

## Innere Atmung IV: NACHWEIS DES SAUERSTOFFVERBRAUCHS BEI DER ATMUNG

### EXP 7 HUMAN- ATMUNG

*Verschlechtert die Atmung tatsächlich die "Luft" durch Aufnahme des Sauerstoffs?*

Aufwand:	Material:	Zeit:	Experimenttyp:	Anspruch:
gering	mittel	gering	PHSG	mittel

### Einleitung

Der Mensch überlebt einige Wochen ohne Nahrung und mehrere Tage ohne Wasser, aber nur wenige Minuten ohne Sauerstoff. Der Sauerstoff wird in allen Zellen rund um die Uhr gebraucht (Abb. 28.1) und kann - im Unterschied zu den Nährstoffen - kaum gespeichert werden.

Die Zellen verbrauchen den Sauerstoff bei der Zellatmung zur (indirekten) Oxidation organischer Verbindungen, durch die sie Energie in Form von ATP bereitstellen. Da ATP nicht in grossen Mengen gespeichert werden kann, muss es von jeder Zelle laufend produziert werden. Man nennt diese sauerstoffabhängige (= aerobe) Zellatmung auch innere Atmung

Der Sauerstoff kommt erst im letzten Schritt der Zellatmung zum Einsatz (Abb. 28.2), um die "verbrauchten" energiearmen Elektronen, die ursprünglich z.B. aus dem energiereichen Traubenzucker (Glucose:  $C_6H_{12}O_6$ , **H** bzw. die **energiereichen Elektronen des H in H:-Form** als Energieträger) stammen, aus dem "Verkehr" der Elektronentransportkette zu ziehen. Ein Rückstau der energiearmen Elektronen würde sofort die Produktion des unentbehrlichen ATP blockieren! Formal ist dies eine Knallgasreaktion:

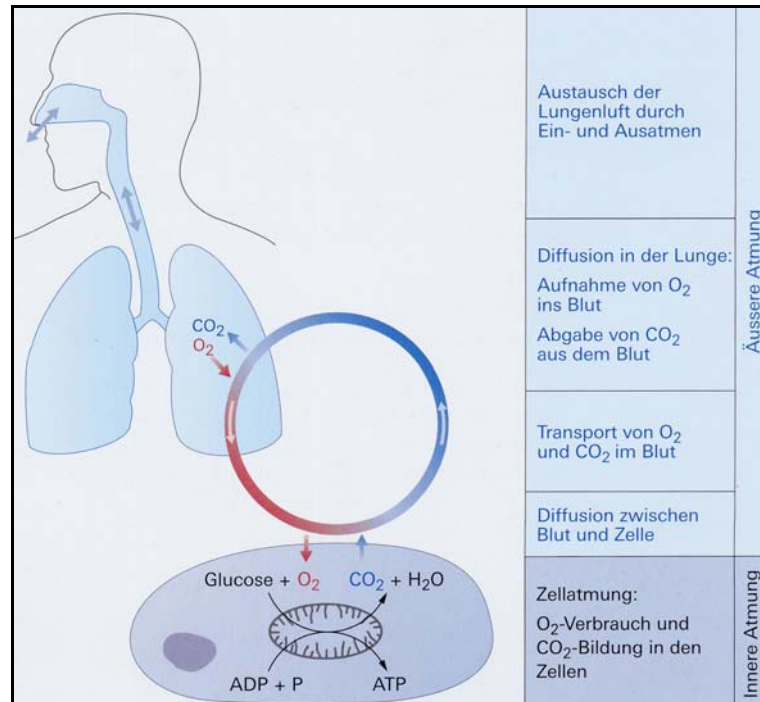
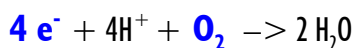


Abb. 28.1: Die Atmung und die Rolle des Sauerstoffs, eines der beiden leicht messbaren Atemgase [Quelle: BÜTIKOFER, 2004].

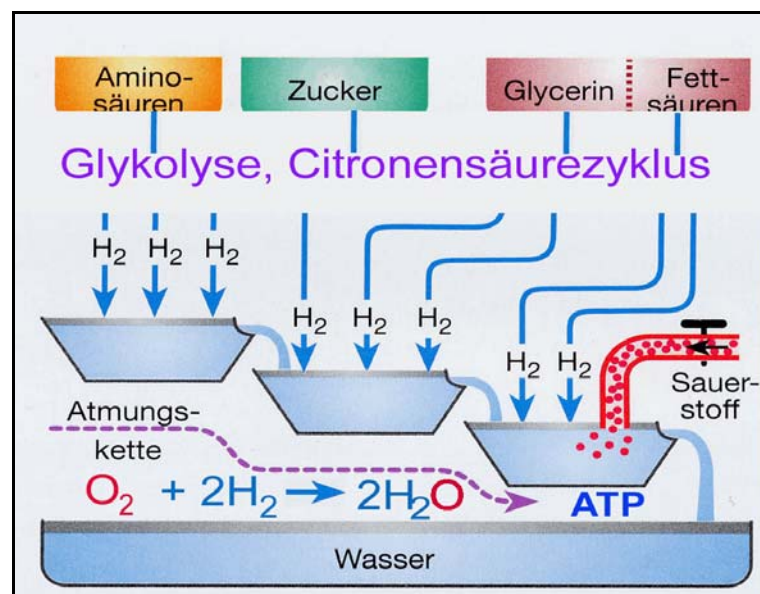


Abb. 28.2: Die energiereichen Elektronen des Wasserstoffs in z.B.  $C_6H_{12}O_6$  werden "abgezapft" und nach der ATP Synthese als energiearme Elektronen in Form von Wasser ("Knallgasreaktion") aus der Atmungskette abgeführt [Quelle: BARTELS mod., 2004].

## Ziel



Mit einer Einfachsttechnik (Kerzentest) soll mittels der unterschiedlichen Brenndauer einer Kerze in abgeschlossenen Gefäßen mit frischer und ausgeatmeter Luft hingewiesen werden, dass bei der Atmung Sauerstoff verbraucht wird resp. dass eingeatmete Luft (= Frischluft) eine andere Zusammensetzung aufweist als ausgeatmete Luft (oder auch: Luft wird durch Atmung "verschlechtert").

## Material

Glaswaren/Geräte/ andere Materialien	Apparaturen: vgl. Abb. 28.1 Standzylinder oder Glasglocke, pneumatische Wanne/ Aquarium Stativ mit Klammer und Muffe, Verbrennungslöffel mit Kerzenstummel, Velopumpe, Wasserstrahlpumpe, Glasplatte zum Abdecken des Glaszylinders
Verbrauchsmaterial	Kerzenstummel, Schlauch mit Mundstück, Streichhölzer, Aluminiumfolie
Chemikalien	--
Biologische Objekte	Ausatemluft Mensch

## Durchführung

### 1. Brenzeit einer Kerze in Frischluft:

- Versuchsanordnung nach Abb. 29.1 aufbauen
- die 5-L-Glasglocke wird ins Wasser gestellt; von oben wird eine brennende Kerze (Verbrennungslöffelende bereits durch den Gummistopfen hindurch getrieben) in die Frischluft eingeführt und sofort mit dem Gummistopfen verschlossen
- *Glaszylinder:* Methode B2 zur Bestimmung der Brenzeit der Kerze in dem mit Frischluft gefüllten Glaszylinder: über Zylinder sofort nach Einführen der brennenden Kerze eine Alufolie stülpen
- → die Zeit, die vom Einführen der Kerze bis zum Verlöschen vergeht, wird gemessen und das Ergebnis festgehalten.

Hinweis: Dieser Kontrollversuch ist vorher notwendig zum Vergleich mit dem Ergebnis des folgenden zweiten Teils des Versuchs!

### 2. Brenzeit in Ausatemluft:

#### 2.1. Versuchsgefäß mit Wasser füllen:

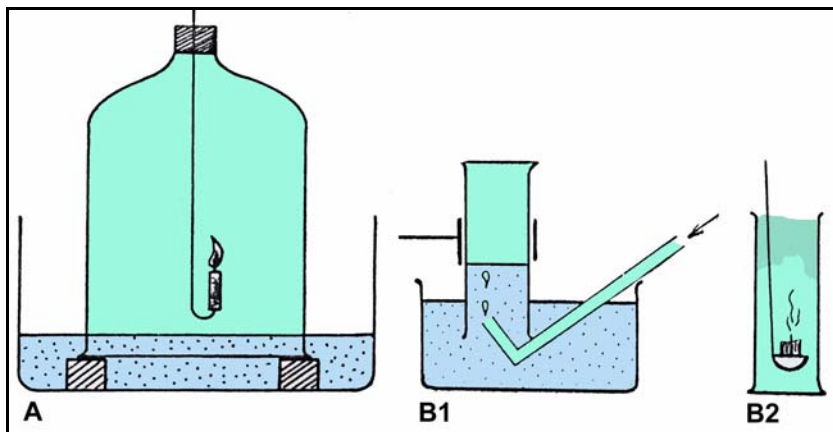


Abb. 29.1: Versuchsaufbau zum Nachweis des  $O_2$ -Verbrauchs.

**A:** Methode mit 5-L-Glasglocke. **B:** Methode mit Standzylinder. B1: Auffangen der Ausatemluft, B2: Kerzentest auf Sauerstoff.

*5-L-Glasglocke:* man füllt nun die Glocke mit Wasser, indem man einen Schlauch von unten her in die Glasglocke bis zum Gummistopfen einführt und mit einer Wasserstrahlpumpe die Luft absaugt → Wasser wird nachgesogen (evtl. Wasser in Glaswanne nachfüllen)

*Glaszylinder:* unter Wasser auffüllen (z.B. in Lavabo, in grosser pneumatischer Wanne)

2.2. *Ausatemluft einfüllen:* mit dem Schlauch wird nun Ausatemluft\* in die Glocke/ Glaszylinder ge-blasen, bis alles Wasser verdrängt ist

\*Hinweis: zum sicheren Gelingen des Versuchs sollte man

- tief einatmen und die Luft etwas länger anhalten (z.B. 20 sec - je länger die Luft in der Lunge verweilt, desto stärker verändert sich ihre Zusammensetzung)
- dann tief ausatmen und dabei die Luft bis zum Ende des Ausatmens durch den Schlauch blasen

2.3. *Brennzeit bestimmen:* jetzt wird in der mit Ausatemluft gefüllten Glasglocke (bzw. mit dem mit einer Glasplatte abgedeckten und aus dem Wasser genommenen Zylinder) die Brennzeit der Kerze bestimmt → im Protokoll festhalten

\*Hinweis: die brennende Kerze muss gleich tief in die Glasglocke hineingesteckt werden und das Luftvolumen in der Glocke muss gleich sein wie beim Kontrollversuch (d.h. bei beiden Ansätzen gleicher Wasserstand in der Glocke!)

### 3. Auswertung:

#### 1. Ergebnisse festhalten:

- Brenndauer der Kerze in frischer Luft/ in Ausatemluft [sec]
- Zeit bis zur Entfärbung [sec] in Ruhe und verschiedenen Aktivitäten

#### 2. Interpretieren Sie die unterschiedlichen Zeiten bis zum Erlöschen der Flamme

#### 3. Fragen:

Wie kommt es, dass beim Einleiten von CO<sub>2</sub> aus der Ausatemluft in die Natronlauge keine Trübung auftritt?