



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
- SPlonWeb

Teil II Übungen:

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



TEIL I

Einleitung



Nachhaltigkeit



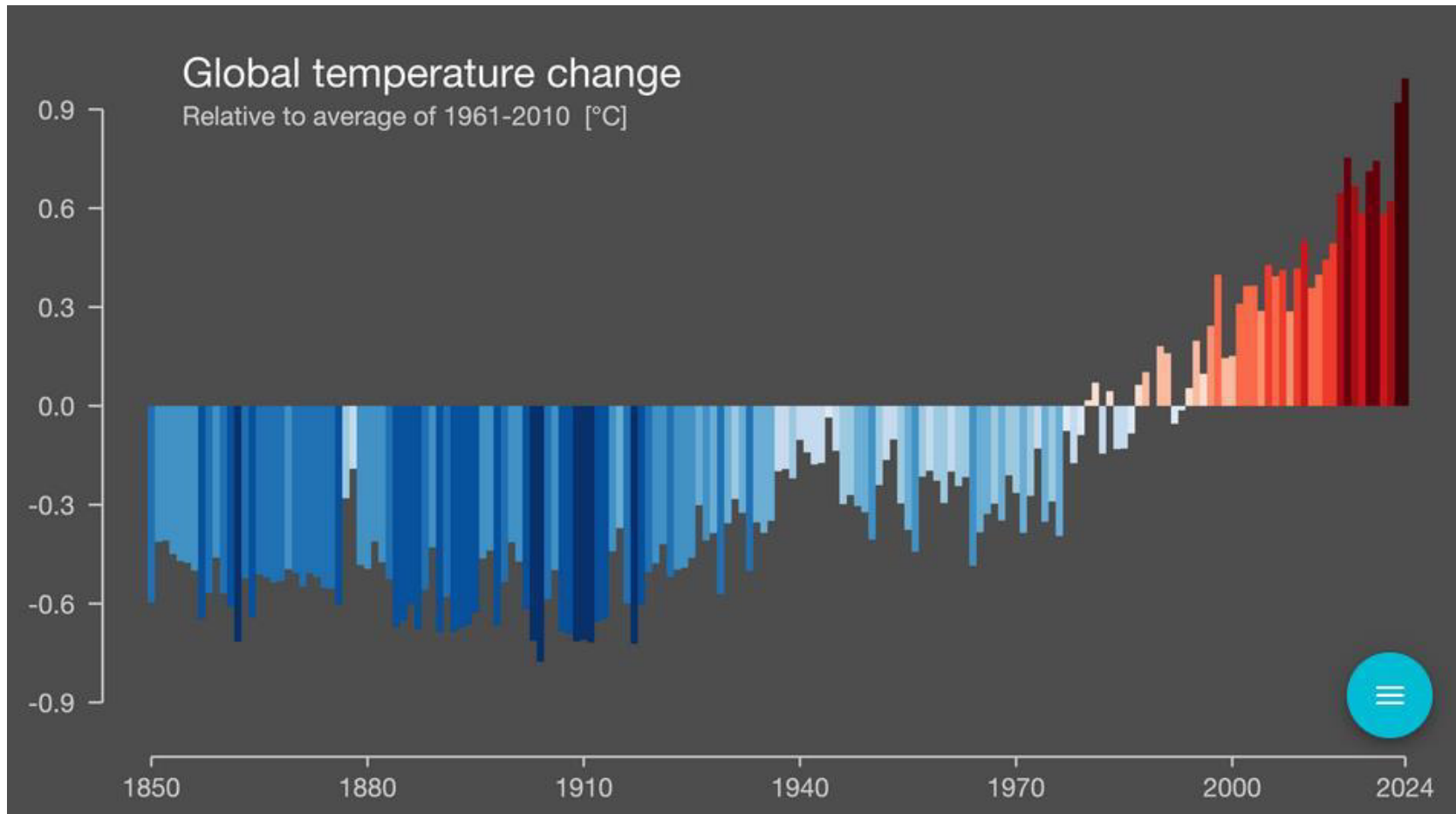
Was verbindet ihr mit diesem Begriff?

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**“



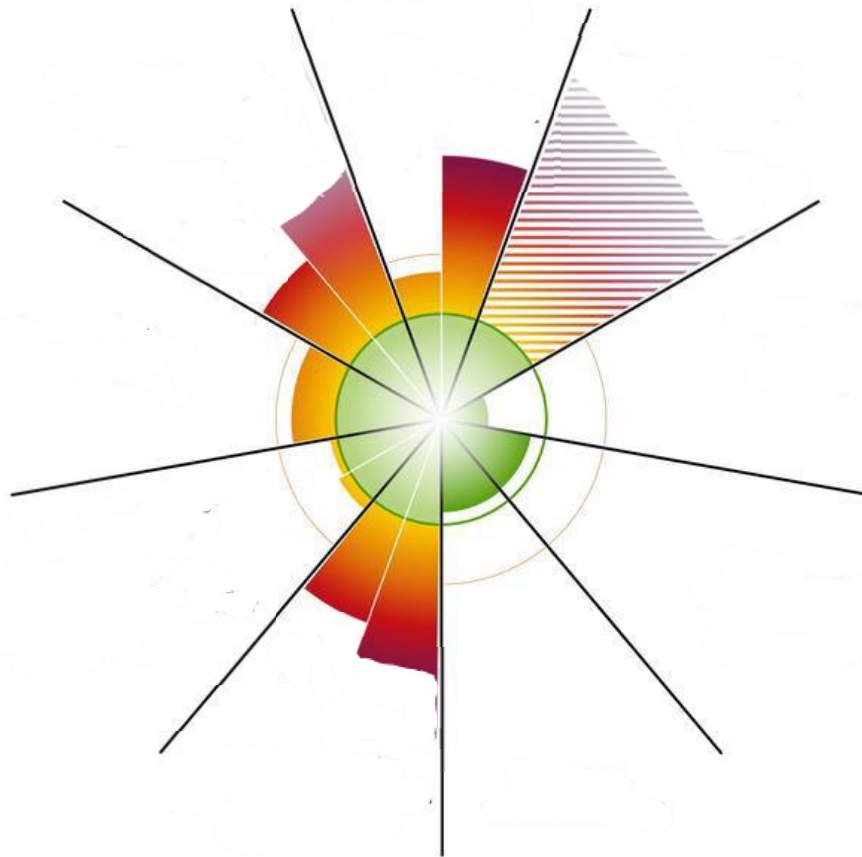
Ökologische Nachhaltigkeit – Klimawandel



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



Gibt's da noch mehr? Planetare Grenzen

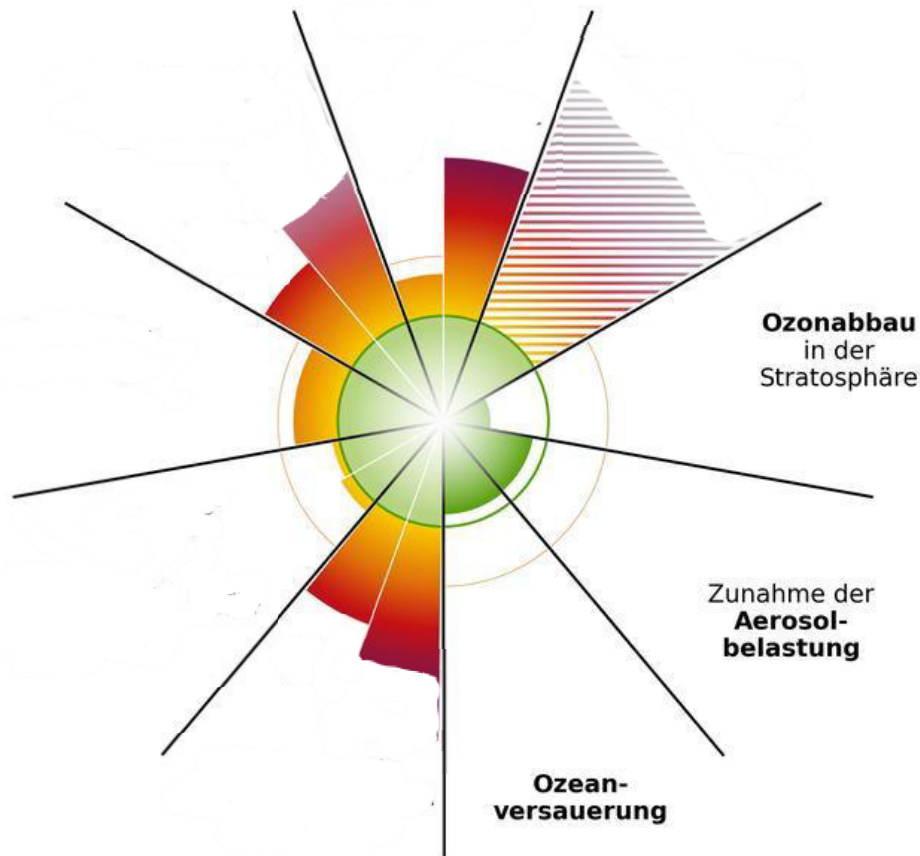


<https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/infothek/planetare-grenzen>



- 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

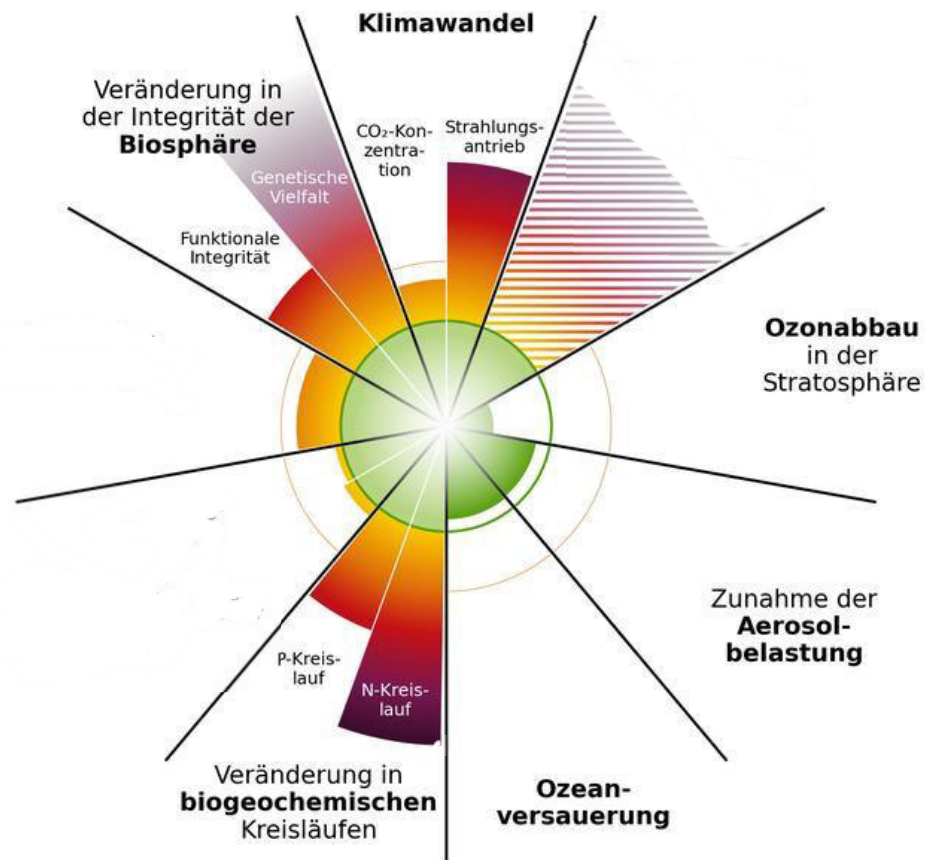


<https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/infothek/planetare-grenzen>



- 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

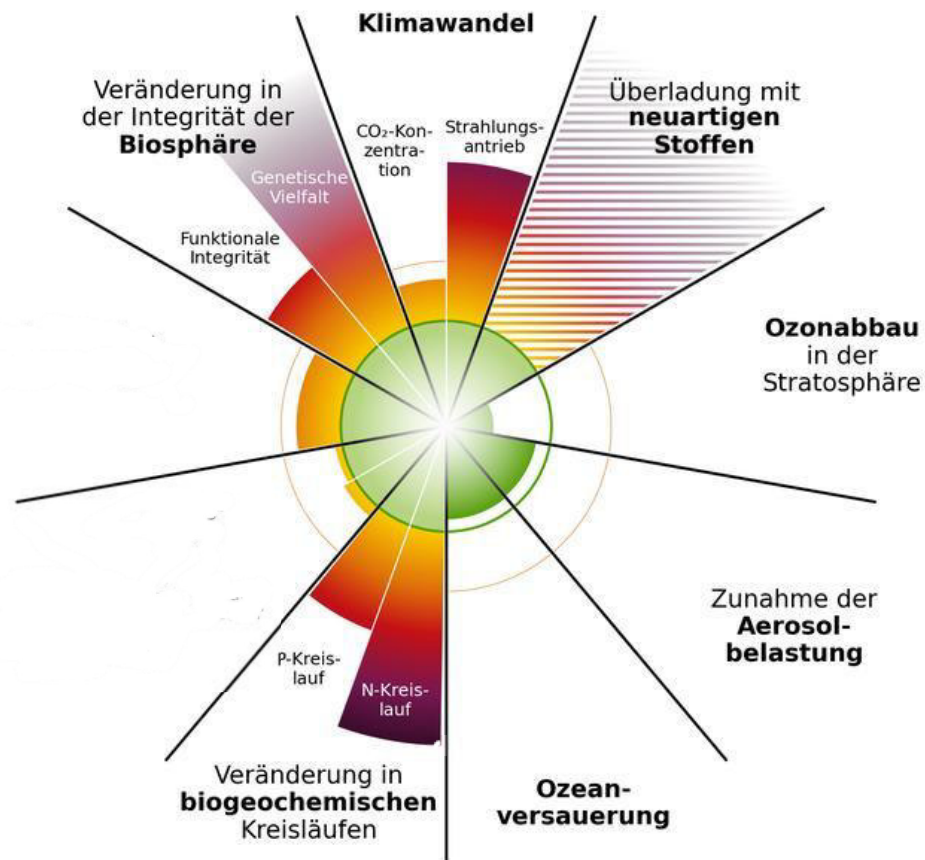


<https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/infothek/planetare-grenzen>



