

Prinzip: Das Spirometer ermöglicht die Messung des Lungenvolumens und der Atemfrequenz. Dabei wird die Druckdifferenz im schmalen Teil des Rohrs des Sensors gemessen und als Luftstrom ausgegeben. Das Lungenvolumen (Integralrechnung) wird von der Software automatisch berechnet.

Versuchsaufbau:






Materialliste:


Geräte:

- | | |
|-------------------------|----------------------------|
| 1 Spirometer (NeuLog) | 1 Laminiertes Papier |
| 1 NeuLog USB Bridge | 1 Nasenklammern |
| 1 Laptop Sony 02 | 1 Evtl. Desinfektionsspray |

Vorbereitung des Versuches:



- Laptop einschalten, die USB-Bridge mit dem Computer sowie dem NeuLog Spirometer-Modul verbinden
- Starten des Programms „neulog“ über die Desktopverknüpfung
- Das laminierte Papier (in der Packung enthalten) muss gerollt und in die Spirometer-Röhre (beschriftete Seite) gestellt werden. Diese Papierröhre dient dann als Mundstück, durch das aus- und eingeatmet wird.
- Klicken auf das  (Suche nach Sensoren), warten bis links im „Module Fenster“ das Spirometer-Modul mit blinkendem Messwert erscheint
- Im „Module Fenster“ kann auch die Farbe des aufzunehmenden Graphen eingestellt werden, sowie 
- Durch das Klicken auf das Icon  (online Experiment) erscheint das Koordinatensystem und ein Icon-Menü.

Versuchsdurchführung:

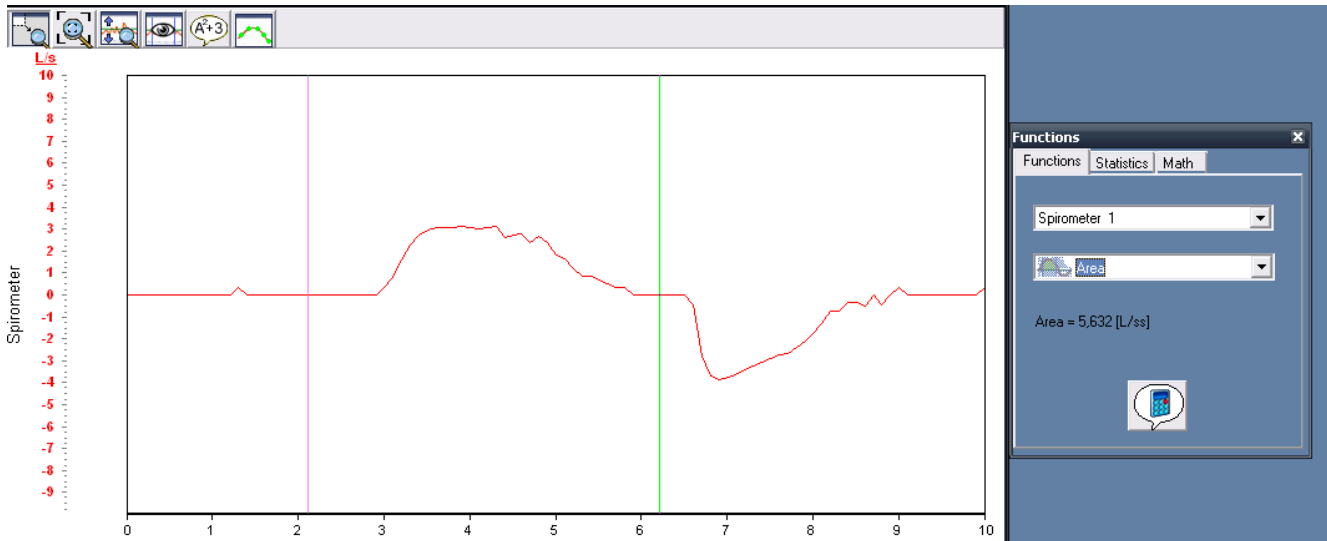
- Starten des Versuches mit  (Experiment starten) **Nasenklammer anlegen nicht vergessen!**
- Tief einatmen, die Papierröhre am Mund ansetzen und langsam vollständig durch diese ausatmen, anschließend einen kurzen Moment warten, und dann tief einatmen (auch durch die Röhre).

Auswertung:


Der Graph zeigt zuerst einen Ausschlag in positive y- Richtung (Einatmen), dann in negative an (Ausatmen). Um aus diesem Plot das Lungenvolumen berechnen zu können, müssen nun die Flächen unter den Kurven ausgerechnet werden. Dies kann das Programm automatisch machen:






- Klicken Sie zuerst auf das Icon  (Cursor zeigen), um die Integrationsgrenzen festzulegen (mit gedrückter linker Maustaste lassen sich die Grenzen verschieben).
- Klicken Sie auf  (Funktionen zeigen) und wählen Sie statt der voreingestellten „Lineare Anpassung“ die Option „Fläche“, drücken Sie dann auf das Taschenrechnersymbol, darunter erscheint sodann das Ergebnis der Flächenberechnung.

- Bedenken Sie, dass die Fläche unter der Ausatemungskurve positiv ist, beim Einatmen ist die Fläche negativ. Integrieren sie über einen Bereich, der beide Flächen beinhaltet, sollten sich die Flächen gegenseitig aufheben.



Eine Aus-, anschließend eine Einatemungsmessung mit dem Spirometer. Auf der y-Achse ist die Strömungsgeschwindigkeit in L/s auf der x-Achse die Zeit in s aufgetragen.
Das berechnete Lungenvolumen (Integratrtion der Fläche zwischen den Markierungsstrichen) beträgt in diesem Fall 5,6 Liter.

Mithilfe des Icons  können so beliebig viele Kurven in den Graphen eingezeichnet werden. Im Module Window kann auch die Farbe für die neue Kurve eingestellt werden. Desweiteren:

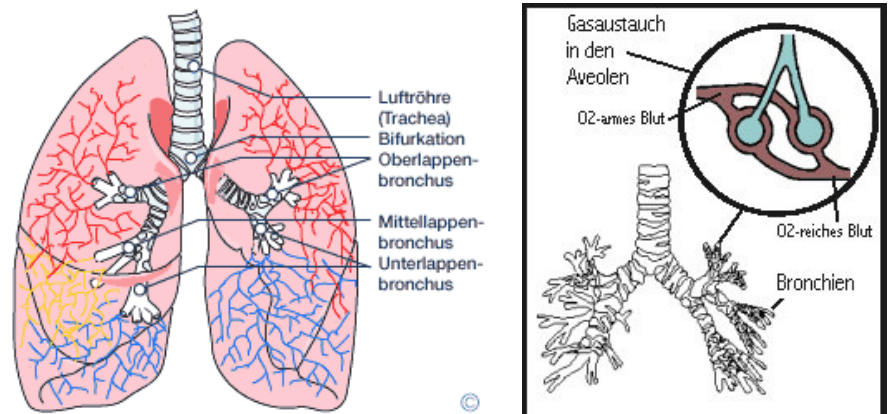
-  - Speichern des Experiments auf der Festplatte
-  - Laden von einem gespeicherten Experiment
-  - Löschen des Graphen
-  - Drucken des Graphen
-  - Stoppen der Messung

Wissenswertes

Anatomie

Das Atemsystem des Menschen untergliedert sich in die oberen und unteren Atemwege. Die oberen Atemwege bestehen aus der Nase, dem Nasen-Rachenraum (Larynx) und dem Mund-Rachenraum. Unterhalb des Kehlkopfes (Pharynx) schließt sich die Luftröhre (Trachea), welche in den linken und rechten Lungenflügel mündet. Die Lunge besteht aus Bronchien, welche sich im weiteren Verlauf in die immer feineren Bronchiolen und anschließend in den Alveolen aufteilen.

Die oberen Atemwege erfüllen mehrere Aufgaben. Darunter zählen z.B. die Anwärmung, Reinigung und Anfeuchtung, sowie mit Hilfe der olfaktorischen Rezeptoren eine chemische Überprüfung der Atemluft. Die Alveolen sind der Ort der inneren Atmung, d.h. in ihnen findet der Gasaustausch statt. Sauerstoff diffundiert durch die Alveolarwände und die Kapillärwände in das Blut und im Gegenzug wird Kohlenstoffdioxid auf umgekehrtem Wege aus dem Blut in die Lunge transportiert.



In einem erwachsenen menschlichen Körper lassen sich je nach Alter, Geschlecht und körperlicher Verfassung zwischen 300 und 750 Millionen Alveolen finden, die zusammen eine Oberfläche von ca. 100- 200 m² ausmachen.

Zu dem „Organsystem Atmung“ gehören neben dem Brustkorb auch die Atemmuskulaturen. Der größte und wichtigste Atemmuskel ist das Zwerchfell (Diaphragma). Es trennt den Brustkorb von der Bauchhöhle. Neben dem Zwerchfell sind auch verschiedene andere Muskelgruppen an der Atmung beteiligt: zum einen die zwischen den Rippen befindliche, äußere und innere Zwischenrippenmuskulatur und zum anderen, die so genannte Atemhilfsmuskulatur. Diese werden meist dann in Anspruch genommen, wenn besonders tief oder schnell geatmet werden soll.

Physiologie

Atmung ist ein Zusammenspiel der Atemmuskulatur. Man unterscheidet zwischen Ein- und Ausatmung (Inspiration und Expiration). Bei der Inspiration kontrahiert das Zwerchfell und senkt sich dabei ab. Gleichzeitig vergrößert die äußere Zwischenrippenmuskulatur den Brustkorb. In dem nun vergrößerten Lungeninnenraum entsteht ein Unterdruck und als Folge dessen strömt sauerstoffreiche Atemluft ein. Die Einatmung ist ein aktiver Vorgang, bei dem Muskelarbeit geleistet werden muss. Bei der Expiration erschlafft das Zwerchfell und die Lunge zieht sich aufgrund ihrer dynamischen Rückstellkräfte wieder zusammen. Durch den entstehenden Überdruck wird die nach dem Gasaustausch kohlenstoffdioxidreiche Luft ohne aktive Arbeit nach außen abgegeben.

Lungenvolumina

Bei jedem Atemzug werden bei einem Erwachsenen in Ruhe ca. 500 mL Luft in die Lungen eingeatmet. Dieses Atemzugvolumen (AZV) wird mit einer Atemfrequenz (AF) von ca. 12-14 mal pro Minute eingeatmet. Ausgerechnet ergibt das ein Atemminutenvolumen (AMV) von ca. 7,5 L Luft. Während körperlicher Anstrengungen kann dieses AMV um ein Vielfaches gesteigert werden. Dies kann auf zwei Wegen geschehen. Zum einen über die Atemfrequenz oder zum anderen durch eine Erhöhung des Atemzugvolumens. Es ist möglich zu dem normalen Ruheatemzugvolumen noch ein inspiratorisches Reservevolumen von 2-3 L einzusatmen. Zusätzlich zu dem inspiratorischen Reservevolumen ist es möglich durch verstärkte Ausatmung noch bis zu einem Liter Luft auszuatmen. Diese Luftmenge wird als expiratorisches Reservevolumen bezeichnet. Selbst bei stärkster Ausatmung verbleibt immer eine Restmenge Luft in den Lungenflügeln. Diese Menge entspricht ca. einem Liter und wird als Residualvolumen bezeichnet.

Literatur: