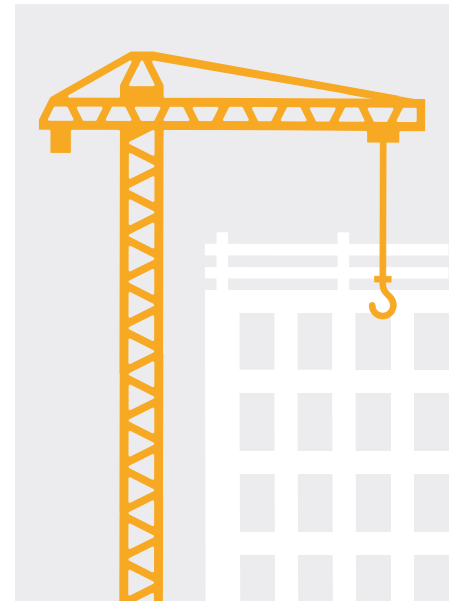


Aufgabe 1: Beispiele für die Rohstoffnutzung

Der Ressourcenrucksack eines Fundamentes

Jedes Baumaterial hat einen Ressourcenrucksack: Für Zement müssen zunächst Kalkstein und Ton (Mergel) gewonnen werden, dadurch entsteht viel Abraum. Das Gestein wird transportiert, gebrochen, gemahlen und getrocknet. Hier wird viel Energie verbraucht. In Drehöfen wird bei über 1.400 Grad mit Erdgas der Klinker hergestellt. Nach der Kühlung und dem Mahlen entsteht Zement, der abschließend zu Beton, Estrich, Mörtel und mineralischen Baustoffen verarbeitet werden kann. Alle Prozesse verbrauchen sehr viel Energie, führen zu Abfällen und Emissionen. Fast 10% aller Treibhausgase weltweit entstehen durch die Zementherstellung. Da hierbei nicht nur Kohlendioxid sondern auch andere Gase entstehen, fasst man diese als Treibhausgase (THG) zusammen. Die THG-Emissionen von Zement und Beton liegen bei rund 750 kg CO₂-Äq pro Tonne Zement.* Summiert man alle stofflichen Ressourcen vom Bergbau bis zur Verpackung, so liegt der sogenannte kumulierte Rohstoffaufwand pro Tonne Zement bei fast 1,5 Tonnen. Für Sand und Kies ist der kumulierte Rohstoffaufwand ungefähr eine Tonne pro Tonne Sand, der Anteil an den Treibhausgasen ist sehr gering (2 kg CO₂-Äq/t).*



Treibhausgas-Emissionen und kumulierter Ressourcenaufwand für ein kleines Fundament

Aufgabe: Sie stellen aus Zement, Sand und ausreichend Wasser eine Tonne Beton her. Nach dem Aushärten beträgt das Verhältnis von Zement zu Sand 1:4. Wie viele Rohstoffe werden für die Tonne Beton eingesetzt und wie viele THG fallen, gerechnet in CO₂-Äq, an?

	Zement	Sand	Summe
Masse Baustoffe	200 kg	800 kg	1.000 kg
Beitrag Treibhausgase	750 kg CO ₂ -Äq/t · 0,2 t = 150 kg CO ₂ -Äq	2 kg CO ₂ -Äq/t · 0,8 t = 1,6 kg CO ₂ -Äq d. h. sehr gering	151,6 kg CO ₂ -Äq
kumulierter Rohstoffaufwand	200 kg · 1,5 t/t = 300 kg	800 kg · 1 t/t = 800 kg	1.100 kg

Das war etwas zu viel Estrich

Irgendwas ist hier doch schief gegangen, denkt sich der Polier. Eigentlich war die Mengentoleranz mit 3% doch richtig berechnet. Und auch das Aufmaß vor der Bestellung des Estrichs war nicht fehlerhaft. Aber leider ist das Silo mit 20 m³ immer noch zu 20% gefüllt. Und morgen ist Feiertag und dann Brückentag, damit ruht die Arbeit eine ganze Woche. Da bleibt nur eines, abfahren und entsorgen lassen. Dem Kunden kann

man das nicht in Rechnung stellen, aber der Umwelt schon eher. Und natürlich dem Chef und der wird sich nicht freuen.

Aufgabe: Berechnen Sie die Emissionen der Treibhausgase und den kumulierten Rohstoffaufwand (KRA) durch die Fehlbestellung. Das Volumen-Verhältnis von Zement zu Sand im Estrich beträgt 1:3. Die Dichte des Sandes beträgt 1,6 t/m³, die Dichte des Zements 2,8 t/m³.

	Volumen [m ³]	Gewicht [t]	THG [kg CO ₂ -Äq]	KRA [t]
Restmenge im Silo	20 m ³ · 0,20 = 4 m ³	—	—	—
Anteil Zement im Silo	4 m ³ · 0,25 = 1 m ³	1 m ³ · 2,8 t/m ³ = 2,8 t	2,8 t · 0,75 t CO ₂ -Äq/t = 2,1 t CO ₂ -Äq	2,8 t · 1,5 t/t = 4,2 t
Anteil Sand im Silo	4 m ³ · 0,75 = 3 m ³	3 m ³ · 1,6 t/m ³ = 4,8 t	4,8 t · 2 kg CO ₂ -Äq/t = 9,6 kg CO ₂ -Äq d. h. sehr gering	4,8 t · 1 t/t = 4,8 t
Summe		7,6 t	2,1 t CO ₂ -Äq	9,0 t

*Quelle: Umweltbundesamt 2012: Texte 01/2012 – Indikatoren / Kennzahlen für den Rohstoffverbrauch im Rahmen der Nachhaltigkeitsdiskussion, Sand: Seite A9 und Zement: Seite A128, Dessau-Roßlau, <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4237.pdf>