index'. The content includes a detailed explanation of the SPI concept, its development by Krottscheck and Narodslawsky, and the calculation of the total area (A<sub>tot</sub>) based on three main components: raw materials (A<sub>R</sub>), infrastructure (A<sub>I</sub>), and emissions (A<sub>S</sub>). The page also lists two principles: Principle 1 (Anthropogenic mass flows must not change global material cycles) and Principle 2 (Anthropogenic mass flows must not change the quality of local environmental compartments).

**Der Sustainable Process Index**

Der Sustainable Process Index (SPI) wurde von Krottscheck und Narodslawsky [1-3] entwickelt und basiert auf der Annahme dass eine nachhaltige Ökonomie als einzige Einnahmequelle die solare Einstrahlung besitzt. Die meisten natürlichen Prozesse werden durch Sonnenenergie angetrieben und benötigen Fläche um diverse Dienstleistungen bieten zu können. Fläche ist eine limitierte Ressource daraus folgt dass auch eine nachhaltige Ökonomie durch die begrenzt verfügbare Fläche auf der Erde limitiert ist. Deshalb ist die funktionelle Einheit des SPI die Fläche. Desto mehr Fläche ein Prozess benötigt um eine Dienstleistung bereitzustellen, desto mehr kostet diese Dienstleistung von einem ökologisch nachhaltigem Standpunkt betrachtet.

Menschliche Aktivitäten verursachen Einflüsse auf die umgebende Natur durch verschiedenste Art und Weise. Einerseits werden Rohmaterialien, Arbeitskraft und Fläche für Infrastrukturen benötigt. Andererseits werden neben den gewollten Produkten auch Emissionen und Abfall produziert. Konsequenterweise beinhaltet das SPI Konzept alle verschiedenen ökologischen Drücke welche auf die Natur wirken. Die Summe des SPI wird auf folgende Weise berechnet:

$$A_{tot} = A_R + A_E + A_I + A_S + A_P \quad [m^2] \quad (1)$$

$$A_R = A_{RR} + A_{RF} + A_{RN} \quad [m^2] \quad (2)$$

$$A_I = A_{ID} + A_{II} \quad [m^2] \quad (3)$$

Flächen auf der rechten Seite der Gleichungen sind "Teilflächen", welche auf verschiedenste Kategorien von Einflüssen hindeuten. A<sub>R</sub>, Fläche welche für die Produktion von Rohstoffen benötigt wird, berechnet sich aus Fläche für erneuerbare Rohstoffe (A<sub>RR</sub>), Fläche für fossile Rohstoffe (A<sub>RF</sub>) und Fläche für nicht-erneuerbare Rohstoffe (A<sub>RN</sub>). A<sub>E</sub> bezeichnet die Fläche welche notwendig ist Prozessenergie inklusive Elektrizität bereitzustellen. A<sub>I</sub> stellt die Gesamtfläche aus Infrastrukturinstallationen dar welche sich wieder um aus direktem Landverbrauch (A<sub>ID</sub>) und Fläche für Gebäude und Infrastrukturinstallationen (A<sub>II</sub>) zusammensetzt. A<sub>S</sub> ist die Fläche welche für Arbeitskraft vorgesehen ist und A<sub>P</sub> die die Teilfläche zur Dissipation von Emissionen in Luft, Wasser und Boden.

Die SPI Methode basiert auf dem Vergleich von natürlichen mit technologischen Materialflüssen. Die Umwandlung von Massen- und Energieflüssen erfolgt streng nach zwei Prinzipien der Nachhaltigkeit [4]

**Prinzip 1:** Anthropogene Massenflüsse dürfen globale Materialzyklen nicht verändern. Der Referenzwert für globale Zyklen (z.B.: globaler Kohlenstoffkreislauf) ist die Rückflussrate zum jeweiligen Langzeitspeicher. Menschliche Aktivitäten müssen sich an diese Flussraten anpassen um eine nachhaltige Wirtschaftsweise zu garantieren.

**Prinzip 2:** Anthropogene Massenflüsse dürfen die Qualität lokaler Umweltkompartimente nicht verändern. Der SPI definiert die erlaubte Dissipationsrate für Stoffflüsse in die Natur basierend auf natürlich Qualitäten von Kompartimenten und deren Erregungsprozessen.



TEIL II  
Übungen



TEIL II

# Übung I – Elektrizität

# Bsp Strommix Grafik



↑ Quiz

Willkommen zum  
STRATECO-  
Nachhaltigkeitsquiz zum  
Thema "Strom"

Start

<https://www.strat.eco/quiz/nachhaltigkeitsquiz-zum-thema-strom>

1. Erstelle deinen eigenen **Strommix** innerhalb von SPionWeb, z. B.:
  - Von deinem Stromanbieter
  - Ein spezieller Ländermix
2. Erstelle einen zweiten Mix zum Vergleich
  - z. B.: eine umweltfreundlichere Option für den Vergleich
3. Ergebnisse: Was verursacht den größten Fußabdruck?

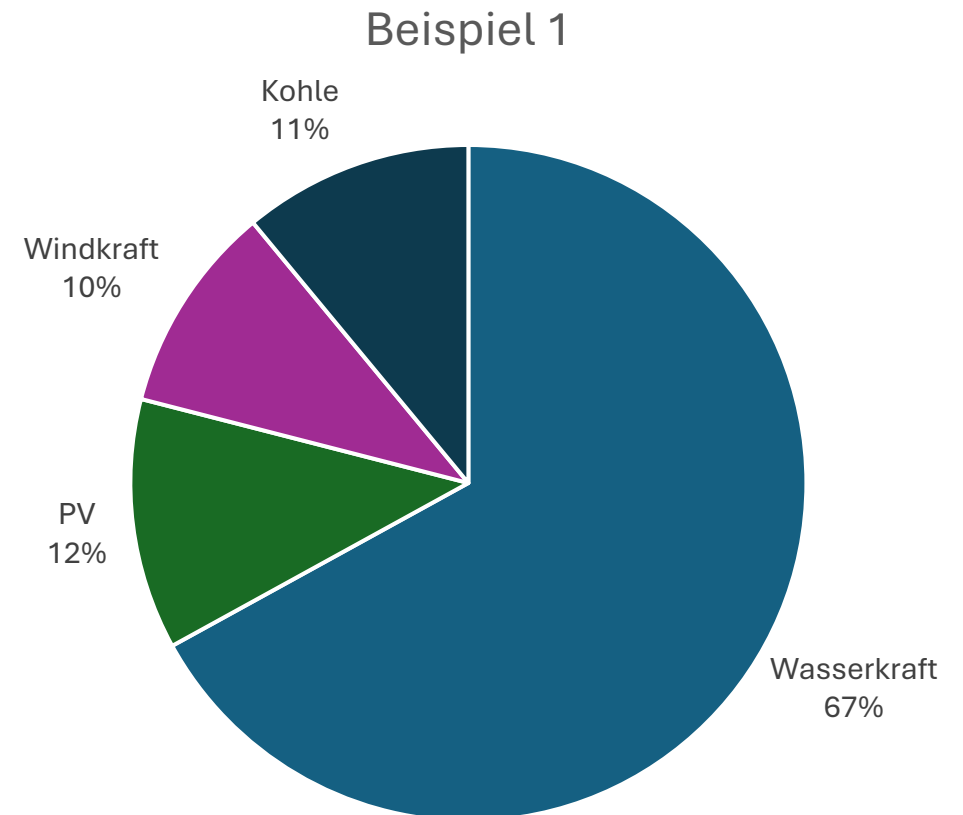
# Übung I – Elektrizität

## 1. Erstelle deinen eigenen Strommix

- Definiere deinen Strommix:
- z.B. Stromanbieter:

<https://aae.at/stromprodukte/stromkennzeichnung/>

- Ländermix
- Modellierung
  - Ausgangspunkt: EU-Strommix
  - Erstelle einen neuen Prozess
  - Gib deinem Strom-Produkt einen Namen
  - Füge deine Stromquellen als Subprozess hinzu



# Beispiel innerhalb von SPlonWeb: Netz-Strom EU-27, Produktionsmix

## Outputs

### Products

[+ New Product](#)

Name	Main product?	Unit	Inventory	$a_{tot}$ [m <sup>2</sup> .a/Unit]	$a_{part}$ [m <sup>2</sup> .a/Unit]	K	
Net electricity EU-27, production mix	<input checked="" type="radio"/>	kWh	1.0	250.651	250.651	1.000	<a href="#">✖ Delete</a>

Included in **8** my processes or core processes. [Show](#)  
Included in **13** other user-defined processes.

## Inventories

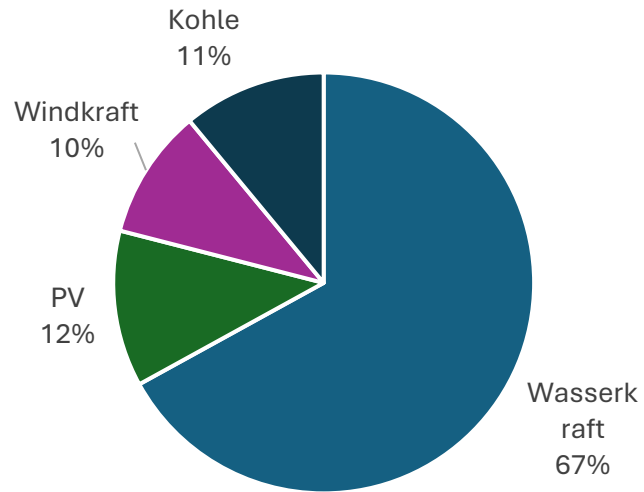
### Sub-Processes

[+ Add Sub-Process](#) [+ Add Sub-Process \(Advanced Search\)](#) [✖ Delete All](#)

Name	Unit	Inventory	$y_{spec}$ [m <sup>2</sup> .a/q]	$a_{part}$ [m <sup>2</sup> .a/Unit]	Share	
Gross electricity PV power plants	kWh	0.003729	41.619	0.155	0.1%	<a href="#">✖ Delete</a>
Gross electricity from biofuels (biogas)	kWh	0.002124	47.767	0.101	0.0%	<a href="#">✖ Delete</a>
Gross electricity from biomass fired power plants	kWh	0.024299	5.609	0.136	0.1%	<a href="#">✖ Delete</a>
Gross electricity geothermal power plant	kWh	0.001583	7.476	0.012	0.0%	<a href="#">✖ Delete</a>
Gross electricity hard coal fired power stations UCTE	kWh	0.224581	398.483	89.492	35.7%	<a href="#">✖ Delete</a>
Gross electricity hydro power plants	kWh	0.140312	0.758	0.106	0.0%	<a href="#">✖ Delete</a>
Gross electricity nuclear power plants UCTE	kWh	0.232269	491.673	114.201	45.6%	<a href="#">✖ Delete</a>
Gross electricity oil fired power stations UCTE	kWh	0.024174	190.716	4.610	1.8%	<a href="#">✖ Delete</a>
Gross electricity solar thermal power plants	kWh	0.000006	16.974	< 0.001	0.0%	<a href="#">✖ Delete</a>
Gross electricity tidal wave power plants	kWh	0.000131	0.758	< 0.001	0.0%	<a href="#">✖ Delete</a>
Gross electricity waste incineration power plant	kWh	0.009240	5.038	0.047	0.0%	<a href="#">✖ Delete</a>
Gross electricity wind power plant	kWh	0.035582	3.737	0.133	0.1%	<a href="#">✖ Delete</a>
Gross electricity natural gas power plant UCTE	kWh	0.301969	137.953	41.657	16.6%	<a href="#">✖ Delete</a>

# Übung I – Elektrizität

Beispiel 1



### Fußabdruck SPI Kategorien

Vergrößern

- Fossil-C
- Water
- Air
- Soil
- Non-Renewable
- Renewable
- Area

### Fußabdruck Eingänge

Vergrößern

- Gross electricity hard coal fired power stations UCTE
- Gross electricity PV power plants
- Gross electricity hydro power plants
- Gross electricity wind power plant

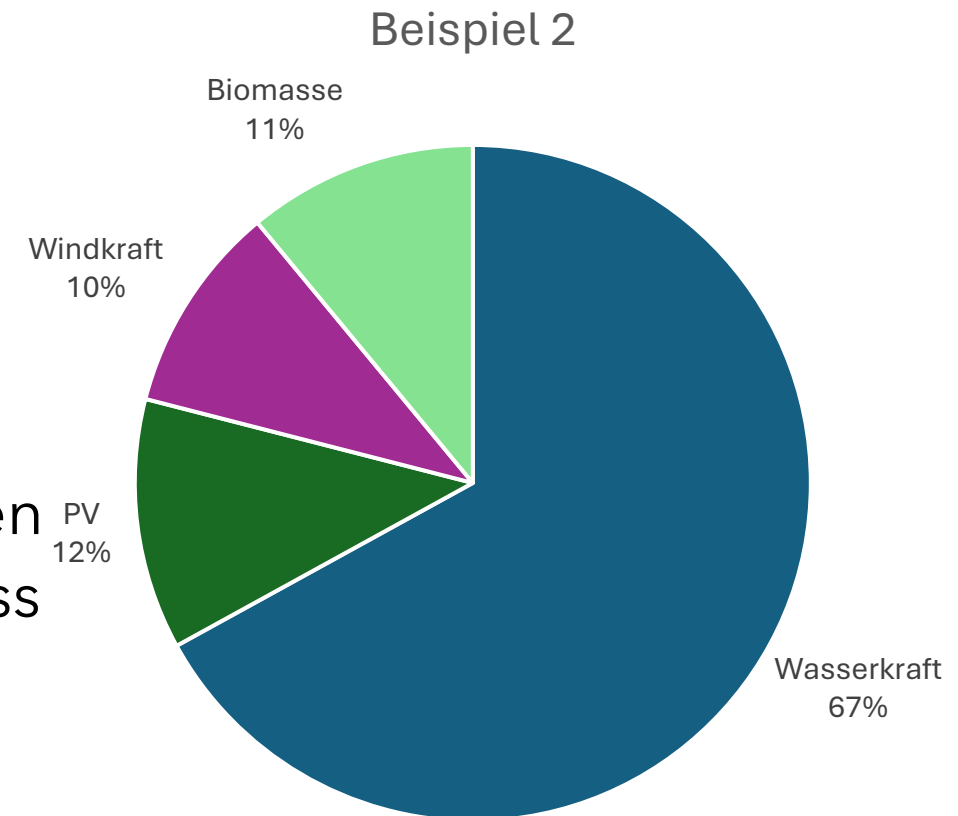
[+ Ergebnisprodukt hinzufügen](#)

Bezeichnung	Haupt produkt?	Einheit	Menge	a <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> .a./Einheit]	a <sub>part</sub> [m <sup>2</sup> .a./Einheit]	K	
Übung 1 - Mein Strommix 1	<input checked="" type="radio"/>	kWh	1,0	47,631	47,631	1,000	<input type="button" value="Löschen"/>

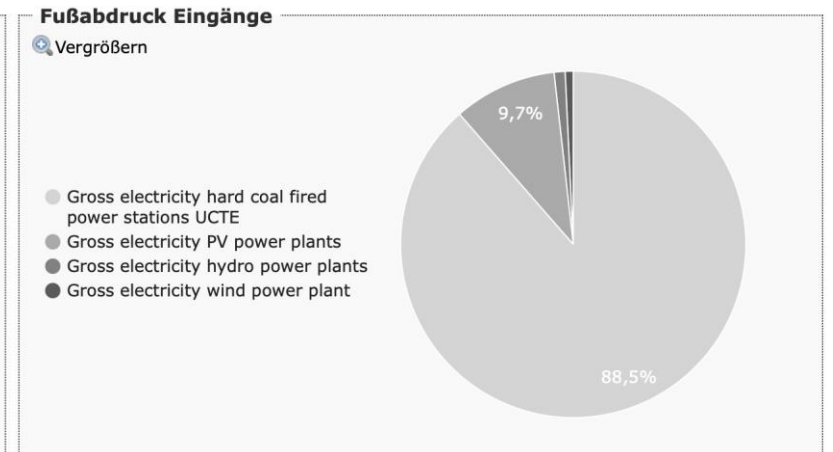
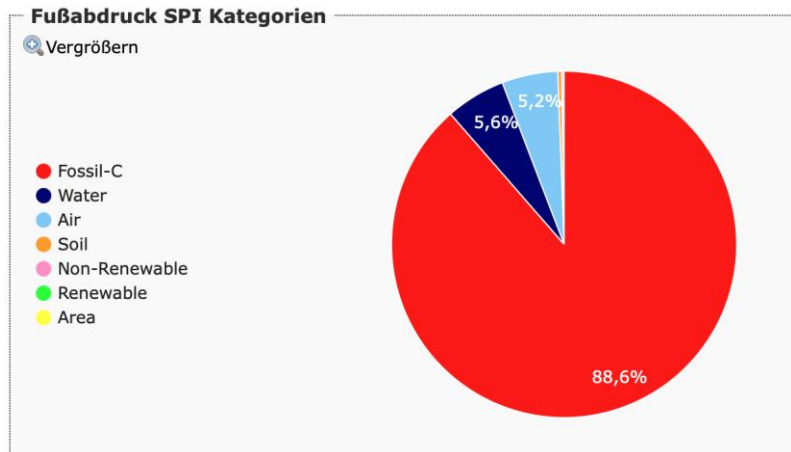
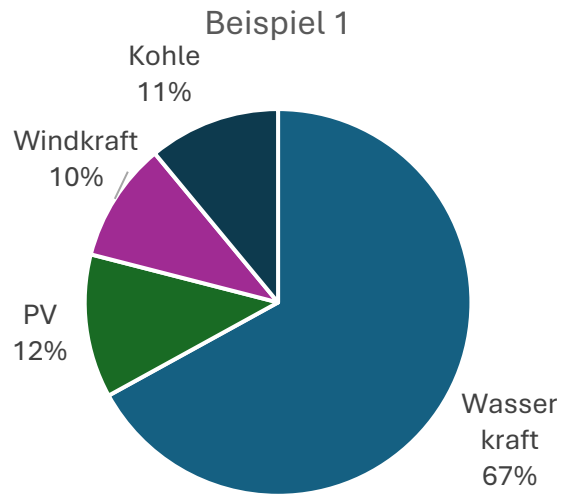
# Übung I – Elektrizität

## 2. Erstelle einen zweiten Mix zum Vergleich

- Definiere deinen neuen Strommix
- Modellierung
  - Erstelle einen neuen Prozess
  - Gib deinem Strom-Produkt einen Namen
  - Füge deine Stromquellen als Subprozess hinzu

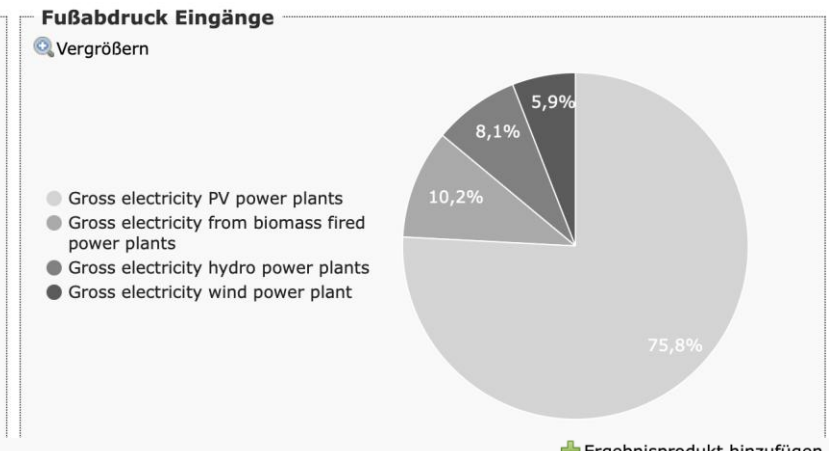
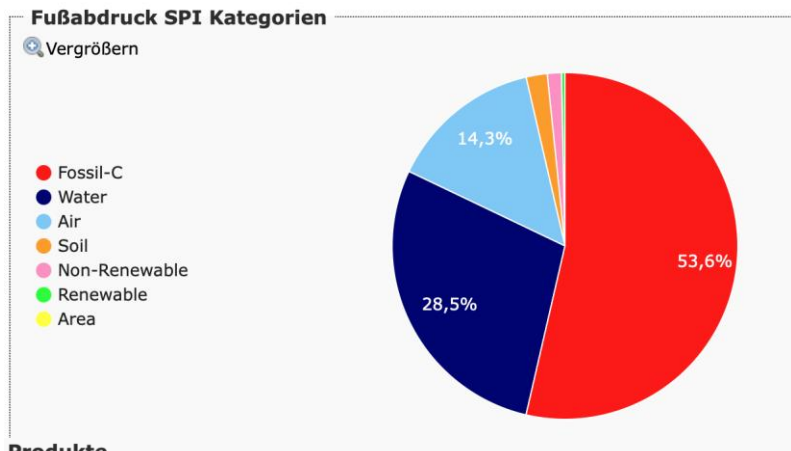
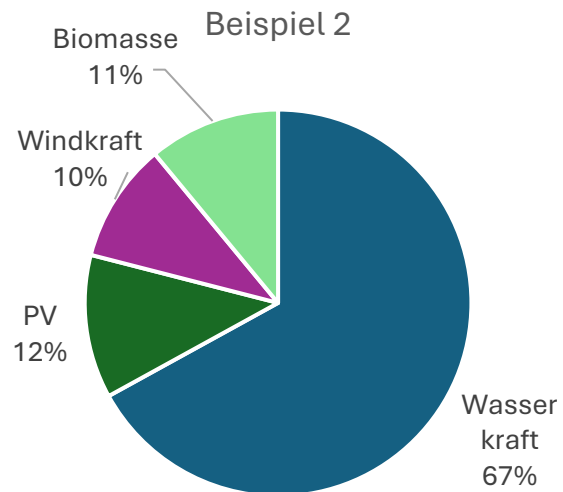


