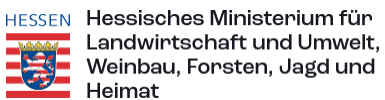


Anleitung

LeitRix – LCA Pre-Study im Planungsprozess

gefördert durch:



Autorinnen und Autoren

Dilan Glanz, M.Sc.

Dipl.-Ing. Hans Georg Weishaar

Prof. Dr.-Ing. Clemens Mostert

Universität Kassel

Kassel Institute for Sustainability

Center for Environmental Systems Research (CESR)

34109 Kassel

Kassel 2024

Inhalt

Intro	5
LeitRix Excel-Tool	5
<i>Übersicht</i>	5
<i>Ergebnis-Worksheets</i>	6
Dashboard	6
Ausgabe Tabellen	6
<i>Programmausschnitt Dashboard</i>	7
<i>Eingabe-Worksheets</i>	6
Eingabe Baukonstruktionen	6
Eingabe Transport	7
<i>Vorlagen, Hintergrunddaten</i>	7
Vorlagen Baukonstruktionen	7
Anhang	8
<i>Umweltwirkungen</i>	8
<i>Normierung</i>	8
Referenzen	9

Intro

LeitRix ist ein XLSM-Tool (XLSX mit Makros), das Planenden hilft, in frühen Bauplanungsphasen die Umweltauswirkungen der Herstellung und des Transports verschiedener Gebäudekonstruktionen zu vergleichen. Das Ziel dieses Tools ist es, die Hürden der Ökobilanzierung (LCA) in den frühen Phasen der Gebäudeplanung zu überbrücken. Dies wird durch die Vereinfachung der komplexen Zusammenhänge erreicht, während gleichzeitig sichergestellt wird, dass fundierte, auf quantitativen Kriterien beruhende Entscheidungen getroffen werden können.

LeitRix beinhaltet eine Auswahl an voreingestellten Baukonstruktionen und Materialvorlagen auf Basis nachwachsender und nicht nachwachsender Rohstoffe. Für die Bewertung von Betonkonstruktionen stehen sowohl konventioneller Beton als auch R-Beton Varianten mit unterschiedlichen Rezyklat-Anteilen zur Verfügung. Mit Hilfe von zwei Eingabefeldern können individuelle Baukonstruktionen erstellt und Transportparameter angepasst werden.

Die Bewertung der Umweltwirkungen in LeitRix erfolgt anhand der vier Umweltwirkungskategorien: Klima, Material, Energie und Wasser. Ergänzend wird die Methode der „Normierung“ angewandt, welche die Ergebnisse der vier Wirkungskategorien zu einem Kennwert zusammenfasst. Die LCA-Systemgrenzen beinhalten die Herstellungsphase (A1-A3) und den Transport zur Baustelle (A4). Die Ergebnisse des Tools dienen als Voranalyse für Ökobilanz-Analysen in späteren Planungsphasen, in welchen weitere Module und Lebenszyklusphasen, wie die Nutzung und Entsorgung, und weitere Bauteile- und Prozesse berücksichtigt werden.

Systemvoraussetzungen: Das LeitRix-Tool wurde mit Microsoft® Excel® für Microsoft 365 MSO (Version 2412) erstellt und ist nicht mit älteren, nicht Microsoft-365-basierten Excel-Versionen kompatibel.

LeitRix Excel-Tool

Übersicht

Das LeitRix-Excel-Tool ist in zwei Ergebnis-Tabellenblätter (nachfolgend „Worksheets“), zwei Eingabe-Worksheets und drei Hintergrund-Worksheets unterteilt, die im Folgenden näher beschrieben werden. Die Abbildung 1 gibt Ihnen einen ersten Überblick über die Worksheets des Tools.

Typ	Worksheet	
1. Ergebnis-Worksheets	1.1	Dashboard
	1.2	Ausgabe Tabellen
2. Eingabe-Worksheets	2.1	Eingabe Baukonstruktion
	2.2	Eingabe Transport
3. Vorlagen, Hintergrunddaten	3.1	Vorlage Baukonstruktionen
	3.2	Materialdaten
	3.3	Anhang

Abbildung 1: Überblick über die Worksheets des LeitRix Excel-Tools

Ergebnis-Worksheets

Dashboard

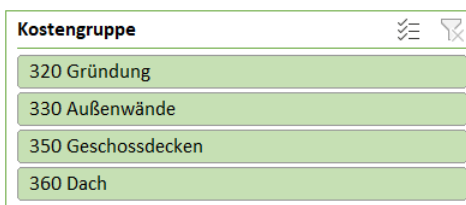
Die **erste Seite** des Dashboards (s. Programmausschnitt | Dashboard) bietet einen Überblick über die Massen der Baukonstruktionen sowie Filter- und Einstellungsoptionen für die nachfolgenden Diagramme und Berechnungstabellen.

Auf den **nachfolgenden Seiten des Dashboards** (Seiten 2-7) sind die Ökobilanzergebnisse der Baukonstruktionen in Form von Säulen-Diagrammen abgebildet.

Filteroptionen

Das Dashboard enthält drei sogenannte „Datenschnitte“ (s. Abbildung 2). Mit diesen können die Diagramme des Dashboards und die zugehörigen Tabellen (Ausgabe Tabellen) nach den folgenden Parametern gefiltert werden können:

- Kostengruppe nach DIN 276,
- Baukonstruktion,
- Lebenszyklusmodule (A1-A3 Herstellung, A4 Transport).




Eine Mehrfachauswahl ist durch Gedrückt halten der Steuerung (STRG) Taste oder durch Klicken des Icons  möglich.

Abbildung 2: Beispiel eines Datenschnitts zum Filtern der Diagramme und Tabellen nach Kostengruppen

Einstellung der Dämmstoffdicke

Bei Bauteilen, die Dämmstoffe enthalten, kann die Dämmstoffdicke variiert werden. Voreingestellt sind Dämmstoffdicken:

- *min*: Referenz-Dämmstoffdicke - 40 mm
- *max*: Referenz-Dämmstoffdicke +80 mm.

Dämmstoffvarianten	
Variante	Differenz Dämmstoffdicke zu Referenz [mm]
Referenz	0
min	-40
max	80

Alle aktualisieren

Die *min* und *max* Werte können geändert werden, indem Sie neue Werte in die grün markierten Zellen eintragen (s. Abbildung 3: Tabelle Dämmstoffvarianten: Voreinstellung und Eingabefelder (grün)).

Um die Ergebnisse zu aktualisieren, klicken Sie anschließend „Alle aktualisieren“. Die Referenz-Dämmstoffdicke entspricht dem eingegeben Wert bzw. dem Wert der Vorlage.

Es kann vorkommen, dass die Ergebnisse nach dem ersten Klicken nicht aktualisiert werden, versuchen Sie ein zweites Mal.

Abbildung 3: Tabelle Dämmstoffvarianten: Voreinstellung und Eingabefelder (grün).

Ausgabe Tabellen

Das Worksheet „Ausgabe Tabellen“ enthält Pivot-Tabellen der Massenbilanz und Umweltwirkungsergebnisse – die Tabellen bilden die Grundlage der Diagramme des Dashboards. Filtereinstellung im Dashboard werden auf Pivot Tabellen angewandt.

Darüber hinaus sind auf der ersten Tabellenseite Informationen zu den verwendeten Umweltwirkungsindikatoren (Anlage, Tabelle 1) und verwendeter Normierungsfaktoren (Anlage, Tabelle 2) gegeben. Weitere Informationen zur Normierung finden Sie im Abschnitt Normierung im Anhang (Normierung).

Programmausschnitt | Dashboard

Projektkontext
Erstellung von technischen Leitlinien für die kreislauforientierte Planung und das ressourcenschonende Bauen (Schwerpunkt Hochbau) in Hessen | LeitRess
Auftraggeberin
Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV)

Dashboard LeitRess | Bauteil-LCA

Zielsetzung
Bewertung von Baukonstruktionen in frühen Planungsphasen bei z.B. vorliegendem Entwurf mit Kubatur

Umsetzung
SURAP GmbH
Ausgabe und Version
2023_H_05.1

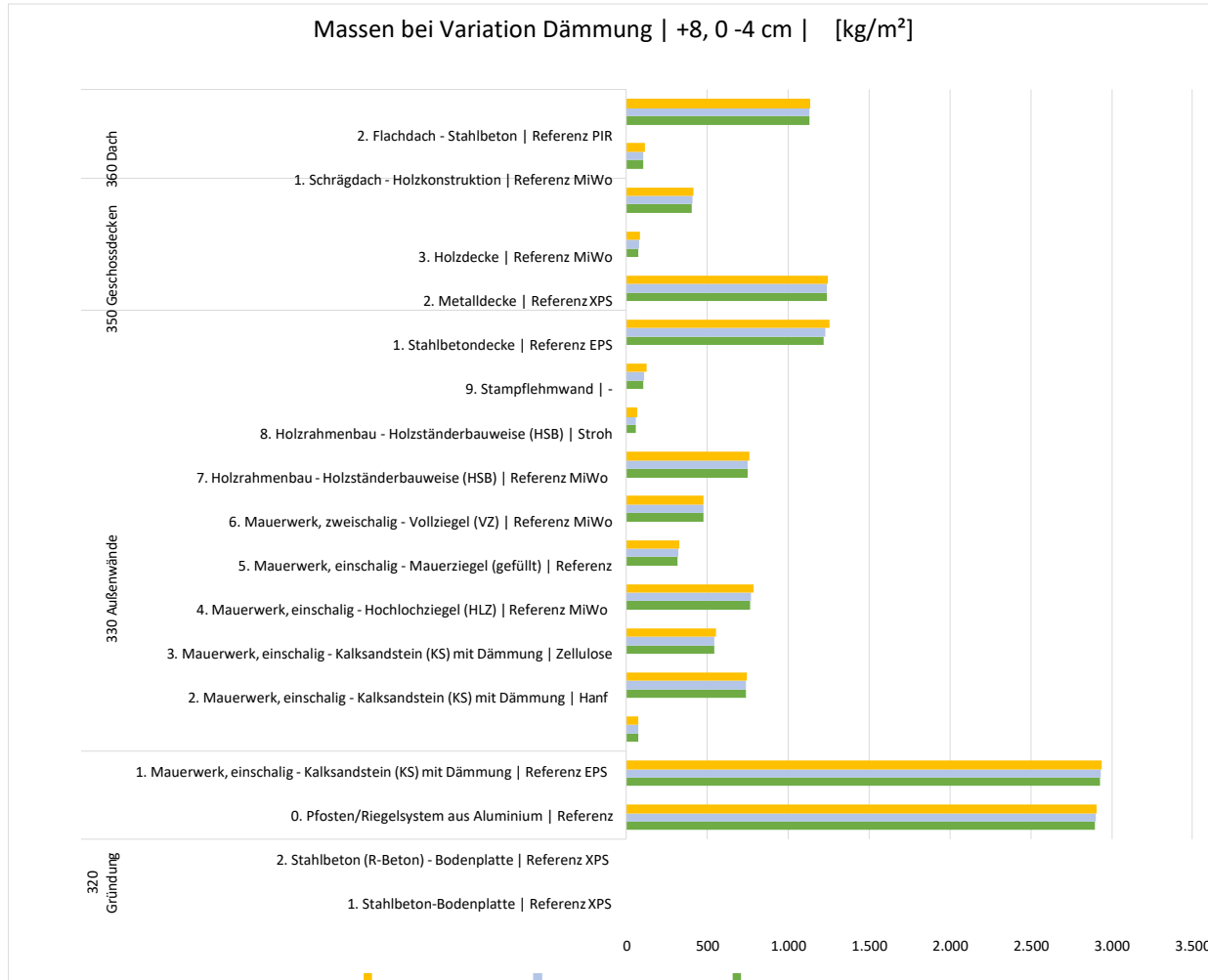
Kostengruppe

- 320 Gründung
- 330 Außenwände
- 350 Geschossdecken
- 360 Dach

Für Mehrfachauswahl STRG Taste gedrückt halten

ID Baukonstruktion

- 0. Pfosten/Riegelsystem aus Aluminium | Re...
- 1. Mauerwerk, einschalig - Kalksandstein (KS)...
- 1. Schrägdach - Holzkonstruktion | Referenz ...
- 1. Stahlbeton-Bodenplatte | Referenz XPS
- 1. Stahlbetondecke | Referenz EPS
- 2. Flachdach - Stahlbeton | Referenz PIR
- 2. Mauerwerk, einschalig - Kalksandstein (KS)...
- 2. Metaldecke | Referenz XPS
- 2. Stahlbeton (R-Beton) - Bodenplatte | Refer...
- 3. Holzdecke | Referenz MiWo
- 3. Mauerwerk, einschalig - Kalksandstein (KS)...
- 4. Mauerwerk, einschalig - Hochlochziegel (H...
- 5. Mauerwerk, einschalig - Mauerziegel (gefü...
- 6. Mauerwerk, zweischalig - Vollziegel (VZ) | ...
- 7. Holzrahmenbau - Holzständerbauweise (H...
- 8. Holzrahmenbau - Holzständerbauweise (H...
- 9. Stampflehwand | -



Dämmstoffvarianten

Differenz Dämmstoffdicke zu

Variante Referenz [mm]

Referenz -0

min -40

max 80

Alle aktualisieren

Ökobilanz-Systemgrenzen

A1-A3 Herstellungsphase

A4 Transport zur Baustelle

Modul

A1-A3

A4

Masse [kg/m²] max

Masse [kg/m²] Referenz

Masse [kg/m²] min

Eingabe-Worksheets

Eingabe Baukonstruktionen

Allgemeine Anmerkungen zur Anwendung

- Erläuterung zu den Tabellenspalten erscheinen als gelbe Hinweiskfelder, wenn Sie auf die jeweilige Spaltenüberschrift klicken.
- Alle **gelb** markierten Felder (Drop-Down Liste) und alle **grün** markierten Felder (Eingabefelder) sind zum Anlegen einer neuen Baukonstruktionsschicht auszufüllen. **Blau** markierte Felder können optional ausgefüllt werden. **Grau** hinterlegte Felder werden automatisch ausgefüllt und sind nicht editierbar (siehe Legende Feldtypen).
- Jede Tabellenspalte entspricht einer Bauteilschicht bzw. einem Material eines Bauteils (s. **Abbildung 4**: Beispiel für eine Baukonstruktions-Eingabe mit drei Materialien).
- Die Ergebnis-Tabellen werden nach Schließen der Eingabe-Tabellen automatisch aktualisiert. Falls die automatische Aktualisierung fehlgeschlagen ist, können Sie im Dashboard mit dem Button „Alle aktualisieren“ manuell alle Tabellen aktualisieren.
- Die Anzahl an Zeilen der „Baukonstruktion Eingabe“-Tabelle ist auf 40 begrenzt.

Schritt 1: Benennung der Baukonstruktion

Jede Baukonstruktion erhält eine eindeutige ID, die aus dem Namen der Baukonstruktion, der Variantenummer und der Variantenbezeichnung zusammengesetzt ist. Achten Sie darauf, dass Sie jede neue Baukonstruktions-Variante eindeutig benennen. Sollte der Name der Baukonstruktion bereits vorhanden sein, wird in der Spalte „Prüfung id“ die Meldung „Achtung, id wird bereits verwendet“ angezeigt – wählen Sie in diesem Fall eine neue Baukonstruktions- oder Variantenbezeichnung (s. Abbildung 3).

Kostengruppe	Name Baukonstruktion	Variante Nummer	Variante Name	Prüfung id	Schicht	Material	Material ist Dämmstoff?
320 Gründung	Stahlbeton (R-Beton)-Bodenplatte	2	Referenz XPS	Achtung, id wird bereits verwendet		Beton C20/25	nein
320 Gründung	Stahlbeton (R-Beton)-Bodenplatte	2	Referenz XPS	Achtung, id wird bereits verwendet		PE Folie	ja
320 Gründung	Stahlbeton (R-Beton)-Bodenplatte	2	Referenz XPS	Achtung, id wird bereits verwendet		Extrudierter Polystyrol	ja

Abbildung 4: Beispiel für eine Baukonstruktions-Eingabe mit drei Materialien

Schritt 2: Auswahl der Materialien und Dimensionen

Wählen Sie das Material der Bauteilschicht aus der Drop-Down Liste aus und geben Sie an, ob das Material ein Dämmstoff ist (ja/nein). Anschließend tragen Sie die Dicke der Materialschicht in die Spalte „Dicke [mm] Referenz“ ein. Wenn es sich um einen Dämmstoff handelt, werden die Einstellungen aus der Tabelle Dämmstoffvarianten des Dashboards (s. Abbildung 3) übernommen und in den nachfolgenden Spalten für *min.* und *max.* bereits angezeigt.

Bei durchgehenden Materialien tragen Sie einen Flächenanteil von 100% in die Spalte „Flächenanteil [%]“ ein. Handelt es sich um nicht durchgehende Materialien (beispielsweise Ständerwerke), können Sie die Flächenanteile in der entsprechenden Spalte in Prozent eintragen. Alternativ zur Dicke können Sie die Länge eines Materials je m² Bauteilfläche eingeben (z.B. bei Profilen). Überprüfen Sie dazu, ob für das Material ein Längengewicht [kg/m] vorliegt und tragen Sie bei Bedarf ein Längengewicht ein (siehe Schritt 3).

Material	Material ist Dämmstoff?	Dicke [mm] Referenz	Dicke [mm] min	Dicke [mm] max	Flächenanteil [%]	Länge [m/m ²]
Beton C20/25	nein	50	50	50	100%	
PE Folie	nein	0,2	0,2	0,2	100%	
Extrudierter Polystyrol	ja	120	80	200	100%	

Abbildung 5: Auswahl der Materialien und Dimensionen

Schritt 3: Anpassung der Materialparameter (optional)

Die Materialparameter (Rohdichte, Flächengewicht, Längengewicht und Wärmeleitfähigkeit Lambda) werden automatisch anhand der Materialbezeichnung aus der Tabelle Materialdaten zugeordnet. Die Parameter werden überschrieben, wenn Sie eigene Parameter in den nachfolgenden blau hinterlegten Feldern eintragen (s. Abbildung 6).

Rohdichte [kg/m ³]	Flächengewicht [kg/m ²]	Längengewicht [kg/m]	lambda [W/mK]	Rohdichte [kg/m ³], Eingabe	Flächengewicht [kg/m ²], Eingabe	Längengewicht [kg/m], Eingabe	lambda [W/mK], Eingabe
2360,0	0,0	0,0	1,4				
1390,0	0,2	0,0	0,2				
32,0	0,0	0,0	0,0				

Abbildung 6: Materialparameter, automatische Auswahl (grau) und Eingabefelder (blau).

Eingabe Transport

Für jedes Material kann eine Transportdistanz eingestellt werden. Sobald das Worksheet geschlossen wird, werden die Berechnungstabellen aktualisiert.

Für alle Materialien ist ein Transport von 50 km per LKW zur Baustelle voreingestellt. Bei Eingabe einer Transportdistanz in die Spalte „Transportdistanz [km] Eingabe“ wird die Voreinstellung überschrieben. Der Transportmodus lässt sich in der entsprechenden Spalte ändern (Auswahlmöglichkeiten: LKW, Bahn).

Eingabetabelle Transportparameter

Name	Datensatz verwendet	Transportdistanz [km] Voreinstellung	Transportdistanz [km] Eingabe	Transport-Modus
Kalkputz	ja	50		LKW
Lehmputz	ja	50		LKW
Wandfarbe innen	ja	50		LKW
Zementestrich	ja	50		LKW
Beton C20/25	ja	50		LKW
Beton C30/37	ja	50		LKW
R-Beton C20/25 mit 25% rezyklierter Gesteinskörnung	ja	50		LKW
R-Beton C20/25 mit 45% rezyklierter Gesteinskörnung	nein	50		LKW

Abbildung 7: Eingabetabelle Transportparameter, Worksheet Eingabe Transport

Vorlagen, Hintergrunddaten

Vorlagen Baukonstruktionen

In dem Worksheet „Vorlagen Baukonstruktionen“ finden Sie die Details der voreingestellten Baukonstruktionen. Die Tabelle ist nicht editierbar.

Materialdaten

Das Worksheet „Materialdaten“ enthält die Umweltwirkungen nach Tabelle 1 je Kilogramm Material bzw. je Kilogramm*Kilometer für Transportprozesse. Die Ergebnisse der Klimawirkung (Global Warming Potential, GWP) und des nicht erneuerbaren Primärenergiebedarfs (Primary energy non renewable, PENRT) stammen aus ÖKOBAUDAT Datensätzen. Der Rohstoffeinsatz (Raw Material Input, RMI) und das Wasserentzugspotenzial (Water Depletion Potential WDP) wurden auf Grundlage von Ökobilanz-Modellen der SURAP GmbH ergänzt.

Die Materialparameter wurden ebenfalls der ÖKOBAUDAT Datenbank entnommen. Fehlende Werte zur Wärmeleitfähigkeit (lambda [W/Km]) wurden auf Basis der von Normen DIN 4108-4 [1] und ISO 10456 [2] und Internetrecherchen [3] ergänzt.

Anhang

Der Anhang enthält eine detaillierte Auflistung aller Vorlage- und Eingabedaten sowie der Ökobilanzergebnisse.

Umweltwirkungen

Tabelle 1 zeigt die Umweltwirkungen, die mit dem LeitRix Tool bewertet werden.

Tabelle 1 Umweltwirkungskategorien- und Indikatoren des LeitRix Tools

KATEGORIE	INDIKATOR	KURZZEICHEN	EINHEIT	MODELL
KLIMA	Globales Erwärmungspotenzial	GWP	kg CO ₂	Basisdaten-Modell von 100Jahren des IPCC (Weltklimarat), beruhend auf IPCC2013
ENERGIE	Total nicht erneuerbare Energie	PENRT	MJ	-
MATERIAL	Rohstoffeinsatz	RMI	kg Primärrohstoffe	Material-Fußabdruck Mostert & Bringezu, 2019 [4]
WASSER	Wasser-Entzugspotenzial	WDP	m ³ gewichtetes Wasser	Available WAter REmaining (AWARE) Boulay et al., 2016 [5]

Normierung

Die Normierung ist eine Methode zur Unterstützung des Entscheidungsprozesses nach ISO 14040/14044 [6], [7]. Sie setzt die Fußabdruckergebnisse der Entwurfsvarianten in das Verhältnis zum Fußabdruck-Referenzwert. Als Fußabdruck-Referenzwert eignen sich gemäß Joint Research Centre (JRC) [8]:

1. Der Fußabdruck eines bestimmten Landes, eines bestimmten Gebiets oder der Welt in einem Referenzjahr (gesamt oder pro Kopf).
2. Fußabdruckwerte eines Referenzszenarios (z.B. durchschnittliches Gebäude eines bestimmten Typs).
3. Ziel-Fußabdruckwerte oder der Abstand zu den Ziel-Fußabdruckwerten (z.B. Planetare Grenzen)

Als Normierungsfaktoren (NF) in der vorliegenden Untersuchung dienen entsprechend Punkt 1 die gesamtwirtschaftlichen Fußabdruckwerte von Deutschland, Europa und weltweit. Die normierten Werte werden summiert, um einen einzigen (dimensionslosen) Wert zu erhalten. Eine Gewichtung der Indikatoren wurde nicht vorgenommen. Die vorgestellte Methode der Normierung ist derzeit Gegenstand von Entwicklungen einer Methode, um die Entscheidungsfindung zu erleichtern. Andere Referenzwerte, wie Ziel-Fußabdruckwerte (Punkt 3) können zu abweichenden Ergebnissen führen.

Tabelle 2 LeitRess Baukonstruktionen - Normalisierungsfaktoren, Bezugsjahr 2018 Bezugsraum Deutschland

INDIKATOR	EINHEIT	REFERENZWERT	QUELLE
GWP	pro Kopf und Jahr	11.000	UBA 2018 [9]
PENRT	pro Kopf und Jahr	140.100	
RMI	pro Kopf und Jahr	36.500	EUROSTAT 2023 [10]
WDP	pro Kopf und Jahr	11.300	Serrano et al. 2016[11]

Referenzen

- [1] DIN 4108-4:2020-11, "DIN 4108-4: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte," 2020.
- [2] Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN, "DIN EN ISO 10456: Baustoffe und Bauprodukte – Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften – Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte (ISO 10456:2007 + Cor. 1:2009); Deutsche Fassung EN IS," 2010. [Online]. Available: www.din.de
- [3] Heinze GmbH | NL Berlin | BauNetz, "Baunetz_Wissen." Accessed: Oct. 19, 2023. [Online]. Available: <https://www.baunetzwissen.de/>
- [4] C. Mostert and S. Bringezu, "Measuring Product Material Footprint as New Life Cycle Impact Assessment Method: Indicators and Abiotic Characterization Factors," *Resources*, vol. 8, no. 2, 2019, doi: 10.3390/resources8020061.
- [5] A. M. Boulay *et al.*, "The WULCA consensus characterization model for water scarcity footprints: assessing impacts of water consumption based on available water remaining (AWARE)," *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2017. doi: 10.1007/s11367-017-1333-8.
- [6] ISO 14040, "Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006)," no. September, pp. 1–19, 2009.
- [7] DIN EN ISO 14044, "Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen, (ISO 14044:2006 + Amd 1:2017 + Amd 2:2020)," 2021.
- [8] L. Zampori, E. Saouter, E. Schau, J. Cristobal, V. Castellani, and S. Sala, "Guide for interpreting life cycle assessment result," *Publications Office of the European Union*, doi: 10.2788/171315.
- [9] "Die Nutzung natürlicher Ressourcen. Bericht für Deutschland 2018," *Umweltbundesamt*, 2018, Accessed: Aug. 10, 2023. [Online]. Available: www.umweltbundesamt.de/ressourcenbericht2018
- [10] "Statistics | Eurostat." Accessed: Oct. 19, 2023. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_ac_rme/
- [11] A. Serrano, D. Guan, R. Duarte, and J. Paavola, "Virtual Water Flows in the EU27: A Consumption-based Approach," *J Ind Ecol*, vol. 20, 2016, doi: 10.1111/jiec.12454.