

# Nachhaltiges Bauen und Sanieren

Patrick Zimmermann  
BTU Cottbus-Senftenberg  
Fachgebiet Entwerfen & Energieeffizientes Bauen

KlimaKompetenz Camp VI | 15.11.2022

# Ausgangslage

Deutsche Bauwirtschaft

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



ca. 40 %  
CO<sub>2</sub>-Emissionen

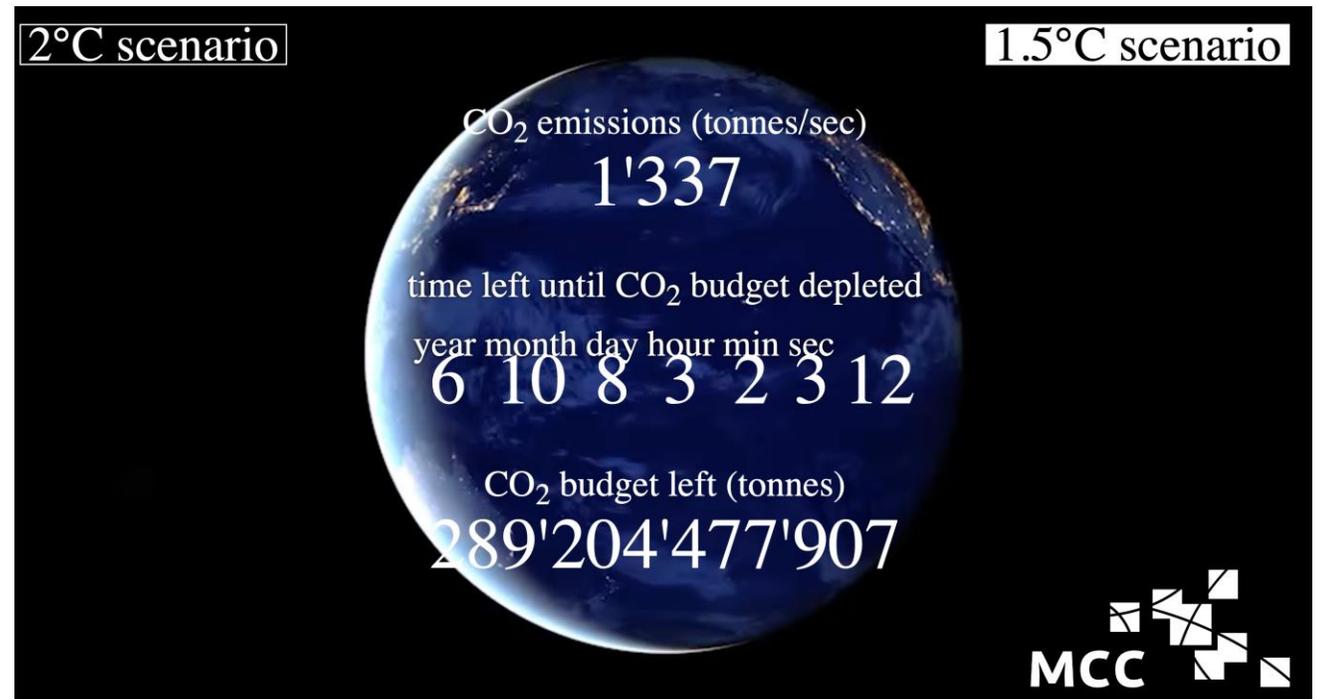
- Klimaneutralität 2045
- - 68 % Emissionen bis 2030 i. V. zu 1990
- Gebäudesektor verfehlt Sektorziel 2021
- Alleine 7 % Zement-Herstellung

# Ausgangslage

Deutsche Bauwirtschaft



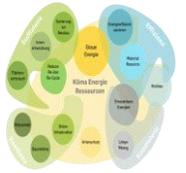
ca. 40 %  
CO<sub>2</sub>-Emissionen



→ Ziele nicht ausreichend für  
1,5 Grad Ziel nach Pariser Abkommen!

# Ausgangslage

Deutsche Bauwirtschaft



## Emissionen „nachhaltiger“ Gebäude

8,7 kg CO<sub>2</sub>-Äquiv. je m<sup>2</sup> und Jahr!

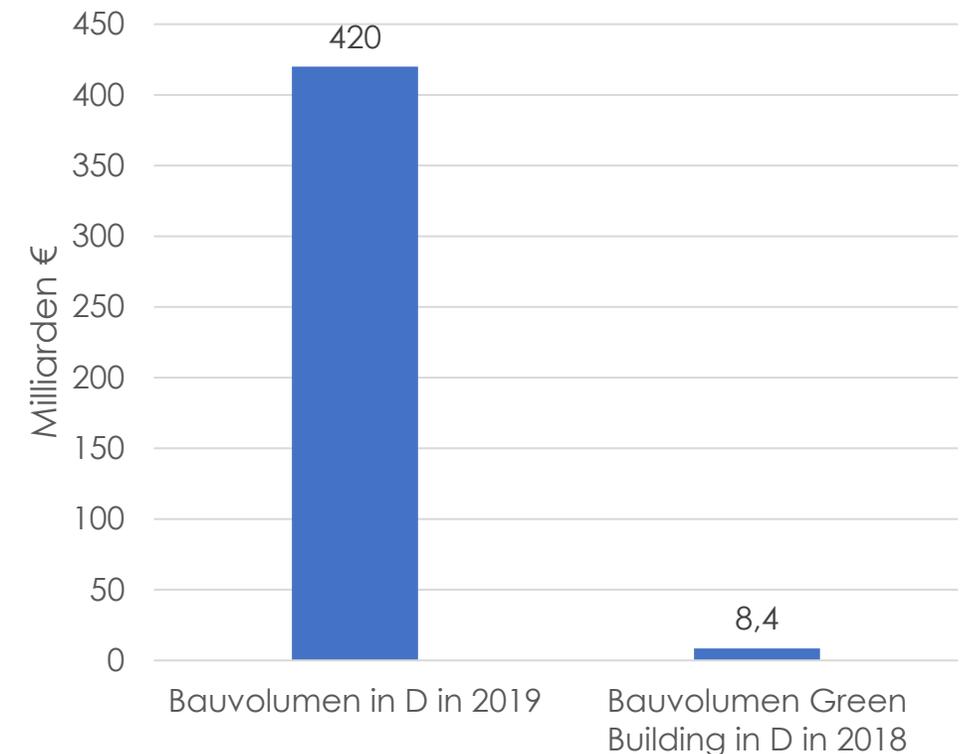
Mit 120 m<sup>2</sup>: 1044 kg pro Jahr

In 50 Jahren in Summe: 52,2 t

Pro Jahr ca. einfacher Flug Berlin-New York City

[https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-ev/de/themen/Klimaschutz/Toolbox/102021\\_Studie-Benchmarks-fuer-die-Treibhausgasemissionen-der-Gebaeudekonstruktion.pdf?m=1633093306&myclimate](https://static.dgnb.de/fileadmin/dgnb-ev/de/themen/Klimaschutz/Toolbox/102021_Studie-Benchmarks-fuer-die-Treibhausgasemissionen-der-Gebaeudekonstruktion.pdf?m=1633093306&myclimate)

## Anteil „Green Building“



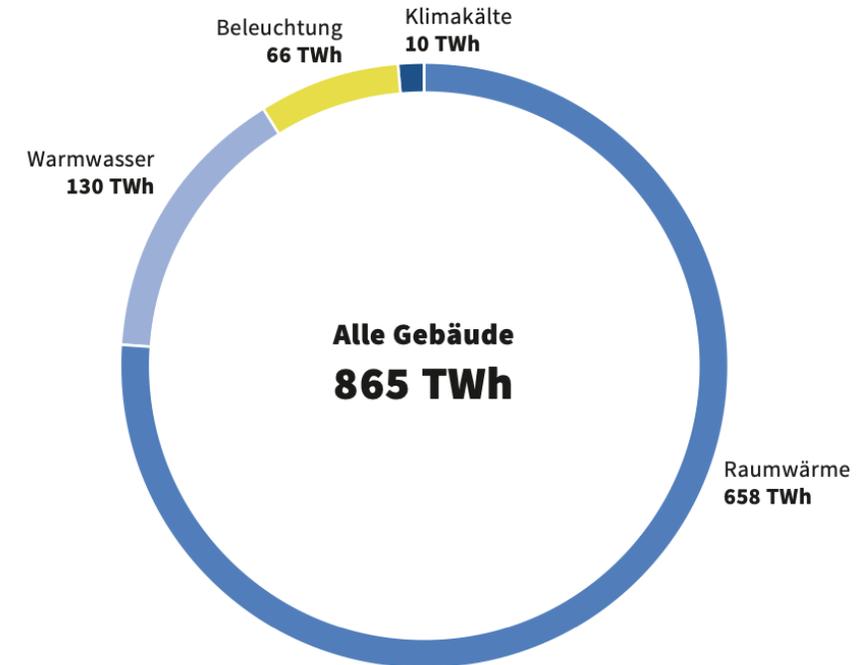
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/202210/umfrage/struktur-des-bauvolumens-nach-nachfragebereichen-in-deutschland/>  
<https://de.statista.com/themen/2774/green-building/>

# Ausgangslage

Deutsche Bauwirtschaft



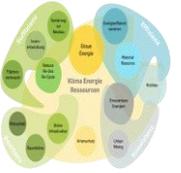
ca. 35 %  
Energiebedarf



→ Primärenergieverbrauch soll bis 2030 um 30 % ggü. 2008 sinken

# Ausgangslage

Deutsche Bauwirtschaft

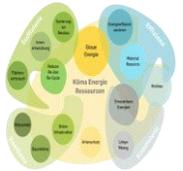


ca. 20 %  
Rohstoffkonsum

- Sand, Kies, Kalkstein, Gips, Lehm...
- 90 % des inländischen Rohstoffabbaus werden in Gebäuden verbaut
- Anthropogenes (menschengemachtes) Rohstofflager ist der Bestand an Gebäuden und Infrastrukturen:  
28 Milliarden Tonnen (2010)

# Ausgangslage

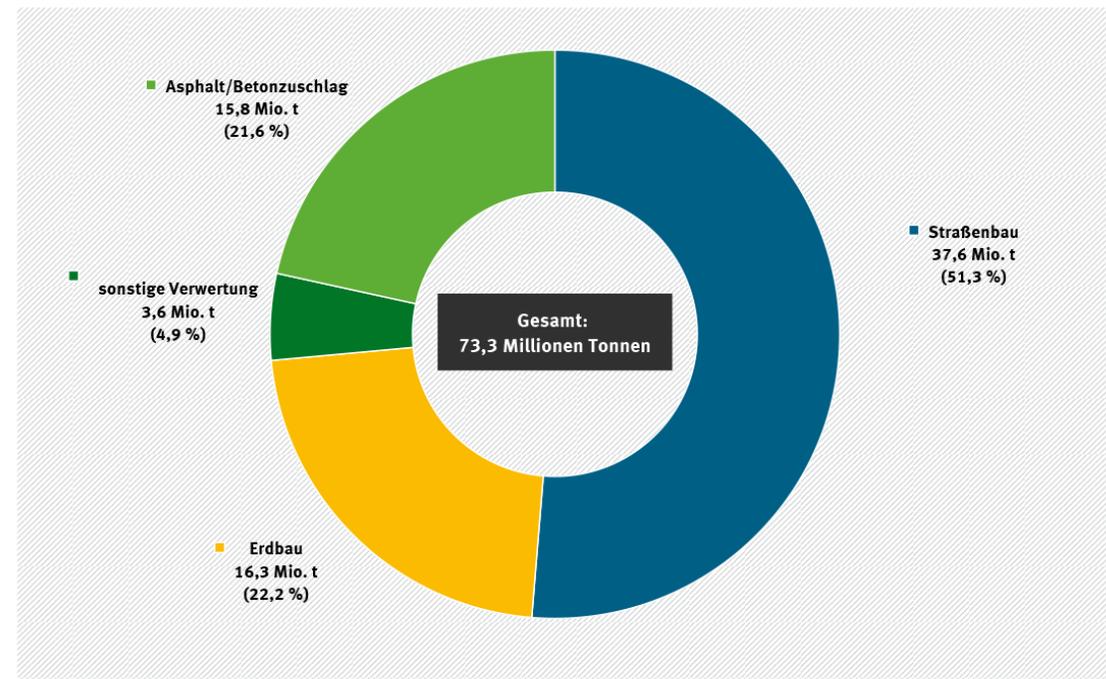
Deutsche Bauwirtschaft



ca. 55 % des  
Abfallaufkommens

Mineralische Abfälle 2018:  
219 Mio. Tonnen (ca. 1 Mio. Tesla Model S)

Verbleib der Recycling-Baustoffe 2018



Quelle: 12. Monitoring-Bericht Kreislaufwirtschaft Bau, 2021

# Ausgangslage

Deutsche Bauwirtschaft

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



32 Hektar  
pro Tag

ca. 43 Fußballfelder täglich

14 % Deutschlands sind Siedlungs- und Verkehrsfläche

Davon sind 44 % versiegelt, bebaut, betoniert, asphaltiert, gepflastert, befestigt

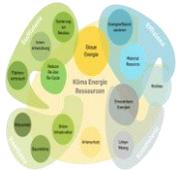
3,2 Mio. Mehrfamilienhäuser

16 Mio. Ein- und Zweifamilienhäuser

> 2 Mio. Nichtwohngebäude

# Ausgangslage

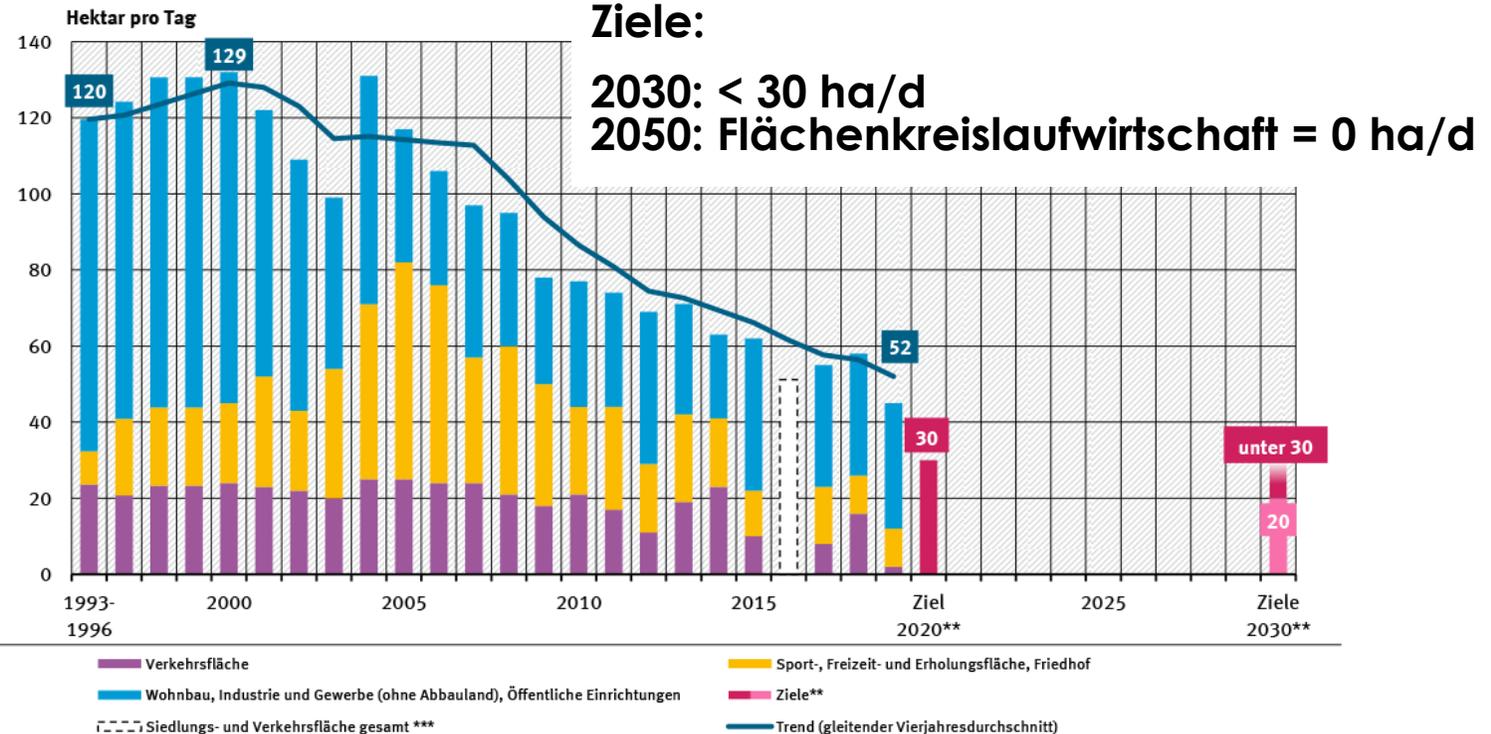
Deutsche Bauwirtschaft



## 32 Hektar pro Tag

Bildquelle: Henning Kaiser/dpa  
Zahlen-Quelle: Destatis 2021

### Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche\*



\* Die Flächenerhebung beruht auf der Auswertung der Liegenschaftskataster der Länder. Aufgrund von Umstellungsarbeiten in den Katastern (Umschlüsselung der Nutzungsarten im Zuge der Digitalisierung) ist die Darstellung der Flächenzunahme ab 2004 verzerrt.  
 \*\* Ziel 2020: "Klimaschutzplan 2050"; Ziele 2030: "30 minus x" Hektar pro Tag; "Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie, Neuauflage 2016"; 20 Hektar pro Tag; "Integriertes Umweltprogramm 2030"  
 \*\*\* Ab 2016 entfällt aufgrund der Umstellung von automatisierten Liegenschaftsbuch (ALB) auf das automatisierte Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS) die Unterscheidung zwischen "Gebäude- und Freifläche" sowie "Betriebsfläche ohne Abbau-land". Dadurch ist derzeit der Zeitvergleich beeinträchtigt und die Berechnung von Veränderungen wird erschwert. Die nach der Umstellung ermittelte Siedlungs- und Verkehrsfläche enthält weitgehend dieselben Nutzungsarten wie zuvor. Weitere Informationen unter [www.bmu.de/WS2220#c:10929](http://www.bmu.de/WS2220#c:10929).

Quelle: Werte aus Statistisches Bundesamt 2021, Erläuterungen zum Indikator „Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche [ha/Tag]“ und Pressemitteilung Nr. 209 vom 30. April 2021

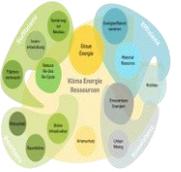
# Regenerative Architektur

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



## Definition und Überblick

# Regenerative Architektur

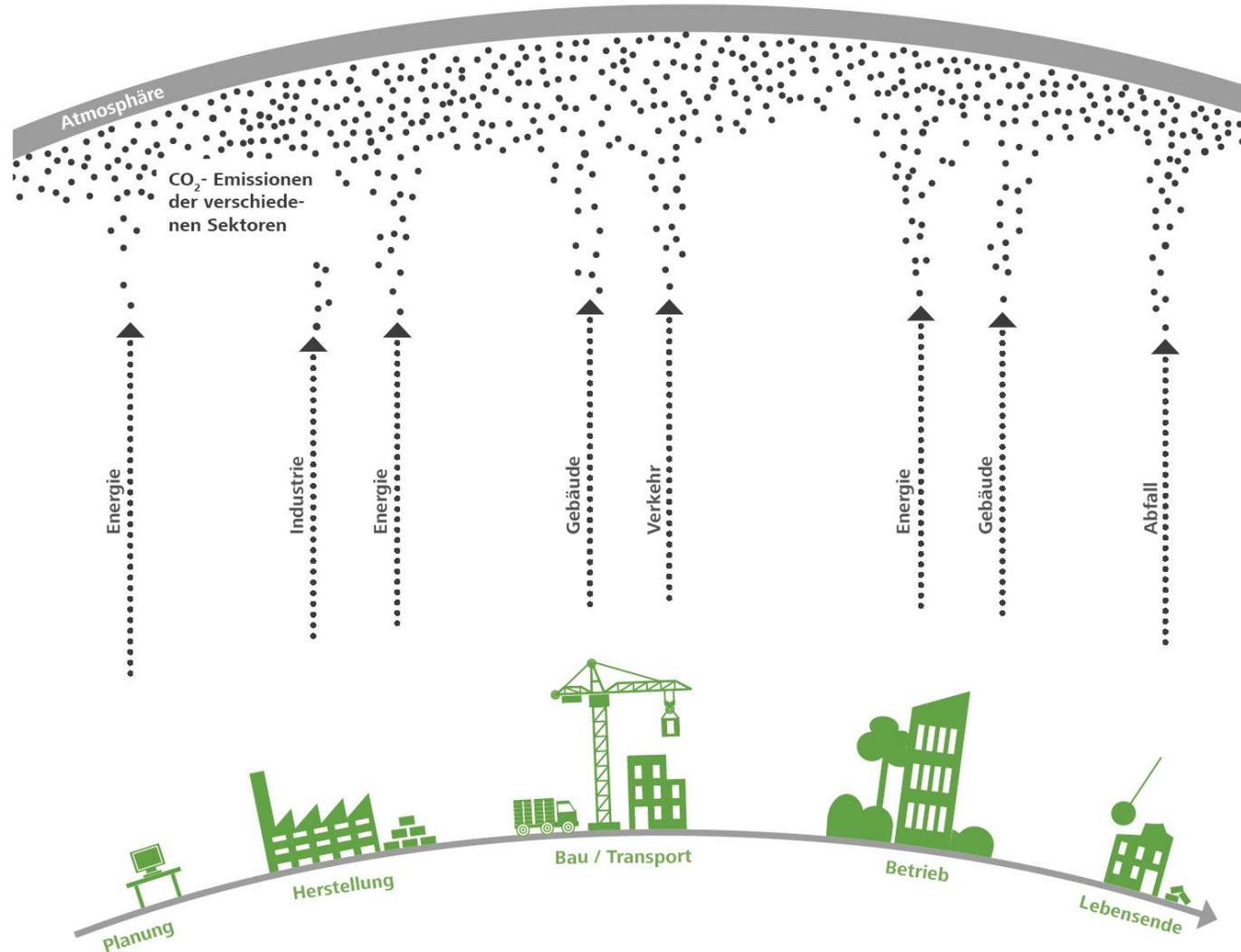
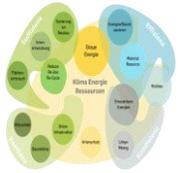
Lebenszyklusperspektive