# Übung I – Elektrizität



**Produkte** + Ergebnisprodukt hinzufügen

Bezeichnung	Haupt produkt?	Einheit	Menge	a <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> .a/Einheit]	a <sub>part</sub> [m <sup>2</sup> .a/Einheit]	K	
Übung 1 - Mein Strommix 1	<input checked="" type="radio"/>	kWh	1,0	47,631	47,631	1,000	<input type="checkbox"/> Löschen

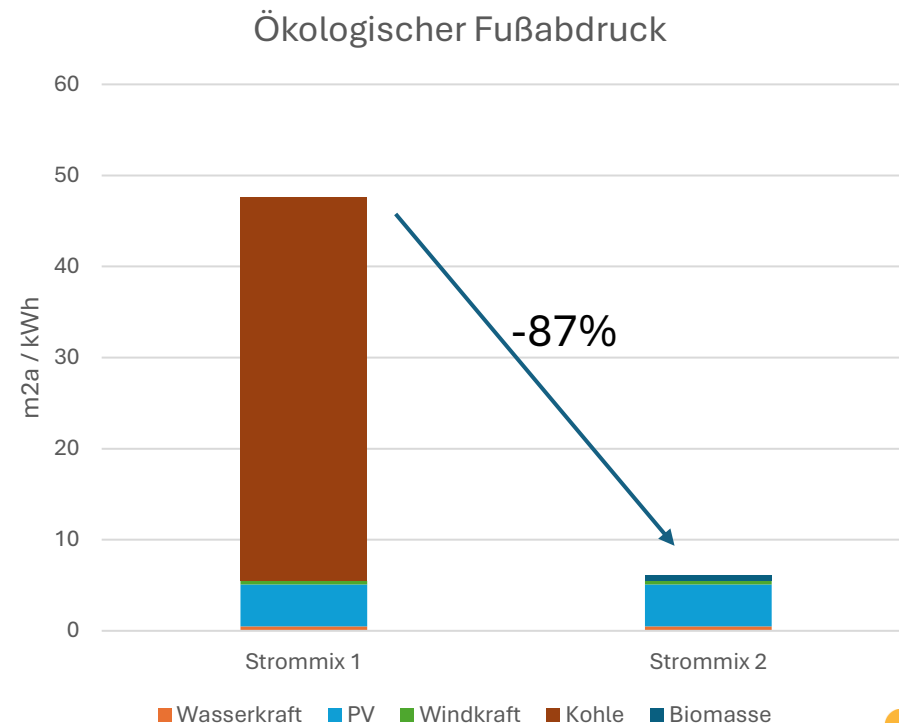
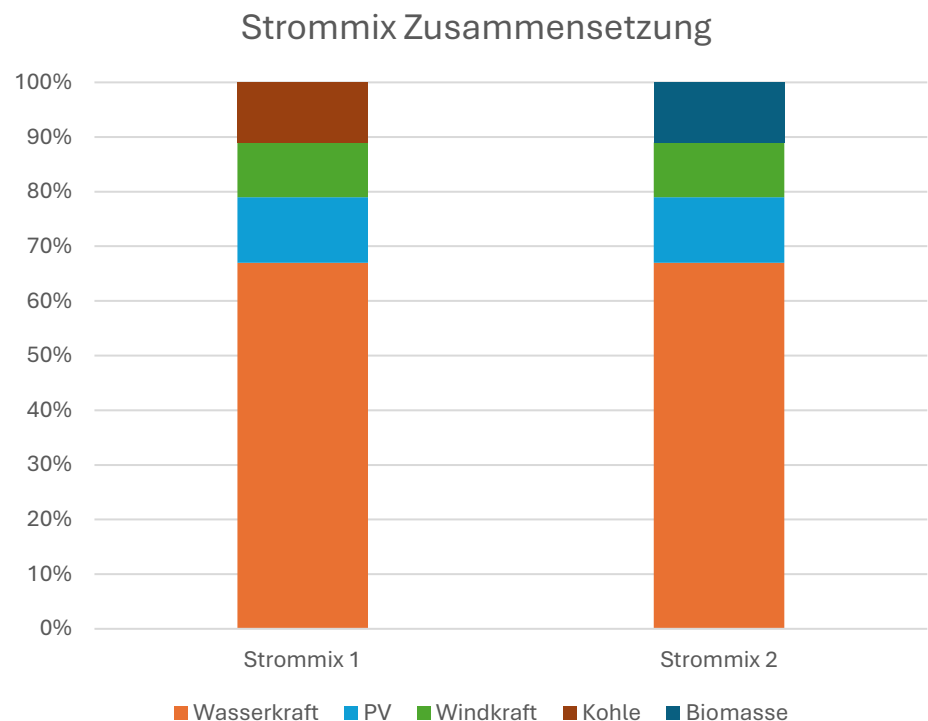


**Produkte** + Ergebnisprodukt hinzufügen

Bezeichnung	Haupt produkt?	Einheit	Menge	a <sub>tot</sub> [m <sup>2</sup> .a/Einheit]	a <sub>part</sub> [m <sup>2</sup> .a/Einheit]	K	
Übung 1 - Mein Strommix 2 (100% erneuerbar)	<input checked="" type="radio"/>	kWh	1,0	6,077	6,077	1,000	<input type="checkbox"/> Löschen

# Übung I – Elektrizität

- Ergebnisauswertung:
  - Wie hoch ist der SPI der beiden Stromprozesse?



# Übung innerhalb von SPlanWeb

- Aktive Arbeit der Studierenden:
  - Verwende diesen Strommix innerhalb bestehender relevanter Prozesse für dein Projekt
  - Vergleiche die Unterschiede



TEIL II

# Übung II – Unternehmen

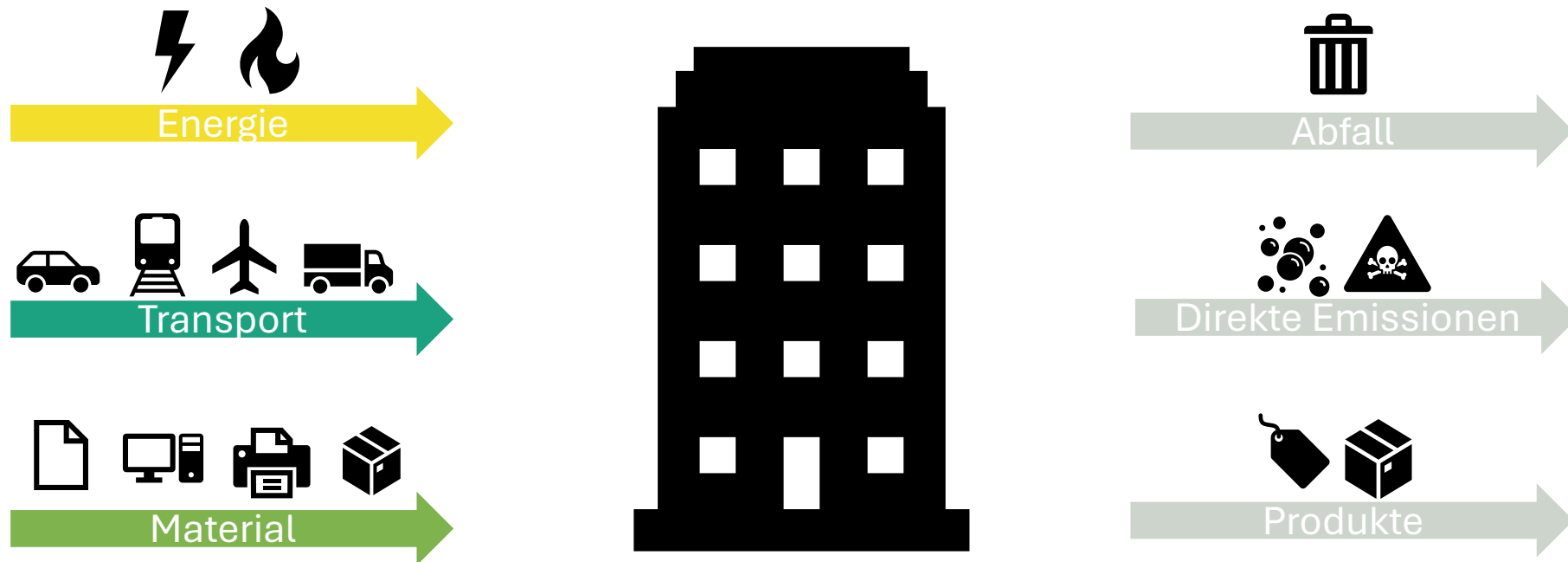
# Übung III – Unternehmen

Erstelle eine Bilanz (d)eines Unternehmens innerhalb von SPlonWeb

1. Welche Daten sollen erhoben werden?
2. Modellierung in SPlonWeb
3. Ergebnisinterpretation

# Übung III – Unternehmen

1. Welche Daten sollen erhoben werden?



# Übung III – Unternehmen

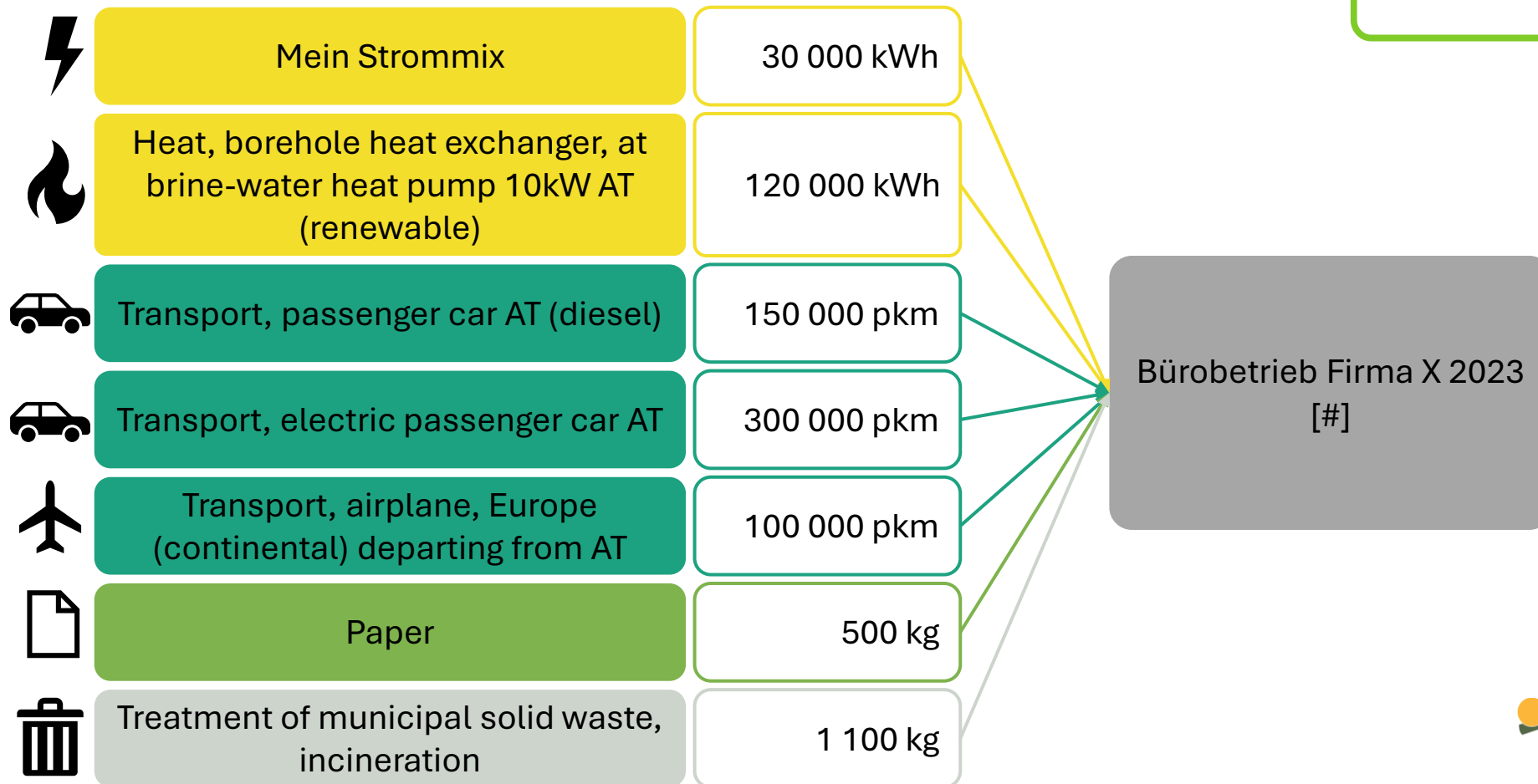


Datenerhebung

		2021	2023
Energie	Strom	11 000	30 000 kWh
	Wärme	80 000	120 000 kWh
Transport	Mitarbeiter:innen	80 000	150 000 pkm
	Fuhrpark	500 000	300 000 pkm
	Dienstreisen / Flüge	50 000	100 000 pkm
Material	Papier	250	500 kg
Abfall	Restmüll	1 000	1 100 kg
	Mitarbeiter:innen (VZÄ)	<b>12</b>	<b>25 VZÄ</b>

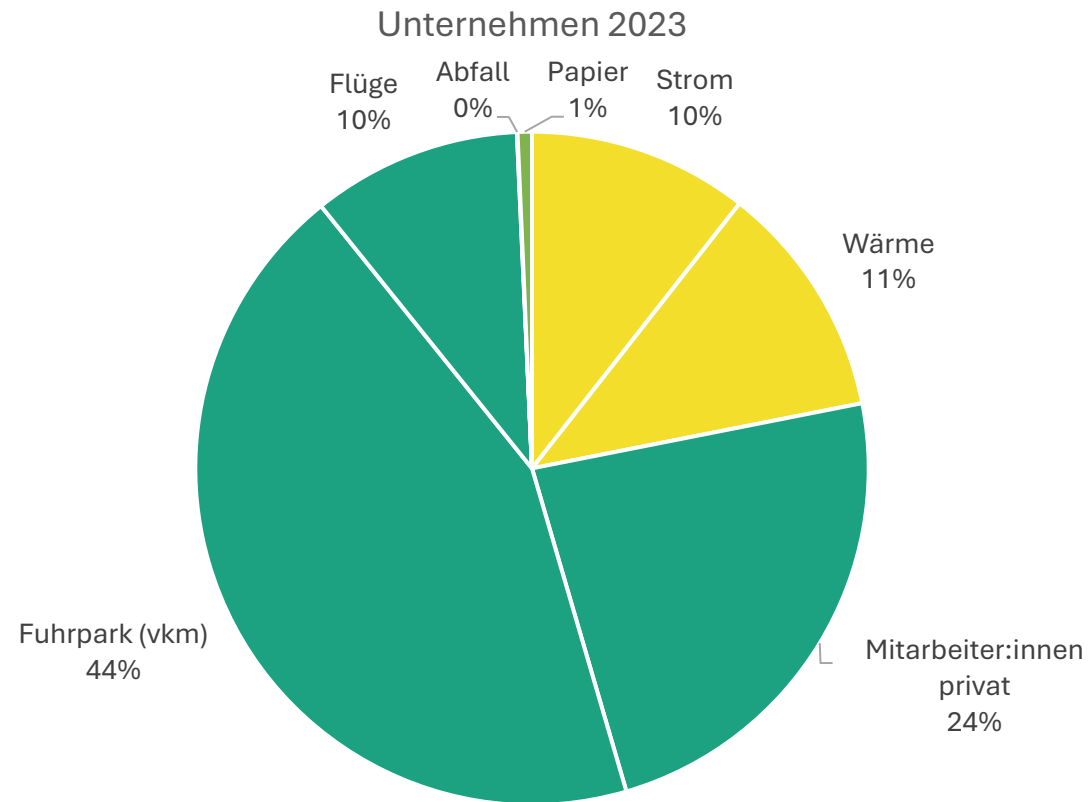
# Übung III – Unternehmen

## 2. Modellierung in SPlonWeb



# Übung III – Unternehmen

## 3. Ergebnisinterpretation



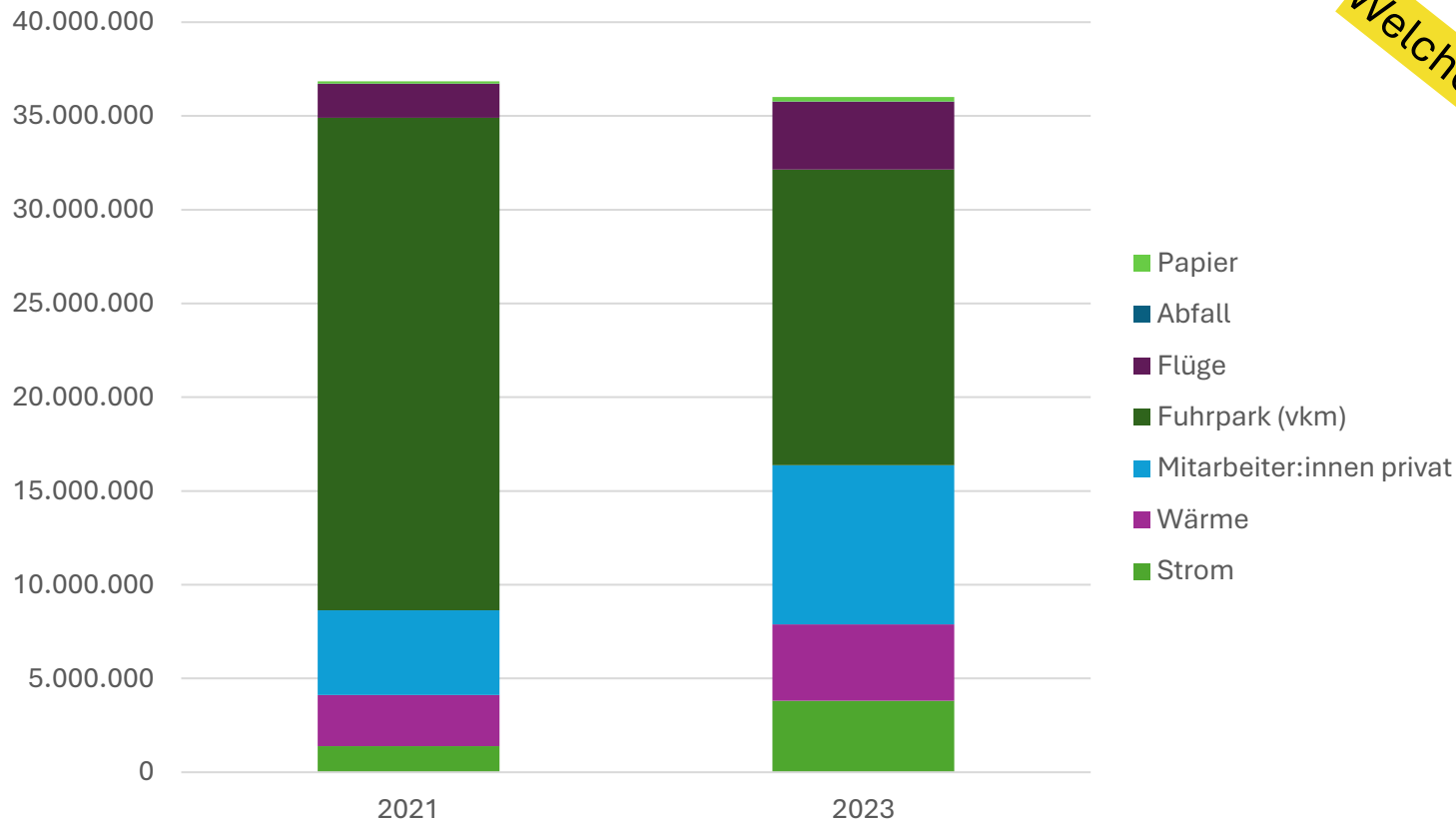
# Übung III – Unternehmen

## 3. Ergebnisinterpretation



Bewertung

Beispiel Unternehmen



Welche Maßnahmen würdet ihr empfehlen?

# Weitere Materialien

ECOThink Website: <https://www.ecothink-hub.eu/>

Demnächst:

- Trainingsunterlagen
  - SPI
  - OpenLCA
- Handbuch
  
- Fragebogen



## ★ Foundational Guide

Explore the core principles and concepts of Eco Design and LCA

## ★ Presentation Slides

Access slide decks to support workshops, lectures, or self-paced learning.

## ★ Videos

Watch expert insights and real-world applications in short, engaging videos.

## ★ Worksheets

Apply your learning with hands-on worksheets designed for practical reflection.

# Danke!

ECOTHINK IS A COLLABORATIVE PROJECT BY



Von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Europäischen Exekutivagentur für Bildung und Kultur (EACEA) wider. Weder die Europäische Union noch die EACEA können dafür verantwortlich gemacht werden.

