



Umwelt-Campus  
Birkenfeld

H O C H  
S C H U L E  
T R I E R

# IfaS

Institut für angewandtes  
Stoffstrommanagement

---

Potenziale erkennen - Prozesse optimieren - Mehrwert schaffen



## ■ In-Institut der HS Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld

- Gründung: 2001
- Leitung: Prof. Dr. Peter Heck
- Direktorat: 9 Professoren
- Ca. 80 Mitarbeitende
- Ca. 20 Hiwis und Praktikanten (Studierende)

## ■ Arbeitsbereiche:

- Nationales & Internationales Stoffstrommanagement
- Aus- und Weiterbildung
- Transnationale Forschungsprojekte
- Biomasse und Kulturlandschaftsentwicklung
- Energieeffizienz & Erneuerbare Energien
- Zukunftsfähige Mobilität
- Strategien zur Null-Emission
- Öffentlichkeitsarbeit
- Eigener Studiengang: International Material Flow Management

# „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 Naturschutz
  - 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)



## 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.

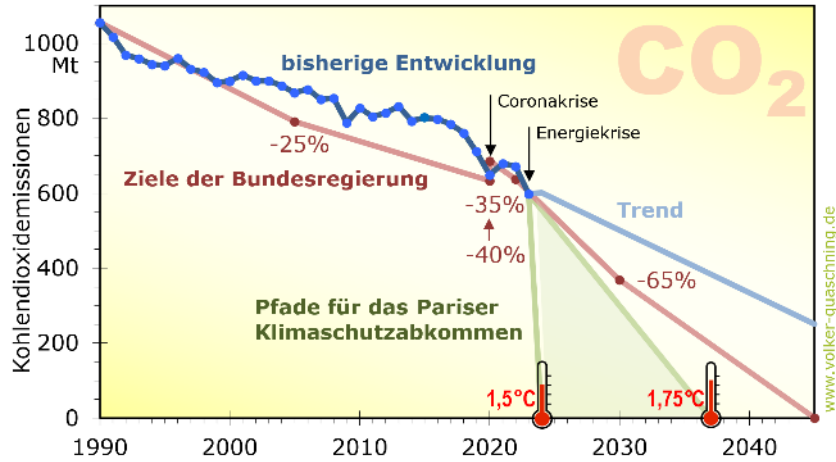
**Teilnehmer: 956 Hochschulen aus 81 Ländern.**

Im Ranking belegte der Umwelt-Campus Birkenfeld:

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



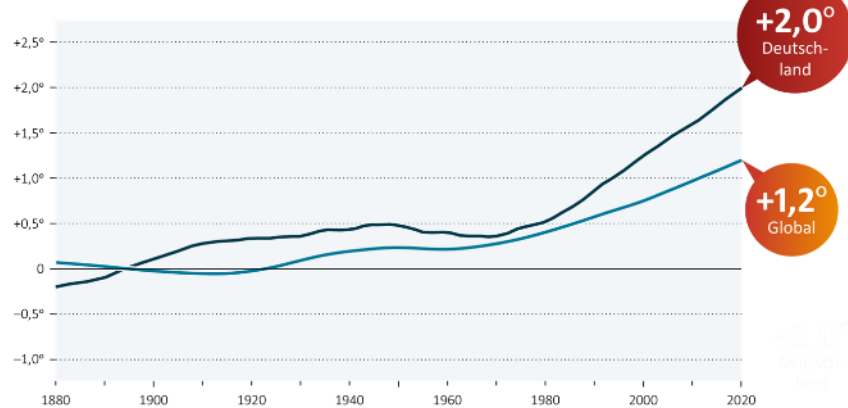
# Herausforderungen unserer Zeit !



Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Quaschnig, CC BY-SA 4.0, unverändert, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

## Globale Temperatur und Temperatur in Deutschland seit 1880

Temperaturabweichung in Grad Celsius vom Mittelwert der ersten 30 Jahre



Grafik: Leopoldina Factsheet Klimawandel (2021), CC BY-ND 4.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/>, unverändert  
Quelle: DWD/NASA GISTEMP

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.

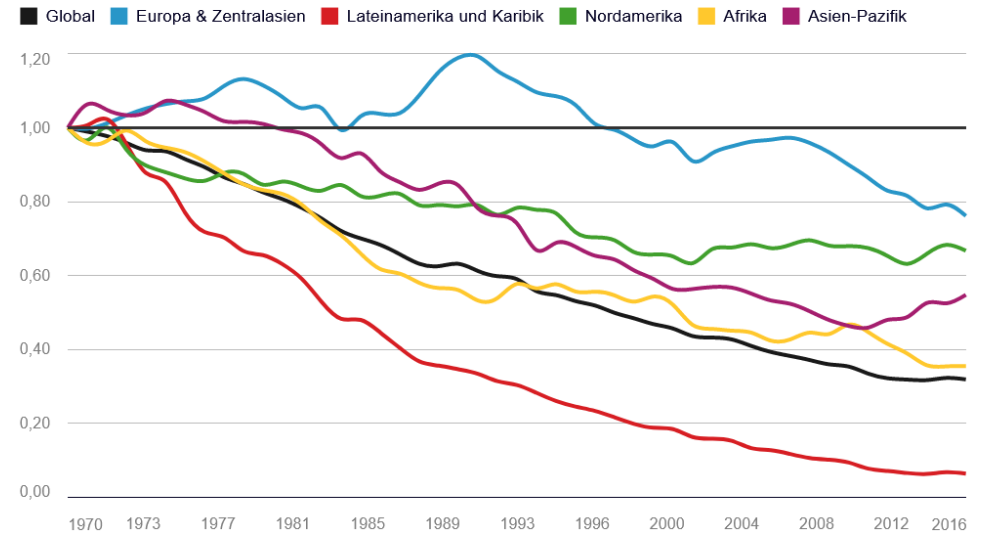
Fortschreitende Klimaerwärmung führt zu Veränderungen der Stärke, der Häufigkeit, der räumlichen Ausdehnung und der Dauer von Extremwetterereignissen (Umweltbundesamt)

## 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



Quelle: <https://app.23degrees.io/view/1quf0krbaAymbDtK-line-wwf-living-planet-index>, Nutzungserlaubnis erteilt  
Datensatz: <https://app.23degrees.io/view/fv9RjwZuPLOevgDT-dataset-wwf-living-planet-index>

## 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<sub>2eq</sub> Ausstoßes...!



Quelle: IfaS, erstellt mit generativen KI-Tool Adobe Illustrator 2024

**Steigender Energieverbrauch**



Quelle: Pascal Dickmann 2024 (IfaS)

**Ressourcenverbrauch**



Quelle: Chritoph Dohm (IfaS)

**Ineffiziente Technische Gebäudeausstattung**



Quelle: Matthew Brodeur, Unsplash

**Versiegelung**



Quelle: Cristina Gottardi, Unsplash

**Eingriffe in das Ökosystem**



Quelle: Nursultan Abakirov, Unsplash

**Direkte THG-Emissionen**



Quelle: Marek Studzinski, Unsplash

**Bauschutt**



Quelle: vianet ramos, Unsplash

**Sonstige Abfälle**

# ... und als Teil von CO<sub>2eq</sub> Vermeidungsstrategien!

→ aber alle sind gefragt: Bürger\*innen, Wirtschaft und **Verwaltung** !



Quelle: IfaS, erstellt mit generativen KI-Tool Adobe Illustrator 2024

**Erneuerbare Energien u. Klimaschutz**



Quelle: IfaS, erstellt mit generativen KI-Tool Adobe Illustrator 2024

**Erneuerbare Baustoffe**



Quelle: IfaS, erstellt mit generativen KI-Tool Adobe Illustrator 2024

**Kooperationen & Regionalität**



Quelle: IfaS, erstellt mit generativen KI-Tool Adobe Illustrator 2024

**Nachhaltiger Konsum**



Quelle: IfaS, erstellt mit generativen KI-Tool Adobe Illustrator 2024

**Neue Konsumformen**



Quelle: IfaS, erstellt mit generativen KI-Tool Adobe Illustrator 2024

**Attraktive Lebens- & Arbeitsbedingungen**



Quelle: IfaS, erstellt mit generativen KI-Tool Adobe Illustrator 2024

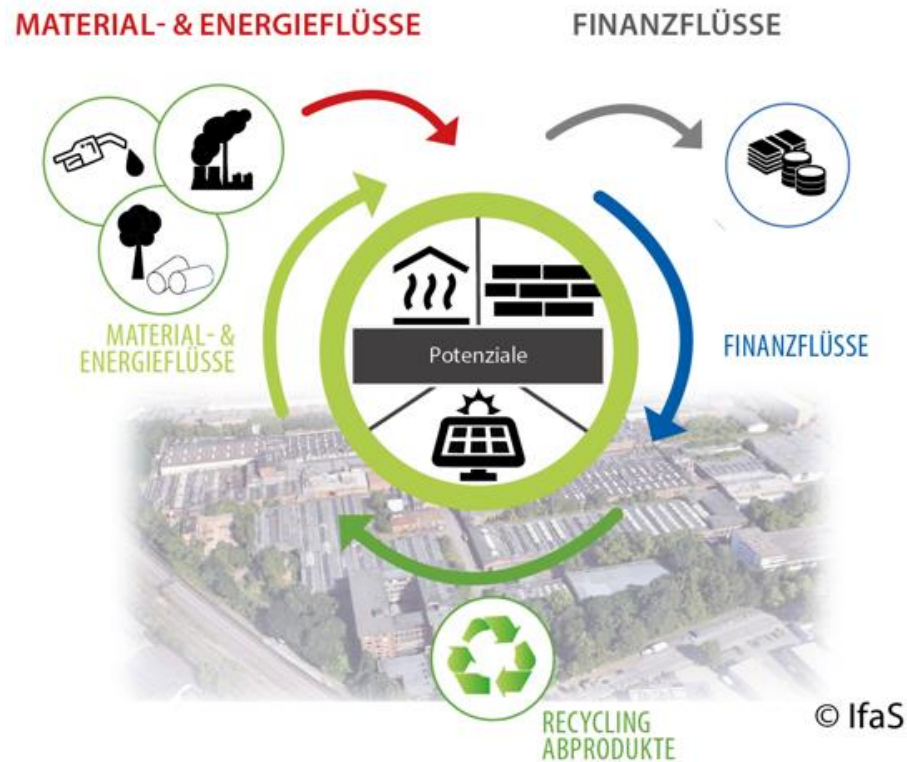
**Biodiversität & Bioökonomie (Stadtgärten)**



Quelle: IfaS, erstellt mit generativen KI-Tool Adobe Illustrator 2024

**Wiederverwertung und Urban Mining**

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:

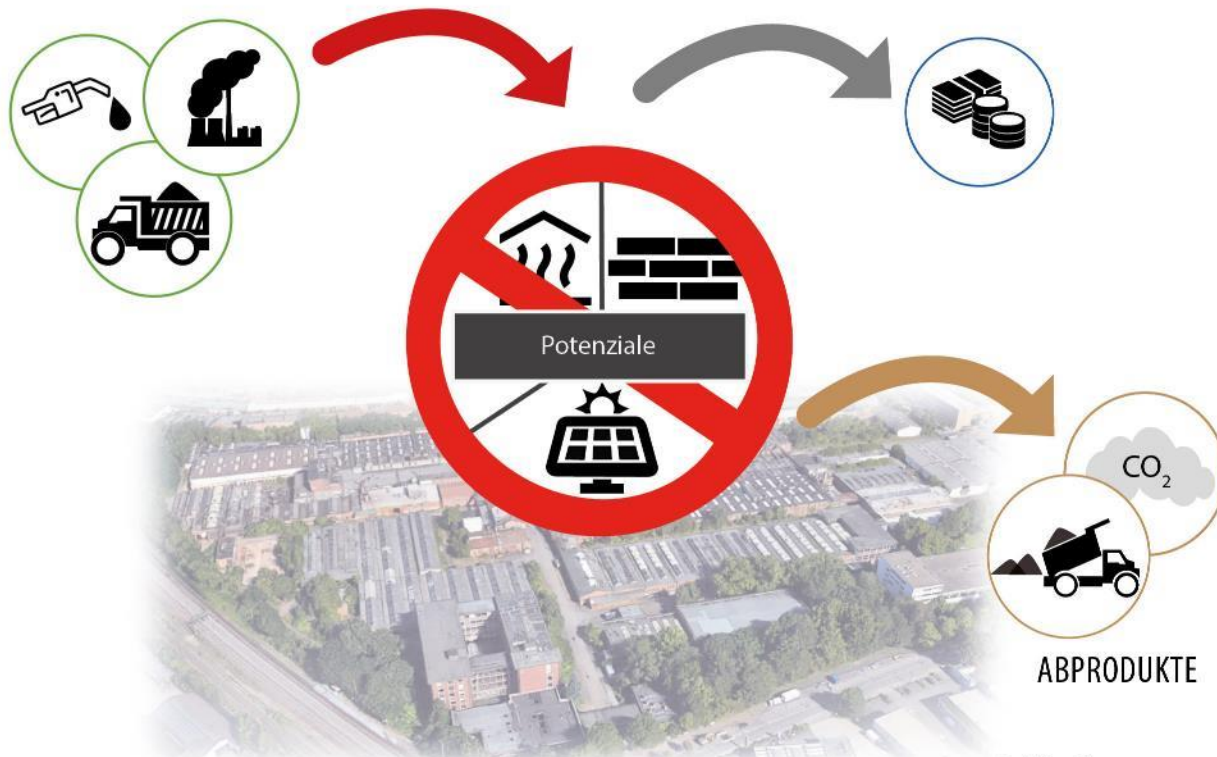
Fokus auf ökonomische Bewertung der Investitionsmaßnahmen in der Bauwirtschaft bzw. des zirkulären Bauens



## HEUTIGE DURCHSATZWIRTSCHAFT

MATERIAL- & ENERGIEFLÜSSE

FINANZFLÜSSE



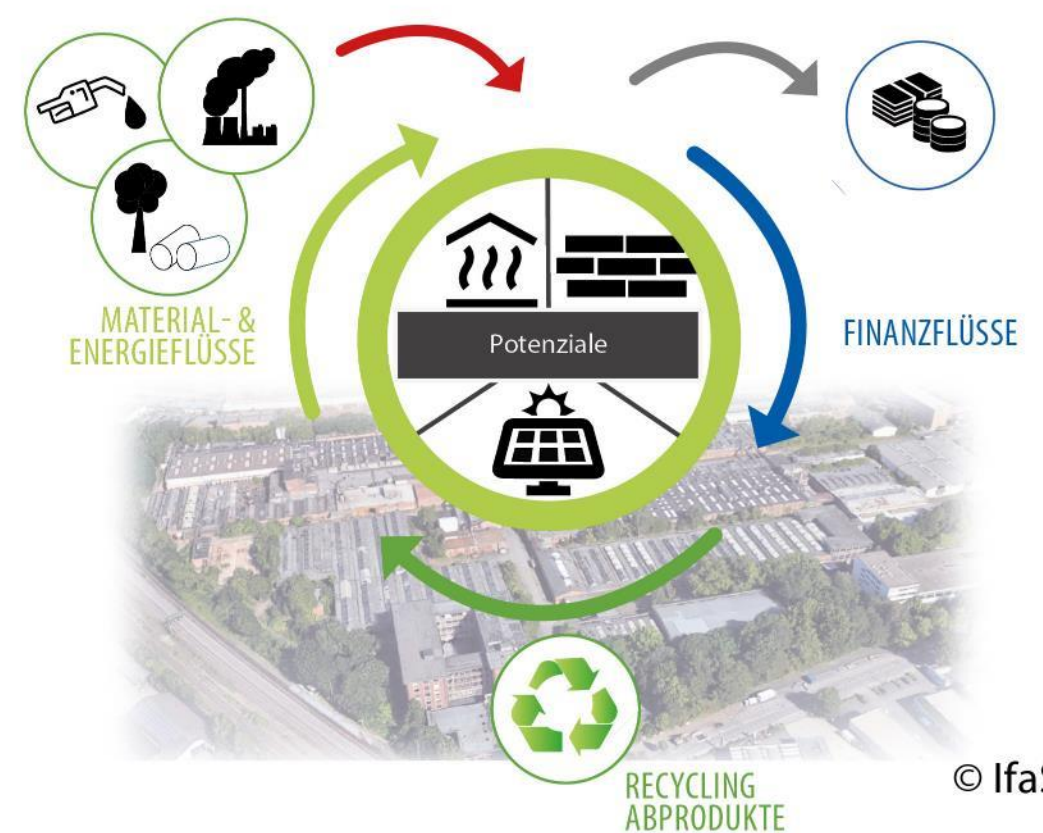
© IfaS

KONVENTIONELLES LINEARES SYSTEM

## LEITBILD ZIRKULÄRE WIRTSCHAFT

MATERIAL- & ENERGIEFLÜSSE

FINANZFLÜSSE



© IfaS

OPTIMIERUNG DURCH AKTIVIERUNG VON POTENZIALEN

## 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!

## X Von der klassischen Abfallwirtschaft...

✓...hin zu einer nachhaltigen Rohstoffwirtschaft

### Aktuelle Entwicklungen und Rahmenbedingungen

- Entwicklungstrends
  - Klimaschutz und CO<sub>2</sub>-Einsparung
  - Ressourceneffizienz und Kreislaufführung
  - Energiemarktanpassungen
- Einflüsse ausgewählter Märkte
  - Preisentwicklung Rohöl und Kunststoffe
  - Zusammensetzung Kraftwerkspark
  - CO<sub>2</sub>-Preisentwicklung
  - EBS-Kraftwerke und Mitverbrennung (Zementwerke)
- Politischer und regulatorischer Einfluss
  - Ausstieg aus Kohle und Kernenergie
  - Ausgabe von Verschmutzungszertifikaten
  - CO<sub>2</sub>-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**

