

„Wie viel CO₂ ist vermeidbar?“

Frank Uhlig

TU Graz

Institut für Anorganische Chemie

Der Einfluss des Menschen auf den Kohlenstoffkreislauf

—

Wie viel CO₂ verträgt unsere Atmosphäre?

Ausgewählte plakative Beispiele.....

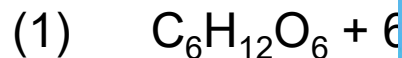
.....ohne tieferen chemischen Hintergrund.....

.....also, Fürchtet Euch Nicht.....

Die Atmung - 1

Jedes Schulkind weiß: Beim Einatmen nehmen wir Sauerstoff auf, und beim Ausatmen geben wir Kohlendioxid ab. Aus dieser schlichten Tatsache lässt sich aber nicht ableiten, dass wir mit unserer Atmung zur menschengemachten Erderwärmung beitragen. Denn das Kohlendioxid in der (Aus-)Atemluft ist bloß ein kleiner Teil im großen Kohlenstoffkreislauf der Erde.

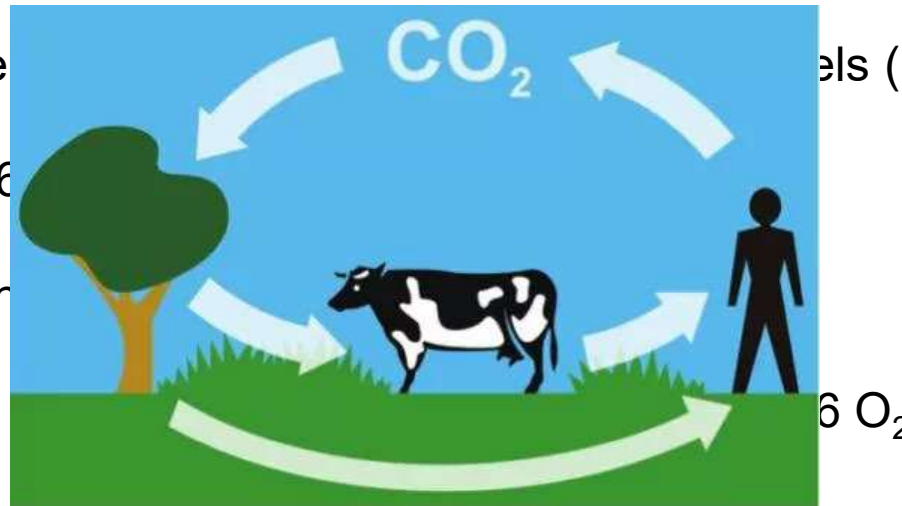
Herzstück des me



Das Gegenstück h



els (Beispiel Glycose):



Die Atmung - 2

„Aus dieser schlichten Tatsache lässt sich aber nicht ableiten, dass wir mit unserer Atmung zur menschengemachten Erderwärmung beitragen.“

Ist die Atmung also unschuldig????????

Es wird Energie benötigt, diese resultiert aus Nahrung!

Wo kommt diese her? Was wird dafür benötigt?

- Düngung
- Tierhaltung
- Transport

Funktioniert rein biologische Landwirtschaft für > 8 Mrd. Menschen ?

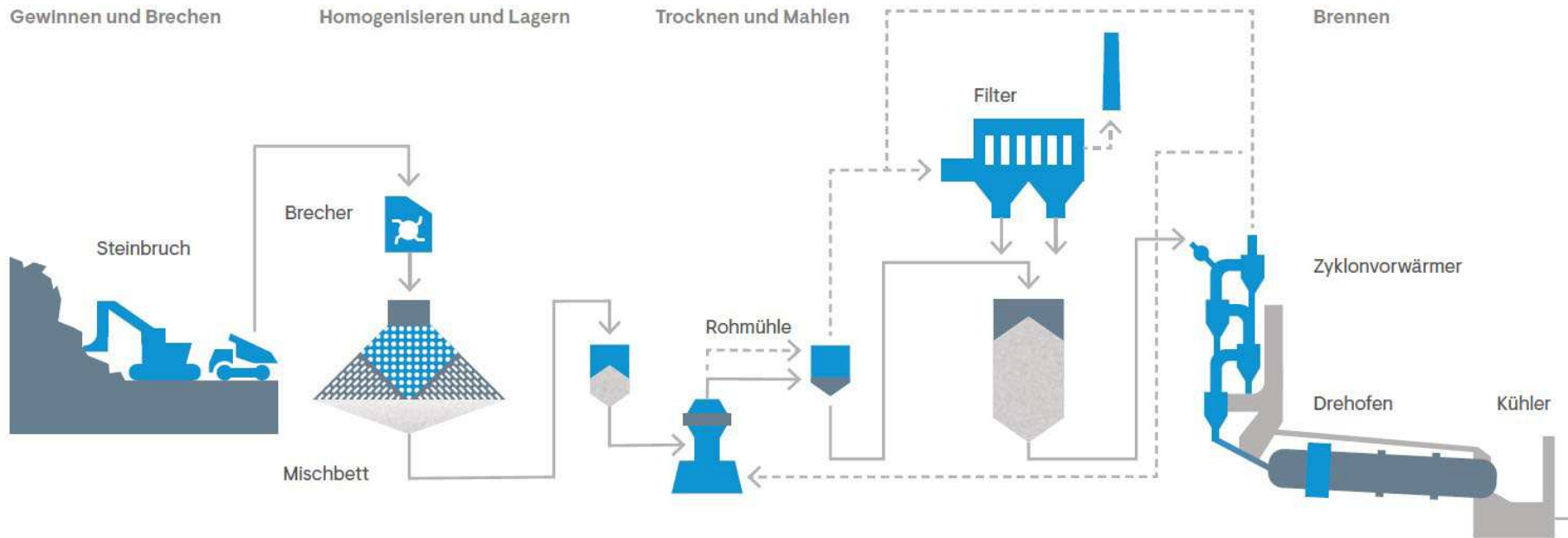
Baustoffe - 1

Zement, Klinker,... “Klimakiller Zement” ?

H. Böll Stiftung

Rohstoffe

Rohmehl

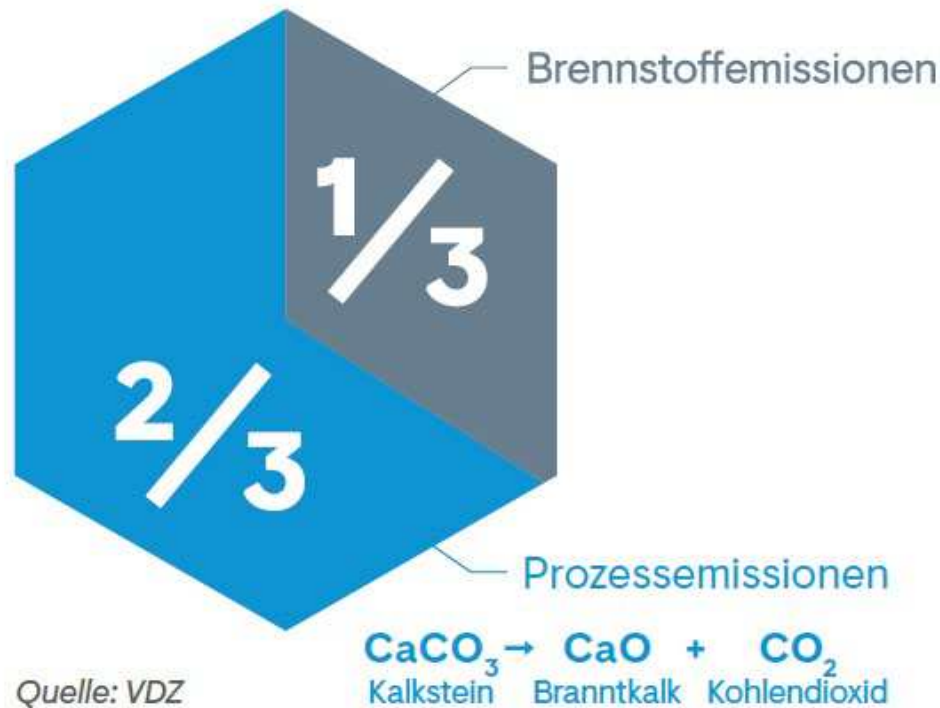


Schematischer Prozess der Zementherstellung

Führt zu 6 bis 9% der weltweiten CO₂ Emissionen!

Baustoffe - 1

Zement, Klinker,... “Klimakiller Zement” ?



Prozesstemperaturen: Flammentemperaturen von rund 2.000 Grad Celsius und Materialtemperaturen von 1.450 Grad Celsius

Baustoffe - 2

Zement, Zementklinker,....

Beim Brennprozess im Drehrohrofen wird nach dem Calcinieren des Kalks (CaCO₃) zu Calciumoxid CO₂ freigesetzt.

Calcinierung:



Plus Mineralien, die für die besonderen Eigenschaften von Zement von Bedeutung sind (Ferrite, Aluminate, Silikate).

Beim Aushärten von Zement mit Wasser (Hydratation) wachsen einerseits Calciumsilicathydrat-Fasern, kurz CSH oder C₃S₂H₃ (3 CaO · 2 SiO₂ · 3 H₂O) und andererseits bildet sich Portlandit, kurz CH (**Ca(OH)₂**), der dem Endprodukt eine hohe Alkalität mit einem pH-Wert von 12–14 verleiht.

Baustoffe - 3

Zement, Klinker,... eine Simplifizierung

Beim Brennprozess im Drehrohrofen wird nach dem Calcinieren des Kalks (CaCO₃) zu Calciumoxid CO₂ freigesetzt.

Calcinierung:



Plus Mineralien, die für die besonderen Eigenschaften von Zement von Bedeutung sind (Ferrite, Aluminate, Silikate).

Carbonatisierung ist die chemische Umwandlung der alkalischen Bestandteile des Zementsteines durch CO₂ in Calciumcarbonat.^[1]

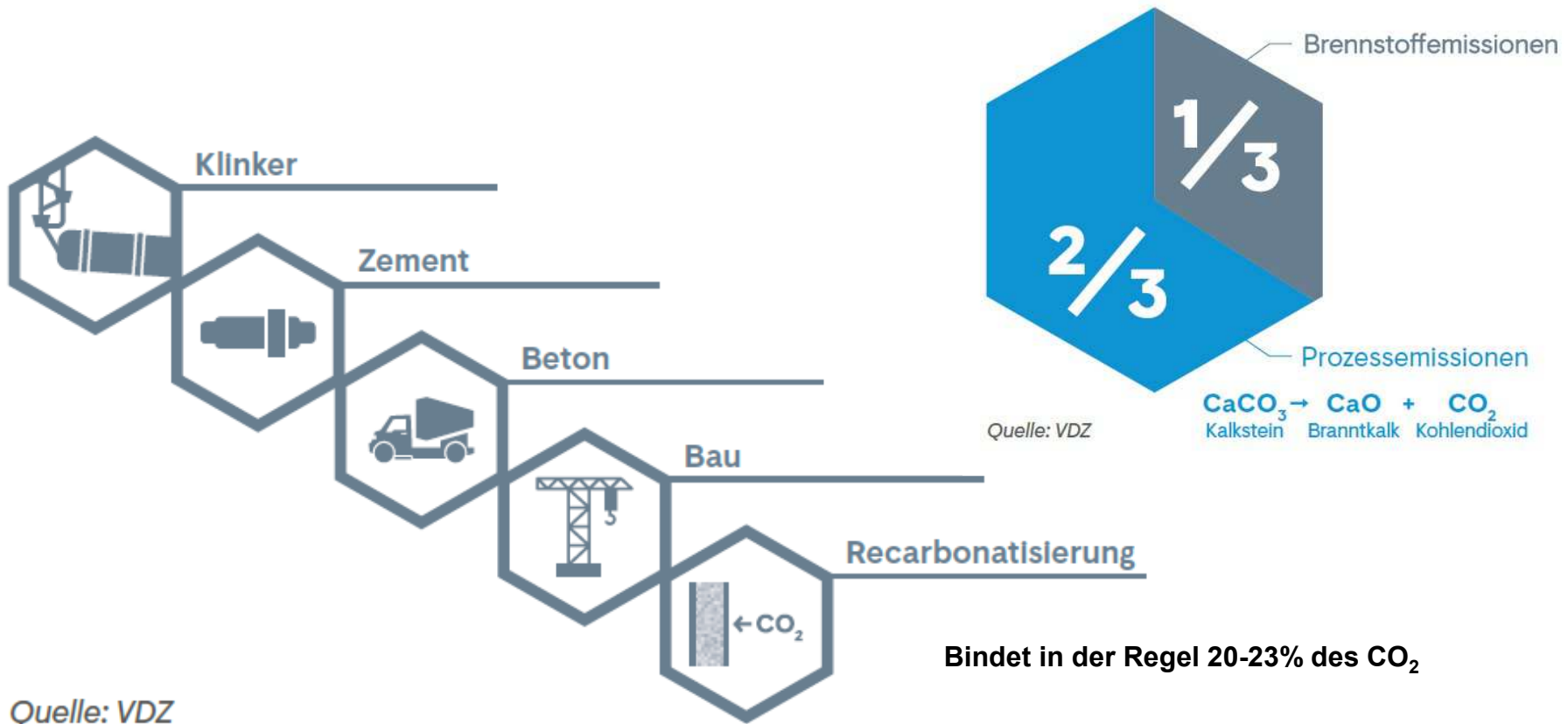
Carbonatisierung des Zementsteins:



[1] Roland Benedix: *Bauchemie*. Vieweg & Teubner Verlag, 2009, ISBN 978-3-8348-9549-3

Baustoffe - 4

Zement, Zementklinker,....



Baustoffe - 5

Zement, Zementklinker,....

Strategien zur Vermeidung betreffen hauptsächlich den Teil Brennstoffemissionen.

Verringerung der Zementklinkeranteils und damit des gebrannten CaO.

