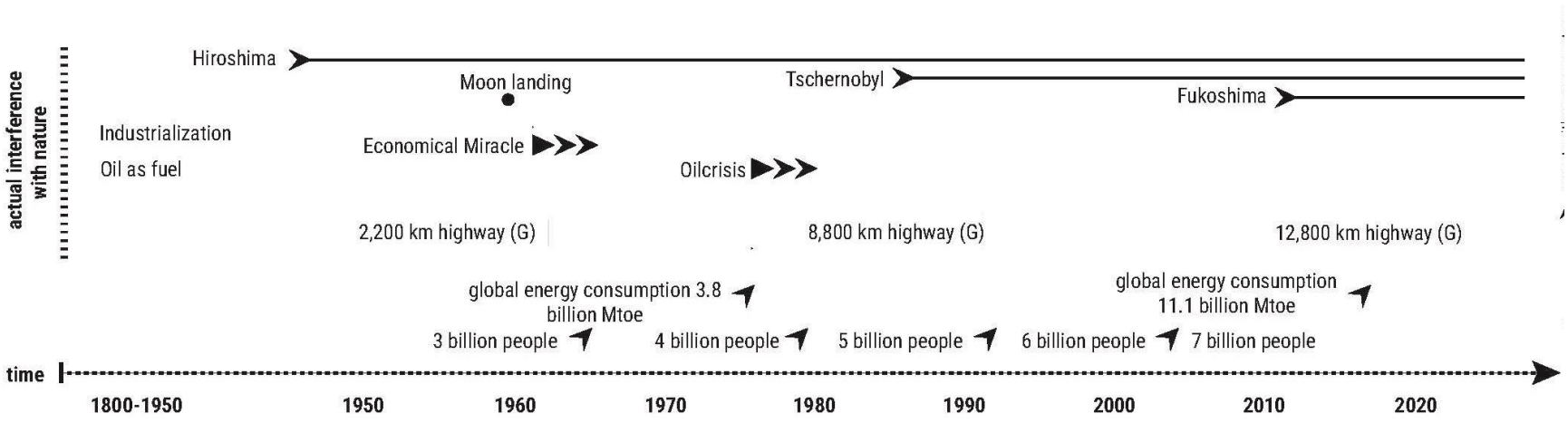
Reuse in Architecture | RWTH AACHEN UNIVERSITY

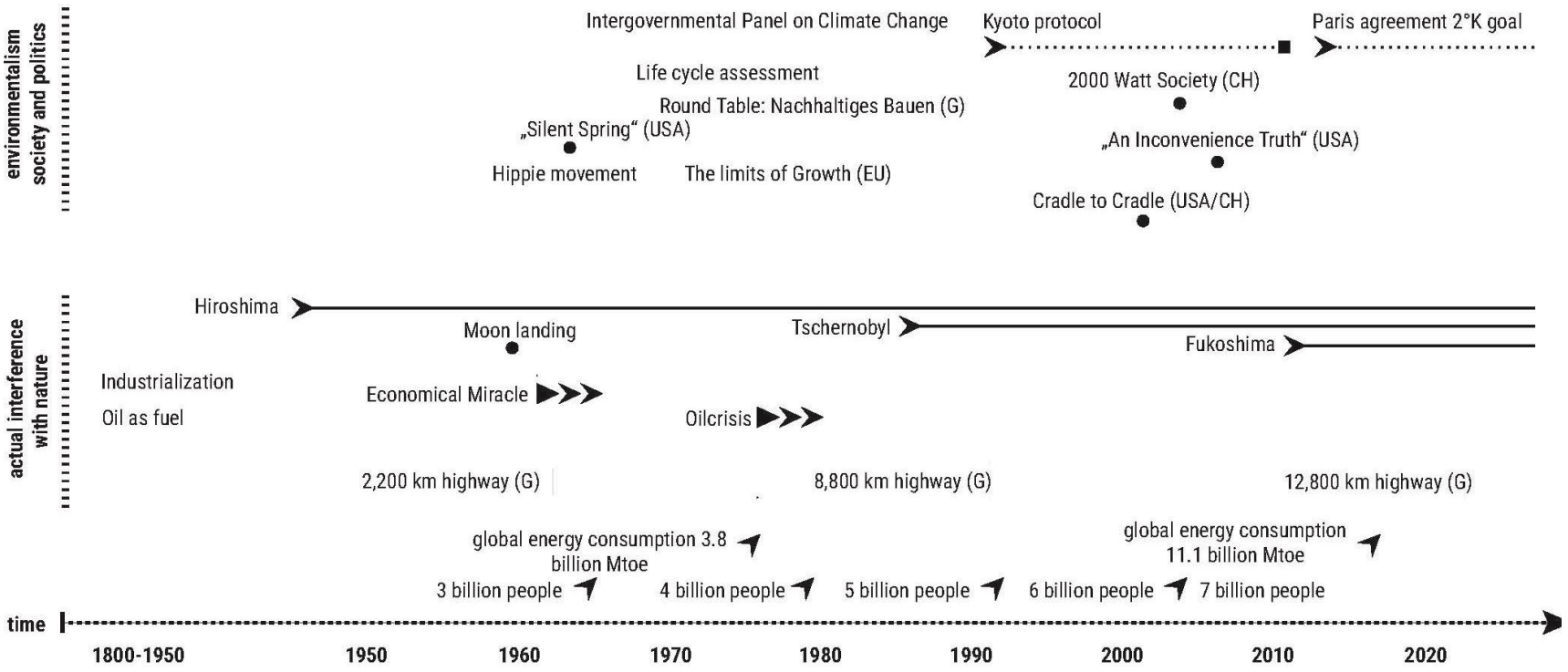
PERSPEKTIVE ZIRKULARITÄT IM BAUWESEN

Prof. Dr.-Ing. Linda Hildebrand
3.12.19, Bonn

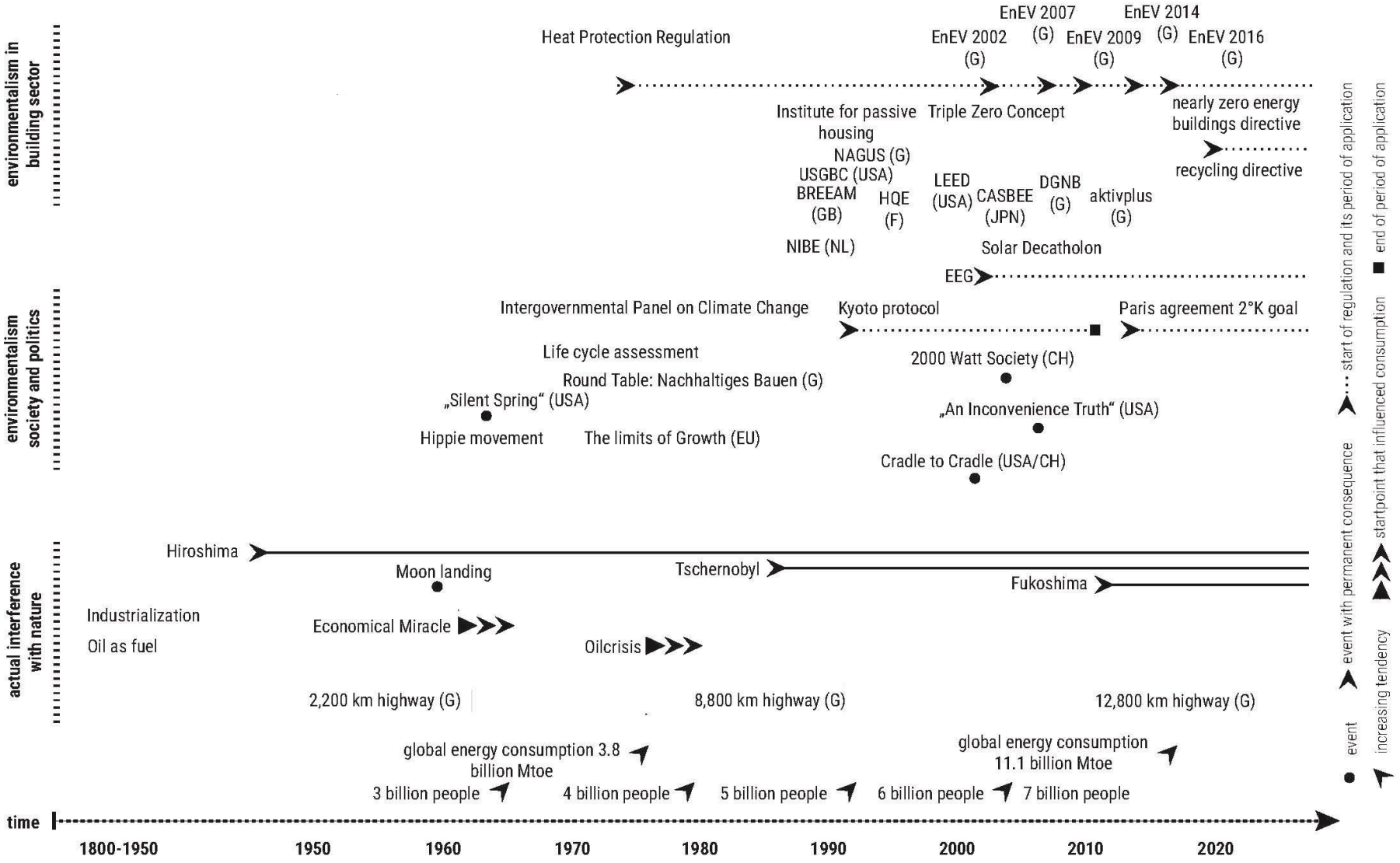
Umweltbeeinflussung und Bewusstsein darüber



Umweltbeeinflussung und Bewusstsein darüber



Umweltbeeinflussung und Bewusstsein darüber



Relevanz des Gebäudessektors

40% Emissionen (G)
50% Ressourcen
60% Abfall

Mehr als jeder andere Sektor hat der Bausektor die Verantwortung und das Potential das Verhältnis zwischen natürlicher und gebauter Umwelt zu verbessern.

Reduzierung der Treibhausgasemissionen

80% of German population agrees: man-made climate-change is a relevant topic.