**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?!**

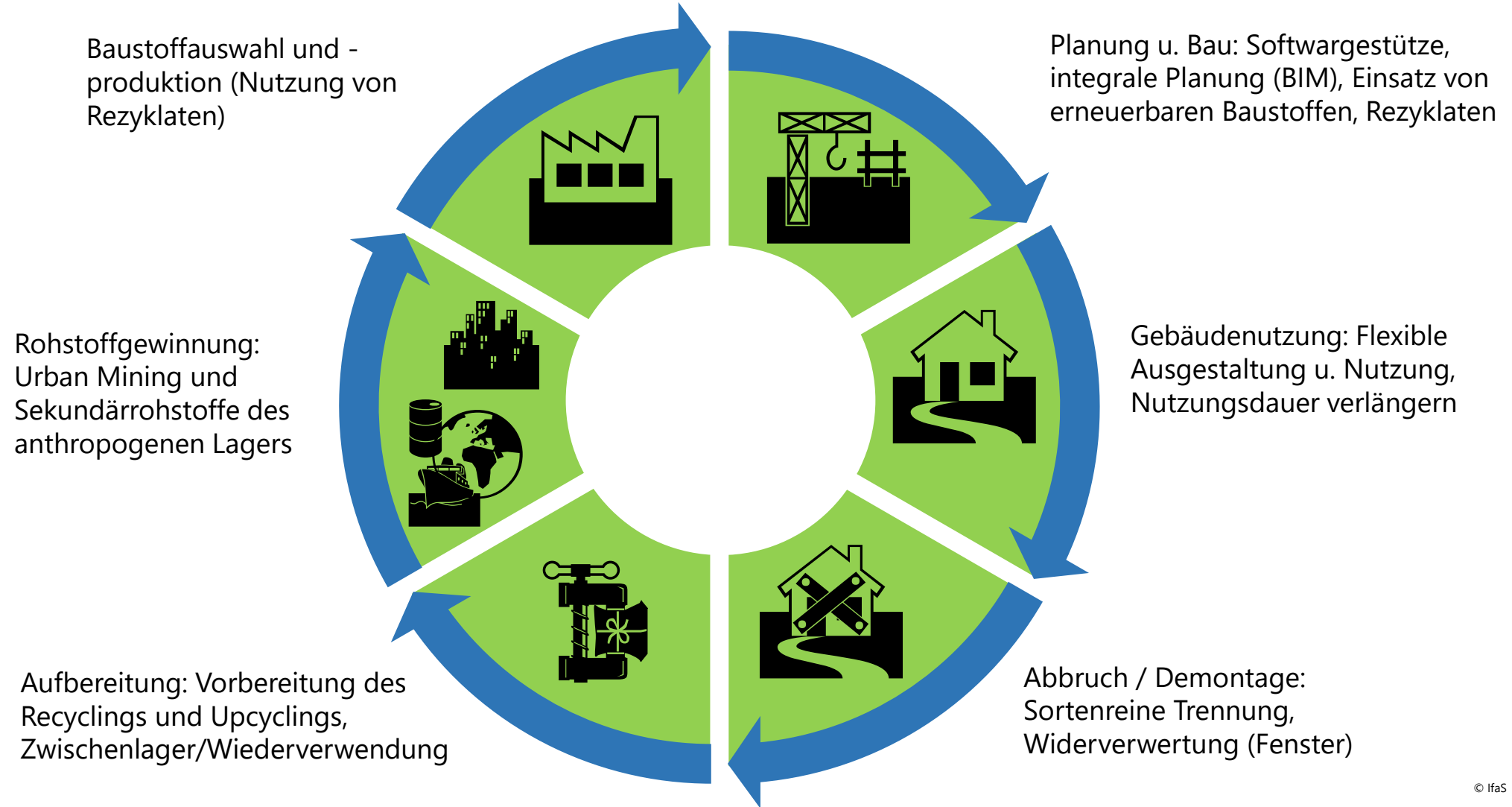
## 10 zirkuläre Geschäftsmodelle für eine nachhaltigere Bauindustrie



Quelle Roland Berger



© Roland Berger 2011, Nutzungserlaubnis erteilt



- 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 CO<sub>2</sub>-Äquivalent
  - Versauerungspotential (AP): Summe aller Emissionen, die zur Versauerung von Gewässern und Böden beitragen, ausgedrückt in SO<sub>2</sub>-Äquivalent
- Vergleiche auf Grundlage der Ökobilanzen
  - Neubau versus Sanierung
  - Verschiedene Bauarten und –materialien

# Umweltauswirkungen analog zum BNB System

**Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB)**  
Systemvariante Büro- und Verwaltungsbau, Modul Neubau (BNB\_BN) - Version 2015

