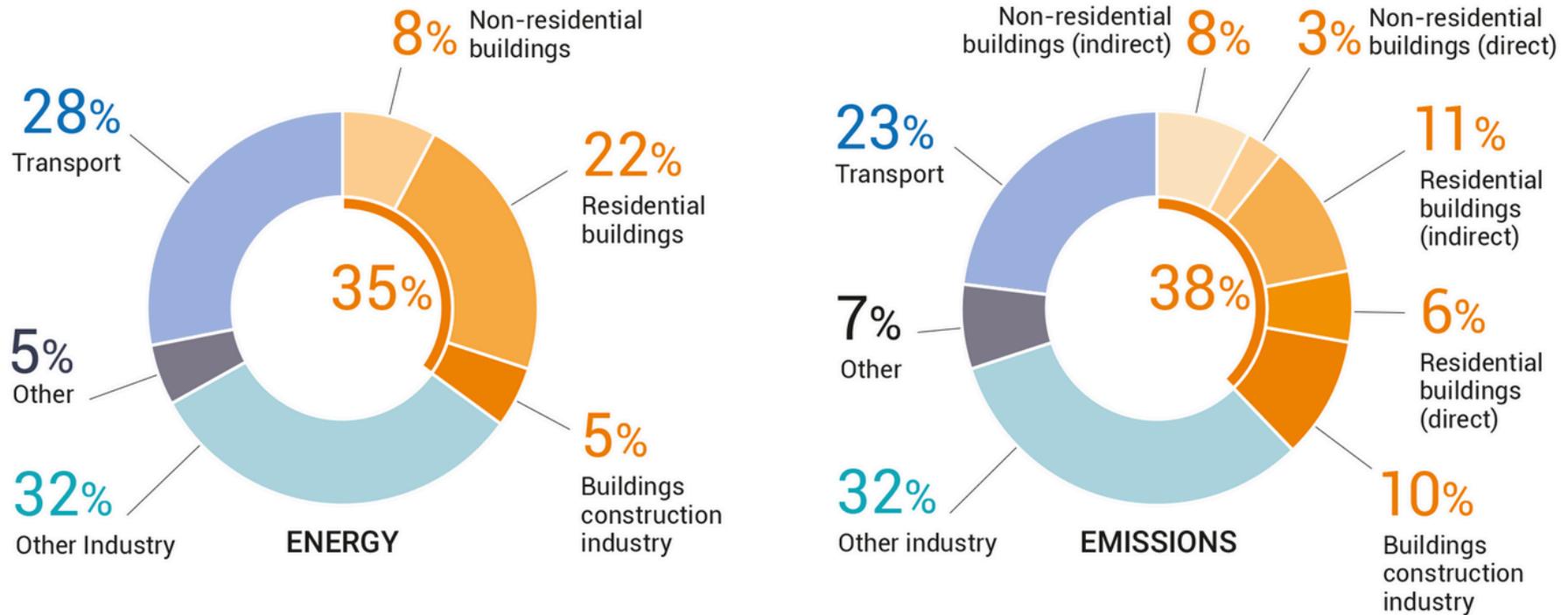




# *Klimafreundlich Bauen und Sanieren*

*- Infoveranstaltung des Klimaschutzmanagements in Kaufungen -*

*Referentin: Anne Raupach*



Sources: (IEA 2020d; IEA 2020b). All rights reserved. Adapted from “IEA World Energy Statistics and Balances” and “Energy Technology Perspectives”.

Emissions from the operation of buildings hit their highest-ever level in 2019, moving the sector further away from fulfilling its huge potential to slow climate change and contribute significantly to the goals of the Paris Agreement.

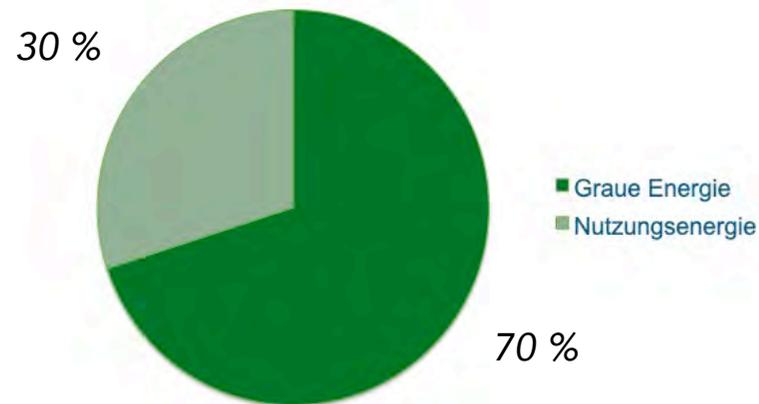
## Globaler Energieverbrauch und Emissionen im Bausektor

