



Gefördert durch:



Bundesministerium
des Innern
und für Heimat



Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung

im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Transformation zu einer zirkulären Bauwirtschaft

Prof. Dr. Peter Heck
Geschäftsführender Direktor IfaS Instiut
<https://www.stoffstrom.org/>

IfaS Institut für angewandtes
Stoffstrommanagement


HOCHSCHULE TRIER
Umwelt-Campus Birkenfeld
Umwelt macht Karriere.

Null Emissionen Campus



Grünster Campus Deutschlands!

Der Umwelt-Campus Birkenfeld konnte sich im aktuellen GreenMetric Ranking als einziger Campus Deutschlands unter den Top Ten der Weltrangliste etablieren. In der Kategorie „Energie und Klima“ ist der Campus stolz auf den 1. Platz. Hier werden unternehmerische und technische Lösungen, die ökologisch vertretbar, ökonomisch attraktiv und sozial gerecht sind erarbeitet.

Teilnehmer: 956 Hochschulen aus 81 Ländern.
Im Ranking belegte der Umwelt-Campus Birkenfeld:

- **Platz 1** in Deutschland (im 5. Jahr in Folge)
- **Platz 6** weltweit





„Null-Emissions-Campus“ ... ein klimaneutrales Quartier



- 100% Wärme aus Biogas, (Alt)Holz, Solarthermie...
- 100% Strom Biomasse-KWK und Photovoltaik
- 100% Gebäude und Effizienz
 - ✓ Klimatisierung über Erdwärme und Solar (Adsorption), WRG Lüftungsanlagen
 - ✓ Passiv und Null-Energie Studentenwohnheime, Plus-Energie Kommunikationszentrum
 - ✓ Nationalparkverwaltung in Holzbauweise (2023)
 - ✓ LED Musterstraße

- Ressourcen- und Naturschutzschutz
 - ✓ Regenwassernutzung (Zisternen, Mulden, Rigolen, Teiche)
 - ✓ Campus als Biotop (standortgerechte Pflanzen, nachhaltige Pflege)
 - ✓ Grau und Schwarzwassertrennung Wohnheim
- Sektorenkopplung
 - ✓ PV Carport, Stromspeicher, Ladeinfrastruktur
 - ✓ Wasserstoffproduktion mit PV Carports (in Planung)



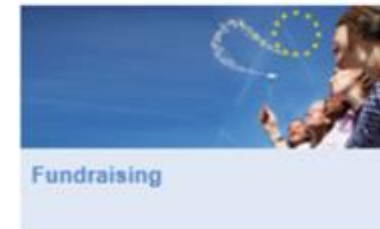
IfaS – Bereiche & Arbeitsfelder

In-Institut der Hochschule Trier

- Gründung Ende 2001
- 9 Professoren
- 75 Mitarbeiter / 5 Mio. € Umsatz
- inkl. HIWIs und Praktikanten 90 Mitarbeiter
- Geschäftsführender Direktor Prof. Dr. Peter Heck

Schwerpunkte:

- Internationales Stoffstrommanagement
- Aus- und Weiterbildung
- Europäische Forschungsprojekte
- Biomasse und Kulturlandschaftsentwicklung
- Klimawandelfolgen, Biodiversität
- Wasser- und Abwasserwirtschaft
- Energieeffizienz & Erneuerbare Energien
- Zukunftsfähige Mobilität
- Strategisches Stoffstrommanagement und Null Emission
- Marketing und Öffentlichkeitsarbeit

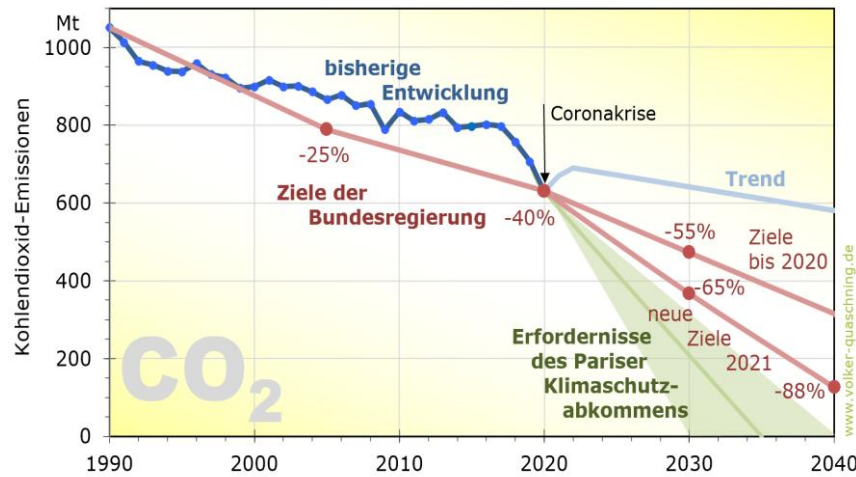


© IfaS





Herausforderungen unserer Zeit !

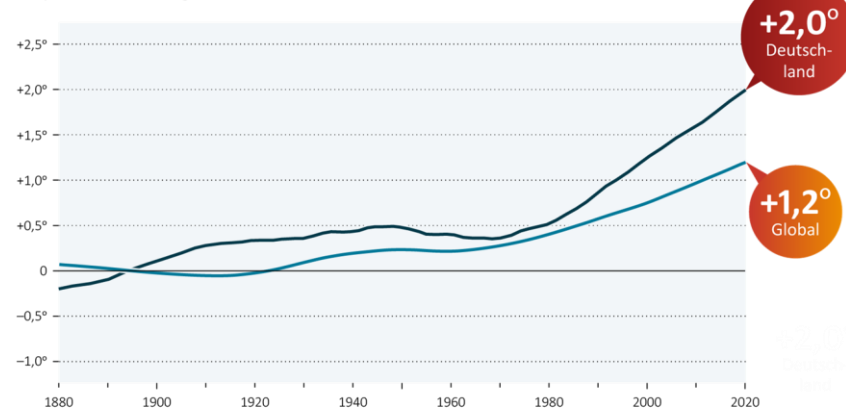


Klimaziele 2020 ausschließlich wegen Corona Krise erreicht.

Auch die Ziele 2021 reichen nicht aus, um die Ziele des Pariser Klimaschutzabkommens zu erreichen.

Es mangelt an konkreten Maßnahmen.

Globale Temperatur und Temperatur in Deutschland seit 1880
Temperaturabweichung in Grad Celsius vom Mittelwert der ersten 30 Jahre



Fortschreitende Klimaerwärmung führt zu Veränderungen der Stärke, der Häufigkeit, der räumlichen Ausdehnung und der Dauer von Extremwetterereignissen (Umweltbundesamt)

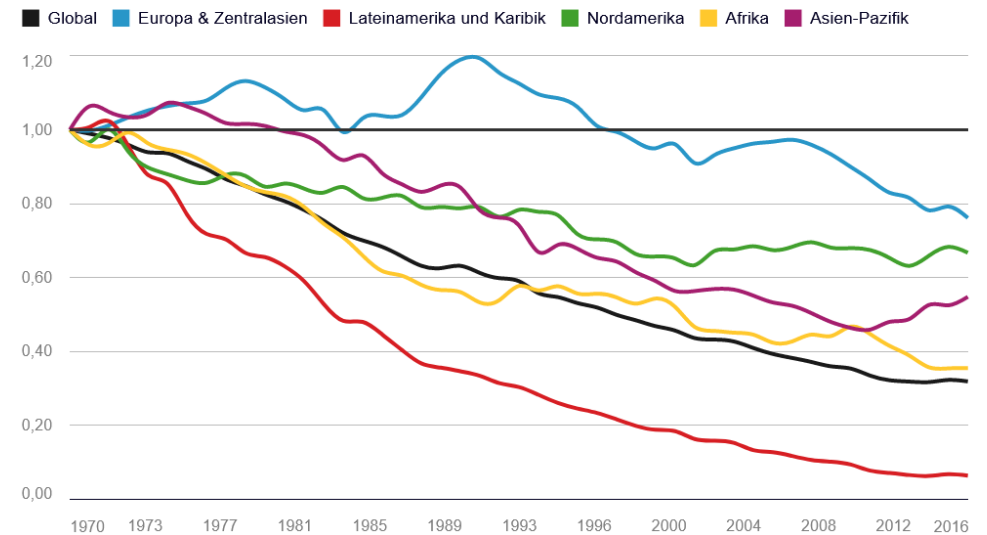
Grafik: Leopoldina Factsheet Klimawandel (2021), CC BY-ND 4.0
Quelle: DWD/NASA GISTEMP

Globaler Verlust an Biodiversität

WWF Living Planet Index - Weltweite Wildtierbestände haben seit 1970 einen Rückgang von durchschnittlich 68% erlebt.



Index der biologischen Vielfalt, 1970 = 1



Earth Overshoot Day

Tag an dem die menschliche Nachfrage an natürlichen Ressourcen das Angebot und die Kapazität der Erde zur Reproduktion dieser Ressourcen übersteigt.



Kreislaufwirtschaft als Schlüssel?!

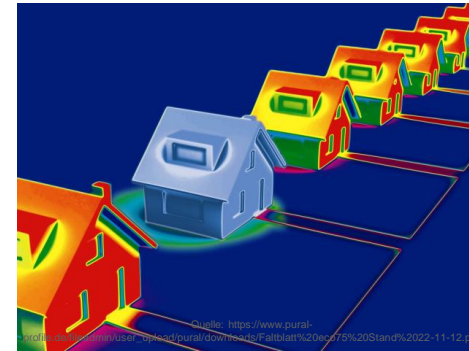
Quartiere und Gebäude als lokale Auslöser des CO_{2eq} Ausstoßes...!



Steigender Energieverbrauch



Ressourcenverbrauch



Ineffiziente Technische Gebäudeausstattung



Versiegelung



Eingriffe in das Ökosystem



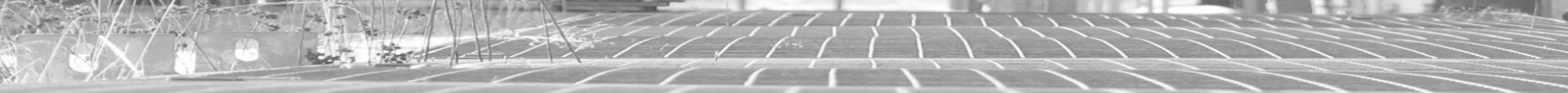
Direkte THG-Emissionen



Bauschutt



Sonstige Abfälle



Zirkuläre Wertschöpfung

In-Wertsetzung lokaler Potenziale,
Erschließung neuer Wertschöpfungsketten,
Kaufkraftsteigerung



Werte schaffen und erhalten

Regionale/Zirkuläre Wertschöpfung ist die Summe aller zusätzlichen Werte, die in einem System (Gebäude, Quartier, Region) innerhalb eines bestimmten Zeitraumes entstehen

Der **Begriff „Wert“** kann hierbei eine subjektiv unterschiedliche Bedeutung erfahren, d. h. er kann **ökonomisch**, **ökologisch** und **soziokulturell** verstanden werden

Im Rahmen von RE-BUILD:

Fokus auf ökonomische Bewertung der Investitionsmaßnahmen in der Bauwirtschaft bzw. des zirkulären Bauens

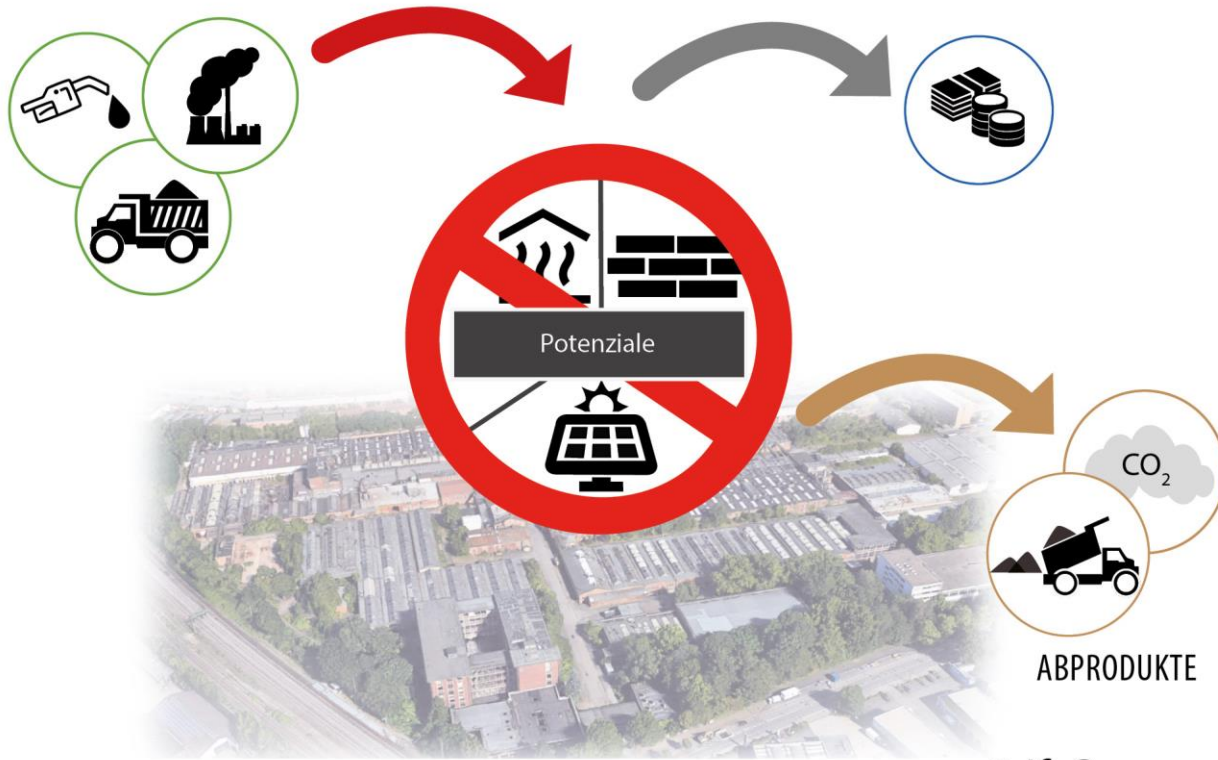


Stoffstrommanagement/Zirkuläre Wirtschaft

HEUTIGE DURCHSATZWIRTSCHAFT

MATERIAL- & ENERGIEFLÜSSE

FINANZFLÜSSE



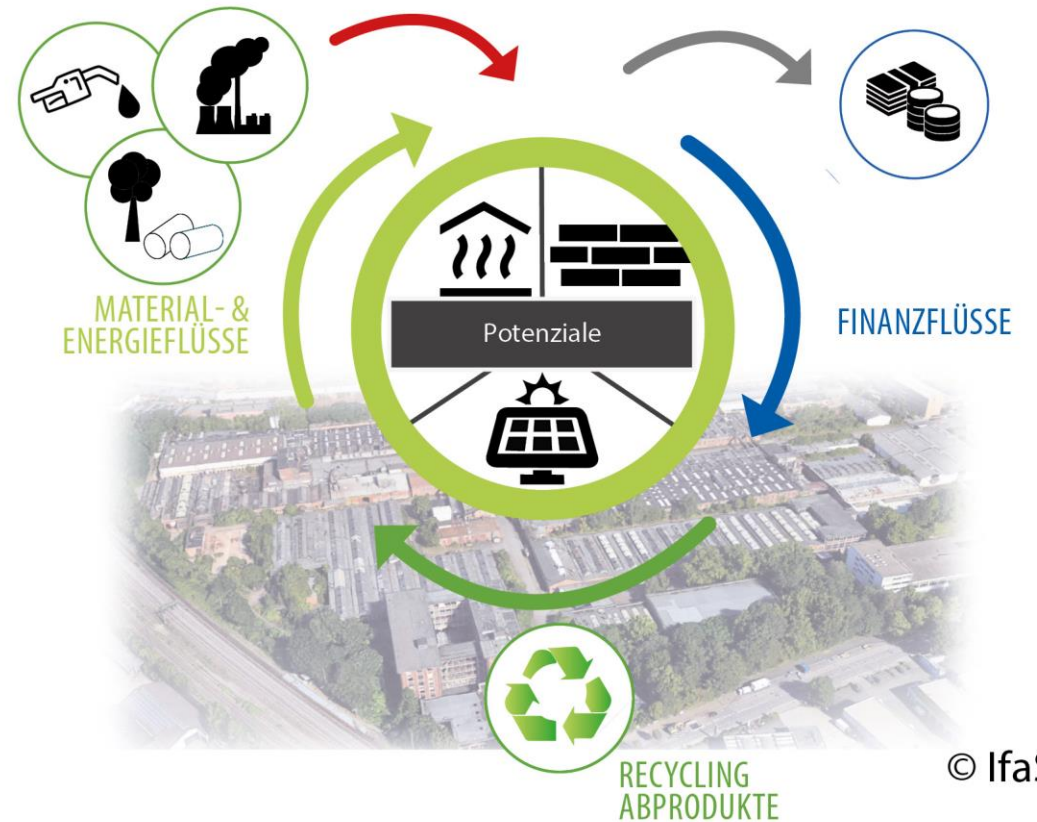
© IfaS

KONVENTIONELLES LINEARES SYSTEM

LEITBILD ZIRKULÄRE WIRTSCHAFT

MATERIAL- & ENERGIEFLÜSSE

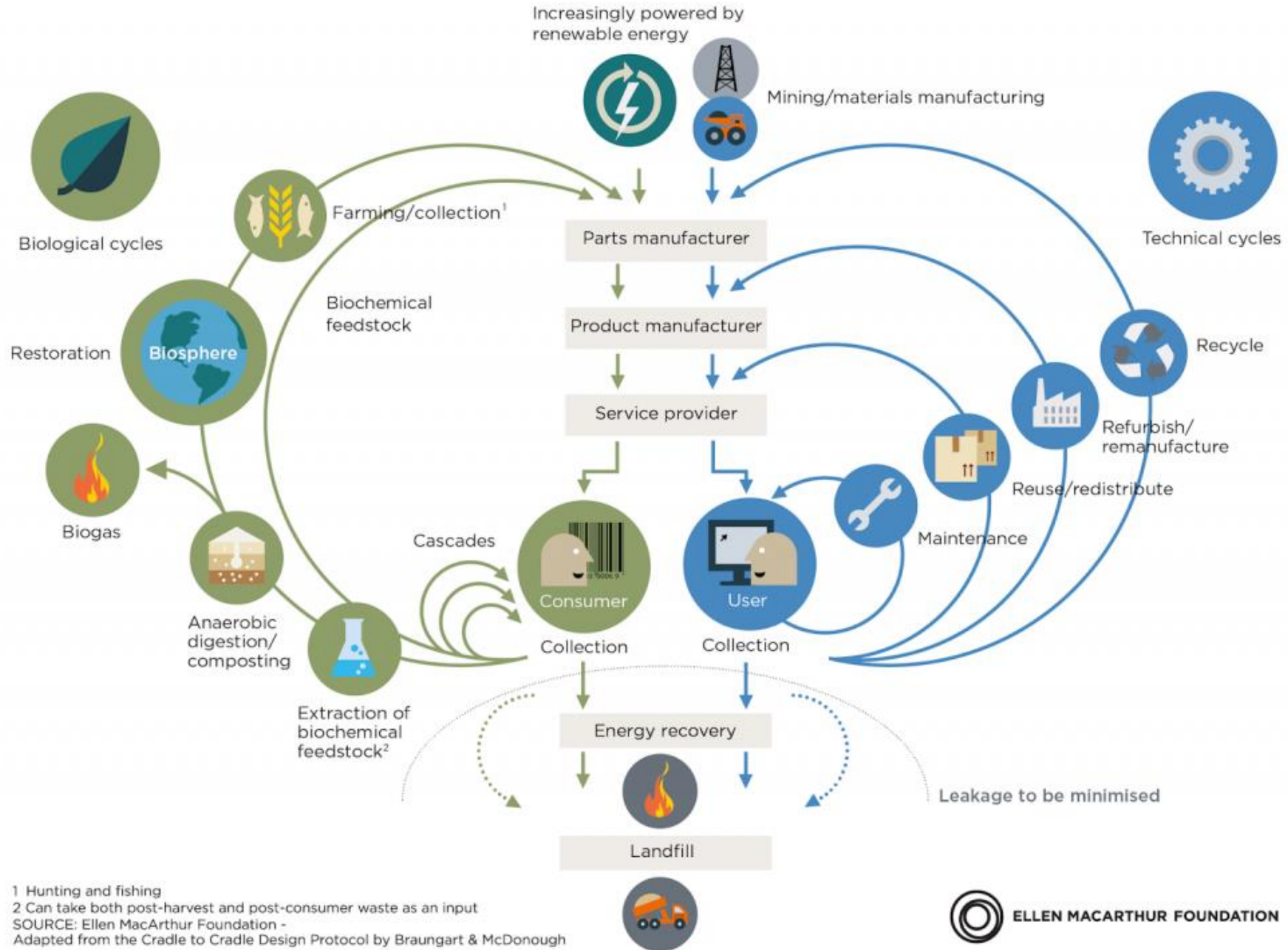
FINANZFLÜSSE



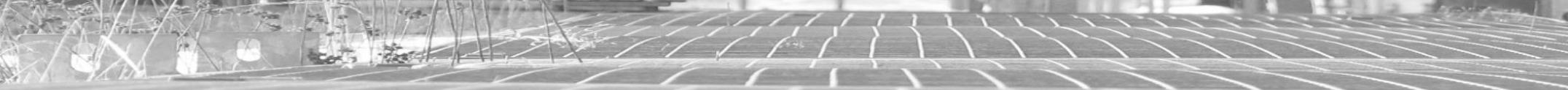
© IfaS

OPTIMIERUNG DURCH AKTIVIERUNG VON POTENZIALEN

CIRCULAR ECONOMY - an industrial system that is restorative by design

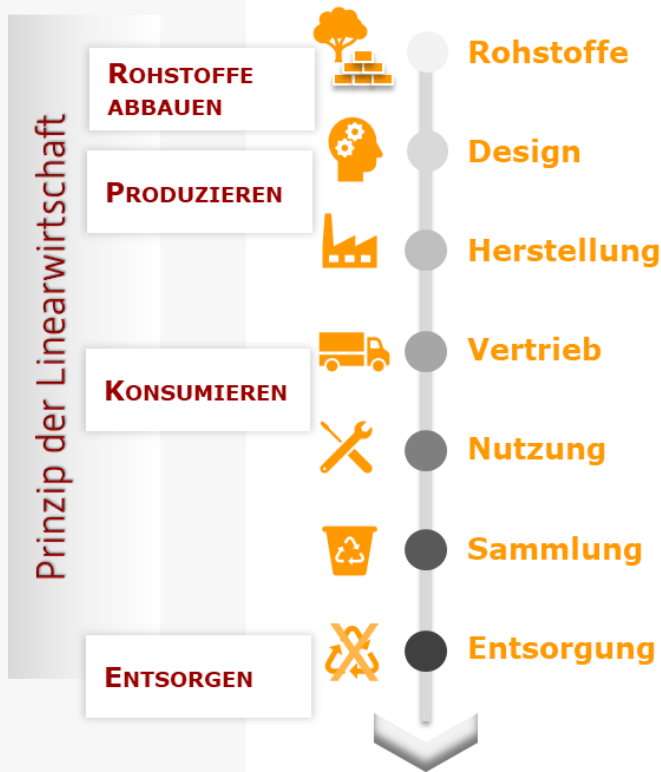


1 Hunting and fishing
 2 Can take both post-harvest and post-consumer waste as an input
 SOURCE: Ellen MacArthur Foundation -
 Adapted from the Cradle to Cradle Design Protocol by Braungart & McDonough



Linear vs. Kreislaufwirtschaft

Von der linearen Gegenwart...



In der Linearwirtschaft wird ein Großteil der eingesetzten Rohstoffe dem Wirtschaftskreislauf entzogen!

...über bestehende Hemmnisse...



Erforderliche Beratungsleistung:

- Technologie
- Management
- Rechtliche Barrieren
- Fehlende Information
- Fachkunde

Für die Transformation einer linearen Wertschöpfungskette zu einem zirkulären Kreislauf ist eine innovative Denkweise unerlässlich!

... zur zirkulären Zukunft!

Implementierung durch:

- Prozess-Innovation
- Produkt-Innovation
- Geschäftsmodell-Innovation



Der Ansatz der Kreislaufwirtschaft lebt von neuen Wirtschaftsmodellen, welche vor allem durch Innovation getrieben sind!



Übergeordnete Zielsetzung

X Von der klassischen Abfallwirtschaft...

✓...hin zu einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft

Aktuelle Entwicklungen und Rahmenbedingungen

- **Entwicklungstrends**
 - Klimaschutz und CO₂-Einsparung
 - Ressourceneffizienz und Kreislaufführung
 - Energiemarktanpassungen
 - **Einflüsse ausgewählter Märkte**
 - Preisentwicklung Rohöl und Kunststoffe
 - Zusammensetzung Kraftwerkspark
 - CO₂-Preisentwicklung
 - EBS-Kraftwerke und Mitverbrennung (Zementwerke)
 - **Politischer und regulatorischer Einfluss**
 - Ausstieg aus Kohle und Kernenergie
 - Ausgabe von Verschmutzungszertifikaten
 - CO₂-Besteuerung
 - Striktere Gesetzgebung z.B. Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV), Verpackungsgesetz (VerpackG) und freiwillige Rücknahme
-
- Entwicklungstrends hin zu mehr Klimaschutz und Kreislaufwirtschaft nehmen zu.
 - Marktentwicklungen sowie politische und rechtliche Rahmenbedingungen verschärfen sich und müssen in zukünftigen Planungen Berücksichtigung finden.

5-stufige Abfallhierarchie



Übergeordnete Zielsetzung:

- Schutz der Umwelt
 - Verringerung von Abhängigkeiten
 - Kostensenkung (Rohstoff- / Energieversorgung)
- ▼
- **Abfallbewirtschaftung entsprechend einer nachhaltigen Umsetzung der Abfallhierarchie**
 - **Ausrichten der eigenen Ziele**

Ressourceneffizienz

Immer mehr Menschen auf der Erde verbrauchen immer mehr Ressourcen.
Rohstoffe werden knapper, die Mengen an Abfall nehmen zu.

Laut Global Footprint Network (GFN) nutzt die Weltbevölkerung derzeit pro Jahr 1,6mal die verfügbaren natürlichen Rohstoffe. Der Earth Overshoot Day (Welterschöpfungstag) ist somit auch eine Ermahnung weiter dafür zu kämpfen, dass das Bewusstsein für eine achtsame Ressourcenverwendung steigt.

Earth Overshoot Day

- Tag an dem die menschliche Nachfrage an natürlichen Ressourcen das Angebot und die Kapazität der Erde zur Reproduktion dieser Ressourcen übersteigt



Kreislaufwirtschaft als Schlüssel?!

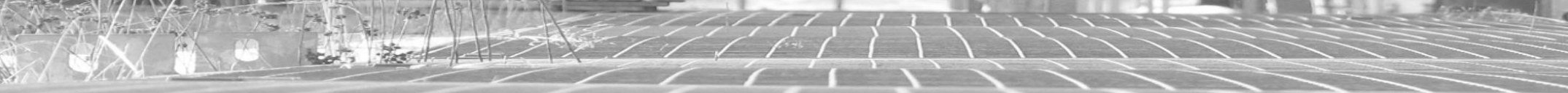
Neue Geschäftsmodelle für die Bauindustrie

10 zirkuläre Geschäftsmodelle für eine nachhaltigere Bauindustrie

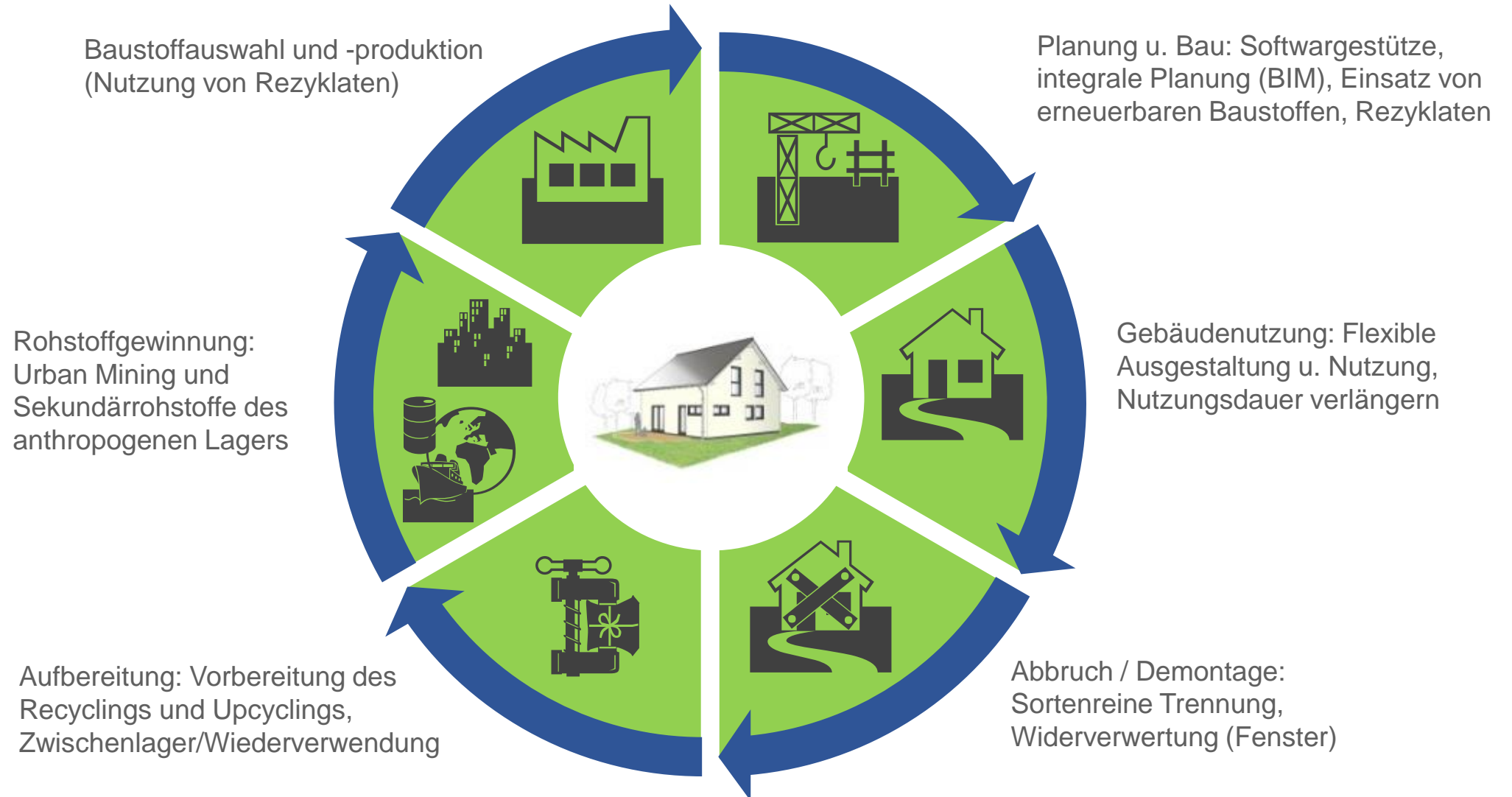


Quelle: Roland Berger





Wertschöpfungsketten einer Zirkulären Bauwirtschaft

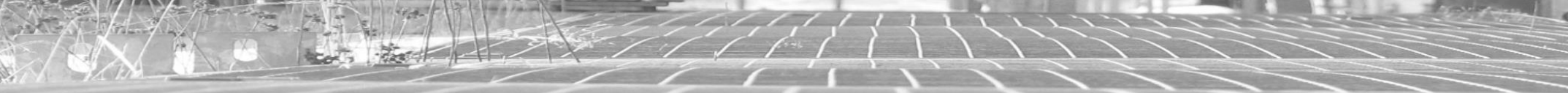




9-R-Strategie zur Steigerung der Zirkularität

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Zirkularität</p>	R0	Refuse	Produkt wird überflüssig; Funktion wird anders bereitgestellt	Produkt einsparen
	R1	Rethink	Produktnutzung wird intensiviert (z. B. Sharing)	
	R2	Reduce	Erhöhung der Effizienz bzgl. Produktion oder Nutzung; Rohstoff-/Materialeinsatz reduzieren	Produkt intelligenter herstellen und nutzen
	R3	Reuse	Wiederverwendung durch andere Nutzer; gemäß Originalfunktion	
	R4	Repair	Reparatur und Wartung beschädigter Produkte; gemäß Originalfunktion	
	R5	Refurbish	Wiederherstellen / Restaurieren und Aktualisierung alter Produkte	Nutzungszeitraum von Produkten oder Produktteilen erhöhen
	R6	Remanufacture	Nutzung von Teilen eines alten Produktes in einem Neuen; gemäß Originalfunktion	
	R7	Repurpose	Nutzung von Teilen eines alten Produktes in einem Neuen; mit anderer Funktion	
	R8	Recycle	Materielle Verwertung	Materialien sinnvoll weiterverwenden
R9	Recover	Energetische Verwertung		

Quelle verändert nach Potting et al. 2017, in: Kirchher et al. 2017



Wertschöpfung durch Innovationen in der Quartiersentwicklung

Das neue Zeitalter der Baustoffaufbereitung

Eberhard Baustoffkreislauf



EbiMIK - für zirkuläres Bauen

Quelle: file:///C:/01%20to%20go/01%20to%20go/01%20IfaS%20ppt/2022%20Geb%C3%A4ude/2_200907%20Pr%C3%A4sentation%20Regioisue_Eberhard.pdf

Grundlagen der Planung: Ökobilanzielle Untersuchung von Gebäuden (Neubau und Sanierung)

- Ermittlung der Umweltauswirkungen über den kompletten Lebenszyklus eines Gebäudes
- Bilanzierung aller mit dem Lebenszyklus verbundenen Material- und Energieströme (Inputs) und Schadstoffemissionen (Outputs)
- Bewertung der Inputs und Outputs in ausgewählten Wirkungskategorien, z.B.
 - Kumulierter Energieaufwand (KEA): Summe aller Primärenergieinputs (einschließlich Graue Energie)
 - Treibhauspotential (GWP): Summe aller klimawirksamen Emissionen, ausgedrückt in CO₂-Äquivalent
 - Versauerungspotential (AP): Summe aller Emissionen, die zur Versauerung von Gewässern und Böden beitragen, ausgedrückt in SO₂-Äquivalent
- Vergleiche auf Grundlage der Ökobilanzen
 - Neubau versus Sanierung
 - Verschiedene Bauarten und –materialien

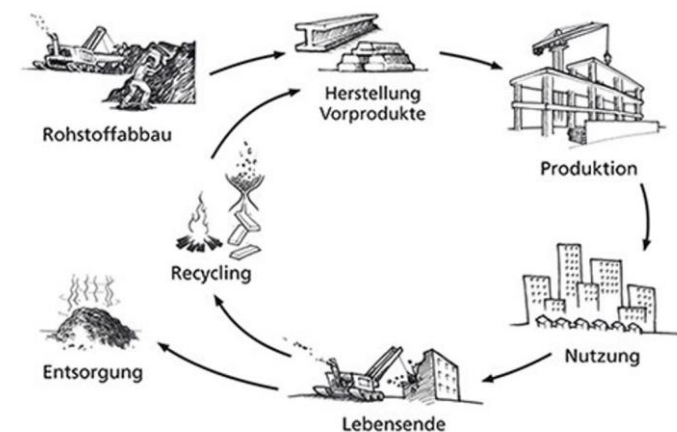


Bild: <https://www.ibp.fraunhofer.de/de/kompetenzen/ganzheitliche-bilanzierung/methoden-ganzheitliche-bilanzierung/oekobilanzierung.html>

Umweltauswirkungen analog zum BNB System

KRITERIENTABELLE AM BEISPIEL DER SYSTEMVARIANTE BÜRO- UND VERWALTUNGSGEBÄUDE
 ABBILDUNG D4

BNB-MODUL KOMPLETTMODERNISIERUNG (VERSION 2017)			
Nachhaltigkeitskriterien		Bedeutungsfaktor	Gewichtung Gesamtbewertung
ÖKOLOGISCHE QUALITÄT			22,5%
Wirkungen auf die globale und lokale Umwelt			
BK	1.1.1	Treibhauspotenzial (GWP)	3, 3,750%
BK	1.1.2	Ozonschichtabbaupotenzial (ODP)	1, 1,250%
BK	1.1.3	Ozonbildungspotenzial (POCP)	1, 1,250%
BK	1.1.4	Versauerungspotenzial (AP)	1, 1,250%
BK	1.1.5	Überdüngungspotenzial (EP)	1, 1,250%
BK	1.1.6	Risiken für die lokale Umwelt	3, 3,750%
BK	1.1.7	Nachhaltige Materialgewinnung / Biodiversität	1, 1,250%
Ressourceninanspruchnahme			
BK	1.2.1	Primärenergiebedarf	3, 3,750%
BN	1.2.3	Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen	2, 2,500%
BK	1.2.4	Flächeninanspruchnahme	2, 2,500%
ÖKONOMISCHE QUALITÄT			22,5%
Lebenszykluskosten			
BK	2.1.1	Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	3, 11,250%
Wirtschaftlichkeit und Wertstabilität			
BN	2.2.1	Flächeneffizienz	1, 3,750%
BK	2.2.2	Anpassungsfähigkeit	2, 7,500%

Quelle: BMI

Materialdatenbank Excel- und Browser-Anwendung

Nummer	Materialname	Einheit	Preis	CO2e	GWP	AP	EP	POCP
1	Zementmörtel	kg	2,0	2,400	182,200	1021		
2	Beton für Druckbetondeckplatte C20/25	m³	2,202,2	2,400	224,8	1051		
3	Mauerwerk	m³	575,0	375	373,6	2081		
4	Isoliertrockenbauplatte (Dachstuhl-DE)	m²	793,0	798	7,7	81		
5	Schweißnaht (StB Feuchtheizung 70-100)	m	548,8	549	25,1	141		
6	WSD für Metallwolle (Dachstuhl-DE) gerollt und gebündelt	m³	363,0	343	343	301		
7	Dachstuhl (DE)	kg	1,000,0	2,180	1,80	61		
8	Isoliermaterial V40 (Dachstuhl-DE)	m³	1,0	380	381			
9	Scheitel 16/20	kg	1,0	1,400	13,700	541		
10	Bauweise Offener Wandaufbau und Giebelwand	kg	1,000,0	2,000	88	881		
11	Passivhaus-Anforderungen	kg	1,0	2,000	0	0		

eLCA Tool Build Compare Explore My Models

Create Your Building Model

Search for material by: Category Name

Main Category: --Select--

Sub Category: --Select--

Material Name: --Select--

Quantity: Kg

Add Material

OR

Import a Model

Energy Consumption and Environmental Effect

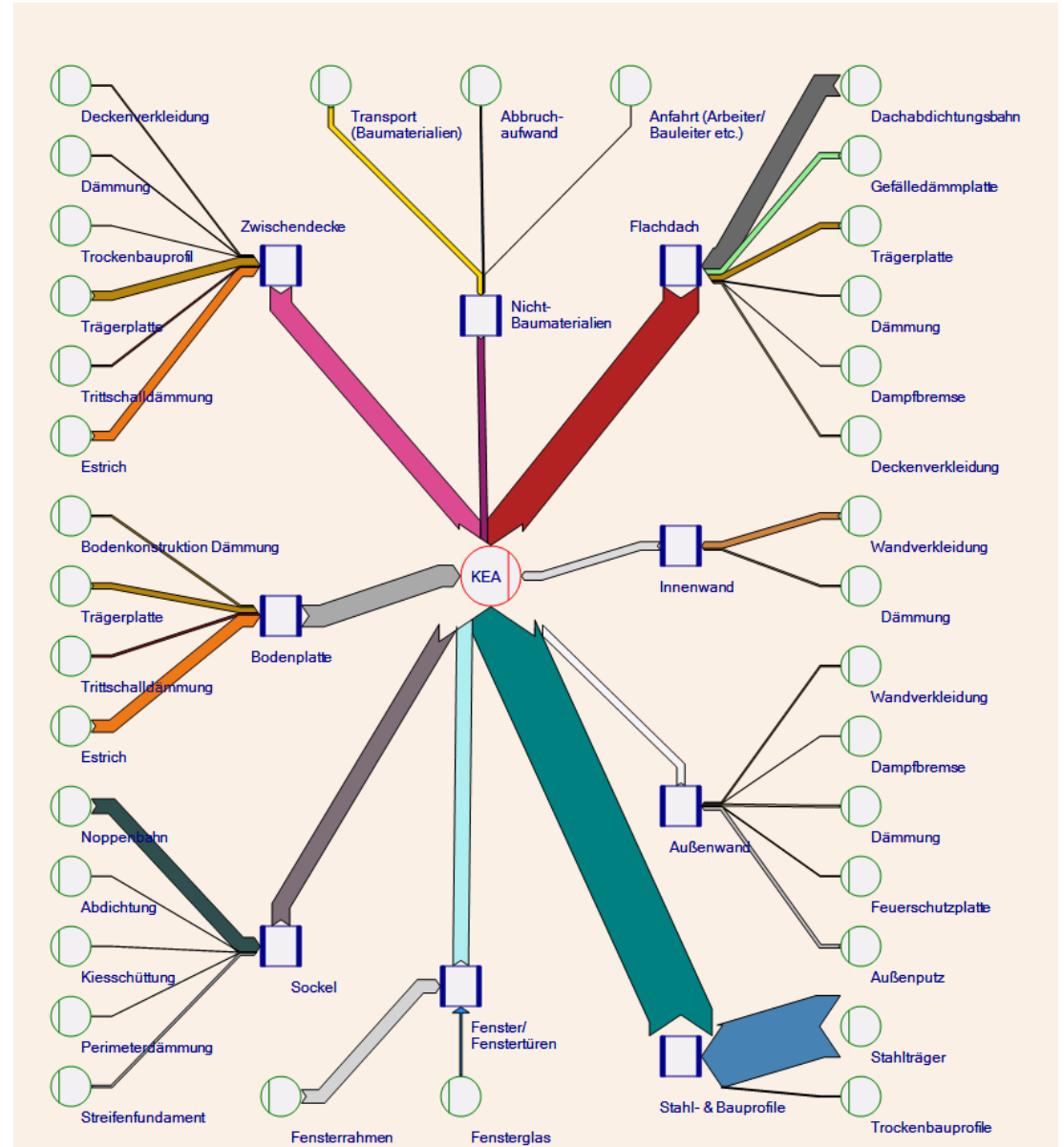
Material	Quantity	Unit	PER1	PER2	PERM	GWP	AP	EP	POCP
AAA	2	Kg	10	12	9	12	4	4	3
BBB	4	m²	5	11	13	6	7	4	8
Total			16	23	22	18	11	8	10

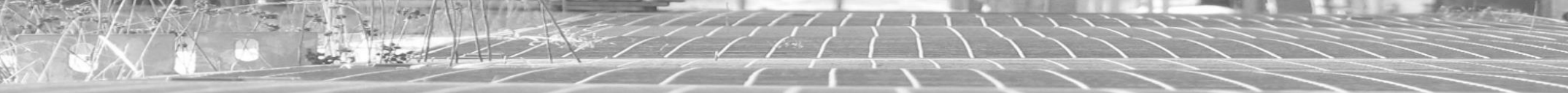
Energy Consumption

Environmental Effect

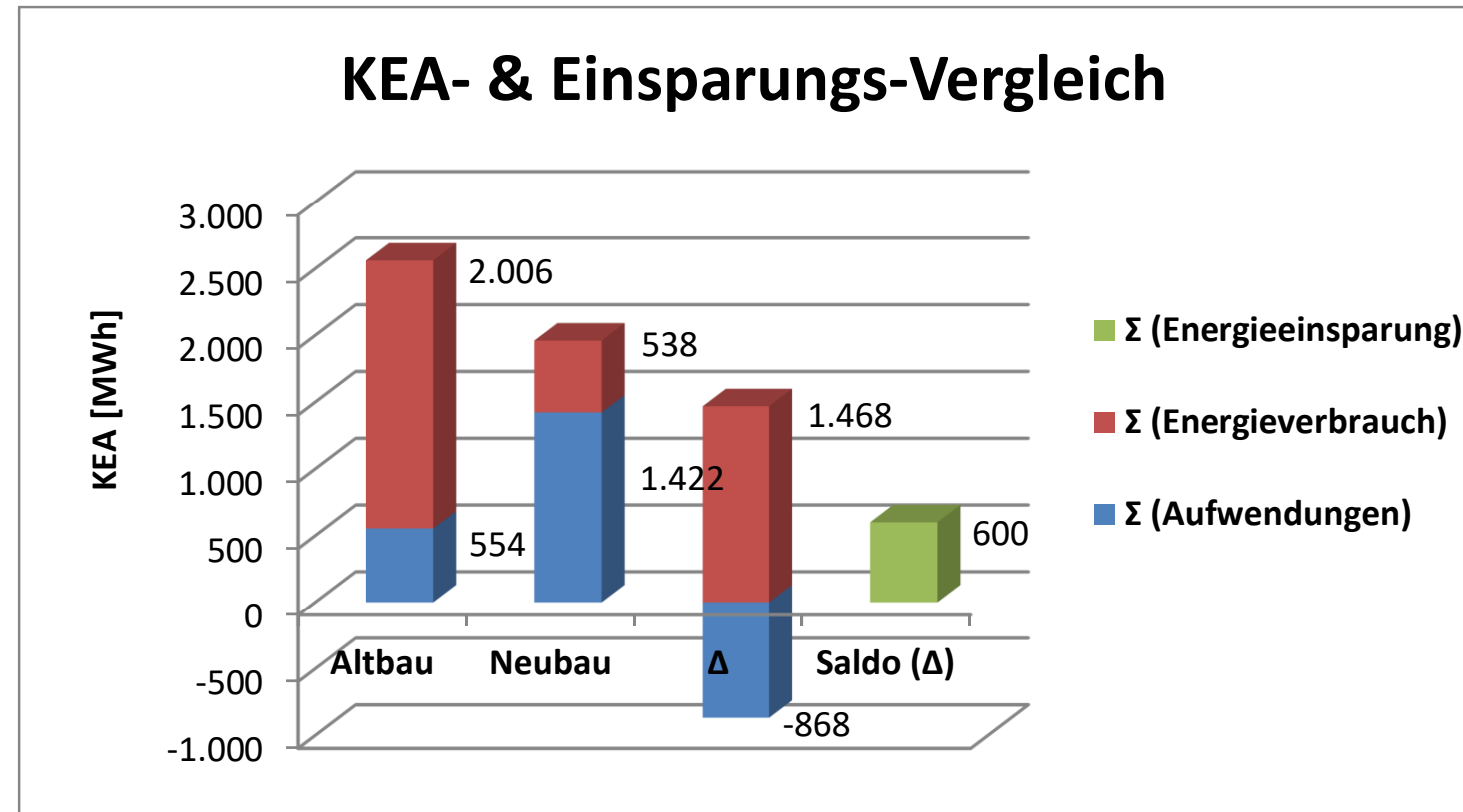
Export Model Export Evaluation Save Model

Übersicht (Umberto-Modell) – KEA am Gebäude (Bsp.: Containerbauweise, zweistöckig, GNF 914 m²)





Beispiel „Kumulierter Energieaufwand (KEA) Vergleich KiTa Dormagen“



- Im Beispiel ist unter Berücksichtigung des „Kumulierten Energieaufwands“ (graue Energie in Materialproduktion und Verwertung) ein Neubau vorteilhaft gegenüber einer energetischen Altbausanierung

Holz als erneuerbarer Baustoff

■ Vorteile des Holzbaus

- kleiner ökologischer Fußabdruck (nachwachsender Rohstoff, CO₂-Speicher, einfache Wiederverwertung...)
- Hohe Aufenthaltsqualität
- Schnelle Montage der vorgefertigten Elemente vor Ort, mit minimalen Lärm- und Staubemissionen
- Mit neuen Techniken und Holzwerkstoffen auch für mehr- und hochgeschossige Gebäude geeignet

Beispiel: Bürogebäude „H7“ in Münster, 7 Stockwerke, Holz-Hybrid-Bauweise, Bj. 2016

- Hohe Eignung für die bauliche Nachverdichtung in städtischen Quartieren

Potenzial in Deutschland: Ca. 1,5 Mio. neue Wohnungen durch Dachaufstockungen von Mehrfamilienhäusern, ohne zusätzlichen Flächenverbrauch

Bürogebäude „H7“ in Münster, Holz-Hybrid-Bauweise



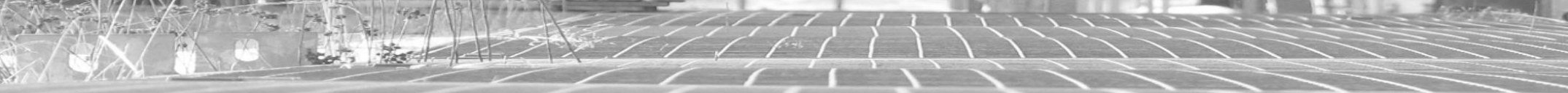
Mehrfamilienhaus in Dresden mit Dachaufstockung in Holzbauweise



Ökologische Baumaterialien/Gebäudedämmung

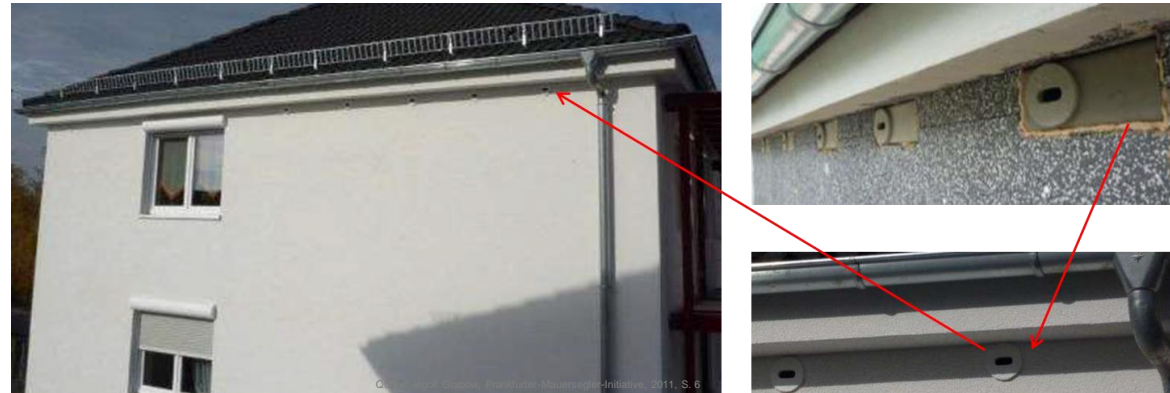
- Erneuerbare Baustoffe (Holz, Stroh, Lehm,...)
- Verknüpfung Gebäudedämmung und Biodiversität
- Neubau und Sanierungen mit Öko-Dämmstoffen (u.a. Flachs, Hanf, Stroh)
- Integration des Themas Artenschutz (u.a. Nisthilfen für Vögel, Fledermäuse, Insekten)
- Mehr Diversität von Agrarprodukten durch Öko-Dammstoffe
- Langfristige CO₂-Bindung in organischen Materialien



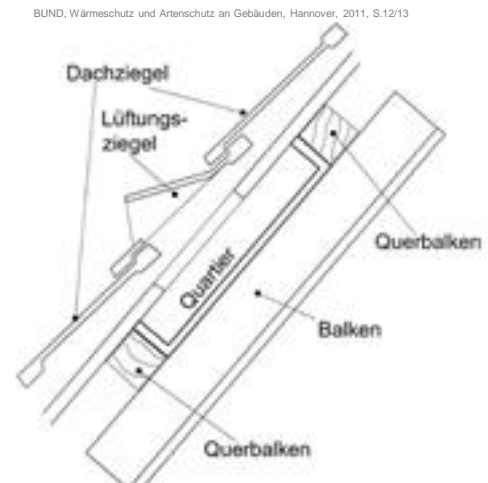


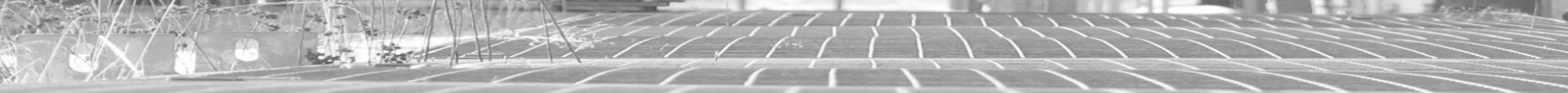
Nist- und Schlafplätze im komm. Gebäudebestand II

