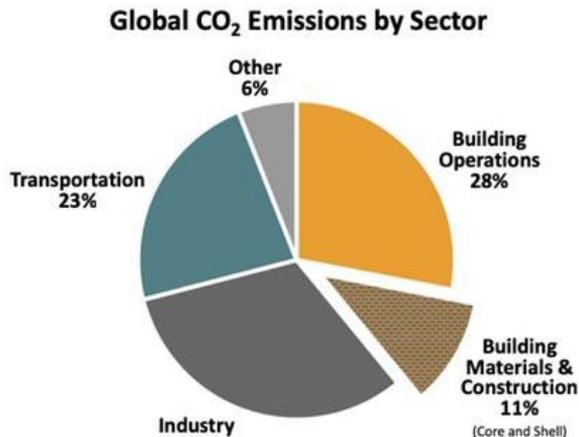


Green City

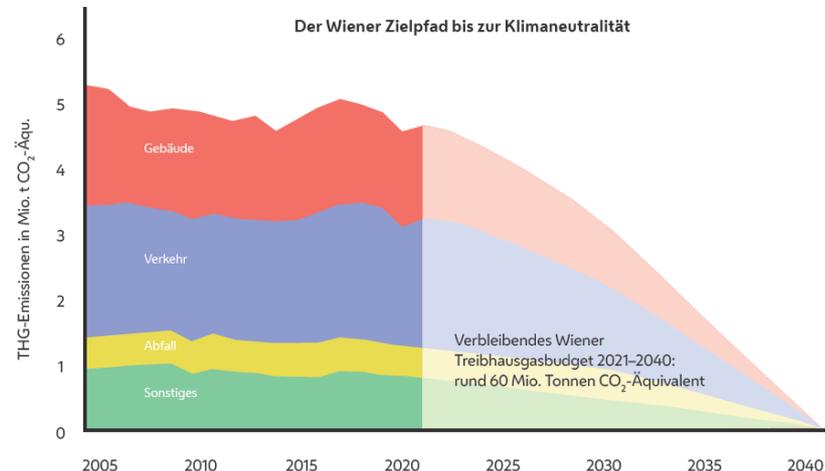
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Markus Vill

CO₂ Emissionen nach Sektoren

Weltweit



Stadt (Bsp. Wien)



- Bauwesen verursacht Großteil an Emissionen
- v.a. durch die Erhaltung und den Betrieb (Heizen, Kühlen, etc. bzw. die sogenannten „Building Operations“) unserer Bauwerke – über 40 % des weltweiten THG-Aufkommens
- Verkehr und Transport hat zweitgrößten Anteil

Green Cities Zielbereiche und Ansatzpunkte im Bauwesen

- > **Energieversorgung**
- > **Mobilität und Verkehr**
- > **Gebäude, Bauwerke**
- > Wirtschaft und Arbeit
- > **Kreislaufwirtschaft und Zero Waste**
- > Anpassung Klimawandel
- > Stadtökologie
- > Gesundheit und Soziale Inklusion
- > Bildung, Wissenschaft, Forschung
- > Digitalisierung
- > Beteiligung, Engagement und Kultur

**Emissionsarme
Energiequellen**

**Reduktion des
motorisierten
Individualverkehrs**

**Mehrfachnutzung,
Instandsetzung,
kein Neubau**

**Reduce, Reuse,
Recycle,
Energetische
Verwertung**

Energieversorgung in Green Cities

Emissionsarme Energieformen und Bereitstellung

- > z.B. Wärmepumpentechnologie
im Gebäude
- > Nutzung solarer Wärmegewinne
- > Nutzung aller Dächer mit
Photovoltaikflächen bei
Umbaumaßnahmen
- > Energieeinspeisung bzw.
Speicherung über Batterien z.B.
von Fahrzeugbatterien
- > Einspeisung über Ladesäulen
für PKW und Nutzfahrzeuge



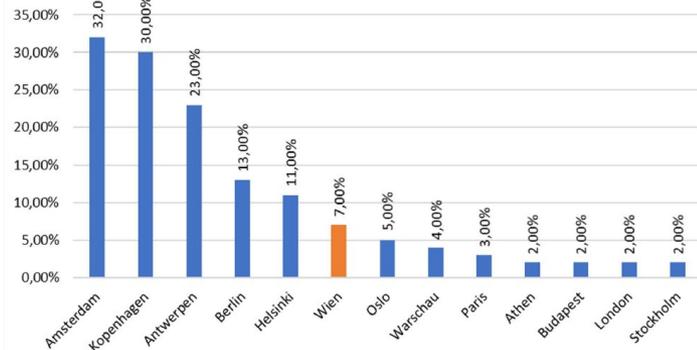
Mobilität und Verkehr

Reduktion des motorisierten Individualverkehrs

- > Ausschließlich elektrobetriebener bzw. emissionsfreier Betrieb von Fahrzeugen
- > Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs
- > Schienengebundene bzw. emissionsarm betriebene öffentliche Verkehrsmittel
- > Barrierefreier Ausbau sämtlicher öffentlicher Verkehrsmittel
- > Verkehrssicherer Ausbau des Geh- und Radwegenetzes
- > Schaffung von Begegnungszonen

