

differenz des Atemapparats ist gleich Null. Stellt sich nun die Frage, in welchem Dehnungszustand sich die Lunge und der Thorax befinden. Zusammengehalten werden die Lunge und der Thorax durch den Unterdruck im Pleuraspalt und einen dünnen Flüssigkeitsfilm.

MERKE:

Unter Ruhebedingungen befindet sich im **Pleuraspal**t ein Unterdruck von etwa - 0,5 kPa.

Sicherlich habt ihr schon einmal versucht zwei nasse Glasplatten zu trennen und festgestellt, dass sie sich sehr gut gegeneinander verschieben lassen, jedoch schwer voneinander zu trennen sind. In der Atemruhelage – am Ende einer normalen Ausatmung – bei etwa 3,0 l Lungenvolumen beträgt die transmurale Druckdifferenz des Thorax **-0,5 kPa** und der Lunge **+0,5 kPa**. Dies bedeutet, dass der Thorax in der Atemruhelage gestaucht und die Lunge gedehnt ist. Der Thorax hat daher das Bestreben sich **auszudehnen**, und die Lunge möchte sich **zusammenziehen**, um die jeweilige eigene Gleichgewichtslage zu erreichen. Beide Hohlkörper sind nun aber durch den Unterdruck und den Flüssigkeitsfilm im Pleuraspalt miteinander gekoppelt und halten so den gesamten Atemapparat in seiner Gleichgewichtslage. Der Begriff „Gleichgewichtslage des Atemapparats“ bedeutet, dass die Lungendehnung und die Thoraxverkleinerung hier im Gleichgewicht stehen, wodurch die transmurale Druckdifferenz des gesamten Atemapparats gleich **null** ist.

Der **zweite Zustand** ist die pathologische Situation beim **Pneumothorax**. Ein Pneumothorax entsteht z.B. nach einem Lungenriss oder nach einer Stichverletzung von außen. Dabei dringt Luft in den Pleuraspalt ein, die den Unterdruck beseitigt und eine Trennung von Thorax und Lunge bewirkt. Die Kopplung zwischen Lunge und Thorax ist damit aufgehoben und beide Hohlkörper streben ihrer eigenen Gleichgewichtslage zu:

- Der **Thorax** bewegt sich also auf seiner Ruhedehnungskurve in Richtung Gleichgewichtslage des Thorax und dehnt sich dazu aus.
- Die **Lunge** bewegt sich auf ihrer Ruhedehnungskurve in Richtung Gleichgewichtslage der Lunge und zieht sich hierzu bis auf ein Minimalvolumen zusammen (= die Lunge kollabiert).

MERKE:

In der Gleichgewichtslage ist die transmurale Druckdifferenz gleich Null.

Übrigens...

Ein Patient mit einem beidseitigen Pneumothorax besitzt einen vergrößerten Brustkorb und kollabierte Lungen. Es müssen Thoraxdrainagen in den Pleuraspalt eingebracht werden um die eingedrungene Luft ausströmen zu lassen und meistens muss der Patient beatmet werden.

Zum Abschluss noch einige prüfungsrelevante **Aussagen zu den Ruhedehnungskurven:**

Die Compliance ist dort am größten, wo die Ruhedehnungskurve am steilsten ist (= die Steigung der Kurve am größten ist). Eine große Compliance bedeutet eine große Volumendehnbarkeit. Es kann somit festgehalten werden, dass

- der Atemapparat seine größte Volumendehnbarkeit (= Compliance) im Zustand der **Atemruhelage** (= am Ende einer normalen Ausatmung, wenn nur noch die funktionelle Residualkapazität enthalten ist) besitzt, da an diesem Punkt die Ruhedehnungskurve am steilsten verläuft.
- bei **langsamer Inspiration** der transpulmonale Druck als ($P_A - P_{pl}$) zunimmt.
- bei **geringeren Lungenvolumina** vor allem die Elastance (= Steifigkeit) des Thorax zunimmt. Seine Compliance nimmt dann also ab, was an der Abflachung der Ruhedehnungskurve zu sehen ist. Die Compliance der Lunge erreicht mit abnehmendem Lungenvolumen ihr Maximum.
- bei **größeren Lungenvolumina** die Elastance der Lunge zu- und die Compliance abnimmt (= die Ruhedehnungskurve flacht sich auch hier ab). Der Thorax verliert hier allerdings nur wenig an Volumendehnbarkeit.



1.4.4 Atemwegswiderstände - die Resistance

Mit der Compliance habt ihr im vorhergehenden Kapitel die elastischen Widerstände des Atemsystems kennen gelernt. Welche Kräfte werden aber nun der strömenden Atemluft entgegengesetzt/ wie sind die viskösen Widerstände definiert?

Um die Atemluft in die Alveolen zu befördern sind zwei Möglichkeiten denkbar: