

# Notebook\_2

March 31, 2020

## 1 Raumlufthqualität 2.0

### 1.1 Zeitliche Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in Räumen

In einem gut gelüfteten, leeren Raum wird sich zunächst genau so viel CO<sub>2</sub> befinden, wie in der Außenluft.

Wenn sich dann Personen in den Raum begeben und CO<sub>2</sub> freisetzen, wird die CO<sub>2</sub>-Konzentration langsam zunehmen. Auf welchen Wert sie sich schließlich einstellt, hängt vom Außenluftvolumenstrom ab, mit dem der Raum belüftet wird.

Bei einem völlig unbelüfteten Raum wird das von den Personen produzierte CO<sub>2</sub> sich in der Raumlufth immer stärker anreichern, wobei je Zeiteinheit die gleiche Menge an CO<sub>2</sub> freigesetzt wird.

#### 1.1.1 Beispiel:

In einem Raum von 15m<sup>2</sup> Grundfläche bei 2.5m Geschosshöhe befinden sich 2 Personen, die je Person 30  $\frac{\ell}{h}$  CO<sub>2</sub> ausatmen. Die CO<sub>2</sub>-Konzentration der Außenluft ist 400 ppM. Im Raum sollen 1200 ppM CO<sub>2</sub> zulässig sein.

Stellen Sie die zeitliche Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in einem Diagramm dar.

Gegeben:

Raumvolumen:  $V_{ra} = 15\text{m}^2 \cdot 2.5\text{m} = 37.5\text{m}^3$

CO<sub>2</sub>-Produktion:  $\dot{V}_{sch} = 2 \cdot 30 \frac{\ell}{h} = 60\,000 \frac{\text{cm}^3}{h}$

Damit ergibt sich die Änderungsrate  $\dot{k} = \frac{\dot{V}_{sch}}{V_{ra}} = \left\{ \frac{60\,000 \text{ cm}^3}{37.5 \text{ m}^3 \cdot h} \right\} = \left\{ 1600 \frac{\text{ppM}}{h} \right\}$

Für das Schadstoffvolumen im Raum ergibt sich:

$$k(t) = 400\text{ppM} + 1600 \frac{\text{ppM}}{h} t \quad (1)$$

Dies Ergebnis wird in den folgenden Zeilen in einem Diagramm dargestellt:

```
[1]: import matplotlib.pyplot as plt
%config InlineBackend.figure_format = 'retina'

import pandas as pd
import numpy as np
```

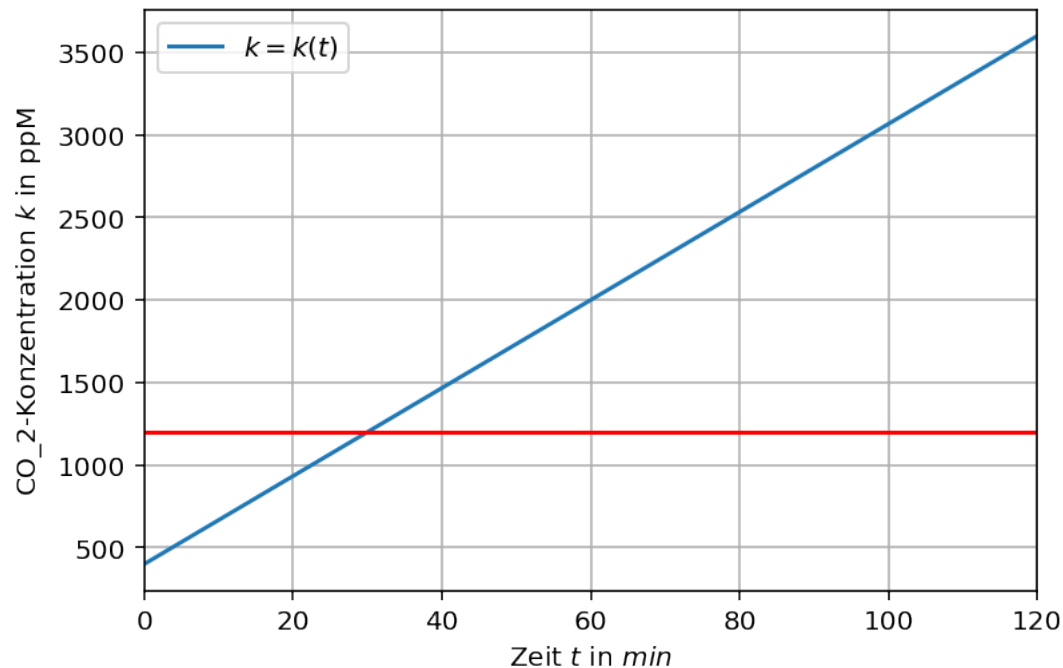
```
[2]: lt = np.linspace(0,120,13) # 10-min Schritte
df = pd.DataFrame(
    {
        't': lt,
        'k': 400 + 1600*lt/60 # 60min = 1h
    }
)

display(df.T)
ax=df.plot(x='t',y='k', label='$k = k(t)$')
ax.axhline(1200,c='r')
ax.grid()
ax.set(
    xlim=(0,120),xlabel='Zeit $t$ in $min$',
    ylabel='CO_2-Konzentration $k$ in $\mathrm{ppM}$'
);
```

	0	1	2	3	4	5	6 \
t	0.0	10.000000	20.000000	30.0	40.000000	50.000000	60.0
k	400.0	666.666667	933.333333	1200.0	1466.666667	1733.333333	2000.0

	7	8	9	10	11	12
t	70.000000	80.000000	90.0	100.000000	110.000000	120.0
k	2266.666667	2533.333333	2800.0	3066.666667	3333.333333	3600.0



Die zulässige CO<sub>2</sub>-Konzentration wird bereits nach kurzer Zeit (etwa 30 min) erreicht. Nach etwa einer Stunde ist die Raumluftqualität inakzeptabel.

### 1.1.2 Aufgabe

In einem Gebäude (400m<sup>2</sup> Grundfläche, 3.50m Raumhöhe) arbeiten 120 Personen körperlich mittelschwer belastet. Berechnen Sie unter der Voraussetzung, dass das Gebäude nicht belüftet wird, wie sich die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Raum entwickelt. Die CO<sub>2</sub>-Konzentration der Außenluft beträgt 400 ppM.

Nach welcher Zeit wird die zulässige CO<sub>2</sub>-Konzentration von 1200 ppM überschritten?

Stellen Sie den Vorgang in einem Diagramm dar.