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

Gibt's da noch mehr? Planetare Grenzen

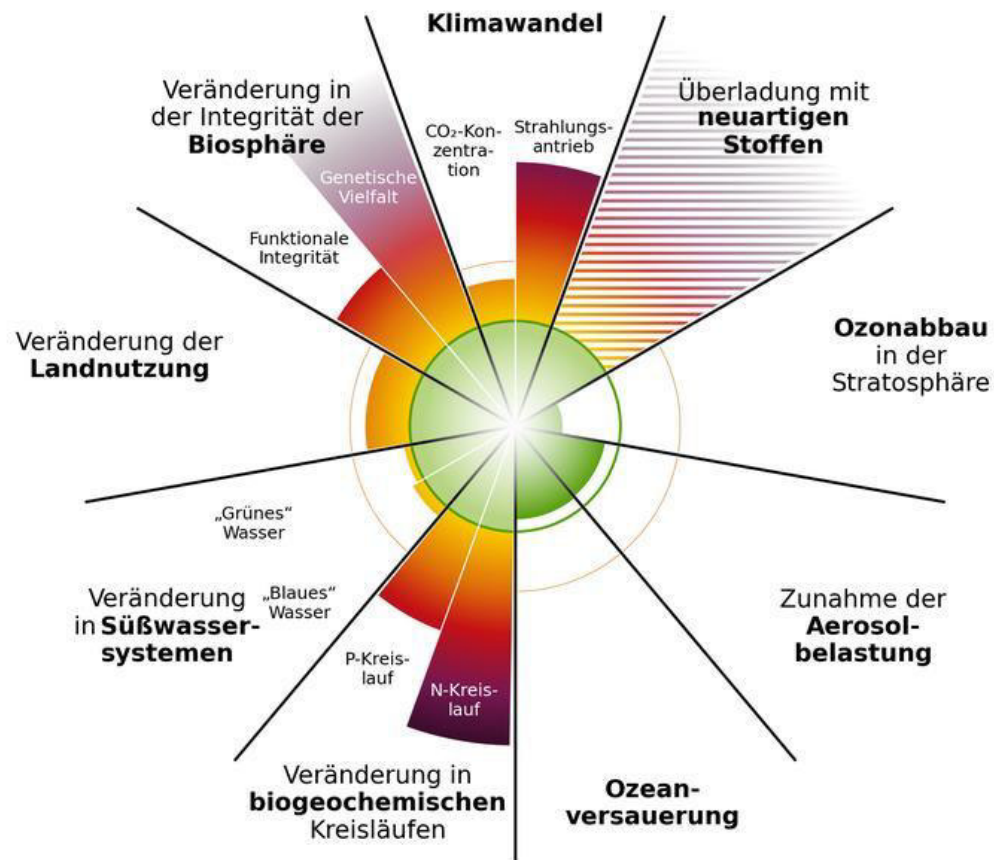


<https://www.pik-potsdam.de/de/produkte/infothek/planetare-grenzen>



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

Gibt's da noch mehr? Planetare Grenzen



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)

ECOThink





TEIL I

Einführung in die Ökobilanzierung

Warum Ökobilanzierung?

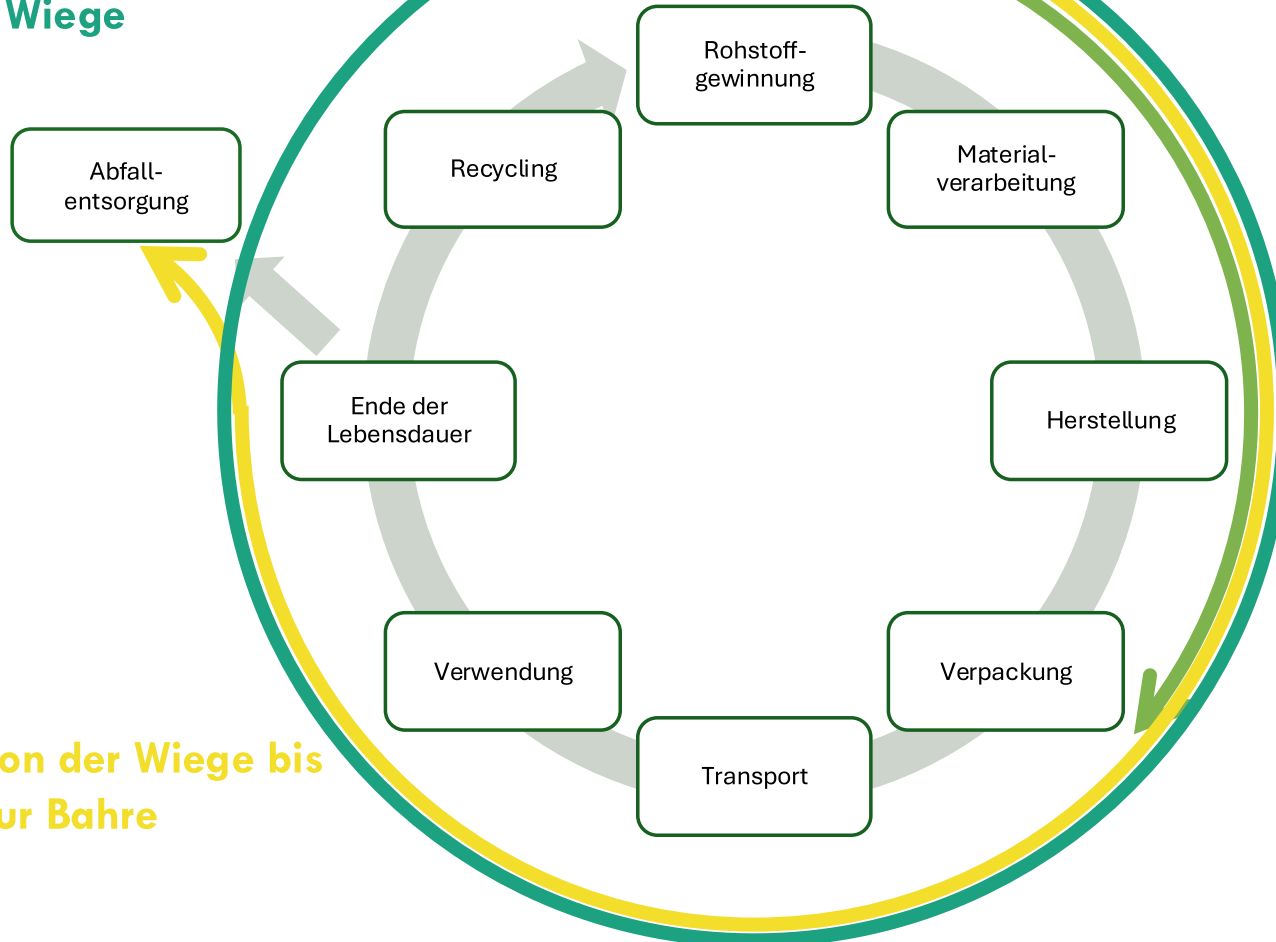
- Nachhaltigkeit messen
- Produkte
- Prozesse
- Unternehmensaktivitäten
- CO₂-Fußabdruck, ökologischer Fußabdruck usw.

ECOThink



Lebenszyklusphasen

Von der Wiege zur Wiege



Von der Wiege bis zum Werkstor

Von der Wiege bis zur Bahre

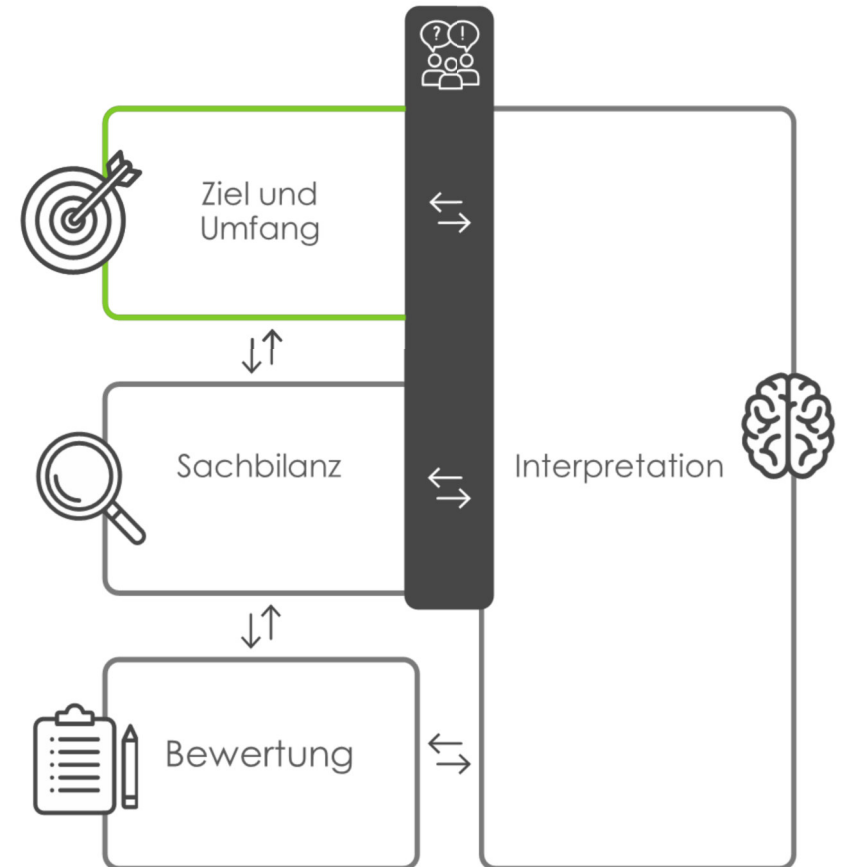
Lebenszyklusanalyse (LCA)

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?

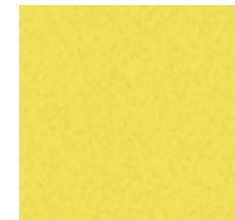
Ziel und Umfang: Funktionale Einheit

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



1 Eimer?

1 L?



1 m² 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?

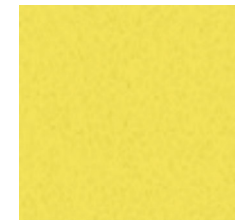
- Referenzfluss

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



1 Eimer?

1 L?



1 m² Wandfläche, gestrichen,
Haltbarkeit 10 Jahre, in
Österreich, mit hoher Deckkraft

- Farbe 1: $10/3 = 3,33$ Liter / m²

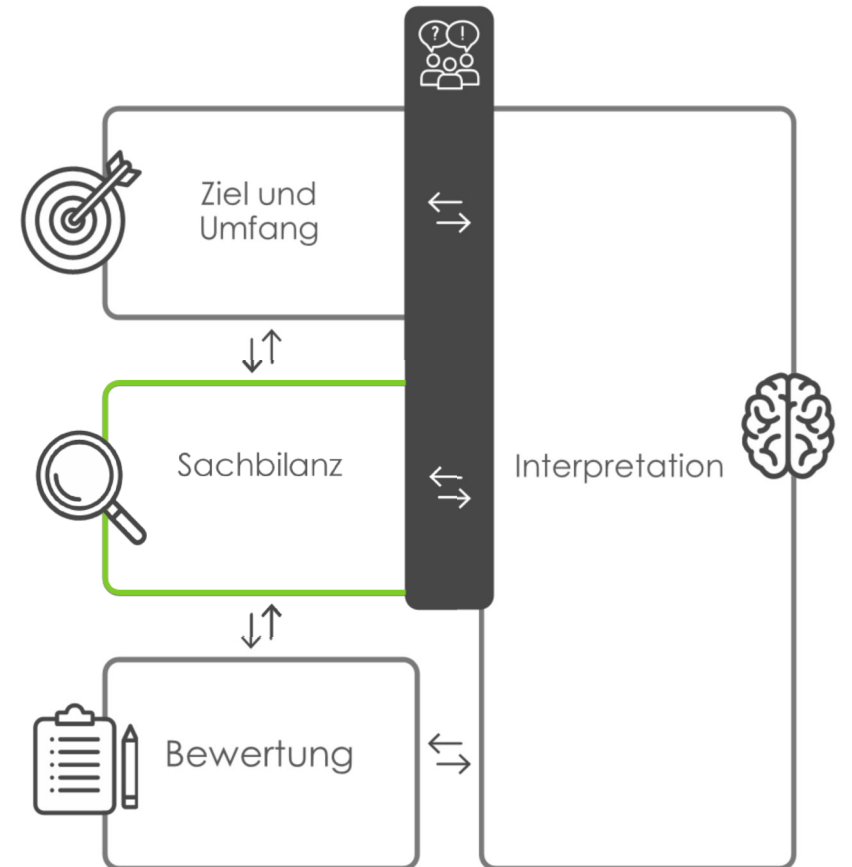
- Farbe 2: $2 * 0,5 * 10/5 = 2$ Liter / m²

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?