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



# Regenerative Architektur

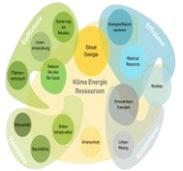
Nachhaltigkeitsstrategien

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

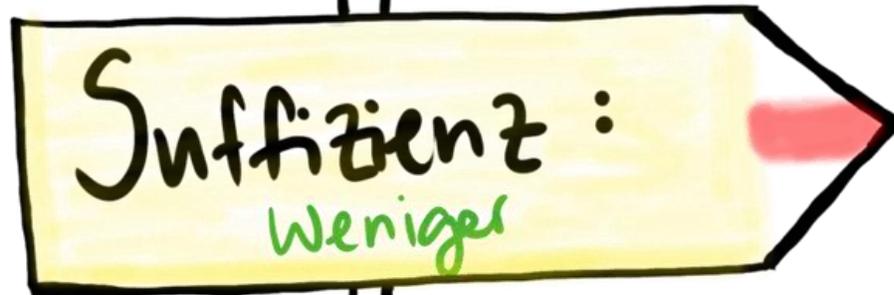
15.11.2022



Sparsameres Fahrzeug, LED-Beleuchtung



Elektroauto, Erneuerbare Energien,  
Kreislaufwirtschaft



Sharing-Economy, Less is more

# Regenerative Architektur

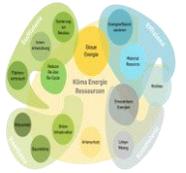
Nachhaltigkeitsstrategien

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



**Entwurf**

Passive Maßnahmen

-

Bestandsnutzung,  
Flächensparsamkeit

**Baukonstruktion**

Wärmedämmung

Holzbau, Zirkuläres Bauen

Lowtech:  
Monolithische Bauweisen

**Gebäudetechnik**

Lüftungsanlage, sparsame  
Geräte

Erneuerbare Energien  
(Photovoltaik, Solarthermie)

Lowtech: Selbstregelung und  
Nutzer:innen-Verhalten statt  
Übertechnisierung

# Regenerative Architektur

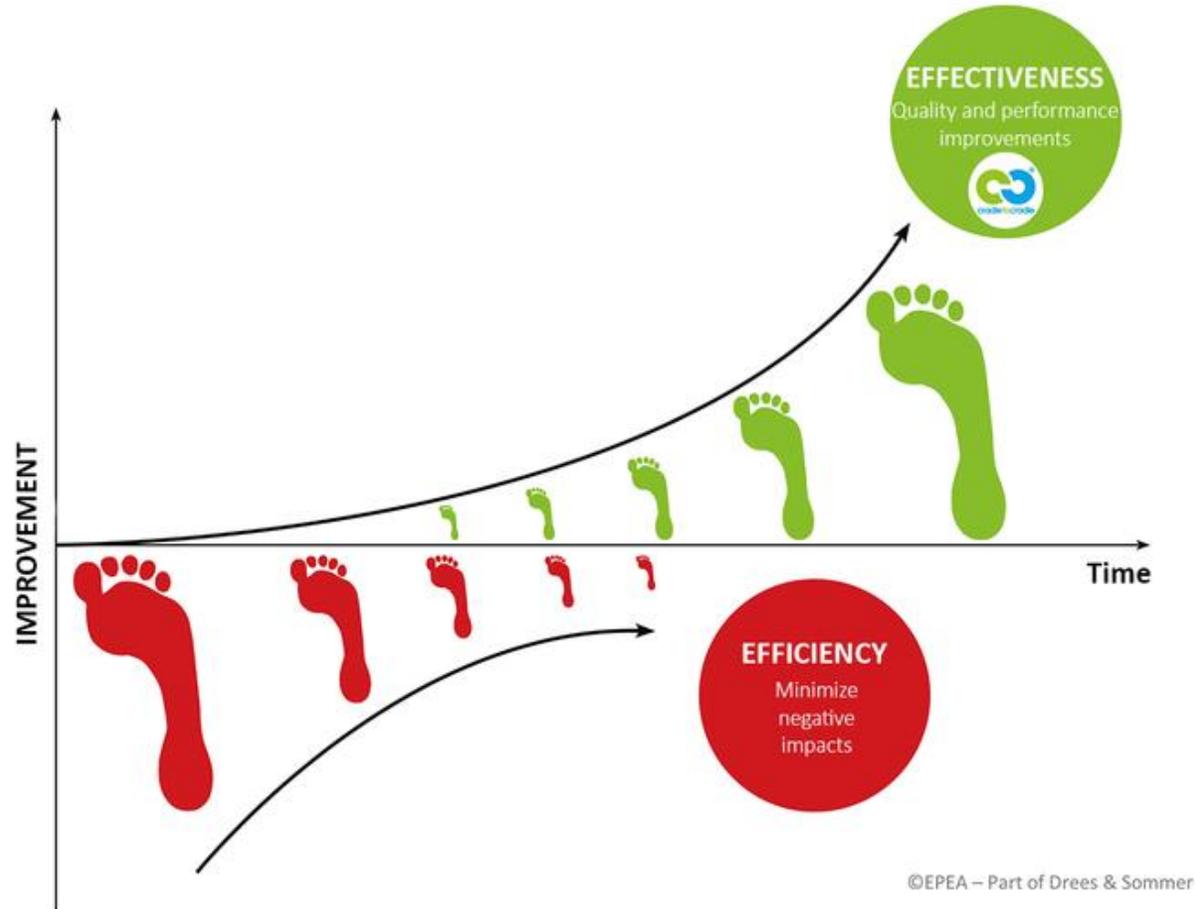
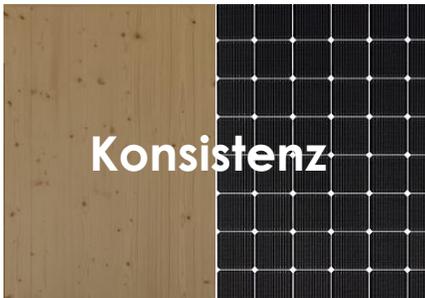
Nachhaltigkeit + X

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



Überschuss erneuerbarer Energien

CO<sub>2</sub>-Speicherung

Biodiversität

Blaue und grüne Infrastruktur

Gesellschaftlicher Mehrwert / Soziales Engagement

# Regenerative Architektur

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022

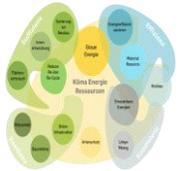


## Einblick

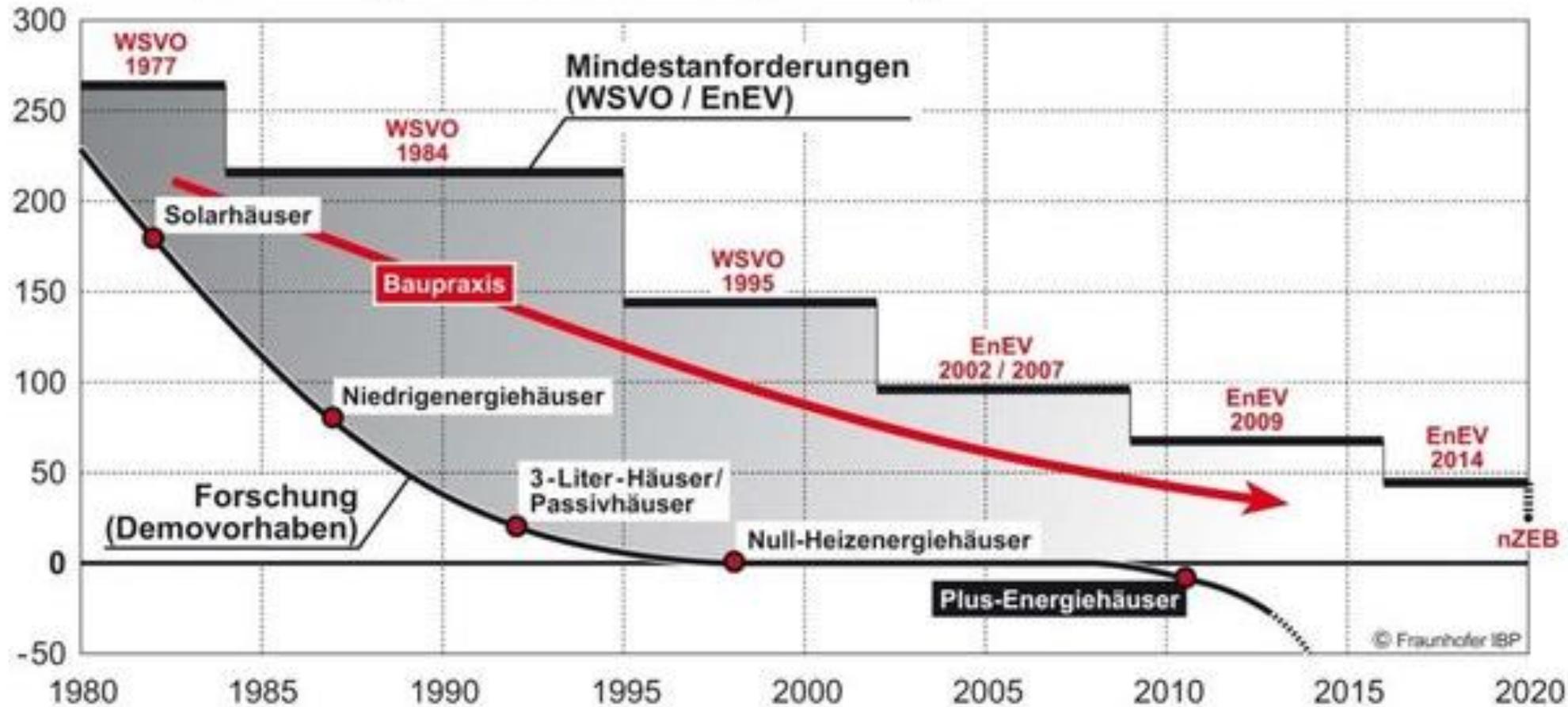
**Was wird gemacht?**  
**Was kann gemacht werden?**  
**Was muss gemacht werden?**

# Regenerative Architektur

Effizienz: Entwicklung Energiebedarf



Primärenergiebedarf Doppelhaushälfte – Heizung [kWh/m²a]



# Regenerative Architektur

Effizienz: Beispiel Passivhäuser

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



(Noch) Größte Passivhaussiedlung der Welt: Bahnstadt Heidelberg, Christian Beck/stern

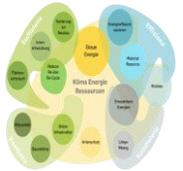


# Regenerative Architektur

Effizienz: Grundbegriffe / Rechtliches

GEG: Gebäudeenergiegesetz

- früher EnEV: Energieeinsparverordnung und EEWärmeG: Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
- Definiert energetische Anforderungen an Neubauten und Bestandsgebäude
  - Max. zulässige End- bzw. Primärenergiebedarfe
  - Max. U-Werte für Bauteile der Gebäudehülle, z. B. 0,24 W/m<sup>2</sup>K für Außenwände
- Verweist als Berechnungsgrundlage auf verschiedene Normen (v. a. DIN V 18599)
- Regelmäßige Verschärfungen: 1.1.23 gilt EH55, ab 1.1.25 EH40



### ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 79 ff. Gebäudeenergiegesetz (GEG) vom 1.1.2022

---

**Erfasster Energieverbrauch des Gebäudes** Registriernummer: 3

---

**Energieverbrauch**

Treibhausgasemissionen i kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent/(m<sup>2</sup>a)

Endenergieverbrauch dieses Gebäudes  
kWh/(m<sup>2</sup>a)

Primärenergieverbrauch dieses Gebäudes  
kWh/(m<sup>2</sup>a)

---

**Endenergieverbrauch dieses Gebäudes** [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] i kWh/(m<sup>2</sup>a)

---

**Verbrauchserfassung – Heizung und Warmwasser**

Zeitraum	Energeträger <sup>2</sup>	Primärenergiefaktor	Energieverbrauch [kWh]	Anteil Warmwasser [kWh]	Anteil Heizung [kWh]	Klimafaktor
von	bis					

□ weitere Einträge in Anlage

---

**Vergleichswerte Endenergie<sup>3</sup>**

Die modellhaft ermittelten Vergleichswerte beziehen sich auf Gebäude, in denen die Wärme für Heizung und Warmwasser durch Heizkessel im Gebäude bereitgestellt wird. Soll ein Energieverbrauch eines mit Fern- oder Nahwärme beheizten Gebäudes verglichen werden, ist zu beachten, dass hier normalerweise ein um 15 bis 30 % geringerer Energieverbrauch als bei vergleichbaren Gebäuden mit Kesselheizung zu erwarten ist.

---

**Erläuterungen zum Verfahren**

Das Verfahren zur Ermittlung des Energieverbrauchs ist durch das GEG vorgegeben. Die Werte der Skala sind spezifische Werte pro Quadratmeter Gebäudenutzfläche (A<sub>n</sub>) nach dem GEG, die im Allgemeinen größer ist als die Wohnfläche des Gebäudes. Der tatsächliche Energieverbrauch eines Gebäudes weicht insbesondere wegen des Witterungseinflusses und sich ändernden Nutzerverhaltens vom angegebenen Energieverbrauch ab.

<sup>1</sup> siehe Fußnote 1 auf Seite 1 des Energieausweises  
<sup>2</sup> gegebenenfalls auch Leerstandszuschläge, Warmwasser- oder Kühlpauschale in kWh  
<sup>3</sup> EFH: Einfamilienhaus, MFH: Mehrfamilienhaus

# Regenerative Architektur

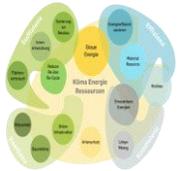
Effizienz: Grundbegriffe / Rechtliches

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



BEG: Bundesförderung für effiziente Gebäude

- Abwicklung über KfW-Bank
- Einteilung in Effizienzhaus (EH) Klassen
- EH 55 als etablierter Baustandard und whsl. ab 2023 gesetzlicher
- Finanzielle Förderung in Abhängigkeit der Klassen



Effizienzhaus-online.de

- Passivhaus:
  - 15 kWh/m<sup>2</sup>a Heizwärmebedarf
  - U-Werte < 0,15 W/m<sup>2</sup>K
  - Hohe Luftdichtigkeit und Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung
- Niedrigenergiegebäude in D nicht einheitlich definiert
- nZEB: nearly zero-energy building
- ZEB: zero-emission building

# Regenerative Architektur

Konsistenz: erneuerbare Energieproduktion

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



Europas größtes Effizienzhaus Plus in Frankfurt am Main, ABG Frankfurt Holding



Greenpeace Zentrale in Hamburg, Emco Bau/baulinks





# Regenerative Architektur

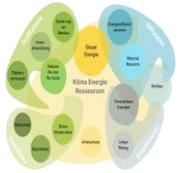
Konsistenz: Rechtliches zu regenerativer Gebäudetechnik

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022

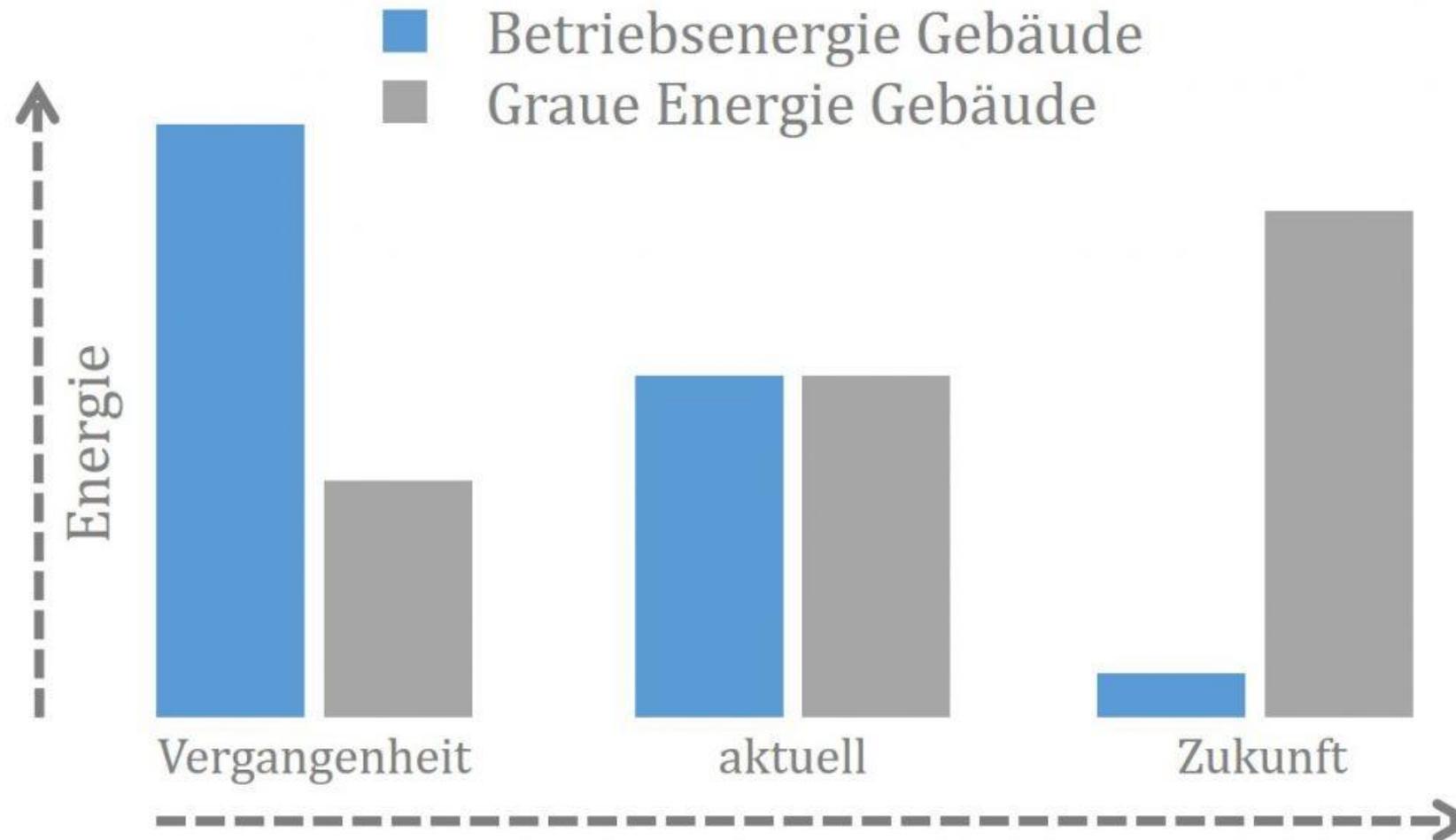
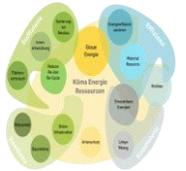


- 65 %-EE-Vorgabe für neue Heizungen ab 1.1.24
  - jede neu eingebaute Heizung soll zu 65 % mit erneuerbaren Energien betrieben werden