Quelle: Globaler Statusbericht für Gebäude – UN environment programme

## NUTZUNGSENERGIE

Energiebedarf während der Nutzungsphase

- Heizung
- Kühlung
- Lüftung
- Beleuchtung
- Haushaltsstrom

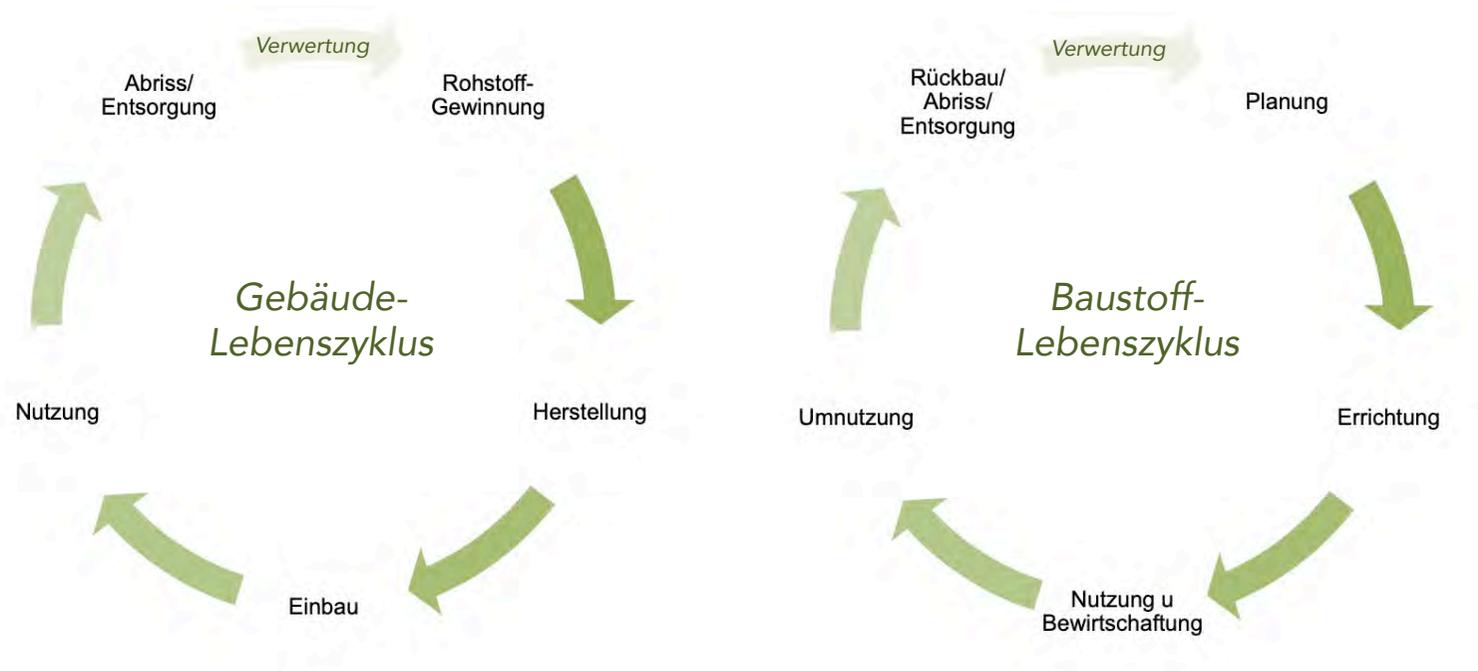


## GRAUE ENERGIE

Energiebedarf für die im Bauwerk verwendeten Materialien

- Gewinnung der Rohstoffe
- Herstellung von Baustoffen
- Transport
- Errichtungsprozess
- Instandhaltungsmaßnahmen
- Wiederverwendung von Baustoffen
- Entsorgung von Baustoffen

Anteil grauer Energie bei einem KfW-55-Gebäude



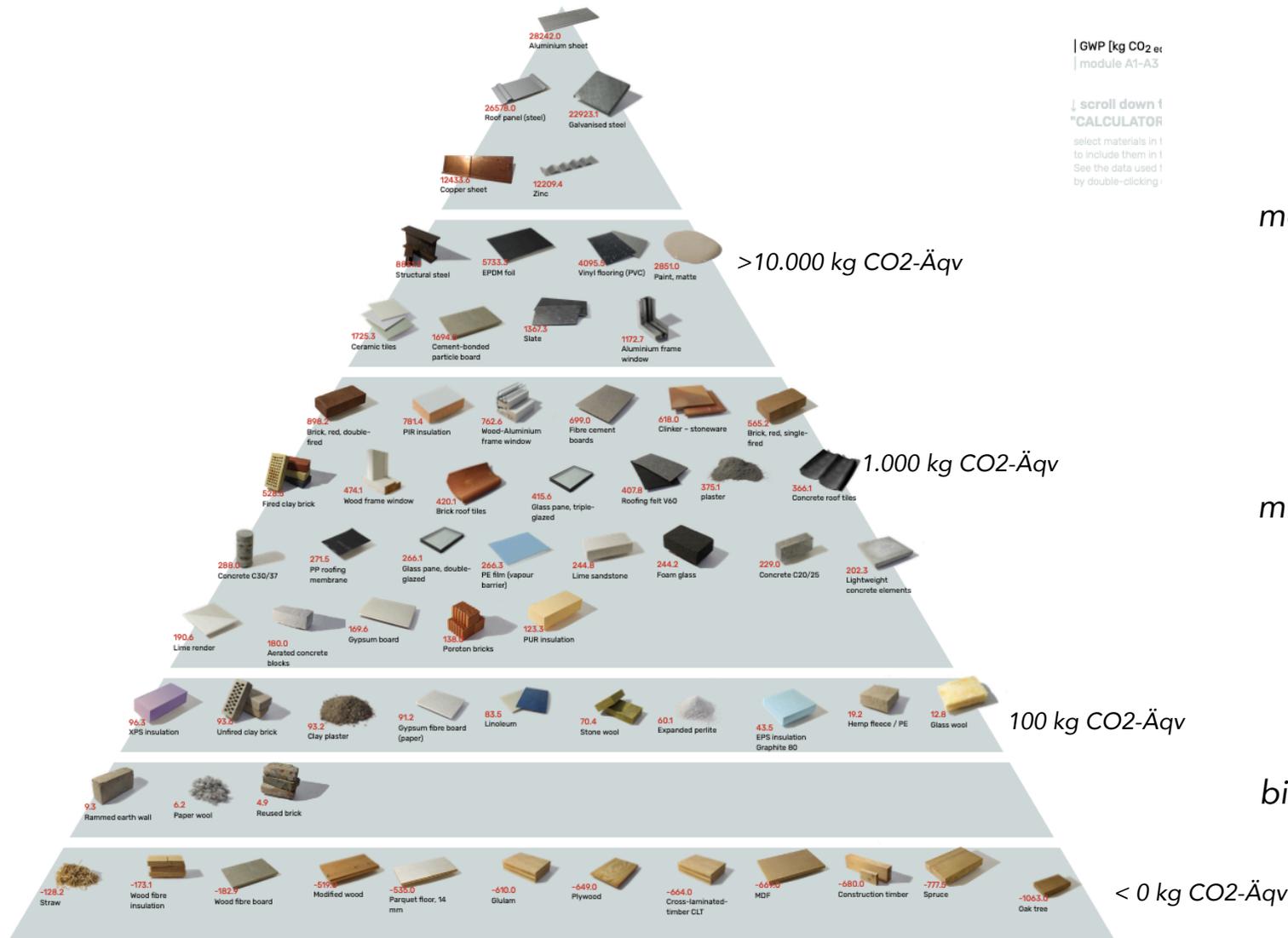
*Lebenszyklus Gebäude und Baustoffe - Betrachtung Umweltwirkungen - Lebenszyklusanalyse*

Quelle: Öko-Zentrum NRW

# THE CONSTRUCTION MATERIAL PYRAMID

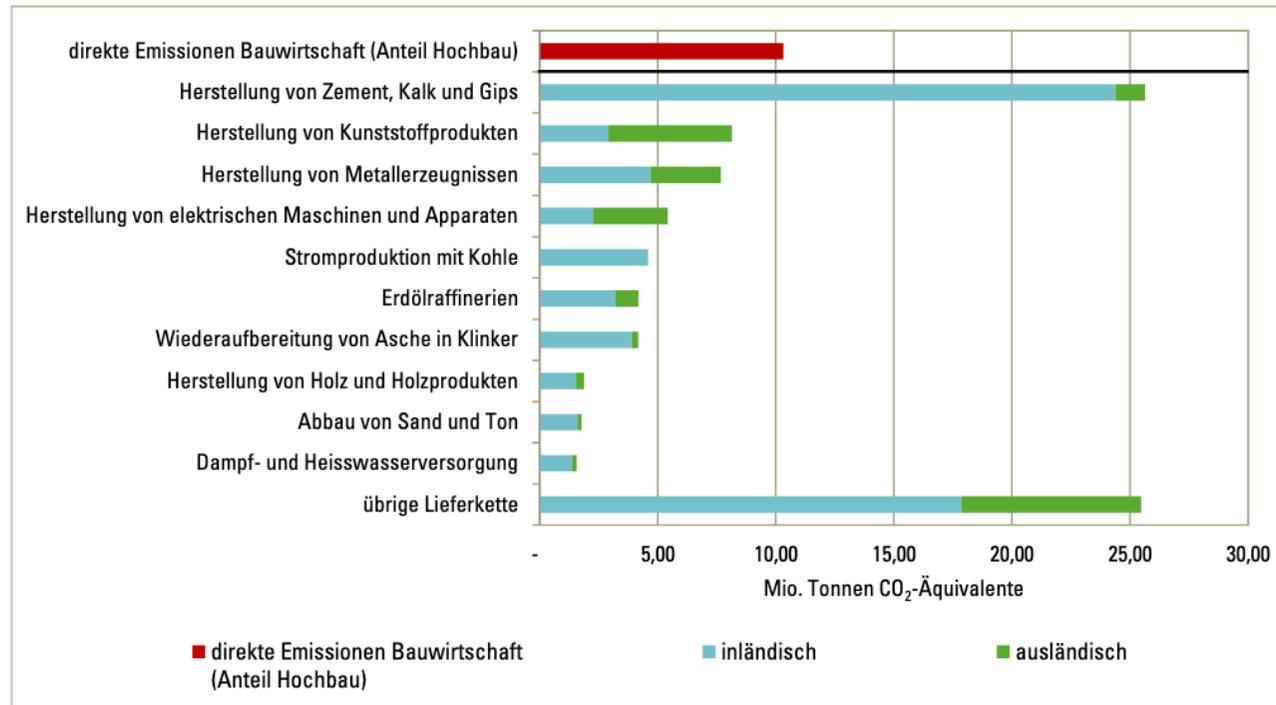
## THE DETAIL IS CRUCIAL

Fakten



Materialpyramide – möglichst wenig Materialien mit hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen verwenden

Quelle: <https://materialepyramiden.dk/>



Zement ist mit 2,8 Milliarden Tonnen für 8% der weltweiten CO2-Emissionen verantwortlich

Erläuterung:  
60% der Emissionen entstehen im Brennprozess, bei dem aus Calciumcarbonat des Kalksteins Calciumoxid entsteht, wobei Kohlendioxid abgespalten und frei gesetzt wird

Abbildung 5: Treibhausgas-Fußabdruck der Herstellung, Errichtung und der Modernisierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden nach direkten Zulieferern (inkl. der THG-Emissionen derer Lieferketten).

### Treibhausgas-Fußabdruck von Bauprodukten

Quelle: BBR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

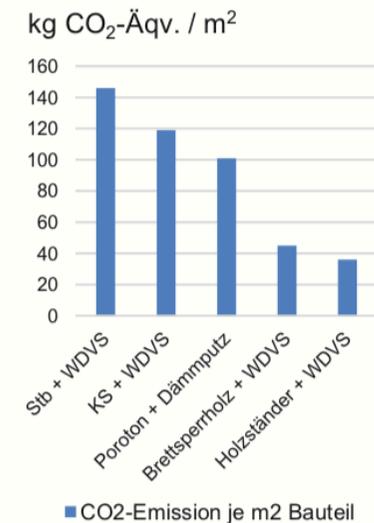
### 3 | Bauteilvergleich CO<sub>2</sub>-Emission

#### 3 | 2 Bauteilvergleich Außenwand

Eigenschaften: Wärmeschutz  $U < 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , Brandschutz R 90, Schallschutz  $R'w, res \geq 30 \text{ dB}$

Außenwand (von innen nach außen)	Bauteildicke	Klimaschutz	
Wärmeschutz $< 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , Brandschutz R 90, Schallschutz $R'w, res \geq 30 \text{ dB}$	in cm	Treibhausgasemissionen GWP / m <sup>2</sup> (Module A-C)	
<b>Stahlbeton + WDVS (Mineralwolle)</b> Gipsputz 1,5cm, Stb 20cm, MiWo (0,035) 25cm, Wärmedämmputz 1,5cm	48,0	145,69 kg CO <sub>2</sub> -Äqv.	122%
<b>Ausgangsvariante Kalksandstein + WDVS (Mineralwolle)</b> Gipsputz 1,5cm, KS 20cm, MiWo (0,035) 25cm, Wärmedämmputz 1,5cm	48,0	119,42 kg CO <sub>2</sub> -Äqv.	100%
<b>Poroton + Wärmedämmputz</b> Gipsputz 1,5cm, Poroton mit Dämmstoff gefüllt 49cm, Wärmedämmputz 1,5cm	52,0	101,28 kg CO <sub>2</sub> -Äqv.	-15%
<b>Brettsper Holz (CLT) + WDVS (Steinwolle), inkl. Vorwandinstallation</b> Gipsfaserplatte 2,5cm, Holzständer+MiWo 7cm, CLT 12cm, Steinwolle 18cm, Kalkzementputz 1,5cm	41,0	45,21 kg CO <sub>2</sub> -Äqv.	-62%
<b>Holzständer + WDVS (Steinwolle), exkl. Vorwandinstallation</b> Gipsfaserplatte 3cm, Holzständer+MiWo 16cm, GF 1,25cm, Steinwolleplatte 10cm, Kalkzementputz 1,5cm	31,8	35,56 kg CO <sub>2</sub> -Äqv.	-70%

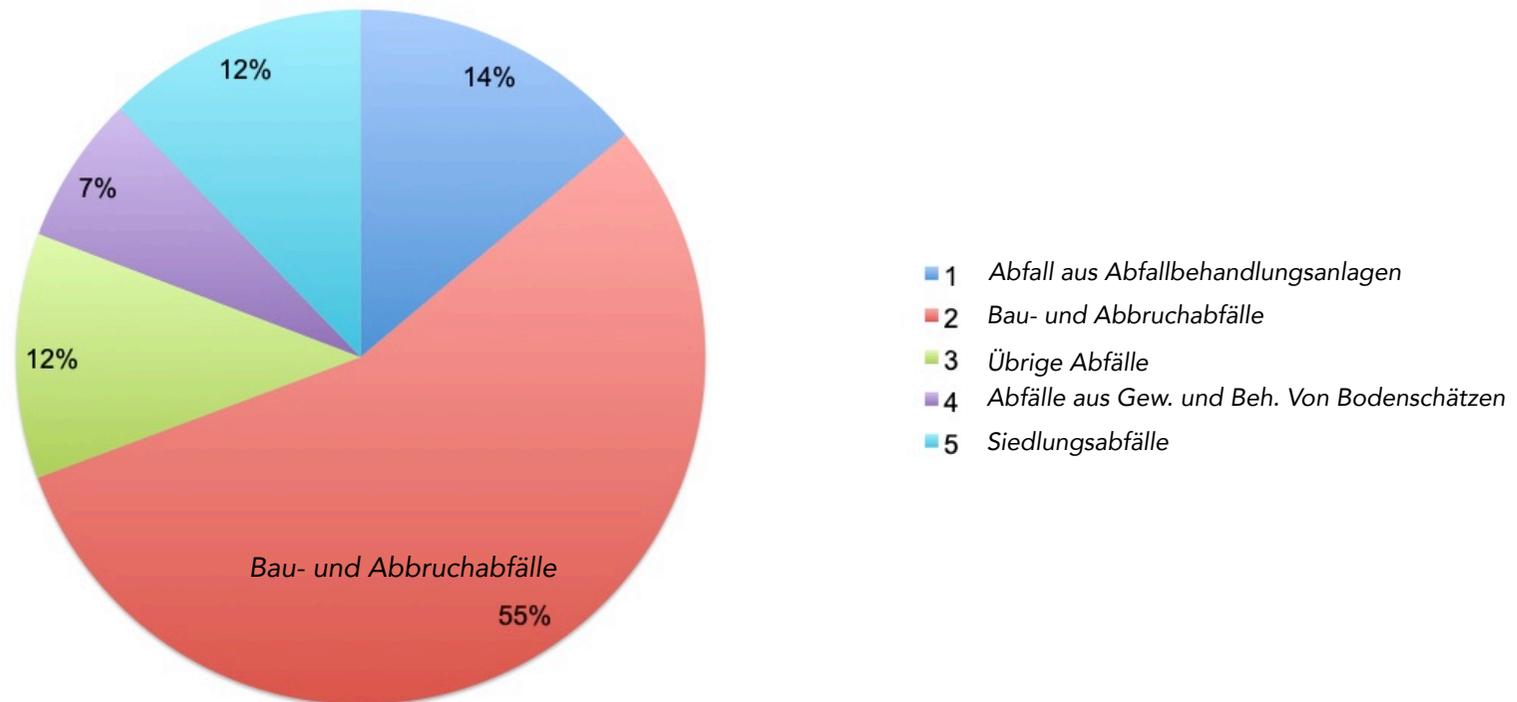
Die Aufbauten sind projektspezifisch durch die entsprechenden Fachplaner zu prüfen.



## Ökobilanz - Bauteilvergleich CO<sub>2</sub>-Emissionen - Außenwand

Quelle: weberbrunner Gesellschaft von Architekten mbH Berlin – Schlussbericht - Kriterien für nachhaltigen Wohnungsbau in Berlin

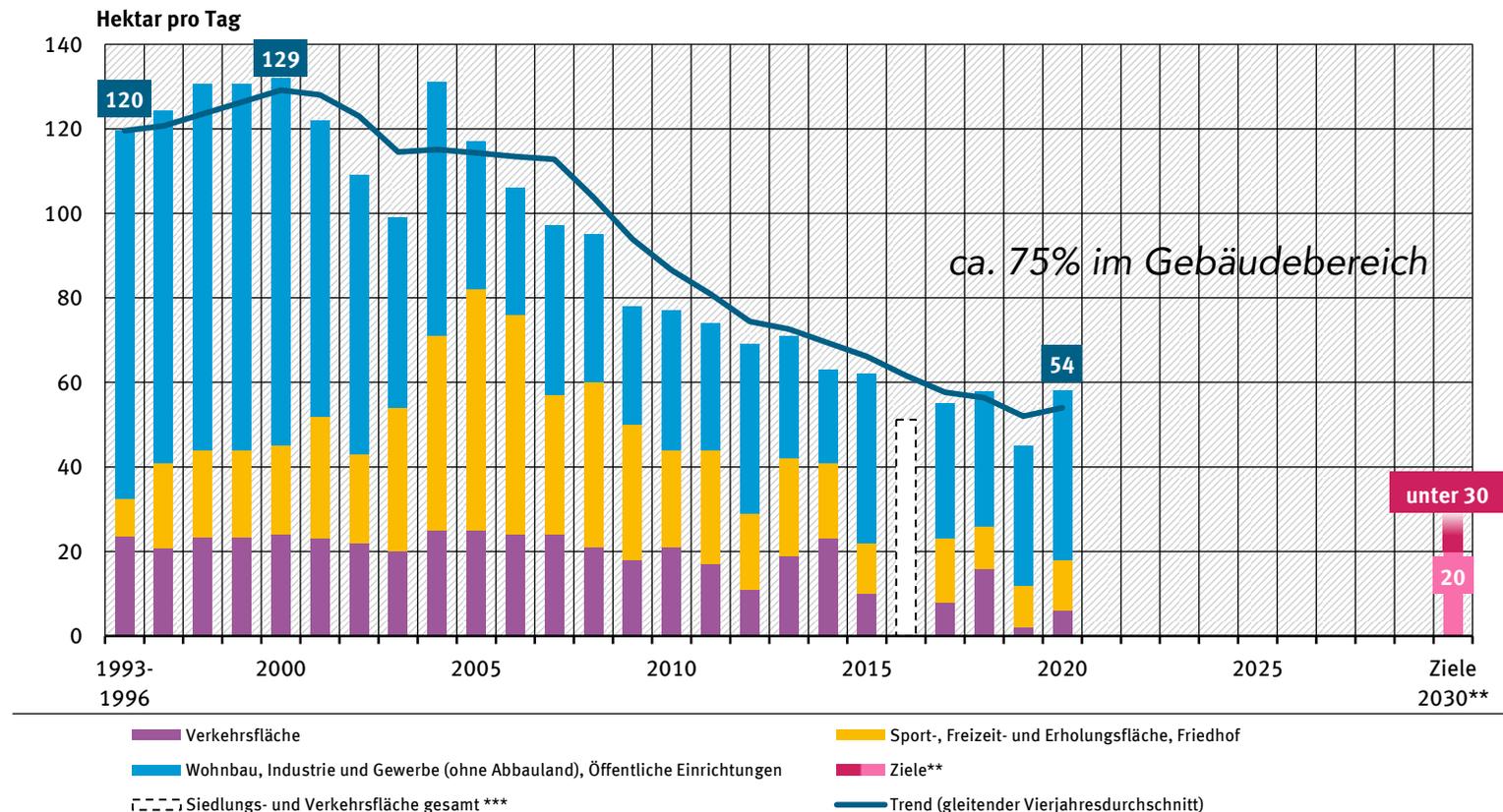
### Abfallaufkommen in Deutschland



Abfallaufkommen in Deutschland – 55% des Abfallaufkommens entsteht im Bausektor

Quelle: Umweltbundesamt – [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

### 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.

Quelle: Werte aus Statistisches Bundesamt 2022, Erläuterungen zum Indikator „Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche“

\*\* 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 Abbauland". 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#c10929](http://www.bmu.de/WS2220#c10929).

54 ha Flächenverbrauch pro Tag – entspricht 77 Fußballfelder pro Tag

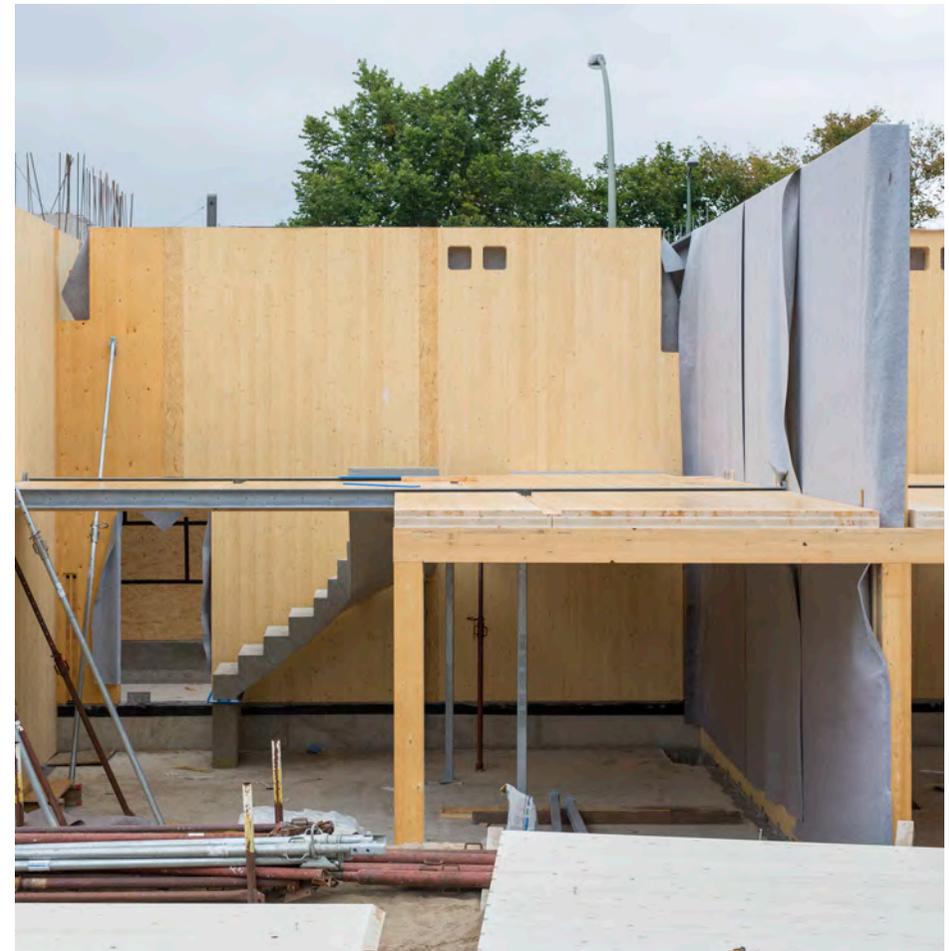
Quelle: Umweltbundesamt mit Daten des Statistischen Bundesamtes 2022 – [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

## BAUWENDE erforderlich

- Mit 40% der THG-Emissionen spielt der Gebäudesektor bei der Senkung der THG eine entscheidende Rolle
- Es besteht Handlungsbedarf um die Klimaschutzziele zu erreichen
- Es werden Konzepte für die Verbesserung des ökologischen Fußabdrucks von Gebäuden benötigt

## LÖSUNGEN

- Allein durch den **Austausch von Materialien** können 45% Treibhausgase eingespart werden
- **Sanierung** ist hinsichtlich Klimaschutz besser als Neubau, da Ressourcen, Flächen, Energie, Abfall Infrastruktur und Treibhausgas-Emissionen eingespart werden
- **Gebäude als CO<sub>2</sub>-Senke:** in Gebäuden kann durch geeignete Baustoffwahl sogar CO<sub>2</sub> gespeichert werden



## Fazit

Auszeichnungen für das Projekt:



Beispiel 1



## Massivholzbau Walden 48

-Neubau Massivholzwohnhaus für eine Baugemeinschaft in Berlin-Friedrichshain  
Architektur: Anne Raupach in Arbeitsgemeinschaft mit Scharabi Architekten, Berlin



**Architektur:** ARGE Scharabi | Raupach

**Gebäudetyp:** Mehrfamilienhaus für eine Baugemeinschaft

**Fertigstellung:** 2020

**Wohnfläche vor Sanierung:** 4800 m<sup>2</sup>

**Anzahl der Wohneinheiten:** 43

**Bauweise:** Massivholzbauweise in Kombination mit Holz-Beton-Verbund-Decken, Außenwände als Holztafelbauelemente

**Dämmung Außenwände:** Dämmung der nichttragenden Holzrahmenaußenwände mit Holzweichfaser

**Dachdämmung:** Foamglas und Mineralwolle

**Energiestandard:** KfW-55

**Gebäudetechnik/Energiekonzept:** Bivalent betriebene Sole-Wärmepumpe für Warmwasser und Heizung mit Flächenheizung im Boden, die im Sommer zur passiven Kühlung verwendet wird, Lüftungsanlage als Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung, Außenliegender Sonnenschutz für sommerlichen Wärmeschutz

**Jahres-Heizwärmebedarf:** errechneter Wert: 13,7 kWh/m<sup>2</sup>a

**Besonderheiten:** Holzmassivbauweise mit sichtbaren Holzoberflächen, gemeinschaftliches Wohnbauprojekt für 43 Parteien in Berlin mit Gemeinschaftsräumen und Fahrradtiefgarage

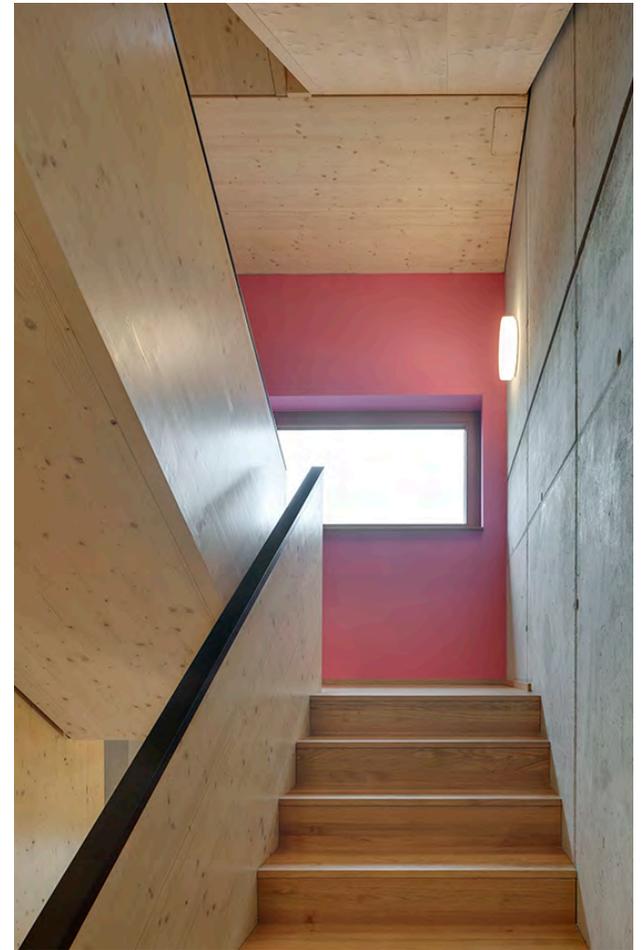
## Steckbrief Baugemeinschaftshaus Walden 48, Berlin



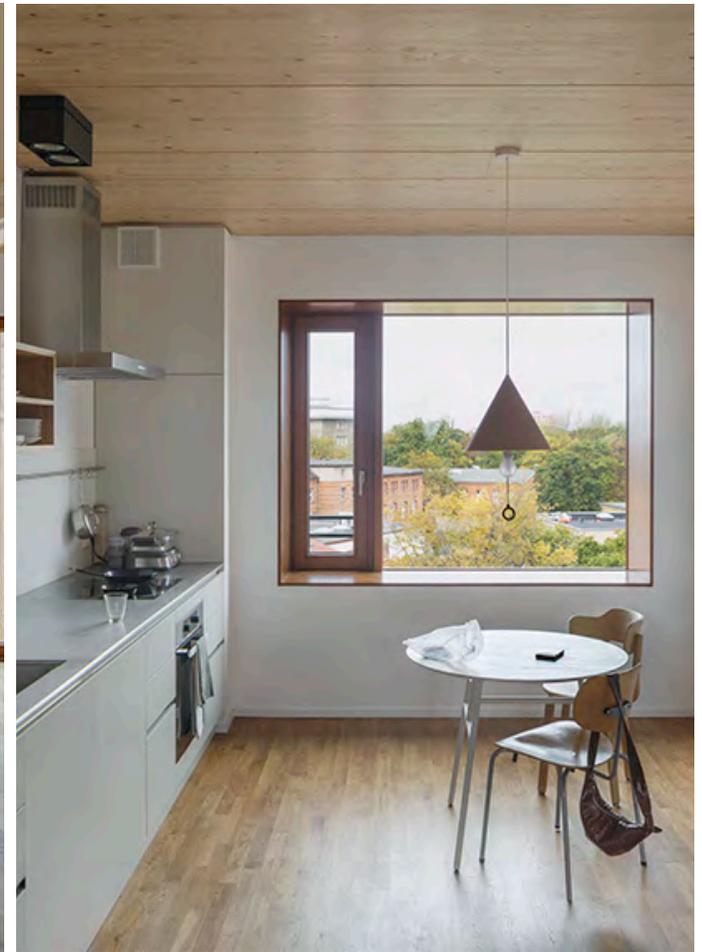
*Straßenansicht – hochschalldämmende Fassade in Holztafelbauweise mit Schieferbekleidung*



*Gartenansicht mit vorgestellten Loggien in Holzmassivbauweise und Lärchenholzverschalung*



*Vorgestellte Loggia – Treppenhaus mit Massivholztreppenläufen u. Massivholzaufzugsschacht*



*Innenansichten Wohnungen mit sichtbaren Massivholzdecken und -wänden*



*Massivholzkonstruktion – das im Gebäude verbaute Holz bindet 1.500 Tonnen CO<sub>2</sub> (1t/m<sup>3</sup> Holz)*



## *Fachwerkhaus Steinweg*

*-Sanierung Fachwerkwohnhaus in Kaufungen  
Architektur: Anne Raupach*

## Fachwerkhaus Steinweg



**Architektur:** Anne Raupach

**Gebäudetyp:** Zweifamilienhaus frei stehend

**Baujahr:** 1912

**Energetische Sanierung:** 2020

**Wohnfläche vor Sanierung:** 140 m<sup>2</sup>

**Wohnfläche nach Sanierung:** 200 m<sup>2</sup>

**Anzahl der Wohneinheiten:** 2-3 (flexibel trennbar)

**Bauweise:** Fachwerkhaus mit Mauerwerksockel

**Dämmung Außenwände:** Innen- bzw. Außendämmung mit Holzweichfaser

**Dachdämmung:** Zellulose und Holzweichfaser

**Energiestandard:** KfW-Effizienzhaus Denkmal

**Gebäudetechnik/Energiekonzept:** Luft-Wasser-Wärmepumpe für Warmwasser und Heizung mit Flächenheizung in Wand und Boden  
Photovoltaikanlage, Ladestation Elektroauto,  
Außenliegender Sonnenschutz für sommerlichen Wärmeschutz

**Jahres-Heizwärmebedarf:** errechneter Wert: 85,6 kWh/m<sup>2</sup>a  
tatsächlicher Wert im Betrieb: 61,5 kWh/m<sup>2</sup>a

**Besonderheiten:** Erhaltenswerte Bausubstanz mit Sichtfachwerk und Innendämmung, flexible Grundrisse, ökologische und klimafreundliche Baumaterialien, nachhaltiges Energie- und Mobilitätskonzept ohne Fossile Energieträger

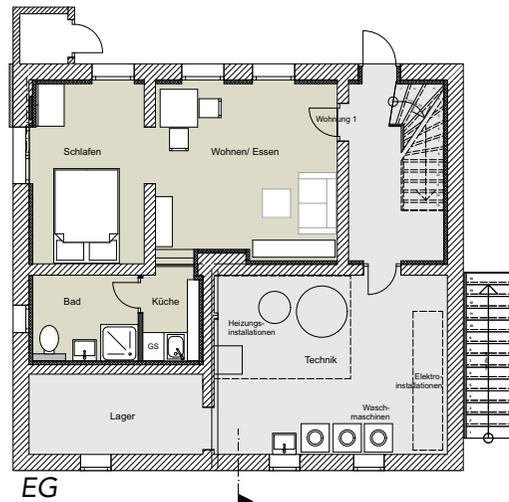
### Steckbrief Fachwerkhaus Steinweg 49

*Fachwerkhaus Steinweg*

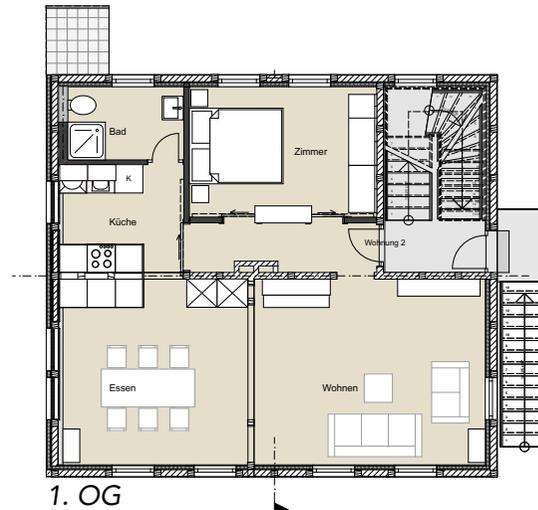


*Fachwerkhaus im Steinweg 49 vor der Sanierung*

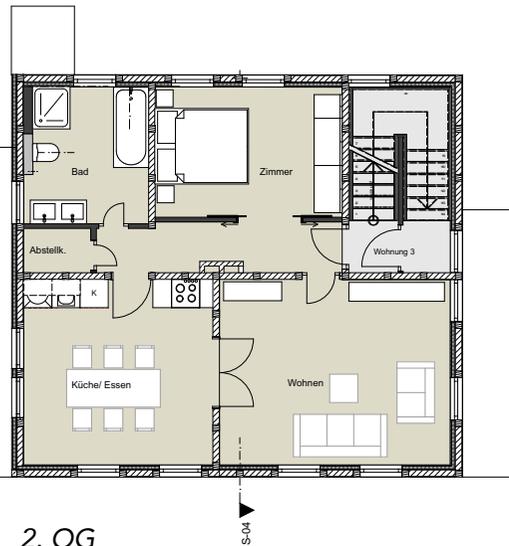
# Fachwerkhaus Steinweg



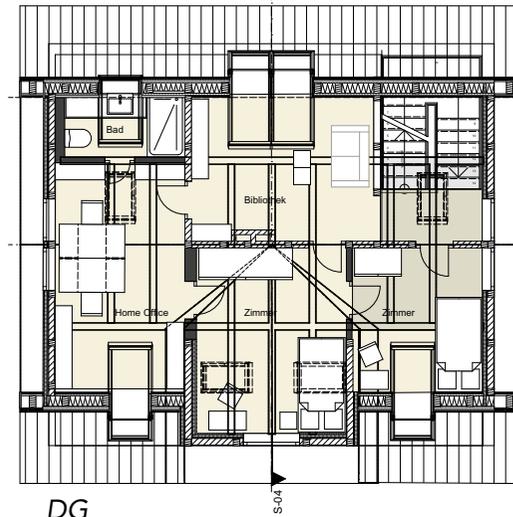
EG



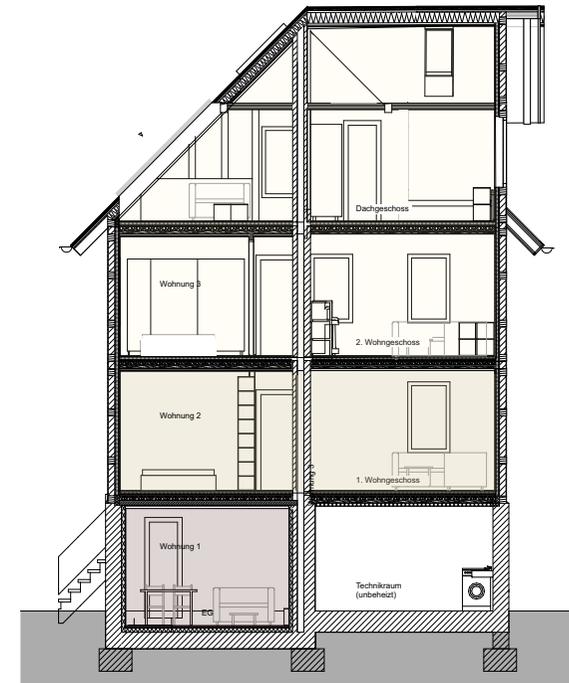
1. OG



2. OG



DG



Schnitt

## Entwurfspläne für die Sanierung – Grundrisse und Schnitt



*Abbrucharbeiten – und Entsorgung von zum Teil problematischem Müll*



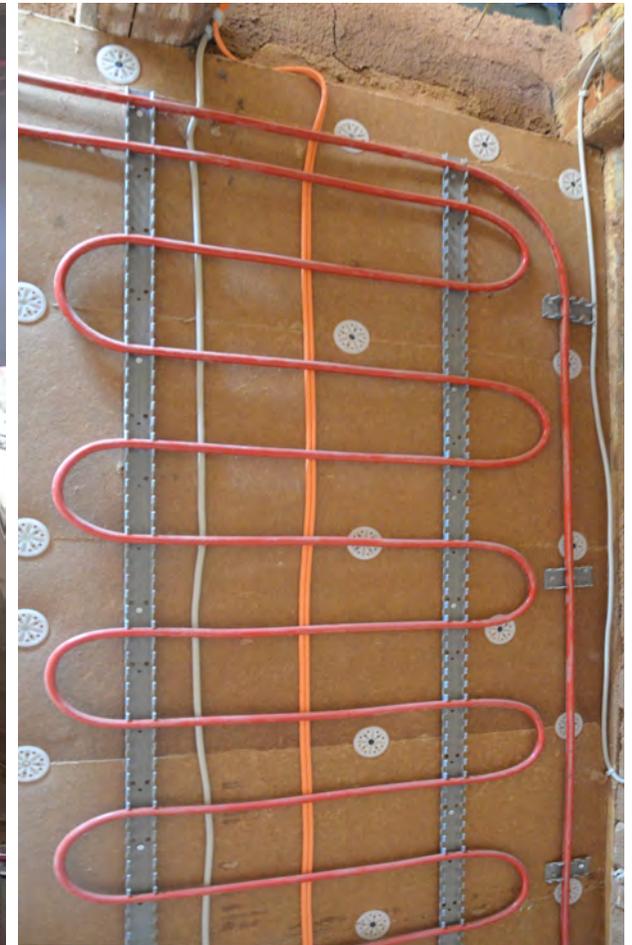
Abbruch Ölheizung und Öltanks



*Rückbau auf ursprüngliche, langlebige Rohbaustruktur aus Holz-Ziegel-Lehm*



*Holzfaser-Innendämmung auf Lehm-Ausgleichsschicht*



Wandheizung auf Holzweichfaser-Dämmplatten



Lehmputzarbeiten – Ausgleichsschicht auf Wandheizung



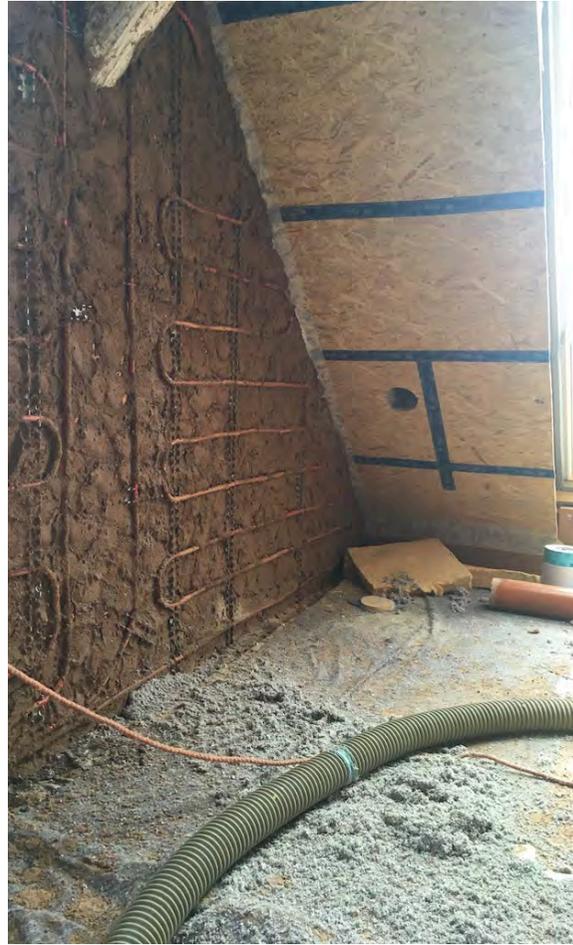
*Unter- und Oberputz - Lehmputzarbeiten in Teamarbeit*



*Einbau der dreifach verglasten Holzfenster*



Fassadenarbeiten – Aufarbeitung Sichtfachwerk und Außendämmung mit Holzfaser an Westfassade



*Dachsanierung – Dämmung mit Zellulose und Holzfaser-Unterdeckplatten*



*Sanierung Erdgeschoss – ehemalige Waschküche und Öltankraum – Kalkdämmputz Innen*



*Bodenaufbau mit Fußbodenheizung – Holzweichfaserplatten auf trockener Holzgranulatschüttung*



*Photovoltaik - Heizanlage mit Wärmepumpe – Ladestation für vollelektrischen PKW –  
Verzicht auf fossile Energieträger im Haus und bei Mobilität*

## Fachwerkhaus Steinweg



*Nach Fertigstellung - Außenansichten*



*Nach Fertigstellung - Wohnküche*



*Nach Fertigstellung – Vollholz-Küche – aufgearbeitete Treppe*



*Nach Fertigstellung - Kinderzimmer*



*Nach Fertigstellung - Dachgeschoss*

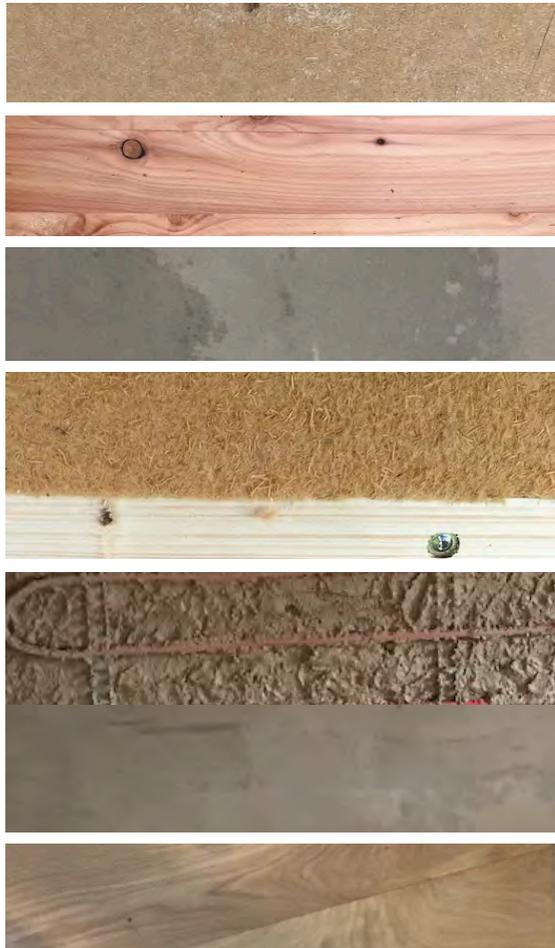


*Nach Fertigstellung – Gästewohnung in der ehemaligen Waschküche*

## Fachwerkhaus Steinweg



*Terrasse aus abgebrochenen Ziegeln aus dem Haus*



- **Nachwachsende Rohstoffe und langlebige, klimafreundliche Baumaterialien wie**  
*Holz, Stroh, Zellulose, Lehm, Luftkalk*
- **Reduktion von zement- oder erdölhaltigen Produkten auf ein Minimum**  
*Zement- und erdölhaltige Produkte nur einsetzen, wo es aus bautechnischer Sicht notwendig ist (z.B. in feuchtebelasteten Bereichen)*
- **Einsatz regionaler Baustoffe**  
*Beim Beispiel Steinweg stammen Lehm, Lärchenverschalung, Eichendielen, Kalkputz, Dachziegel und die Wärmepumpe aus einem Umkreis von nicht mehr als 100km.*
- **Recycling**  
*Abbruchmaterial wenn möglich wieder verwenden. Im Steinweg wurden z.B. abgebrochene Ziegelsteine wieder verwendet als Terrassenbelag. Baustoffbörsen verkaufen wiederverwertbare Baustoffe wie Fenster, Ziegel, Holzbalken o.ä.*
- **Grundrissflexibilität**  
*für spätere Änderungen der Lebensverhältnisse sollte so geplant werden, dass die Wohnfläche mit den Bedürfnissen wachsen und schrumpfen kann. Nicht notwendiger Flächenverbrauch und damit verbundener Energieaufwand wird dadurch vermieden.*
- **Nachhaltiges Energiekonzept**  
*Auf fossile Energieträger kann im Haus und bei der Mobilität komplett verzichtet werden. Das Haus im Beispiel Steinweg wird über eine Wärmepumpe erwärmt, das Auto vollelektrisch betrieben. Etwa ein Drittel des benötigten Stroms wird mit der eigenen Photovoltaikanlage erzeugt, der Rest als Ökostrom hinzu gekauft.*

## Klimafreundliche Bauweisen - Zusammenfassung



- **Präsentation erstellt durch Anne Raupach**

Anne Raupach Architektur  
Steinweg 49  
34260 Kaufungen

[www.anneraupach.com](http://www.anneraupach.com)

- **Quellennachweis** (sofern nicht auf der Folie vermerkt)

S 2: Globaler Statusbericht für Gebäude – UN environment programme  
(Stand 2019)

<https://globalabc.org/resources/publications/2021-global-status-report-buildings-and-construction>

S 3: BBR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung –  
BBSR- Online-Publikation Nr 17/2020, Umweltfußabdruck von Gebäuden in D  
[https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2020/bbsr-online-17-2020-dl.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2020/bbsr-online-17-2020-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=3)

S 7: weberbrunner Gesellschaft von Architekten mbH Berlin –  
Schlussbericht-Kriterien für nachhaltigen Wohnungsbau in Berlin  
[https://www.berlin.de/nachhaltige-beschaffung/umweltaanforderungen/spezifische-beschaffungshinweise/gebaeude/210802\\_01\\_schlussbericht-massnahmen.pdf](https://www.berlin.de/nachhaltige-beschaffung/umweltaanforderungen/spezifische-beschaffungshinweise/gebaeude/210802_01_schlussbericht-massnahmen.pdf)

Fotos Projekt Walden48: Jan Bitter, Berlin, außer S.17 : | Lamor-Selles r. Meichsner

Fotos Projekt Steinweg: Anne Raupach

Fotos Projekt Strohballenbau: Lucia Degonda, Baustelle: Atelier Schmidt

**Weiterführende Literatur**

Ratgeber der Verbraucherzentrale - Klimafreundlich Bauen und Sanieren - von Anne Raupach, Eva Riks und Johannes Spruth