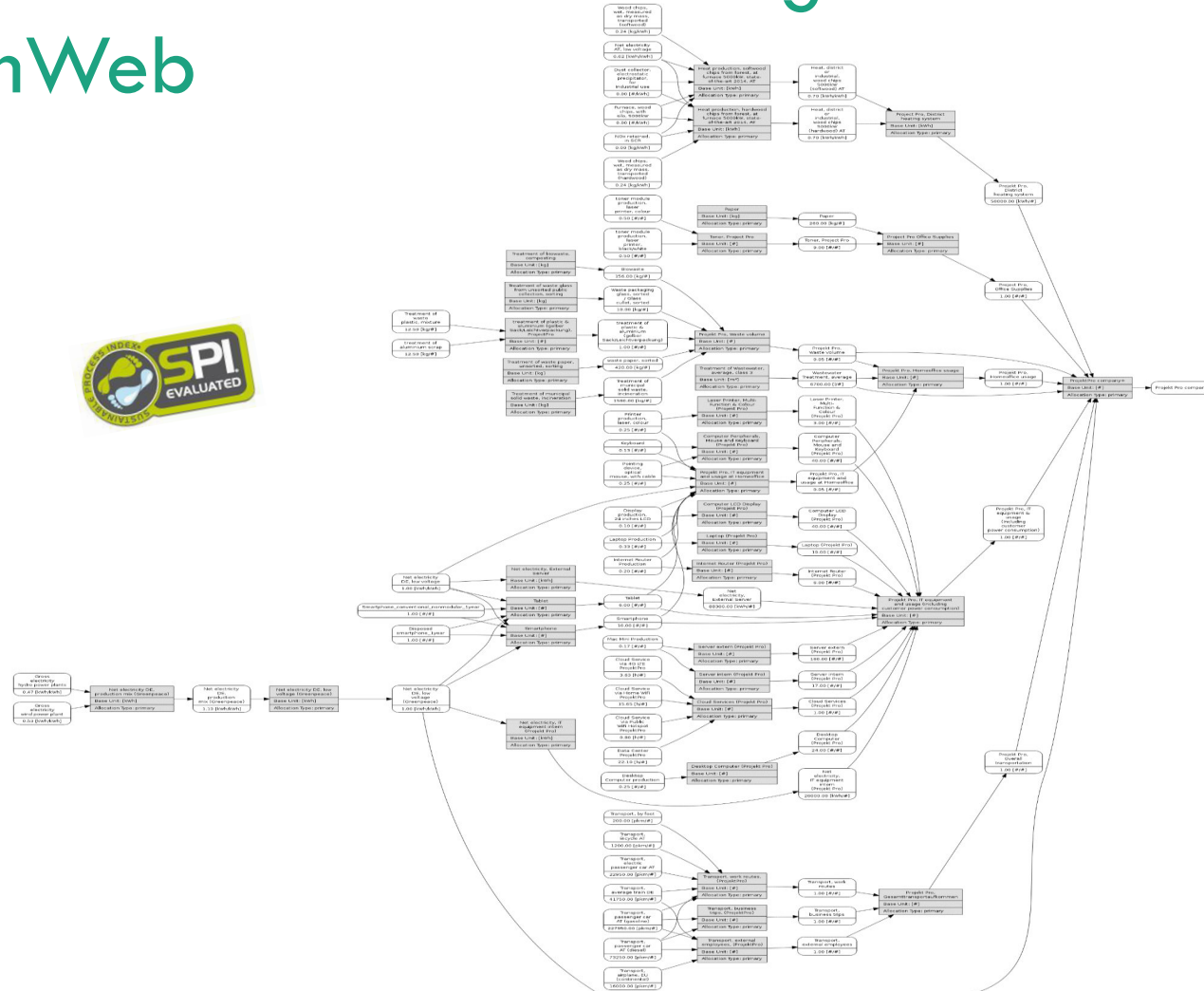
Inputs

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

Outputs

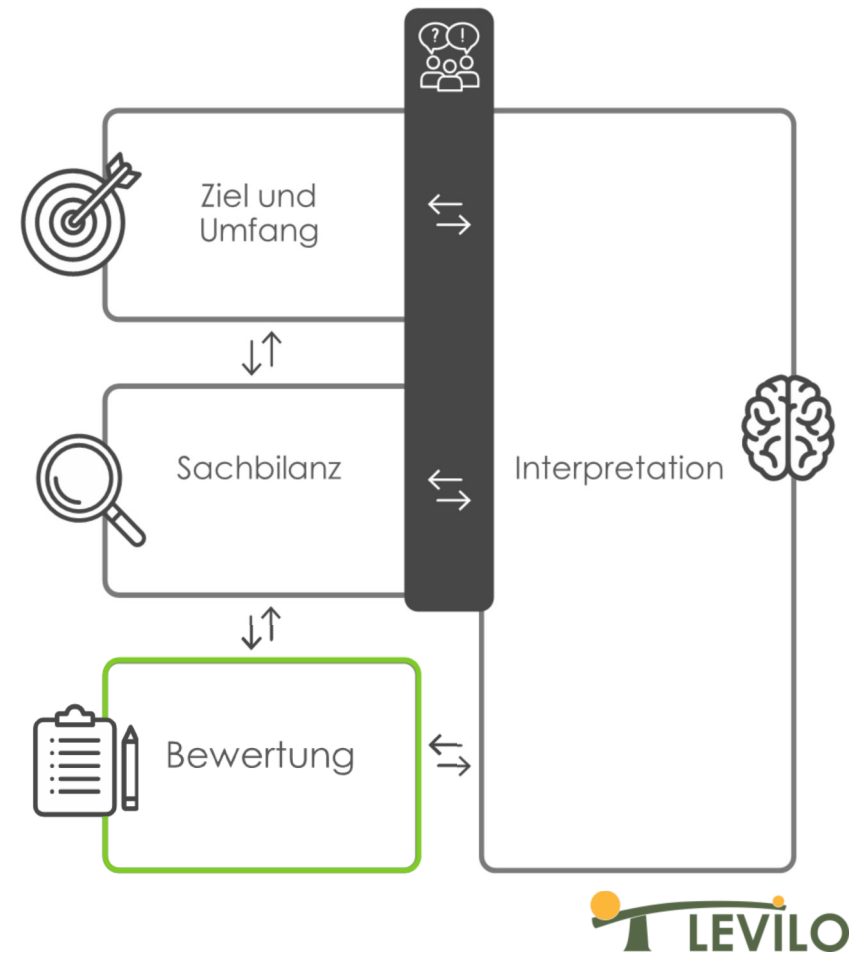
- Produktflüsse:
 - Produkt
 - Nebenprodukte
 - Abfälle
- Elementarflüsse:
 - Emissionen

Illustration der Modellierung in SPlonWeb

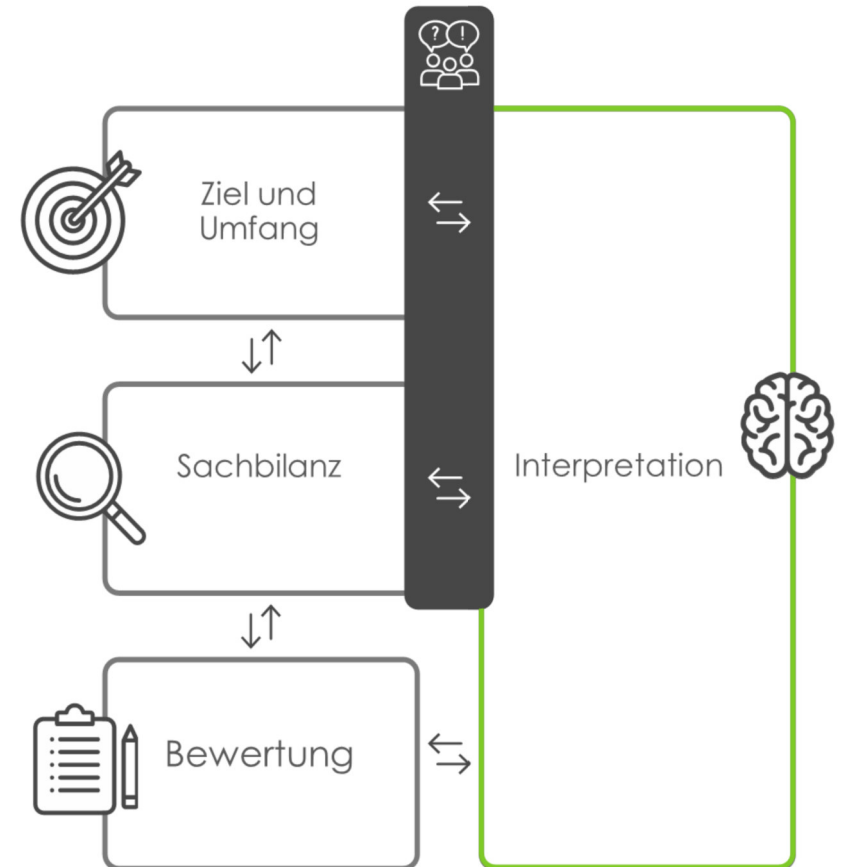
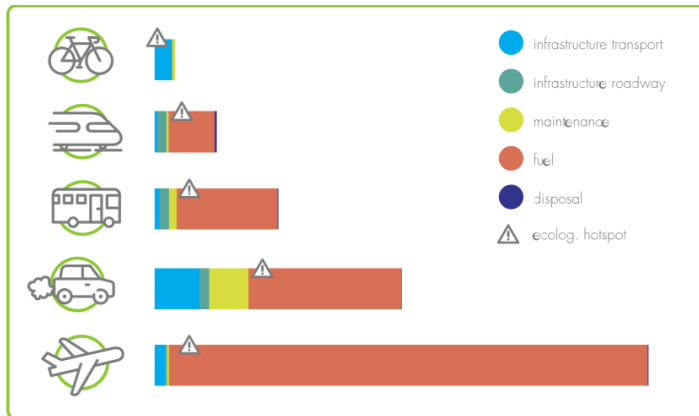


Bewertung - Wirkungsabschätzung

- „Übersetzung“ der Sachbilanz in Umweltwirkung
- Vielzahl an Umweltindikatoren möglich
 - Ökologischer Fußabdruck (m²)
 - THG-Potenzial (kg CO₂-eq)



Ökobilanzierung: Interpretation





TEIL I

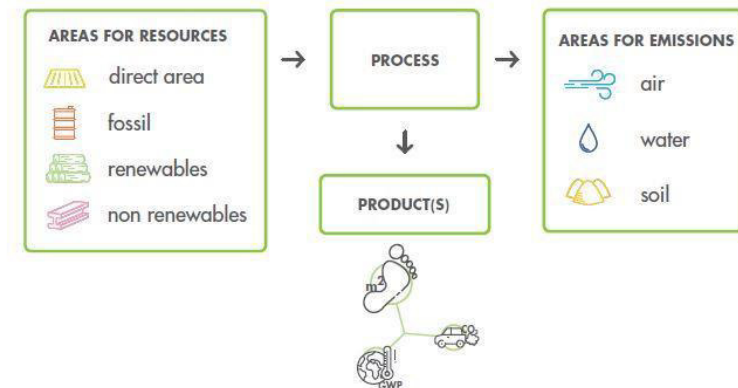
Der Sustainable Process Index (SPI)

Der SPI



ECOThink

- 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

ECOThink

- 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 m² Meeresboden sedimentiert wird**.
- Der Fußabdruck für die Nutzung fossiler Kohlenstoffe beträgt daher **500 m² 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

