

NACHHALTIGKEIT IN DER INDUSTRIE

Wege zur Green Factory

Alexander Flekler



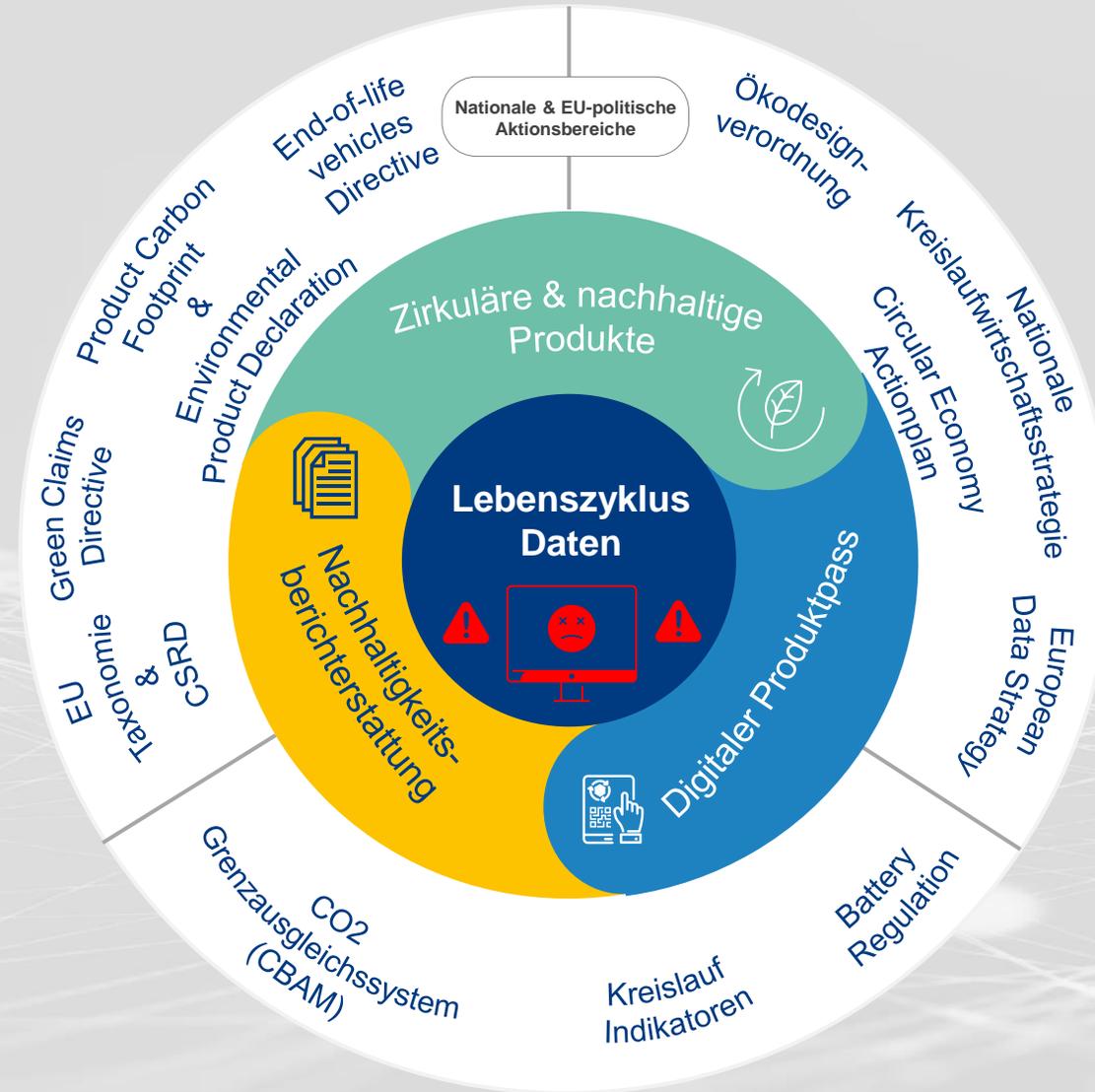
HEINZ NIXDORF INSTITUT
UNIVERSITÄT PADERBORN

Research Campus Zukunftsmeile Fürstenallee

From research to industrial application

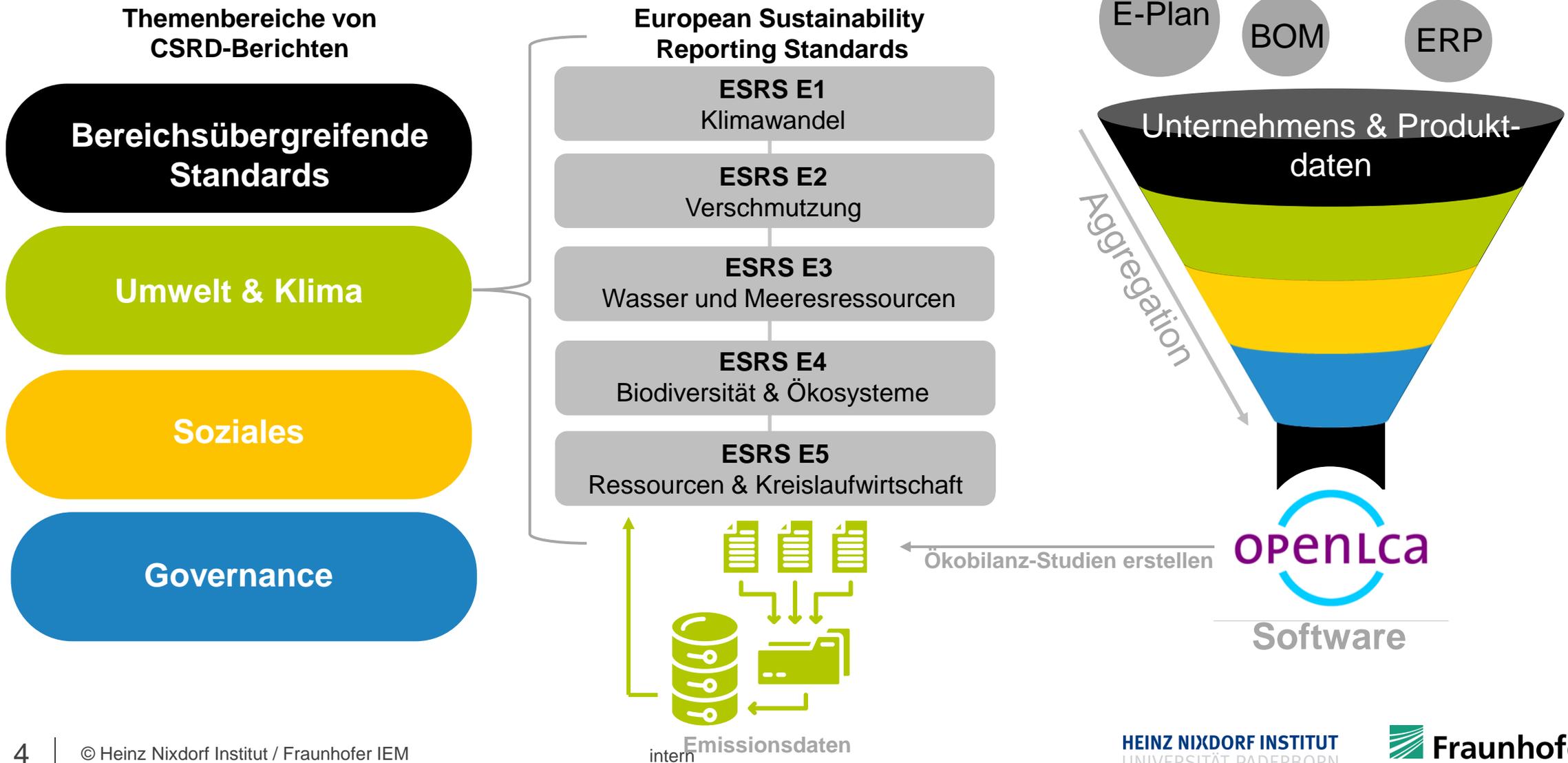


Eine datengetriebenen Lebenszyklusperspektive ist die Basis!



Datengetriebene Nachhaltigkeitsberichte

Die Rolle von LCA in der CSRD-Berichterstattung



OpenLCA

Professional Life Cycle Assessment Software

Kurzbeschreibung

openLCA ist eine kostenlose und professionelle Software für Life Cycle Assessment (LCA) und Life Cycle Costing (LCC) mit einem breiten Funktionsumfang und einer Vielzahl von verfügbaren Datenbanken, die seit 2006 von GreenDelta entwickelt wird. Es handelt sich um eine Open Source Software. Derzeit wird onlineLCA als Webtool für die Massenberechnung von Ökobilanzen in Unternehmen entwickelt, um konforme und konsistente Berechnungen mit einer Vielzahl von Standards zu ermöglichen, einschließlich EN15804 und EPDs, Environmental Footprint und anderen.

Key Facts

Internetauftritt: <https://www.openlca.org/>
Marktplatz: <https://nexus.openlca.org/>
Gründungsjahr: 2006
Standort: Berlin, Deutschland
Bezahl-/Preismodell: Software ist Open source, Daten werden über zugehörigen Marktplatz vertrieben

Kunden & Partner



Mercedes-Benz



Kostenlos

Anforderungen

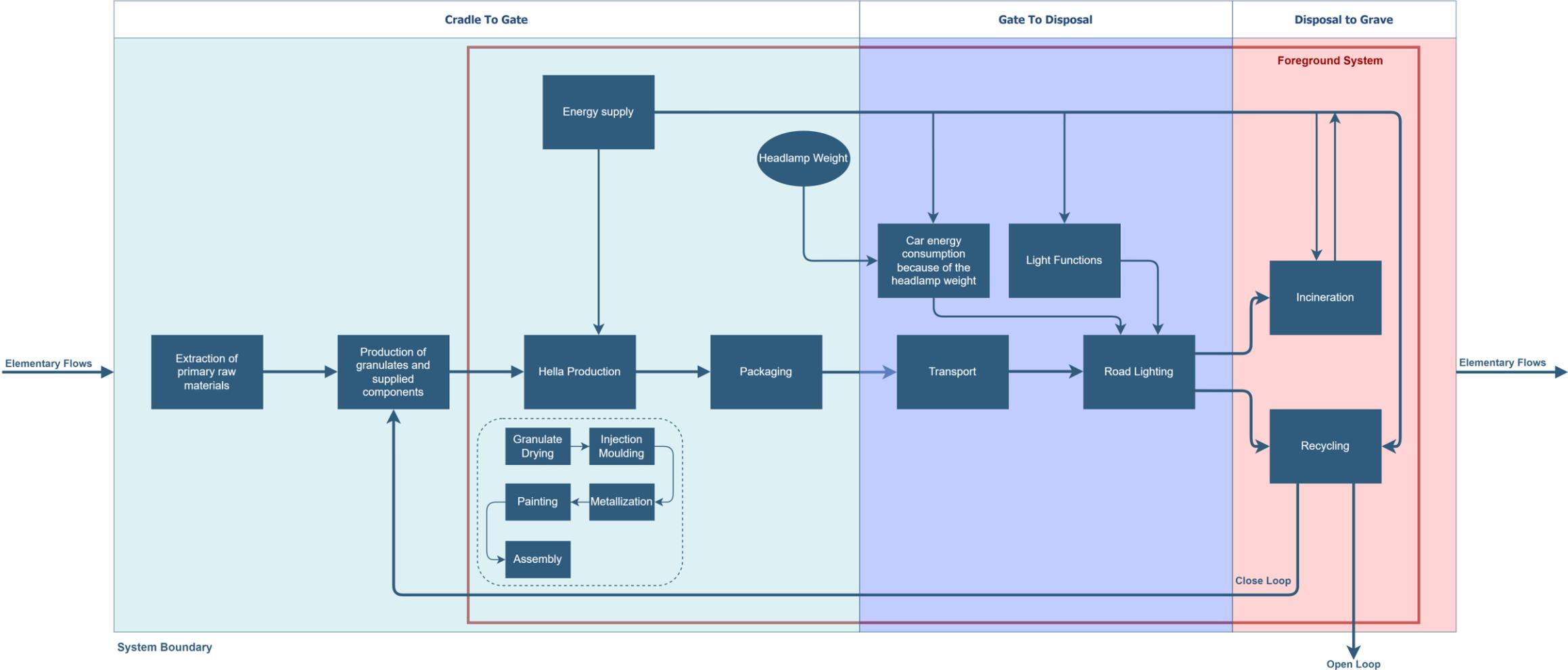
Kalkulationsmöglichkeit	PCF	CCF		
Scope-Betrachtung	Scope 1	Scope 2	Scope 3 Up	Scope 3 Down
Softwaretyp	SaaS	On-premise		
API-Schnittstelle (Python)	Import	Export	Nein	
Emissionsfaktoren	Aktivitätsbasiert	Produktionsbasiert	Ausgabenbasiert	
Integrierte Datenbank	Frei verfügbare	Kommerzielle	Nein	
Skalierbarkeit für Produktportfolio	Hoch	Mittel	Gering	
CBAM-Funktionalität	Ja	Nein		
Reportingfunktion	Ja	Nein		
Austausch von Primärdaten mit Stakeholdern	Ja	Nein		
Catena-X-Tauglichkeit	Ja	Nein		
EPD-Funktion	Ja	Nein		

Legende

Muss-/Kann-Anforderung	Erfüllt	Nicht einsehbar	In Planung
------------------------	---------	-----------------	------------