„We are approaching **three to four degree** increase in temperature.“

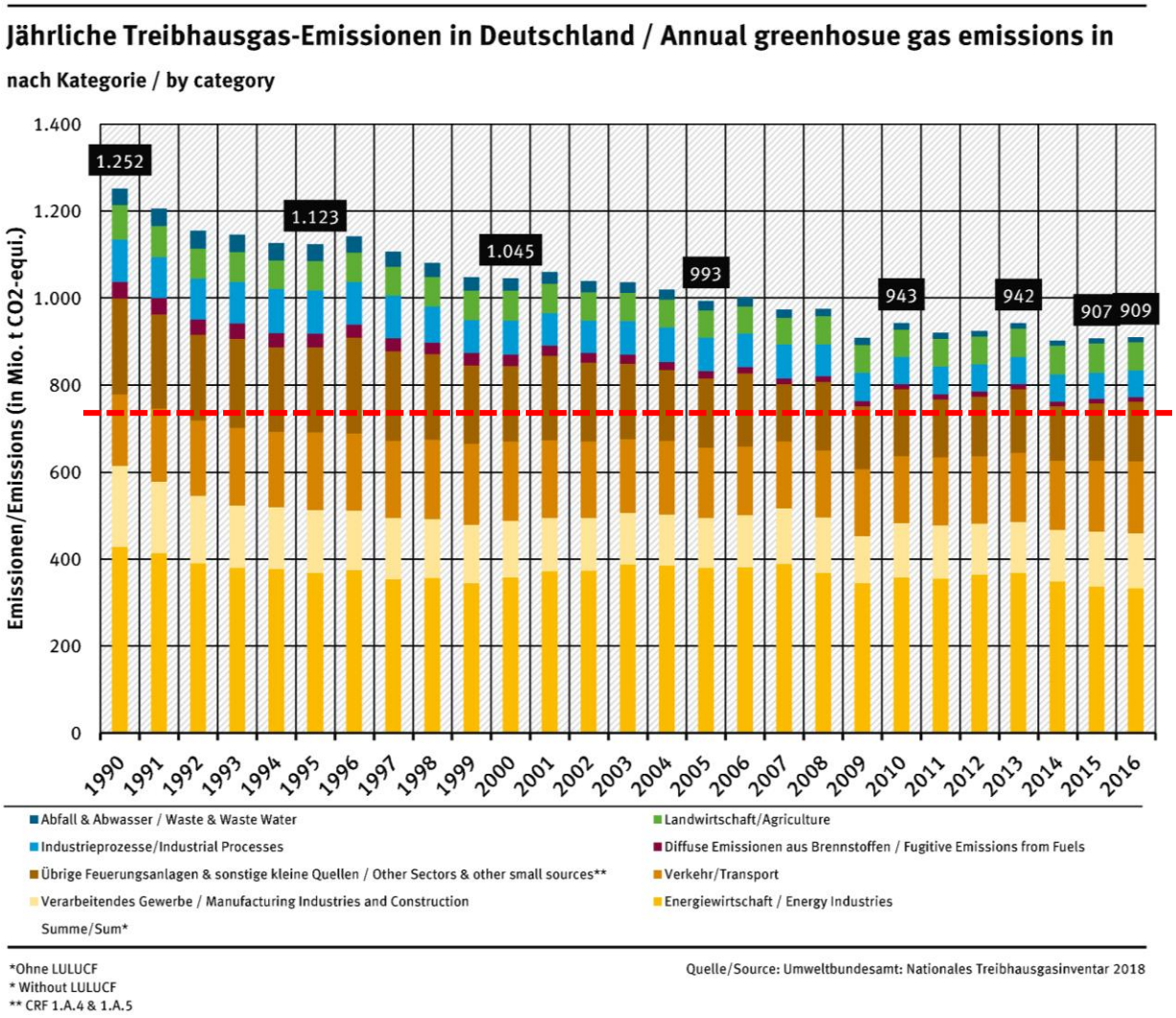
19.8.2018
Hans Joachim Schellnhuber, former Director of the Potsdam Institute for Climate Impact Research

80% der deutschen Bevölkerung sind sich einig: Vom Menschen verursachter Klimawandel ist ein relevantes Thema.

„Wir nähern uns einem Temperaturanstieg von drei bis vier Grad.“ 19.8.2018

Hans Joachim Schellnhuber, ehemaliger Direktor des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung

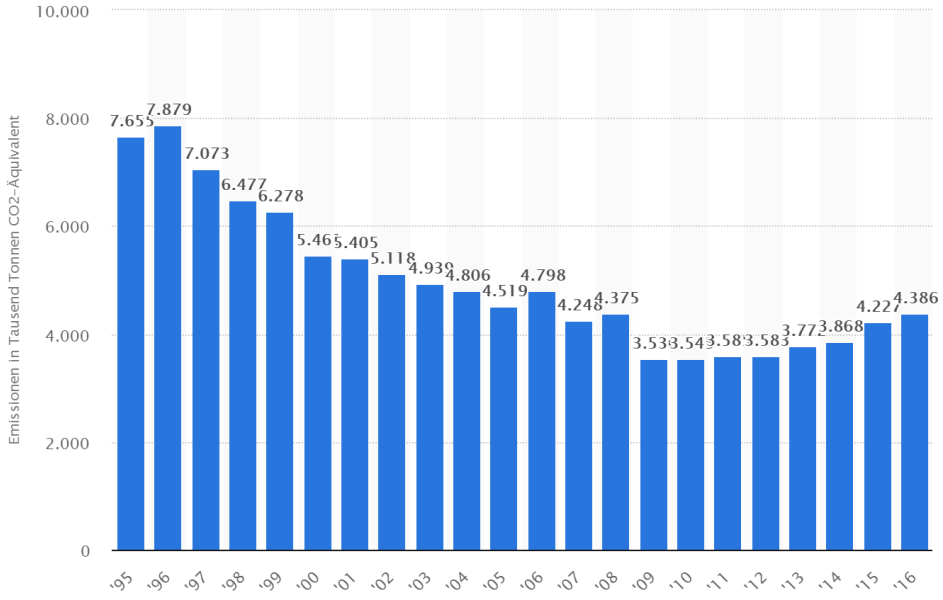
Reduzierung der Treibhausgasemissionen



Zielwert
750 Mio. t CO_2Ä.

Reduzierung der Treibhausgasemissionen

Treibhausgasemissionen des deutschen Bauhauptgewerbes* in den Jahren 1995 bis 2016 (in 1.000 Tonnen CO2-Äquivalent)

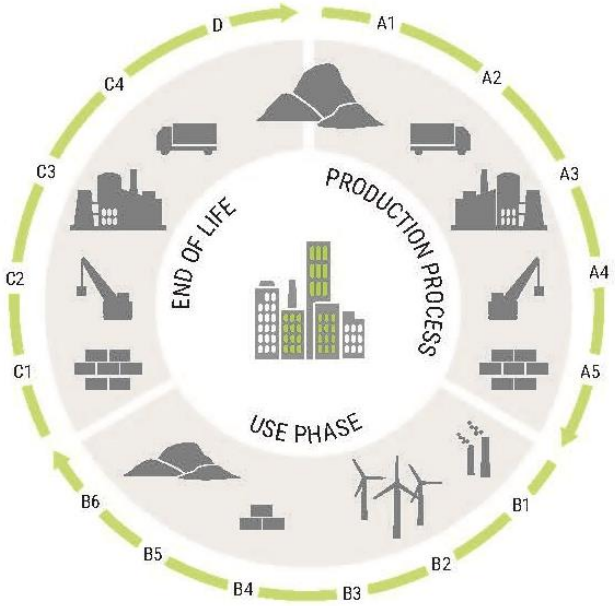


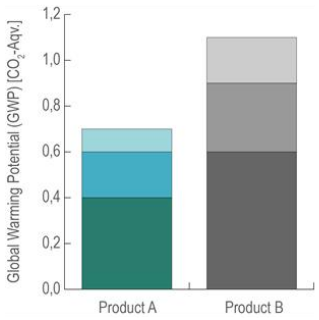
https://de.statista.com/statistik/daten/studie/476879/umfrage/treibhausgasemissionen-des-deutschen-bauhauptgewerbes/

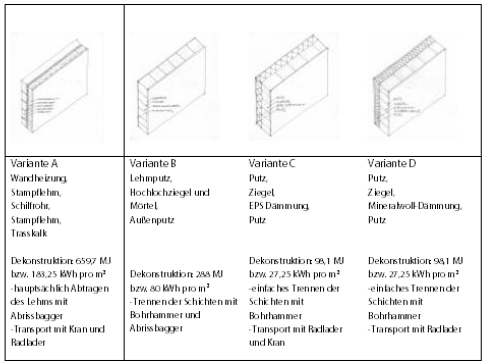
Ganzheitliche Betrachtung: Emissionen und Ressourcen

Betrachtung des Lebenszyklus
inklusive Herstellung und Rückbau

Nicht mehr nur Energieeffizienz
sondern auch Emissionseffizienz /
Ressourceneffizienz.







Variante A	Variante B	Variante C	Variante D
Wandheizung, Stampflehm, Schilfrohr, Stampflehm, Trasskalk	Lehmputz, Hochlochziegel und Mörtel Außenputz	Putz, Ziegel, EPS Dämmung, Putz	Putz, Ziegel, Mineralwoll-Dämmung, Putz
Dekonstruktion: 659,7 MJ bzw. 183,25 kWh pro m² -hauptsächlich Abtragen des Lehms mit Abrissbagger -Transport mit Kran und Radlader	Dekonstruktion: 288 MJ bzw. 80 kWh pro m² -Trennen der Schichten mit Bohrhammer und Abrissbagger	Dekonstruktion: 98,1 MJ bzw. 27,25 kWh pro m² -einfaches Trennen der Schichten mit Bohrhammer -Transport mit Radlader und Kran	Dekonstruktion: 98,1 MJ bzw. 27,25 kWh pro m² -einfaches Trennen der Schichten mit Bohrhammer -Transport mit Radlader

DBU Forschungsprojekt mit TUM,
TU Darmstadt, HaasCookZemmerich,
Alnatura Hauptzentrale Darmstadt

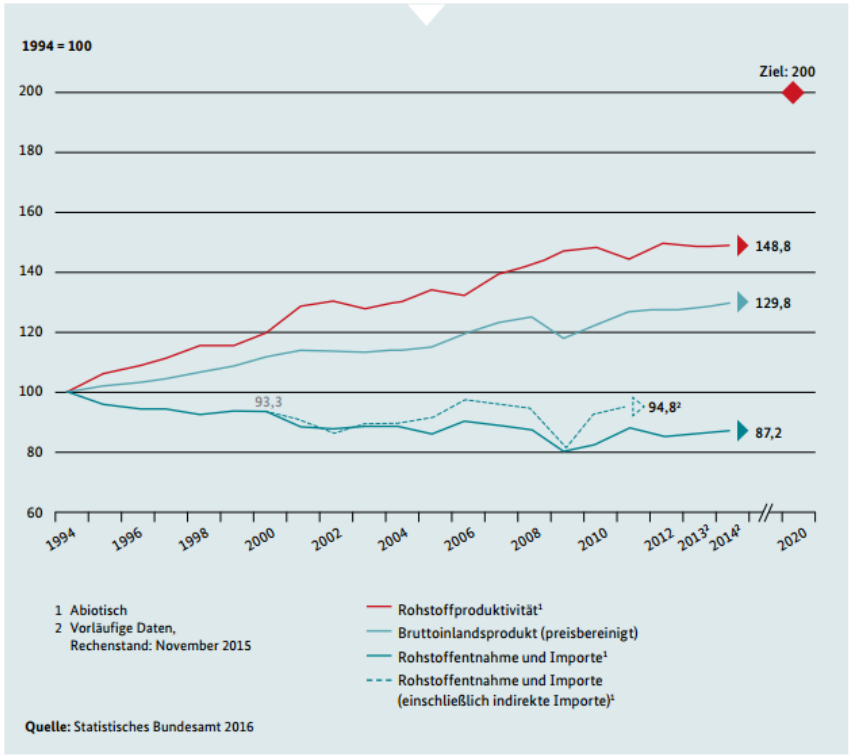
Die Grenzen von Effizienzbetrachtung

Verhältnis Bruttoinlandsprodukt zum Materialverbrauch – Überspitzt dargestellt: Entscheidung zwischen Wohlstand und Umweltverträglichkeit.