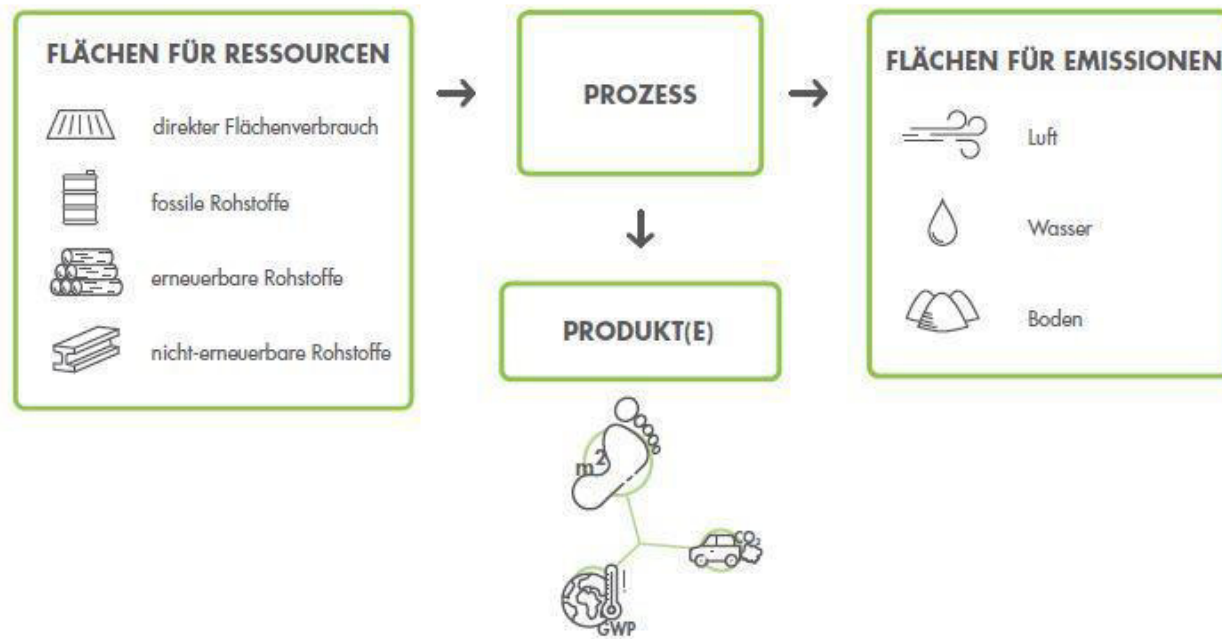
Prinzip 2: Beispiel Boden

- 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 m² 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

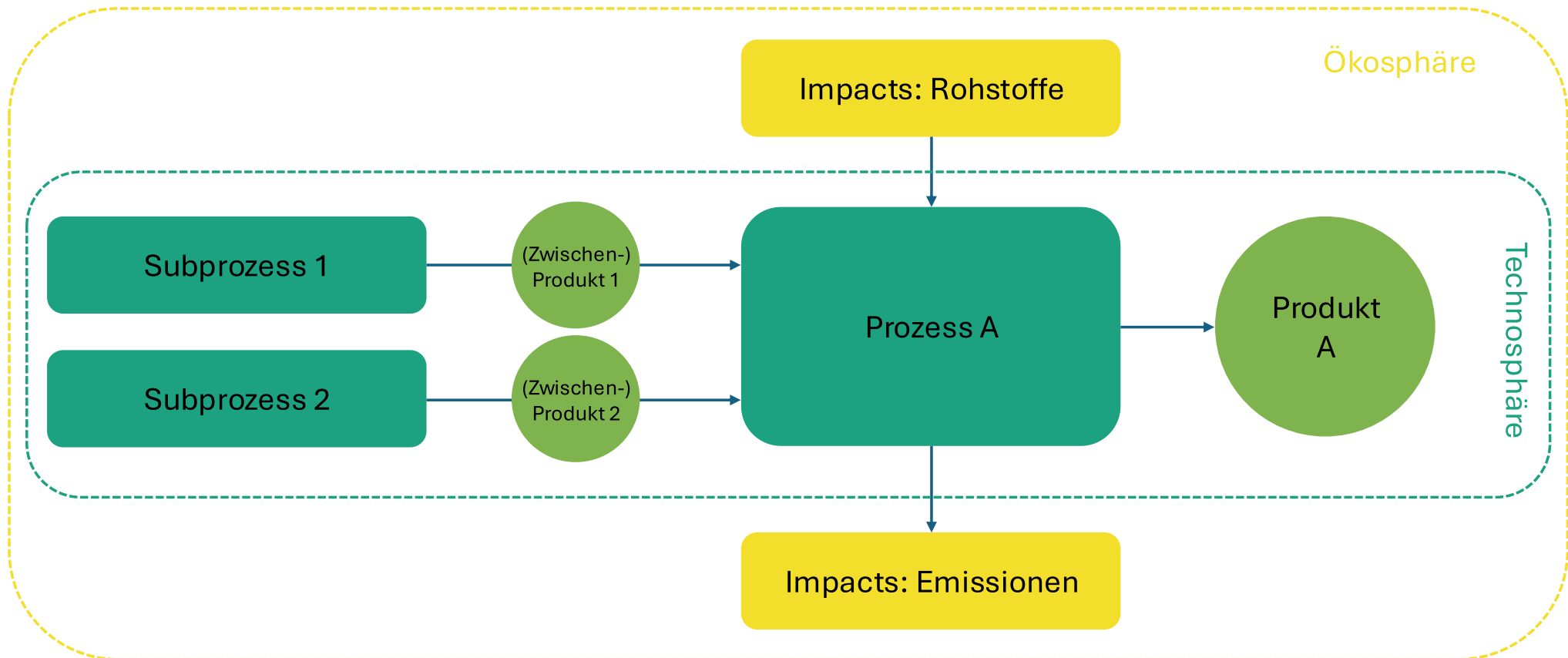
Was kann SPlonWeb?



- Berechnung von ökologischem Fußabdruck, CO₂, 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 SPlanWeb – Glossar

➤ <http://spionweb.eco>

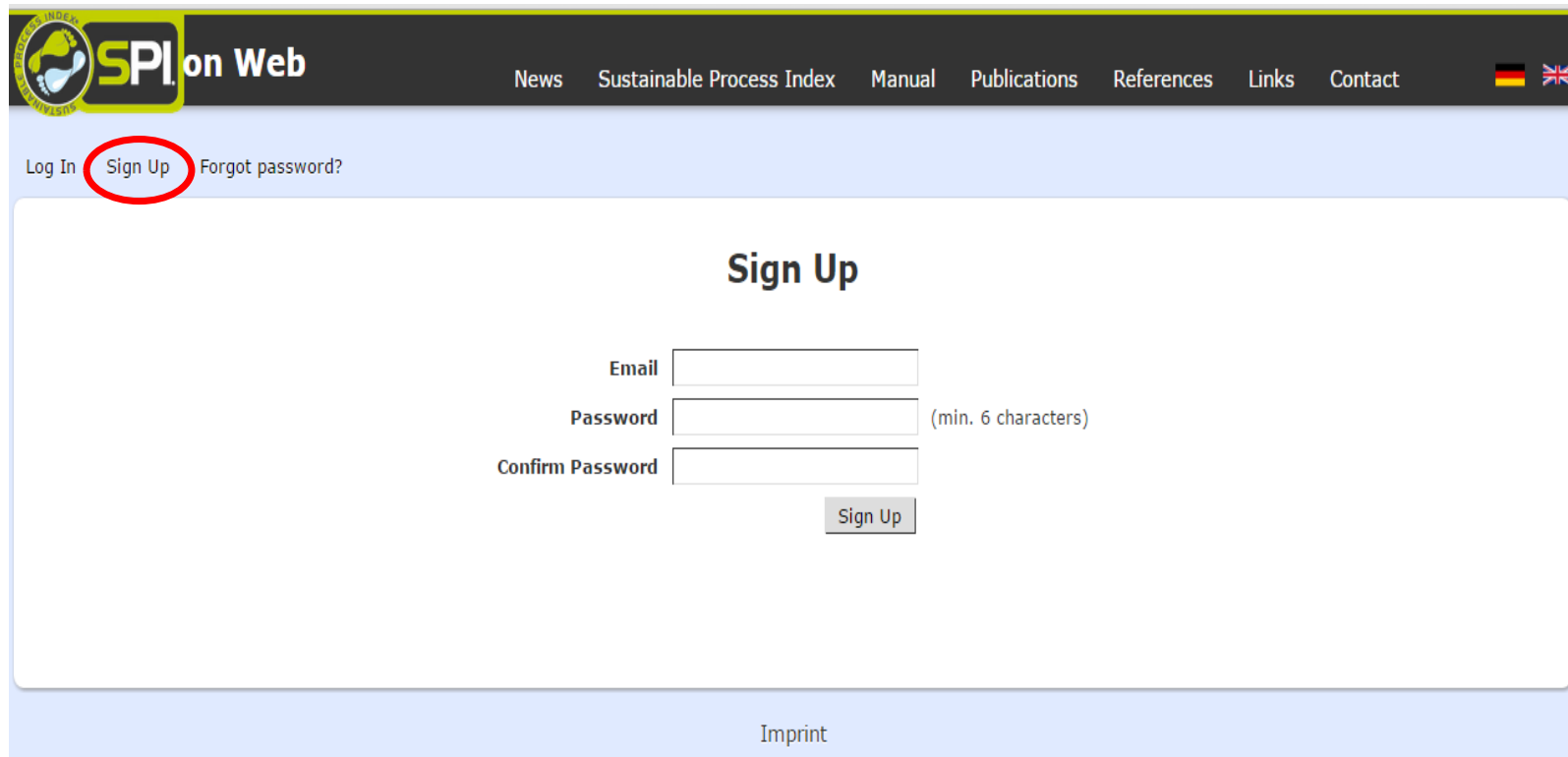


Verwendung von SPlonWeb – vor dem Start

- 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

SPlonWeb: Anmelden

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



The screenshot shows the SPlonWeb website interface. At the top left is the SPlonWeb logo. The navigation menu includes: News, Sustainable Process Index, Manual, Publications, References, Links, and Contact. Language flags for German and English are visible. Below the navigation, there are links for "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 located below the fields. At the bottom of the page, there is a link for "Imprint".

SPlonWeb: Anmelden

SPlon Web News Sustainable Process Index Manual Publications References Links Contact

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

Log In

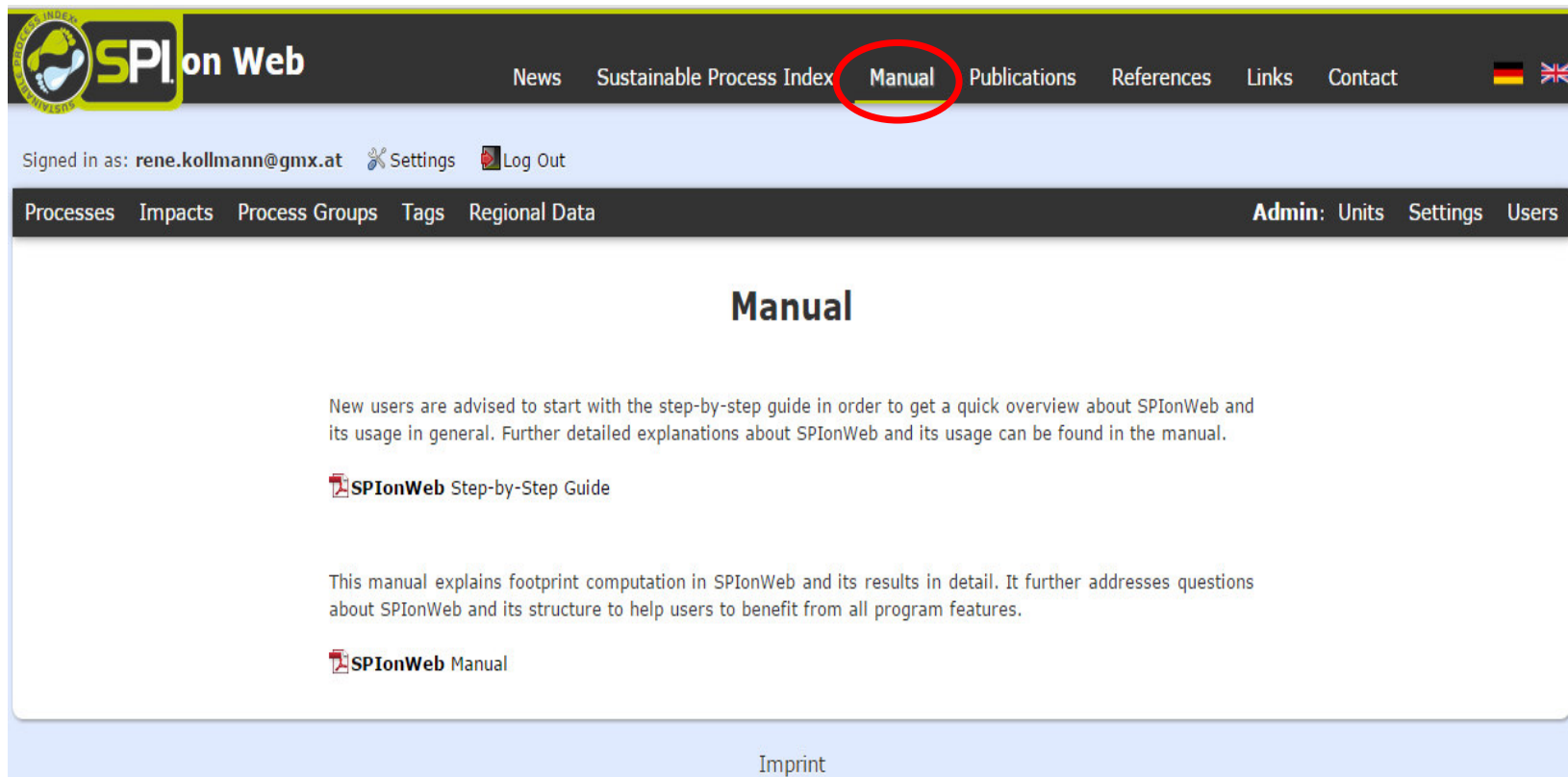
Email

Password

[Imprint](#)

SPIonWeb: Handbuch

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



The screenshot shows the SPIonWeb website interface. At the top, there is a navigation bar with the following items: News, Sustainable Process Index, **Manual** (circled in red), Publications, References, Links, and Contact. Below the navigation bar, the user is signed in as `rene.kollmann@gmx.at` and has links for Settings and Log Out. 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.