Nachhaltigkeitskriterien	Bedeutungsfaktor	Gewichtung Gesamtbewertung
<b>Ökologische Qualität</b>		<b>22,5%</b>
Wirkungen auf die lokale und globale Umwelt		
1.1.1 Treibhauspotenzial (GWP)	3	je 3,75%
1.1.6 Risiken für die lokale Umwelt		
1.1.2 Ozonschichtabbaupotenzial (ODP)		
1.1.3 Ozonbildungspotenzial (POCP)		
1.1.4 Versauerungspotenzial (AP)		
1.1.5 Überdüngungspotenzial (EP)	1	je 1,25%
1.1.7 Nachhaltige Materialgewinnung / Holz		
Ressourceninanspruchnahme		
1.2.1 Primärenergiebedarf	3	3,75%
1.2.3 Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen	2	je 2,50%
1.2.4 Flächeninanspruchnahme		
<b>Ökonomische Qualität</b>		<b>22,5%</b>
Lebenszykluskosten		
2.1.1 Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	3	11,25%
Wirtschaftlichkeit und Wertstabilität		
2.2.1 Flächeneffizienz	1	3,75%
2.2.2 Anpassungsfähigkeit	2	7,50%

In Anlehnung an BBSR 2023

# Materialdatenbank Excel- und Browser-Anwendung

Nummer	Materialname	Einheit	CO2e (kg)	PM10 (kg)	PM10e (kg)	PM2,5 (kg)	PM2,5e (kg)	PM10+PM2,5 (kg)	PM10+PM2,5e (kg)	PM10+PM2,5+PM2,5e (kg)
1	Zementmörtel	kg	1,0	2,400	182,200	182,1	182,1	182,1	182,1	182,1
2	Beton	m³	2,400	2,400	242,8	242,8	242,8	242,8	242,8	242,8
3	Mauerwerk	m³	575,0	575	373,6	373,6	373,6	373,6	373,6	373,6
4	Isoliertputz (Dachstuhl)	m²	793,0	798	7,7	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1
5	Schweißnaht (StB Feuchtheizung)	m	548,8	549	25,1	24,1	24,1	24,1	24,1	24,1
6	WPC (Holzwerkstoff) (Dachstuhl) (Holzwerkstoff)	m²	36,3	349	381	381	381	381	381	381
7	Dachstuhl (H)	kg	1,000	2,380	5,80	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
8	Isoliertputz (H) (Dachstuhl)	m²	1,0	380	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1
9	Schweißnaht (H)	kg	1,0	1,400	13,700	14,1	14,1	14,1	14,1	14,1
10	Bauweise (H) (Dachstuhl)	kg	1,000	2,000	88	88	88	88	88	88
11	Isoliertputz (H)	kg	1,0	2,300	0	0	0	0	0	0

© IfaS

**Create Your Building Model**

Search for material by: Category | Name

Non Category: --Select--  
Sub Category: --Select--  
Material Name: --Select--  
Quantity: Kg

**Material Consumption and Environmental Effect**

Material	Quantity	Unit	PER1	PER2	PER3	PER4	PER5	GWP	AP	EP	POCP
AAA	2	kg	10	12	9	12	4	4	3	2	2
BBB	4	m²	5	11	13	8	7	4	8	8	8
<b>Total</b>			16	23	22	16	11	8	8	10	10

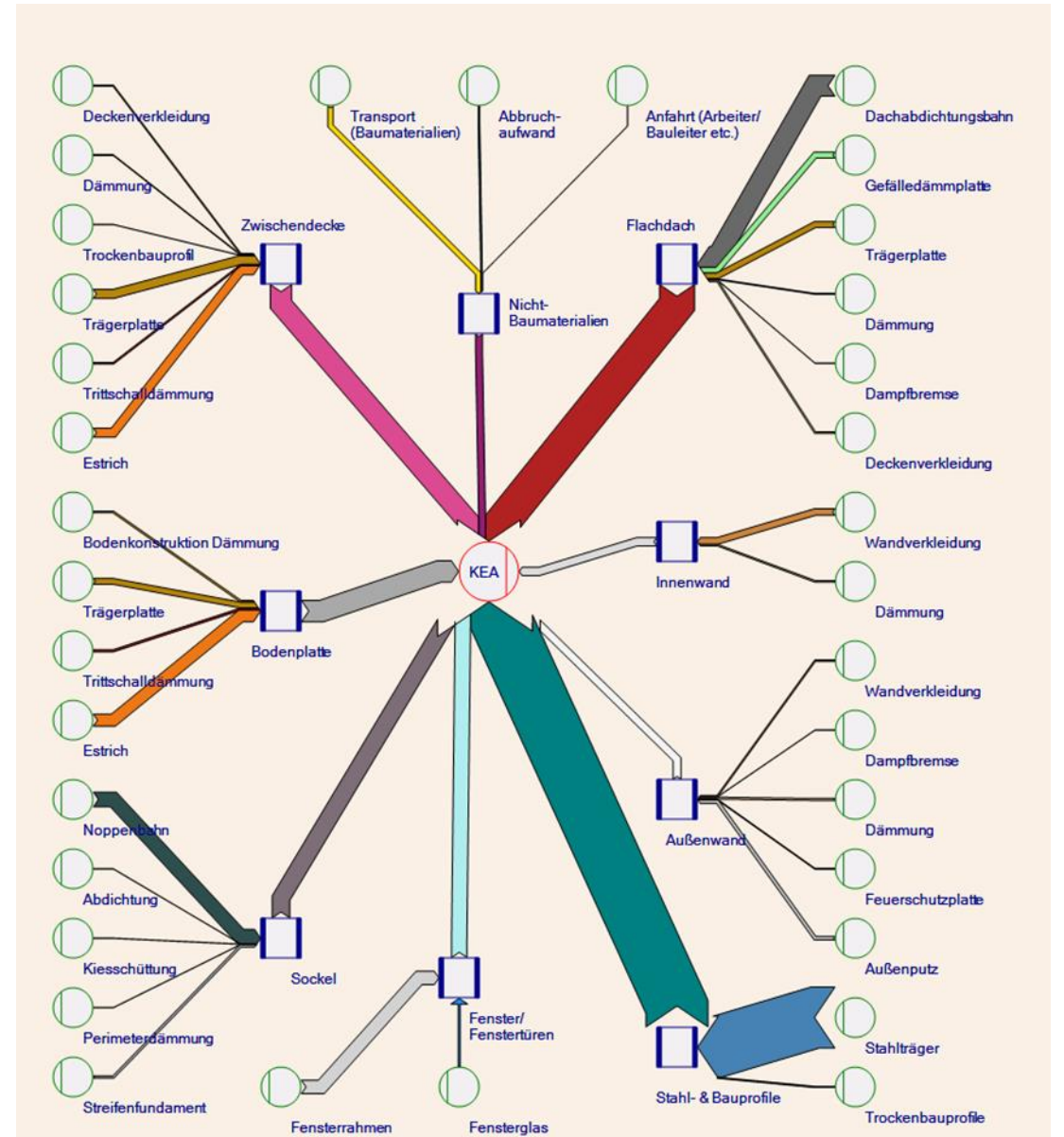
Energy Consumption: [Bar chart showing consumption levels]

Environmental Effect: [Bar chart showing environmental impact levels]

