

## FUSSNOTEN ZUM CO<sub>2</sub>-FUSSABDRUCK

Die Schweizer Bevölkerung verursacht pro Kopf und Jahr Treibhausgasemissionen von ca. 11–14 t CO<sub>2</sub>-eq\* (inkl. im Ausland anfallende Emissionen/Importe), doppelt so viel wie der globale Durchschnitt. Zur Erreichung der Klimaziele des Pariser Abkommens von 2015 sollte bis 2030 eine Reduktion auf 2 t pro Kopf und Jahr stattfinden, bis 2050 sogar auf netto-null.

Gebäude beeinflussen rund ein Drittel bis die Hälfte der Schweizer Treibhausgasemissionen (ohne internationalen Flugverkehr), direkt über den Betriebsenergieverbrauch und die Erstellung, indirekt über die je nach Standort induzierte Mobilität.

**Die Materialauslage der Ausstellung gibt Anlass, diese abstrakten Zahlen etwas greifbarer zu machen. Nachfolgend sind also einige Baustoffe in Relation gesetzt zum Betrieb des Gebäudes (vertreten durch die Heizung, meist der grösste Anteil) und zu anderen Bereichen unseres Alltags. Dabei wählen wir absichtlich den schlecht beleumundeten Beton als «Währung».**

**1 m<sup>2</sup> Betonwand** (tragend) von 20 cm Stärke mit 1 Volumenprozent Armierungsstahl verursacht **73 kg CO<sub>2</sub>-eq** in der Herstellung und Entsorgung («graue» Emissionen).<sup>1</sup>

**1 m<sup>2</sup> Backsteinwand** (tragend) von 20 cm Stärke (ohne Armierung):  
**53 kg CO<sub>2</sub>-eq**  $\triangleq$  *0.7 m<sup>2</sup> Betonwand*.

**1 m<sup>2</sup> Brettschichtholz**wand (tragend) von 20 cm Stärke:  
**30 kg CO<sub>2</sub>-eq**  $\triangleq$  *0.4 m<sup>2</sup> Betonwand*.

\* Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) ist das wichtigste Treibhausgas, daneben gibt es aber noch weitere. Umgerechnet in CO<sub>2</sub>-eq (CO<sub>2</sub>-Äquivalente) lässt sich die Wirkung aller Treibhausgase zusammen erfassen.

**1 m<sup>2</sup> Backsteinklinker** zur Fassadenverkleidung, 11.5 cm Stärke:  
**89 kg CO<sub>2</sub>-eq**  $\triangleq$  *1.2 m<sup>2</sup> Betonwand*.

**1 m<sup>2</sup> Aluminiumblech** zur Fassadenverkleidung, pulverbeschichtet, 2 mm Stärke:  
**38 kg CO<sub>2</sub>-eq**  $\triangleq$  *0.5 m<sup>2</sup> Betonwand*.

**1 m<sup>2</sup> Flachglas** mit 8 mm Stärke (einfach), für hinterlüftete Glasfassade:  
**23 kg CO<sub>2</sub>-eq**  $\triangleq$  *0.3 m<sup>2</sup> Betonwand*.

**1 m<sup>2</sup> Photovoltaikpaneel** (Silizium monokristallin):  
**ca. 250–300 kg CO<sub>2</sub>-eq**  $\triangleq$  *3.4–4.1 m<sup>2</sup> Betonwand*.

Allerdings gleichen die Erträge\*\* die Erstellung innerhalb eines überschaubaren Zeitraums aus, weil entsprechend weniger Netzstrom bezogen werden muss (ca. 10 Jahre beim Schweizer Strommix, ca. 2 Jahre beim europäischen Importmix).

**1 m<sup>2</sup> Wärmedämmung Steinwolle**  $\lambda$  0.035 W/(m·K), 20 cm Stärke (hinter vorgehängter Verkleidung):  
**11 kg CO<sub>2</sub>-eq**  $\triangleq$  *0.15 m<sup>2</sup> Betonwand*.

**1 m<sup>2</sup> Wärmedämmung extrudiertes Polystyrol**  $\lambda$  0.035 W/(m·K), 20 cm Stärke (zur Dämmung von erdberührenden Bauteilen und Flachdächern):  
**100 kg CO<sub>2</sub>-eq**  $\triangleq$  *1.4 m<sup>2</sup> Betonwand*.

**1 m<sup>2</sup> Wärmedämmung Holzfaserplatten**  $\lambda$  0.040 W/(m·K), 20 cm Stärke (hinter vorgehängter Verkleidung):  
**17 kg CO<sub>2</sub>-eq**  $\triangleq$  *0.23 m<sup>2</sup> Betonwand*.

\*\* Faustformel: 1 m<sup>2</sup> PV produziert in der Schweiz ca. 200 kWh pro Jahr, bei guter Aufstellung und ohne Farbbeschichtung.

Liesse man die Betonwand ungedämmt, würden die Wärmeverluste einen beträchtlichen Aufwand an Heizenergie und entsprechende Treibhausgasemissionen nach sich ziehen, nämlich jährlich pro m<sup>2</sup> Wand:

mit Erdöl 179 kg CO<sub>2</sub>-eq  $\triangleq$  2.5 m<sup>2</sup> Betonwand  
oder mit Erdgas 127 kg CO<sub>2</sub>-eq  $\triangleq$  1.7 m<sup>2</sup> Betonwand.\*\*\*

Dies unterstreicht, wie wichtig Wärmedämmung ist. Wenn dieselbe Betonwand mit 20 cm Steinwolle gedämmt wird, verringern sich die Emissionen für den Heizbetrieb deutlich auf jährlich pro m<sup>2</sup> Wand:

with Erdöl 7.8 kg CO<sub>2</sub>-eq  $\triangleq$  0.11 m<sup>2</sup> Betonwand  
oder mit Erdgas 5.5 kg CO<sub>2</sub>-eq  $\triangleq$  0.08 m<sup>2</sup> Betonwand  
oder mit Erdsonden-Wärmepumpe 0.7 kg CO<sub>2</sub>-eq  
 $\triangleq$  0.01 m<sup>2</sup> Betonwand.\*\*\*

Möchte man den Faktor Zeit stärker berücksichtigen, kann man den Erstellungsaufwand der Wand über ihre Lebensdauer amortisieren, im günstigen Fall 60 Jahre. Die grauen Emissionen der Betonwand betragen dann  $75 \div 60 = 1.25$  kg CO<sub>2</sub>-eq pro m<sup>2</sup> und Jahr, die der Steinwollendämmung  $11 \div 60 = 0.18$  kg CO<sub>2</sub>-eq pro m<sup>2</sup> und Jahr.

Erhellend sind Vergleiche mit «Einmalausgaben» für andere alltägliche Produkte und Handlungen:

**1 kg Rindfleisch**  
(aus Brasilien, konsumiert in Europa) verursacht  
**ca. 75 kg CO<sub>2</sub>-eq  $\triangleq$  1.0 m<sup>2</sup> Betonwand.<sup>2</sup>**

\*\*\* Heizenergie berechnet für Davos; in Zürich wegen milderer Klimas ca. 60% davon.

**1 kg Tomaten** (aus dem Treibhaus im März):  
**ca. 30 kg CO<sub>2</sub>-eq  $\triangleq$  0.4 m<sup>2</sup> Betonwand.<sup>2</sup>**

**100 km Reise mit einem durchschnittlichen Automobil**  
(belegt mit 1.6 Personen):  
**ca. 22 kg CO<sub>2</sub>-eq  $\triangleq$  0.3 m<sup>2</sup> Betonwand.<sup>1</sup>**

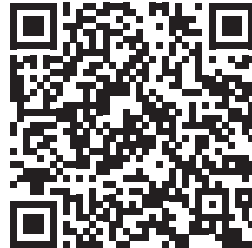
**100 km Reise mit dem Flugzeug** (pro Passagier):  
**ca. 30 kg CO<sub>2</sub>-eq  $\triangleq$  0.4 m<sup>2</sup> Betonwand.<sup>1</sup>**

Und nur eine einzige **Bitcoin-Transaktion**:  
**ca. 370–1100 kg CO<sub>2</sub>-eq  $\triangleq$  5–15 m<sup>2</sup> Betonwand.<sup>3,4</sup>**

**Gigon/Guyer beschäftigen sich in den letzten Jahren immer wieder mit der Frage, wie und wo verlässliche Informationen zu den unsichtbaren Treibhausgasen und insbesondere zu ihren Ursachen und Verursachern im Baubereich (und nicht nur dort) zu gewinnen, bereitzustellen, zu kommunizieren wären. Die Verfügbarkeit von Daten verbessert sich zwar, aber sich eine Übersicht zu erarbeiten, ist immer noch aufwendig und zeitraubend. Eine kritische und unbequeme «Selbst-Aufklärung» und «Treibhausgas-Alphabetisierung» steht an.**

- 1 Daten zu Baustoffen und Reisedstrecken basierend auf KBOB Ökobilanzdaten 2022. Schätzung Heizenergie mit Hilfe von ubakus.de und Heizgradtagen von MeteoSchweiz.
- 2 Daten zu Lebensmitteln aus Mike Berners-Lee, *How Bad are Bananas? The Carbon Footprint of Everything* (2010), aktualisierte Auflage London 2020.
- 3 <http://explore-ip.com/2021-The-Carbon-Emissions-of-Bitcoin-From-an-Investor-Perspective.pdf> (Zugriff 6.7.2022).
- 4 <https://www.derstandard.at/story/2000132519190/umweltsuende-bitcoin-so-schaedlich-ist-die-kryptowaehrung> (Zugriff 6.7.2022).

Vgl. Ausstellung «urbainable – stadthaltig», Akademie der Künste Berlin, Beitrag «WERK-STOFF-WECHSEL» (2020, mit Arend Kölsch, Lars Müller, Arno Schlüter).



Gigon/Guyer haben 2021 mit Studierenden im Kontext ihrer Tätigkeit an der ETH Zürich Ökobilanzdaten so aufbereitet, dass Materialien untereinander besser verglichen werden können. Die Zahlen sind den gebräuchlichen Schichtstärken von Baustoffen zugeordnet und pro m<sup>2</sup> ermittelt. Grundlage der kleinen Ad-hoc-Ausstellung in der Baubibliothek/Material Hub sind die publizierten Daten der KBOB/Bundesamt für Bauten und Logistik.



Mehr Information und Daten unter: «Durability and/or Change?» Themen-Plattform D-ARCH ETH Zürich für die Master's Thesis im Herbstsemester 2022/ Frühlingssemester 2023



Zusammenstellung: Arend Kölsch

**BIOGRAFIE ANNETTE GIGON/MIKE GUYER**  
Annette Gigon und Mike Guyer erwarben ihr Diplom am Departement Architektur der ETH Zürich und führen als Partner seit 1989 gemeinsam ein erfolgreiches und international bekanntes Architekturbüro.

Während ihrer langen Laufbahn machten sie zunächst mit Museumsbauten auf sich aufmerksam, darunter das Kirchner Museum Davos, die Erweiterung des Kunstmuseums Winterthur, das Kunstmuseum Appenzell oder das Archäologische Museum und Park Kalkriese bei Osnabrück, Deutschland. Später erweiterten sie ihr Schaffen um Wohn- und Bürobauten, etwa den 2011 fertiggestellten Prime Tower, der Zürich ein weiteres Wahrzeichen bescherte. Ein Merkmal ihres Werks ist, dass sie keinen *signature style* verfolgen, sondern für jede Aufgabe und jeden Ort je ein spezifisches Konzept suchen. Dazu gehört eine spezielle Aufmerksamkeit für die Baustoffe – besonders wie alltägliche – und deren Eigenschaften. Sie entwickelten im Austausch mit führenden Ingenieuren und Handwerkern technisch hochstehende Lösungen, aber auch radikal einfache, und gingen immer wieder mit Künstler\*innen schöpferische Kooperationen ein.

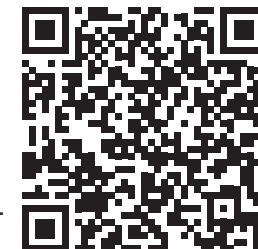
Für ihre Arbeit erhielten Gigon/Guyer Architekten verschiedene Auszeichnungen, unter anderem den deutschen Fritz-Schumacher-Preis, die englische RIBA Fellowship und für das Kirchner Museum Davos den Tageslicht-Award, den höchstdotierten Architekturpreis der Schweiz. Wiederholt waren sie auf der Architekturbiennale in Venedig vertreten. Als gefragte Exponenten der Schweizer Gegenwartsarchitektur halten sie regelmässig Vorträge, gehören häufig Wettbewerbsjurys an und wirkten in diversen Fachgremien und Baukollegien im In- und Ausland.

Nach Lehraufträgen an unterschiedlichen Hochschulen, darunter Gastdozenturen an den Departementen Architektur der École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) und der ETH Zürich, erhielten Annette Gigon und Mike Guyer 2012 den Ruf als ordentliche Professor\*innen für Architektur und

Konstruktion an ihre Alma Mater. Als Teil des Instituts für Entwurf und Architektur (IEA) fokussiert ihre Lehrtätigkeit auf Semesterentwürfe im Bachelor- und Master-Curriculum. Ihre Themensetzung orientiert sich dabei an aktuellen architektonischen und gesellschaftlichen Entwicklungen. Getreu ihrem interdisziplinären Ansatz suchen Annette Gigon und Mike Guyer auch in der Lehre das Gespräch mit angrenzenden Fachgebieten und mit Kulturschaffenden.

Seit 2019 befassen sich Annette Gigon und Mike Guyer intensiv mit Fragen des nachhaltigen Bauens, die sie – durchaus selbstkritisch – sowohl in ihre praktische als auch ihre akademische Tätigkeit einfließen lassen.

GIGON/GUYER



ETH-Lehrstuhl

