

### Anatomie Lunge

#### Aufgaben

Die Lunge ist das Organ des Gasaustauschs. In ihr wird der Sauerstoff aus der Einatemluft an das Hämoglobin der roten Blutkörperchen abgegeben. Gleichzeitig strömt das Kohlendioxyd der roten Blutkörperchen von der Blutseite der Austauschmembran in Richtung Außenluft und wird dann ausgeatmet. Die Ausatemluft ist sauerstoffarm und reich an Kohlendioxyd. Wenn man sich die Prozentanteile der Luft noch einmal ins Gedächtnis zurückholt, stellt man fest, dass wir Menschen von nur 5% Sauerstoff prima leben können:

Einatemluft oder Umgebungsluft: 21% Sauerstoff Anteil, etwa 0,03% Kohlendioxyd (CO<sub>2</sub>), 78% Stickstoff, das fehlende Prozent ist der Anteil an Wasserdampf.

Ausatemluft: Nur noch 16% Sauerstoff, 5% Kohlendioxyd, Stickstoff ist als gleich zu betrachten. Volle Sättigung mit Wasserdampf (6% Anteil am Gesamtvolumen)!

Nebenbei: CO<sub>2</sub> in Wasser oder Blut gelöst ergibt eine Säure – die Kohlensäure!

#### Struktur der Lunge

Die Lunge ist ein großes schwammartiges Organ mit relativ wenig Gewicht – bemessen an ihrer Größe. Die vielen Luftbläschen / Alveolen machen das Organ leicht, so lange keine Entzündung oder Wasser von außen oder innen in die Lunge eindringt. Der Schwamm ist im glockenförmigen Brustkorb (Thorax) aufgespannt und steht wie ein gedehntes Gummiband ein ganzes Leben unter Spannung. Natürlich sind nicht einzelne Lungenteile mit Fäden aufgehängt, sondern eine feine Schicht, die Pleura parietalis (Lungenfell) umkleidet das Organ luft- und wasserdicht. Eine andere wasserdichte Schicht, das Rippenfell umkleidet die Rippen / Thoraxglocke. Zwischen diesen Schichten ist im Vakuum ein dünner Wasserfilm. Dieser Film hält die Spannung wie eine nasse Tüte an einer Fliese. Das klappt prima, so lange der Spalt nicht eröffnet wird – durch Messerstich von außen, oder Riss des Organs von innen. Dann entsteht ein Kollaps der Lunge – das Organ fällt auf der Risseite zusammen. Das nennt sich Pneumothorax auf schlaue.

**Die Atmung funktioniert** durch Hebung und Senkung des Brustkorbs, die elastischen Rippen werden von **quergestreifter Muskulatur** auseinander bewegt. Das Volumen erhöht sich, die Lunge wird auseinander gezogen und ein **Unterdruck entsteht**. Dieser Unterdruck ist der Luftsog, der zur Einatmung führt.

**Merken:** Beim natürlichen Einatmen herrscht Unterdruck in der Lunge.

Beim **Einatmen** durch eine Maschine wird mit positivem Druck gearbeitet werden, leider gibt es kein kleines Gerät, das die Rippen auseinander zieht. Aus alten Filmen / Zeiten ist vielleicht noch eine so genannte „Eiserne Lunge“ bekannt. Dieses Gerät konnte die Rippen mit Unterdruck auseinander ziehen. Ein solches Exemplar ist auch im Hygiene Museum in Dresden zu sehen.

**Die Ausatmung** erfolgt meistens passiv: Die Rückstellkräfte der Rippen und der elastischen Lunge lassen das Organ sich wieder zusammen ziehen. Dieser Druck sorgt für einen Überdruck in den Lungen und die Luft wird nach draußen gedrückt. **Die Ausatmung erfolgt mit positivem / Überdruck.**

#### Beteiligte Strukturen

Es sind die knöchernen Rippen, die Gelenke der Rippen an den Wirbeln und am Sternum (Brustbein) als tragende Strukturen wichtig.

Die Atmungsmuskeln sind wie erwähnt die Zwischenrippenmuskeln, das Zwerchfell und der große Rückenmuskel, Latissimus an der muskulären Atmung beteiligt.

Das Zwerchfell schließt den Brustkorb dicht nach unten hin ab. Wenn diese Muskelschicht sich nach unten bewegt, erzeugt sie dabei einen Unterdruck in der Lunge: **Einatmung**. Beim nach unten bewegen werden die Baucheingeweide heraus gedrückt – *Männer haben keinen Bierbauch, sie atmen nur dann wohl gerade aus ;-)*.

Ein letzter Muskel ist der große flügelartige Rückenmuskel, der Latissimus. Er macht bei den Bodybuildern das V-förmige Aussehen. Eigentlich zieht er die Arme an den Körper beim Klimmzug. Bei Husten arbeitet er gleichzeitig stabilisierend und Brustkorb versteifend, durch einen Stoß mit dem Zwerchfell kann die Luft aus der Lunge gedrückt werden. Dabei werden auch die vorderen Bauchmuskeln angespannt (Waschbrettbauch), so hustet man sich schön und fit.

#### Das Lungengewebe

Die Lunge ist ein zweigeteiltes Organ, rechte und linke Lungenhälfte. Die linke ist kleiner – hier nimmt das Herz einiges an Platz weg. Unterteilt man die Lungenhälften weiter, kommt man zu den Lungenlappen. Links gibt es nur den Ober- und Unterlappen. Rechts stört kein Herz – hier ist noch ein Mittellappen vorhanden. Die Lappen kann man noch in Segmente unterteilen, jedes wird einzeln von seinem eigenen Luftweg versorgt, der dem großen Bronchus aus der Trachea (Lüftröhre) entspringt.

#### Luftwege

Nach der Stimmritze gelangt die Luft in die Luftröhre, (Trachea) diese gabelt sich an der Gabelung / Bifurkation in 2 Hauptstammbronchien auf: Den rechten und linken.

Die rechte Lunge ist größer – der rechte Bronchus auch. Die linke ist kleiner und gedrängter, so steht der linke und kleinere Bronchus etwas mehr horizontal und weniger steil.

**Klinik:** Wie in ein Fallrohr kann alles kleines (Erbsen, Trauringe, Diamanten...) tief in den – na? Genau! Rechten Bronchus rutschen. Natürlich auch Essen und Trinken. Daran kann man sterben, muss man aber nicht.

Damit die Luftröhre und die Bronchien immer schön weit stehen, sind die mit Knorpelringen umgeben und diese biegen den Luftweg immer auf. Erst die letzten Abschnitte, die Bronchiolen, haben nur Knorpelplatten und glatte Muskulatur und können sich ganz eng zusammen ziehen

Der Luftweg endet im Lungenbläschen (Alveole), hier in dieser Alveole findet der Gasaustausch statt. Der Mensch hat etwas 300 Millionen solcher 0,2mm großer Bläschen um zu leben.

**Klinik:** Er kann auch mit weniger Leben – manchmal muss man die halbe Lunge heraus nehmen. Das geht, erschwert aber enorm den Alltag. Aber man überlebt es.

Kleinere Segmente, wenn ein Verdacht auf Krebs in der Peripherie der Lunge besteht, können ohne große Folgen entfernt werden. Lungenkeilresektion wird dies genannt. Nur eine große Arterie / Vene die den Gasaustausch versorgen, die sollten nicht verletzt werden. Wenn das passiert, kann es unter der Operation das Ende des Patienten sein.

### Veränderungen im Alter:

Bekannterweise lässt die Muskelmasse nach, d.h. die Zwischenrippenmuskeln, vor allem das Zwerchfell, auch der Latissimus werden schwächer. Atemdrücke können nicht mehr so stark aufgebaut werden.

Zweitens lässt die Elastizität der Knochen und Knorpel nach. Die Mechanik ist deutlich erschwert. Man bräuchte im Prinzip mehr Kraft – aber die Muskeln sind ja weniger stark geworden.

Die Dehnbarkeit der Lunge ist nach den vielen Jahren (80 Jahre an der Luft – Rauch, Asche, giftige Gase) viel schlechter geworden. Das Einatmen ist flacher, das Ausatmen schneller und ruckartiger geworden.

Sammelt sich bei einem Infekt Schleim in der Luftwegen, kann er nur mit Mühe abgehustet werden. Regelmäßiges Atemtraining wird nötig – Hilfen zum Lösen von Schleim (Vibration) sollten bei Bedarf eingesetzt werden. Um den Schleim zu verflüssigen ist viel Trinken notwendig. Aber trinken alte Menschen ausreichend?

### Chronische Erkrankungen der Lunge

#### **Chronisch obstruktive Lungenerkrankung**

COPD - COLD - Recurrent Airway Obstruction  
RAO

**Was passiert?:** Als Wichtigstes ist hier auf jeden Fall die dauernde Verengung der Bronchiolen zu nennen. Dies hat auch einen tollen schlaun Namen: Chronisch obstruktive Lungenerkrankung COPD oder COLD (engl. Chron. Obstr. Lung Disease, Pulmonary Disease)

#### **Was geschieht schlimmes bei dieser Erkrankung?**

Durch die ständige Verengung der Bronchien mit den Knorpelplatten schafft der kranke Mensch gerade noch das Einatmen. Es wird ja das ganze Gewebe auseinander gezogen – gegen die Kraft, mit der sich die Bronchien zusammen ziehen wollen.