- Nistkasteneinheit (Einbaustein) in der äußeren Wärmedämmung



- Fledermauskästen vor der Wärmedämmung, unter Dachziegeln



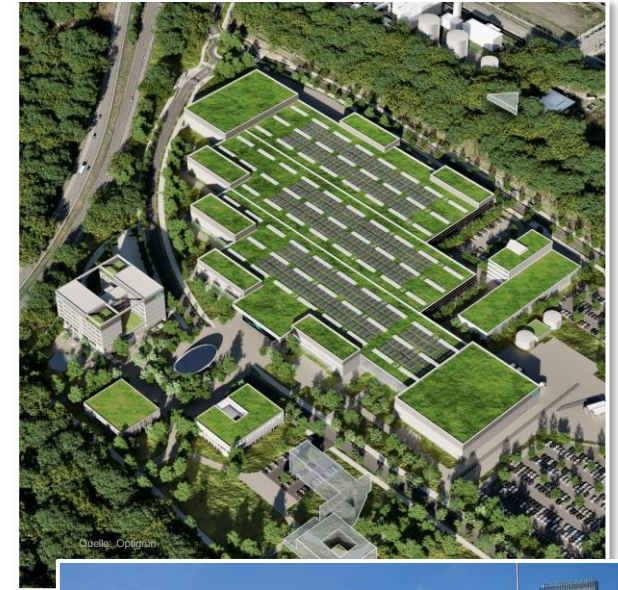


Nicht monetäre Wertschöpfungseffekte: Photovoltaik-Gründächer

- Verbesserung des Stadtklimas
 - Kühleffekte durch Transpiration und Verdampfung
 - Natürlicher Luftfilter und Aufnahme von (Fein-) Staubpartikeln
 - Lichtreflektionseffekte durch Begrünung

Trägt zur Photovoltaik-Ertragssteigerung von bis zu 6 %* bei!

- Integrierte Retentionsflächen
 - Regenwasserrückhalt in urbanen Quartieren
 - Entlastung der Kanalisation und der Vorfluter
- Biodiversität
 - Extensive Dachbegrünung (Moose, Sukkulenten, Kräuter, Gräser)
 - Lebensraum für Insekten
 - Nahrungsquelle und Nisthilfe für Vögel und Fledermäuse



*Im Vergleich zu einer Anlage über Bitumen (M. Köhler, W. Wiartalla, R. Feige, Interaction between PV-Systems and extensive green roofs, in: Fifth Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities, Minneapolis, 2007.)

Upcycling-Zentrum Neunkirchen (Saar)



- Projekt-Koordination durch IfaS
- Projektziele
 - Abfallvermeidung
 - Wiederverwertung und Umwandlung von Reststoffen
 - kreative Aufwertung der Reststoffe in neuwertige Produkte
 - Einbindung von Immigranten und arbeitssuchenden

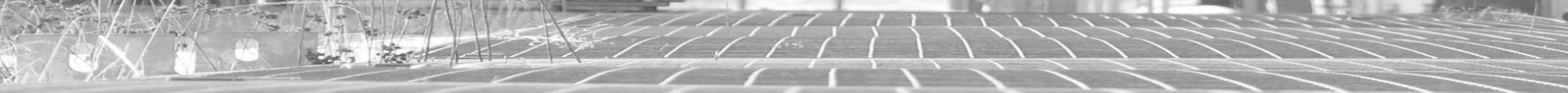


**UPCYCLING
ZENTRUM
NEUNKIRCHEN**
www.upcycling-saar.de

Von der Circular Economy zur zirkulären Bauwirtschaft

Transformation zu einer zirkulären Bauwirtschaft



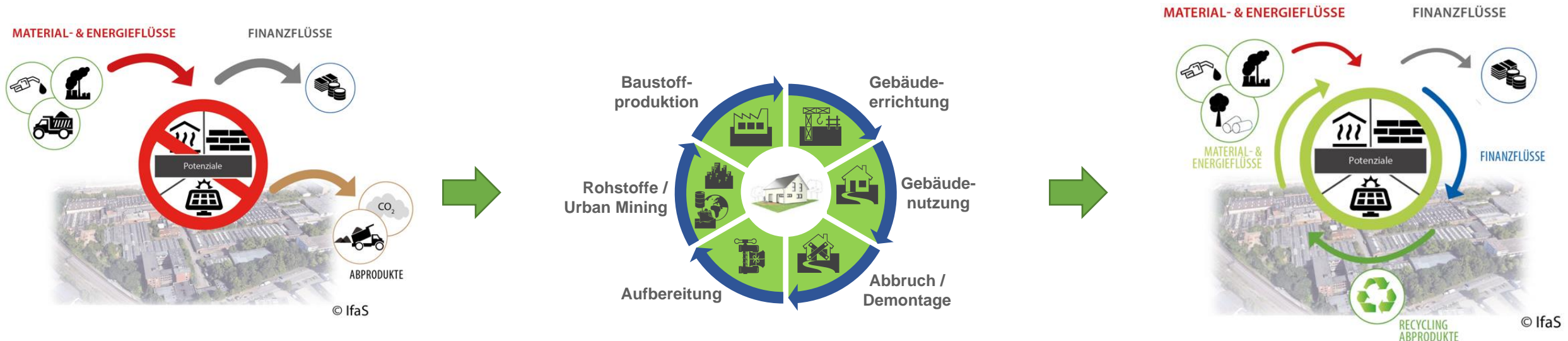


Wertschöpfungsaspekte Zirkularität in der Bauwirtschaft

- Natürliche, regionale Baustoffe, Rezyklate und Materialeffizienz
- Nutzung langlebiger, trennbarer-recyclbarer Materialien
- Öko-Bilanzierung des durch Errichtung und Betrieb von Gebäuden verursachten Energieverbrauchs (KEV, KEA) und anderer Umweltschadstoffe
- Hocheffiziente Gebäude und Technische Gebäudeausstattung (TGA)
- Strom- und Wärmeversorgung auf Basis Erneuerener Energie
- Energiemanagement, Digitalisierung und smarte Haustechnik
- Grün/Blaue Infrastruktur, Naturschutz/Biodiversität in der Fläche und an (auf) den Gebäuden
- Smarte Straßen- und Objektbeleuchtung (BioWatch ready)
- Zukunftsfähige Abfall- und Abwasserbehandlung, Energie positiv und mit Nährstoffrückgewinnung

IfaS-Arbeitspakete im Projekt RE-BUILD OWL

- Analyse der zirkulären Bauwirtschaft im deutschsprachigen Raum und vertieft in der Region OWL
- Stoffstrom-Analyse für die Region OWL (Ist-Analyse, Potenziale, Szenarien bis 2050 und Zukunftsstrategie)
 - Regional-ökonomische Analyse und zirkuläre Wertschöpfung
- Bewertung von drei Modellgebäuden:
 - Lebenszyklusanalyse für Baustoffe und Gebäude (Graue Energie, GWP, AP, EP etc.)
 - Inventarisierung, Erstellung Materialkataster, Baustoffmengenpässe für Gebäude
- Mitarbeit an der Transferplattform / ÖA / Workshops





Vielen Dank!



Umwelt-Campus Birkenfeld - die grünste Hochschule Deutschlands" / Platz 6 weltweit*

* GreenMetric - Ranking 2020

Hochschule Trier / Umwelt Campus Birkenfeld
Institut für angewandtes Stoffstrommanagement - IfaS
Postfach 1380
55761 Birkenfeld

Fon: +049 (0) 6782 17 - 12 21
Fax: +049 (0) 6782 17 - 12 64
E-Mail: ifas@umwelt-campus.de
Internet: www.stoffstrom.org