

# Aufgabe 1: Beispiele für die Rohstoffnutzung

## Der Ressourcenrucksack von Bauwerken

Jedes Baumaterial hat einen Ressourcenrucksack: Für Zement müssen zunächst Kalkstein und Ton (Mergel) gewonnen werden. Das Gestein wird transportiert, gebrochen, gemahlen und getrocknet. In Drehöfen wird bei über 1.400 Grad der Klinker hergestellt. Nach der Kühlung und dem Mahlen entsteht Zement, der abschließend zu Baustoffen wie z. B. Beton, Estrich, Mörtel und mineralischen Baustoffen verarbeitet wird. Alle Prozesse verbrauchen sehr viel Energie, führen zu Abfällen und Emissionen. Fast 10 % aller weltweiten Treibhausgase (THG) entstehen durch die Zementherstellung. Die THG-Emissionen (CO<sub>2</sub> und andere) von Zement und Beton liegen bei rund 750 kg CO<sub>2</sub>-Äq pro Tonne Zement.<sup>1</sup> 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 hier nur gering (2 kg CO<sub>2</sub>-Äq/t).



## Was ist schon ein halber Eimer Zementmörtel wert ...

Eine aufwendige Gartenanlage ist geplant. Es sind Wege zu gestalten, viele kleine Mauern und Gabionen werden gesetzt, eine große Abgrabung wird terrassenförmig gebaut. Drei Gesellen und zwei Auszubildende sind zwei Wochen beschäftigt. Die Mischmaschine läuft zwar nicht im Dauermodus, aber sie wird jeden Tag mehrmals eingeschaltet.

**Aufgabe:** Jeden Tag bleiben dreißig halbe Eimer Zement à 10 kg übrig, die in den Bauabfall-Container gekippt werden. 20 % des Bauabfalls ist Zement, 80 % ist Sand. Berechnen Sie die Treibhausgasemissionen und den kumulierten Rohstoffaufwand des Baustellenabfalls.

|                                    | Zement  | Sand   | Summe                            |
|------------------------------------|---|--|----------------------------------|
| <b>Materialreste pro Tag</b>       | 300 kg · 0,2<br>= 60 kg   | 300 kg · 0,8<br>= 240 kg   | <b>300 kg</b>                    |
| <b>Beitrag Treibhausgase</b>       | 0,75 kg CO <sub>2</sub> -Äq/kg · 60 kg<br>= 45 kg CO <sub>2</sub> -Äq | 2 kg CO <sub>2</sub> -Äq/t · 0,24 t<br>= 0,5 kg CO <sub>2</sub> -Äq<br>d. h. sehr gering | <b>45,5 kg CO<sub>2</sub>-Äq</b> |
| <b>kumulierter Rohstoffaufwand</b> | 60 kg · 1,5 kg/kg<br>= 90 kg  | 240 kg · 1 kg/kg<br>= 240 kg   | <b>330 kg</b>                    |

## Gärreste oder doch lieber Kunstdünger?

Mineralischer Kunstdünger wird durch aufwendige Prozesse hergestellt und belastet das Klima. Weltweit trägt Kunstdünger mit 2 % zu den Treibhausgasemissionen bei.<sup>2</sup>

**Aufgabe:** Je nach Wahl des Stickstoff-(N)-Düngers werden im Mittel 10 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro kg Dünger bei Produktion, Transport und Anwendung freigesetzt. Biogasanlagen erzeugen Gärreste als »Abfallprodukt«, welche analog zur Gülle als Dünger ausgebracht werden können. Im Garten- und Landschaftsbau werden für die Frühjahrsdüngung ca. 10 kg Rein-N pro ha benötigt. Der N-Anteil im Dünger beträgt ca. 15%. Der pflanzenverfügbare Stickstoffanteil von Gärresten liegt bei ca. 4 kg pro Tonne.<sup>3</sup> Nehmen wir an Misch-Mineraldünger (NPK-Dünger) enthält ca. 150 kg N pro Tonne. Berechnen Sie, welche Menge an Gärresten notwendig ist, um 1 ha Apfelplantage zu düngen. Wie viele CO<sub>2</sub>-Äq eingespart werden könnten, um 70 % des Kunstdüngers zu ersetzen.

|  |  |
|--|--|
| <b>Menge an Kunstdünger für 10 ha Apfelplantage 10 kg Rein-N (15 % N-Gehalt)</b> | ca. 67 kg  |
| <b>THG-Emissionen in CO<sub>2</sub>-Äq bei Nutzung von 100 % Kunstdünger</b>     | 67 kg · 10 kg CO <sub>2</sub> -Äq/kg<br>= 670 kg CO <sub>2</sub> -Äq |
| <b>Masse der 70 % Kunstdünger, die durch Gärreste ersetzt werden</b>             | 47 kg  |
| <b>Eingesparte THG-Emissionen durch Kunstdüngerersatz</b>                        | 47 kg · 10 kg CO <sub>2</sub> -Äq/kg<br>= 470 kg CO <sub>2</sub> -Äq |
| <b>Benötigte Menge an Gärresten zum Ersatz des Kunstdüngers</b>                  | 47 kg · 150 kg / 4 kg<br>= 1.763 kg                                  |

Quellen: <sup>1</sup>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>

<sup>2</sup>Heinzelmaier 2013, Pflanzenbau 23.2013; <sup>3</sup>Deutsches Biomasseforschungszentrum 2013: S. 189