Buttons: Export Model | Export Evaluation | Save Model

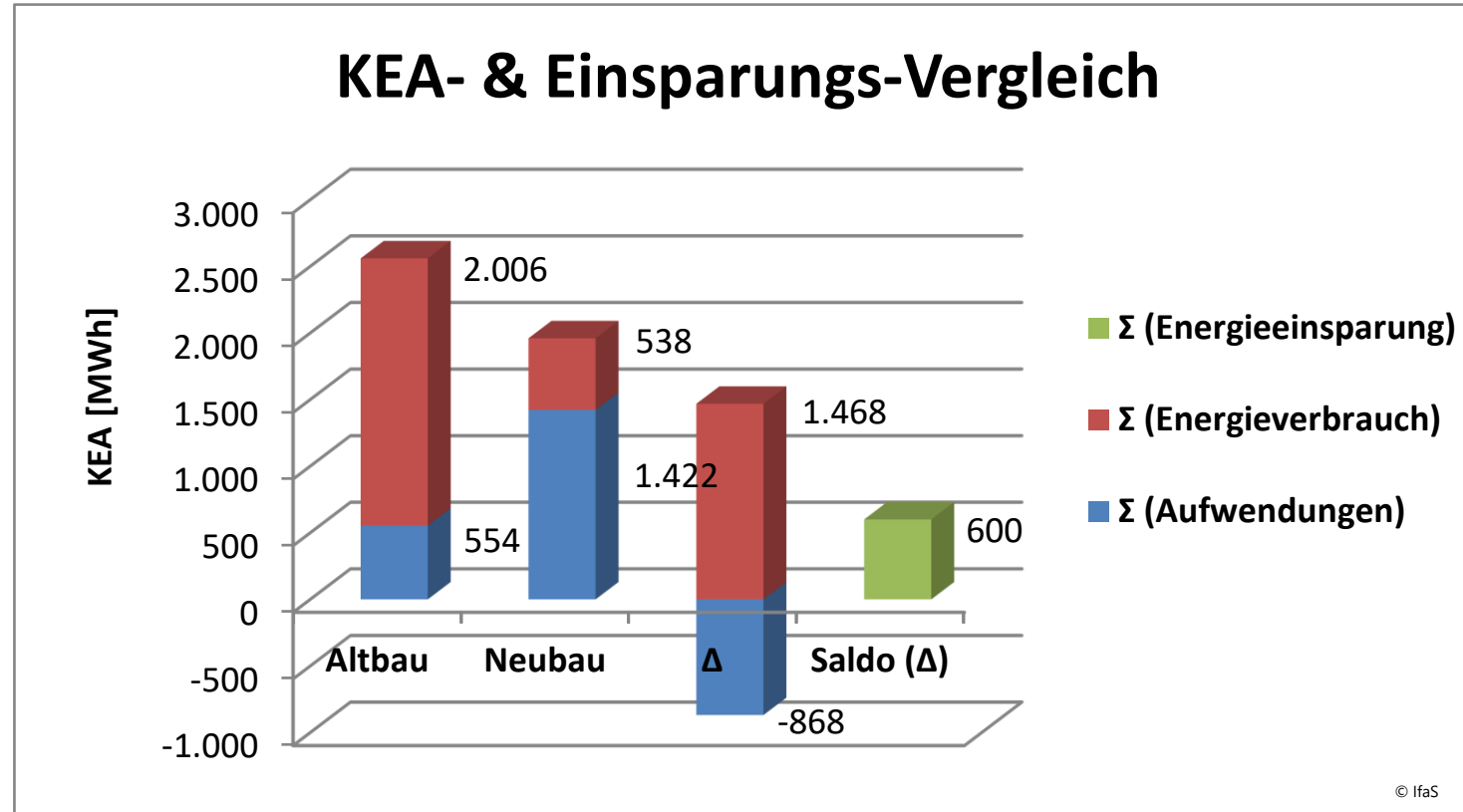
© IfaS

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



© IfaS, erstellt mit Umberto





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

- Vorteile des Holzbaus
  - kleiner ökologischer Fußabdruck (nachwachsender Rohstoff, CO<sub>2</sub>-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

Im Bau befindliches Holzparkhaus. Stand Februar 2024



MVZ im Pfaff-Quartier - Dachaufstockung in Holzbauweise



Quelle: Christian Persohn, Nutzungserlaubnis im Zuge des EnStadt: Pfaff Leuchtturmprojektes erteilt



- 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-Dämmstoffe
- Langfristige CO<sub>2</sub>-Bindung in organischen Materialien



- Nistkasteneinheiten unter der Traufe (Schwegler-Kasten Nr. 17)



- Nistkasteneinheiten in Holzbauweise unter der Traufe



- Nistkasteneinheit unter der Traufe (Schwegler-Kasten Nr. 17)



- Nistkasteneinheit in der Klinkerwand (Schwegler-Kasten Nr. 17-2fach)



# Nisthilfen für Nisthilfen für Vögel, Fledermäuse, Insekten



- 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, Sukkulente, Kräuter, Gräser)
  - Lebensraum für Insekten
  - Nahrungsquelle und Nisthilfe für Vögel und Fledermäuse



© Optigrün international AG, Nutzungslaubnis erteilt



© Optigrün international AG, Nutzungslaubnis erteilt



© Optigrün international AG, Nutzungslaubnis erteilt

\*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, Mineapolis, 2007.)



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

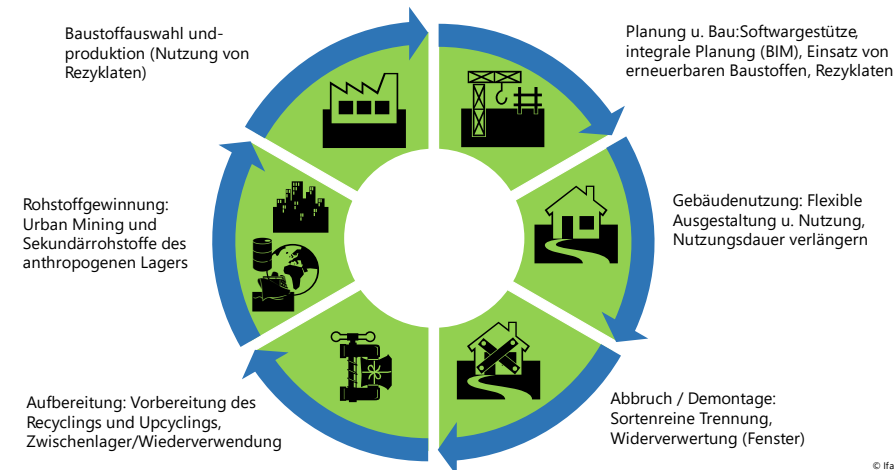


 **UPCYCLING  
ZENTRUM  
NEUNKIRCHEN**  
[www.upcycling-saar.de](http://www.upcycling-saar.de)



- 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

- 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



# IfaS

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit