Umweltbelastung durch Zementproduktion

Arbeitsblatt

Da weltweit riesige Mengen von Zement produziert werden, sind die damit verbundenen Umweltprobleme erheblich. Bis in die 1960er- und 1970er-Jahre galten die Zementwerke als eigentliche „Dreckschleudern“ – vor allem, weil sie viel Staub und Abgase freisetzten. Zu den Abgasen gehörten neben CO2 vor allem Schwefeldioxid und Stickoxide. Diese entstehen bei der Verbrennung fossiler Energieträger wie Kohle und Erdöl, die für die Erzeugung der grossen Hitze beim Brenn- und Sinterprozess der Zementherstellung benötigt wird.

In den letzten Jahrzehnten installierten die Zementwerke aber weltweit immer mehr und bessere Filteranlagen. Diese sind in der Lage, Staubpartikel und viele der giftigen Abgase weitgehend aufzufangen. So haben sich die Belastungen durch Feinstaub, Schwefeldioxid und Stickoxide erheblich reduziert.

Ein Problem konnten die Filter jedoch nicht aus der Welt schaffen.

Das Klimaproblem

Schau dir folgendes Video an:

<https://www.youtube.com/watch?v=GSc9hu917OU> (3 min)

1. Erkläre warum die Zement-Produktion gleich ein doppeltes Problem für das Klima darstellt („one-two-punch“)

Es entsteht einerseits CO2 durch die Verwendung fossiler Energieträger wie Erdöl oder Kohle, die verwendet werden, um den Zementofen auf die nötige Temperatur von 1450°C zu erhitzen («1. Schlag»).

Andererseits entsteht in der chemischen Reaktion zusätzlich direkt CO2  («2. Schlag»):

CaCO3 --> CaO + CO2

1. a) Notiere einige der erwähnten Ansätze um CO2 einzusparen. b) Welche Möglichkeiten setzen bei welchem der beiden „Schläge“ an?

Aufgrund der „one-two-punch“ Konstellation gibt es zwei grundsätzlich unterscheidbare Strategien:

**Verwendung erneuerbarer Energieträger** zur Erhitzung des Zementofens. Dadurch kann der CO2-Ausstoss **des ersten Schlages** reduziert (im Idealfall sogar auf Null) gesenkt werden.

**Verminderung der Menge an Kalkstein (CaCO3)** in der Produktion des Zements. Damit entsteht im **zweiten Schlag** weniger CO2. In der Regel wird der Kalkstein durch ein anderes Mineral ersetzt. In diese Richtung wird aktuell intensiv geforscht.

Als grobe Faustregel kann man sich merken: Die Produktion von einer Tonne Zement setzt etwa eine Tonne CO2 frei. Auch wenn dieser Wert durch verschiedene Innovationen in den letzten Jahren durchschnittlich etwas sank (derzeit liegt er bei etwa 0,8 Tonnen), steigt der globale CO2-Ausstoss durch die Zementproduktion weiter rasch an, da weltweit immer mehr Zement produziert wird.

Global werden aktuell pro Jahr rund 4 Milliarden Tonnen Zement produziert. Das dabei entstehende CO2 macht rund 8 Prozent des globalen CO2-Ausstosses aus. Wäre die Zementindustrie ein Land so wäre es nach China und den USA dasjenige mit dem drittgrössten CO2-Ausstoss. Gemäss Angaben des Bundesamts für Umwelt verwenden die Schweizer Zementwerke etwa 40 bis 50 Prozent Ersatzbrennstoffe aus Abfällen. Eingesetzt werden etwa Altöl, Klärschlamm, Tiermehl, Tierfett, Kunststoffabfälle, Holzabfälle, etc. Dies verbessert die CO2-Bilanz.

Erstes Rechenbeispiel

Wie weit könnte man mit einem Mittelklassewagen fahren, bis man gleich viel CO2 ausgestossen hat, wie bei der Produktion von 1 Tonne Zement freigesetzt wird?

Berechnungsgrundlagen:

Rechne mit der einfachen Faustregel: 1 Tonne Zement stösst 1 Tonne CO2 aus. Ein durchschnittlicher Mittelklassewagen stösst etwa 130 Gramm pro Kilometer aus.

Berechnung:

1‘000‘000 g : 130 g/km = 7692 km.

Zweites Rechenbeispiel

Gemäss Wikipedia wurden beim Hochturm des Basler Pharmaunternehmens Roche – das derzeit höchste Gebäude der Schweiz – 56‘000 Kubikmeter Beton verbaut. Da Beton eine Dichte von etwa 2,4 Tonnen pro Kubikmeter hat, entspricht das 134‘400 Tonnen Beton. Darin stecken nach dem üblichen Mischungsverhältnis 26‘880 Tonnen Zement. Gemäss unserer Faustregel wurde durch die Produktion dieses Betons also ungefähr 26‘880 Tonnen CO2 ausgestossen. Wenn wir annehmen, dass ein Auto in der Schweiz pro Jahr durchschnittlich etwa 20‘000 km zurücklegt, wie viele Autos könnten ein Jahr lang fahren, um die gleiche Menge CO2 auszustossen?

Berechnung:

Ein Mittelklassewagen, der 20‘000 km fährt stösst 2,6 Tonnen CO2 aus (Berechnung aus den Angaben im ersten Rechenbeispiel). Folglich könnten 26‘880 : 2,6 = 10‘340 Mitteklassewagen ein Jahr lang je 20‘000 km fahren, um etwa die gleiche Menge CO2 auszustossen, die beim Bau des höchsten Gebäudes der Schweiz entstand.

Kann Recycling das Klimaproblem des Betons lösen?

In den letzten 10 bis 20 Jahren ist die Bauindustrie allmählich dazu übergegangen, Bauschutt, der beim Abbruch alter Gebäude entsteht, in seine wichtigsten Bestandteile wie Beton, Stahl etc. zu trennen. Dadurch ist es heute möglich, Betonabbruch zu rezyklieren, also zum Anmischen von neuem Beton zu verwenden. Man spricht dann von Recyclingbeton. Dadurch werden Ressourcen eingespart. Doch – wie geht das genau und welche Ressourcen können eingespart werden? Kann damit ein wesentlicher Beitrag zur Entschärfung des CO2-Problems des Betons geleistet werden?

Auftrag:

Schaut euch, je nach verfügbarer Zeit, einen oder mehrere der unten aufgeführten Youtube-Filme an (Rubrik: Weiterführende Links) und notiert die wichtigsten Erkenntnisse.

Notizen:

Die Verwendung von Recycling-Beton schont tatsächlich Ressourcen. Vor allem dadurch, dass weniger Sand und Kies aus der Erdkruste entnommen werden muss. Zusätzlich werden dadurch die Transportwege deutlich kürzer, was ebenfalls umwelfreundlich ist, und insbesondere die CO2-Emissionen reduziert, die durch den Transport verursacht werden.

Das grundsätzliche CO2-Problem des Betons wird aber nicht entschärft, da das recycelte Abbruchmaterial lediglich als Zuschlag für neuen Beton dient. Das heisst, Zement kann dadurch nicht (oder nicht in wesentlichem Masse) eingespart werden. Die CO2-Emissionen bleiben damit praktisch unverändert hoch, da der grösste Teil bei der Produktion des Zements anfällt. Deshalb lohnt es sich, wo immer möglich, über die Verwendung ganz anderer Baustoffe Gedanken zu machen, die eine bessere Klimabilanz aufweisen als Beton.

Linkliste zum Arbeitsblatt:

<https://www.youtube.com/watch?v=nLwSVWqELhw> (ZDF Planet e, 13.5.2018; Zementwerk in Indonesien)

<https://www.chemietechnik.de/klimabilanz-der-zementindustrie/>

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/fachinformationen/abfallentsorgung/zementwerke.html>

<https://www.auto-motor-und-sport.de/news/co2-emission-nach-fahrzeugklassen/>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Zement#Umweltschutzaspekte>

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/294560/umfrage/pkw-bestand-in-der-schweiz-kanton/>

<https://www.betonversiegelung.com/wieviel-zement-kies-sand-fuer-1m3-beton/>

Weiterführende Links, insbesondere zu Betonrecycling:

<https://www.youtube.com/watch?v=hmmr5qYGYSU> (12 min)

<https://www.youtube.com/watch?v=EbFwgWKNn-g> (7 min)

<https://www.youtube.com/watch?v=iIYqCTbpqpg> (6 min)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Betonrecycling>