# Regenerative Architektur

Konsistenz: Relevanz Baustoffe



<https://blogs.nabu.de/lebenszyklus-gebäude/>



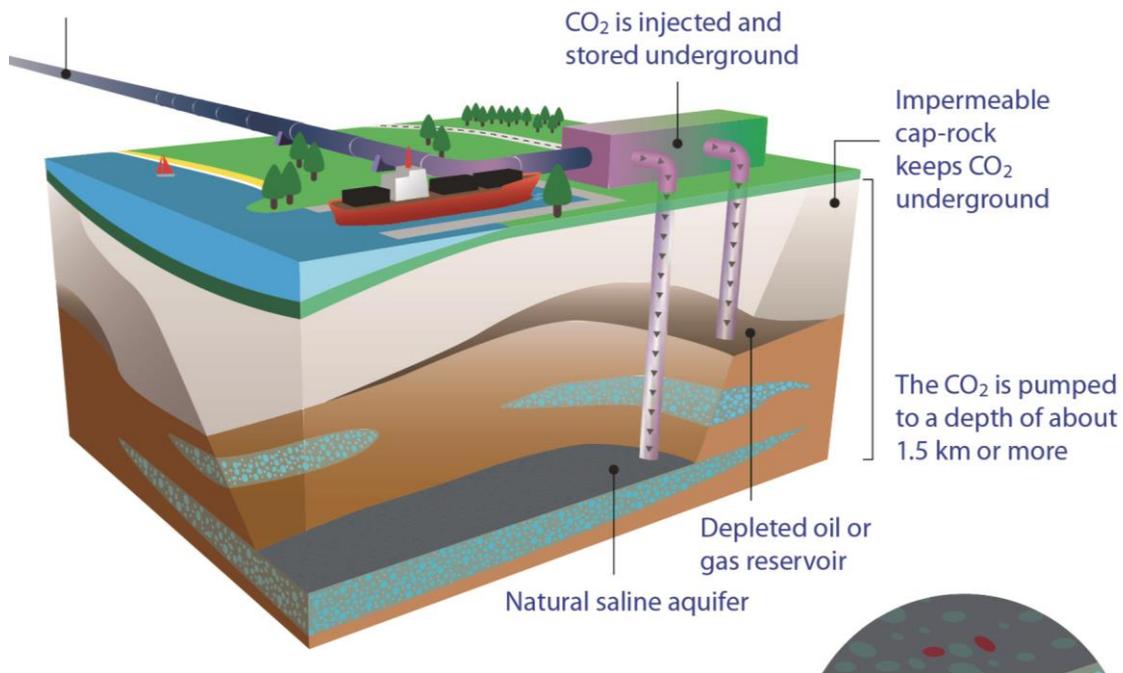
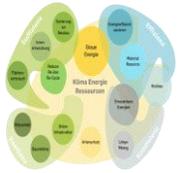
Ingo Bartussek, stock.adobe.com

# Regenerative Architektur

Konsistenz: Konventionelle Baustoffe - Beton

BÖ4-B

Prof. Dr.-Ing. Susan Draeger | ara  
Grundlagen Nachhaltiges Bauen | WiSe 22  
Patrick Zimmermann



<https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/carbon-capture-utilisation-and-storage>

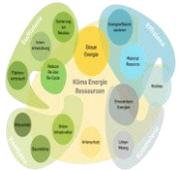
- Carbon Capture and Storage
  - CO<sub>2</sub>-Verpressung im Untergrund
  - Ungeklärte Risiko, hoher Abscheideaufwand
- Recycling:
  - Wenig Klimaschutzpotenzial, da nur Sand/Kies ersetzt werden
  - Abhängig vom Transportaufwand
  - Viel Forschung zu stofflichem Recycling (hoher Energieaufwand)
- Andere Zusammensetzung
  - weniger Zementklinker
  - Auch hier mit Restriktionen

# Regenerative Architektur

Konsistenz: Konventionelle Baustoffe - Stahl

BÖ4-B

Prof. Dr.-Ing. Susan Draeger | ara  
Grundlagen Nachhaltiges Bauen | WiSe 22  
Patrick Zimmermann



- Wasserstoff-Direktreduktion
  - Hoher Flächenbedarf
  - Erst mittelfristig verfügbar
  - Nur mit grünem Wasserstoff nachhaltig
- Theoretisch sehr hohes Recyclingpotenzial → Trennbarkeit und Rückbaubarkeit nötig



<https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/expertenstreit-importwunder-oder-abhaengigkeit-der-weg-zu-gruenem-wasserstoff-birgt-viele-risiken/26629418.html?ticket=ST-4096218-cZx3ITLYfVQNwZcvXmYi-ap5>

# Regenerative Architektur

Konsistenz: Beispiel Kreislauffähigkeit

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



- „Alle Dinge die schon da sind plus Holz, Stroh und Lehm“
- Zirkuläre Aufstockung K1 18 in Winterthur: fast ausschließlich wiederverwendete Materialien

# Regenerative Architektur

Konsistenz: Beispiel Kreislauffähigkeit

KlimaKompetenz Camp VI

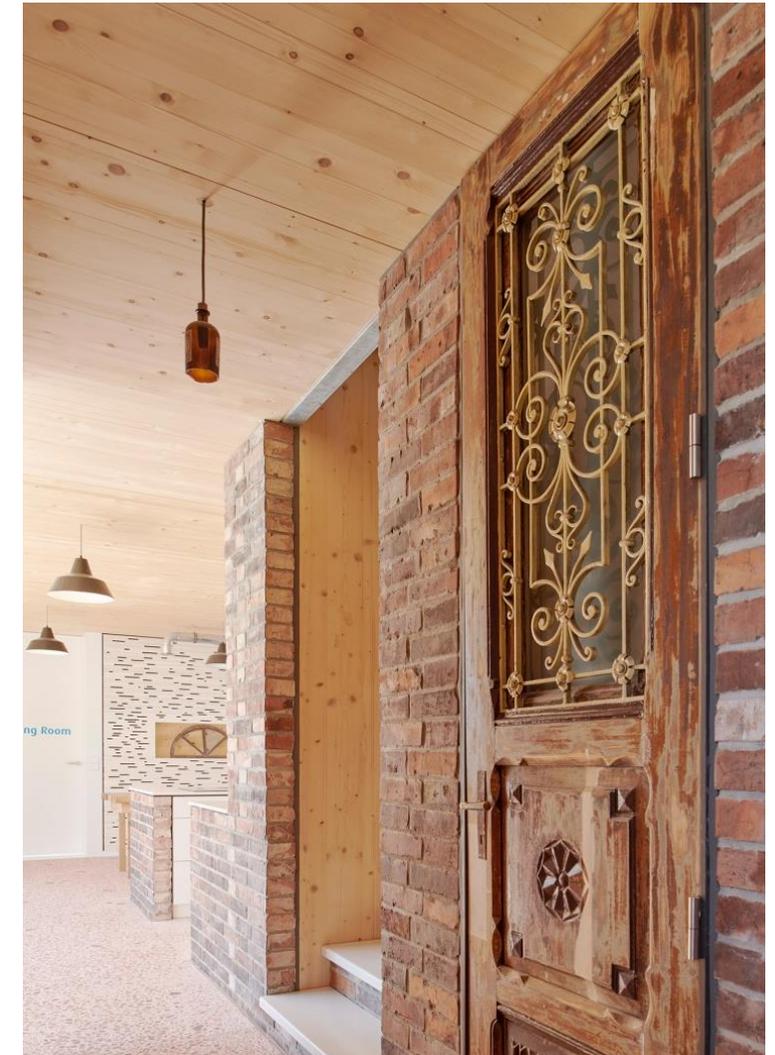
Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



Recyclinghaus City Förster, Firma Gundlach



Recyclinghaus City Förster, Olaf Mahlstedt

# Regenerative Architektur

Konsistenz: Recycling

KlimaKompetenz Camp VI

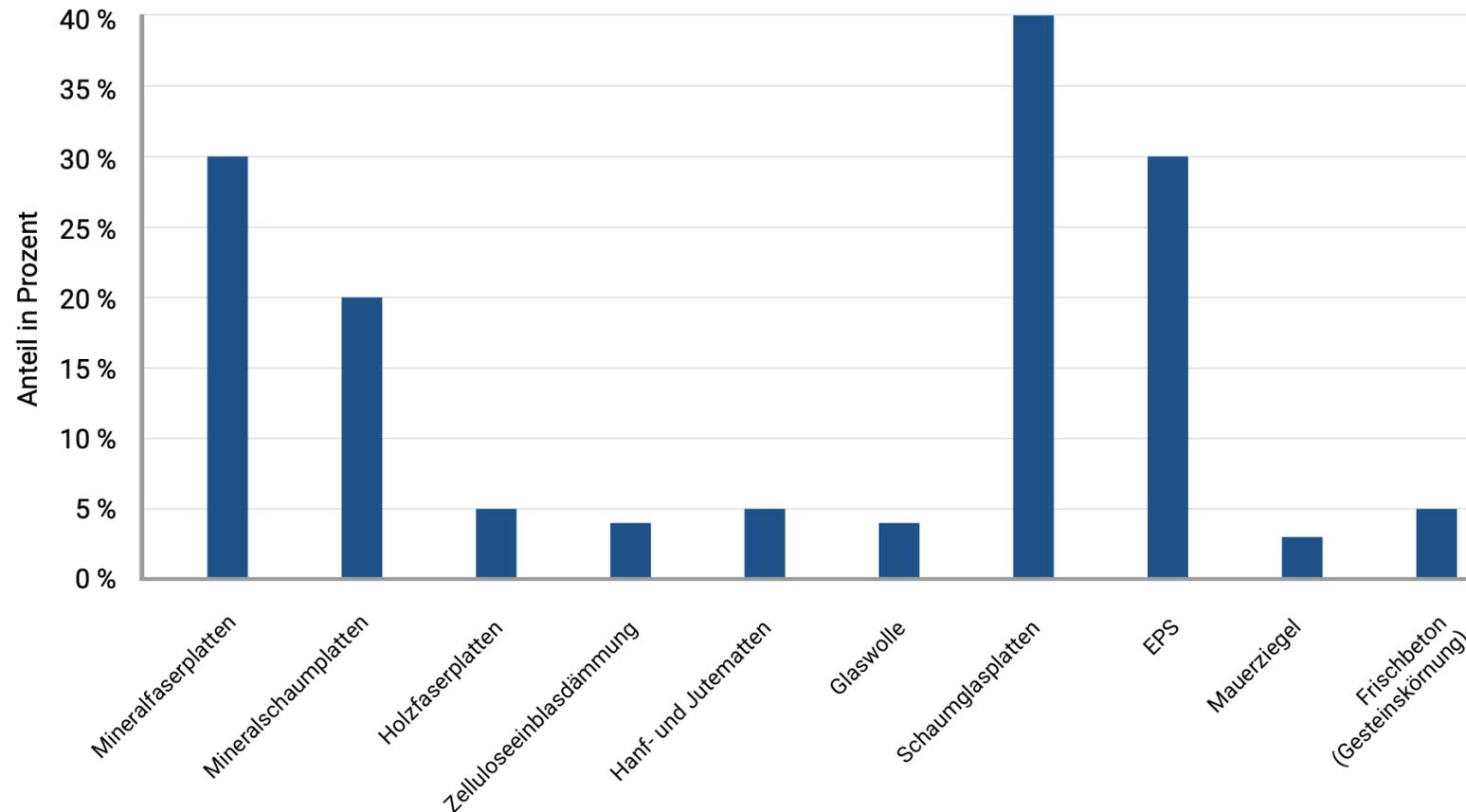
Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



Maximaler Anteil von in die Produktion rückgeführten Materialien



# Regenerative Architektur

Konsistenz: Beispiel Holzbau

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



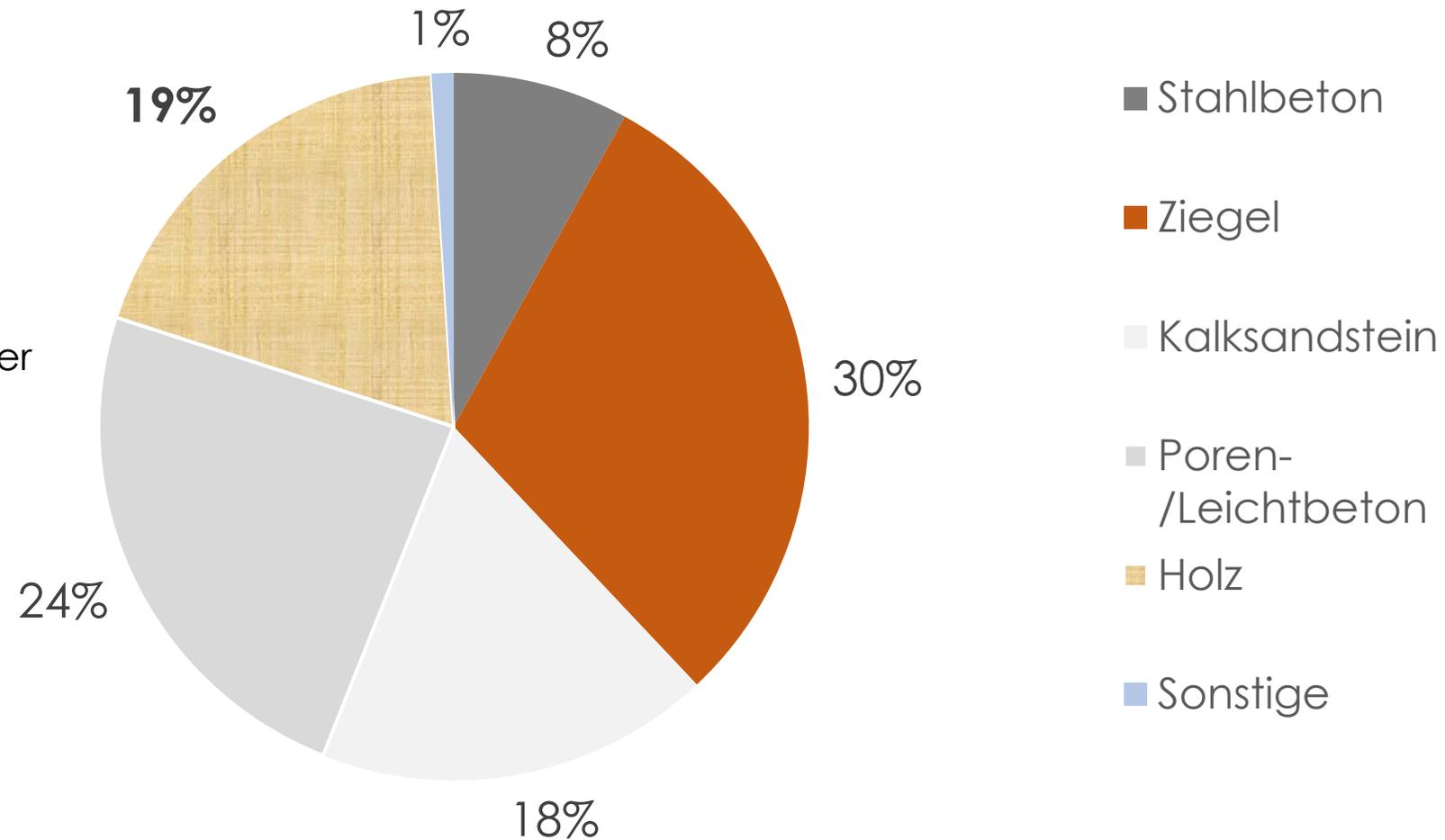
(noch) Höchstes Holzgebäude Deutschlands: Skaio Heilbronn, Kaden&Lager

# Regenerative Architektur

Konsistenz: Beispiel Holzbau



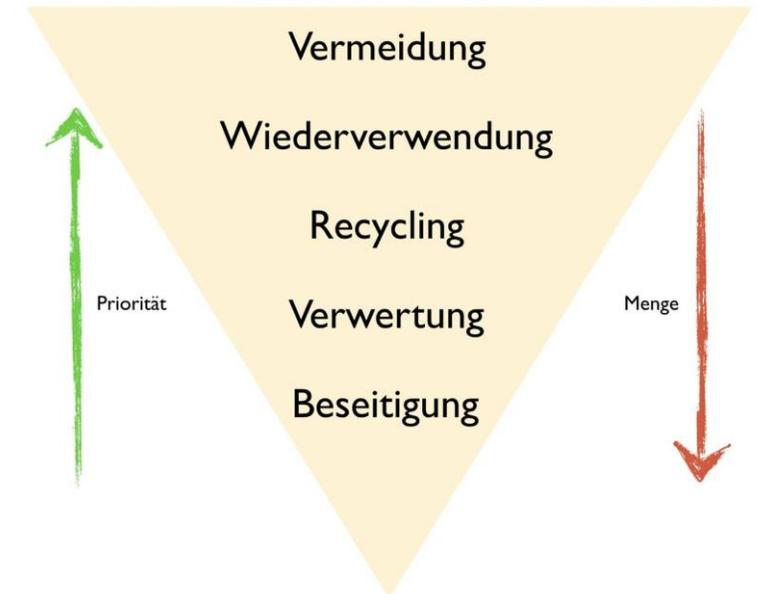
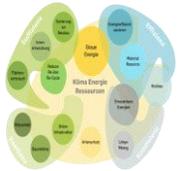
Genehmigungen im  
Wohnbau nach Anzahl der  
Wohnungen  
und überwiegend  
verwendetem Baustoff



# Regenerative Architektur

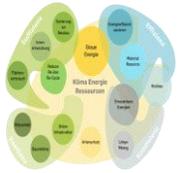
Konsistenz: Rechtliches zu Baustoffen

- Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) definiert Abfallhierarchie in D
- Einsatz von Holz in einzelnen Ländern teilw. gefördert oder für öffentliche Gebäude vorgeschrieben, z. B. Holzbau-Offensive BW, Holzbauförderung München
- Bei öffentlichen Hochbauvorhaben in Berlin muss grundsätzlich RC-Beton eingesetzt werden



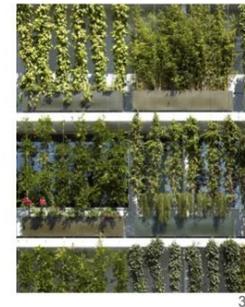
# Regenerative Architektur

Positiver Impact: Grüne Infrastruktur



Vorteile Gebäudebegrünung:

- Bindung von Staub und Schadstoffen
- Verlängerung der Lebensdauer der Dächer
- Einsparung von Energiekosten
- Wasserrückhalt
- Erweiterter Lebensraum
- Verbesserung des Mikroklimas
- Nutzbare Freifläche



# Regenerative Architektur

Positiver Impact: Biodiversität / Animal Aided Design

KlimaKompetenz Camp VI

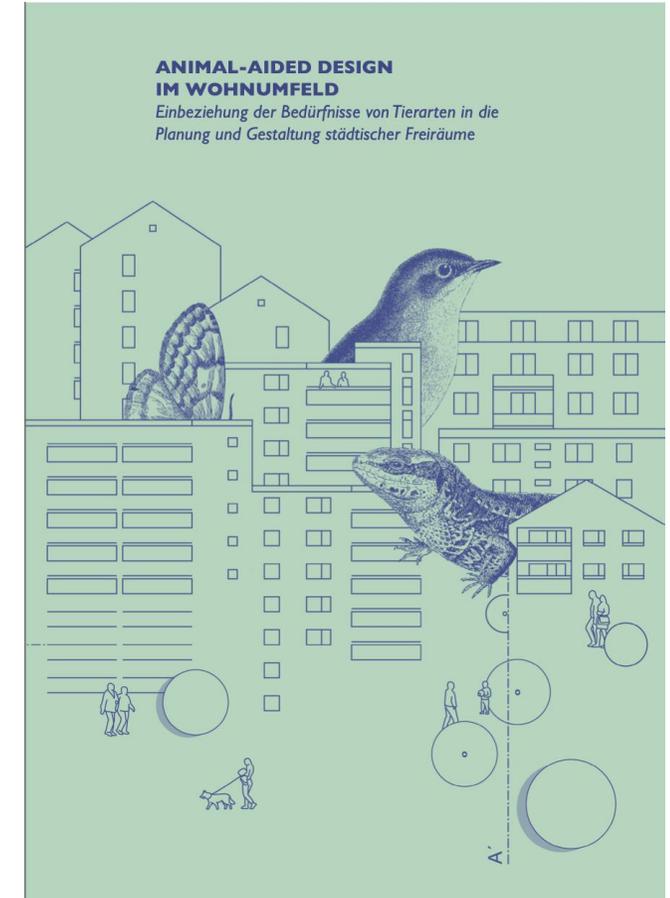
Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



Detail/Paul Bauder GmbH & Co. KG



Studio Animal-Aided Design

# Regenerative Architektur

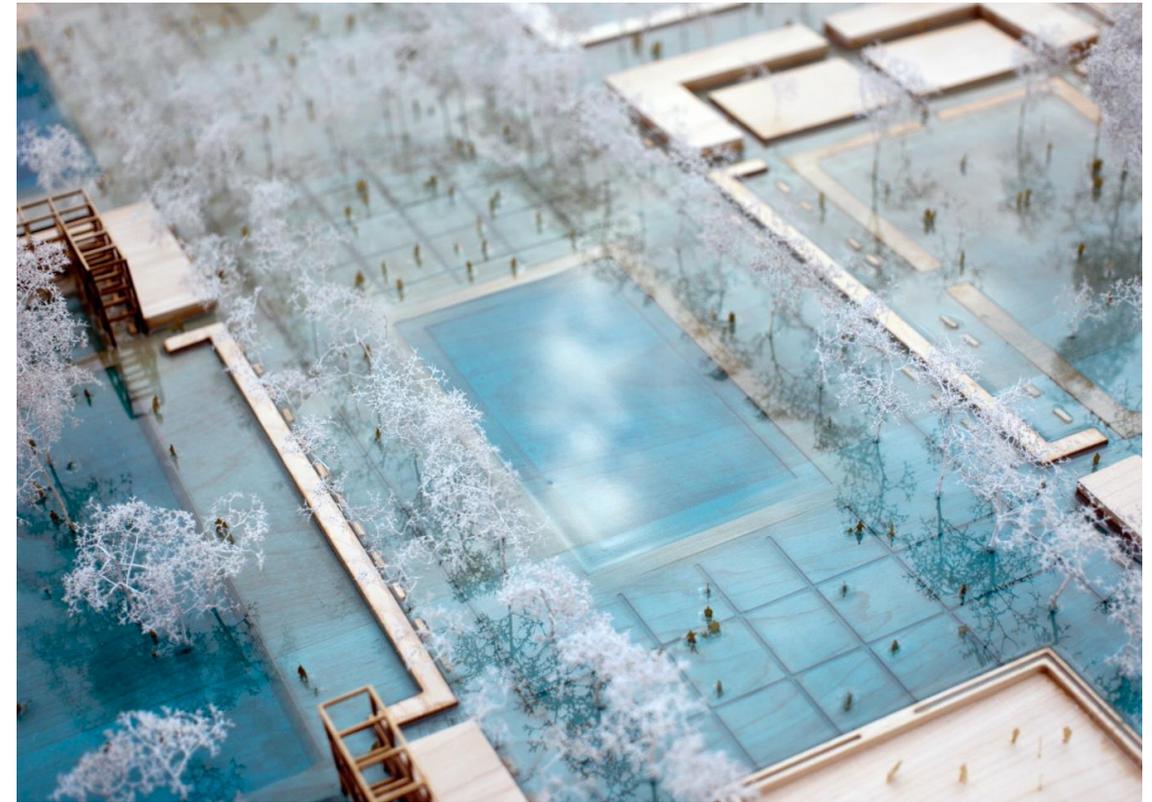
Positiver Impact: Blaue Infrastruktur

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



Enghaveparken in Kopenhagen; Büro: Tredje Natur; Bilder: Baunetz/Flemming Rafn (Tredje Natur)

# Regenerative Architektur

Positiver Impact: Rechtliches zu grün-blauer Infrastruktur

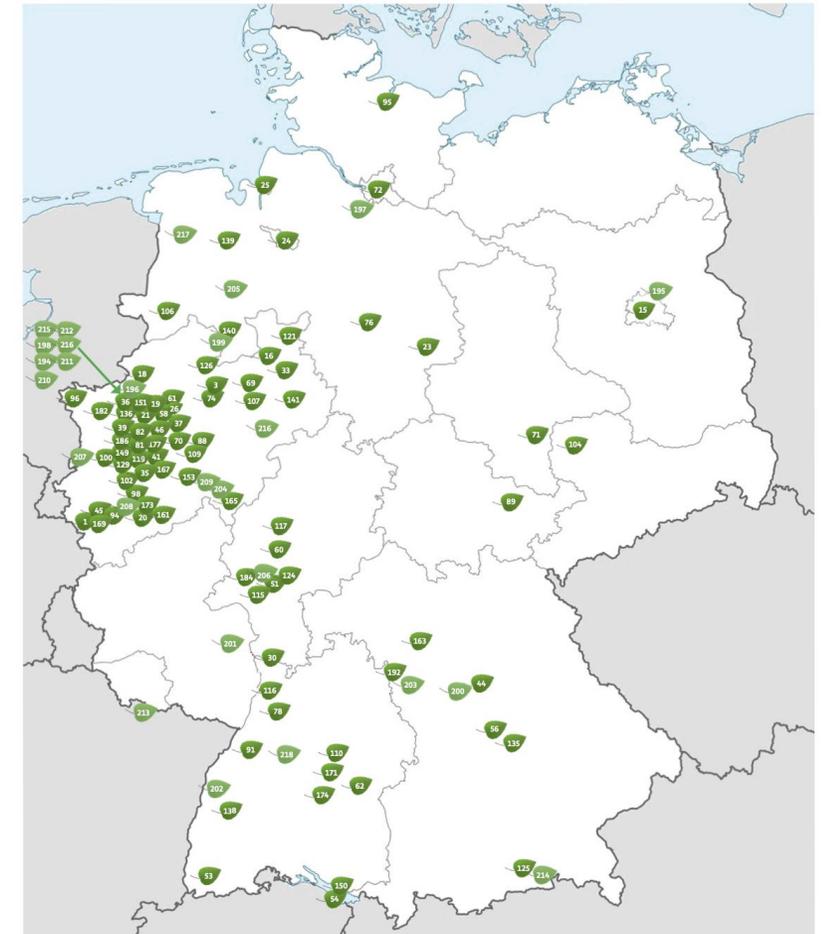
- Dachbegrünungen können in Bebauungsplänen durch Kommunen festgesetzt werden
- Bsp. Frankreich: Dächer von Neubauten in Gewerbegebieten müssen begrünt sein oder erneuerbare Energien produzieren
- Förderprogramme auf allen Ebenen (Kommune, Länder, Bund)
- Indirekte Förderung über reduzierte Abwassergebühren/Niederschlagswassergebühren (bis zu -80 %) für Gründächer in zahlreichen Kommunen

[https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/gruen/Dachbegruenung/WirkungVorteileFakten/Foerderung/2021/5\\_BuGG\\_Liste\\_zu\\_Foerderprogrammen\\_zur\\_Gebaeudebegruenung\\_auf\\_Bundes-\\_und\\_Landesebene\\_11-2021.pdf](https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/gruen/Dachbegruenung/WirkungVorteileFakten/Foerderung/2021/5_BuGG_Liste_zu_Foerderprogrammen_zur_Gebaeudebegruenung_auf_Bundes-_und_Landesebene_11-2021.pdf)

[https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/gruen/Dachbegruenung/WirkungVorteileFakten/Foerderung/2021/6\\_BuGG\\_Gebuehrenreduktion\\_fuer\\_Gruendaecher\\_bei\\_Gesplitteter\\_Abwassergebuehr\\_4-2022.pdf](https://www.gebaeudegruen.info/fileadmin/website/gruen/Dachbegruenung/WirkungVorteileFakten/Foerderung/2021/6_BuGG_Gebuehrenreduktion_fuer_Gruendaecher_bei_Gesplitteter_Abwassergebuehr_4-2022.pdf)



Übersicht der deutschen Städte mit Förderprogrammen mit finanziellen Zuschüssen für Dach- bzw. Fassadenbegrünungen (Stand 11/2021)



# Regenerative Architektur

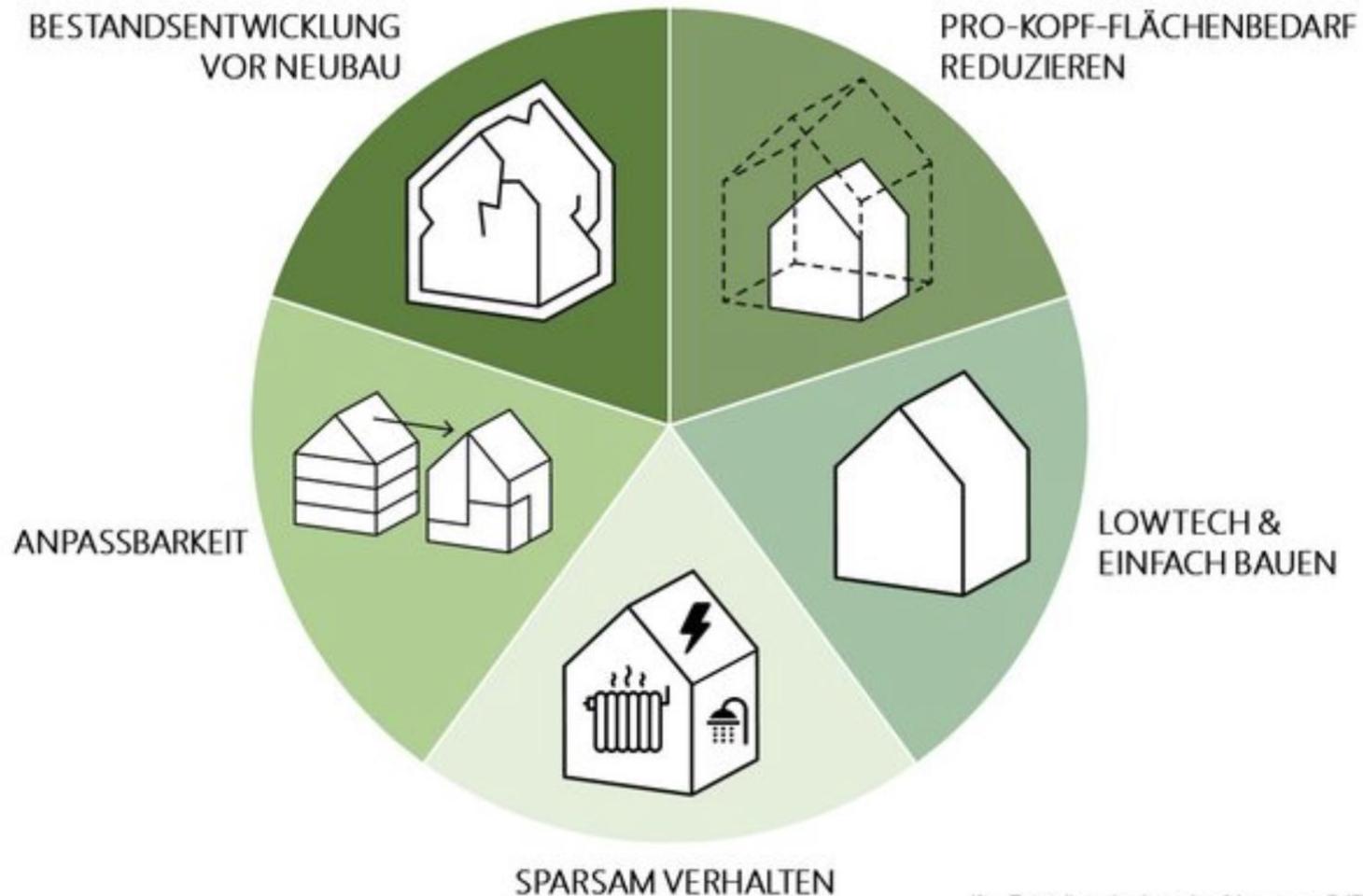
Suffizienz

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



# Regenerative Architektur

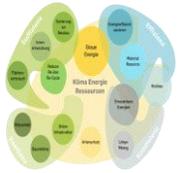
Suffizienz: Beispiele und Rechtliches

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

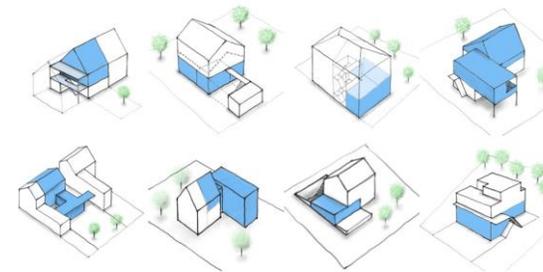
15.11.2022



Collegium  
Academicum,  
Heidelberg



„Suffizientes Bauen im  
Bestand“ Ludwigshafen



(EFH) Weiterbauen



Solares  
Direktgewinnhaus  
Zweisimmen

- Innenentwicklung vor Bauen im Außenraum
- Förderung von Variowohnungen
- Mehr Förderung von Sanierungen statt Neubau (aktuelle BEG-Entwicklung)

# Regenerative Architektur

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



## Zertifizierungssysteme

Wie kann Nachhaltigkeit nachgewiesen werden?

# Nachhaltigkeit bewerten

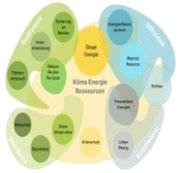
Zertifizierungssysteme

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



## DGNB

- Deutsches Gütesiegel/Gesellschaft Nachhaltiges Bauen
- Relevantestes System in D; >8.700 zertifizierte Projekte, geeignet für 16 Nutzungen

## BNB

- Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesbauten
- Min. „Silber“ für Bundesbauten
- Sehr ähnlich zu DGNB; lediglich Nichtwohngebäude (z. B. Büro- und Laborgebäude)

## NaWoh

- Qualitätssiegel Nachhaltiger Wohnungsbau
- Zusammenschluss von wohnungs- und immobilienwirtschaftlichen Bundesverbänden
- Fokus auf Wohngebäude

## QNG

- Qualitätssiegel Nachhaltiges Gebäude
- Erforderliche Zertifizierung, um Nachhaltigkeits-Klasse (NH-Klasse) in der BEG-Förderung der KfW zu erreichen
- Stufen: PLUS und PREMIUM
- Vergabe bei Zertifizierung nach z. B. DGNB, NaWoh

# Nachhaltigkeit bewerten

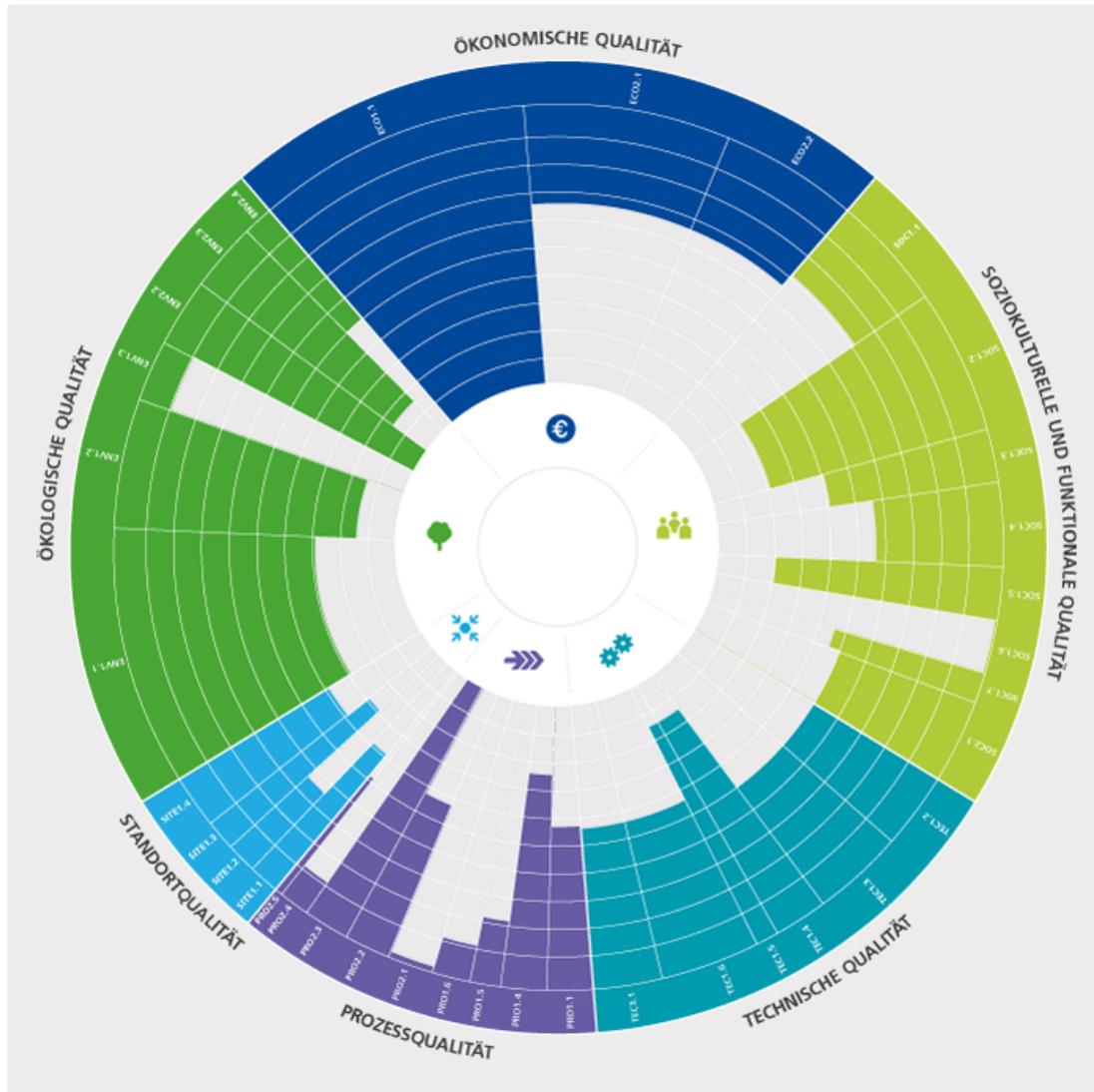
Zertifizierungssysteme: DGNB

KlimaKompetenz Camp VI

Nachhaltiges Bauen & Sanieren

Patrick Zimmermann

15.11.2022



## VON PLATIN BIS BRONZE: DIE AUSZEICHNUNGSLOGIK DER DGNB



PLATIN



GOLD



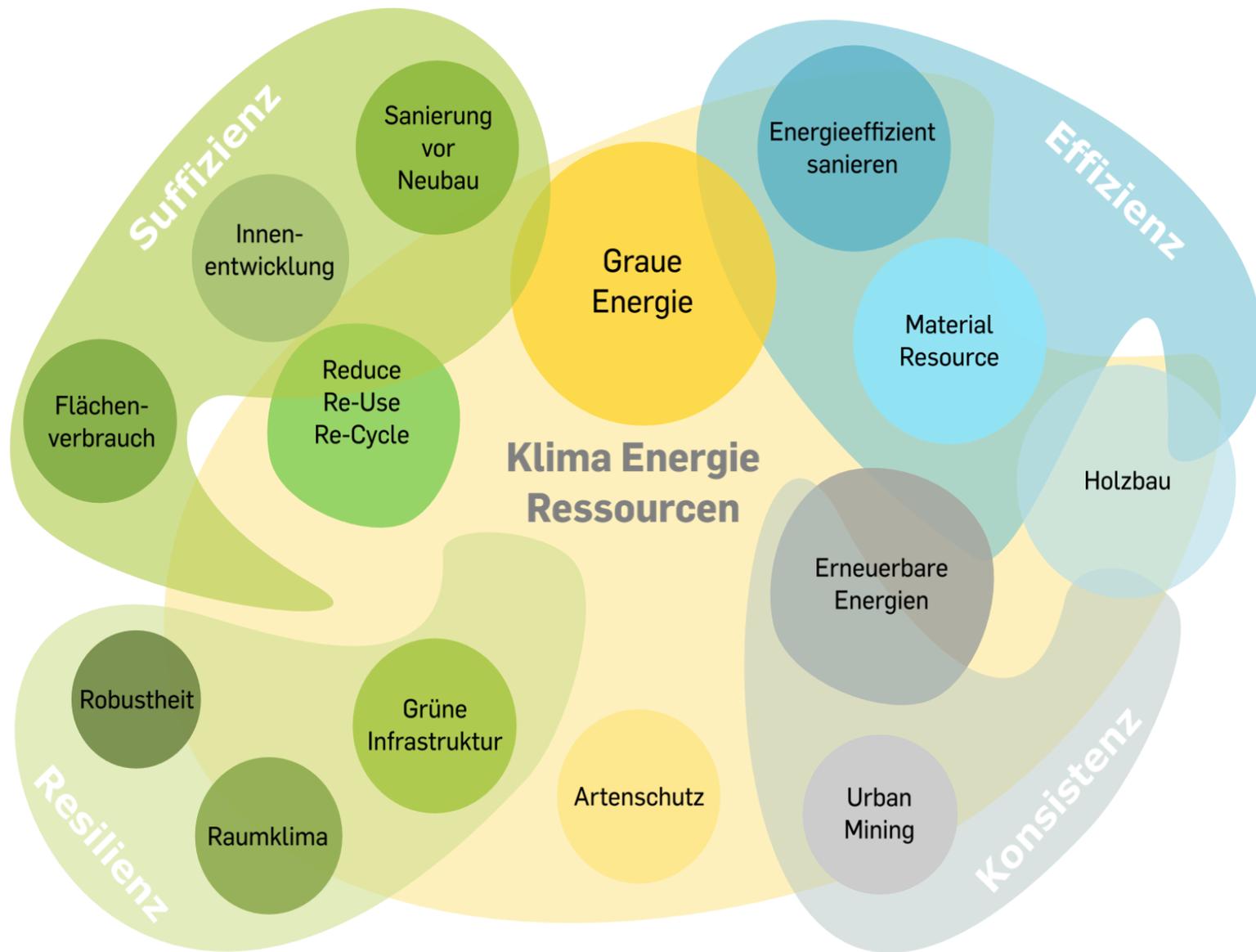
SILBER



BRONZE\*

Gesamterfüllungsgrad	ab 80%	ab 65%	ab 50%	ab 35%
Mindesterfüllungsgrad	65%	50%	35%	— %

\* Diese Auszeichnung gilt nur für das Bestandszertifikat bzw. für das Zertifikat „Gebäude Betrieb“.



# Danke für die Aufmerksamkeit!