Lösung: Decoupling - Versuch zu entkoppeln

Deutsches Ressourceneffizienzprogramm II
Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen

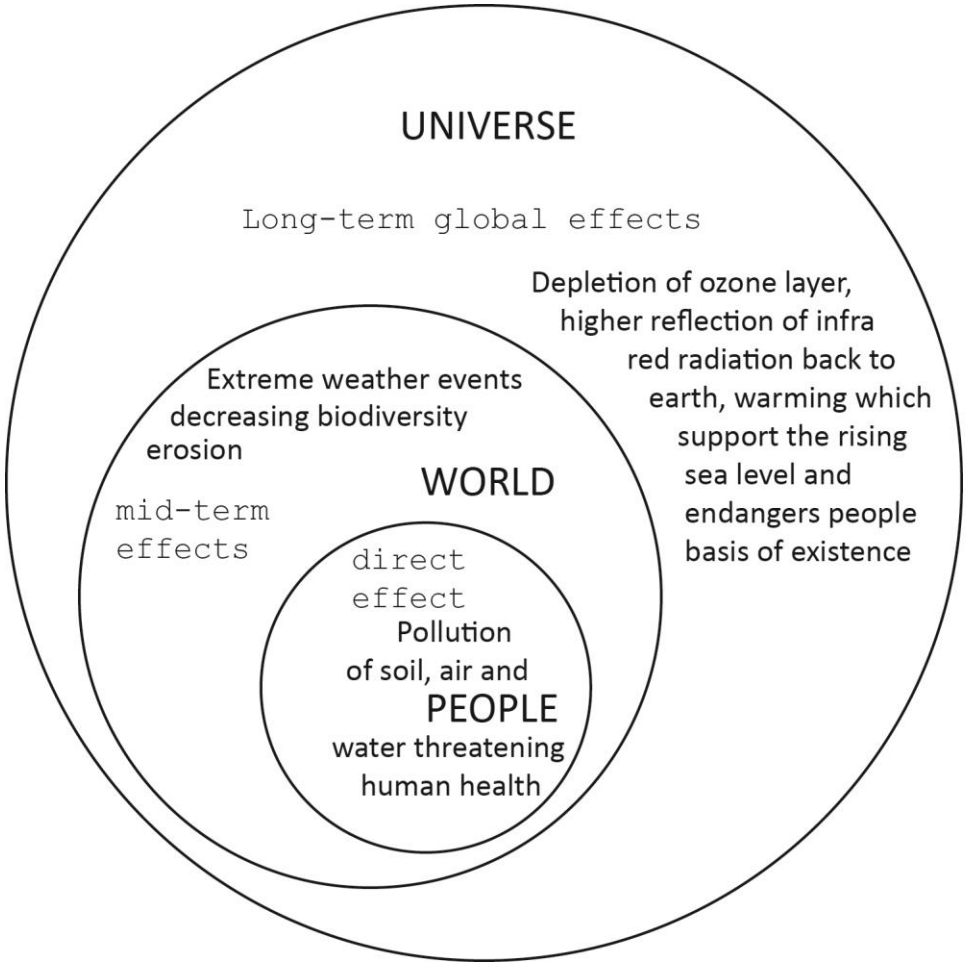
Abbildung 1: Rohstoffproduktivität und Wirtschaftswachstum



Zirkularität im Bauwesen

Decoupling von Wohlstand und Umwelteinfluss

Modell, das verschiedene Maßstäbe angewendet werden kann.

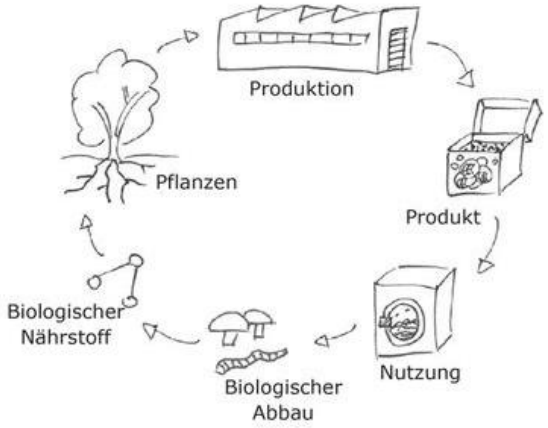


Zirkularität im Bauwesen

Decoupling von Wohlstand und Umwelteinfluss

Der Erhalt des Wertes von Produkten und Komponenten zur Aufrechterhaltung eines hohen Maßes an Funktionalität unterscheidet zwischen biologischen und technischen Kreisläufen.

Basierend auf der Cradle to Cradle Philosophie.



Zirkularität im Bauwesen

- **Werte im Kreislauf / Nutzungsmodell**
- **Informationsfluss**
- **Materialkreislauf**

Nutzungsmodell
Circular Economy

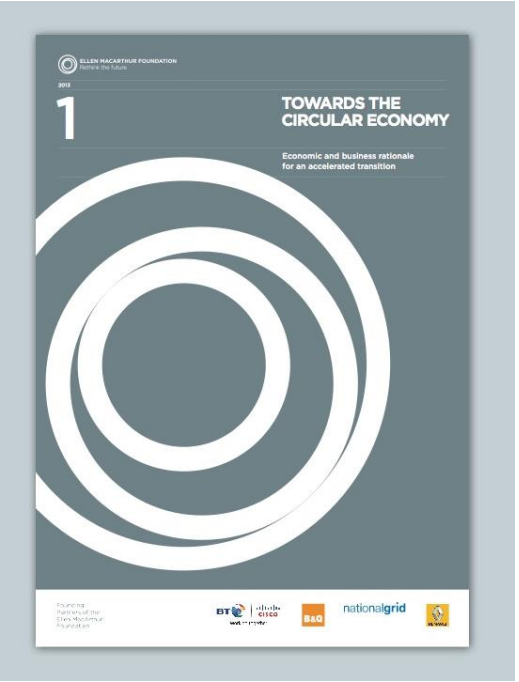
Der Erhalt des Wertes von Produkten und Komponenten zur Aufrechterhaltung eines hohen Maßes an Funktionalität unterscheidet zwischen biologischen und technischen Kreisläufen.

Basierend auf der Cradle to Cradle Philosophie.

Die **Ellen MacArthur Foundation** wurde 2010 gegründet und definiert Kriterien für Unternehmen.

Def. Ellen MacArthur Stiftung:

A circular economy is one that is restorative and regenerative by design, and which aims to keep products, components and materials at their highest utility and value at all times, distinguishing between technical and biological cycles.



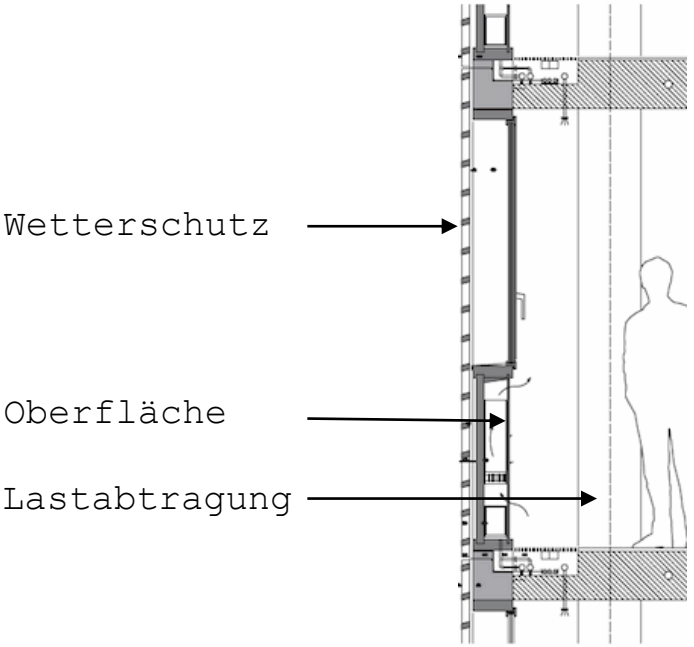
Nutzungsmodell

Circular Economy

Erhalt der Produktqualität durch verlängerte Nutzungszyklen.

Vom Besitzer zum Betreiber /
Vom Konsumenten zum Nutzer
Vom Produkt zum Service

→ Veränderte Nutzungsmodelle



Nutzungsmodell

Circular Economy

Erhalt der Produktqualität durch verlängerte Nutzungszyklen.

Vom Besitzer zum Betreiber /
Vom Konsumenten zum Nutzer
Vom Produkt zum Service

- → Veränderte Nutzungsmodelle
- → Wirtschaftliches und ökologisches Interesse zusammenbringen
- → Die Verantwortung für die Wartung liegt beim Eigentümer
- → Es steht dem Architekten frei, sich auf das Design zu konzentrieren

Architect Thomas Rau worked with Philips to purchase light as a service. The end result was a bespoke 'pay-per-lux' intelligent lighting system to fit the requirements of the space, at a manageable price. Philips retain control over the items they produce, enabling better maintenance, reconditioning and recovery.

I told Philips, 'Listen, I need so many hours of light in my premises every year. If you think you need a lamp, or electricity, or whatever – that's fine. But I want nothing to do with it. I'm not interested in the product, just the performance. I want to buy light, and nothing else.
- Thomas Rau

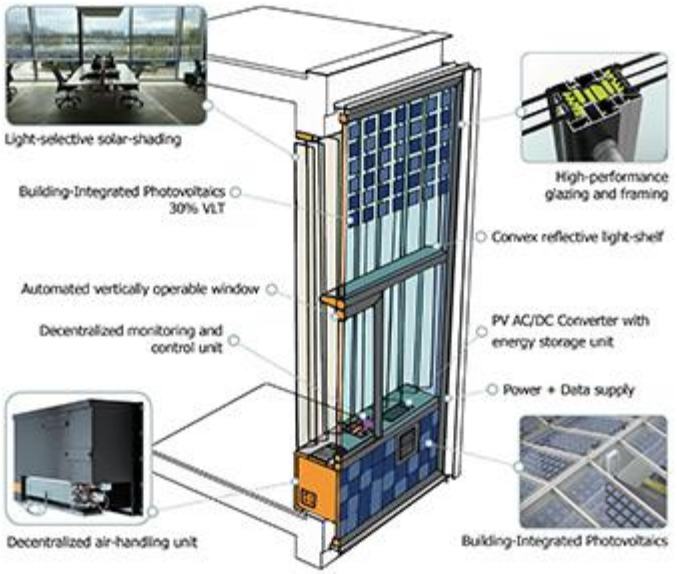
Nutzungsmodell

Circular Economy

Erhalt der Produktqualität durch verlängerte Nutzungszyklen.

Vom Besitzer zum Betreiber /
Vom Konsumenten zum Nutzer
Vom Produkt zum Service

- → Veränderte Nutzungsmodelle
- → Wirtschaftliches und ökologisches Interesse zusammenbringen
- → Die Verantwortung für die Wartung liegt beim Eigentümer
- → Es steht dem Architekten frei, sich auf das Design zu konzentrieren
- → Neue Geschäftsmodelle



Project initiators

TU Delft · ALUECO · VMRG · eit Climate-KIC

Project partners

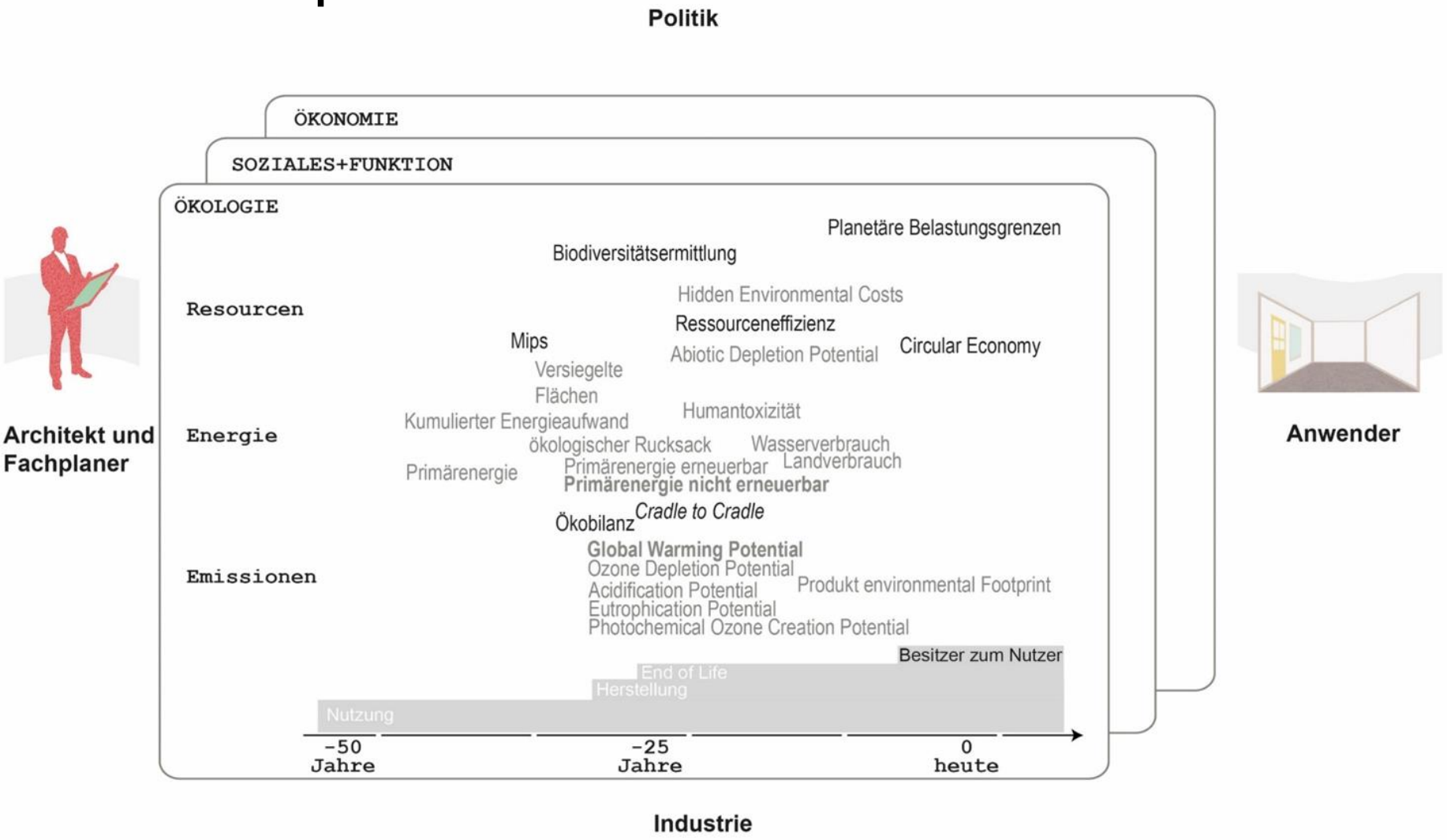
KAWNEER (Aluminium systems) · ALKONDOR (Facade fabricator) · TROX TECHNIK (Air-handling systems) · somfy (Automation and control) · RENSON (Shading and ventilation)

Scheuten (Glass and BIPV) · DE HAAN WESTERHOFF (Solar shading) · Real Capital Systems (Business engineering) · KINDOW (Solar screening) · Schuurman (Electrotechnical solutions)

VML TECHNOLOGIES (Media facades) · ALDOWA (Metal facade claddings) · panelen holland (Aluminium panels) · MHZ (Solar shading)

Informationsfluss

Natürliche und gebaute Umwelt – Ressourcenspeicher Gebäude



Informationsfluss
Natürliche und gebaute Umwelt – Ressourcenspeicher Gebäude

Es muss eine geordnete Zuordnung von Information zu Akteur und Planungsphase geben, damit eine Information sinnvoll als Teil des Gebäudes umgesetzt wird.

FERTIGSTELLUNGSGRADE NACH LEISTUNGSPHASEN

Grundlagenermittlung M 1:1000 - M 1:200	I. d. R. kein Bauwerksmodell gefordert. Ausgangsdaten (Baugelände, Raumprogramm) werden vom Bauherrn vorgegeben.	2D Raumprogrammmodell
Vorentwurfsplanung M 1:500 - M 1:200 LOD 100	Bauwerksmodell auf Grundlage des Raumprogramms als Darstellung der Entwurfsidee für den Bauherrn. Modellvarianten dienen der Entscheidungsfindung.	Massenmodelle
Entwurfsplanung M 1:200 – M1:100 LOD 200	Raummodell wird über Begrenzungselemente (Wand, Decke) auf Grundlage des Vorentwurfs erstellt. Sämtliche Bauteile werden typgerecht modelliert und bezeichnet.	Entwurfsmodell
Genehmigungsplanung M 1:100 - M 1:50 LOD 300	Alle Bauteile werden präzise angelegt werden; Modellelemente enthalten sämtliche alphanumerische Informationen für die Baueingabe.	Detailliertes Gebäudemodell für die Genehmigungsplanung
Ausführungsplanung M 1:50 - M 1:10 LOD 400	Erstellung von Ausführungsmodellen als Grundlage für Auswertungen (Massenermittlung, Kostenschätzung, Energieberechnung, Generieren von Bauteillisten, usw.) und Koordinierung.	Ausführungsmodell
Objektdokumentation M 1:50 - M 1:10 LOD 500	Fachmodelle dienen der Objektdokumentation für das Computer Aided Facility Management. Detaillierung entspricht dem vorherigen Fertigstellungsgrad.	Dokumentationsmodell

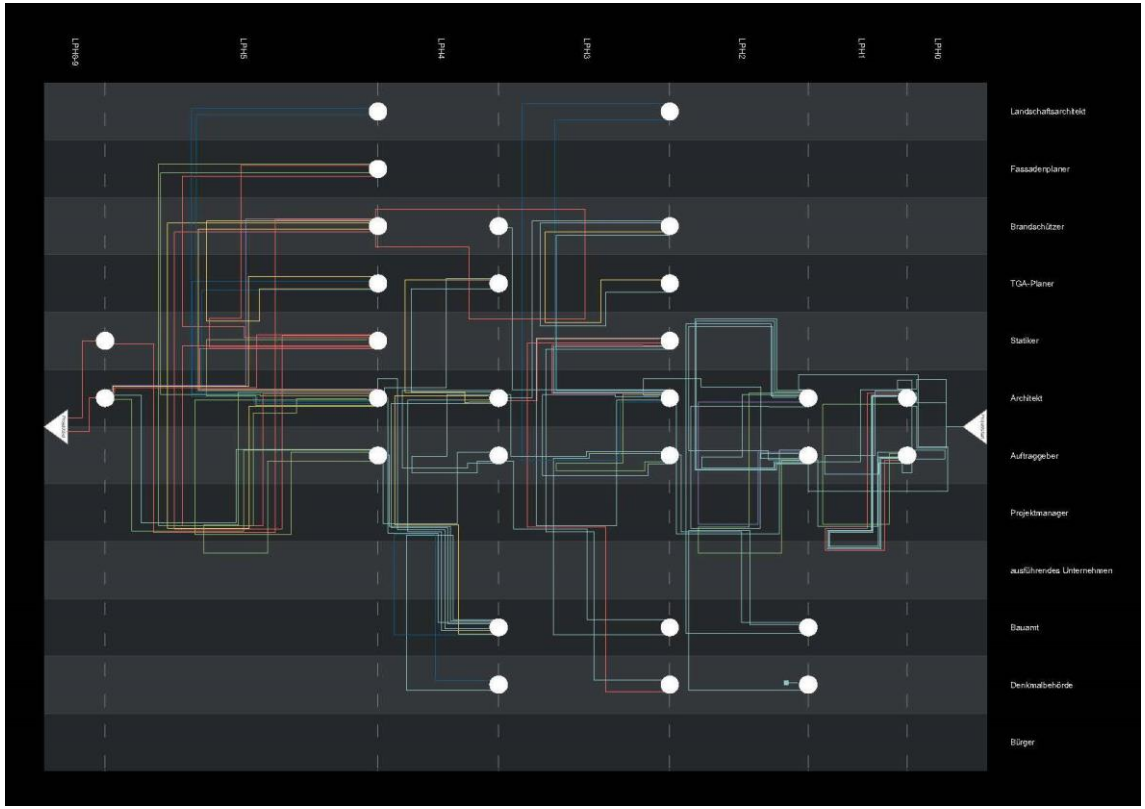
Forschungsmodul Informierter Entwurf mit Werkzeugkulturen, 2017, RWTH Aachen

Informationsfluss

Natürliche und gebaute Umwelt – Ressourcenspeicher Gebäude

Systematische Darstellung eines Planungsprozesses.

Informationsverwaltungsmodelle um Planungsentscheidungen zu dokumentieren.



Informationsfluss

Natürliche und gebaute Umwelt –
Ressourcenspeicher Gebäude

Materialkreislauf

Natürliche und gebaute Umwelt – Ressourcenspeicher Gebäude

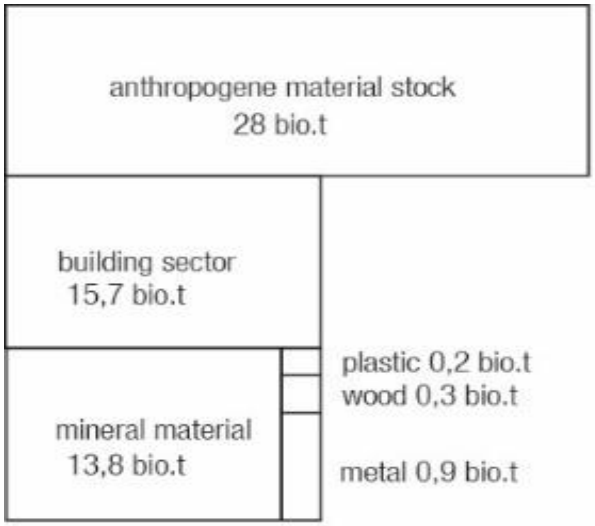
50% Ressourcen
40% Emissionen (G)
60% Abfall

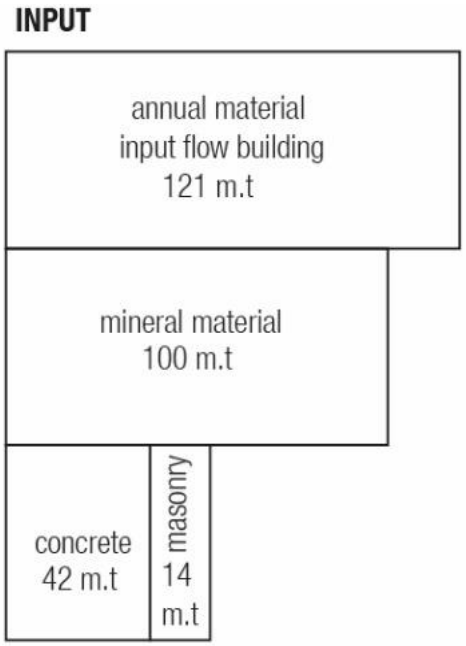
Zu viel Abfall

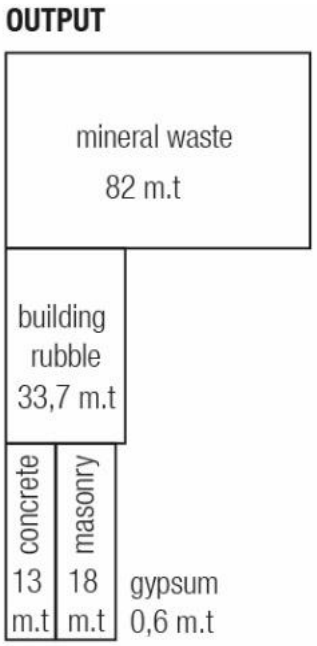
Begrenzte Ressourcen

Materialkreislauf

Natürliche und gebaute Umwelt – Ressourcenspeicher Gebäude







Materialkreislauf

Natürliche und gebaute Umwelt – Ressourcenspeicher Gebäude

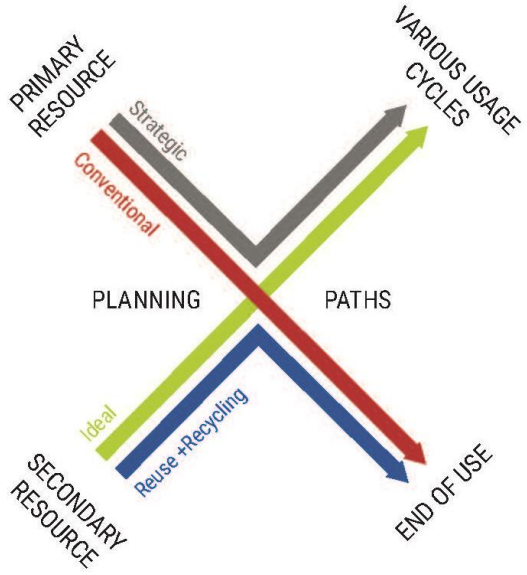
Planungsstrategien

Konventionell - Produkte werden verbaut ohne Nachnutzungskonzept

Reuse und Recycling – Produkte mit Anteil wiedergenutzter oder wiederverwerteter Rohstoffe

Strategisch – Produkte aus primären Rohstoffen, die potentiell ausgebaut und weitergenutzt oder hochwertig rezykliert werden können

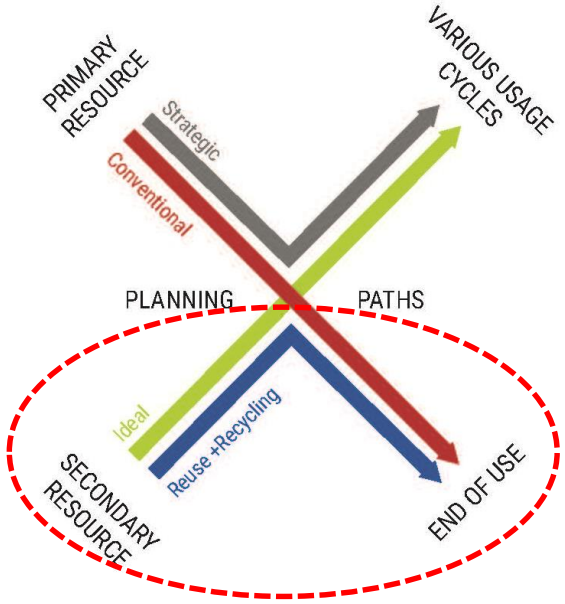
Kreislaufgerechte Einsatz – Produkte aus sekundären Rohstoffen, die so verbaut werden, dass eine Nachnutzung möglich ist.



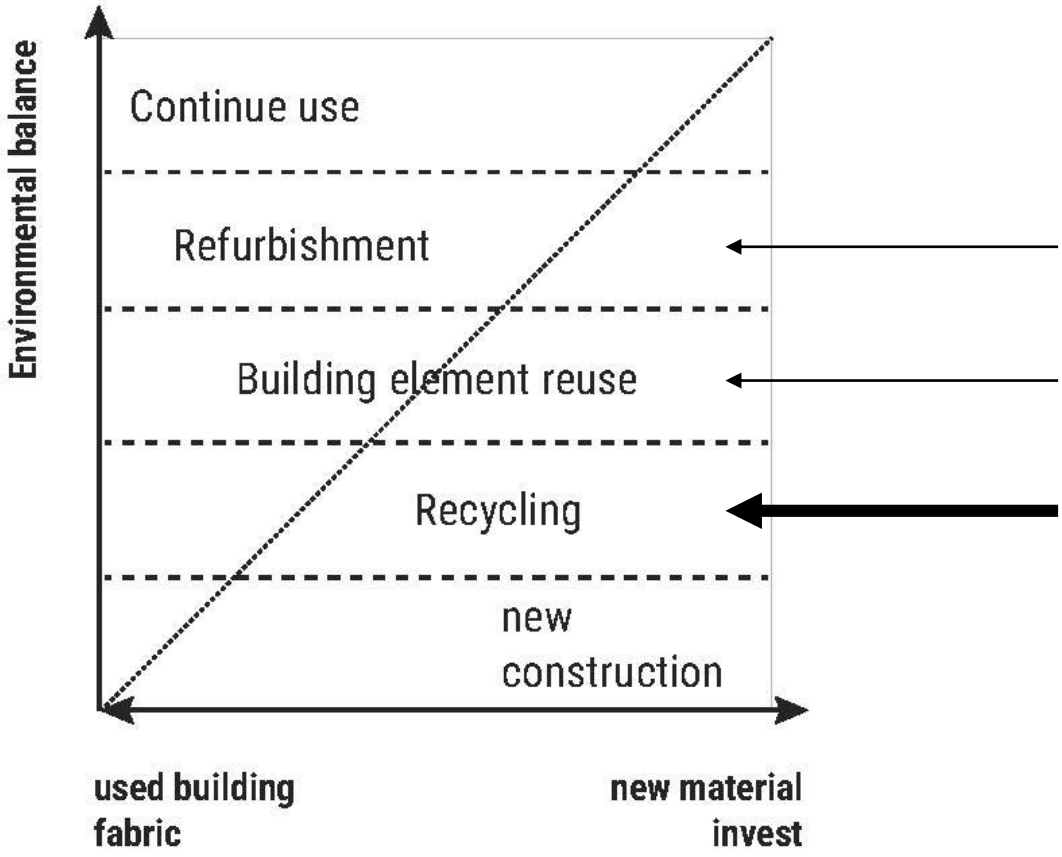
Wiederverwendung und Wiederverwertung

Planungsstrategien

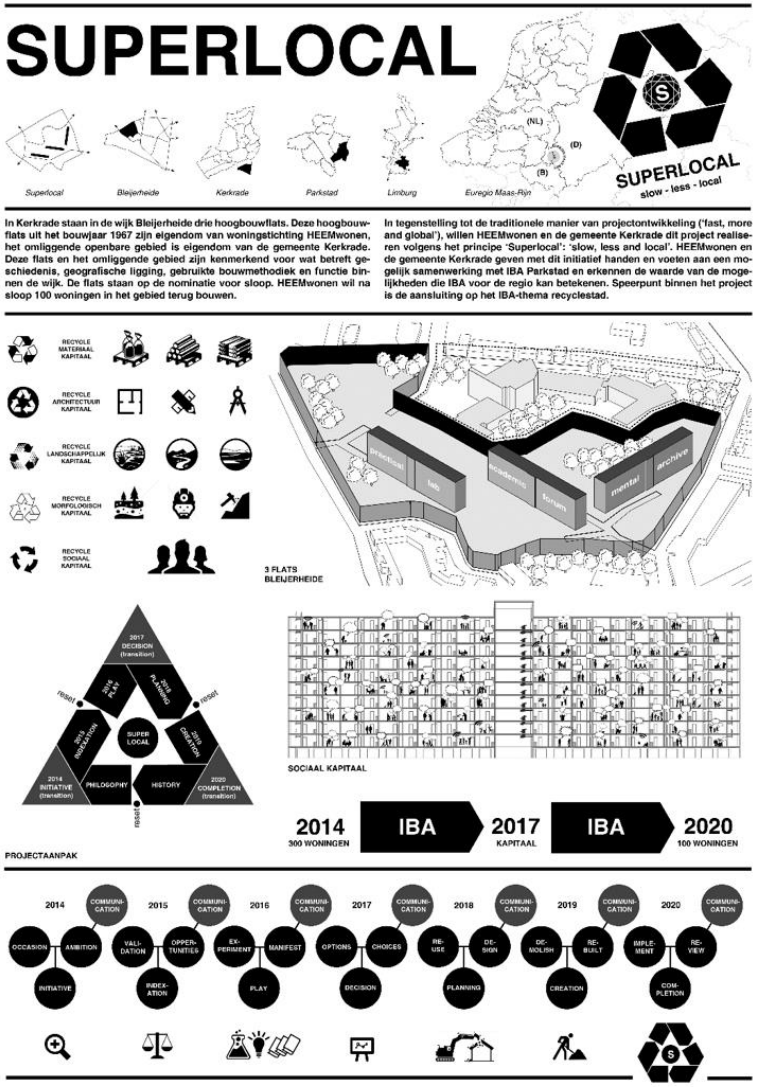
Reuse und Recycling – Produkte mit Anteil wiedergenutzter oder wiederverwerteter Rohstoffe

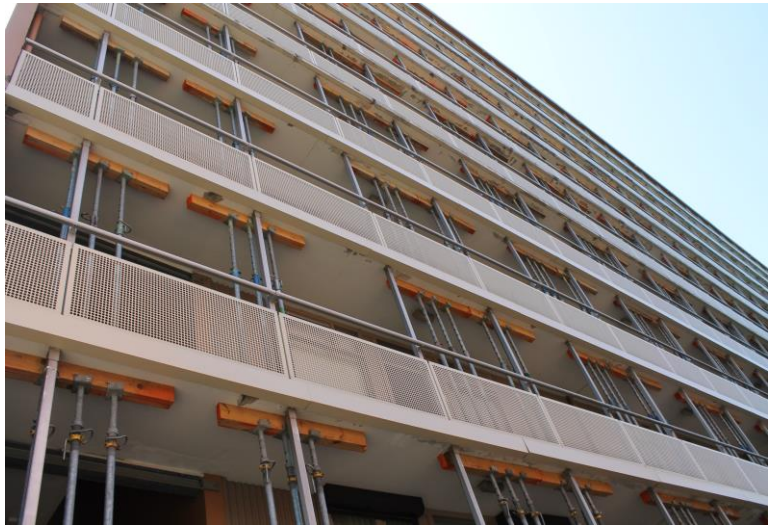


Integration von Wiederverwendung und Wiederverwertung

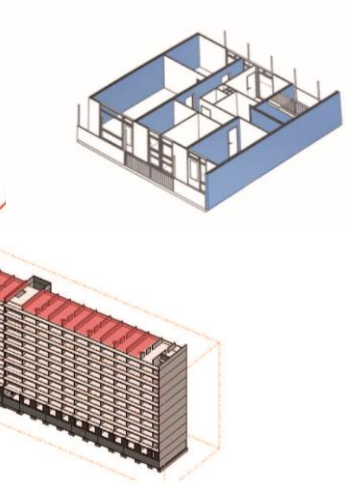


Integration von Wiederverwendung und Wiederverwertung

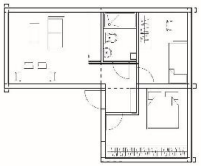




Integration von Wiederverwendung und Wiederverwertung



SUPERLOCAL RECYCLING ARCHITECTURE | MARIE MAJEUX | AGNIESZKA TURCZYŃSKA | 23.02.16

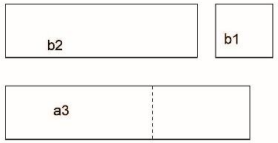


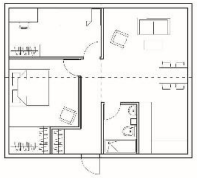
TYPE 2 :
Area : 45m
For 3 people

30 modules

3 Slabs : Type A + C + D
5 Walls : - B2
- B2
- A3/2
- B1
- B2

Total : 30 x 3 = 90 Slabs
30 x 5 = 150 Walls



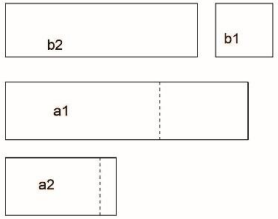


TYPE 3 :
Area : 62.5 m
From 3 to 4 people

30 modules

4 Slabs : Type A + B + C + D
4 Walls : - A2
- A1/2
- B1
- B2

Total : 30 x 4 = 120 Slabs
30 x 4 = 120 Walls



Integration von Wiederverwendung und Wiederverwertung

Sanierung der Neuen Nationalgalerie von Ludwig Mies van der Rohe

Die Wiederverwendung von Elementen ist arbeitsintensiv und unterscheidet sich von einem herkömmlichen Planungsprozess. Ist das Objekt wertvoll, wird ein umfangreicher Aufwand betrieben.

Es geht um die Definition von Wert; Er umfasst bisher kulturelle und ökonomische Güter. Ist eine Erweiterung auf ökologische denkbar?

(1)

(2)

(4)

(3)

(1) Scaffolded New National Gallery
(2) Exhaust air grille from the exhibition hall with 16-digit coding
(3) Dismantling of the luminaires worthy of preservation in the lobby of the administration area
(4) Watches and lamps carefully stored

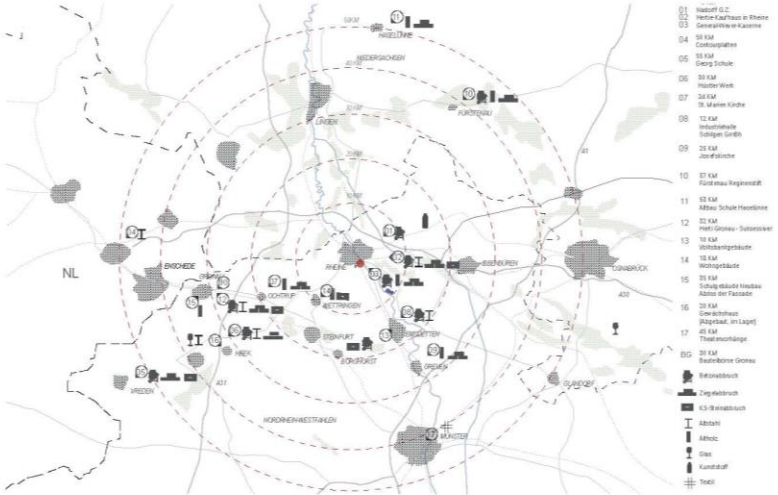
Source: http://www.bbr.bund.de/SiteGlobals/Functions/Hauptspalte/DE/BBR/Buehne_Box/inhalt/nng-baustelle-neue-nationalgalerie.html

Integration von Wiederverwendung und Wiederverwertung

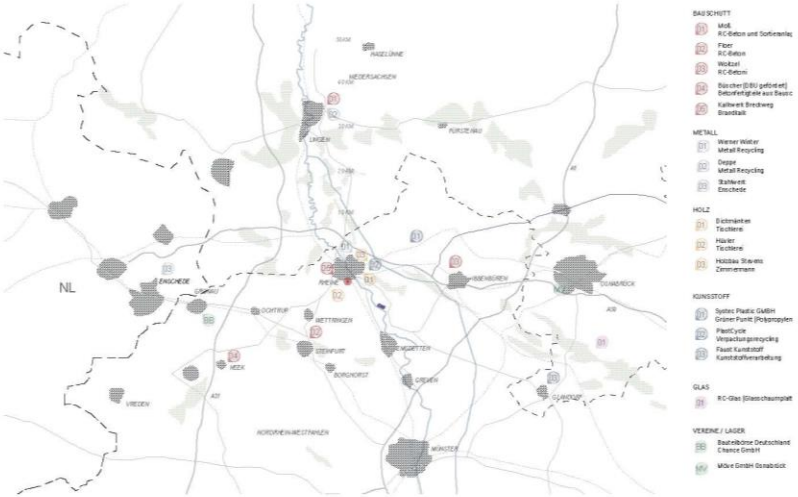
Lücken im System

- Zugänglichkeit sekundärer Rohstoffe
- Garantie und Gewährleistung schwierig/ Prüfung Schadstoffe

HARVESTMAP



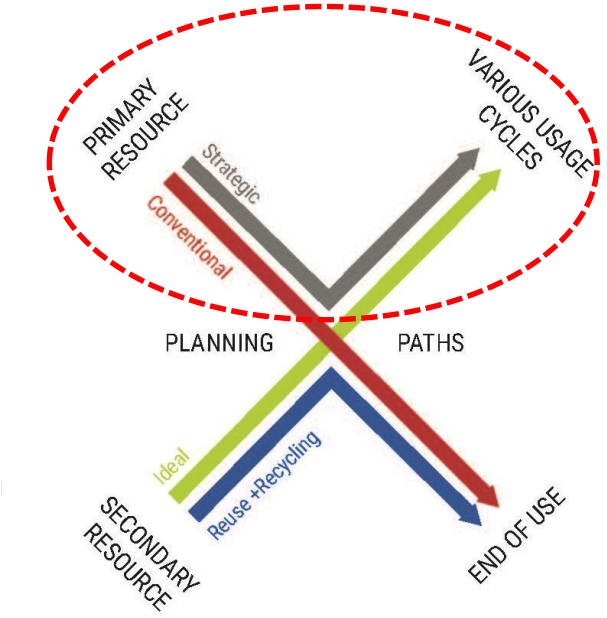
RECYCLING UND AUFBEREITUNG



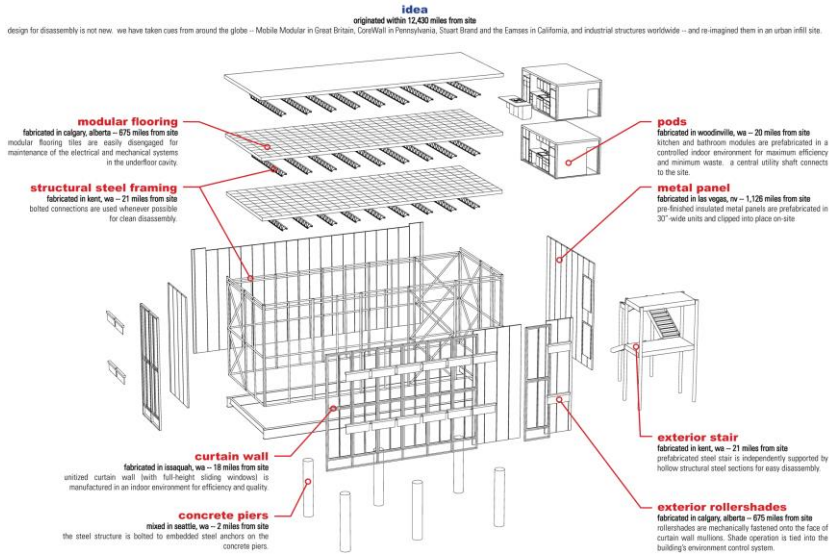
Strategische Planung für zukünftige Verwertung