Nun presst der Brustkorb beim Ausatmen die Lunge zusammen, gleichzeitig schnellen auch die eben noch gezogenen Bronchien zusammen. Nun wird's eng. Und zwar richtig.

Die Luft ist in den Alveolen gefangen (tolles engl. Wort: Trapped Air – gefangene Luft), und sie kann nur ganz langsam heraus pfeifen. Giemen wird dies auch genannt.

Noch ist nicht die ganze Luft heraus, holt man auch schon wieder Luft und es wird wieder ein bisschen mehr Luft in den Bläschen eingesperrt. Die Geschichte geht von vorne los.

Dies ist das Hauptproblem des Asthmatikers, die beiden anderen Probleme folgen jetzt:

Es wurde gemessen, dass der Schleim in der Lunge beim Asthma deutlich zähflüssiger ist, er kann viel besser die dünnen Luftwege verstopfen und die Atmung erschweren. Schlimmstenfalls hängt er vor den Ausgängen wie ein Ventil.

Und zuletzt: Beim Asthma wird nicht nur **zäher Schleim**, sondern auch noch **unkontrolliert viel Schleim** gebildet. Diese **3 Faktoren** machen das Asthma aus.

1. **Bronchokonstriktion**
2. **zäher Schleim**
3. **unkontrollierter Schleim**

#### **Problem der Sauerstoffversorgung beim COPD**

Normal misst der menschliche Körper seinen Bedarf an Sauerstoff, und damit den Antrieb der Atmung über Rezeptoren an den Gefäßen. Der Körper schaut aber nicht, wie viel O<sub>2</sub> in den Gefäßen ist, sondern er misst vorwiegend den CO<sub>2</sub> Spiegel. Ist der CO<sub>2</sub> Spiegel hoch, muss verstärkt geatmet werden.

Beim chronischen Asthma kommt Luft kaum aus dem Körper raus – in den Körper herein ist unproblematischer. Ständig sind die

Lungenbläschen überbläht und lassen die CO<sub>2</sub> reiche Luft einfach nicht raus. Es sammelt sich dann mehr und mehr Kohlendioxyd im Blut, was nach längerer Zeit nicht mehr zum Atemanreiz führt, weil es über die Zeit eine Veränderung gibt: Der Körper hat nämlich auf die Sauerstoffmessung umgestellt. CO<sub>2</sub> interessiert die Rezeptoren an den Gefäßen nicht mehr.

Bekommt ein solcher Mensch nun massiv Sauerstoff über z.B. eine Nasensonde, kann der Körper das Atmen pausieren, weil O<sub>2</sub> ist erst mal genug da. Leider steigt der CO<sub>2</sub> Spiegel in dieser Pause ins Unermessliche und man stirbt an einer CO<sub>2</sub> Narkose.

### Lungenemphysem

**Ursachen** für diese Erkrankung sind auf der einen Seite das Rauchen – der Zigarettenrauch verändert ein Enzym-Gleichgewicht, welches zur Weichheit des Gewebes nötig ist. Auf der anderen Seite leiden die Bläschen auch durch das ständige Überblähen und damit langsame Aufpumpen. Die Wände der Alveolen (Lungenbläschen) werden immer dünner - irgendwann platzen sie und es entsteht eine Verbindung zu einer benachbarten Alveole. Nach und nach entstehen immer größere Räume – ein so genanntes Lungenemphysem. Es gibt auch angeborene Mängel in diesem Enzym Haushalt: Das Enzym muss man sich nicht merken, zur Vollständigkeit halber: Es ist ein Inhibitor, welcher Verhindert, das die „Alpha1 Proteinase“ das weiche Gewebe verändert. Wird der Inhibitor zerstört, kann die Alpha1-Proteinase aktiv werden und nach und nach die Alveolarwände ausdünnen. Das passiert beim chronischen Rauchen! Aber auch angeborene Probleme mit diesem Enzymhaushalt sind bekannt.

Auch spielt bei COPD die oben beschriebene Überblähung eine wichtige Rolle. Es gibt aber das Lungenemphysem als alleinige Erkrankung, ohne dass jemand eine COPD haben muss.

**Folgen:** Da immer mehr Alveolen zerstört werden, lässt die Gesamtoberfläche der Lunge immer mehr nach. Der Gasaustausch wird schwieriger. Es kann auch passieren, dass am Rand der Lunge solche Bläschen platzen. Dann wird plötzlich eine Verbindung zum Pleura Spalt frei, die Atemluft kann die Luftweg herunter durch die Bronchien und die weiten Alveolen bis in den Pleura Spalt. Normalerweise hält der Unterdruck im Spalt die Lunge aufgespannt. Wird der Spalt angestochen oder bekommt er eine Verbindung zu den inneren Luftwegen, dann kollabiert die Lunge auf der betroffenen Seite sofort. Eine Atmung ist auf dieser Seite nicht mehr möglich. Bei chronisch Lungenkranken reichen manchmal starke Hustenstöße oder Schläge auf den Brustkorb, um Alveolen bzw. diese Emphyseme ganz platzen zu

lassen. Dann stirbt solch ein betroffener Mensch eventuell in der Folge daran.

