



Mining the Atmosphere: CO₂-negative Baumaterialien

Mining the Atmosphere: CO₂-negative Baumaterialien



Peter Richner
Empa



Cristina Schaffner
Bauenschweiz



Pietro Lura
Empa



Daniel Kellenberger
FHNW

Mining the Atmosphere: Aufräumen ist angesagt

Peter Richner

Stv. Direktor der Empa und
Verantwortlicher NEST





Mining the Atmosphere

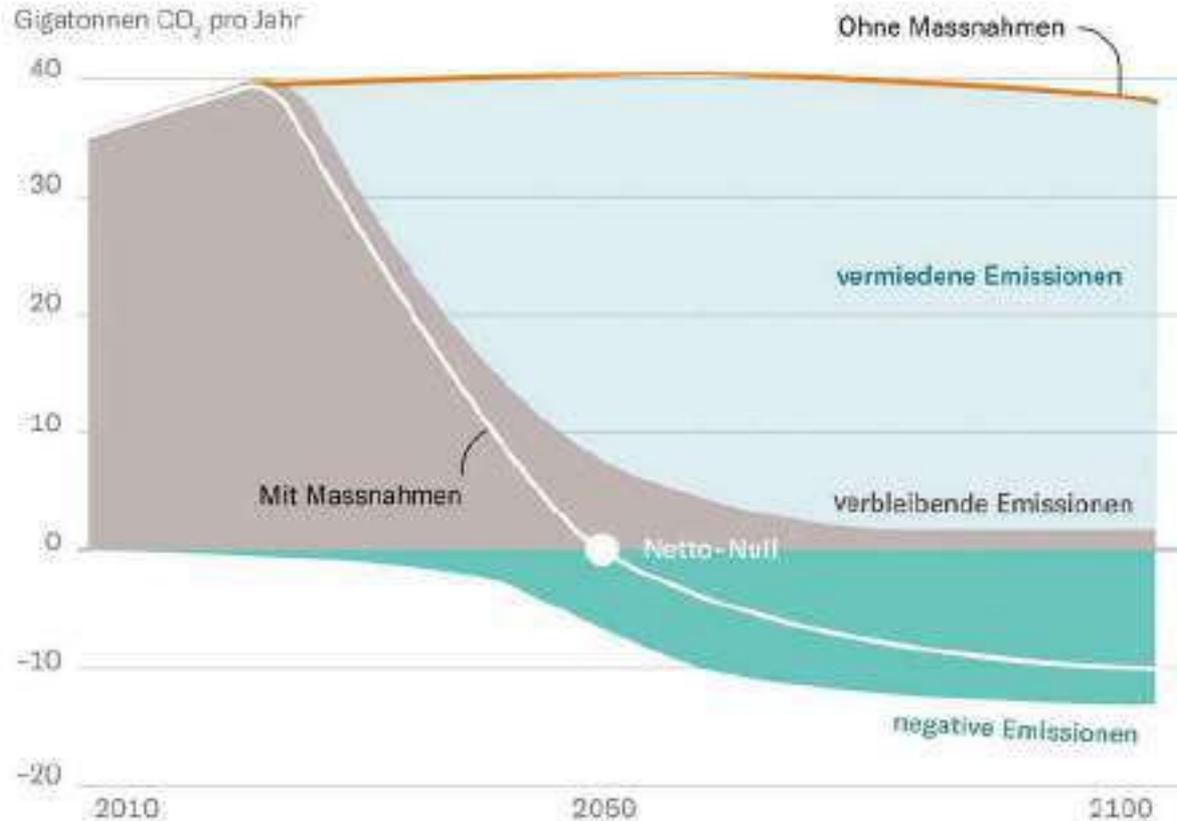
Aufräumen ist angesagt

Swissbau, Basel

16. Januar 2024

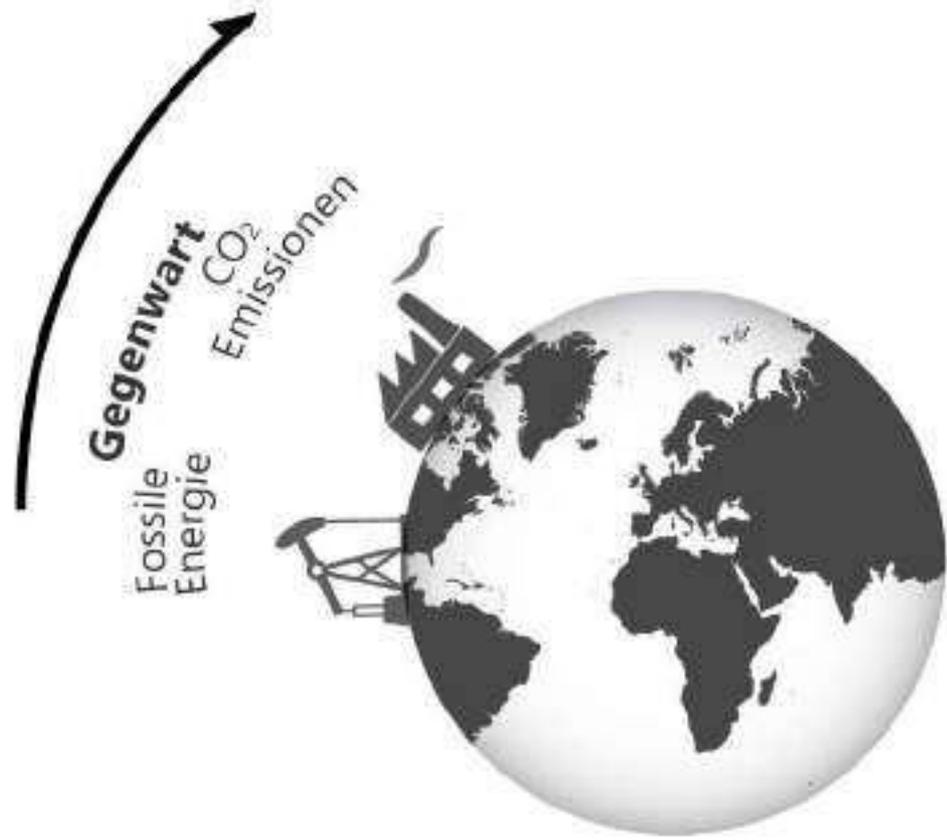
Dr. Peter Richner, Stellvertretender Direktor Empa

Netto Null ist nur der Anfang



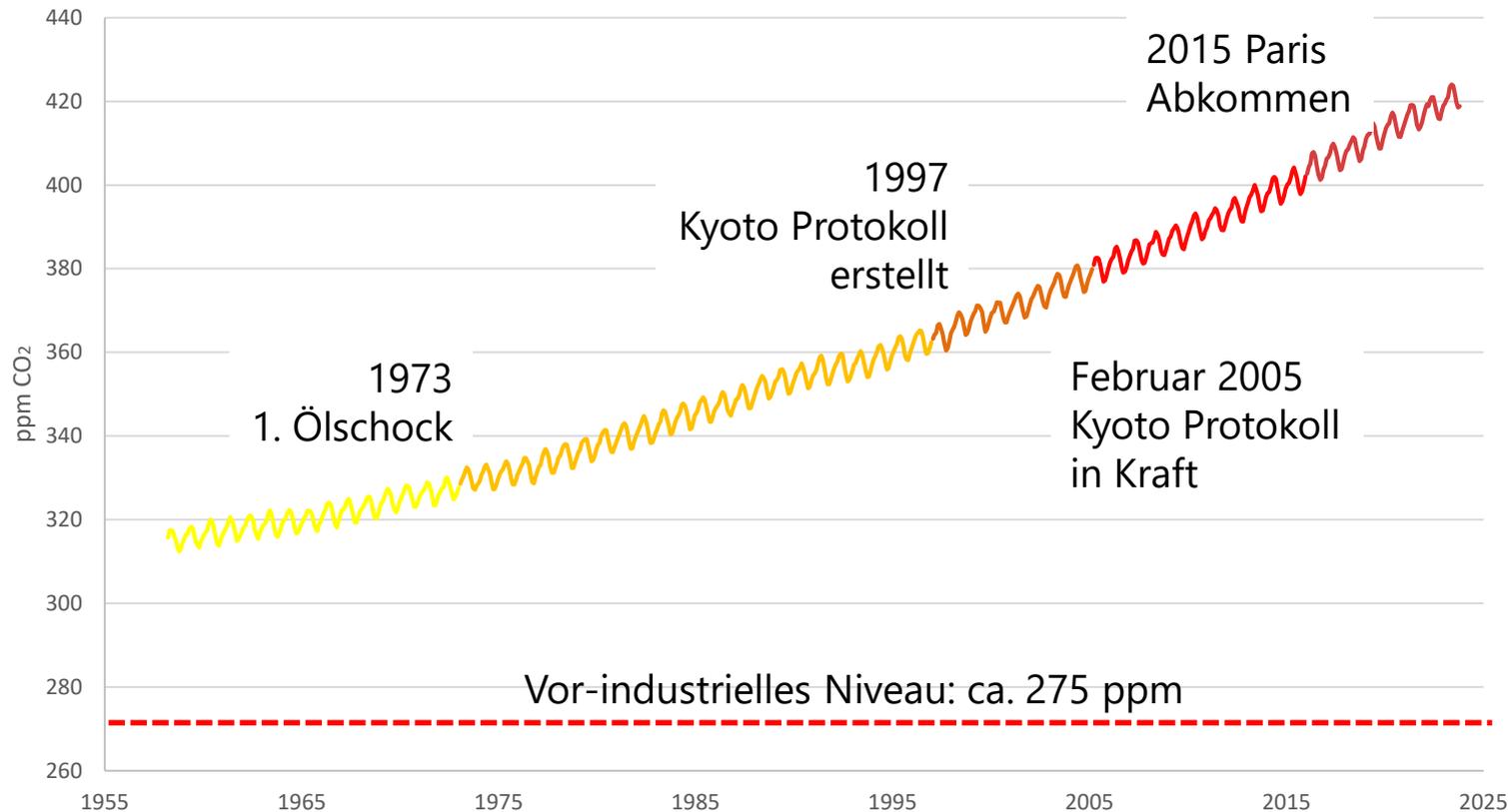
10-20 Gt CO₂/a

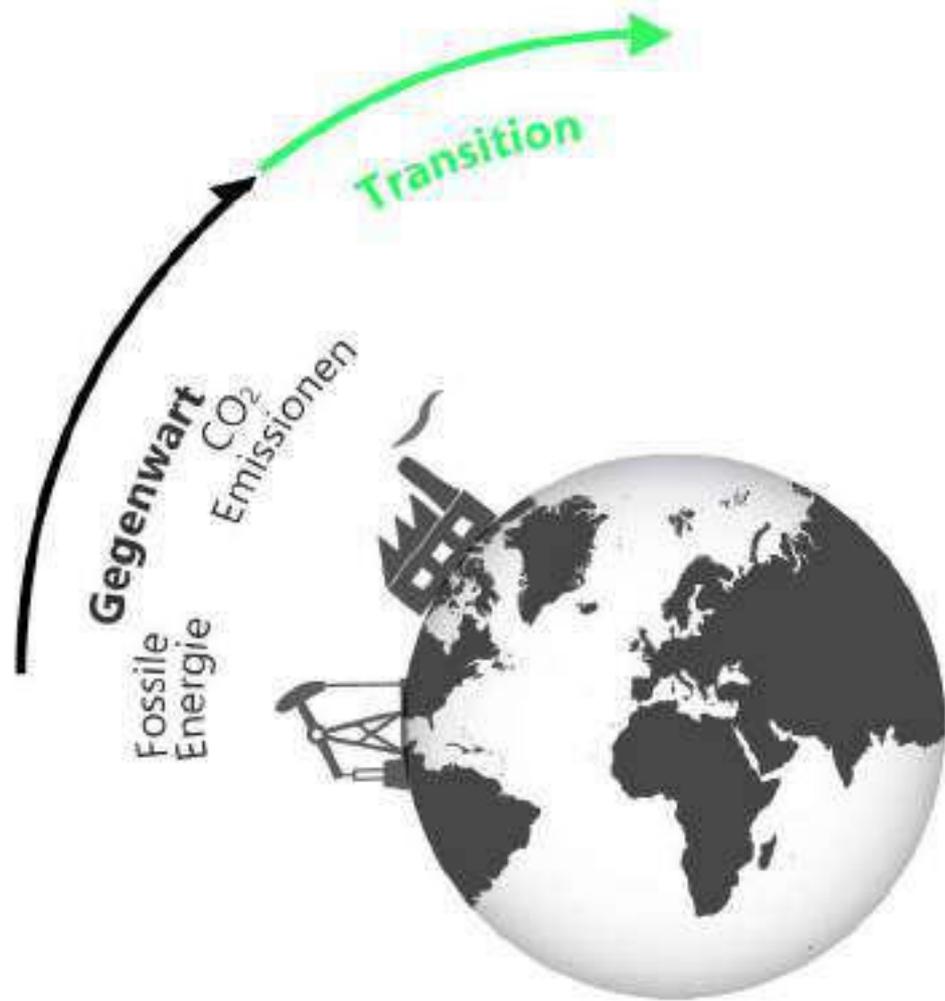


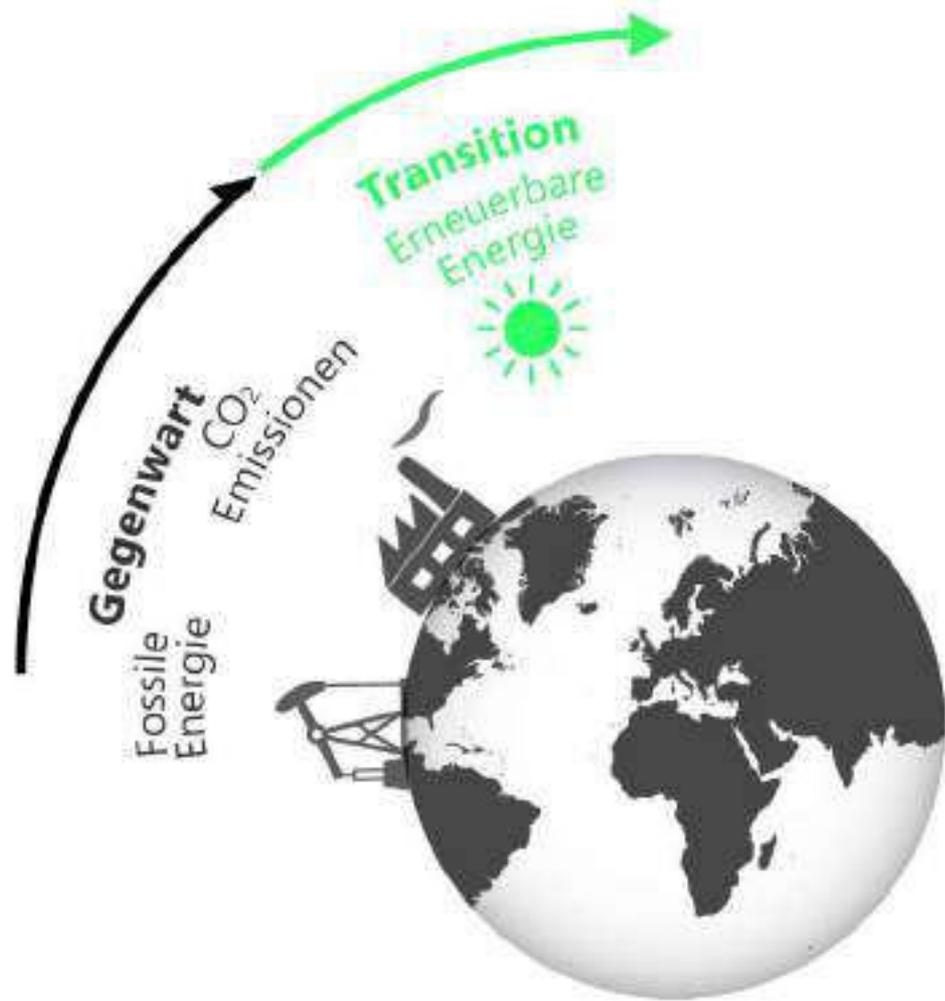


Globale CO₂ Konzentration

Quelle: <https://gm1.noaa.gov/ccgg/trends/data.html>

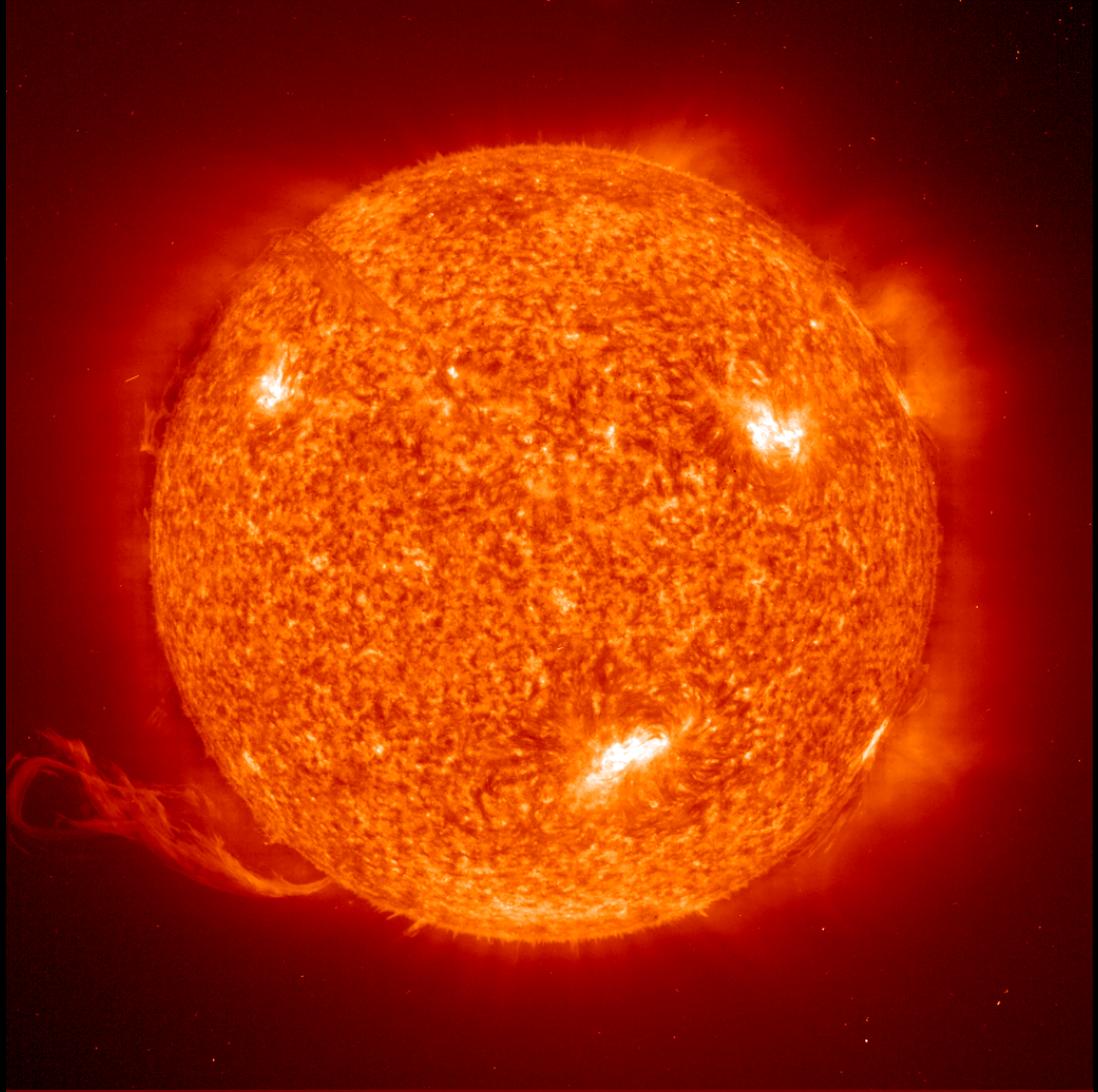




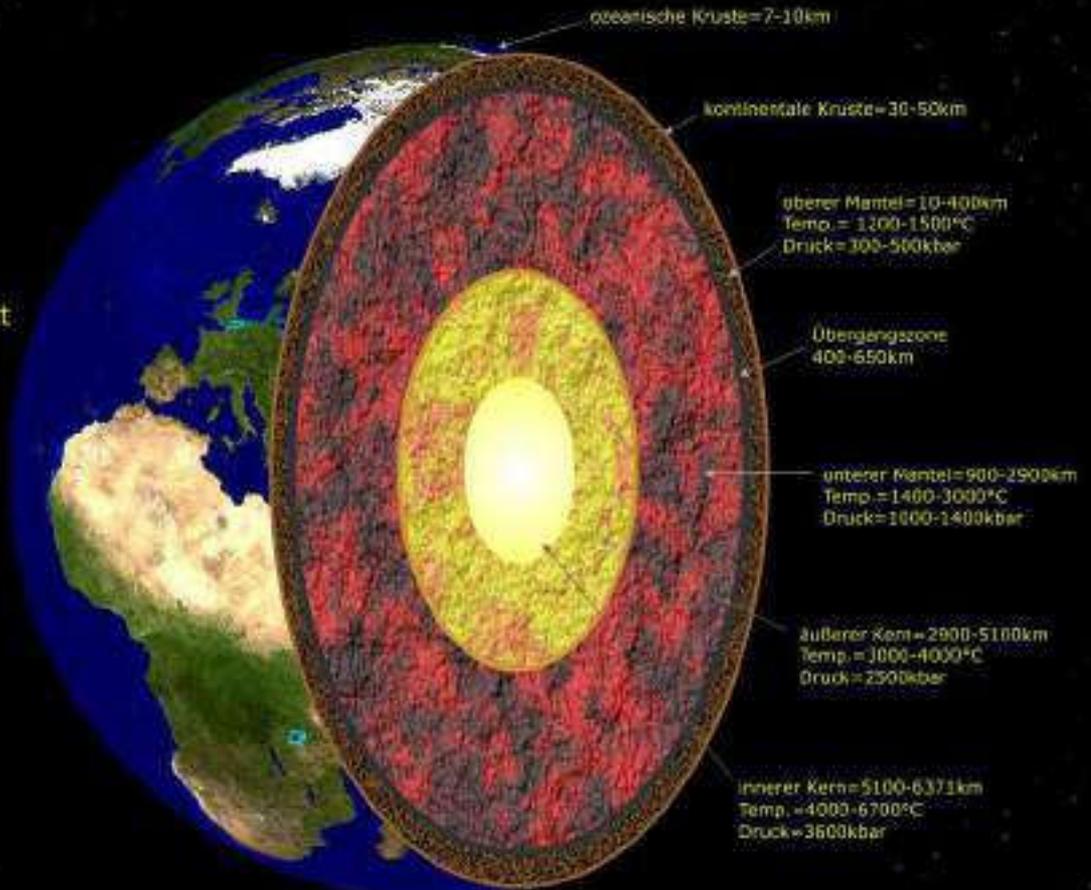


Sonnenenergie:
 $1,5 \cdot 10^{18}$ kWh/a