[SPIonWeb Step-by-Step Guide](#)

This manual explains footprint computation in SPIonWeb and its results in detail. It further addresses questions about SPIonWeb and its structure to help users to benefit from all program features.

[SPIonWeb Manual](#)

At the bottom of the page, there is a link for "Imprint".

SPlonWeb: Prozessgruppen

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

Signed in as: **rene.kollmann@gmx.at** Settings Log Out

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

Add

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
Vitikult	0	57	11	0	6	stephan.maier@tugraz.at
Grapos	0	5	3	0	3	stephan.maier@tugraz.at
M2Lab	0	14	3	0	2	k.kettl@lev.at
Biogas Tractor Simulation (conventional corn)	0	37	0	0	6	k.kettl@lev.at
NAWitechlabor	0	56	1	0	7	stephan.maier@tugraz.at
Tea	0	0	0	0	2	hunter20338@yahoo.com.tw
ANIMPOL	0	111	0	0	3	k.shahzad@tugraz.at

SPlonWeb: Prozessgruppen

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

Add



Process Groups

My Process Groups

Name	# Impacts	# Processes	# Tags	# Regions	# Users	
TEST						Save Close

SPlonWeb: Kernprozesse



SPlon 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 **Processes**

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



Suchvorgang

- wie Dateiordner

Der Prozess: SPI-Kategorien

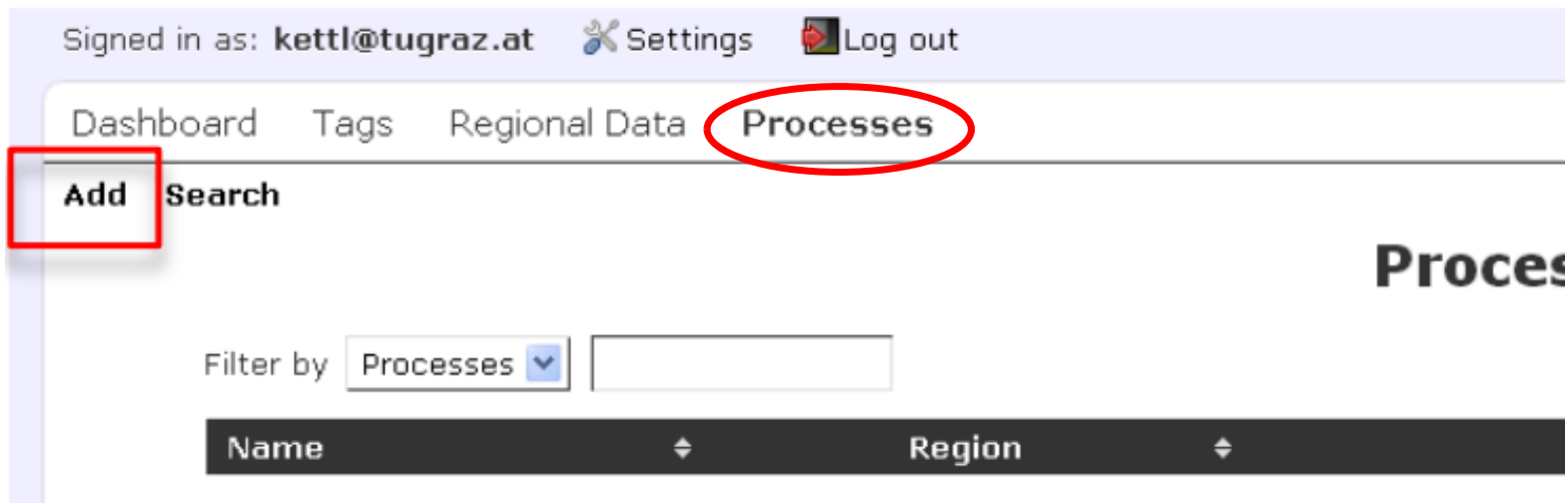
The screenshot shows the SPIon Web interface. At the top, there is a navigation bar with links for News, Sustainable Process Index, Manual, Publications, References, Links, and Contact. Below this, a user is signed in as `rene.kollmann@gmx.at`. The main content area displays a diagram titled "SPIonWeb" illustrating the process flow:

- resources** (orange box):
 - area (yellow square)
 - fossil resources (orange square)
 - renewables (light green square)
 - non renewables (pink square)
 - intermediates (grey square)
- process X** (light blue box): Receives input from resources and produces **product(s)** (green box).
- emissions** (grey box): Receives input from process X and produces:
 - to air (light blue square)
 - in water (dark blue square)
 - in soil (yellow square)

Below the diagram, a footprint icon is labeled **SPI [m²/unit]**. At the bottom of the interface, the word "Imprint" is visible.

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](#)

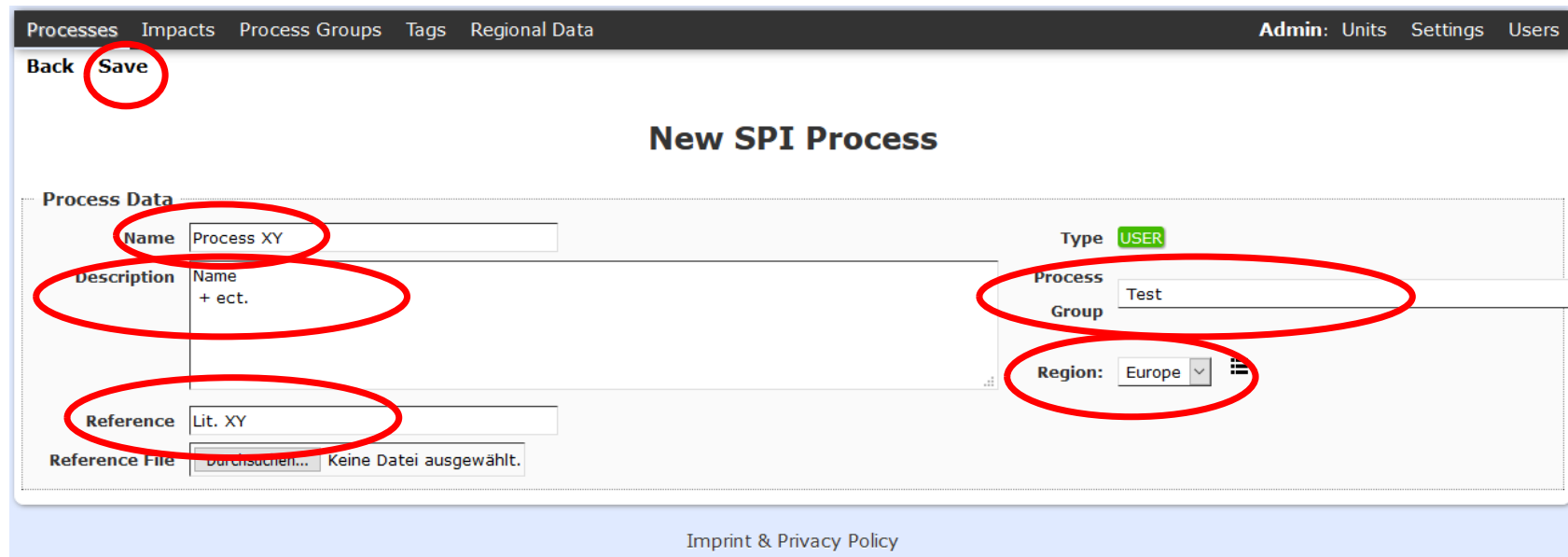
Add Search

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	Type	USER
Description	Name + ect.	Process Group	Test
Reference	Lit. XY	Region	Europe
Reference File	Durchsuchen... Keine Datei ausgewählt.		

Imprint & Privacy Policy

Produkte, Teilprozesse und Auswirkungen hinzufügen



Process Data

Name

Description

Reference

Reference File Keine Datei ausgewählt.

Tags

Last Update 11/18/2020 12:51

Type USER

Process Group

Region

Footprint SPI Categories

Inventory Overview

Outputs

Products

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

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

Inventories

Sub-Processes

Name	Unit	Inventory	y _{spec} [m ² .a/q]	a _{part} [m ² .a/Unit]	Share
<input type="button" value="+ Add Impact"/> <input type="button" value="+ Add Impact (Advanced Search)"/> <input type="button" value="X Delete All"/>					

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 ² .a/q]	a _{part} [m ² .a/Unit]	Share
------	------	-----------	---	--	-------

Produkte, Teilprozesse und Auswirkungen hinzufügen



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

Back Copy Delete Results

Process Details

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: γ_w : 983.000 [mm/a]
 r_i : 0.300
 R_w : 294.900 [kg/m².a]
 Soil: γ_s : 0.750 [kg/m².a]
 I_s : 0.560
 R_s : 0.420 [kg/m².a]

Footprint SPI Categories

Footprint Inputs

Outputs

New Product

Products

Name	Main product?	Unit	Inventory	γ_{tot} [m ² .a/unit]	γ_{part} [m ² .a/unit]	K
Test product 1	<input checked="" type="radio"/>	kg	1.0	3448.795	3448.795	1.000
Test product 2	<input type="radio"/>	kg	0.500	0.0	0.0	0.0

Included in other processes.

Inputs

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

Sub-Processes

Name	Unit	Inventory	γ_{spec} [m ² .a/q]	γ_{part} [m ² .a/unit]	Share
Net electricity EU-27, medium voltage	kWh	10.00000	260.390	2603.900	75.5%
Sodium Hydroxide (NaOH)	kg	2.00000	86.642	173.324	5.0%

Impacts

Name	Unit	Inventory	γ_{spec} [m ² .a/q]	γ_{part} [m ² .a/unit]	Share
CO ₂	kg	2.00000	222.000	444.000	12.9%
Hg (water)	mg	150.000		508.647	14.7%
Zn (soil)	mg	65.000		0.916	0.0%

Prozess-Ergebnisse: Prozess-Diagramm



Process Results

Process Data

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

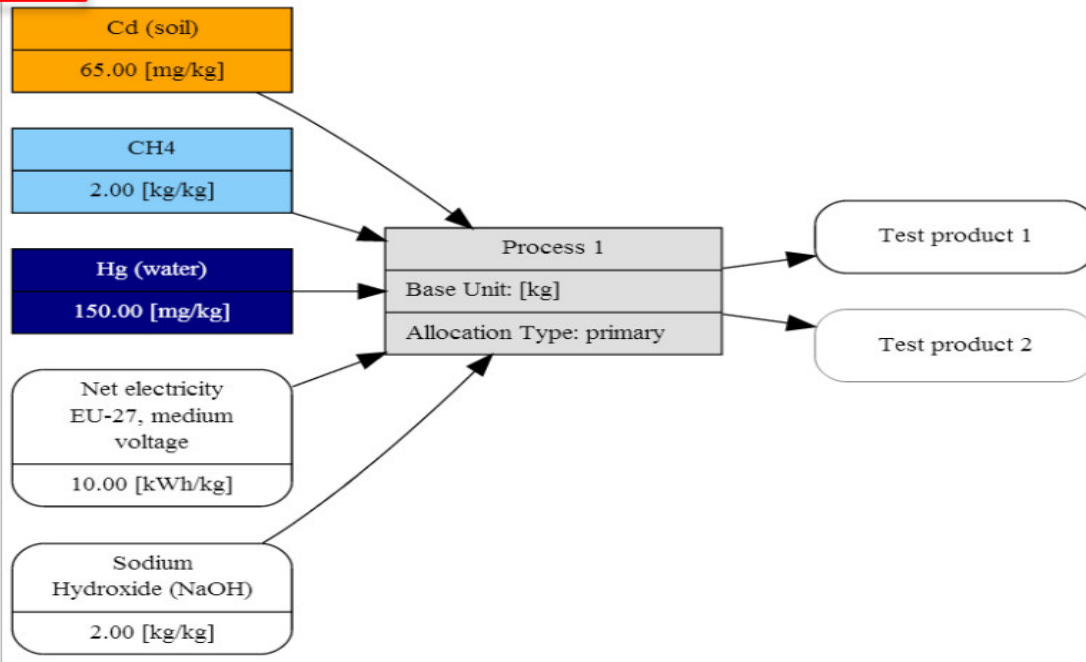
Regional Data

Water Y_w : 983.000 mm/a
 r : 0.300
 R_w : 294.900 kg/m².a
Soil Y_s : 0.750 kg/m².a
 l : 0.560
 R_s : 0.420 kg/m².a

Process Graph

Preview:

Zoom



Configuration:

