

**Aufgabe 1** Informieren Sie sich in Ihrem Tabellenbuch, wie hoch der Kohlendioxidausstoß von Personen in Abhängigkeit von der Belastung ist und stellen Sie diese Größen in einer Tabelle zusammen.

Informationen dazu finden Sie z.B. unter dem Stichwort „Wärme- und Wasserdampfabgabe einer Person (nach VDI 2078).“

**Aufgabe 2** Der erforderliche Außenluftvolumenstrom  $\dot{V}_{\text{au}}$  zur Belüftung eines Gebäudes und die Luftwechselzahl  $\beta$  berechnen sich nach den Formeln

$$\dot{V}_{\text{au}} = \frac{\dot{V}_{\text{sch}}}{k_{\text{zul}} - k_{\text{au}}}$$
$$\beta = \frac{\dot{V}_{\text{au}}}{V_{\text{ra}}}$$

Dabei hängt die Kohlendioxidkonzentration der Außenluft von den örtlichen Bedingungen ab. Im folgenden soll ein Wohngebäude für sechs Personen untersucht werden. Die Nutzfläche beträgt  $150\text{m}^2$  bei einer Geschosshöhe von  $2.5\text{m}$ .

- Schätzen Sie die  $\text{CO}_2$ -Menge ab, die von den Personen erzeugt wird, wenn Sie von einer durchschnittlichen Aktivitätsstufe II ausgehen und die Personen sich durchschnittlich 12 Stunden in dem Gebäude aufhalten.
- Ermitteln Sie den erforderlichen Außenluftvolumenstrom aufgrund der  $\text{CO}_2$ -Konzentration, wenn die Außenluft mit  $400\text{ppM}$   $\text{CO}_2$  belastet ist und im Gebäude  $1000\text{ppM}$  aufrecht erhalten werden sollen.
- Welche Luftwechselzahl stellt sich aufgrund dieser Belüftung in dem Gebäude ein?
- Im Elternschlafzimmer ( $A = 15\text{m}^2$ ) schlafen die beiden Eltern durchschnittlich 8 Stunden. Zu Beginn ist das Schlafzimmer gut gelüftet. Welche  $\text{CO}_2$ -Menge produzieren die Eltern und zu welcher  $\text{CO}_2$ -Konzentration würde das in einem ungelüfteten Schlafzimmer führen.
- Welcher Zuluftvolumenstrom ist in dem Schlafzimmer erforderlich, um die zulässige  $\text{CO}_2$ -Konzentration nicht zu überschreiten?

**Aufgabe 3** In einem Raum ( $40\text{m}^2$  Grundfläche,  $2.5\text{m}$  Höhe) ist die erlaubte  $\text{CO}_2$ -Konzentration  $1000\text{ppM}$ . Von den Personen werden  $120\ell/\text{h}$   $\text{CO}_2$  abgegeben.

- Berechnen Sie den erforderlichen Außenluftvolumenstrom in  $\text{m}^3/\text{h}$ .
- Geben Sie die Luftwechselrate  $\beta$  des Raumes an.
- Wenn die Personen den Raum verlassen, die Lüftungsanlage aber weiterhin betrieben wird, verringert sich die  $\text{CO}_2$ -Konzentration des Raumes. Wäre die Außenluft frei von  $\text{CO}_2$ , so würde die Raumlufthkonzentration schließlich auf 0 sinken. Da in der Außenluft aber

immer  $\text{CO}_2$  vorhanden ist, kann minimal dieser Wert erreicht werden. Man kann die  $\text{CO}_2$ -Konzentration nach der folgenden Formel ermitteln:

$$k(t) = k_{\infty} + (k_0 - k_{\infty}) \cdot e^{-\beta(t-t_0)}$$

Meist setzt man in dieser Funktion für  $t_0$  den Wert  $t_0 = 0$  ein, man kann aber auch zu einem beliebigen anderen Zeitpunkt beginnen.

Der Wert  $k_{\text{au}}$  ist die Konzentration von  $\text{CO}_2$  in der Außenluft, der schließlich erreicht wird. Für die Größe der Abnahme ist die Differenz  $(k_0 - k_{\text{au}})$  verantwortlich, wobei  $k_0 = 1000 \text{ ppM}$  die anfängliche  $\text{CO}_2$ -Konzentration ist.

Stellen Sie den Verlauf  $k(t)$  in einem Diagramm für die Zeiten  $0 \leq t \leq 4 \text{ h}$  dar.

**Aufgabe 4** Der oben genannte Raum ist gut gelüftet, die  $\text{CO}_2$ -Konzentration beträgt also  $400 \text{ ppM}$ . Nun begeben sich vier Personen in den Raum die je Person  $30 \ell/\text{h}$   $\text{CO}_2$  abgeben.

- Weisen Sie nach, dass der Belüftungsvolumenstrom von  $200 \text{ m}^3/\text{h}$  ausreicht, um den Raum zu belüften.
- Auch in diesem Fall lässt sich die Entwicklung der  $\text{CO}_2$ -Konzentration im Raum berechnen. Dazu dient die Formel

$$k(t) = k_{\text{zul}} + (k_0 - k_{\text{zul}}) \cdot e^{-\beta(t-t_0)}$$

Stellen Sie den Verlauf der  $\text{CO}_2$ -Konzentration im Raum für die Zeiten  $0 \leq t \leq 4 \text{ h}$  dar.