Carbon Capture, Carbon Storage? Ja, aber zu welchem Preis?

CO₂ als Rohstoff in der Chemie?

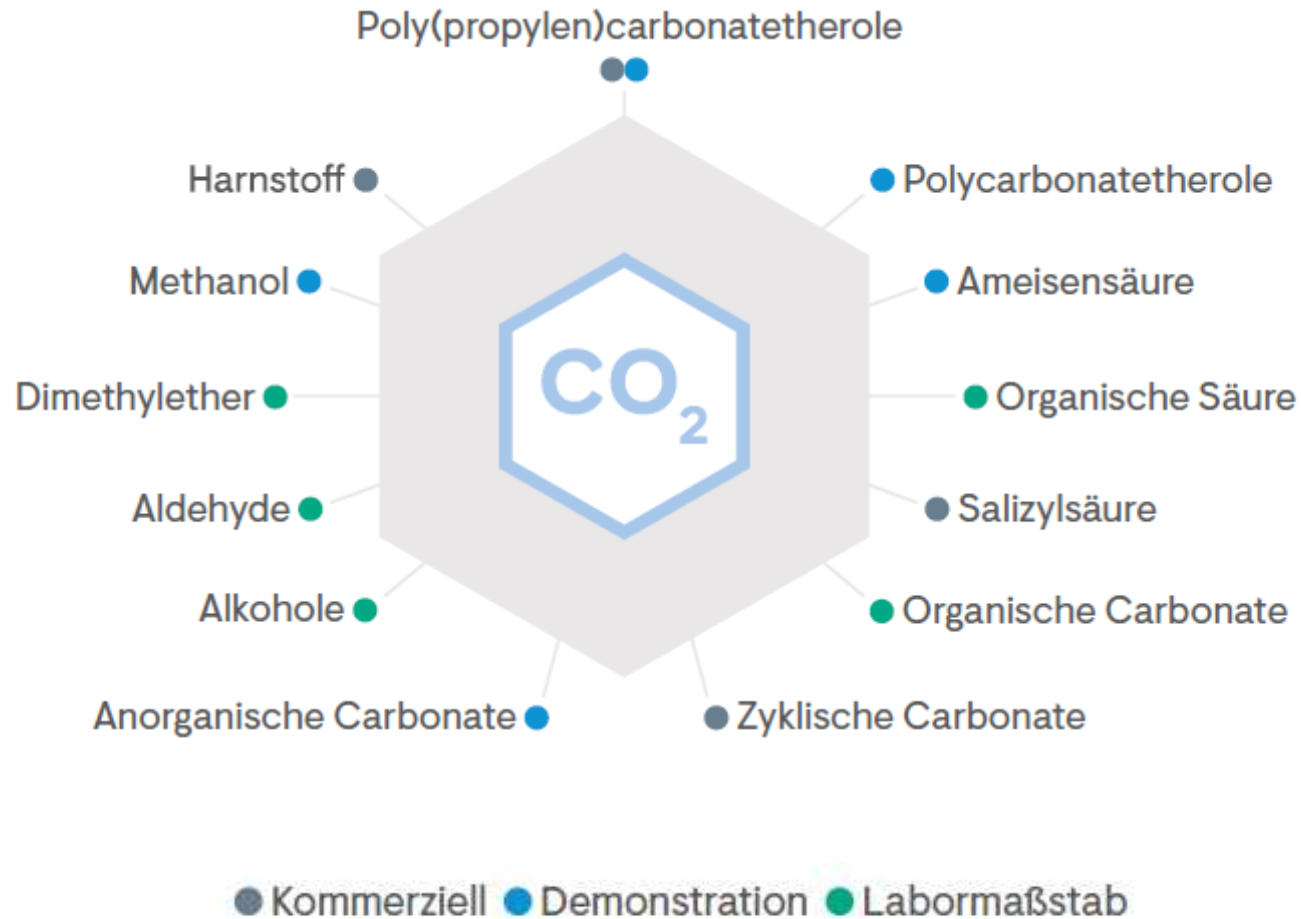
Basischemikalien, synthetische Brenn- und Kraftstoffe

Eine katalytische Umsetzung von CO₂ mit Wasserstoff zu Basischemikalien oder CO₂-neutralen Brenn- bzw. Kraftstoffen ist durch die Methanol- oder die Fischer-Tropsch-Synthese möglich.

Die Verfahren sind unter den Begriffen „Power-to-gas“ (z.B. Methansynthese) und „Power-to-liquids“ (z. B. Methanol oder Kraftstoffen) bekannt.

Teilweise schon verfügbar oder werden es absehbar bis 2030 sein.....

CO₂ als Rohstoff in der Chemie?



„Wie viel CO₂ ist vermeidbar?“

Es geht uns alle an!

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!