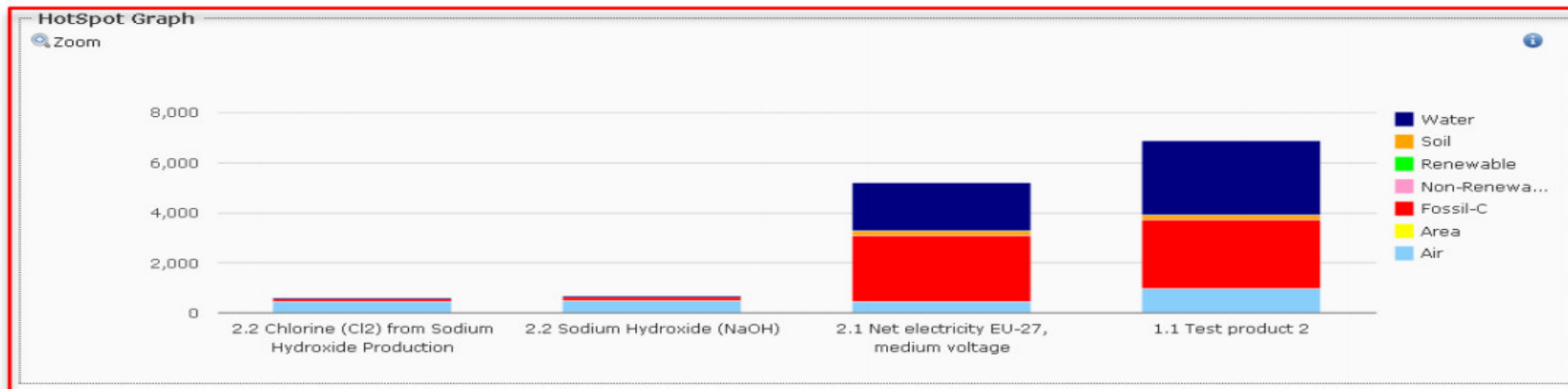
Format: ⓘ
Algorithm: ⓘ
Font Size: ⓘ
Show: No Impacts ⓘ
 Everything ⓘ
Level: All ⓘ
 Up to: ⓘ

Submit

Prozess-Ergebnisse: Hot-Spot-Diagramm



SPI Overview

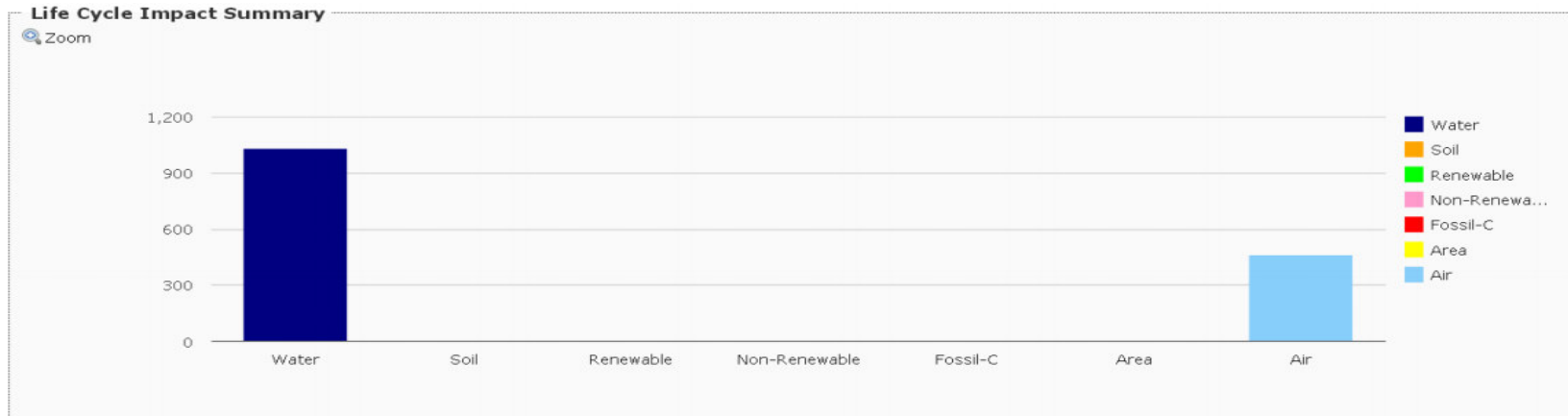


Detailed SPI Overview

Level: All Up to:

Level	Process	Unit	Inventory	CO ₂ [kg]	GWP [kg]	a _{part} [m ² .a]
1	1.1 Process 1					
	Test product 2	kg	1.0	20.1743	104.1743	6897.5906
	Cd (soil)	mg	130.0000	-	-	309.5238
	CH ₄	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	5207.8129
	2.2 Sodium Hydroxide (NaOH)					
	Sodium Hydroxide (NaOH)	kg	4.0000	0.9941	0.5159	346.6474
	Chlorine (Cl ₂) from Sodium Hydroxide Production	kg	3.5600	0.8847	0.4087	308.5161
	Hydrogen (H ₂) from Sodium Hydroxide Production	kg	0.2000	0.0497	0.0013	17.3324
	CCl ₄ (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	-	-	113.8109
	HCl	g	0.0114	-	-	0.1467
	Hg (water)	g	0.0011	-	-	3.7478
	Process Water (Europe) [kg]	kg	7.0000	-	-	0.0237
	Waste heat into air	MJ	< 0.0001	-	-	0.0

Prozess Ergebnisse: Überblick über die Auswirkungen



Detailed Impacts Overview

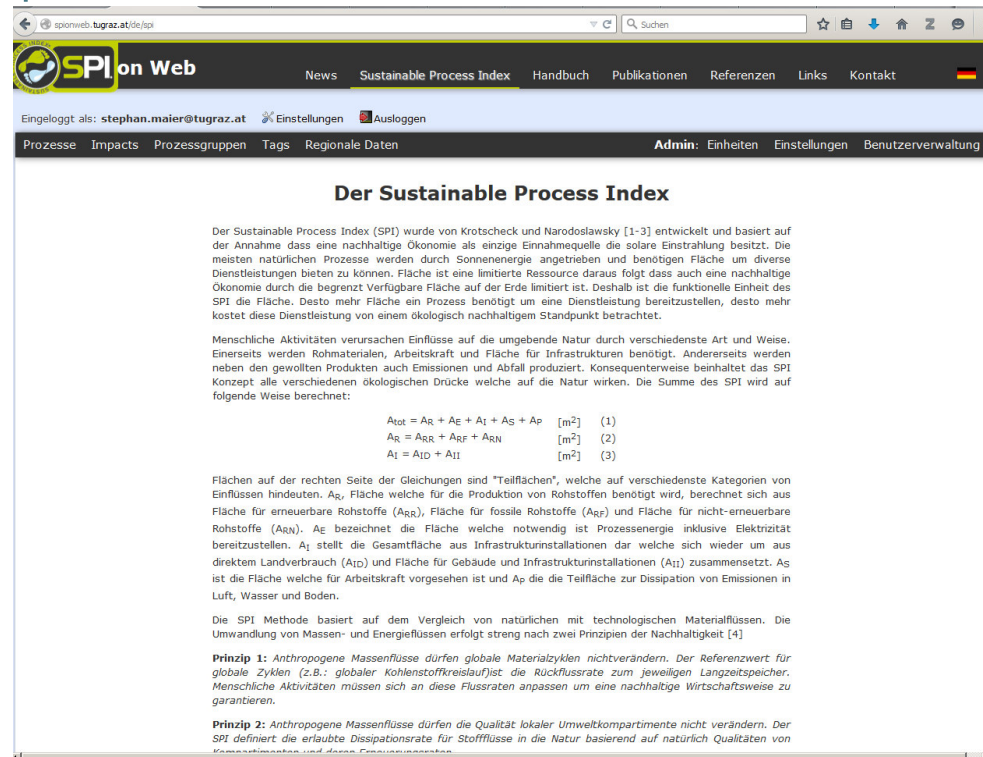
Hide

Show all

Impact	Input for	Unit	Inventory	GWP [kg]	a _{part} [m ² .a]
CH4	Show	kg	4.0000	84.0000	0.0001
CCI4 (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
Partides	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



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 Krotscheck and Narodoslowsky, and its application in assessing ecological sustainability. It also lists three equations for calculating different area components.

Der Sustainable Process Index

Der Sustainable Process Index (SPI) wurde von Krotscheck und Narodoslowsky [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_R , Fläche welche für die Produktion von Rohstoffen benötigt wird, berechnet sich aus Fläche für erneuerbare Rohstoffe (A_{RR}), Fläche für fossile Rohstoffe (A_{RF}) und Fläche für nicht-erneuerbare Rohstoffe (A_{RN}). A_E bezeichnet die Fläche welche notwendig ist Prozessenergie inklusive Elektrizität bereitzustellen. A_I stellt die Gesamtfläche aus Infrastrukturinstallationen dar welche sich wieder um aus direktem Landverbrauch (A_{ID}) und Fläche für Gebäude und Infrastrukturinstallationen (A_{II}) zusammensetzt. A_S ist die Fläche welche für Arbeitskraft vorgesehen ist und A_P 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 Eigenschaften.



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>

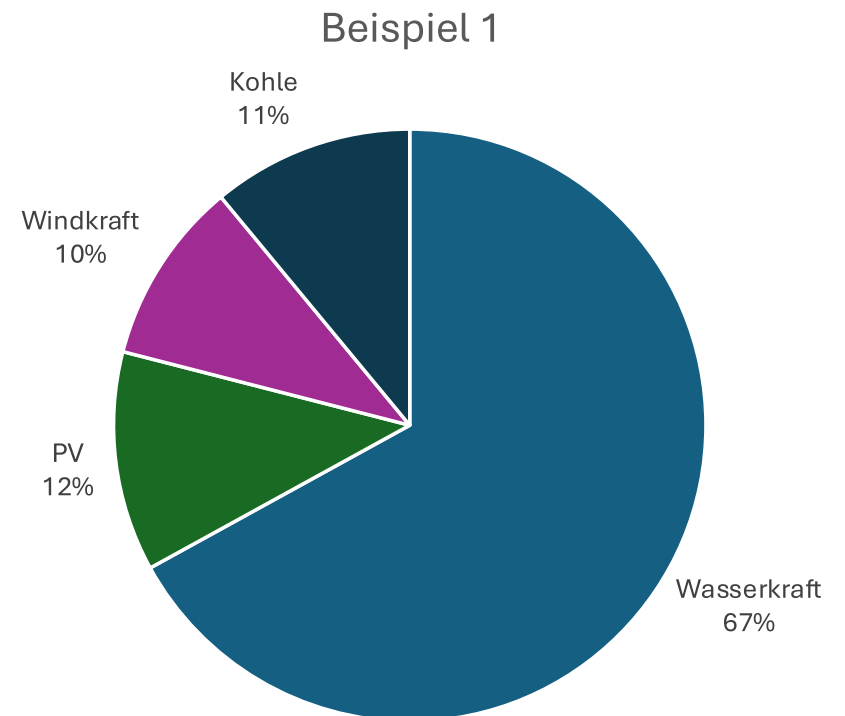
Übung I – Elektrizität

1. Erstelle deinen eigenen **Strommix** innerhalb von SPlonWeb, 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 ² .a/Unit]	a_{part} [m ² .a/Unit]	K	
Net electricity EU-27, production mix	<input checked="" type="radio"/>	kWh	1.0	250.651	250.651	1.000	✖ Delete

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

Inventories

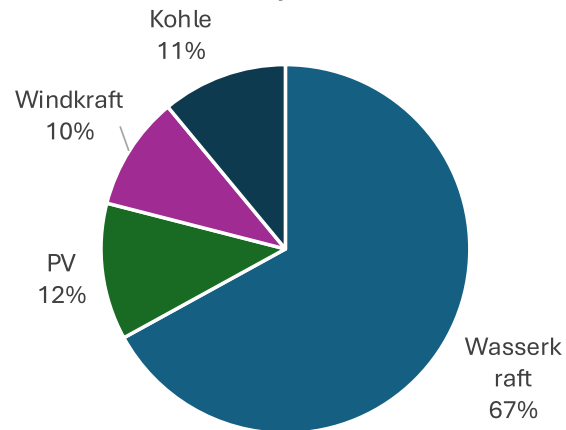
Sub-Processes

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

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

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

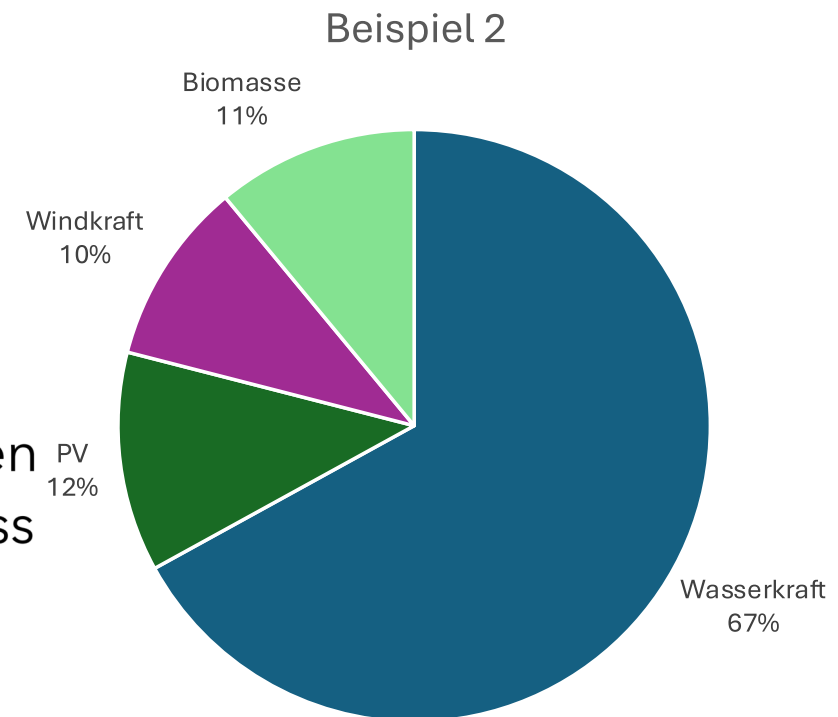
[+ Ergebnisprodukt hinzufügen](#)