### Lungenfibrose

Wie oben beschrieben ist das Lungengewebe sehr elastisch. Diese Elastizität ist nötig, damit bei der Einatmung die Lunge leicht auseinander gezogen werden kann. Diese Elastizität sorgt auch für die Ausatmung, welche ja in der Regel passiv erfolgt. Bei der Fibrose wird die gummiartige Lunge sehr fest, das Auseinanderziehen wird für die Atemmuskulatur enorm schwierig, die Rückstellung nach der Einatmung erfolgt schnell und Ruckartig. Aus einem weichen Gummiband ist nun eine alte rostige Stahlfeder geworden, indem das weiche Gewebe sich nicht nur verändert, sondern auch an Substanz zugenommen hat. Die dünnen Wände der Alveolen nehmen an Substanz zu.

**Ursachen:** Ursachen sind z.B. **berufliche Staubbelastung** durch Kohlestaub, Straßenbau, bestimmte **Medikamente**, welche als Nebenwirkung die Lunge langsam zerstören können (z.B. Bleomycin bei Tuberkulose, Enbrel bei Rheuma). Andererseits muss natürlich auch der Mensch einen funktionierenden Organismus besitzen, der immer wieder das weiche Kollagen Gewebe der Lunge „pflegen“ und in „Schuß“ halten kann. Bei **manchen Erkrankungen** ist das nicht möglich. Z.B. bei Kollagenosen, der Sarkoidose (M. Boeck), Mukoviszidose usw.

**Folgen:** Immer schwereres Atmen, die Einatmung ist nur kurz und ruckartig, die Ausatmung erfolgt in einem kurzen Stoß. Wahrscheinlich auf Grund dieser ruckartigen Druckveränderungen reißen Strukturen der Bronchiolen auf es entsteht eine so genannte Wabenstruktur der Lunge. Die Lunge sieht aus wie die Feinstruktur eines Bienenstocks. Man kann letztlich daran sterben.

### Lungenkrebs

#### Was ist Krebs?

Als letztes kann man sicher auch einige der bösartigen neubildenden Erkrankungen zu den chronischen der Lunge nennen. Es gibt die verschiedensten Arten von Krebsen – aus jedem lebenden Gewebe der Menschen kann ein Krebs entstehen. Eine menschliche Zelle hat eine Aufgabe: Sie soll sich teilen, wenn sie den Befehl bekommt und sie soll an ihrem Bestimmungsort bleiben. Wenn sie ungehemmt wächst, kann sie sich zu einem großen Knoten entwickeln, welcher andere Nachbarstrukturen verdrängt. Diese Verdrängung kann natürlich z.B. Nerven oder Gefäße abklemmen. Trotzdem wird nur von einer gutartigen Erkrankung gesprochen. Durch

einfaches Herausschneiden kann man so dem Menschen helfen und den Krebs entfernen.

Bei bösartigen Neubildungen werden sogar kleine Zellen des entarteten Gewebes fortgeschwemmt und wachsen an völlig fremden Orten weiter. Das nennt man Metastasen. Einen Krebs mit Metastasen zu besiegen ist sehr schwierig. Mancher stirbt am Konsum von Energieträgern durch den Tumor, andere an Entgleisungen des Immunsystems. Dieses wird durch die Krebszellen geschwächt, ein banaler Infekt bringt den Menschen um. Oder Bronchien werden durch den Tumor verschlossen, eine Entzündung kann sich sehr gut in den nicht belüfteten Gebieten entwickeln.

### **Tuberkulose**

Die T. ist eine bakterielle Infektion mit sehr langsam wachsenden Bakterien. Daher kann die Infektion langsam und mit nur wenig Fortschritt jahrelang andauern. Der Mensch wird immer mehr geschwächt, hustet ständig und verliert noch mehr an Gewicht. Schwindsucht war früher der Name dieser Krankheit. Helfen kann eine Therapie mit Antibiotika – um alle Bakterien in einer bestimmten sensiblen Wachstumsphase zu erwischen, kann die Medikamententherapie schon mal 6 Monate und mehr dauern. Schwierig für Patienten, da die Antibiotika viele Nebenwirkungen haben. So manche eine T. heilt auch von selbst aus – dann bleiben in der Lunge kleine Knötchen mit inaktiven Bakterien in ihrer Mitte. Die Menschen sind nicht mehr infektiös, können nicht anstecken, haben aber ein auffälliges Röntgenbild.

Die T. kann auch andere Organe befallen – von denen sei hier aber nicht die Rede.