

# Gebäudeintegrierte Photovoltaik: ein Beitrag für Gebäude mit Netto-Null-Treibhausgasemissionen?

Dr. Rolf Frischknecht  
treeze Ltd.

4. Symposium Solares Bauen  
Markthalle Basel, 13. September 2022



# Null Emissionen!





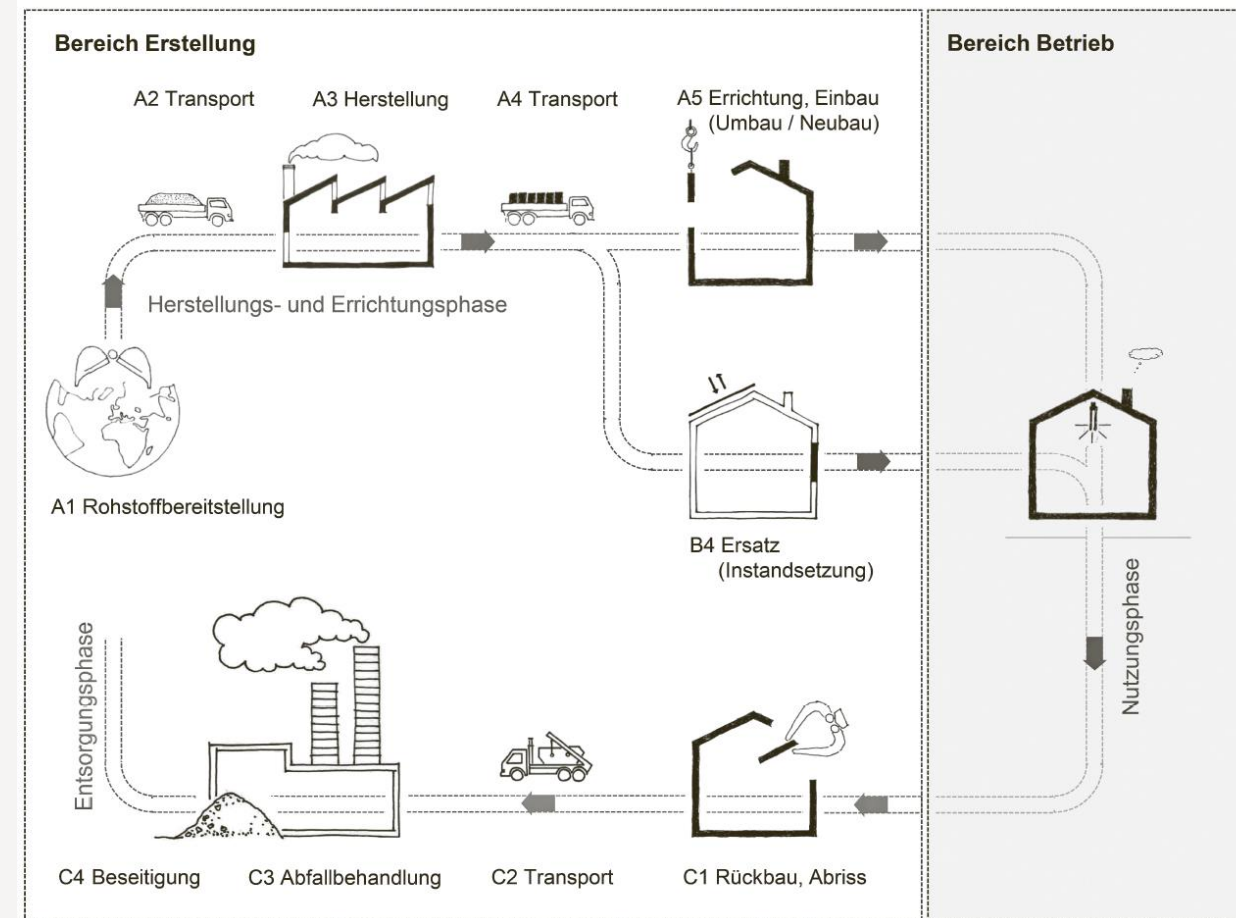
# Wie sieht ein Null-Emissionen Gebäude aus?





# Vorschlag Definition “Gebäude mit Netto-Null Treibhausgasemissionen”

- **Was Berücksichtigen:**  
(mindestens) Erstellung und Betrieb
- **Geringer Treibhausgas- oder CO<sub>2</sub>-Fussabdruck:**  
Ziel- und Richtwerte von SIA 2040 erfüllen
- **Ausgleich dieses Fussabdrucks durch CO<sub>2</sub>-Entnahme:**  
Der Atmosphäre wird soviel CO<sub>2</sub> entnommen und permanent endgelagert, bis der CO<sub>2</sub>-Fussadruk ausgeglichen ist (Netto-Null)



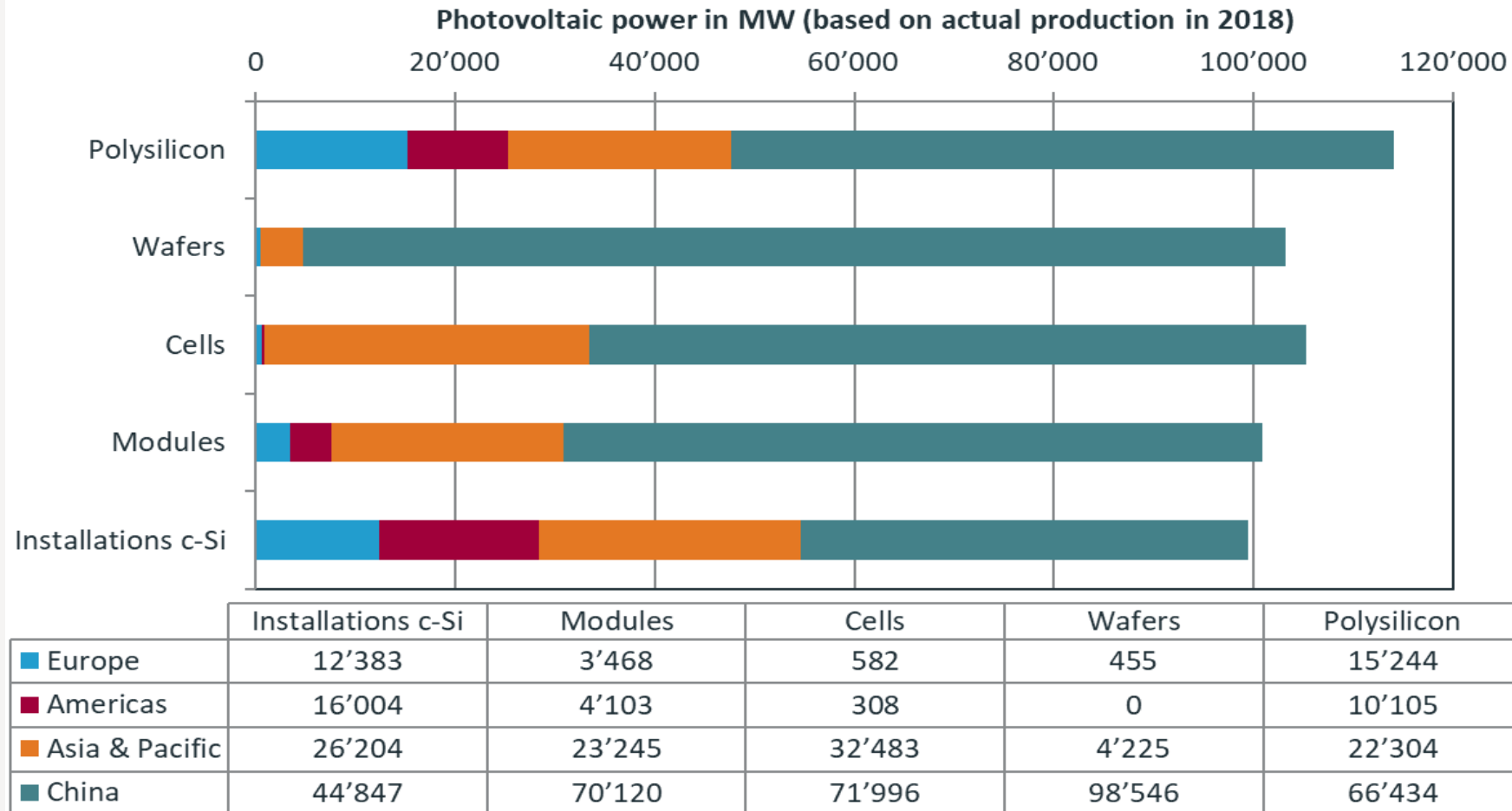
**SIA 2032:2020**  
Graue Energie – Ökobilanzierung  
für die Erstellung von Gebäuden

# Umweltfussabdruck PV: Untersuchungsrahmen

- **Bezugsgrösse:**  
1 kWh Wechselstrom, erzeugt mit einem PV System von  $3\text{kW}_p$
- **Jahresproduktion:**  
975 kWh/ $\text{kW}_p$  (inkl. Degradation von 0.7 % pro Jahr)
- **Lebensdauer:**  
30 Jahre (Panel), 15 Jahre (Wechselrichter)
- **PV Technologien**
  - Cadmium-Tellurid (CdTe)
  - Multikristallines Silizium (multi-Si)
  - Monokristallines Silizium (mono-Si)
- **Umweltindikator**
  - Treibhausgasemissionen

- Herstellung
  - Ressourcenentnahme, Rohstoffherstellung, Produktion von Solarzellen, Panel, Verkabelung, Wechselrichter
  - Distribution und Lagerung, inklusive Transport des Panels nach Europa/in die Schweiz
  - Installation des PV Systems, Montage auf dem Dach
- Nutzung (30 Jahre)
  - Stromproduktion
  - Reinigung (Wasser)
- Entsorgung
  - Demontage
  - WEEE Behandlung und Recycling von Panel und Wechselrichter
  - Recycling von Montagematerial und Verkabelung
  - Abfallverbrennung und Deponierung

# Marktsituation Lieferkette kristalline Siliziummodule 2018 in MW

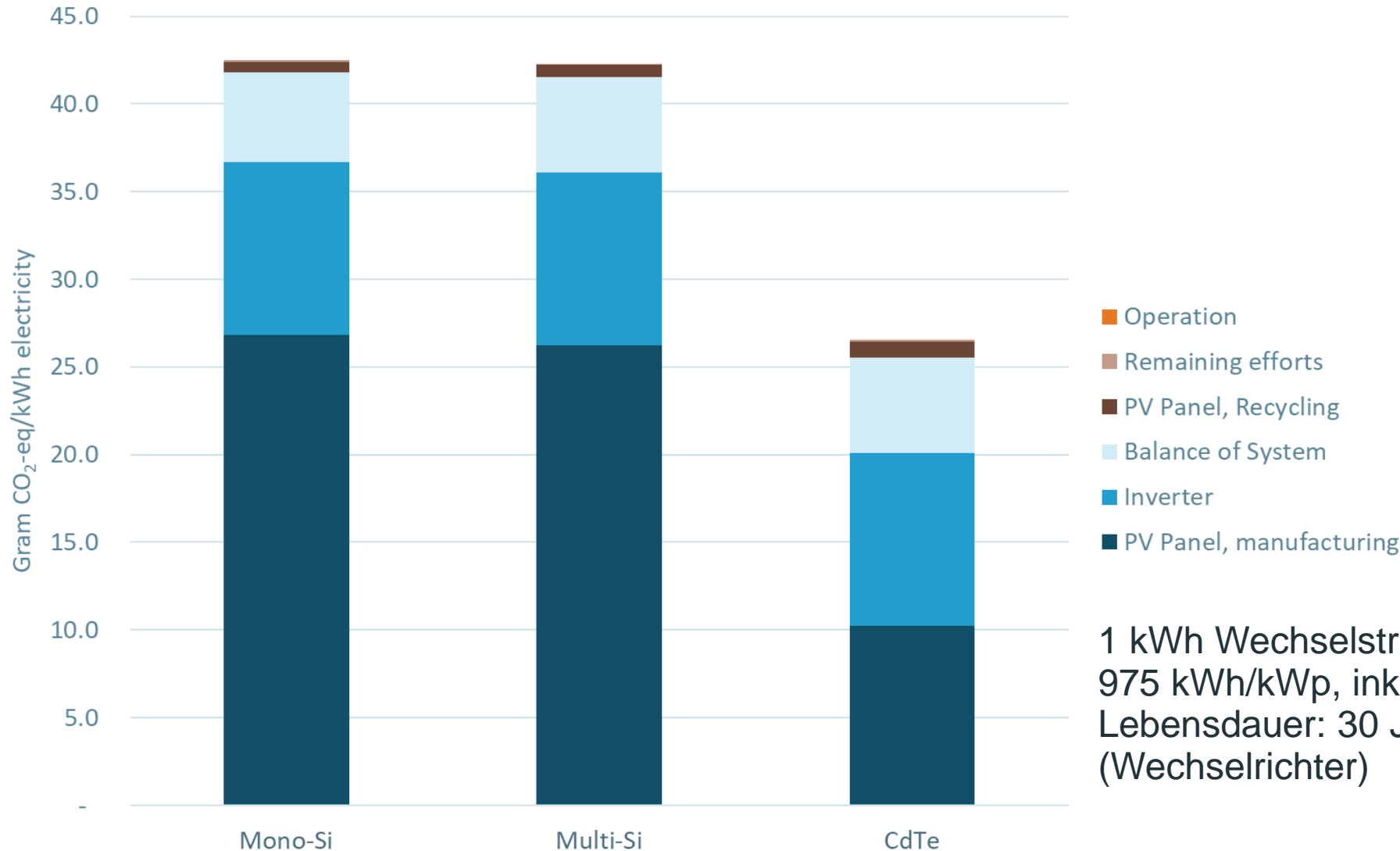


IEA PVPS Report T12-19:2020, based on IHS Markit Report 2019

Umrechnung von Tonnen Polysilicon zu MW  
Leistung mit 3910 kg pro MW PV Leistung

# Treibhausgasemissionen

## 1 kWh Strom ab PV-System 3kW<sub>p</sub>



1 kWh Wechselstrom; Produktion (Europa):  
975 kWh/kWp, inkl. Degradation (linear, 0.7%/a).  
Lebensdauer: 30 Jahre (Panel), 15 Jahre  
(Wechselrichter)



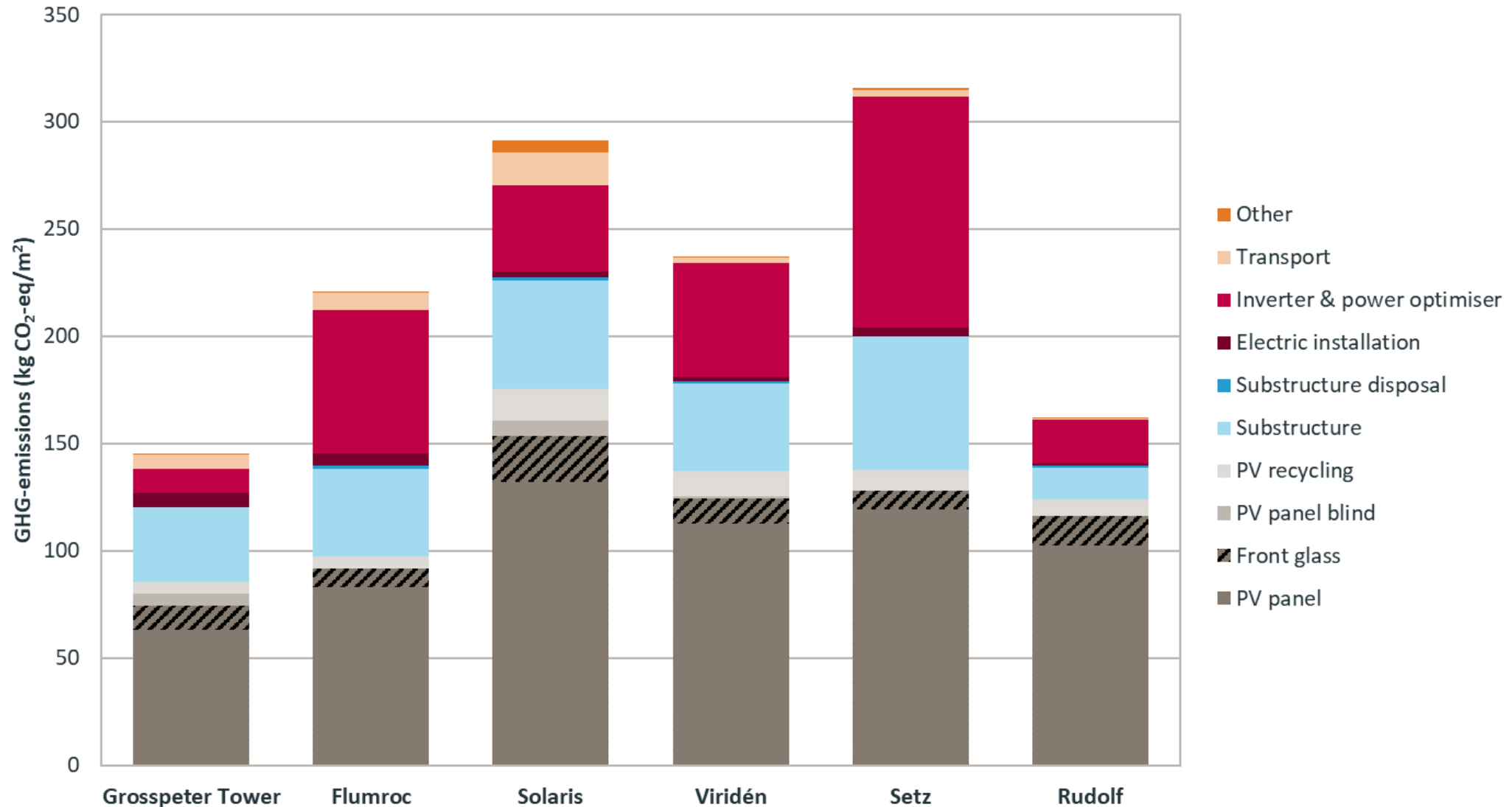
# Gebäudeintegrierte Fassadenanlagen



Stolz P., Krebs L., Frischknecht R., Urena Hunziker D. and Muntwyler U. (2021) Life Cycle Assessment of Active Glass Façades. Commissioned by the Federal Office for the Environment (FOEN), the Federal Office of Energy (SFOE) and the City of Zurich, Office of Building Construction (AHB), Uster and Burgdorf, Switzerland.

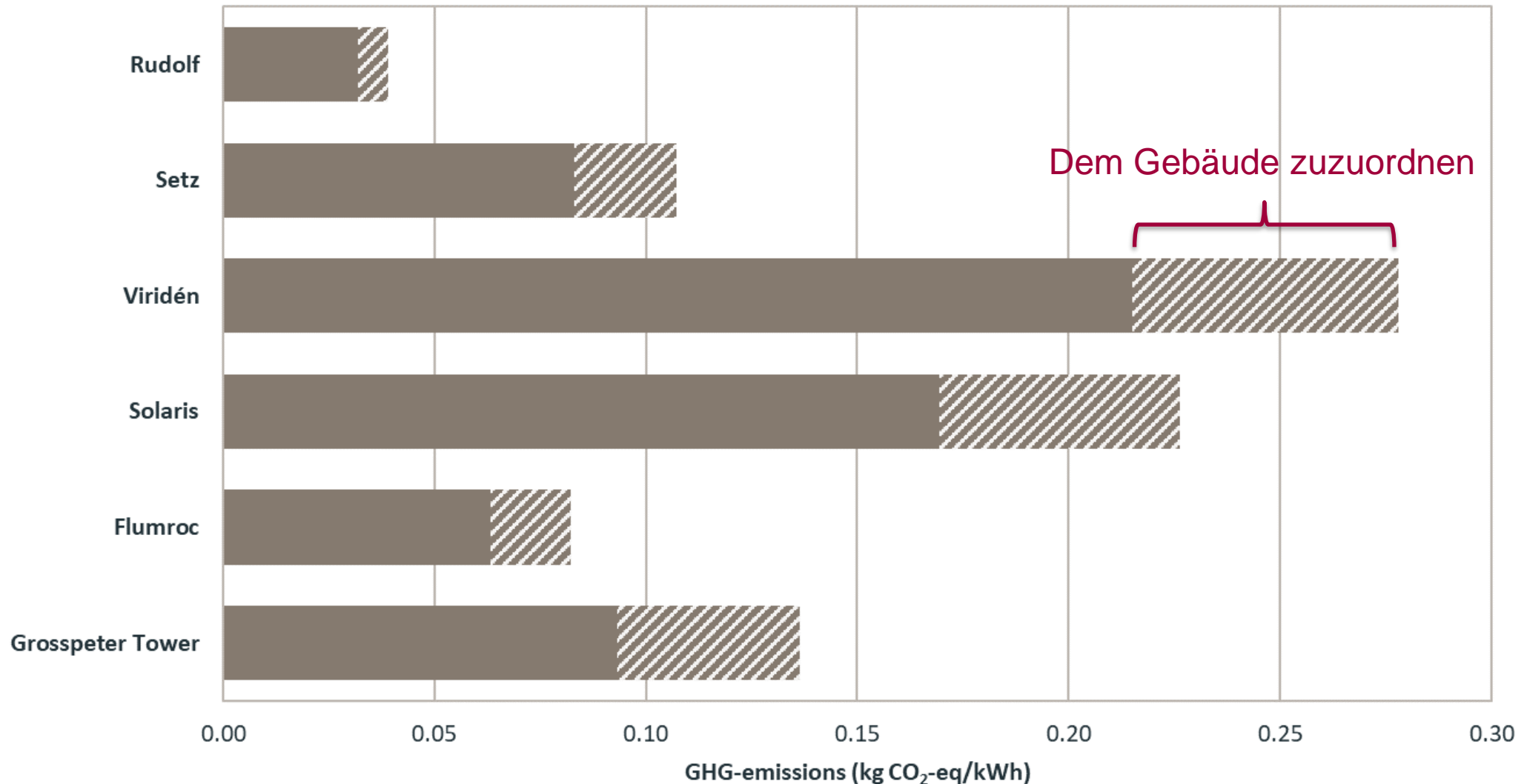
treeze (2021)

# Treibhausgasemissionen pro m<sup>2</sup> gebäudeintegrierte Fassadenanlage





# Treibhausgasemissionen Strom aus gebäudeintegrierten Fassadenanlagen

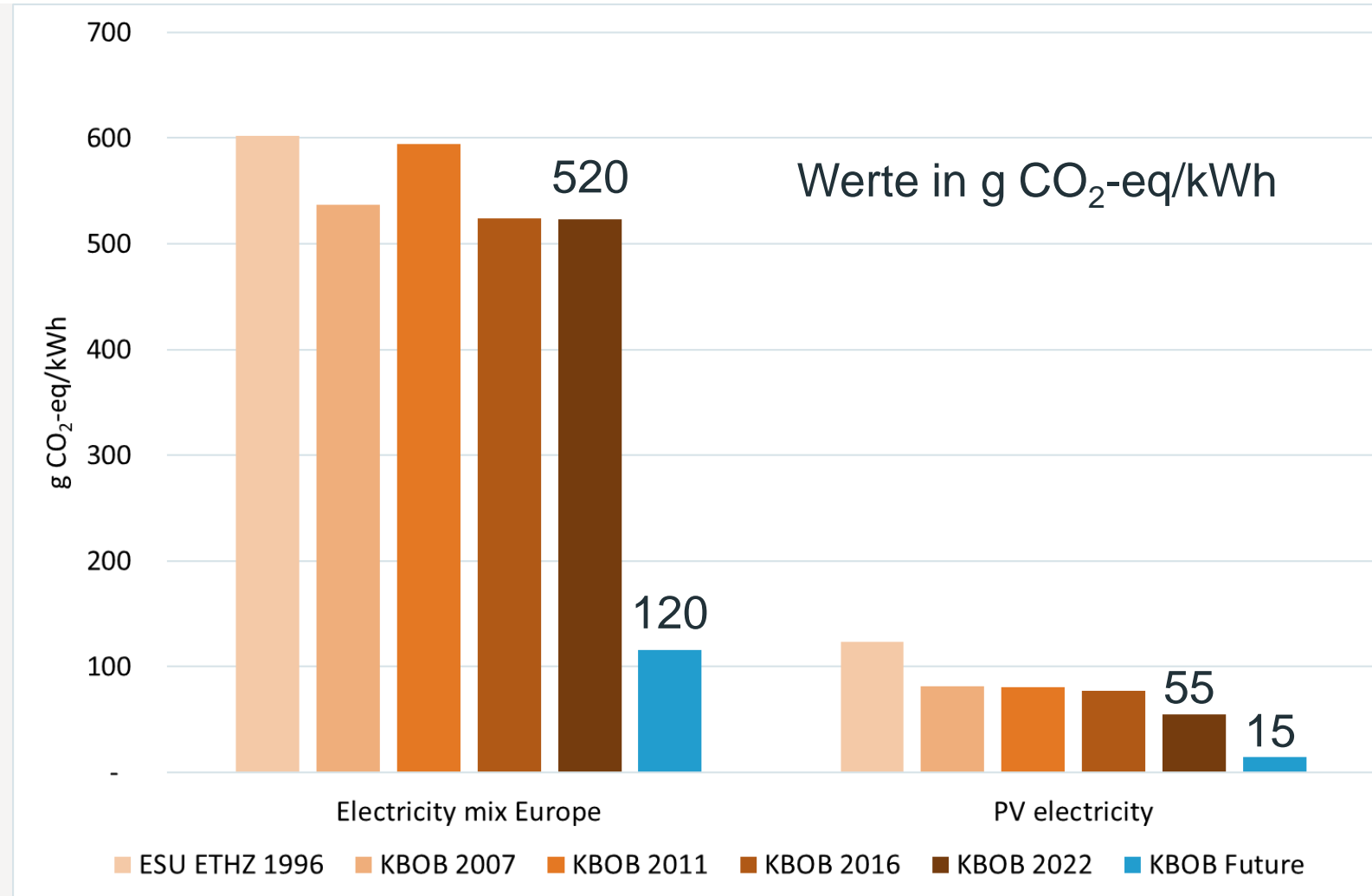


treeze (2021)

# Treibhausgasemissionen Strom (Niedersp.)

## Europamix und Photovoltaik

Entwicklung	Vergangen- heit	Zukunft
EU Mix	↘	↘ ↘ ↘
Photovoltaik	↘ ↘ ↘	↘ ↘ ↘

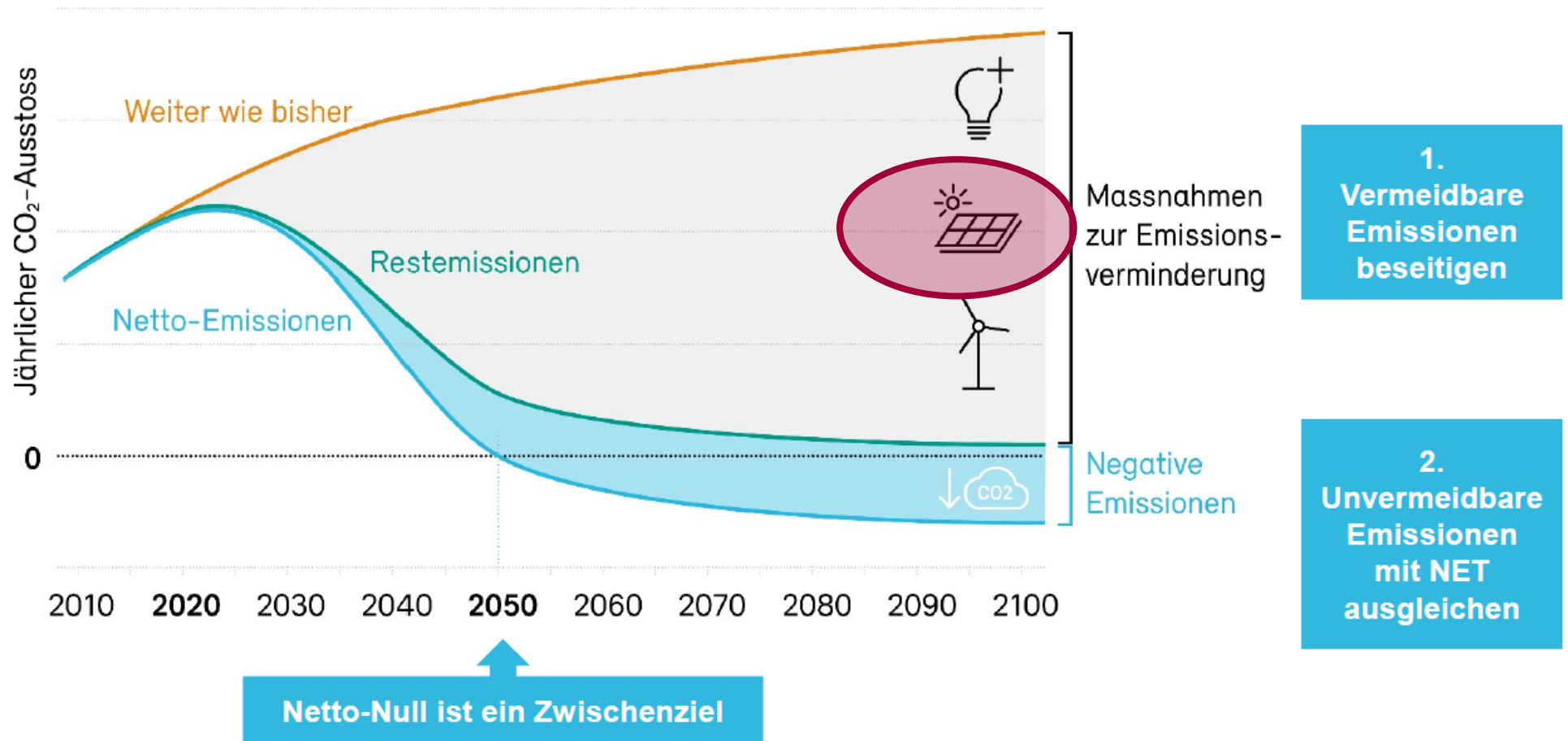




# Erneuerbare Energien zur Verminderung der Treibhausgasemissionen



## Langfristige Klimastrategie: Netto-Null-Ziel 2050 (illustrativ)

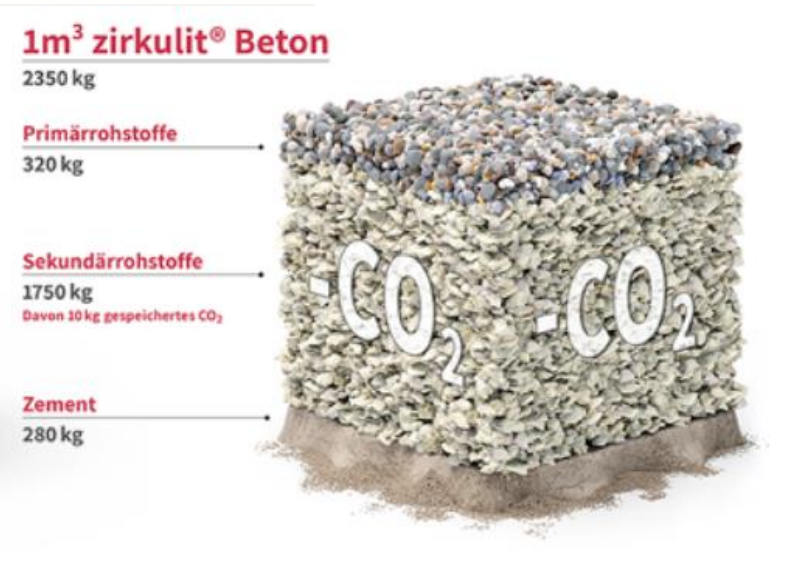


# CO<sub>2</sub> Entnahme am Bau

## Beispiel 1: Forciert rekarbonatisierte Baustoffe

Biogenes CO<sub>2</sub> aus der Biogasreinigung  
zur Rekarbonatisieren von Recyclingbeton

Aus gutem Grund nachhaltig.



**pro m<sup>3</sup> Beton:**  
**aus Atmosphäre entnommen: -10 kg CO<sub>2</sub>**  
**Neu emittiert: 90-200 kg CO<sub>2</sub>**





# CO<sub>2</sub> Entnahme am Bau

## Beispiel 2: Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

Das beim Wachstum eingebundene CO<sub>2</sub>  
darf nicht wieder in die Atmosphäre  
und muss während  
mindestens 3000-8000 Jahren gespeichert  
bleiben.

**Rechtsverbindliche Verpflichtung!**

- Photovoltaik ist eine Massnahme zur Emissionsverminderung
- Gebäudeintegrierte Photovoltaik kann helfen den Umweltfussabdruck von Gebäuden zu senken
- Für Gebäude mit Netto-Null-Treibhausgas-Emissionen sind CO<sub>2</sub> Entnahmen erforderlich
- Herausforderungen Photovoltaik
  - Emissionen in den Lieferketten weiter senken
  - Abwägen zwischen Ertrag und Ästhetik



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt: Rolf Frischknecht

[frischknecht@treeze.ch](mailto:frischknecht@treeze.ch)

[www.treeze.ch](http://www.treeze.ch)