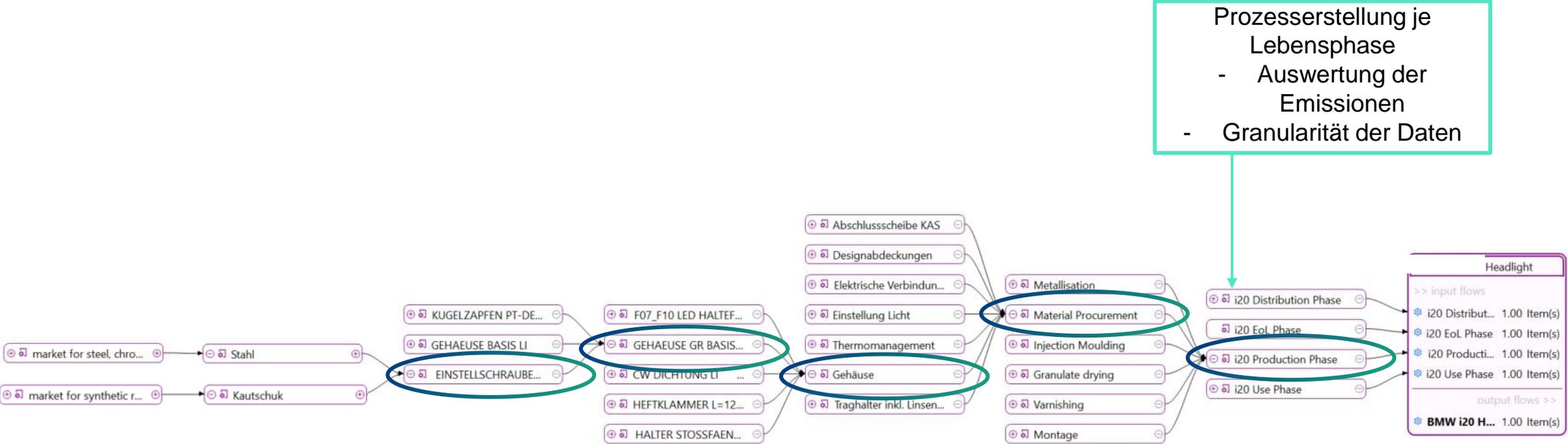
Workshop

NALYSES Produktsystem



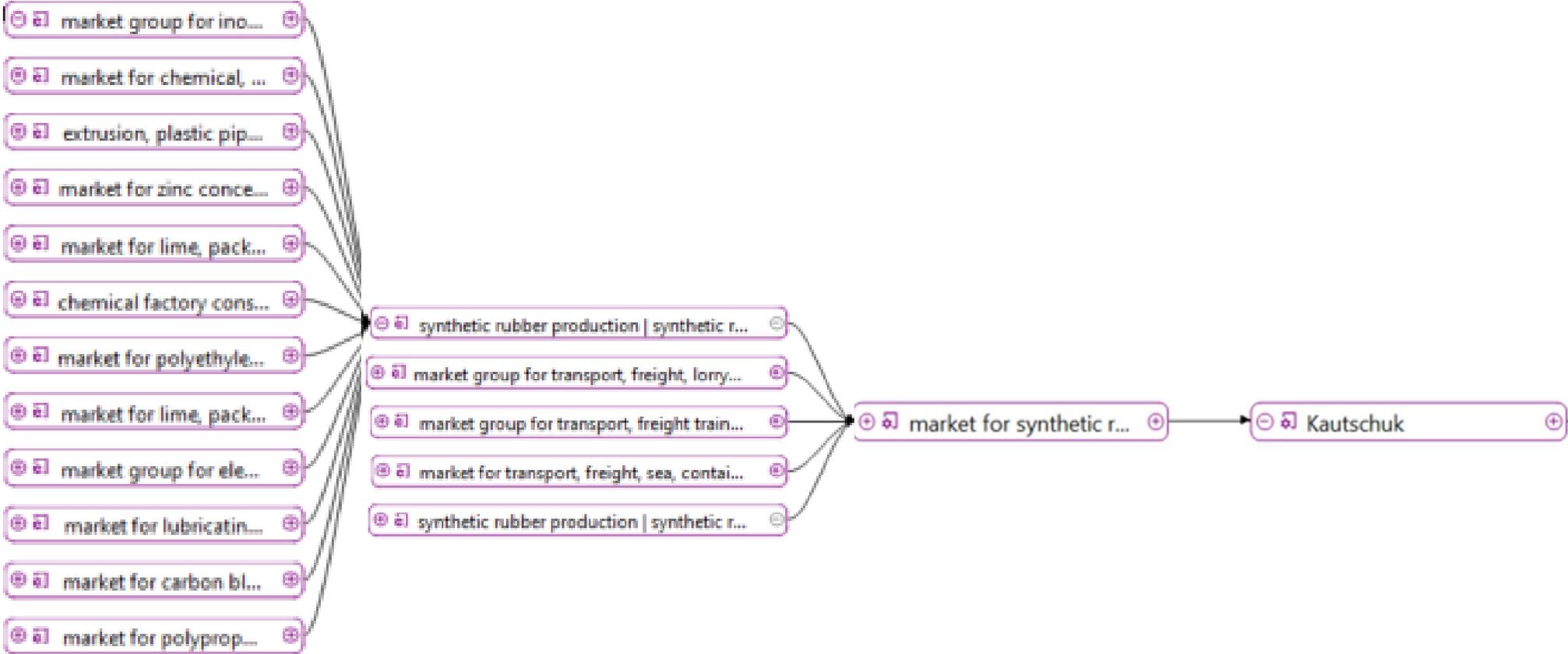
Modellierung und Emissionsfaktor-Matching OpenLCA

Ausschnitt: Produktionsphase - Materialbeschaffung



Ausschnitt: modellierte Prozesse in OpenLCA

Verwendeter Ecoinvent-Datensatz: bsp. Kautschuk

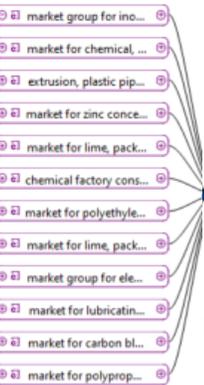


Ausschnitt: modellierte Prozesse in OpenLCA

Verwendeter Ecoinvent-Datensatz: bsp. Kautschuk



Der Ecoinvent-Datensatz beinhaltet alle Aktivitäten von der Wiege an



synthetic rubber production | synthetic r...

market for synthetic r... Kautschuk

Schnittstelle zum Backgroundsystem

Verwendung von Marktdatensätzen, mit durchschnittlichem Transportszenario für Materialproduktion

Inputs/Output: synthetic rubber production | synthetic rubber | Cutoff, U - RER

Flow	Amount	Unit	Costs...	Uncer...	Avoi...	Provi...	Data ...	Locati...	Descr...
carbon black	0.36900	kg		logn...		ma...	(4; 2; ...		EcoS...
chemical fac...	4.00000E-10	lte...		logn...		ch...	(5; 2; ...		activi...
chemical, or...	0.05820	kg		logn...		ma...	(4; 2; ...		EcoS...
electricity, ...	0.71900	kWh		logn...		ma...	(4; 2; ...		EcoS...
extrusion, pl...	1.00000	kg		logn...		ext...	(1; 1; ...		has t...
inorganic ni...	0.00226	kg		logn...		ma...	(4; 2; ...		EcoS...
lime, packed	0.00219	kg		logn...		ma...	(4; 2; ...		EcoS...
lime, packed	0.08611	kg		logn...		ma...	(4; 2; ...		EcoS...
lubricating oil	0.15500	kg		logn...		ma...	(4; 2; ...		EcoS...
polyethylen...	0.25100	kg		logn...		ma...	(4; 2; ...		EcoS...
polypropyle...	0.06280	kg		logn...		ma...	(4; 2; ...		EcoS...
Water, cooli...	0.04500	m3		logn...			(5; 2; ...		EcoS...
zinc concentr...	0.01910	kg		logn...		ma...	(4; 2; ...		EcoS...

Flow	Amount	Unit	Costs...	Uncer...	Avoi...	Provi...	Data ...	Locati...	Descr...
synthetic r...	1.00000	kg	1.54...	none					EcoS...
Water	0.01744	m3		logn...			(2; 2; ...		Calcu...
Water, RER	0.02756	m3		logn...			(2; 2; ...		Calcu...

Inputs/Output: market for synthetic rubber synth

Flow	Amount	Unit	Costs...
synthetic rubber	0.67025	kg	1.032...
synthetic rubber	0.32975	kg	0.507...
transport, freight train	0.28870	t*k...	
transport, freight, lorry, unspecified	0.45040	t*k...	
transport, freight, sea, container ship	0.52480	t*k...	

Flow	Amo...	Unit	Costs...	U
synthetic rubber	1.00...	kg	1.54...	n

Contribution Tree

Headlight – Cradle-To-Grave

Mit:

$$\Delta t_B = 2000 \text{ h}$$

$$L = 200\,000 \text{ km}$$

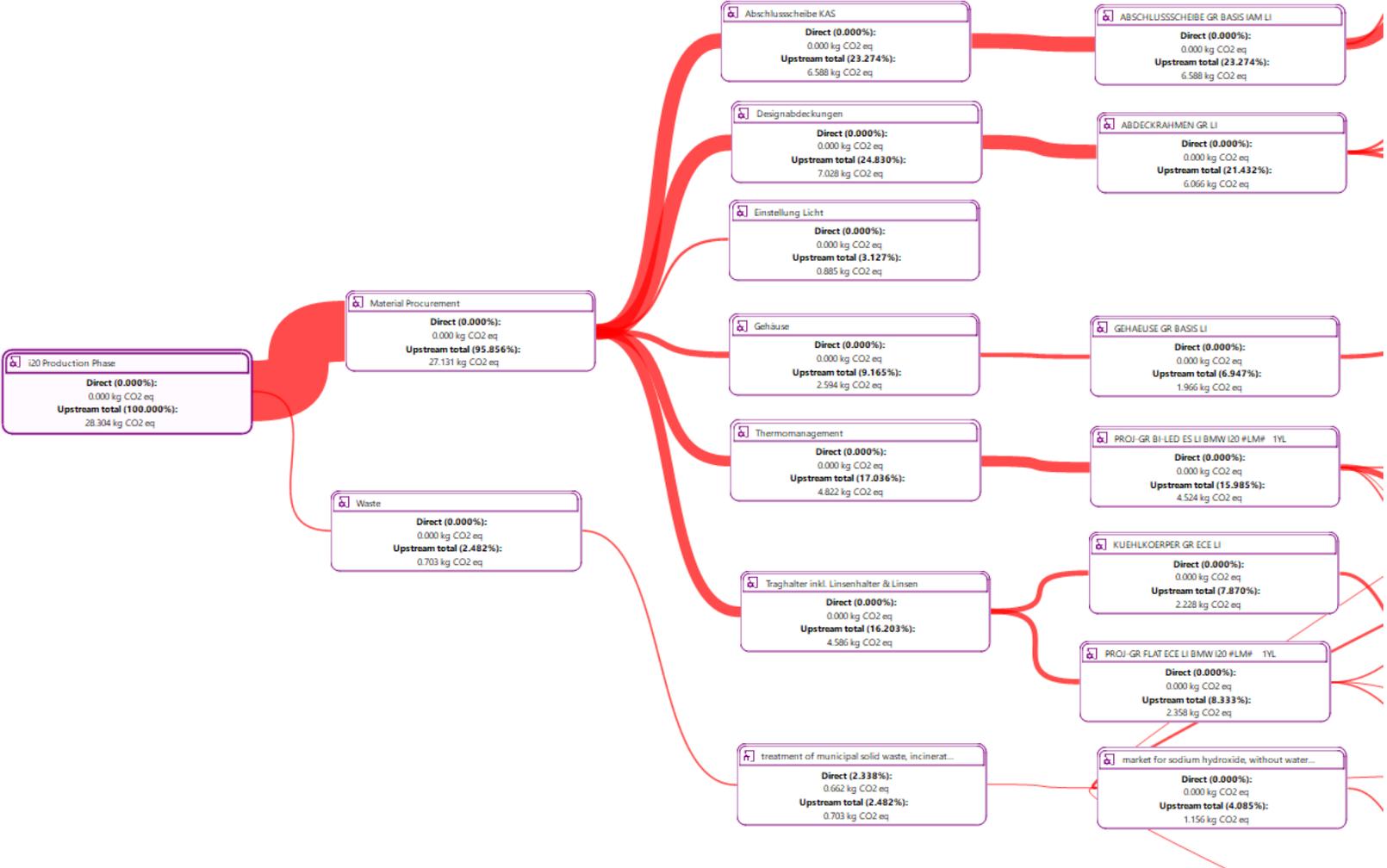
Δt_B : Betriebsstunden Scheinwerfer
L: Laufleistung

Impact category: IPCC GWP 100a

Contribution	Process	Required amou...	Total result [kg CO2 eq]
100.00%	Headlight	1.00000 Item(s)	178.94055
81.13%	i20 Use Phase	1.00000 Item(s)	145.17126
42.96%	Gewichtsbedingter Energieverbrauch	1.00000 Item(s)	76.86719
24.57%	Tagfahrlicht	1.00000 Item(s)	43.95843
07.50%	Abblendlicht	1.00000 Item(s)	13.42930
03.68%	PO	1.00000 Item(s)	6.59376
01.79%	Fernlicht	1.00000 Item(s)	3.20897
00.62%	Blinker	1.00000 Item(s)	1.11361
15.82%	i20 Production Phase	1.00000 Item(s)	28.30431
15.16%	Material Procurement	1.00000 Item(s)	27.13133
03.93%	Designabdeckungen	1.00000 Item(s)	7.02784
03.68%	Abschluss Scheibe KAS	1.00000 Item(s)	6.58756
02.69%	Thermomanagement	1.00000 Item(s)	4.82192
02.56%	Traghalter inkl. Linsenhalter & Linsen	1.00000 Item(s)	4.58612
01.45%	Gehäuse	1.00000 Item(s)	2.59402
00.49%	Einstellung Licht	1.00000 Item(s)	0.88498
00.35%	Elektrische Verbindungen	1.00000 Item(s)	0.62889
00.39%	Waste	1.00000 Item(s)	0.70251
00.14%	Injection Moulding	1.00000 Item(s)	0.24382
00.07%	Metallisation	1.00000 Item(s)	0.12364
00.03%	Packaging	1.00000 Item(s)	0.06150
00.02%	Varnishing	1.00000 Item(s)	0.03348
00.00%	Granulate drying	1.00000 Item(s)	0.00802
00.00%	Montage	1.00000 Item(s)	0.00000
02.02%	i20 EoL Phase	1.00000 Item(s)	3.61211
01.04%	i20 Distribution Phase	1.00000 Item(s)	1.85288

Sankey Diagram

Headlight – Production



Hotspot-Analyse

Lichtfunktionen vs Gewichtsbedingter Energieverbrauch

Calculation setup

Impact assessment method

Normalization and weighting set

- Regionalized LCIA
- Include cost calculation

Compared product systems

Name	Product system	Display	Allocation method	Flow	Amount	Unit	Description
Abblendlicht	Abblendlicht	<input checked="" type="checkbox"/>	None	Abblendlicht	1.0	Item(s)	
Blinker	Blinker	<input checked="" type="checkbox"/>	None	Blinker	1.0	Item(s)	
Fernlicht	Fernlicht	<input checked="" type="checkbox"/>	None	Fernlicht	1.0	Item(s)	
Gewichtsbedingter Energiever...	Gewichtsbedingter Energiever...	<input checked="" type="checkbox"/>	None	Gewichtsbedingter Energiever...	1.0	Item(s)	
PO	PO	<input checked="" type="checkbox"/>	None	PO	1.0	Item(s)	
Tagfahrlicht	Tagfahrlicht	<input checked="" type="checkbox"/>	None	Tagfahrlicht	1.0	Item(s)	

Parameters

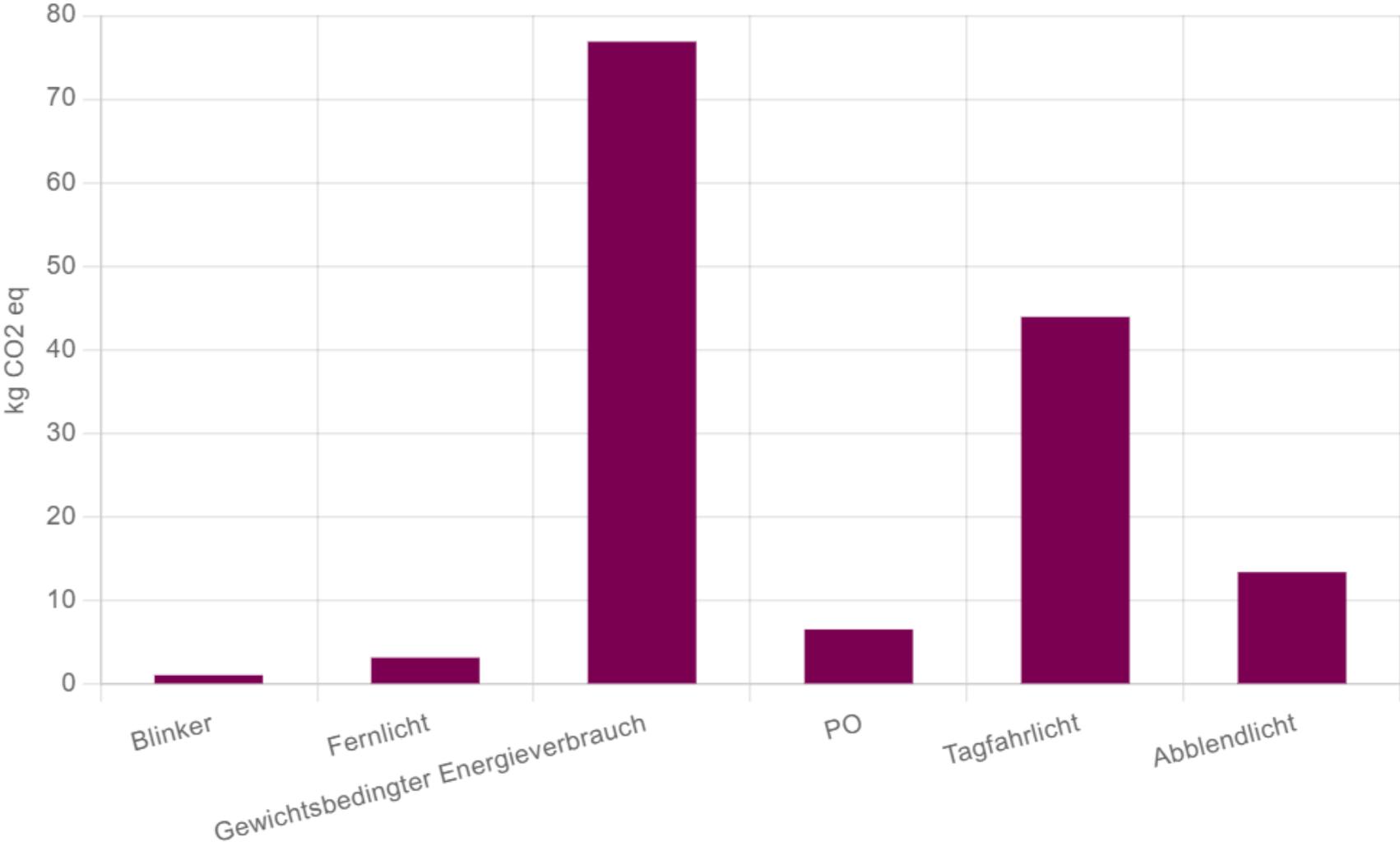
Parameter	Context	Description	Value
fx L	global	Laufleistung Fahrzeug [km]	200000.0
fx Leistungsaufnahme_ABL	global	[W]	19.5
fx Leistungsaufnahme_Blinker	global	[W]	9.5
fx Leistungsaufnahme_FL	global	[W]	36.5
fx Leistungsaufnahme_TFL	global	[W]	30.0
fx m_car	global	Masse Fahrzeug [kg]	2440.0
fx m_H	global	Masse des Scheinwerfers [kg]	6.4
fx t_B	global	Betriebsstunden Scheinwerfer [h]	2000.0
fx WLTP	global	Energieverbrauch Fahrzeug [kWh/100km]	20.0
fx ZeitlicherAnteil_ABL	global		0.47
fx ZeitlicherAnteil_Blinker	global		0.04
fx ZeitlicherAnteil_FL	global		0.03
fx ZeitlicherAnteil_PO	global		0.5
fx ZeitlicherAnteil_TFL	global		0.5