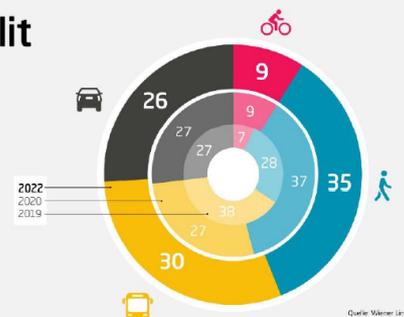


Radverkehrsanteil im europäischen Vergleich in Prozent (2015)



Modal Split 2022

So waren die Wiener:innen unterwegs (in %)



Quelle: Wiener Linien

Abbildung 1: Modal Split Wien
(Quelle: Mobilitätsagentur Wien. Radzahlen: Wiener:innen sind klimafreundlich unterwegs. In: <https://www.fahrradwien.at/2023/03/24/klimafreundlich-unterwegs/> (letzter Zugriff: 25.06.23))

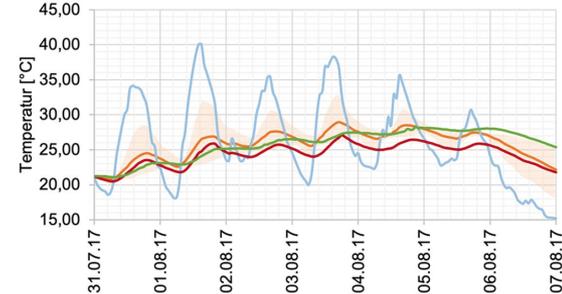
Gebäude, Infrastrukturen

Mehrfachnutzung, Instandsetzung, kein Neubau

- > Mehrfache und flexible Nutzung bestehender Bauwerke
- > Instandsetzung, Verstärkung, Umbau, Modernisierung vor Neubau
- > Langlebige, dauerhafte, historische Bauwerke sind unsere Baukultur
- > Bauteilaktivierung für Heizen und Kühlen z.B. Wandheizflächen im Massiv- und Mauerwerksbau
- > Massivbauwerke haben große speicherfähige Wandaufbauten



Beispiel Wandheizung in altem Gebäude



- minimale bis maximale Bauteiltemperatur (Simulation)
- mittlere Bauteiltemperatur (Simulation)
- gemessene Lufttemperatur
- mittlere, gemessene Bauteiltemperatur

Beispiel Wandtemperatur, bzw. Speicherfähigkeit

#578965047

Kreislaufwirtschaft Zero Waste

Rethink, Reduce, Reuse, Recycle

- > „Weniger ist Mehr“
- > Transformieren statt Ersetzen
- > Bauteilwiederverwendung
(Deckenplatten, Träger, Ziegel, Ausbauteile, Massivhölzer)
- > Wiederverwertung nach Trennung
- > Nur kreislauffähige rezyklierbare Werkstoffe nutzen
- > Nutzung des Betons als CO₂ Speicher



Nachhaltigkeit im konstruktiven Betonbau

Ausgangslage und Zukunftsaufgabenstellungen

- > Zementindustrie verursacht min. 8% der CO₂-Emissionen (2,3 Gt/a weltweit)
 - > Jahresproduktion Zement weltweit 4,1 Gt/a
- > Betonbedarf steigt exponentiell mit Weltbevölkerung
 - > Hochbau 2/3, Tiefbau 1/3 ¹
- > Sand und Kies: 25 Gt/a für Beton, 15 Gt/a für Straßenbau ¹
 - > Menge doppelt so groß wie produzierte Menge von Gletschern und Flüssen ¹



CO₂

Brennstoff
40%

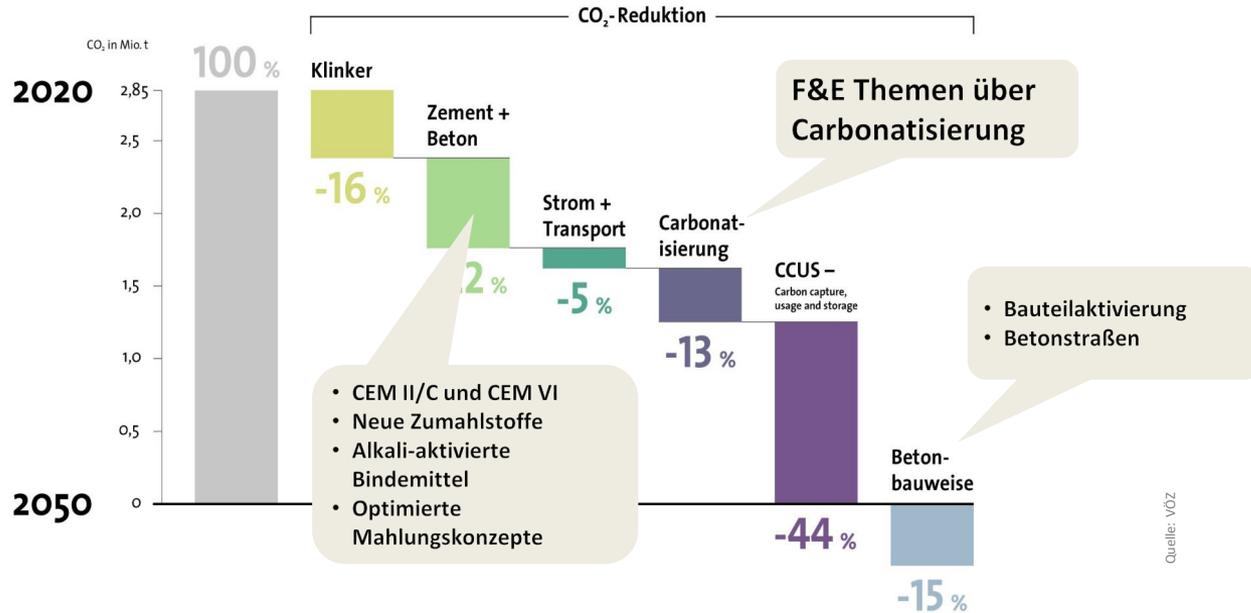
Dekarbonatisierung
60%



¹ Gem. Sobek, W. non nobis - über das Bauen in der Zukunft, avedition, Stuttgart, 2022, ISBN 978-3-89986-369-7

CO₂-Roadmap 2050

©VÖZ



Nachhaltigkeit im konstruktiven Betonbau

Zukunftsaufgabenstellungen und Ideen

- > Beton derzeit nicht ersetzbar durch andere Baumaterialien
 - > Hohe Robustheit, Formbarkeit, Widerstand gegen Vielzahl an Einwirkungen, Dauerhaftigkeit
- > **Betoneinsatz gezielt, mit höchster Qualität**
 - > **Querschnitte und Kubaturen reduzieren**
- > **Natürliche Gesteinskörnung ersetzen durch Rezyklate**
 - > **Gezielte Aufbereitung – Kreislauffähigkeit**
 - > **Dekarbonisierungspotential nutzen**
- > Bauwerke solange erhalten wie möglich
- > Einsatz klinkerreduzierte Zemente für Standardanwendungen (CEM II C)



Betonrecycling und Karbonatisierung

Motivation & Problemstellung

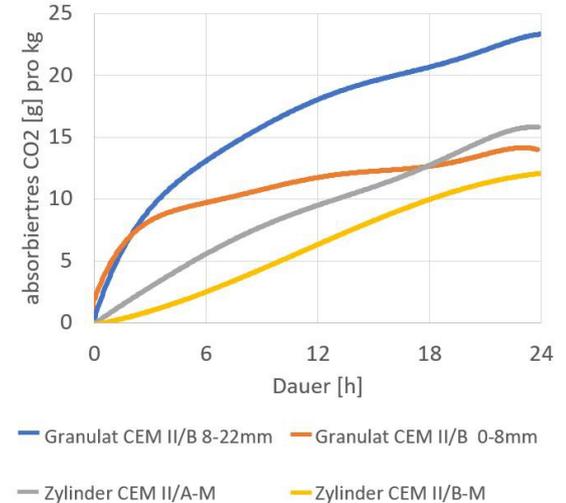
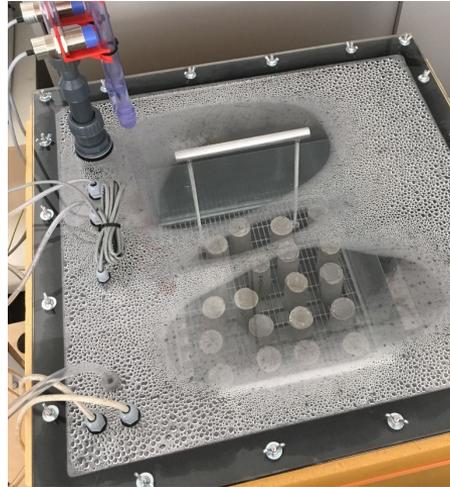
- > Zementstein ist nach dem Erhärtungsprozess in der Lage, Teile des emittierten CO_2 wieder aufzunehmen
- > Sehr langsamer natürlicher Prozess
- > Ausgehend von Bauteiloberflächen
- > Geändertes Baustoffeigenschaften



Betonrecycling und Karbonatisierung

Forcierte Karbonatisierung von Recyclingmaterial

- > Betonabbruch bzw. Rezyklate mit verschiedener Körnung 0-22 mm
- > 20% CO₂ Beaufschlagung
- > Temperatur 40 °C
- > Dauer z.B. 24 h
- > Aufnahmevermögen 1,5% bis 5 % an CO₂ von der Ausgangsmasse an rezyklierter Gesteinskörnung



06/2023

Pfleger, M.-P.; Radl, E.; Vill, M. (2023) Untersuchungen zum CO₂-Speicherpotenzial von rezyklierten Gesteinskörnungen und Zementproben unter Zwangskarbonatisierung. Beton- und Stahlbetonbau. <https://doi.org/10.1002/best.202300006>

Material-effizienz wird zum Schlüssel

Hier sind die Planer gefordert – das 4.C (Construction)
Bionik und/oder Hybridbauwerke?



© ILEK Stuttgart



© ETH/NEST

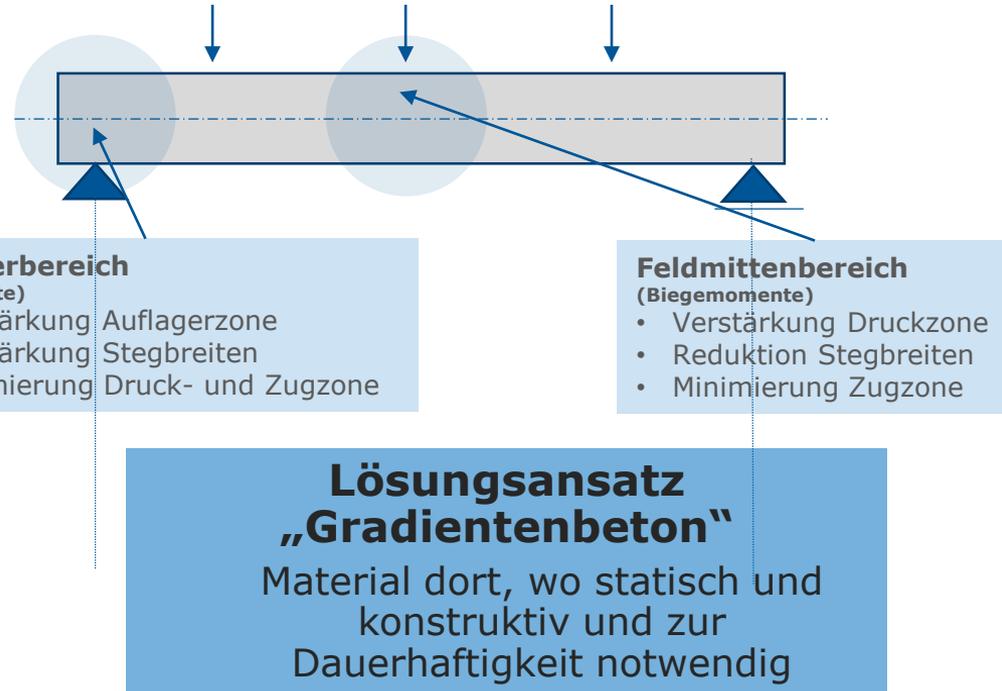
Additive Fertigung – „3D Druck“

Ressourcenschonung - Materialreduktion

> Ökologie und Ressourcenschonung

- > Gezielter Materialeinsatz
 - > Rezeptur anpassbar
- > Optimierte Querschnittsformen
 - > Beton nur dort wo Druck auftritt + Verbund wichtig
- > Einsatz mit Vorspannung
 - > Ausgleich der Beanspruchung über gezielte Einleitung von Umlenkkraften und Druckspannung

> Beispiel des klassischen STB. Biegebalkens



Beton 3D Druck an der FH Campus Wien

- > Arbeitsraum ca. 7 x 1 x 1 m
- > Düsendurchmesser min. 10mm
- > Druckgeschwindigkeit bis 400mm/s
- > Projektförderung durch Stadt Wien, MA23

