

## **Kapitel 10.02: Lunge, äußere Atmung und Zellatmung I**

## Inhalt

Kapitel 10.02: Lunge, äußere Atmung und Zellatmung I.....	1
Inhalt.....	2
Der Begriff der „Atmung“.....	3
Wie nehmen Tiere den Sauerstoff auf?.....	4
I - Der Weg der Atemluft bei Menschen und Säugetieren.....	5
1. Einatmen des Sauerstoffs und Transport durch die oberen Luftwege.....	5
2. Weiterleitung des Sauerstoff durch die unteren Luftwege.....	5
Der Aufbau der Lunge.....	7
II - Die äußere Atmung - Bewegung der Lunge.....	9
1. Rippenatmung (=Brustatmung).....	9
2. Zwerchfellatmung = Bauchatmung.....	9
Gasaustausch in den Alveolen.....	10
Komplette Übersicht über das Atmungssystem des Menschen.....	11
Die Lage des Herzens zwischen den Lungenflügeln.....	13
Steuerung der Atmung.....	14
Das Lungenvolumen.....	15
Erkrankungen der Atemwege.....	16
Reinigung der Atemwege.....	17
Endabschnitt der Bronchiolen.....	18
III - Die Zellatmung.....	19
Wozu wird der Sauerstoff verwendet?.....	19
Was entsteht aus Kohlenhydraten und Sauerstoff?.....	20
Zusammenfassung Atmung und Photosynthese.....	21

### **Der Begriff der „Atmung“**

Unter Atmung versteht man in der Biologie zwei verschiedene Vorgänge, die aber eng miteinander verknüpft sind. Sie werden äußere und (innere) Zellatmung genannt. Die Zellatmung ist ein chemischer Vorgang, bei dem in den Zellen des Körpers aus den energiereichen Bestandteilen der Nahrung (wie z.B. Zucker oder Stärke) und Sauerstoff für den Körper Energie bereitgestellt wird.

Demzufolge ist dieses Kapitel in drei Abschnitte unterteilt:

1. Der Weg der Atemluft und der Aufbau der Lunge
2. Die äußere Atmung
3. Die Zellatmung

Der letzte Abschnitt ist wiederum in zwei Abschnitte unterteilt. Den zweiten Abschnitt findest Du in Kapitel 10.08 Die Zellatmung II.

## **Wie nehmen Tiere den Sauerstoff auf?**

Die Lunge, wie sie bei den Menschen vorhanden ist findet man auch bei anderen Tieren. Alle Säugetiere haben hochentwickelte Lungen. Aber auch Vögel und Reptilien haben Lungen zur Sauerstoffaufnahme. Selbst bei Amphibien findet man Luftsäcke, welche wie Lungen funktionieren. Allerdings können Amphibien die Luft nicht durch Muskeln einatmen - sie müssen diese „runterschlucken“.

Es gibt aber noch andere Arten der Atmung:

### **Die Hautatmung:**

Man findet sie bei fast allen Wirbeltieren. Besonders die Amphibien nutzen sie ausgiebig. Aber auch Menschen nehmen noch einen sehr geringen Anteil (ca. 1%) der Atemluft über ihre Haut auf.

### **Zusatzinformationen:**

<http://de.wikipedia.org/wiki/Hautatmung>

### **Die Kiemenatmung:**

Fische sowie Amphibienlarven verfügen über Kiemen, welche sehr dünne und gut durchblutete Hautausstülpungen sind. Zur Aufnahme von Sauerstoff nehmen die Tiere Wasser durch den Mund auf, welches an den Kiemen vorbeifließt und dann den Körper verlässt. Der Sauerstoff verbleibt dabei im Körper des Tieres.

### **Zusatzinformationen:**

<http://de.wikipedia.org/wiki/Kieme>

### **Die Tracheenatmung:**

Bei Insekten, Tausendfüßern und Spinnen gelangt über runde Öffnungen im Körper Sauerstoff hinein. Dieser wird durch ein Röhrensystem im Körper verteilt. Die Röhren heißen auch Tracheen.

### **Zusatzinformationen:**

[http://de.wikipedia.org/wiki/Trachee\\_\(Wirbellose\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Trachee_(Wirbellose))

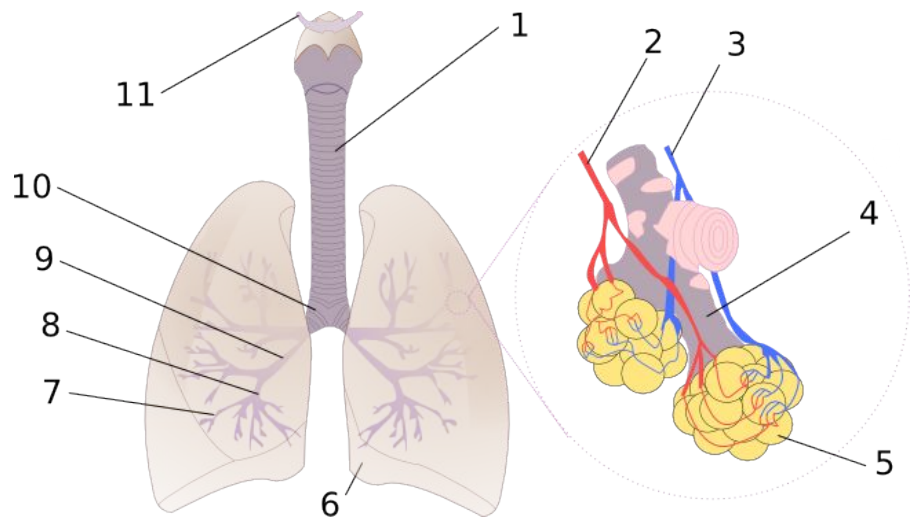
**Alle Arten der Atmung haben eines gemeinsam: Sauerstoff wird aufgenommen und in den Körper transportiert. Im Körper wird er dann zur Energiegewinnung verwendet. Nicht benötigte Atemgase werden dann wieder abgegeben.**

**Es findet also eine Veränderung der Atemluft zwischen dem Ein- und Ausatmen statt.**

## I - Der Weg der Atemluft bei Menschen und Säugetieren

Die Atemluft enthält ca. 20% Sauerstoff. Das entspricht einem von fünf Anteilen. Dieser Sauerstoff muss zu den Stellen im Körper gelangen, die die meiste Energie benötigen. Diese Transportaufgabe erledigt das Blut. Doch wie gelangt der Sauerstoff ins Blut?

1. Luftröhre
2. Lungenarterie
3. Lungenvene
4. Alveolargang
5. Alveole
6. Herzeinschnitt
7. kleine Bronchien
8. Tertiärbronchus
9. Sekundärbronchus
10. Hauptbronchus
11. Kehlkopf



Quelle Bild: GNU public License & Creative Commons Attribution ShareAlike license versions 3.0 by Wikicommonsuser Rastrojo  
-thank you: [http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Diagrama\\_de\\_los\\_pulmones.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Diagrama_de_los_pulmones.svg)

### 1. Einatmen des Sauerstoffs und Transport durch die oberen Luftwege

- **Einatmen durch die Nase (mit Nasenschleimhaut)**
  - ⇒ Reinigung durch Ausfiltern von Staub- und Fremdpartikeln durch die Flimmerhärchen
  - ⇒ Erwärmen der Atemluft auf ca. 35°C
  - ⇒ Anfeuchten der Atemluft
  - ⇒ Duftstoffe werden durch die Riechzellen in der Nase wahrgenommen
- **Hinter dem Mundraum befinden sich der Rachen mit Kehledeckel**  
Der Kehledeckel ist ein Verschluss der Luftröhre, so dass keine Nahrung in die folgende Luftröhre gelangt.
- **Kehlkopf**  
Der Kehlkopf ist an der Atmung im Grunde unbeteiligt, aber in Verbindung mit dem Luftstrom der Atemluft bringt er die Stimmbänder in Schwingung und dient so der Stimmbildung.

### 2. Weiterleitung des Sauerstoff durch die unteren Luftwege

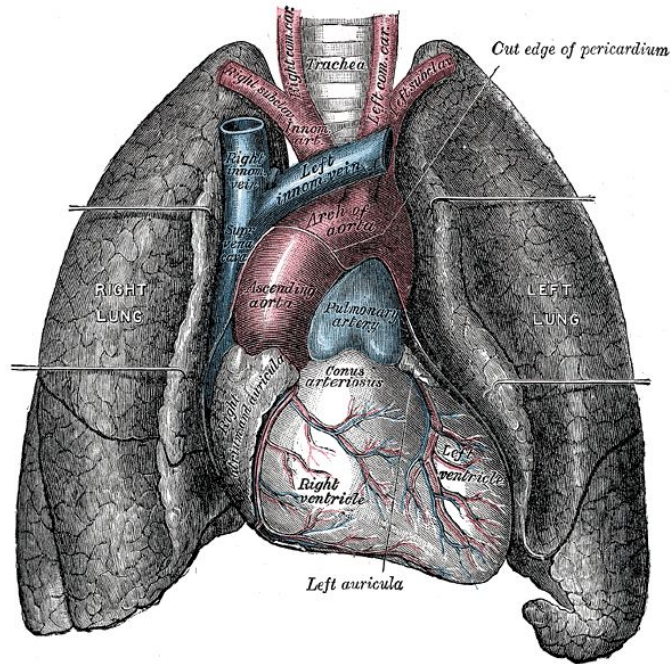
- **Luftröhre**  
Die Luftröhre ist ein biegsames Rohr, welches mit ringförmigen Knorpelspangen offen gehalten wird. Sie ist bedeckt mit einer Schleimhaut mit Flimmerhärchen
- **Bronchien**  
Die Luftröhre gabelt sich oberhalb der Lunge in 2 Hauptäste (wieder mit Knorpelspangen). Dieser Bereich wird Bronchien genannt.
- **Bronchiolen**  
Die Hauptäste verzweigen weiter. Diese Verzweigungen enthalten keine Knorpelspangen und werden Bronchiolen genannt.
- **Lungenbläschen (=Alveolen)**  
Am Ende der Verzweigungen des Bronchialbaumes befinden sich die Lungenbläschen. Ca. 200 Alveolen bilden dabei ein Alveolarsäckchen.

<b>Luftröhre</b>	- biegsames ca. 16 langes Rohr mit ringförmigen Knorpelspangen, die das Rohr offen halten - ausgekleidet mit einer Schleimhaut und Flimmerhärchen
<b>Bronchien</b>	= 2 Hauptäste der gegabelten Luftröhre (mit Knorpelspangen)
<b>Bronchiolen</b>	= Verzweigungen des Bronchialbaumes (ohne Knorpelspangen)
<b>Lungenbläschen (= Alveolen)</b>	- bilden Ende des „Bronchialbaumes“ (ohne Knorpelspangen) - ca. 200 Alveolen bilden ein Alveolarsäckchen - insgesamt ca. 700 Millionen (entspricht einer Fläche v. 200 m <sup>2</sup> ) - Durchmesser ca. 0,2 – 0,6 mm hauchdünne Wand (1µm) - außen umgeben von Kapillargefäßen, welche dem Gasaustausch dienen

**Zusatzinformationen:**

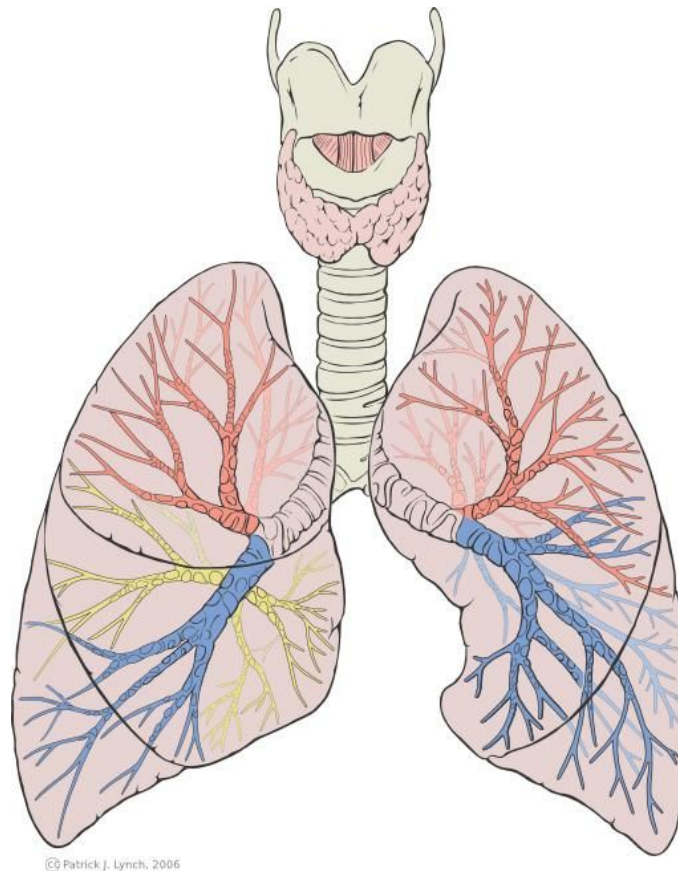
<http://de.wikipedia.org/wiki/Atemtrakt>

## Der Aufbau der Lunge



Quelle Bild: public domain by Wikicommons & Gray's Anatomy of the Human Body, 1918  
<http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Gray490.png>

## Skizze eines Bronchialbaums



Quelle Bild: cc-by-sa 2.5 (Creative Commons Attribution 2.5 License) by Wikicommonsuser Patrick.lynch (Patrick J. Lynch, medical illustrator; C. Carl Jaffe, MD, cardiologist) - Thank you [http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Lungs\\_diagram\\_detailed.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Lungs_diagram_detailed.svg)  
<http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/>

- Die Lunge ist in zwei Lungenflügel in der Brusthöhle aufgeteilt. Sie wird durch den Brustkorb geschützt. Jeder Lungenflügel unterteilt sich in Lungenlappen (rechts: 3 Lungenlappen/ links: 2 Lungenlappen).
- Unter der Lunge befindet sich das Zwerchfell. Es trennt die Brusthöhle von der Bauchhöhle.
- Um die Lunge herum, findet man das Lungenfell. Es umgibt schützend beide Lungenflügel.
- Das Rippenfell kleidet innen die Rippen aus.
- Der Pleuralspalt befindet sich zwischen Lungen- und Rippenfell. Ein Flüssigkeitsfilm bewirkt dabei das Aneinanderhaften beider Felle.

**Zusatzinformationen:**

<http://de.wikipedia.org/wiki/Lunge>

<http://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Lungs?uselang=de>



## **II - Die äußere Atmung - Bewegung der Lunge**

Die Bronchien sind umgeben vom „Lungenfell“ (Schutzhaut und Vakuumverschluss). An ihm befinden sich keine Muskeln! Die Vergrößerung der Lunge erfolgt durch Erweiterung des Brustraums. (Durch Zwerchfell- und/ oder Zwischenfellmuskulatur)  
Das Lungengewebe ist schwammartig, elastisch, aber ohne Muskeln, d.h. eine selbstständige Bewegung ist nicht möglich.

Problem: Die Lungen können sich nicht selbst mit Luft füllen. Wie ist es dennoch möglich?

⇒ indirekter Lufteinstrom

⇒ die Lungenflügel müssen auseinander gezogen werden, damit Luft hineinströmen kann.

Dazu gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten - die Brustatmung und die Zwerchfellatmung.

### **1. Rippenatmung (=Brustatmung)**

Der Flüssigkeitsfilm zwischen dem Rippen- und dem Lungenfell ermöglicht ein gleitendes Verschieben beider Felle gegeneinander. Der Lunge ist ein Folgen der Bewegung des Brustkorbes (durch Zwischenrippenmuskeln) somit möglich.

Die Lunge wird also vergleichbar wie ein Blasebalg aufgezogen, damit Luft einströmen kann.

**Einatmung:** Kontraktion der Zwischenrippenmuskeln ⇒ Anheben des Brustkorbes  
⇒ Ausdehnung der Lunge ⇒ Lufteinstrom

**Ausatmung:** Erschlaffen der Zwischenrippenmuskeln ⇒ Senken des Brustkorbes  
⇒ Ausdehnung der Lunge ⇒ Luftausstrom

### **2. Zwerchfellatmung = Bauchatmung**

Das Zwerchfell befindet sich unterhalb der Lunge. Es kann durch Muskeln nach unten gezogen werden. Diese Art der Atmung sieht man z.B. spontan bei Neugeborenen.

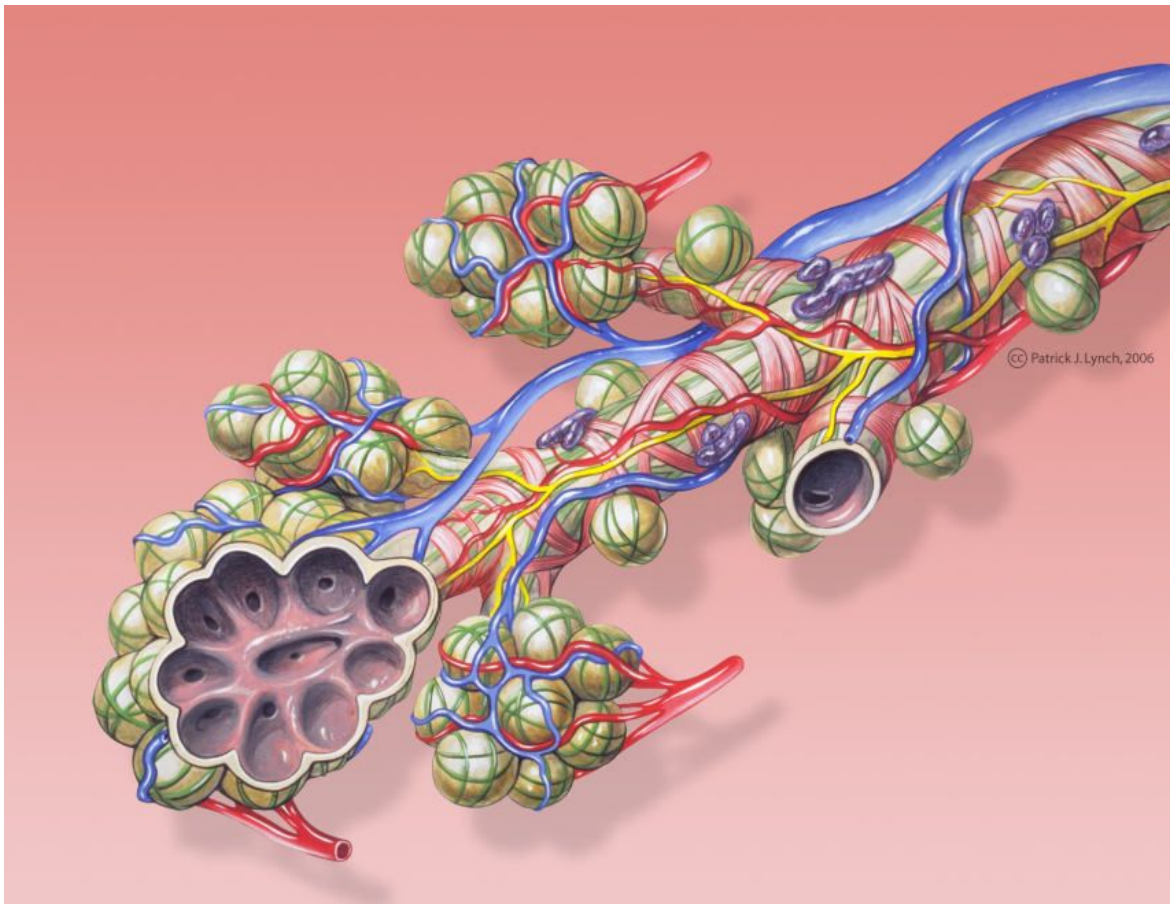
**Einatmung:** Kontraktion des Zwerchfells: Abflachung und vergrößerter Brustraum  
⇒ Ausdehnung der Lungen ⇒ Lufteinstrom

**Ausatmung:** Erschlaffen des Zwerchfells: Wölbung bewirkt Verkleinerung des Brustraumes  
⇒ Zusammendrücken der Lunge ⇒ Luftausstrom

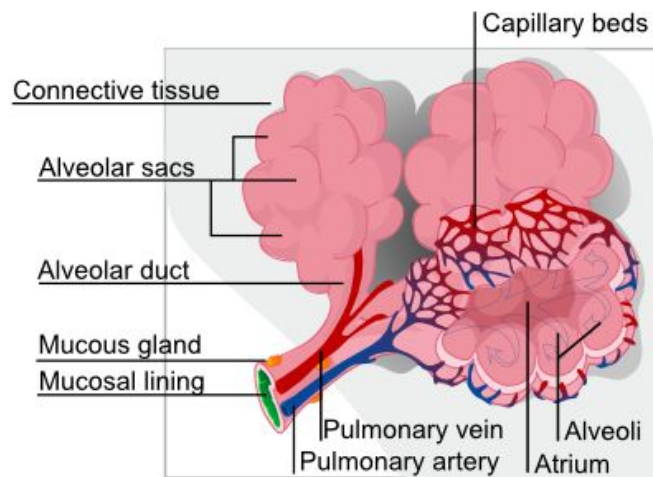
Vorteil der Zwerchfellatmung: stärkere Belüftung der Lungen möglich (wichtig für z.B. Sportler und Sänger).

**Die richtige Atmung ist eine Kombination aus Brust- und Bauchatmung.**

### Gasaustausch in den Alveolen



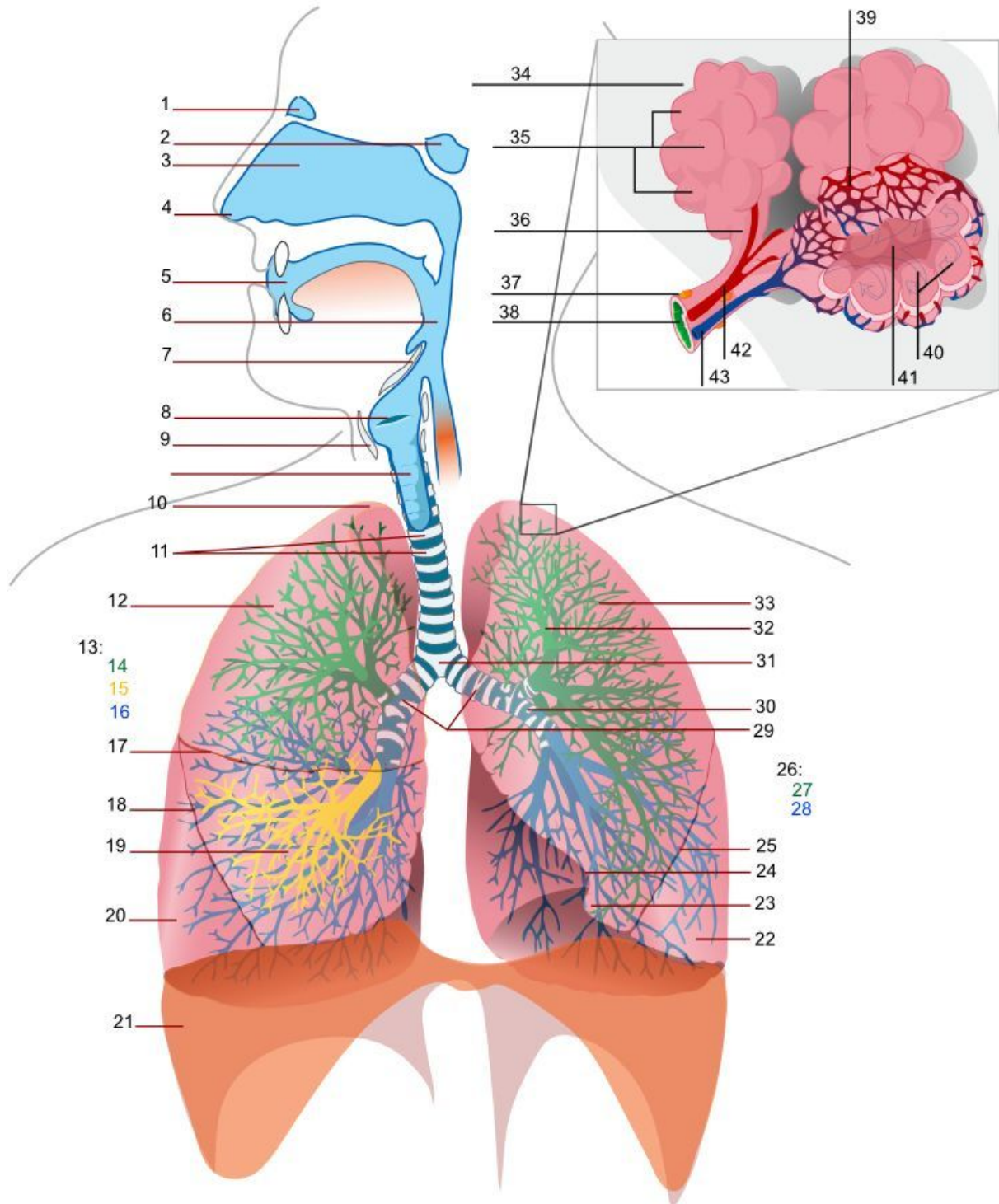
Quelle Bild: cc-by-sa 2.5 (Creative Commons Attribution 2.5 License) by Wikicommonsuser Patrick.lynch (Patrick J. Lynch, medical illustrator; C. Carl Jaffe, MD, cardiologist) - Thank you [http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Bronchial\\_anatomy.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Bronchial_anatomy.jpg) - <http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/>



Quelle Grafik: public domain by Wikicommonsuser LadyofHats (Mariana Ruiz Villarreal) - Muchas gracias - [http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Alveolus\\_diagram.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Alveolus_diagram.svg)

### Komplette Übersicht über das Atmungssystem des Menschen

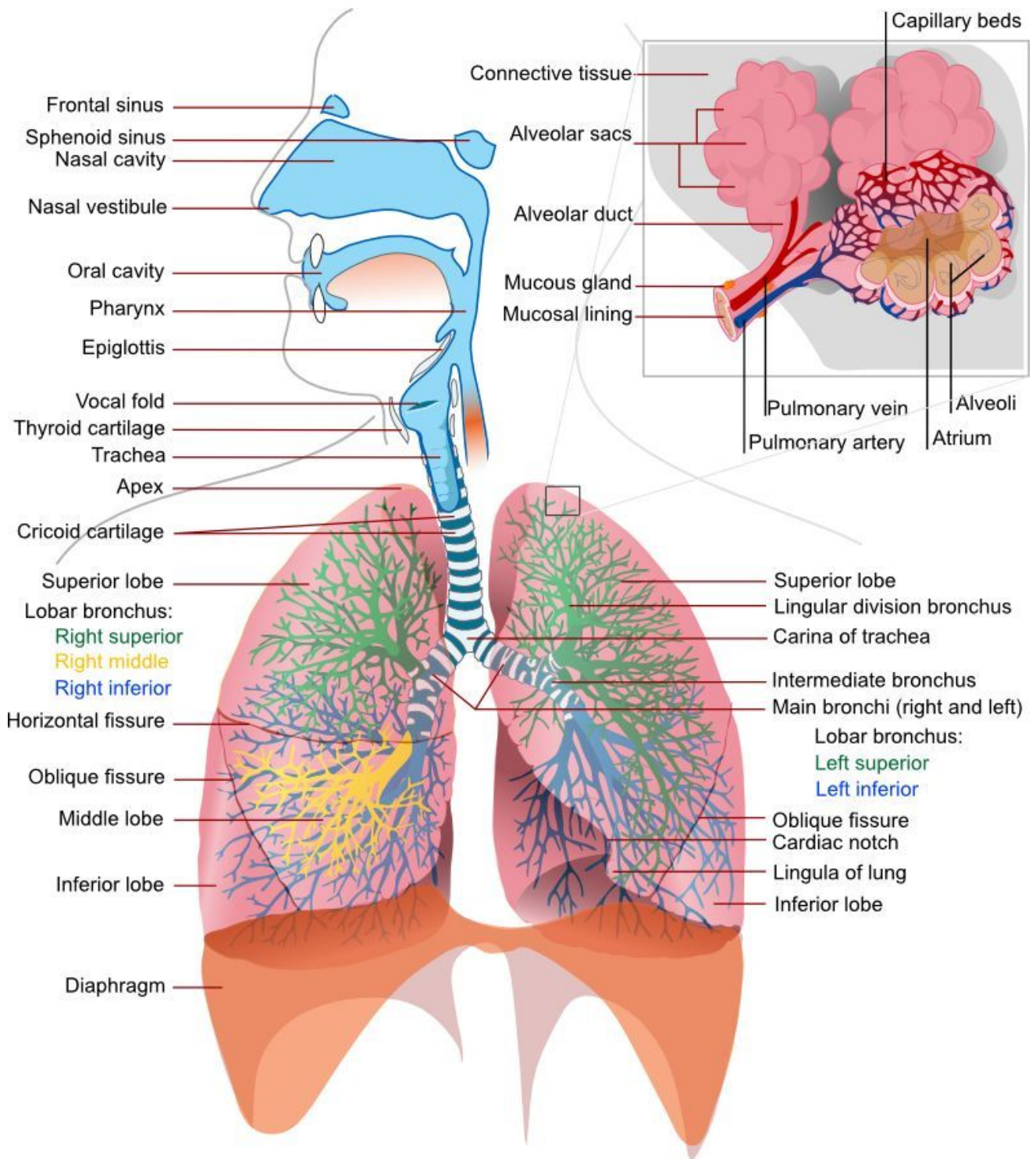
Kannst du einige Ziffern beschriften?



Quelle Grafik: public domain by Wikicommonsuser LadyofHats (Mariana Ruiz Villarreal) - Muchas gracias - [http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Respiratory\\_system\\_complete\\_numbered.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Respiratory_system_complete_numbered.svg)



**Auflösung (zur Zeit nur auf Englisch, sorry ;-)**



Quelle Grafik: public domain by Wikicommonsuser LadyofHats (Mariana Ruiz Villarreal) - Muchas gracias - [http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Respiratory\\_system\\_complete\\_en.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Respiratory_system_complete_en.svg)

### **Die Lage des Herzens zwischen den Lungenflügeln**



Quelle Bild: cc-by-sa 2.5 (Creative Commons Attribution 2.5 License) by Wikicommonsuser Patrick.lynch (Patrick J. Lynch, medical illustrator; C. Carl Jaffe, MD, cardiologist) - Thank you; [http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Mediastinum\\_anatomy.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Mediastinum_anatomy.jpg)  
<http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/>

### **Steuerung der Atmung**

Wikipedia:

[http://de.wikipedia.org/wiki/Lunge#Physiologie\\_der\\_Atmung](http://de.wikipedia.org/wiki/Lunge#Physiologie_der_Atmung)

<http://de.wikipedia.org/wiki/Atmung>

Alter	Atemzüge pro Minute
Erwachsene	12-15
Jugendliche	16-19
Schulkind	20
Kleinkind	25
Säugling	30
Neugeborene	40-50

Atemzugvolumen des Menschen: in Ruhe ca 0,5 Liter.

## **Das Lungenvolumen**

<http://de.wikipedia.org/wiki/Lungenvolumen>

## **Erkrankungen der Atemwege**

### **Zusatzinformationen:**

<http://de.wikipedia.org/wiki/Pneumologie>

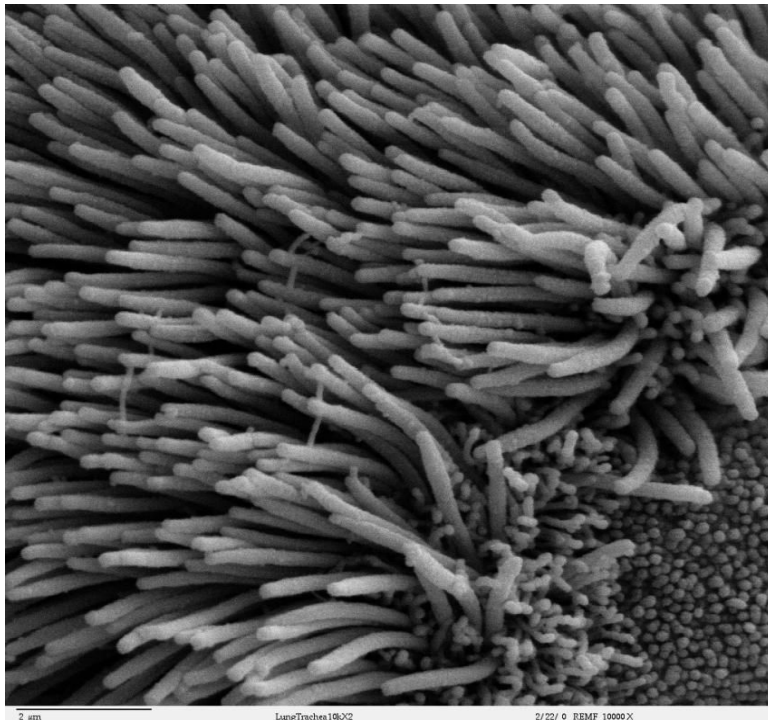
<http://de.wikipedia.org/wiki/Staublunge>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Lunge#Erkrankungen>



## **Reinigung der Atemwege**

Ein Großteil des Lungengewebes enthält Flimmerhärchen, welche für die Reinigung der Lunge (vor allem dem Entfernen von Feststoffen) dienen.



Flimmerhärchen in der Lunge

Quelle Bild: Public Domain by wikicommonsuser patho & Dartmouth Collage & Louisa Howard  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Bronchiolar\\_epithelium\\_4\\_-\\_SEM.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Bronchiolar_epithelium_4_-_SEM.jpg) - Thank you

### **Zusatzinformationen:**

<http://de.wikipedia.org/wiki/Flimmerepithel>

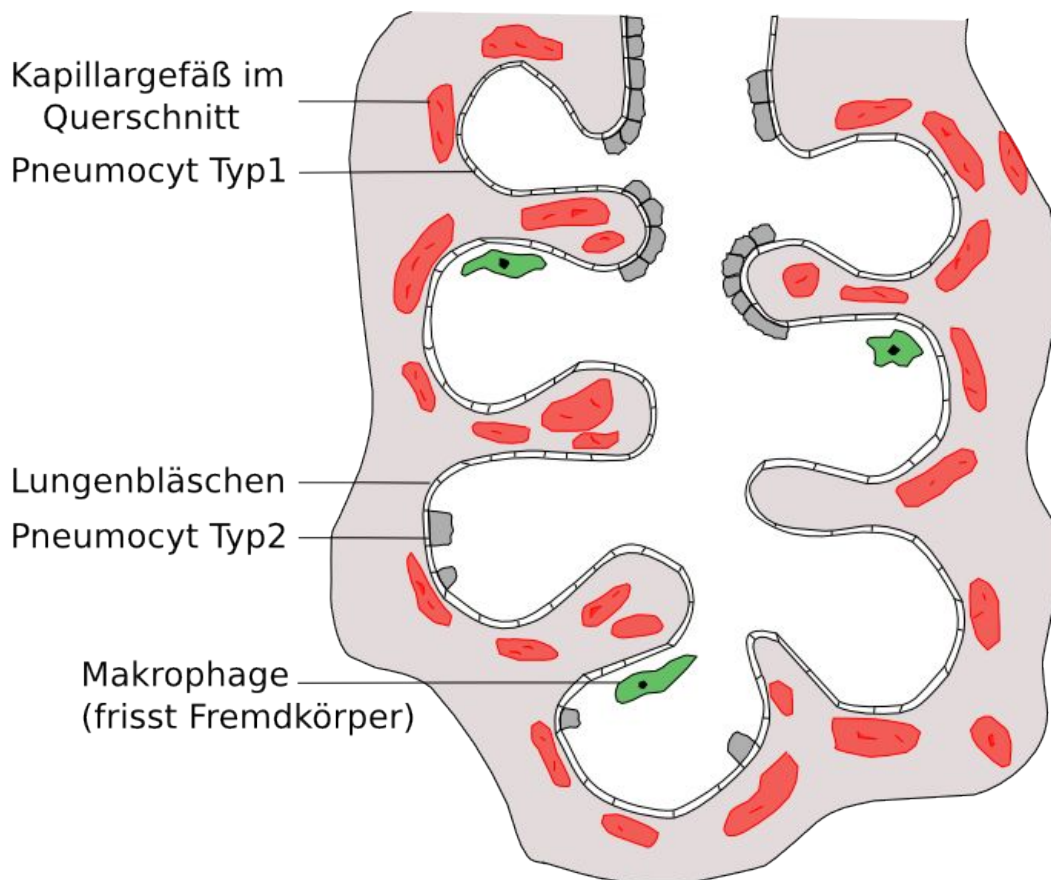
[http://de.wikipedia.org/wiki/Mukoziliäre\\_Clearance](http://de.wikipedia.org/wiki/Mukoziliäre_Clearance)

### Endabschnitt der Bronchiolen

Die Endabschnitte der Bronchiolen sind Aveolensäcke, welche Ausstülpungen bilden, die Lungebläschen genannt werden. Sie verfügen über eine superdünne Zellschicht, welche durchlässig für Atemgase ist. Die Gase dringen von dort direkt in die feinen Blutgefäße (Kapillaren) ein.

Da mit dem Atem auch immer Feststoffe, wie z.B. Staub und Bakterien, in die Lunge gelangen, müssen diese entfernt werden. Diese Aufgabe erledigen die Makrophagen. Sie gehören zu den weißen Blutkörperchen (und befinden sich nicht in der Blutbahn!). Sie werden auch Fresszellen genannt, da sie Feststoffe geradezu auffressen. Dabei sterben sie oft ab und bilden so einen schleimigen Rückstand.

Wenn jemand also viele Fremdkörper in der Lunge hat, fressen viele Makrophage, wobei auch dann logischerweise viel Schleim entsteht. Dieser wird, wenn die Menge größer wird, einfach ausgehustet.



#### **Aufgaben:**

1. Kannst Du nun erklären wie ein Raucherhusten entsteht?

### III - Die Zellatmung

#### Atmung beim Menschen:

- Im Ruhezustand atmet ein Mensch pro Minute ca. 16 mal ein und aus
- Dabei werden in einer Minute ca 3,5 – 5l Luft aufgenommen
- Davon sind aber nur ca. 20% Sauerstoff ( O<sub>2</sub>)
- Bei körperlicher Anstrengung (z.B. beim Sport) erhöht sich der Sauerstoffverbrauch
  - ⇒ die Nachfrage in Muskeln steigt an
  - ⇒ die Atemfrequenz muss zunehmen
  - ⇒ mehr Sauerstoff gelangt zu den Muskeln
  - ⇒ mehr Energie kann im Muskel bereitgestellt werden.

eingatmete Luft enthält:	ausgeatmete Luft enthält
21% O <sub>2</sub>	17% O <sub>2</sub>
0,03 % CO <sub>2</sub>	4 % CO <sub>2</sub>
78% N <sub>2</sub>	78% N <sub>2</sub>
1% Edelgase (auch andere Gase)	1% Edelgase

Dabei wird nur 1% des ges. Sauerstoffes über die Haut aufgenommen (Hautatmung), der Rest gelangt über die Lunge in das Blut.

#### Wozu wird der Sauerstoff verwendet?

Menschen atmen den ganzen Tag Sauerstoff ein. Dieser gelangt zuerst in die Lungenbläschen, von wo er aus ins Blut und von dort zum Beispiel zum Gehirn oder zu Muskelzellen gelangt.

Gleichzeitig müssen Menschen immer mit Nahrung versorgt sein. Diese besteht zum großen teil aus Kohlenhydraten (sowie aus Fetten und Eiweißen). Kohlenhydrate findet man v.a. in Zucker und Stärke. Typische Gerichte wie Brot, Nudeln, Getreide und Kartoffeln bestehen vor allem aus Stärke.

Kohlenhydrate enthalten sehr viel Energie. Dies kann man leicht erkennen, wenn man Stärke oder Zucker anzündet. Dabei wird die in dem Kohlenhydrat enthaltene Energie freigesetzt (als Licht und Wärmeenergie). Damit eine solche Verbrennung funktioniert muss aber Sauerstoff vorhanden sein! Eine solche Reaktion (also eine Vereinigung mit Sauerstoff) nennt man auch Oxidation.

Der Körper macht im Grunde nichts anderes. In einer chemischen Reaktion im Muskel, welche natürlich ohne Flamme auskommt (deshalb nennt man es auch eine stille Oxidation) wird aus Zucker und Kohlenhydraten, welche durch das Blut zum Muskel gelangen, mithilfe Sauerstoff Energie freigesetzt. Diese Energie benötigt jeder Mensch zum Leben.

Je mehr Energie ein Mensch benötigt (z.B. beim Sport oder harter körperlicher Arbeit), desto mehr Sauerstoff muss er aufnehmen (also wird seine Atemfrequenz steigen) und desto mehr Nahrung muss er aufnehmen, damit sein Blut genügend „Blutzucker“ bereitstellen kann.

**Was entsteht aus Kohlenhydraten und Sauerstoff?**

Natürlich entstehen bei einer chemischen Reaktion auch neue Stoffe - die Kohlenhydrate (z.B. der Zucker) und der Sauerstoff bilden beim Freisetzen der Energie auch neue Stoffe. Diese Produkte sind Kohlenstoffdioxid und Wasser, welche der Mensch beide (!) ausatmet.

Durch diesen Vorgang, der **Zellatmung** genannt wird, ist es dem Körper möglich viel Energie für Bewegungen, Denkvorgänge und eine gleichmäßige Körperwärme von 37°C bereitzustellen.

**Die Zellatmung findet in jeder (!) Zelle des Körpers statt. Innerhalb jeder Zelle gibt es einen Bereich, der darauf spezialisiert ist - die Mitochondrien.**

Sie sollte trotz des ähnlichen Wortes nicht mit der (äußeren) Lungenatmung verwechselt werden. Lungenatmung ist das ein- und ausatmen der Lunge. Zellatmung die chemische Reaktion, welche den Körper mit Energie versorgt.

**Chemisch wird die Zellatmung so notiert:**



**Menschen und Tiere nehmen mit der Nahrung Kohlenhydrate (z.B. Zucker und Stärke) auf. Dazu atmen sie Sauerstoff ein. Beides wird ins Blut aufgenommen und an die Stellen im Körper transportiert, welche Energie benötigen (z.B. Gehirn, Muskeln).**

**Dort gelangen die Stoffe in die Mitochondrien der Zellen. Die Mitochondrien führen dann die Zellatmung durch.**

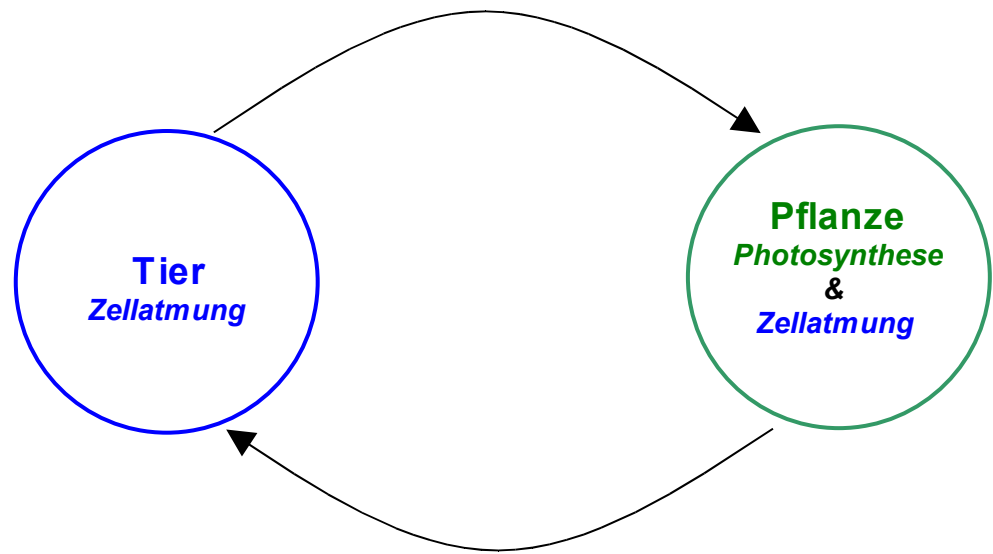
**Die entstehenden Gase Kohlenstoffdioxid und Wasser werden durch das Blut in die Lunge zurückbefördert und dann ausgeatmet.**

**Die Zellatmung ist im Grunde die Umkehrung der Photosynthese.**

## Zusammenfassung Atmung und Photosynthese

### **Zell-Atmung:**

Sauerstoff + Traubenzucker  $\longrightarrow$  Kohlenstoffdioxid + Wasser + Energie



**Photosynthese:** Kohlenstoffdioxid + Wasser + Lichtenergie  $\longrightarrow$  Sauerstoff + Traubenzucker

### **Zusatzinformationen**

<http://de.wikipedia.org/wiki/Photosynthese>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Zellatmung>