

Atmung, Dissimilation

Peter Bützer



Abbildung 1: Atmung

Inhalt

1	Physiologisches.....	1
2	Atmung, eine Reaktion 0. Ordnung	2
3	Simulation.....	2
4	Interpretation	4
5	Mikroökologie im Zimmer	4
6	Interpretation	6
7	Experiment	6

1 Physiologisches

Atmung ist Sauerstoff verbrauchender Abbau (Dissimilation) zur Energiegewinnung.

Tabelle 1:Veränderung der Luft durch die Atmung

Parameter	Inspirationsluft	Expirationsluft
Sauerstoff % (Vol)	21	17
Kohlesäuregas % (Vol)	0.03	4.0
Temperatur °C	wechselnd	36.5
Feuchte	wechselnd	gesättigt

Reaktionsgleichung des gesamten Prozesses:

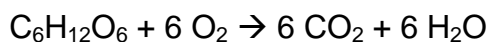


Tabelle 2: Mittlere Atemraten für erwachsene Menschen

Tätigkeit	Atemrate in Liter/Stunde	Atemrate m ³ /sec
Liegen	300	0.000 083
Sitzen	400	0.000 11
Stehen	600	0.000 17
Leichte Arbeit	1000	0.000 28
Mittlere Arbeit	1600	0.000 44
Schwere Arbeit	3000	0.000 83
Schwerste Arbeit	4000	0.001 1

2 Atmung, eine Reaktion 0. Ordnung

Bei der Atmung kann die Sauerstoffkonzentration und damit die mit jedem Atemzug eingeatmete Sauerstoff-Menge als konstant angenommen werden. Solche Reaktionen sind unabhängig von der Konzentration der Edukte, somit ist die Reaktionsgeschwindigkeit konstant. Kinetisch gesehen ist die Atmung eine Reaktion 0. Ordnung (konstant).

Das stimmt, wenn die Atmung bei konstantem Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt der Luft stattfindet.

Annahmen:

Sauerstoff-Gehalt der Einatmung: 0.21 (21 %)

Sauerstoffgehalt der Ausatmung: 0.17 (17%)

Atemrate: 400 Liter/Minute (sitzend)

$\text{atmen} = (\text{Sauerstoff-Gehalt der Einatmung} - \text{Sauerstoffgehalt der Ausatmung}) \cdot \text{Atemrate}$

Atmen ist proportional der Reaktionsgeschwindigkeit des Oxidationsprozesses!

3 Simulation

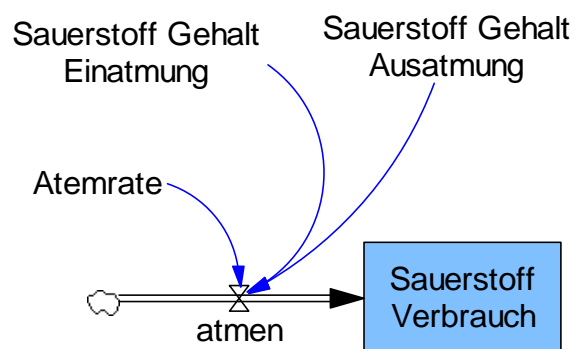
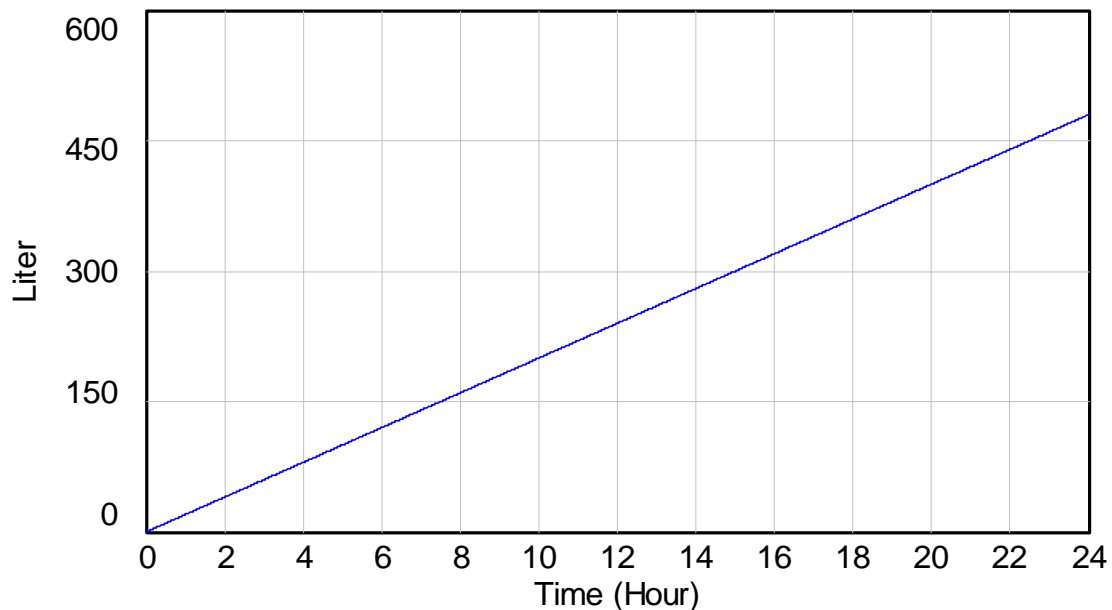


Abbildung 2: Simulationsdiagramm

Sauerstoff Verbrauch



Sauerstoff Verbrauch : Current

Abbildung 3: Zeitdiagramm, Sauerstoff-Verbrauch in Litern sitzend.

Dokumentation (Gleichungen, Parameter)

Wird vom System erzeugt

- (01) Atemrate= 400
Units: Liter/Hour [300,4000]
Liter/Std: Liegen :300, Sitzen :400, Stehen :600, leichte Arbeit :1000, mittlere Arbeit :1600, schwere Arbeit :3000, schwerste Arbeit :4000
- (02) atmen=IF THEN ELSE(Sauerstoff Gehalt Ausatmung>=Sauerstoff Gehalt Einatmung, 0 , Atemrate*(Sauerstoff Gehalt Einatmung-Sauerstoff Gehalt Ausatmung))
Units: Liter/Hour [0,?]
konstantes Atmen wird angenommen, es kann nie mehr Sauerstoff ausgeatmet, als eingeatmet werden
- (03) FINAL TIME = 24
Units: Hour
The final time for the simulation.
- (04) INITIAL TIME = 0
Units: Hour
The initial time for the simulation.
- (05) Sauerstoff Gehalt Ausatmung= 0.17
Units: Dmnl [0,?]
Atemluft enthält noch etwa 16-17 % Sauerstoff,
- (06) Sauerstoff Gehalt Einatmung= 0.21
Units: Dmnl [0,1]
Der normale Sauerstoffgehalt der Luft ist 21% -> 0.21
- (07) Sauerstoff Verbrauch= INTEG (atmen, 0)
Units: Liter [0,?]
- (08) SAVEPER = TIME STEP
Units: Hour [0,?]
The frequency with which output is stored.
- (09) TIME STEP = 0.01
Units: Hour [0,?]
The time step for the simulation.

4 Interpretation

Bei dieser biochemischen Reaktion ist die Reaktionsgeschwindigkeit atmen konstant. Damit nimmt der Sauerstoff-Verbrauch **linear** zu – charakteristisch für **Reaktionen 0. Ordnung**.

5 Mikroökologie im Zimmer

Will man gleichzeitig die Kohlendioxid-Produktion berechnen, so geht man in einer ersten Näherung (Glucose) davon aus, dass das Volumen des verbrauchten Sauerstoffs dem Volumen des produzierten Kohlendioxids entspricht (siehe auch Respirations-Quotient). Oder anders ausgedrückt, atmen und ausatmen hat dieselbe Reaktionsgeschwindigkeit.

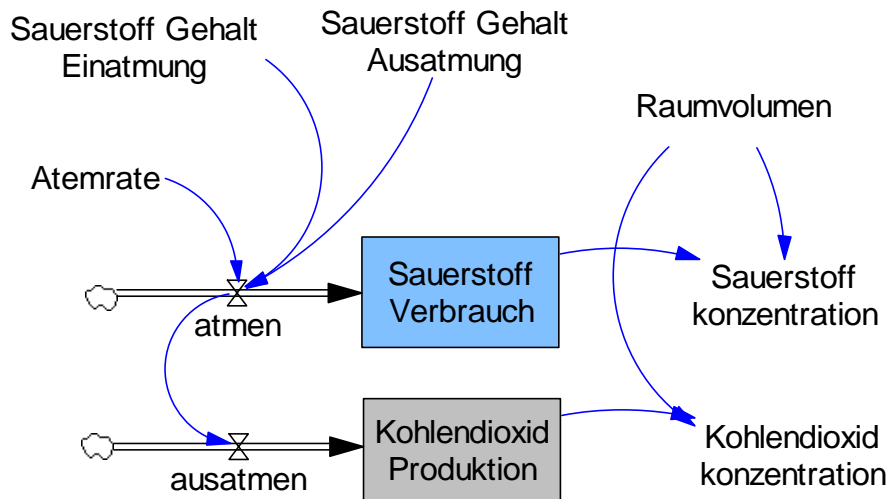


Abbildung 4: Sauerstoffverbrauch und Kohlendioxidproduktion bei der Atmung (ausatmen=atmen), die Konzentrationen der beiden Gase im Raum sind jedoch sehr unterschiedlich