Bezeichnung	Hauptprodukt?	Einheit	Menge	a _{tot} [m ² .a/Einheit]	a _{part} [m ² .a/Einheit]	K	
Übung 1 - Mein Strommix 1	<input checked="" type="radio"/>	kWh	1,0	47,631	47,631	1,000	Löschen

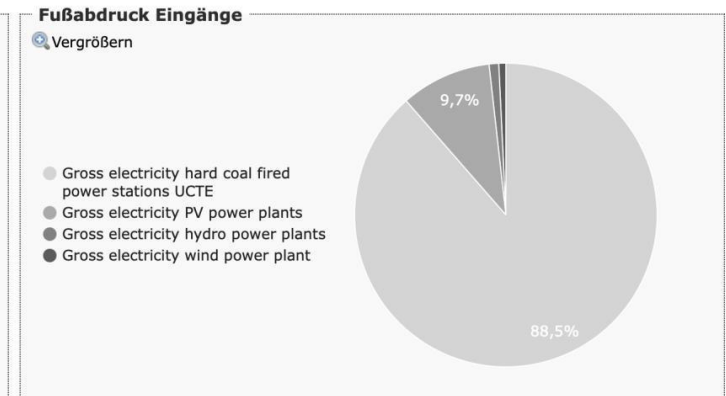
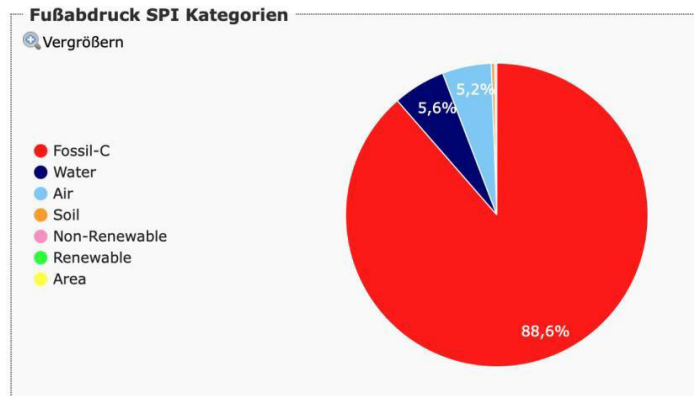
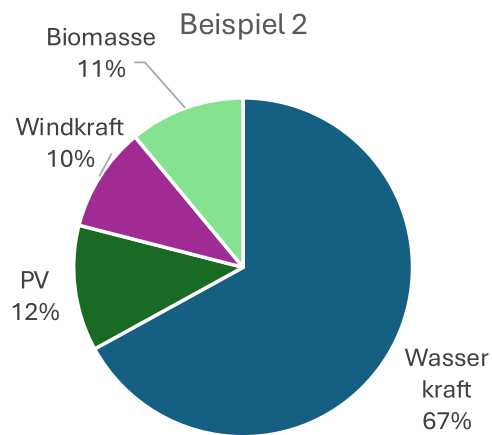
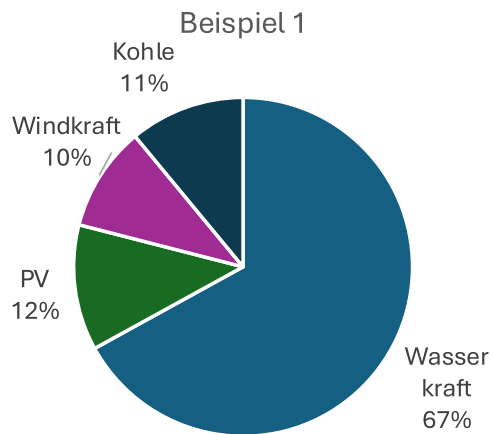
Übung 1 – Elektrizität

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

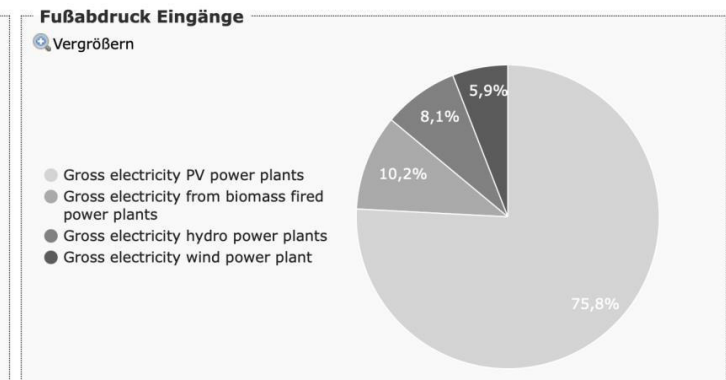
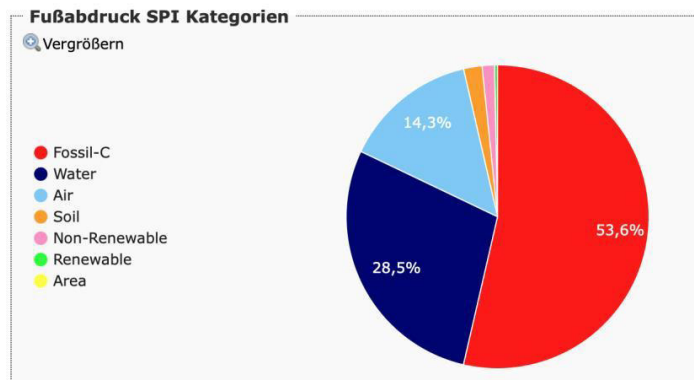


Übung I – Elektrizität



Produkte + Ergebnisprodukt hinzufügen

Bezeichnung	Hauptprodukt?	Einheit	Menge	a _{tot} [m ² .a/Einheit]	a _{part} [m ² .a/Einheit]	K
Übung 1 - Mein Strommix 1	<input checked="" type="checkbox"/>	kWh	1,0	47,631	47,631	1,000 ✖ Löschen

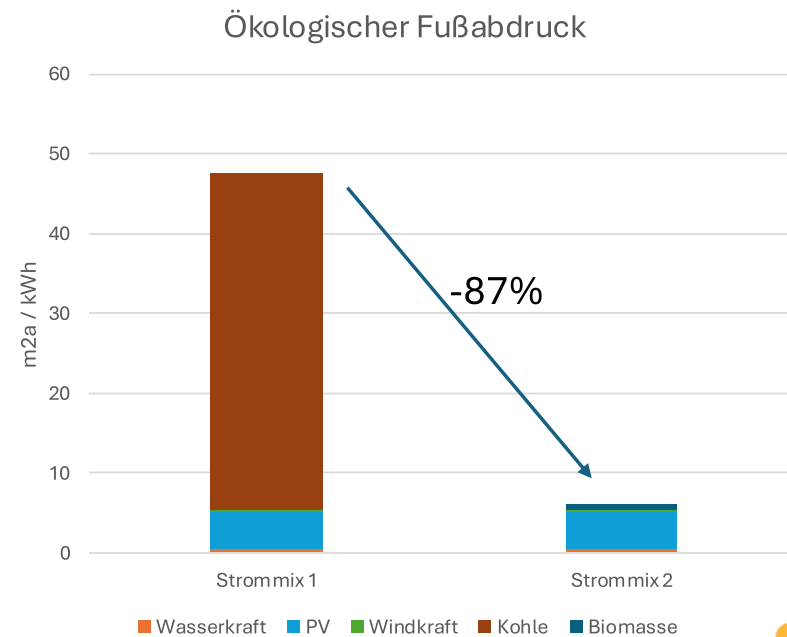
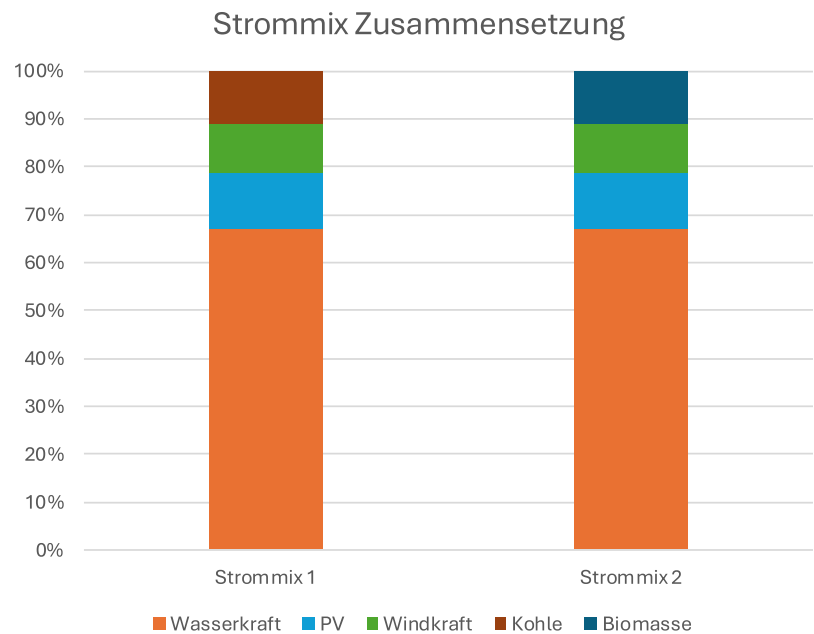


Produkte + Ergebnisprodukt hinzufügen

Bezeichnung	Hauptprodukt?	Einheit	Menge	a _{tot} [m ² .a/Einheit]	a _{part} [m ² .a/Einheit]	K
Übung 1 - Mein Strommix 2 (100% erneuerbar)	<input checked="" type="checkbox"/>	kWh	1,0	6,077	6,077	1,000 ✖ Löschen

Übung I – Elektrizität

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



Übung innerhalb von SPlonWeb



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





TEIL II

Übung II – Unternehmen

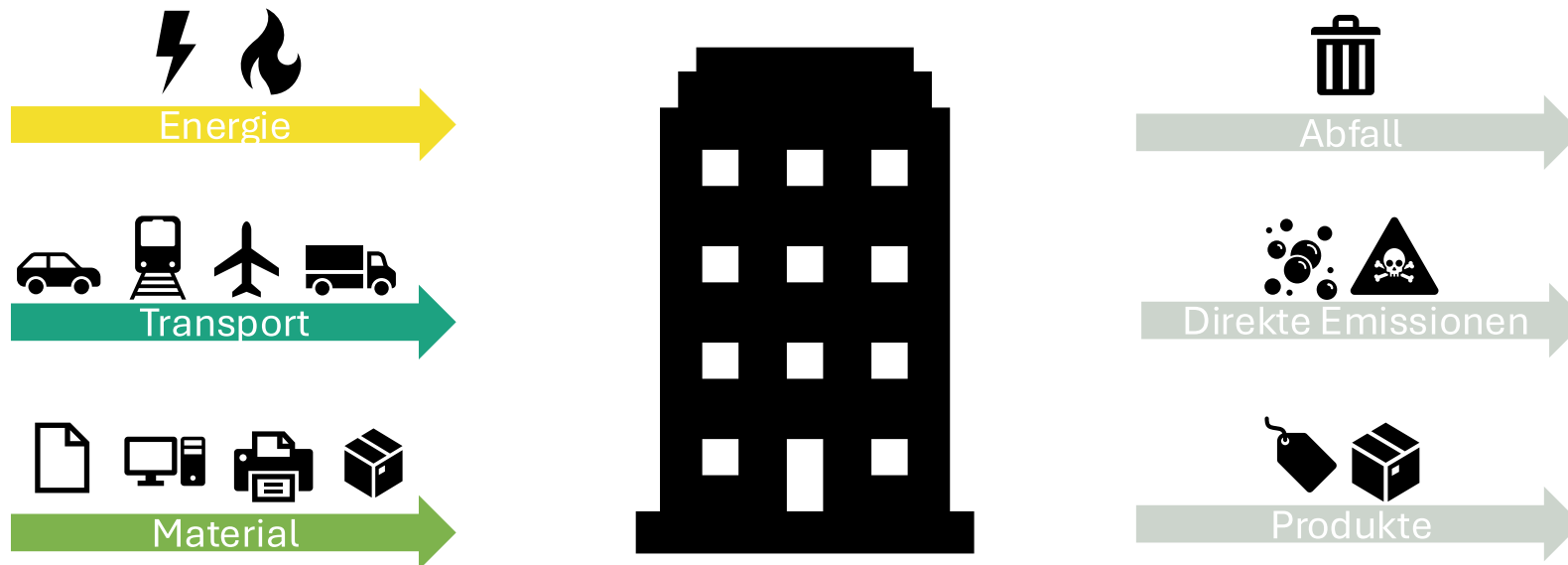
Übung III – Unternehmen

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

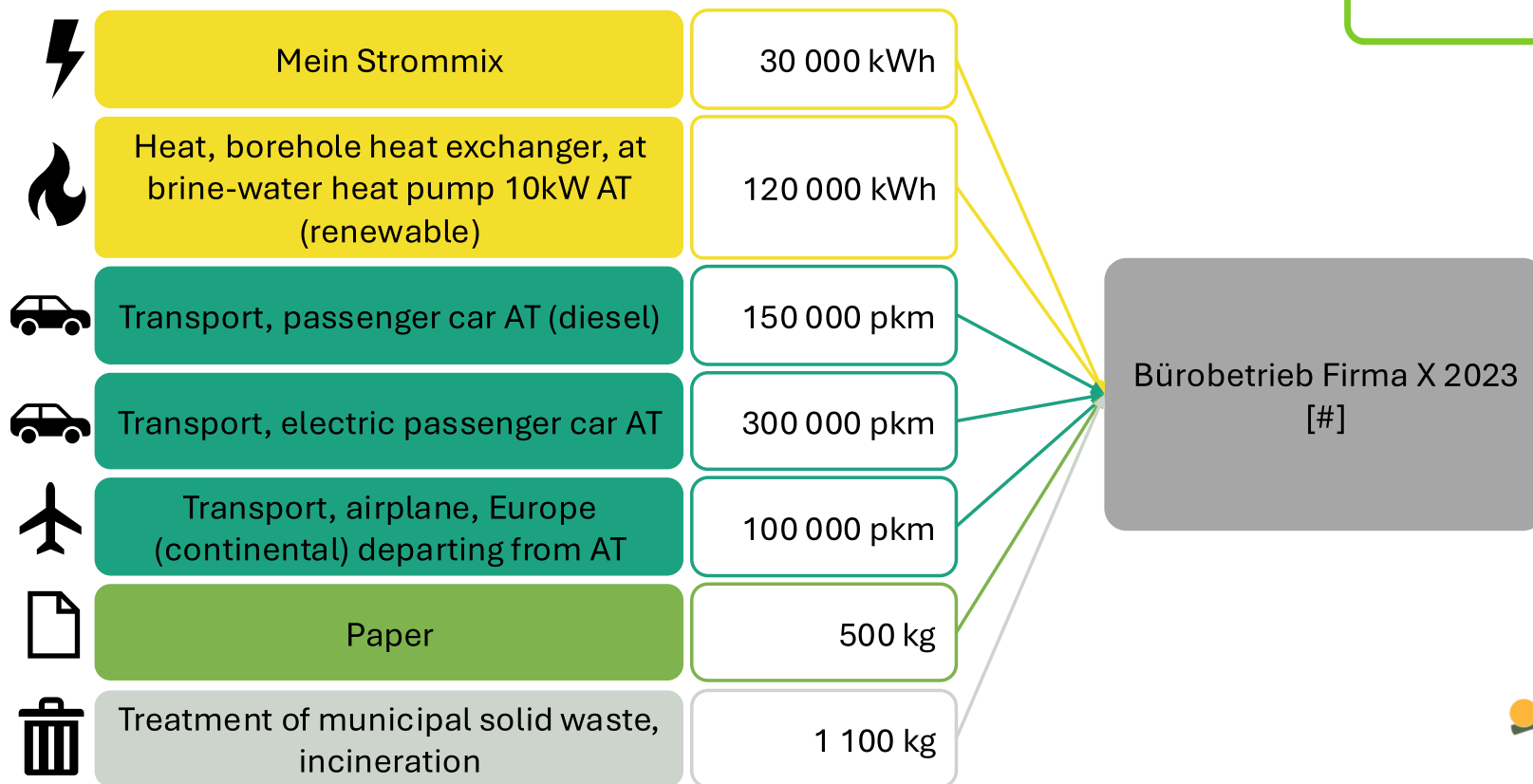
		2021	2023
Energie	Strom	11 000	30 000 kWh
	Wärme	80 000	120 000 kWh
Transport	Mitarbeiter:innen	80 000	150 000 pkm
	Fuhrpark	500 000	300 000 pkm
	Dienstreisen / Flüge	50 000	100 000 pkm
Material	Papier	250	500 kg
Abfall	Restmüll	1 000	1 100 kg
	Mitarbeiter:innen (VZÄ)	12	25 VZÄ

Übung III – Unternehmen

2. Modellierung in SPlonWeb



Bewertung



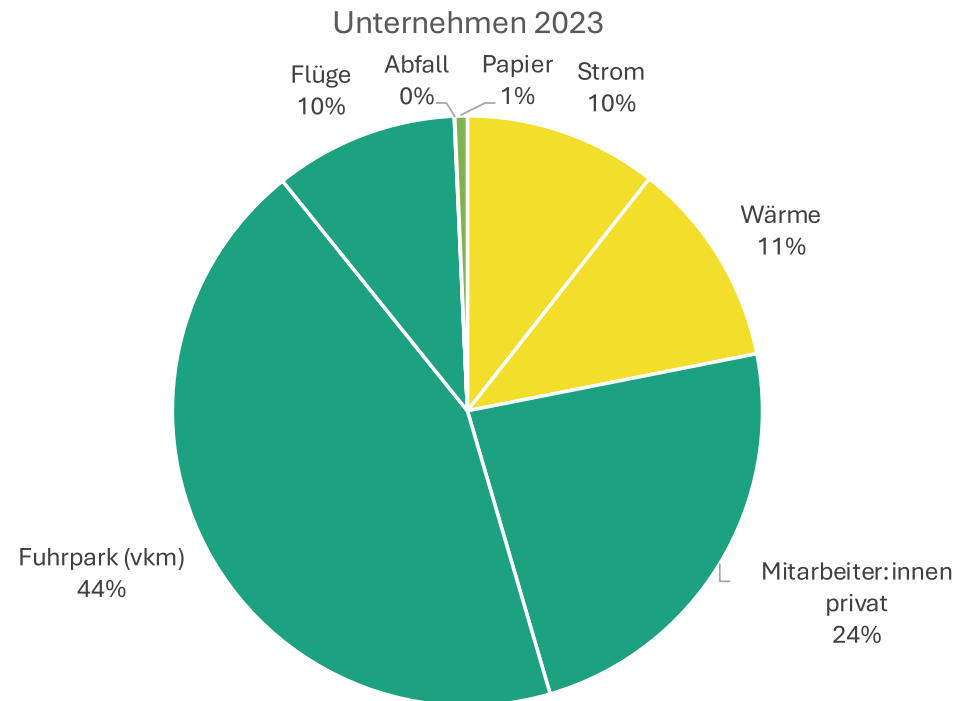
Übung III – Unternehmen

3. Ergebnisinterpretation

ECOThink



Bewertung



Übung III – Unternehmen

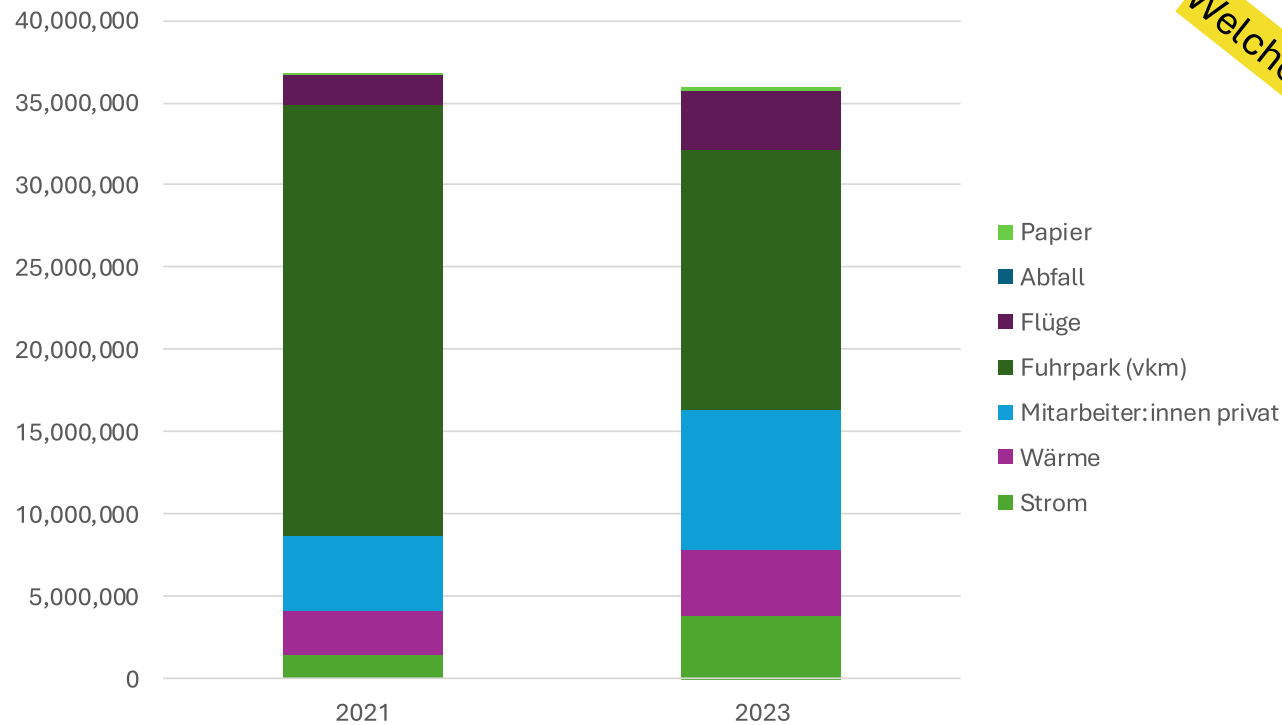
3. Ergebnisinterpretation

ECOThink



Bewertung

Beispiel Unternehmen



Welche Maßnahmen würdet ihr empfehlen?

Weitere Materialien

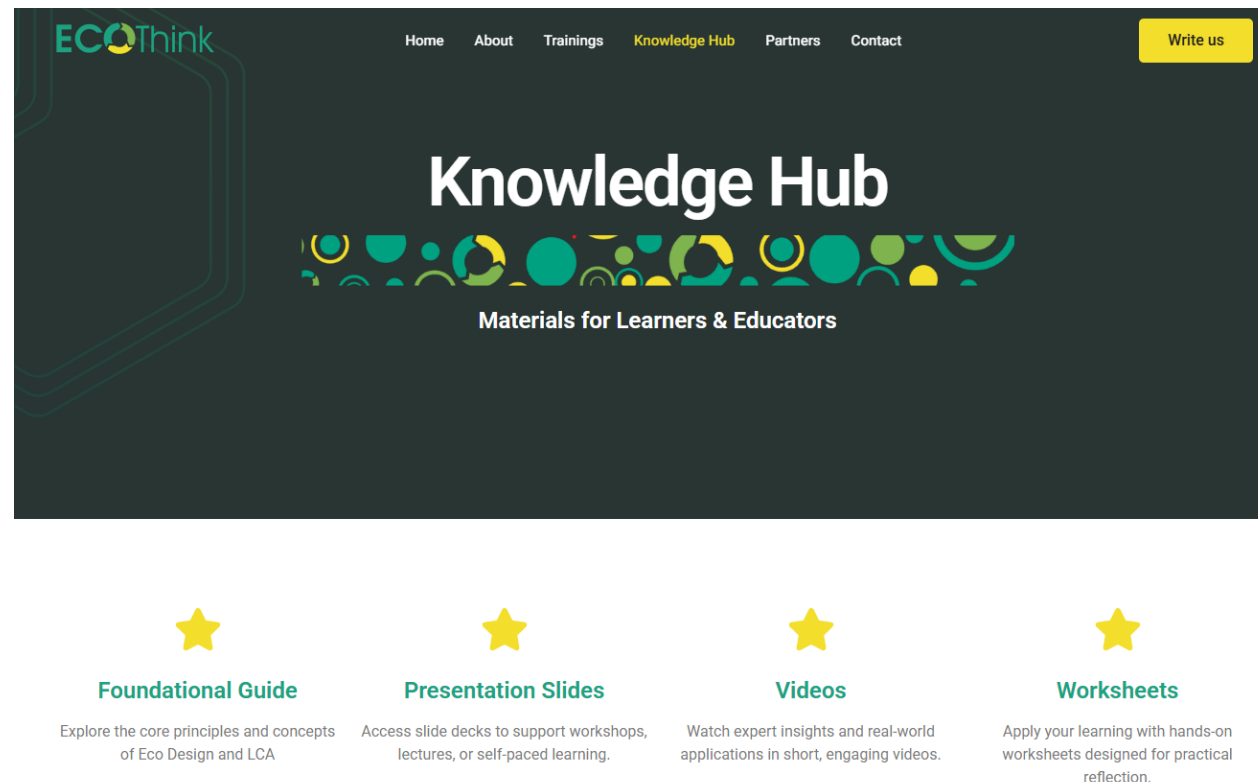


ECOThink Website: <https://www.ecothink-hub.eu/>

Demnächst:

- Trainingsunterlagen
 - SPI
 - OpenLCA
- Handbuch

- Fragebogen



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.