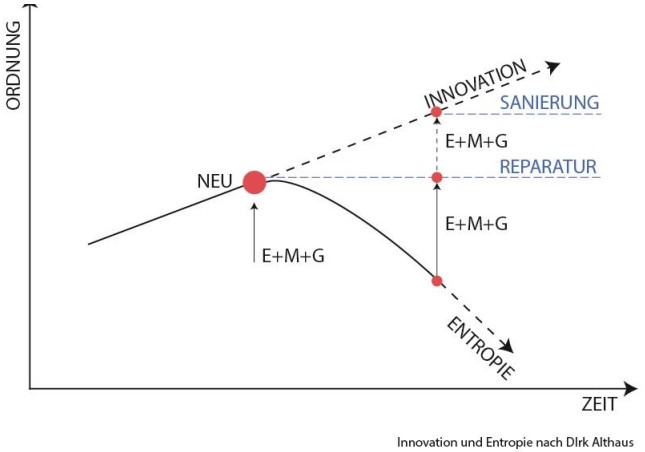
Planungsstrategien

Strategisch – Produkte aus primären Rohstoffen, die potentiell ausgebaut und weitergenutzt oder hochwertig rezykliert werden können

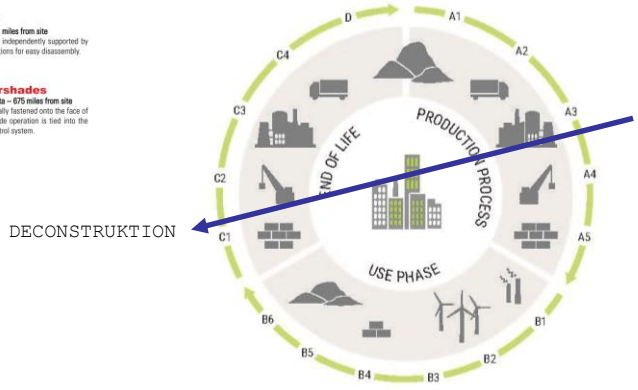


Strategische Planung für zukünftige Verwertung



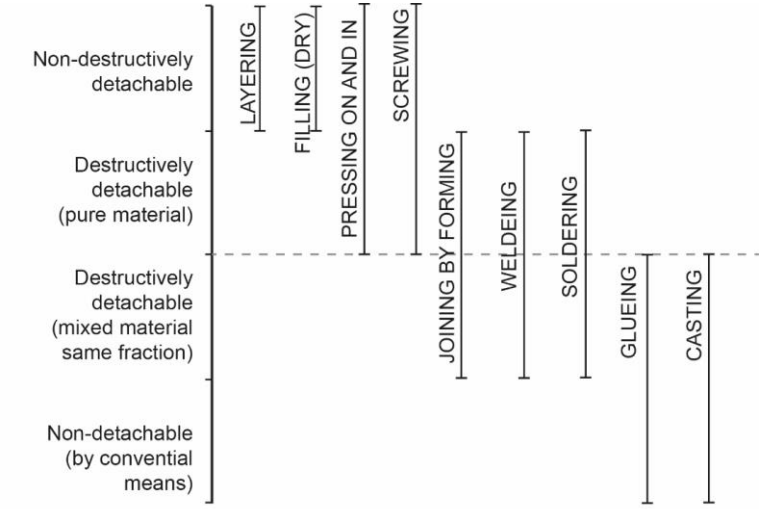


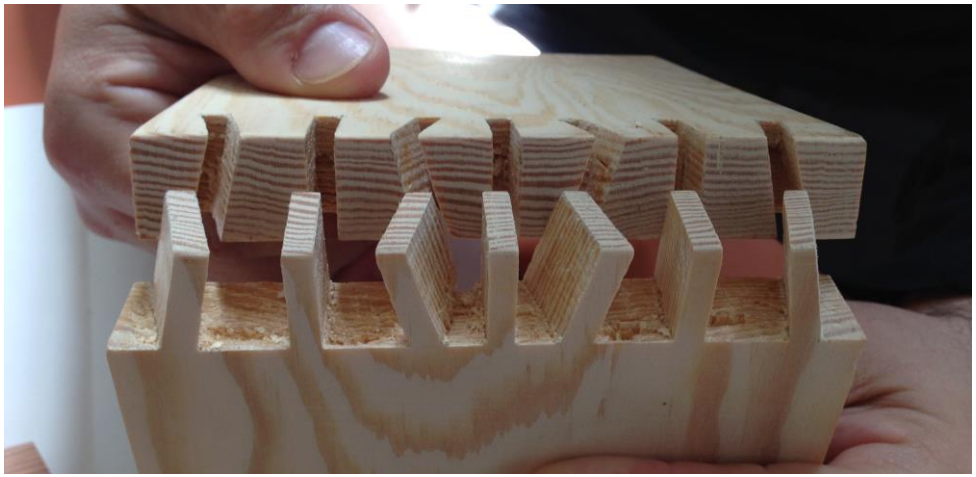
Innovation und Entropie nach DIrk Althaus

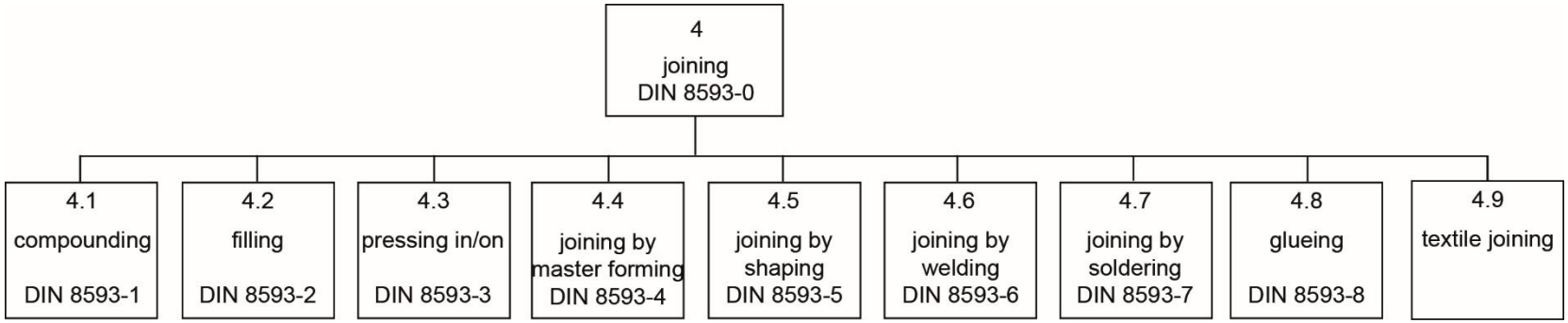


Strategische Planung für zukünftige Verwertung

Robotic disassembly of facades and refurbishment system







Strategic planning to harvest material in the future

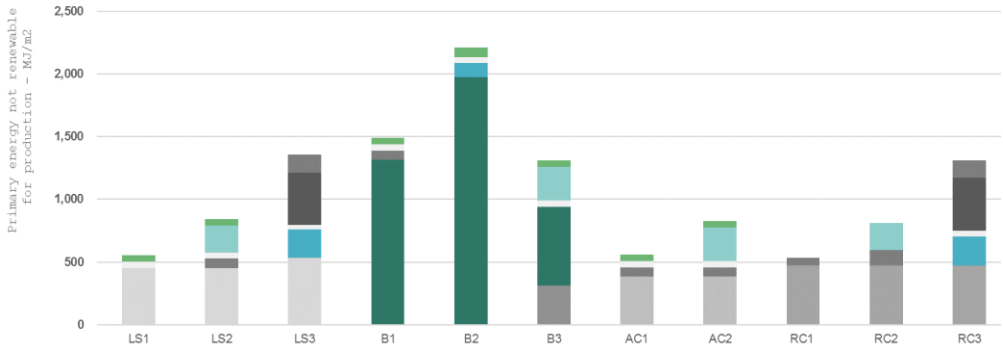
Robotic disassembly of facades and refurbishment system

Zerstörungsfrei lösbar

Zerstörend lösbar (sortenrein)

Zerstörend lösbar (vermischt)

Kritische Materialien

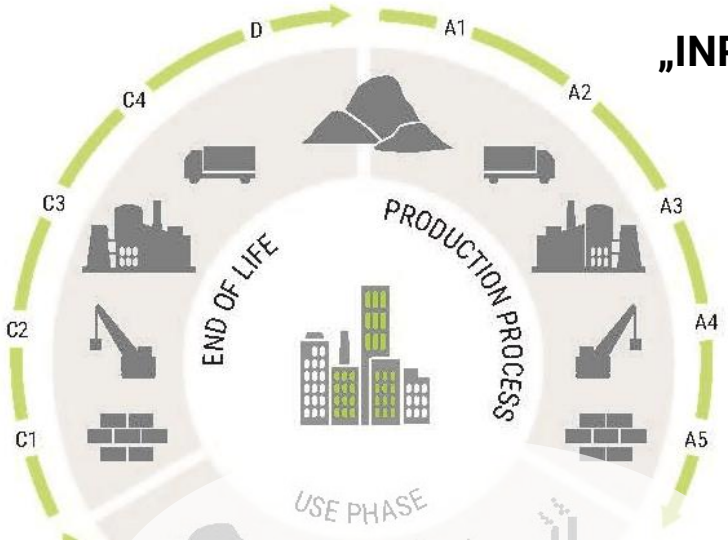


GWP für 1m² Fassade (rb)

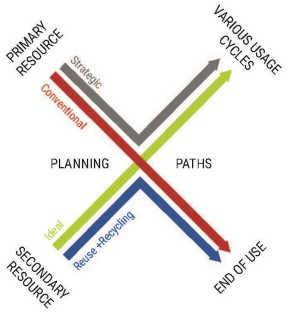
Year	Material: Limestone (LS)	Brick (B)	Areated concrete (AC)	Reinforced concrete (RC)
1950	LS 1 Plaster 2 cm Wall 24 cm Mortar	B 1 Plaster 2 cm Wall 24 cm Mortar Render 2,5 cm		RC 1 Plaster 2 cm Wall 20 cm
1980	LS 2 Plaster 2 cm Wall 24 cm Mortar Insulation mineralwool 8 cm Render 2,5 cm	B 2 Plaster 2 cm Wall 24 cm Mortar Insulation mineralwool 8 cm Wall 11,5 cm	AC 1 Plaster 2 cm Wall 24 cm Render 2,5 cm	RC 2 Plaster 2 cm Wall 20 cm Insulation 8 cm Render 2,5 cm
2010	LS 3 Plaster 2 cm Planstein Wall 40/20?cm Substructure Aluminium 20 cm Insulation Mineralwool 16 cm Cladding Eternit 1 cm	B 3 Plaster 2 cm Wall 50/ 24m Insulation 10cm Render 2,5 cm	AC 2 Plaster 2 cm Wall 20 cm Insulation 8 cm Render 2,5 cm	RC 3 Plaster 2 cm Wall 20 cm Substructure Aluminium 20 cm Insulation Mineralwool 16 cm Cladding Eternit 1 cm