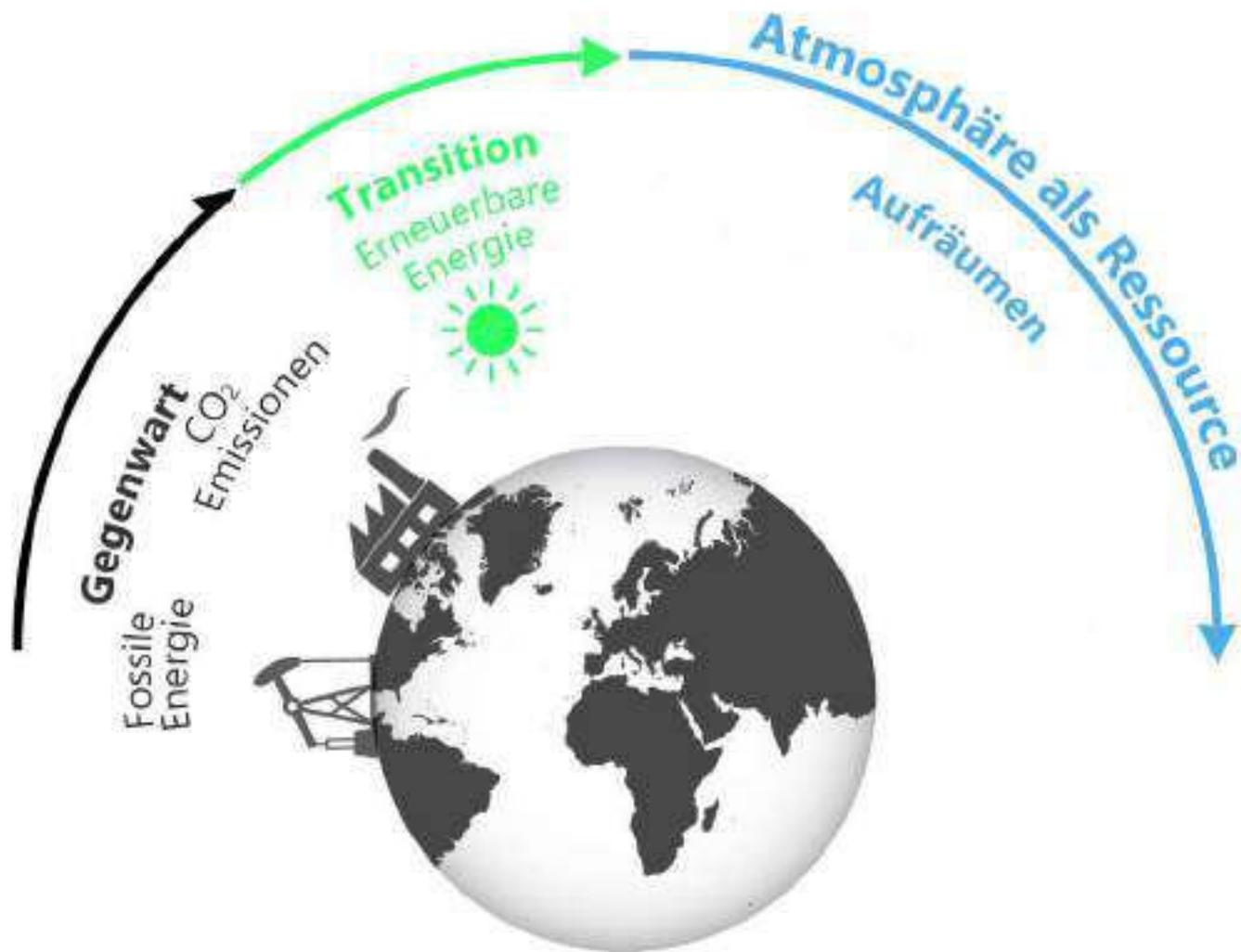
Globaler Energiebedarf:
 $1,7 \cdot 10^{14}$ kWh/a
 $\approx 0.01\%$

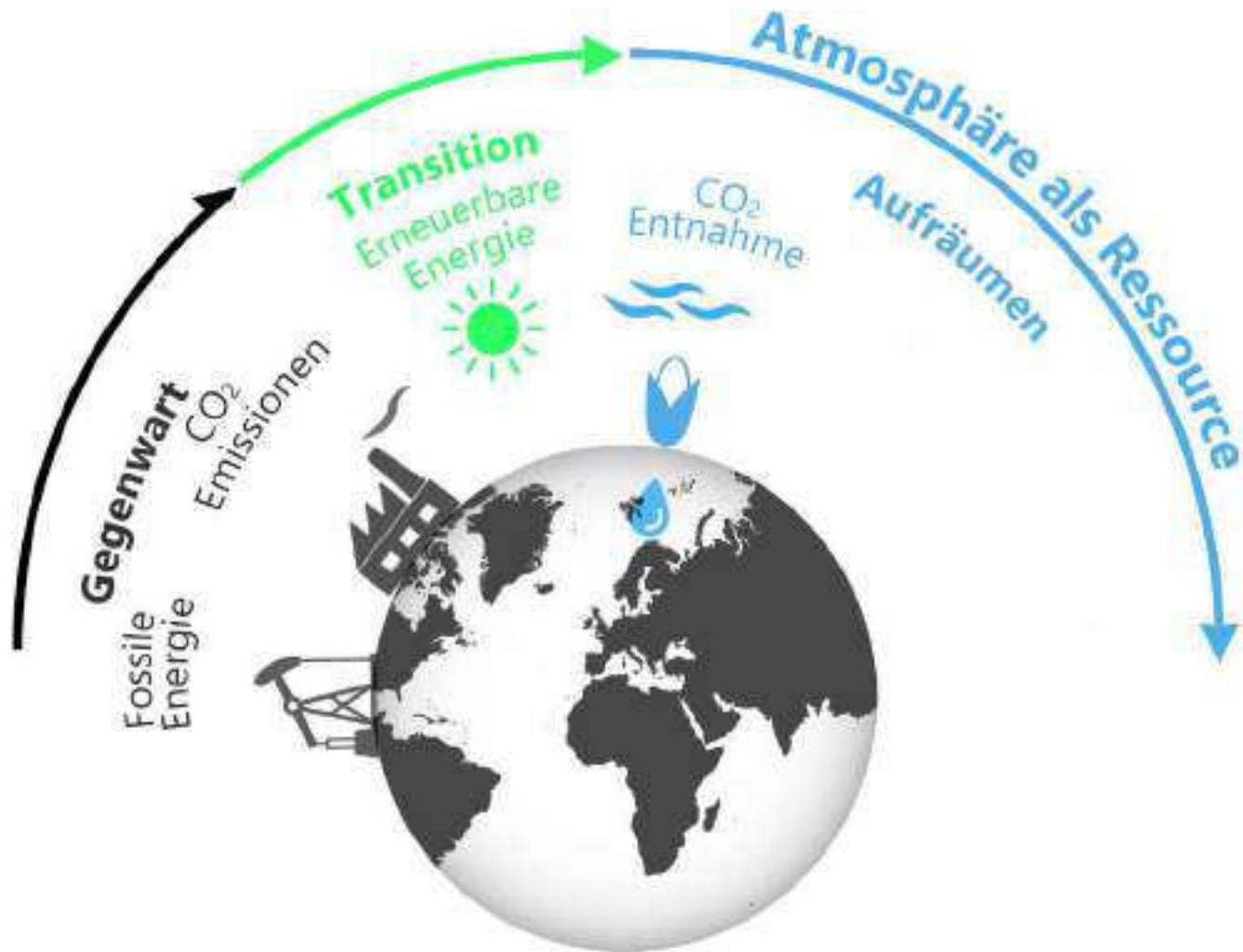


Querschnitt
der Erde



99% der Erde sind heißer als 1'000°C ...





Quellen für CO₂



Quellen für CO₂

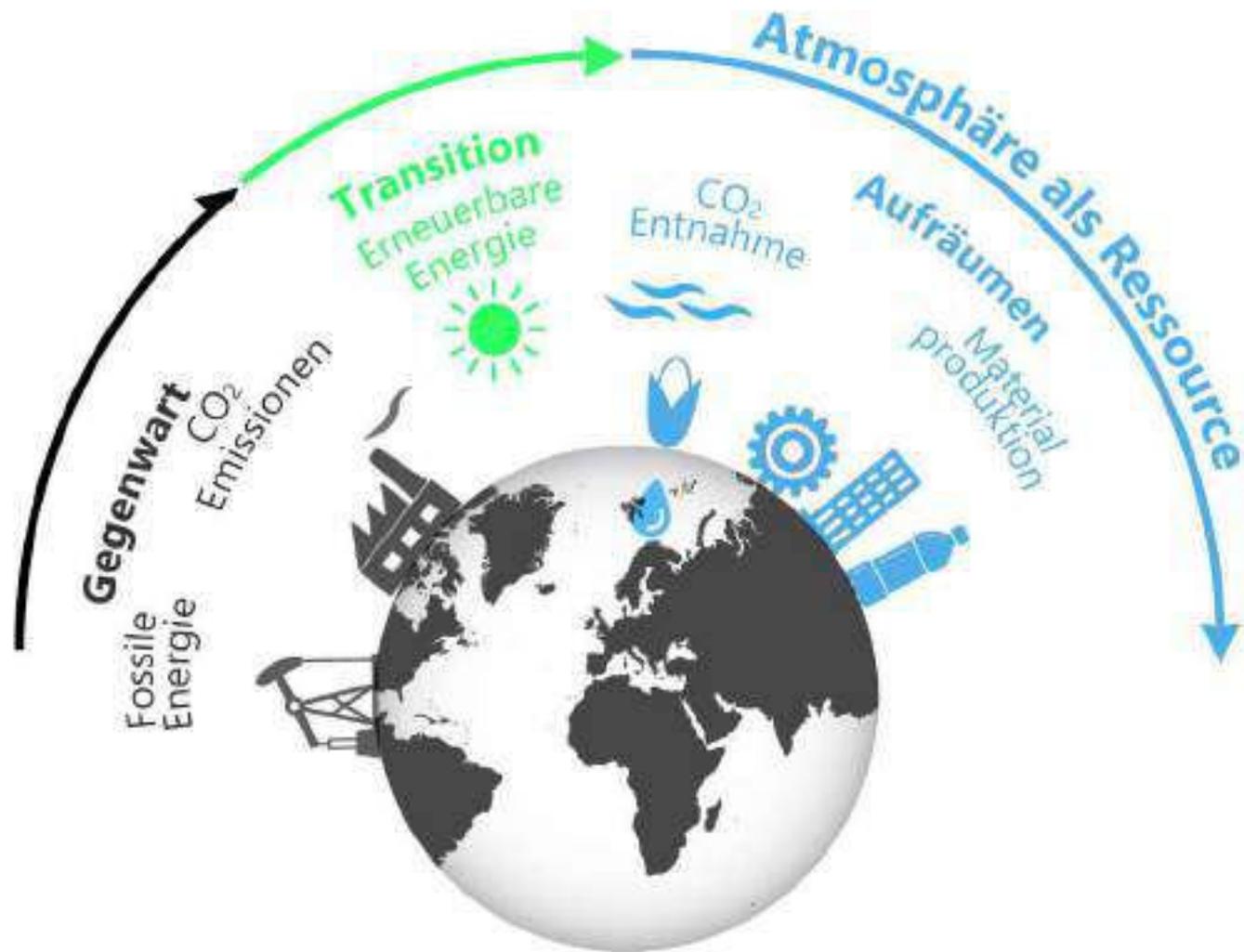


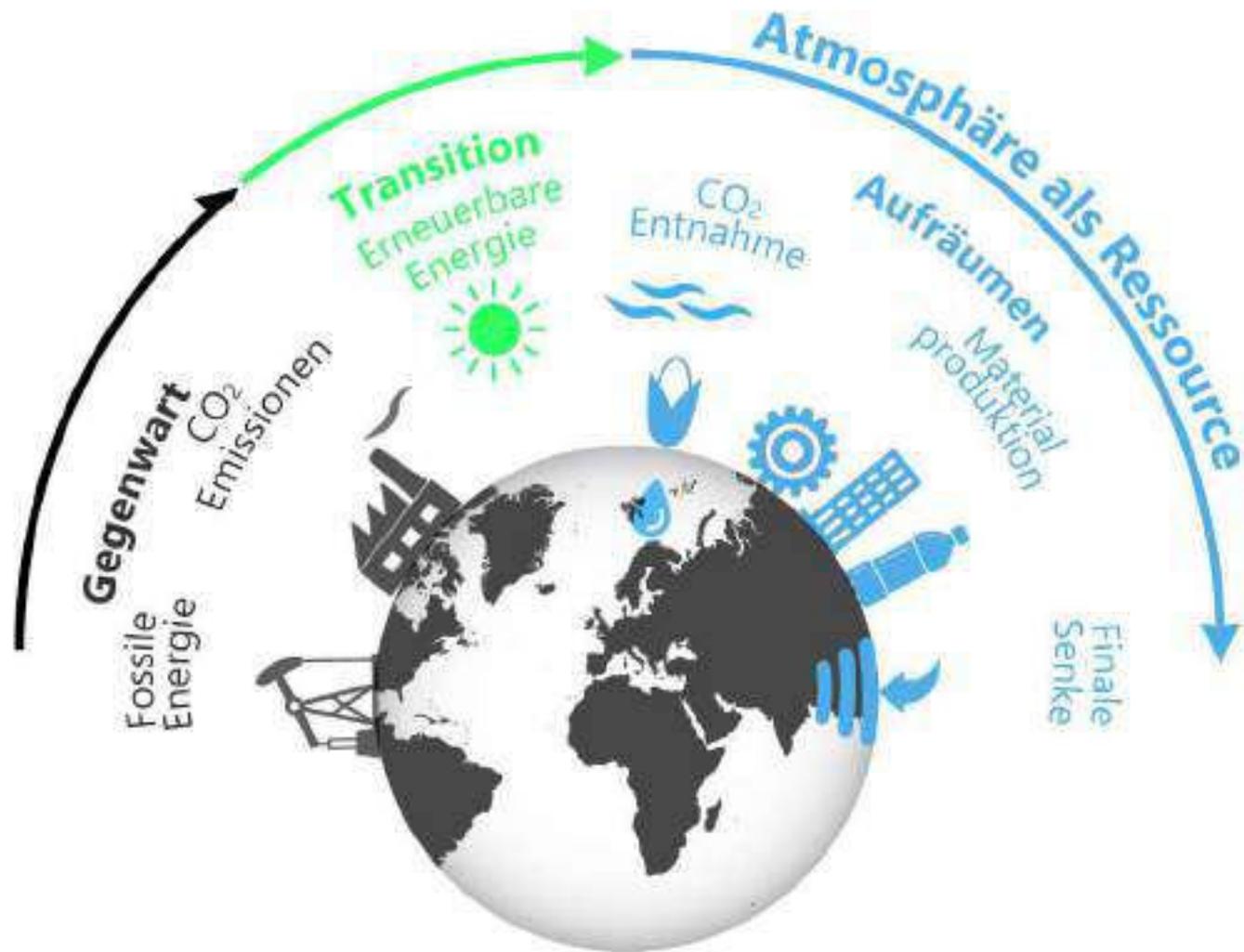
Erneuerbare Energie

Absorption
material

Prozesstechnologien

Pyrolyse-Prozesse







Vision

Mining the Atmosphere



**Wir entwickeln Materialien und Prozesse für die
Transition von einer CO₂-emittierenden zu einer
CO₂-bindenden Gesellschaft.**

**Brücke zwischen Wissenschaft,
Wirtschaft und Politik**

Cristina Schaffner

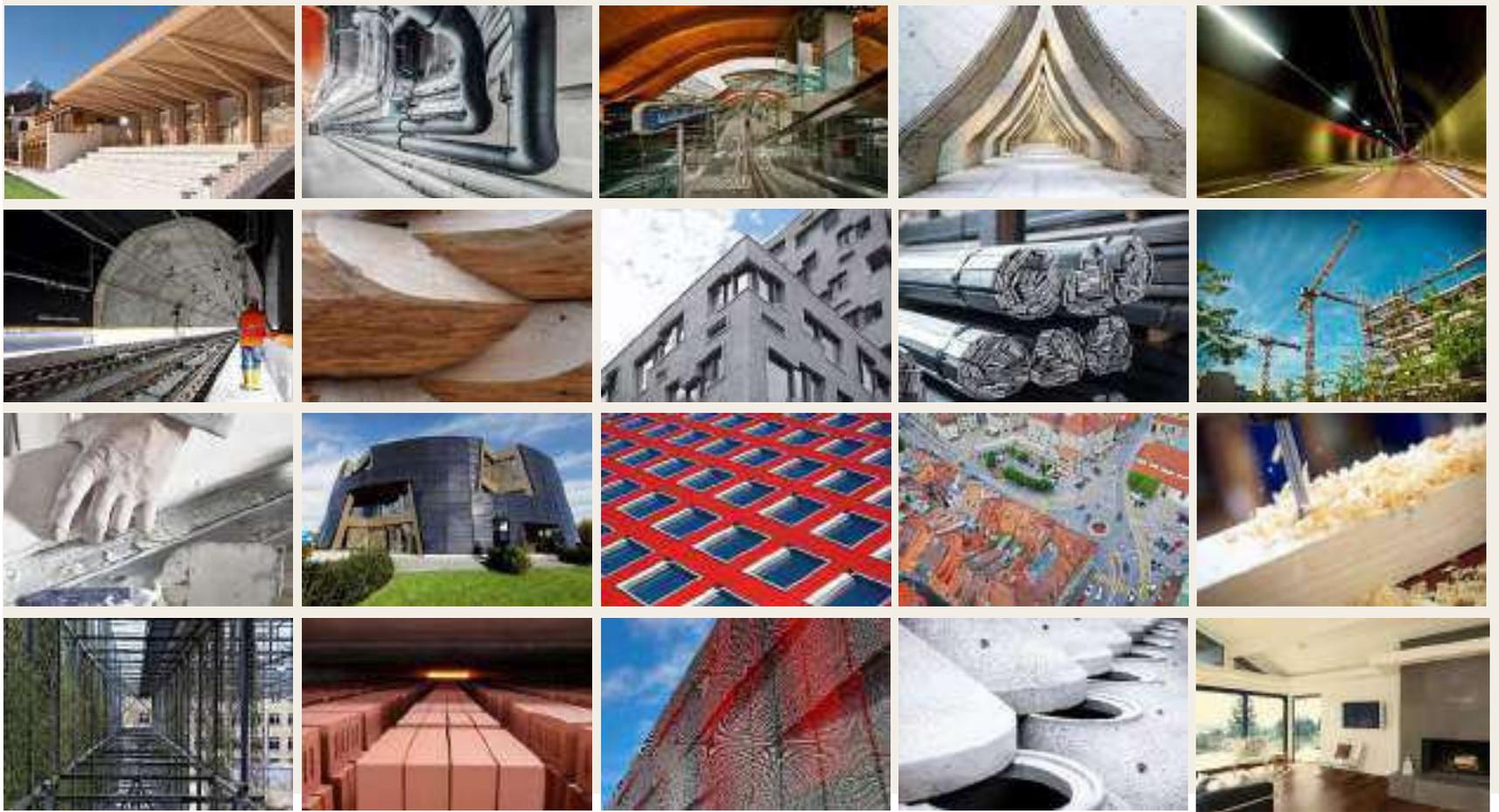
Direktorin Bauenschweiz



Brücke zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik

Basel, 16. Januar 2024





Vernehmlassungen und Positionspapiere

<p>Positionspapier</p> <p>Arbeitsicherheit und Gesundheitsschutz</p> <p>Bauerschweiz setzt sich für eine frühe, gemeinsame Planung und Koordination der gemeinsam genutzten Baustelleneinrichtungen ein</p> <p>Herunterladen</p>	<p>Positionspapier</p> <p>Nachhaltiges Bauen und Bewirtschaften</p> <p>Gemeinsame Haltung</p> <p>Herunterladen</p>
<p>Argumentarium</p> <p>Argumentarium Klimogesetz</p> <p>Bundesgesetz über die Ziele im Klimaschutz, die Innovation und die</p>	<p>Positionspapier</p> <p>Hygiene auf der Baustelle</p> <p>Das «Hygieneschwerge» auf der Baustelle gilt es zu managen und aktiv zu</p>





Vernehmlassungen und Positionspapiere

Produktionsort

Produktionsstandort für Bauprodukte stärken

Bauerschweiz erwartet von der Politik und den Bundesbehörden ein klares Bekenntnis zum Produktionsstandort.

[Herunterladen](#)

Vernehmlassung

Verbandsbeschwerderecht

Stellungnahme von Bauerschweiz zu B4-9 in Post. Nr. Bregy/Philipp. Kein «Doppel» gegen Gesetz beim Verbandsbeschwerderecht.

[Herunterladen](#)

Positionspapier

Faire und partnerschaftliche Zusammenarbeit auch nach Rückkehr in die Normalität

Gemeinsamer Aufruf von Bauerschweiz und der KBOB an ihre Mitglieder

Wirtschaft

Infrastrukturbau an ETH stärken

Stellungnahme von Bauerschweiz zur 88. Botschaft 2025/2028



Das Potential von Beton als Kohlenstoffsенke

Pietro Lura

Head of the Concrete and
Asphalt Laboratory, Empa



Willkommen
Welcome
Bienvenue



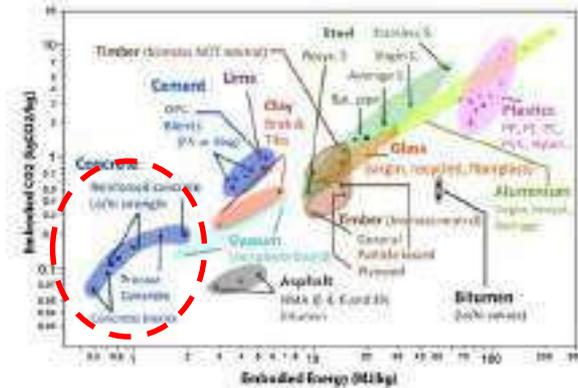
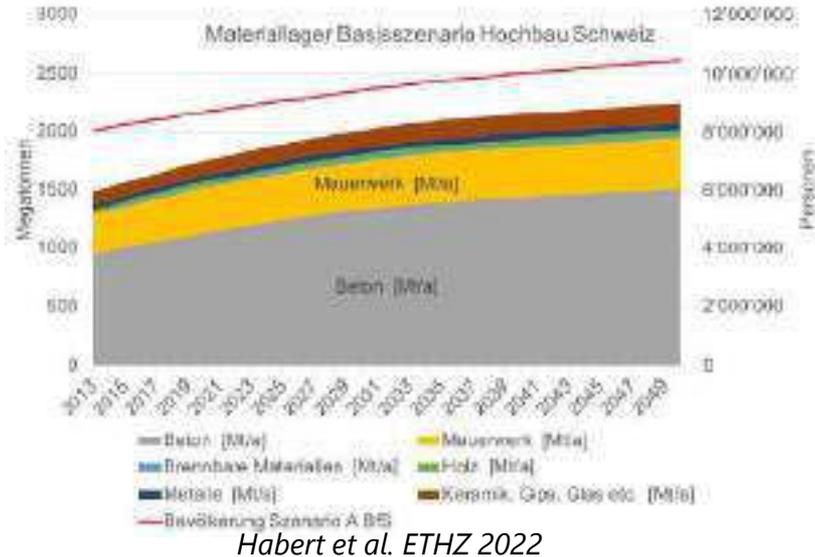
Das Potential von Beton als Kohlenstoffsенke

Prof. Dr. Pietro Lura^{1,2} and Dr. Mateusz Wyrzykowski¹

1. Abteilung Beton und Asphalt, Empa
2. Institut für Baustoffe, D-BAUG, ETH Zürich

Swissbau, Basel, 16.01.2024

Betonmengen und CO₂ Emissionen in CH



Barcelo et al. CCR 2014

Zement in der Schweiz (2022), pro Jahr:

- 4.15 Mt → **2.4 Mt CO₂** (~6% im Lande)
- **Voraussage 2050 → 2.4 Mt CO₂** (~20%!)

Wir brauchen dringend negative Emissionen

Kohlenstoffbindung in Beton

Wieso in Beton?

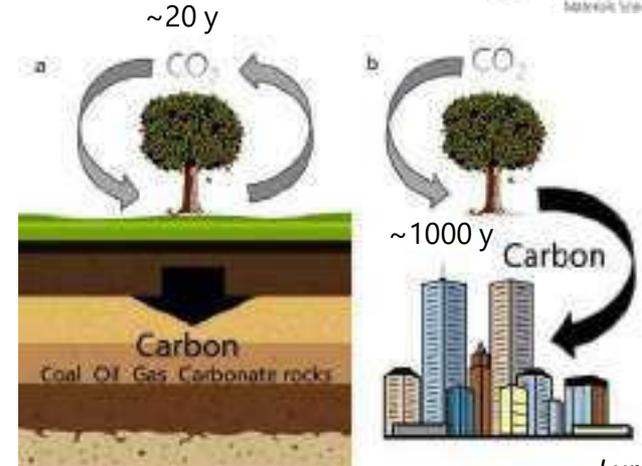
- Lagerung von CO_2 aus der Atmosphäre muss permanent sein
- Biomasse kann CO_2 für wenige Jahrzehnte binden / Gefahr von Bränden und zerstörerischen Stürmen
- Beständigkeit in Böden nicht vollständig nachgewiesen

Wie?

- Pflanzenkohle zugegeben als Zementbestandteil oder als Betonkomponente
- Mehrere (Forschungs-)Projekte weltweit sowie einige kommerzielle Anwendungen – Machbarkeit nachgewiesen

Herausforderungen

- Herstellungsprozess und Dauerhaftigkeit von Beton
- Verfügbarkeit/Materialkonstanz/Preis der Pflanzenkohle
- Recyclingprozess (mehrere Zyklen)



Lura 2021



Wyrzykowski, Toropovs, Lura
2022-23



Kohlenstoffreiche Pellets als Gesteinskörnung (C-LWA) für Beton



Eigenschaften der Pellets:

- Grösse: 8-32 mm
- Wasserabsorption: ~0.2 g/g
- Porosität: 45%

**Granulierung mit
Zement und
Wasser**



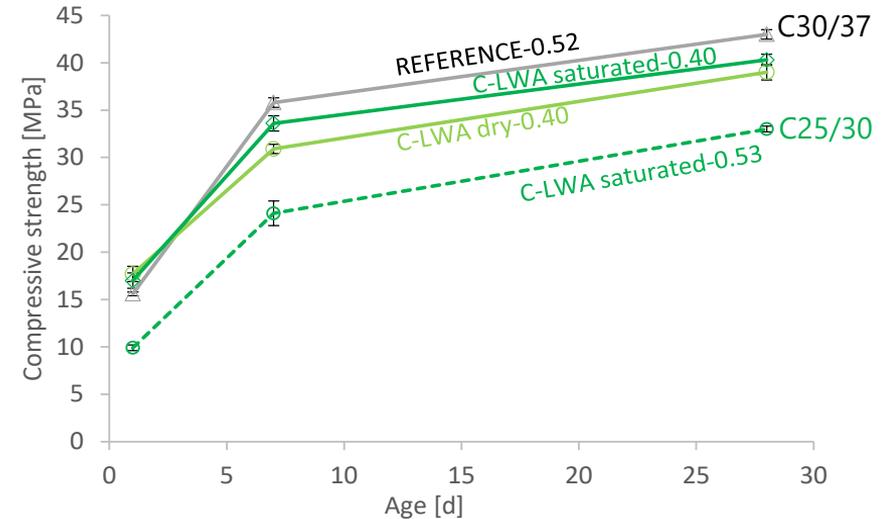
Netto-CO₂-Bilanz der Pellets: **-1.05 kg CO₂/kg Pellet** (CO₂ Senke!)

Netto-null Beton mit C-LWA

- Normalbeton als Referenz (C30/37), mit 300 kg/m³ Portlandzement (CEM I)
- Beton mit 20%-Vol. leichte Gesteinskörnung C-LWA

■ Emissionen pro m³ Beton:

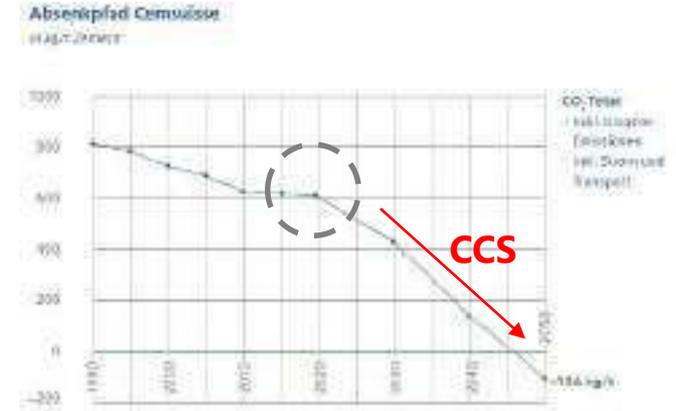
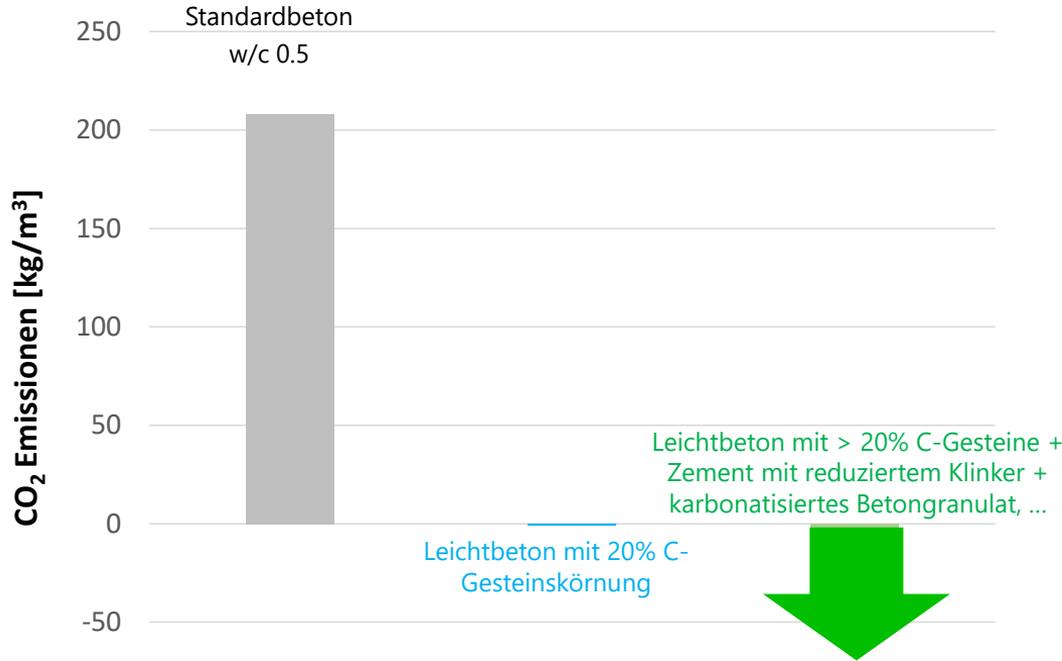
- **REFERENCE:** 208 kg CO₂/m³
- **C-LWA:** -1 kg CO₂/m³



Cold-bonded biochar-rich lightweight aggregates for net-zero concrete

Mariusz Wyrzykowski^{1,*}, Nikolajs Totopovs², Frank Witzelold³, Pietro Lusa^{4,5}

CO₂-negativer Beton: Potential



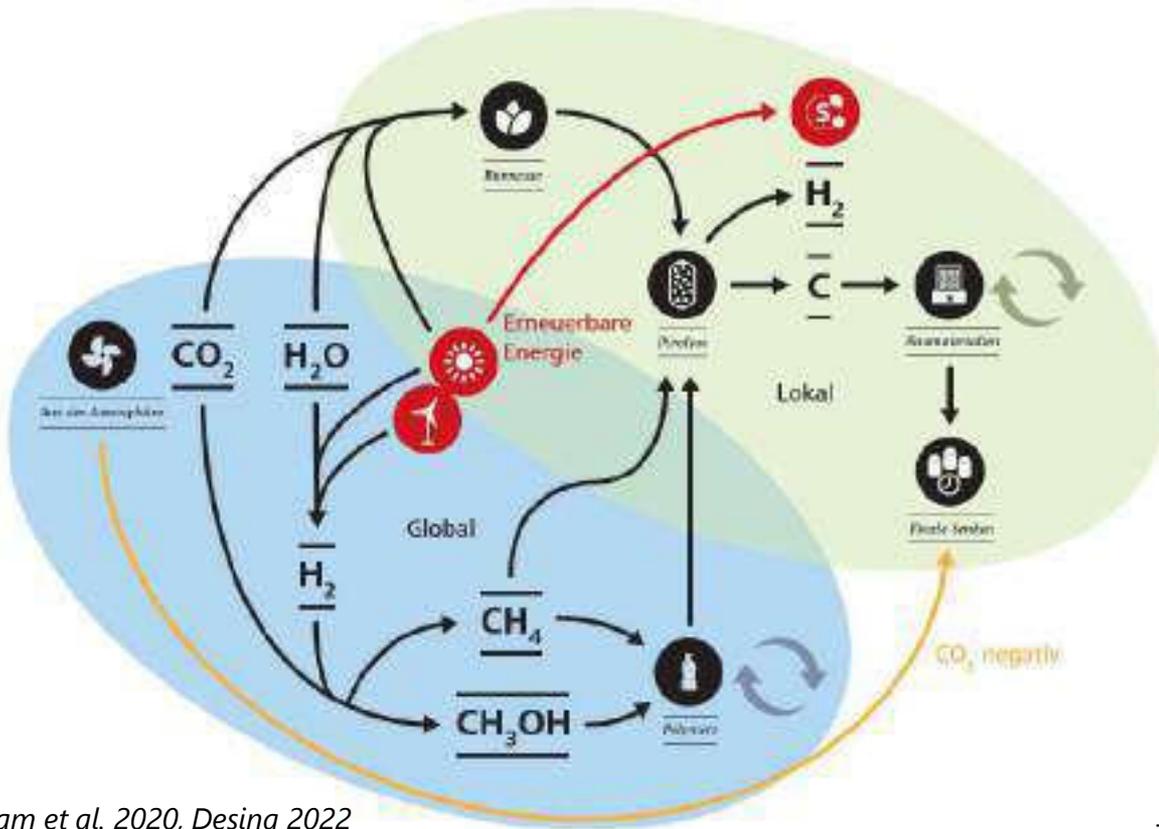
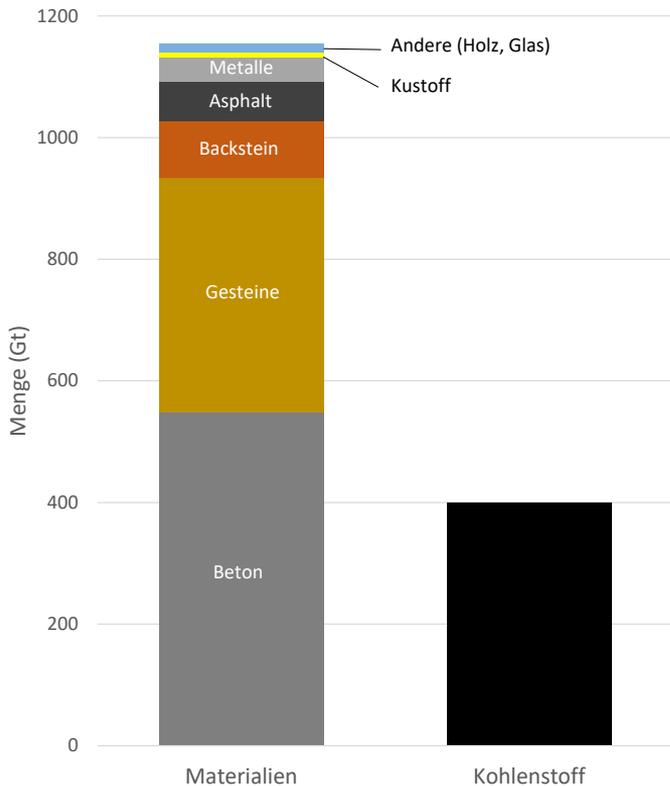
Cemsuisse Roadmap 2021

CCS: CO₂-Abscheidung und -Speicherung
Speicherung unterirdisch (>800 m), z.B. Nordsee

- Kohle aus Biomasse in CH: max. CO₂ Senke 1.6 Mt/y oder **~50% der Betonemissionen**
- **Mehrfachrecycling:** CO₂-Senke für 1000 Jahre (~10 Zyklen) muss nachgewiesen werden

Mining the atmosphere

Empa's concrete solution to global warming



Lura, Richner et al. 2024, auf der Basis von Elhacham et al. 2020, Desing 2022

Bilanz der Negativ- emissionstechnologie

Daniel Kellenberger

Professor für Nachhaltiges Bauen –
Ökobilanzierung, FHNW



Bilanz der Negativ- emissionstechnologie

**Mining the Atmosphere:
CO₂-negative Baumaterialien**

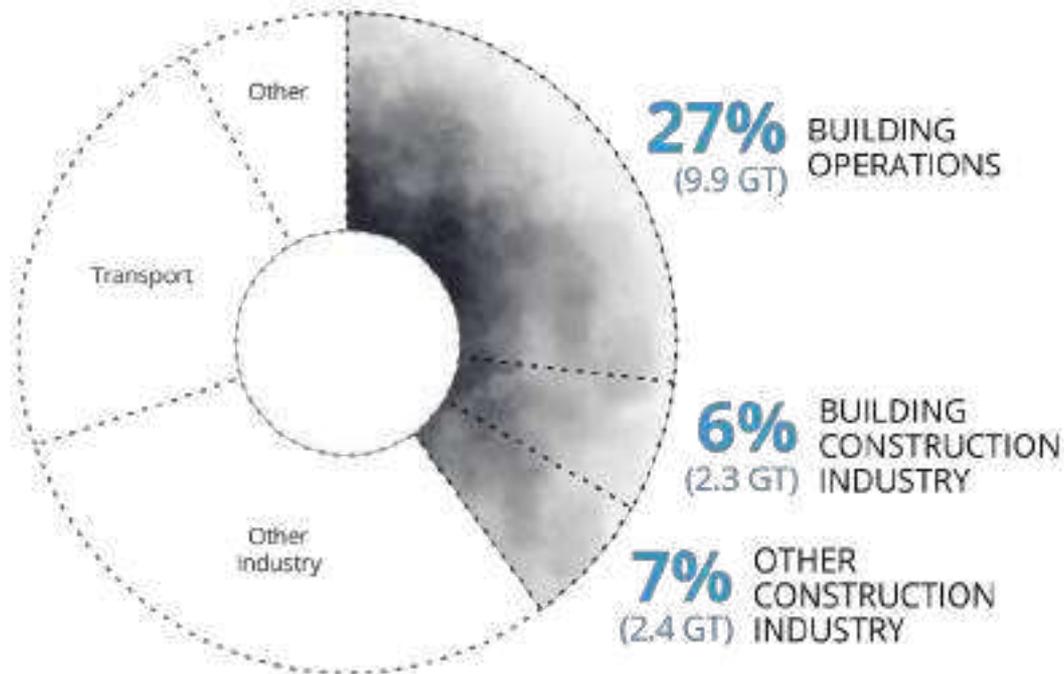
Swissbau 2024

Prof. Daniel Kellenberger

16.01.2024



Relevanz der Baustoffe am Klimawandel



Quelle ©Architecture 2030. Data
Source: IEA (2022). Buildings,
IEA, Paris

Methode der Ökobilanzierung



- Betrachtet **den gesamten Lebensweg eines Produkts** von der Rohstoffgewinnung und der Herstellung über den Transport und die Nutzung bis zur Entsorgung.
- Ermittelt **die Umweltauswirkungen** (Bsp. Treibhausgasemissionen) aller Emissionen in Wasser, Boden und Luft über den gesamten Lebensweg.
- In der Schweiz sind die Umweltauswirkungen fast aller Baustoffe in der Liste «**Ökobilanzdaten im Baubereich**» abgebildet. (www.ecobau.ch)

Modellierung und Bewertung biogener Kohlenstoff (1/2)



- Nachwachsende Rohstoffe binden beim Wachstum atmosphärisches CO₂
- Bei der Entsorgung (Verbrennung oder Verrottung) wird es wieder freigesetzt
- Europäische Norm EN 15804:2012+ A2:2019 verlangt eine **ausgeglichene CO₂-Bilanz** → d.h. nur die CO₂-Emissionen aus der Verarbeitung werden angerechnet.
- Ausnahmen gibt es in 3 Fällen

Modellierung und Bewertung biogener Kohlenstoff (2/2)

Direct Air Carbon Capture



Abweichungen sind in folgenden Fällen zulässig:

- Rechtsverbindliche Verpflichtung, dass der biogene Kohlenstoff vollständig und permanent endgelagert wird.
- Auditierten Nachweis, dass das biogenes oder atmosphärisches CO₂ abgeschieden und permanent endgelagert wird.
- Rechtsverbindliche Zusicherung durch Abnehmer von rezyklierten Baustoffen für eine permanente Endlagerung des darin enthaltenen oder einer äquivalenten Menge biogenen Kohlenstoffs.

Konsequenzen aus der Bilanzierung

Chancen - Positiv

- Aufgrund der grossen Mengen an verbautem Beton und Asphalt ist das Potential sehr gross.
- Rechtsverbindliche Zusicherung für permanente Speicherung/Endlagerung muss geklärt werden.
- Biokohle aus Abfallholz steht grundsätzlich nicht in Konkurrenz mit anderen Verwendungszwecken.

Herausforderungen - Negativ

- Langfristigen Auswirkungen auf Festigkeits-eigenschaften und Recyclingverhalten noch unzureichend erforscht.
- Nachweis für permanente Speicherung schwierig zu erbringen.
- Kann zu verstärktem Bauboom führen, was problematisch werden kann, da nachwachsende Rohstoffe immer gefragter sind.
- Mischung von biogenen mit mineralischen Materialien schwierig korrekt zu entsorgen.



Podiumsdiskussion

Mining the Atmosphere: CO₂-negative Baumaterialien



Peter Richner

Stv. Direktor Empa



Christian Wengi

Geschäftsführer
Logbau AG



Hans Wicki

Präsident
Bauenschweiz



Pietro Lura

Abteilungsleiter
Empa



Daniel Kellenberger

Professor FHNW

Wollen Sie auf dem
Laufenden bleiben?

