1. ein **Überdruck** im Mund drückt Luft in die Alveolen (= der Patient wird beatmet), oder
2. ein **Unterdruck** im Alveolarraum saugt Luft in die Alveolen (= der Patient atmet selbst).

In beiden Möglichkeiten wurde eine **treibende Druckdifferenz** zwischen Alveolarraum und Mundbereich aufgebaut, die einen Luftstrom erzeugt.

MERKE:
Für eine Luftströmung ist eine Druckdifferenz/ein Strömungsdruck notwendig.

Der Atemwegswiderstand ist analog zum **elektrischen Widerstand** definiert. Das Ohm-Gesetz besagt, dass der elektrische Widerstand (= R) aus der Spannung - also der elektrischen Potentialdifferenz (= U) - geteilt durch die Stromstärke (= I) resultiert:

$R = U / I$

Für den Atemwegswiderstand, der als Resistance (= RL) bezeichnet wird, gilt analog:

$$R_L = (P_A - P_{ao}) / \dot{V}$$

Hierbei ist P_A der Druck im Alveolarraum, P_{ao} der Druck im Mund und $\dot{V}$ die Atemstromstärke. Für die schriftliche Prüfung solltet ihr euch die Formel der Resistance unbedingt einprägen.

MERKE:
Die Resistance ergibt sich aus dem Verhältnis der treibenden Druckdifferenz zur Atemstromstärke.

Übrigens...

- Der Atemwegswiderstand (= die Resistance der Lunge R_L) kann mithilfe des **Ganzkörperplethysmographen** ermittelt werden. Bei der Ganzkörperplethysmographie sitzt der Patient in einer Kammer und es werden Druckschwankungen der Kammer gemessen, die den **Änderungen des intrapulmonalen Drucks** (= Druck im Alveolarraum) entsprechen. Durch ein Mundstück kann zusätzlich die Atemstromstärke ermittelt werden.
- Zur Lokalisation des Atemwegswiderstands im Atemsystem sollte man sich merken, dass etwa **80% des Gesamtatemwegswiderstands** in den **oberen sechs Verzweigungsgenerationen** (= Mund, Nase, Rachen, Trachea, Stamm-, Lappen- und Segmentbronchien) anfallen. Nur ein etwa 20%iger Anteil der Resistance fällt in den peripheren Atemwegen unter 2mm an. Ursache hierfür ist der in der Peripherie **stark zunehmende Gesamtquerschnitt** der Bronchien.

1.4.5 Zusammenhang zwischen Atemstromstärke, Alveolardruck und Pleuradruck

Schriftlich, wie auch mündlich werden die Zusammenhänge zwischen Atemstromstärke, Alveolardruck und Pleuradruck sehr gern gefragt. Daher jetzt gut aufgepasst...

Stellt euch am besten mal den Atemapparat bildlich vor: Ganz innen ist der Alveolarraum mit dem Alveolardruck, abgetrennt vom Pleuraraum und Pleuradruck durch die aufgespannte Lunge mit ihrer speziellen Compliance (= Volumendehnbarkeit). Außen sind der Thorax und das Zwerchfell mit der einzigen Möglichkeit durch Muskelkraft eine Bewegung des Atemapparats zu erreichen. Wie wirken nun die Muskelkräfte auf die inneren Strukturen und wie müssen sich die Drücke im Pleura- und Alveolarraum ändern, damit Luft in den Alveolarraum einströmt? Unter Ruhebedingungen befindet sich im Pleuraspalt ein Unterdruck von etwa -0,5 kPa, der zusammen mit der Pleuraflüssigkeit die Verbindung zwischen Thorax und Lunge herstellt.

- Bei der **normalen Einatmung** wird der Brustkorb durch die Atemmuskeln erweitert. Diese **Brustkorberweiterung** erzeugt eine **Zunahme des Unterdrucks im Pleuraspalt**, der auf die Lunge wirkt und diese stärker entfaltet. Diese Lungenerweiterung erzeugt nun den notwendigen **Unterdruck im Alveolarraum, die treibende Druckdifferenz** -, die nach öffnen der Glottis und des Mundes **Atemluft in den Alveolarraum einströmen lässt (= eine Atemstromstärke fließt)**. Die einströmende Luft gleicht dann allmählich den Unterdruck im Alveolarraum aus, bis keine treibende Druckdifferenz mehr besteht und folglich auch keine Luft mehr strömt.
- Bei **forcierter Einatmung** soll die Atemluft sehr schnell in die Lungen eingesogen werden. Dafür muss sich der Thorax durch **rasche Anspannung der Atemmuskulatur** sehr schnell erweitern. Dies führt zu einem **starken Unterdruck im Pleura-Spalt,** der die Lunge sich schneller entfalten lässt. Eine noch **schnellere Lungenerweiterung** führt zu einem **noch negativeren Druck im Alveolarraum.** Sowohl die treibende Druckdifferenz als auch die Atemstromstärke sind hier - im Vergleich zur normalen Atmung - wesentlich größer und ermöglichen so einen schnelleren Atemlufteinstrom.