Hotspot-Analyse

Lichtfunktionen vs Gewichtsbedingter Energieverbrauch

Mit:

$$\Delta t_B = 2000 \text{ h}$$
$$L = 200\,000 \text{ km}$$

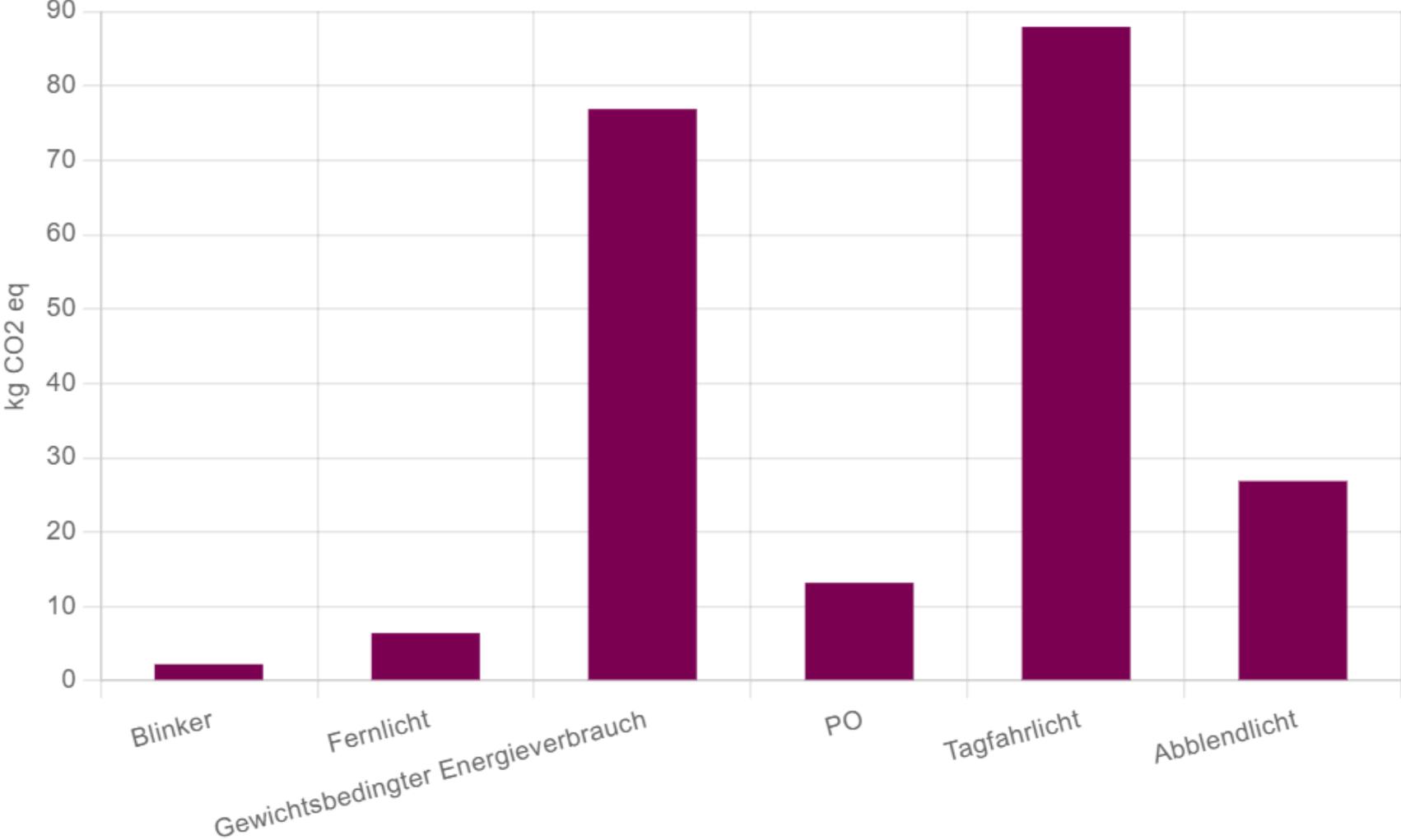


Sensitivitätsanalyse

Lichtfunktionen vs Gewichtsbedingter Energieverbrauch

Mit:

$$\Delta t_B = 4000 \text{ h}$$
$$L = 200\,000 \text{ km}$$

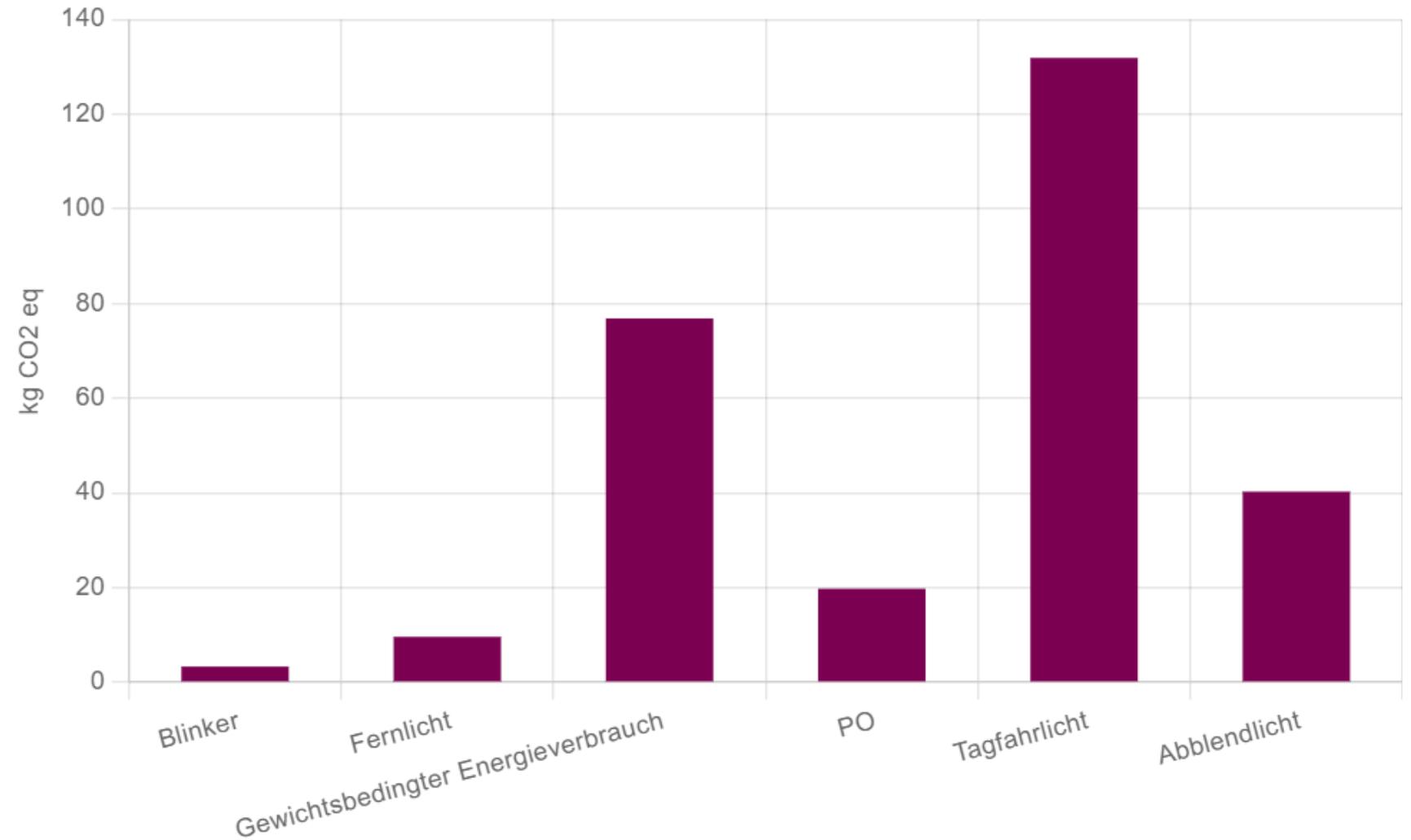


Sensitivitätsanalyse

Lichtfunktionen vs Gewichtsbedingter Energieverbrauch

Mit:

$$\Delta t_B = 6000 \text{ h}$$
$$L = 200\,000 \text{ km}$$

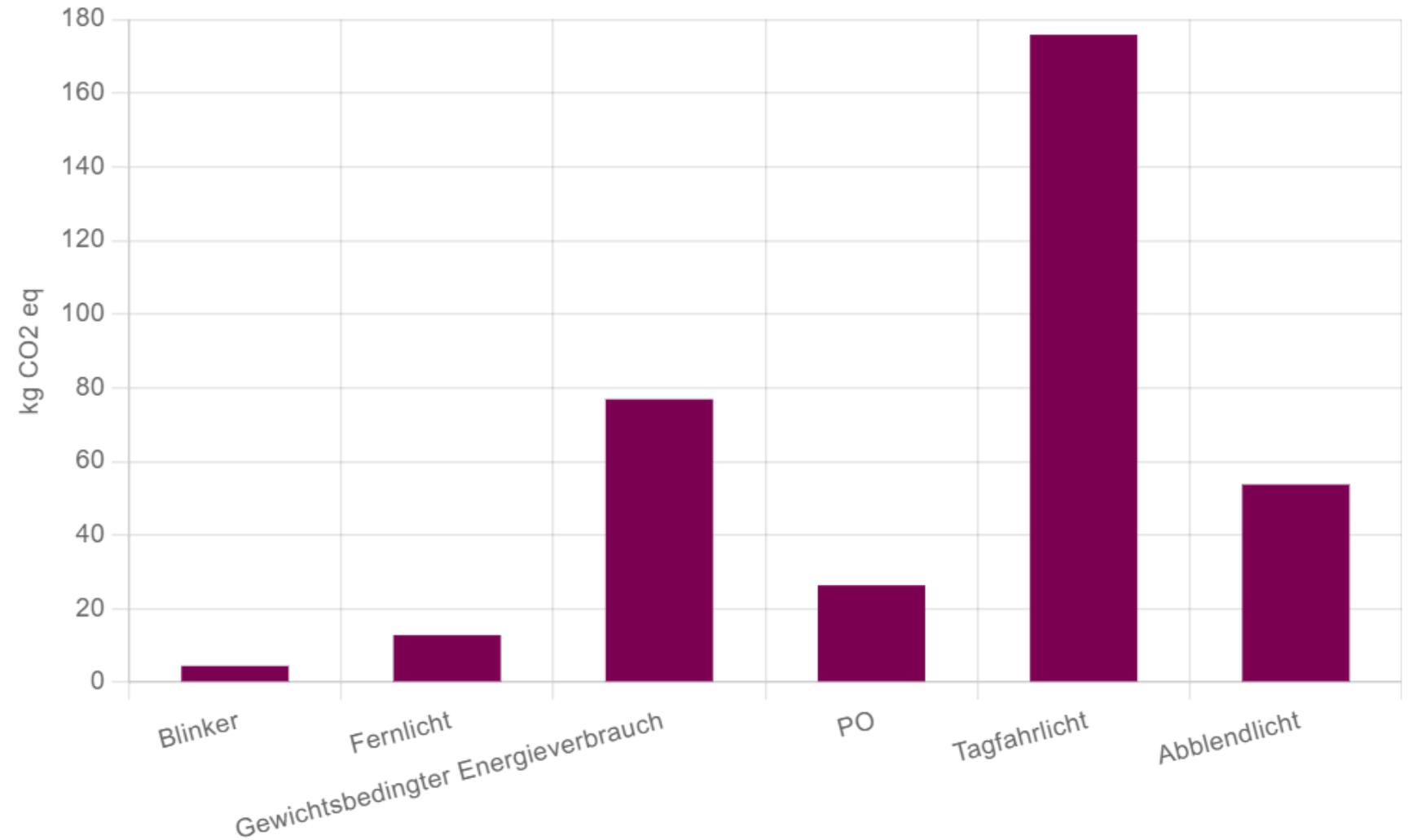


Sensitivitätsanalyse

Lichtfunktionen vs Gewichtsbedingter Energieverbrauch

Mit:

$$\Delta t_B = 8000 \text{ h}$$
$$L = 200\,000 \text{ km}$$



Szenario-Analyse

Emissionsfaktor Stromerzeugung: Baseline vs EU vs Dach-PV

▼ Calculation setup

Impact assessment method

Normalization and weighting set

Regionalized LCIA

Include cost calculation

▼ Compared product systems

Name	Product system	Display	Allocation method	Flow	Amount	Unit
i20 Use Phase - Baseline	 i20 Use Phase - Baseline	<input checked="" type="checkbox"/>	None	 i20 Use Phase	1.0	 Item(s)
i20 Use Phase - EU	 i20 Use Phase - EU	<input checked="" type="checkbox"/>	None	 i20 Use Phase Green Energy	1.0	 Item(s)
i20 Use Phase - Green Energy	 i20 Use Phase - Green Energy	<input checked="" type="checkbox"/>	None	 i20 Use Phase Green Energy	1.0	 Item(s)

Vergleich Emissionsfaktoren:

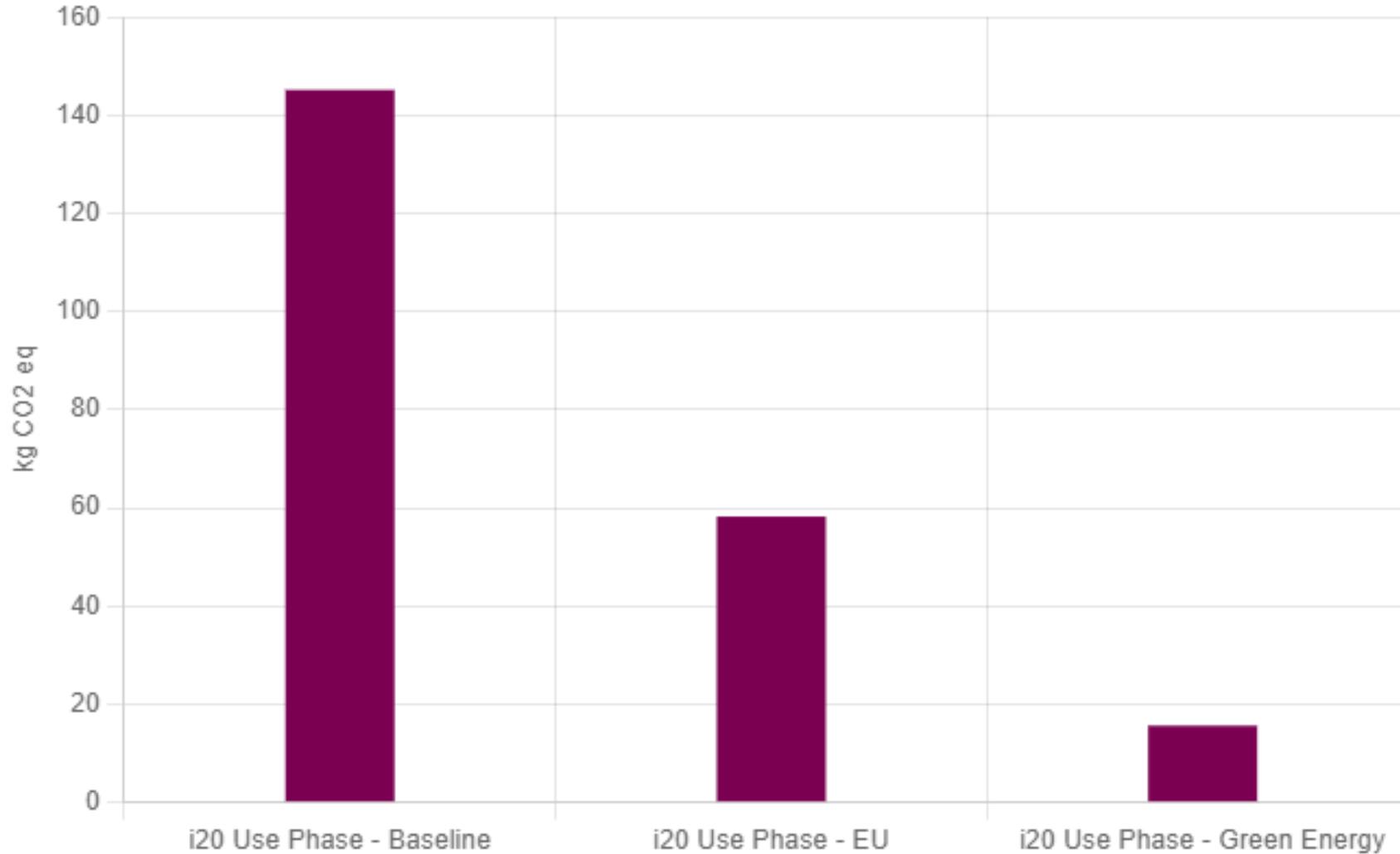
 General information: market group for electricity, low voltage | electricity, low voltage | Cutoff, U - GLO

 General information: market group for electricity, low voltage | electricity, low voltage | Cutoff, U - Europe without Switzerland

 General information: electricity production, photovoltaic, 3kWp slanted-roof installation, multi-Si, panel, mounted | electricity, low voltage | Cutoff, U - DE

Szenario-Analyse

Emissionsfaktor Stromerzeugung: Baseline vs EU vs Dach-PV



Bill of Materials



Olca-Schema

Python Script



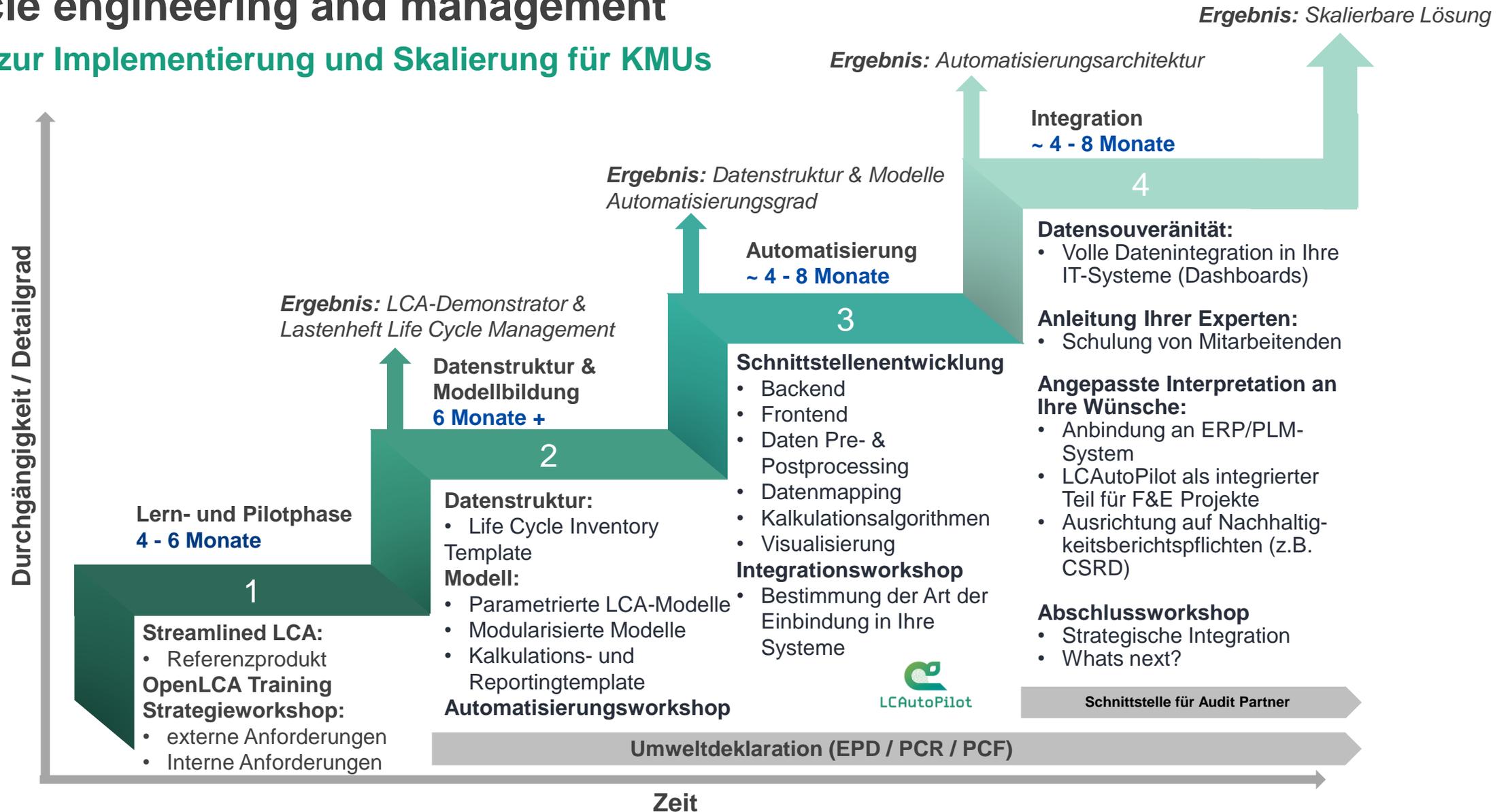
Olca-IPC

LCA-Modell



Life cycle engineering and management

4 Phasen zur Implementierung und Skalierung für KMUs

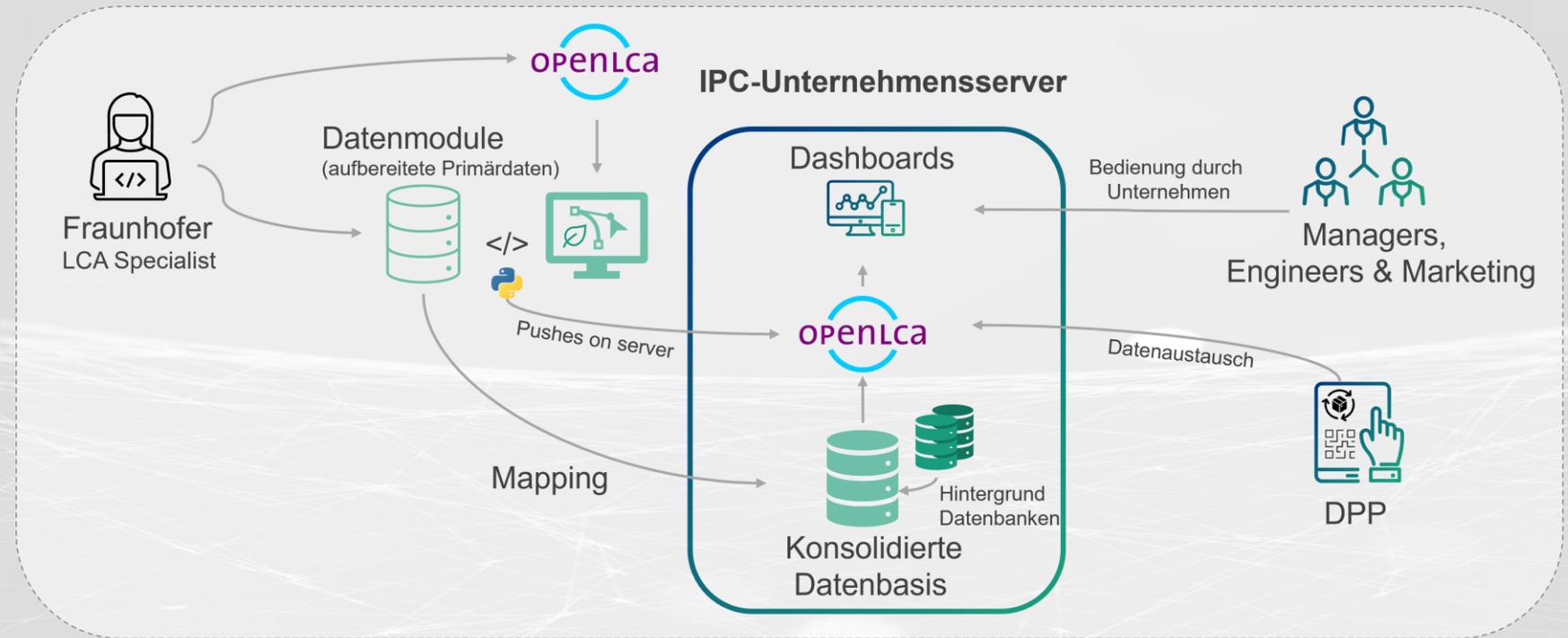


Automatisierte Nachhaltigkeitsbewertung mit Python und OpenLCA

LCAutoPilot: Systemarchitektur

Ihre Vorteile

- openLCA, der LCA Collaboration Server und das neue openLCA Webtool, das mit openLCA in einem Docker Container kommuniziert
- Fit-for-purpose Modelle zur gestrafften/vereinfachten Erstellung von LCAs/EPDs im Unternehmen
- Generische Modellierung
 - 1 Modell -> n Produkte aus einer Produktfamilie
- Schulung durch einen zertifizierten openLCA Trainer



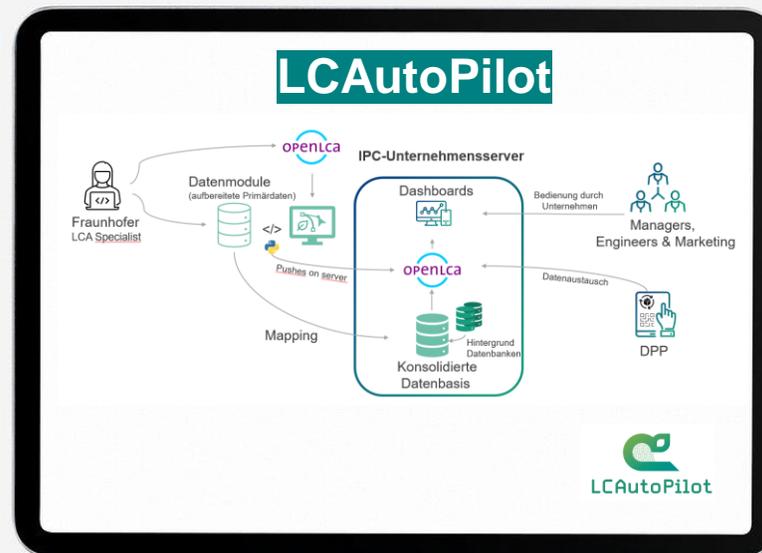
Wir unterstützen Unternehmen durch unsere LCA-Lösungen dabei, ihre Produkte und Prozesse zu **bilanzieren**, zu **optimieren** und zu **automatisieren**

Automatisierte LCA für SMEs

Führen zu einer skalierten und aktuellen LCA-Datenbasis aus Primärdaten in der Forschungslandschaft.

Life Cycle Engineering und Management

Ermöglicht die ökologische Optimierung und Entwicklung neuer Produkte und Prozesse



Wir unterstützen KMUs bei der Automatisierung von Ökobilanzen

- **Hohe Kosteneffizienz** durch Automatisierung und Open-Access Software
- **Datensouveränität** bleibt beim Unternehmen
- **Wissenschaftliche Verifikation und Begleitung** (durch Fraunhofer)
- **Skalierbare** Identifikation von Emissionen aller Produkte & Prozesse
- **Einfaches Nachhaltigkeitsreporting** (z.B. nach CSRD)

Kontakt



Alexander Flekler M. Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Fraunhofer IEM
Zukunftsmeile 1
33102 Paderborn
Tel +49 5251 5465 - 219
alexander.flekler@iem.fraunhofer.de

Leistungsbündel

Life Cycle Assessment

Unsere Leistungen



Ihr Nutzen

- Status Quo und Zielanalyse: Bestandsaufnahme, Daten-Screening, Untersuchungsrahmen definieren, Daten vorverarbeiten
- Modellierung von Prozessen und Emissionsfaktoren, Wirkungsabschätzung (Product Carbon Footprint)
- Erstellung eines Analyseberichts für Kunden, Lieferanten und Partner
- Schulung zu LCA-Grundlagen für eigenständige Assessments

- Transparente Emissionen Ihrer Produkte und Systeme
- Maßnahmen zur CO₂-Reduktion identifizieren und quantifizieren
- Greenwashing vermeiden
- Erweiterung um weitere Wirkungskategorien (z.B. Primärenergieverbrauch, Süßwassertoxizität)
- Nutzung von OpenLCA und Ecolnvent
- Schneller Einstieg und Aufbau von LCA-Wissen

Industrieunternehmen müssen die Nachhaltigkeit ihrer Produkte transparent machen. Das Life Cycle Assessment (LCA) ermöglicht eine umfassende Analyse der ökologischen Auswirkungen und ist die einzige standardisierte Methode zur Ermittlung von KPIs wie dem Product Carbon Footprint (PCF). Wir erstellen hochwertige Ökobilanzen nach ISO 14040/14044 und 14067 für Ihre Produkte und Prozesse.

Leistungsbündel

Einführung der Tools zur Ökobilanzierung

Unsere Leistungen



Ihr Nutzen

- Analyse der aktuellen Softwareinfrastruktur und Anforderungen an die Ökobilanzierung
 - Vergleichende Toolanalysen und OpenLCA-Demonstration mit EcoInvent
 - Aufbau einer individuellen Softwarearchitektur
 - Pilotprojekt zur praktischen Einführung der Tools
 - Life Cycle Assessment-Training
- Nachhaltige Kompetenzentwicklung für LCA im Unternehmen
 - Partnerschaftliche Unterstützung in Fach- und Softwarefragen
 - Teilnahme an Schulungen unserer zertifizierten OpenLCA-Trainer

Aufgrund der Komplexität des Life-Cycle-Assessments ist die Einführung von Tools für viele Unternehmen unabdingbar. Egal ob Sie nur kleinere Bilanzierungen durchführen oder Ihre gesamte Produktpalette möglichst automatisiert bilanzieren wollen. Wir bieten Ihnen individuelle Lösungen und Toolunterstützung:

Leistungsbündel

Erstellung Environmental Product Declaration (EPD)

Unsere Leistungen



Ihr Nutzen

- Recherche und Bewertung der EPD-Plattformen
 - Aufbereitung oder Durchführung einer LCA-Studie für ein Pilotprodukt
 - Erarbeitung und Definition der Product Category Rules (PCR) als Basis der EPD
 - Kontaktaufnahme sowie Auswahl geeigneter Auditoren
 - Begleitung des EPD-Prozesses und notwendiger Gespräche
- Unterstützung bei ISO 14025, TS/14027, 14040, ISO 21930 und EN 15804 Zertifizierungen durch erfahrene Partner
 - Komplettbegleitung des Zertifizierungsprozesses
 - Keine aufwendige Einarbeitung in die EPD-Erstellung

Eine Umweltproduktdeklaration (EPD) ist ein zertifiziertes Dokument, in dem die umweltrelevanten Eigenschaften eines Produktes in Form von neutralen und objektiven Daten abgebildet werden. Eine EPD ist somit das einzig verfügbare vergleichende Instrument zur Bewertung der Nachhaltigkeit einzelner Produkte. Wir begleiten Sie in der Erstellung einer EPD Ihres Produkts.

Leistungsbündel

Automatisierung Life-Cycle-Assessment im Engineering

Unsere Leistungen



Ihr Nutzen

- Erstellung einer Roadmap zur Automatisierung des Life-Cycle-Assessments
 - Implementierung eines Frameworks zur automatisierten LCA-Modellerstellung
 - Machbarkeitsstudie zur Inter Process Communication zwischen OpenLCA und Python
 - Proof of Concept zur Integration von LCA in Ihre Engineering-Prozesse
 - Ganzheitliche Automatisierung in Ihrem Unternehmen
- Gebündelte Kompetenz im Engineering, Softwareentwicklung und Life-Cycle-Assessment
 - Automatisierung ersetzt manuelles Bilanzieren
 - Gewinn an Geschwindigkeit in dynamischem Marktumfeld

Für viele Unternehmen wird es langfristig sinnvoll sein, die Produktbilanzierung mit LCA direkt mit der CAE- Software zu koppeln. Dies ermöglicht zum einen die automatisierte Erstellung von Bilanzierungen und zum anderen die einfache Optimierung in vorhandenen Werkzeugen. Wir begleiten Sie in der Umsetzung und Implementierung dieser Lösungen.

Life Cycle Engineering als Enabler nachhaltiger Systeme

Aktuelle und zukünftige Projekte

Industrieprojekte und -partnerschaften



Pilotprojekte zur Bilanzierung von Produkten und Schulung

- ✓ Life-Cycle-Assessment (LCA) nach ISO 14040
- ✓ Schulung der Mitarbeitenden in *OpenLCA*
- ✓ Strategische Einbindung in die Toolchain der Unternehmen
- ✓ Langfristige Partnerschaften

Forschungsprojekte- und partnerschaften

Laufend

Nalyses: Digitaler grüner Zwilling eines KFZ-Scheinwerfers



HEINZ NIXDORF INSTITUT

Fraunhofer IEM

geba



PRO-OECO: Life Cycle Assessment von Produktionsprozessen



Zukünftig

NitroChar: Zirkuläre Biokohle Filtersysteme für Abwässer



Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen



LCAutomation: Automatisierung von nachhaltigen Wertschöpfungssystemen



greendelta

Weidmüller

HS PF



Enormes Potenzial: Automatisierte Lösung zur Bilanzierung mit Anbindung an bestehende Datensysteme mit integrierter Simulation.