Quantifizierung Zirkularität

„POTENTIAL OUTPUT“



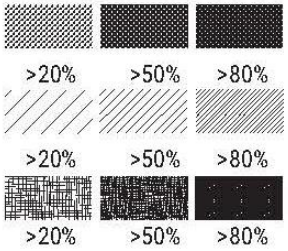
„INPUT“



Bestimmung der Fügung und Zuordnung in vier Fraktionen

- Fraktion A (zerstörungsfrei lösbar)
- Fraktion B (zerstörend lösbar, sortenrein)
- Fraktion C (zerstörend lösbar, vermischt)
- Fraktion D (kritische Materialien)

Unterscheidung in Wiederverwendung (Komponenten und Produkte), Recycling (zerkleinerte und verarbeitete Baustoffe) und nachwachsende Rohstoffe



Material mit Wiederverwendung

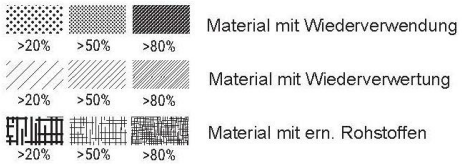
Material mit Wiederverwertung

Material mit ern. Rohstoffen

Quantifizierung Zirkularität

Einbeziehen der Methode in Revit und Testen mit Studierenden.

Legende

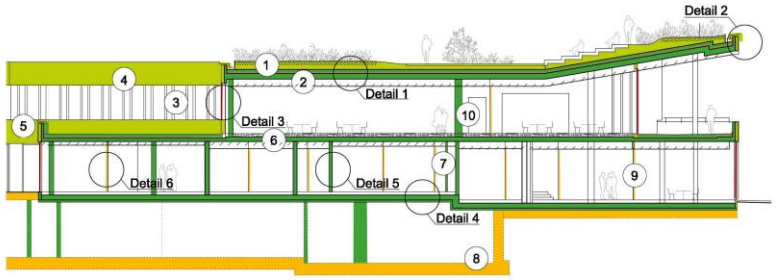


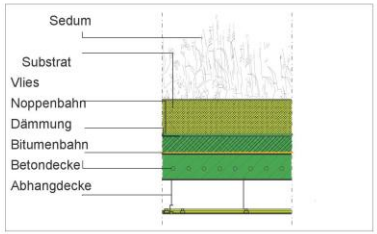
Fraktion A (zerstörungsfrei lösbar)

Fraktion B (zerstörend lösbar, sortenrein)

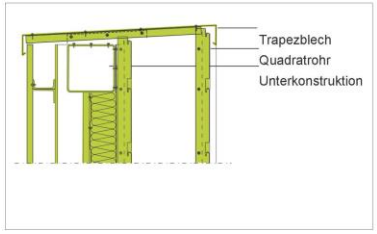
Fraktion C (zerstörend lösbar, vermischt)

Fraktion D (kritische Materialien)

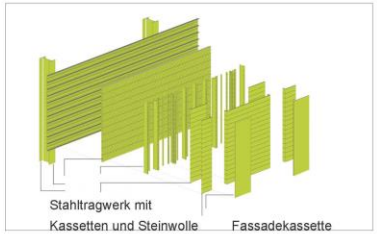




Detail 1: Dachaufbau

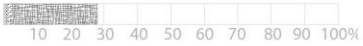


Detail 2: Attika



Detail 3: Fassade

Input



potentieller Output

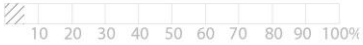
Das Gesamtgewicht des Daches beläuft sich auf 3.813.655,00 kg. Bezogen auf den potenziellen Output: Fraktion A - 1.080.789,82 kg; Fraktion B- 161.698,97 kg; Fraktion C - 2.542.945,15 kg; Fraktion D - 28221,04 kg

Input

potentieller Output

Das Gesamtgewicht der Attika beläuft sich auf 7.780,5 kg. Bezogen auf den potenziellen Output: Fraktion A - 7.780,5 kg.

Input

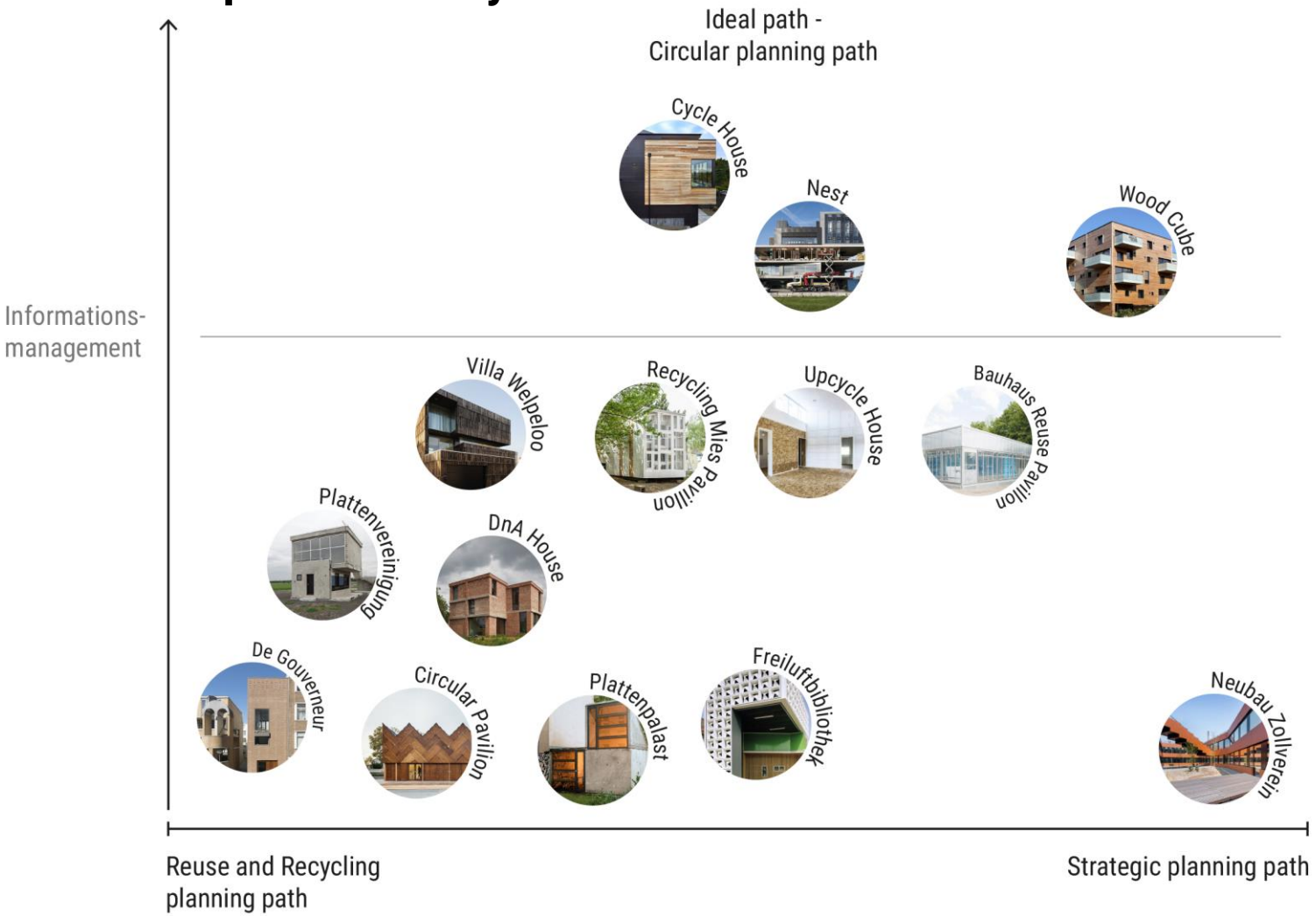


potentieller Output

Das Gesamtgewicht der Fassade beläuft sich auf 379,01 kg. Bezogen auf den potenziellen Output: Fraktion A - 379,01 kg.

Materialkreislauf und Informationsfluss

Status quo circularity in the built environment



Perspektiven für zirkuläre Wertschöpfung

Effizienzbetrachtungen beziehen sich auf ein Gebäude – Zirkularität adressiert das System

+ Es braucht das Denken in den Kreisläufen Material, Wert aus Perspektive der Nutzer und Betreiber und den dazu gehörigen Informationsfluss.

Perspektiven für zirkuläre Wertschöpfung

Effizienzbetrachtungen beziehen sich auf ein Gebäude – Zirkularität adressiert das System

+ Es braucht das Denken in den Kreisläufen Material, Wert aus Perspektive der Nutzer und Betreiber und den dazu gehörigen Informationsfluss.

+ Es braucht politischen Willen um die Rahmenbedingen zu verändern: Strukturen für Zirkularität müssen verbessert werden.

Perspektiven für zirkuläre Wertschöpfung

Effizienzbetrachtungen beziehen sich auf ein Gebäude – Zirkularität adressiert das System

+ Es braucht das Denken in den Kreisläufen Material, Wert aus Perspektive der Nutzer und Betreiber und den dazu gehörigen Informationsfluss.

+ Es braucht politischen Willen um die Rahmenbedingen zu verändern: Strukturen für Zirkularität müssen verbessert werden.

+ Nutzung digitaler Instrumente zur Koordination von Informationen und zur Steuerung von Prozessen.

Perspektiven für zirkuläre Wertschöpfung

Effizienzbetrachtungen beziehen sich auf ein Gebäude – Zirkularität adressiert das System

+ Es braucht das Denken in den Kreisläufen Material, Wert aus Perspektive der Nutzer und Betreiber und den dazu gehörigen Informationsfluss.

+ Es braucht politischen Willen um die Rahmenbedingen zu verändern: Strukturen für Zirkularität müssen verbessert werden.

+ Nutzung digitaler Instrumente zur Koordination von Informationen und zur Steuerung von Prozessen.

+ Planer können auch jetzt schon Einfluss üben:
- Bauen mit Lokalem um sekundäre Rohstoffe erweitern,
- so konstruieren, dass die Ressourcen ihren Wert behalten,
- Informationsstrukturen schaffen, damit die Ressourcen erschlossen werden können.

Reuse in Architecture | RWTH AACHEN UNIVERSITY

PERSPEKTIVE ZIRKULARITÄT IM BAUWESEN

Prof. Dr.-Ing. Linda Hildebrand

3.12.19, Bonn