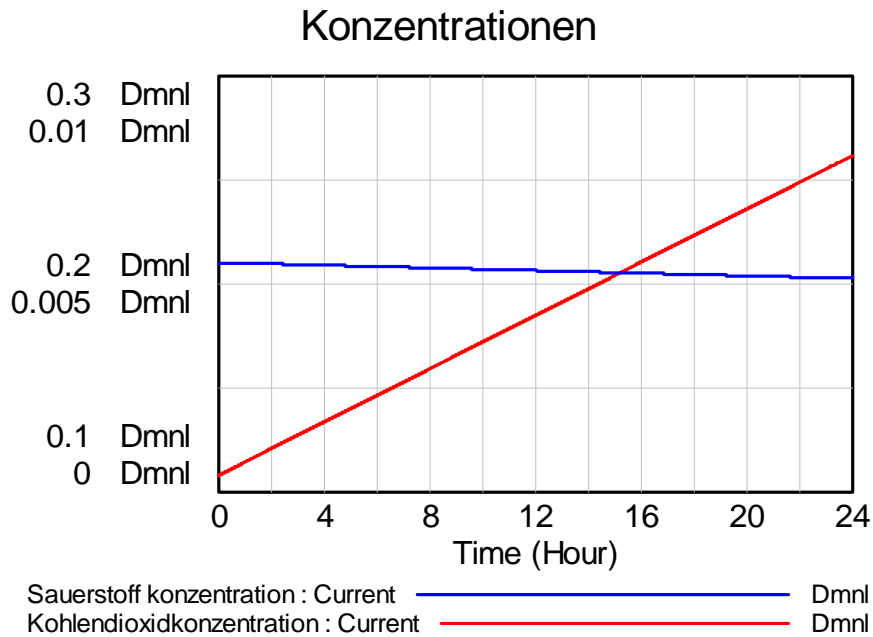


Abbildung 5: Anteile der Konzentrationen von Sauerstoff und Kohlendioxid in einem Raum von 5 x 4 x 2.5 m

Dokumentation (Gleichungen, Parameter)

- (01) Atemrate= 400
 Units: Liter/Hour [300,4000]
 Liter/Std: Liegen :300, Sitzen :400, Stehen :600, leichte Arbeit :1000, mittlere Arbeit :1600, schwere Arbeit :3000, schwerste Arbeit :4000
- (02) atmen=IF THEN ELSE(Sauerstoff Gehalt Ausatmung>=Sauerstoff Gehalt Einatmung, 0 , Atemrate*(Sauerstoff Gehalt Einatmung-Sauerstoff Gehalt Ausatmung))
 Units: Liter/Hour [0,?]
 konstantes Atmen wird angenommen, es kann nie mehr Sauerstoff ausgeatmet, als eingeatmet werden
- (03) ausatmen= atmen
 Units: Liter/Hour [0,?]
- (04) FINAL TIME = 24
 Units: Hour
 The final time for the simulation.
- (05) INITIAL TIME = 0
 Units: Hour
 The initial time for the simulation.
- (06) Kohlendioxid Produktion= INTEG (ausatmen, 0)
 Units: Liter [0,?]
- (07) Kohlendioxidkonzentration= (Raumvolumen*380/1e+006+Kohlendioxid Produktion)/Raumvolumen
 Units: Dmnl [0,?]
 Anfangskonzentration 380 ppm = 380/1000000
- (08) Raumvolumen= 50000
 Units: Liter [0,1000000]
 Raum mit 5 x 4 x 2.5 m hat 50'000 Liter Volumen
- (09) Sauerstoff Gehalt Ausatmung= 0.17
 Units: Dmnl [0,?]
 Atemluft enthält noch etwa 16-17 % Sauerstoff,
- (10) Sauerstoff Gehalt Einatmung= 0.21
 Units: Dmnl [0,1]
 Der normale Sauerstoffgehalt der Luft ist 21% -> 0.21
- (11) Sauerstoffkonzentration=

- (Raumvolumen*0.21-Sauerstoff Verbrauch)/Raumvolumen
 Units: Dmnl [0,?]
 Anfangskonzentration 21%
- (12) Sauerstoff Verbrauch= INTEG (atmen, 0)
 Units: Liter [0,?]
- (13) SAVEPER = TIME STEP
 Units: Hour [0,?]
 The frequency with which output is stored.
- (14) TIME STEP = 0.01
 Units: Hour [0,?]
 The time step for the simulation.

6 Interpretation

Wenn beim Atmen 4 % (Vol.) Sauerstoff verbraucht werden, dann müssen beim Ausatmen ungefähr 4 % (Vol) CO₂ gebildet werden. Bei Fetten wird ein Teil, ca. 30% zu Wasser oxidiert. Somit können die beiden berechneten Volumina abgeschätzt werden.

Die Konzentrationsänderungen von Sauerstoff und Kohlendioxid sind sehr unterschiedlich, die O₂-Konzentration nimmt nur unwesentlich ab, aber die CO₂-Konzentration erreicht Werte, die spürbar sind (alles über 1‰ = 0.001 in der Grafik)

7 Experiment

Die Kohlendioxidkonzentrationen können im Raum mit einem CO₂-Sensor, z.B. von Vernier® verfolgt werden.