

6 Beschwerdebilder des Respirationstrakts



Ein gut funktionierendes Atmungssystem ist lebensnotwendig. Höchste Zeit seine Funktion näher zu beleuchten, um häufige Beschwerden besser zu verstehen.

Unsere Lunge ist ein Paradebeispiel der Natur, auf kleinstem Raum eine grosse Oberfläche zu gestalten, um den Gasaustausch zu optimal organisieren zu können. Die Gesamtoberfläche aller Membranen, an denen der Gasaustausch stattfindet, beträgt ca. 70 120 m². Zum Vergleich: Ein Badmintonfeld hat eine Fläche von ca. 82 m². Welche wichtigen Beschwerdebilder wir kennen müssen und welche Anpassung das Atmungssystem durch Training erfährt, ist Inhalt dieses und des folgenden Artikels.



André Tummer

Die Anatomie des respiratorischen Systems

Die Lunge hat als zentrales Organ des respiratorischen Systems die Aufgabe, Sauerstoff und Kohlendioxid mit der Umgebung auszutauschen. Wir sprechen hier von der sogenannten **äusseren Atmung**. In den einzelnen Körperzellen wird bei den Verbrennungsprozessen (Oxidation) Sauerstoff zur Energiegewinnung verbraucht und Kohlendioxid als Abfallprodukt gebildet. Dies ist die **innere Atmung**.

Die Atemwege werden in den **oberen Respirationstrakt** (Nase, Nasennebenhöhlen und Rachenraum) und den **unteren Respirationstrakt** (Kehlkopf, Luftröhre, Bronchien und Lunge) unterteilt.

Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Beschwerdebilder konzentriere ich mich im weiteren Verlauf auf die Anatomie und Physiologie der äusseren Atmung und auf den unteren Respirationstrakt.

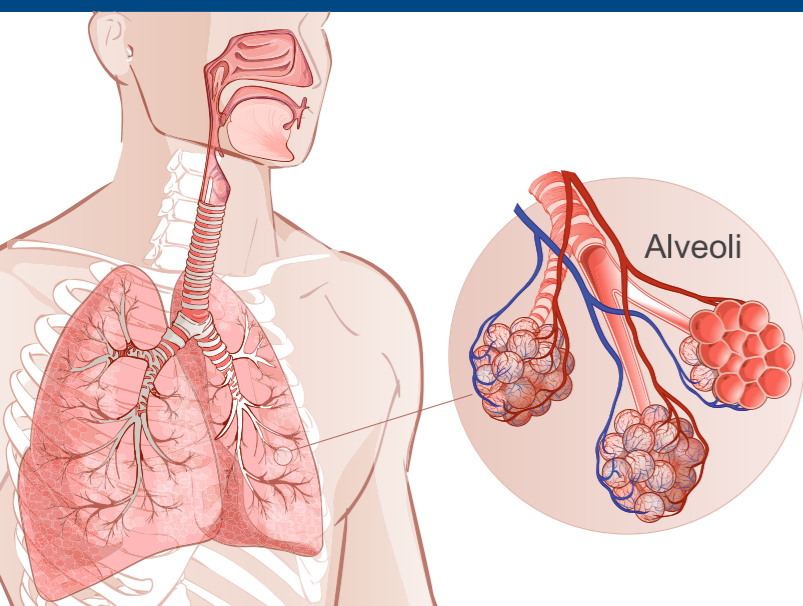
Der **Kehlkopf** (Larynx) verschliesst den unteren Respirationstrakt. Dies ist deshalb wichtig, weil sich im Rachen die Atem- und Speisewege kreuzen. Beim Schluckvorgang hebt sich der Kehlkopf, der Kehldeckel (Epiglottis) legt sich automatisch über den Kehlkopfeingang und verschliesst so den Luftweg. Die **Luft-röhre** (Trachea) ist ein 9–14 cm langer, muskulöser Schlauch, dessen Öffnung durch 16–20 c-förmige Knorpelspangen offengehalten wird. Diese verhindern, dass sich die Luftröhre durch den Unterdruck, der regelmässig bei der Einatmung entsteht, verschliesst. Auf Höhe des 5. Brustwirbels teilt sich die Luftröhre in die beiden **Hauptbronchien**. Diese Gabelstelle nennt sich **Bifurkation**. Die innere Wand der Luftröhre und der Bronchien ist von

einer Schleimhaut mit Flimmerepithel überzogen. Durch den Flimmerschlag werden Fremdpartikel zurück in den Rachen befördert. Das Flimmerepithel ist zum Beispiel bei starken Rauchern oft nachhaltig geschädigt.

Im weiteren Verlauf teilen sich die Bronchien über die Lappenbronchien und die Segmentbronchien immer weiter auf. Durch mehr als zwanzig Teilungsschritte entsteht das weitverzweigte System des **Bronchialbaums**. Dieser enthält etwa 1 Million terminaler Bronchialäste, an denen rund 300 Millionen Lungenbläschen hängen. ▶



Bronchialbaum mit Knorpelspangen



Die kleinsten Einheiten der Lunge: Die Alveolen umringt vom Kapillarnetz

Je kleiner die Bronchien werden, desto dünnwandiger wird ihr Aufbau. Die Knorpelspannen werden immer kleiner und fehlen in den kleinsten Verzweigungen, den **Bronchiolen**, völlig. Die Bronchiolen haben einen Innendurchmesser von weniger als 1 Millimeter und sind mit glatten Muskelfaserzügen versehen, die den Zu- und Abstrom der Luft aktiv regulieren.

Auch die Bronchiolen verzweigen sich ein letztes Mal und gehen in das eigentliche Lungengewebe, die traubenförmig angeordneten **Lungenbläschen** (Alveolen), über.

In den Alveolen sind das Blut und die Luft nur noch durch eine Zellschicht voneinander getrennt. Durch diese **Blut-Luft-Schranke** kann der Sauerstoff rasch ins Kapillarblut diffundieren und das Kohlendioxid auf dem umgekehrten Weg abgeatmet werden. Die Anzahl der Alveolen ist bei der Geburt definitiv festgelegt. Das Wachstum der Lunge vollzieht sich nur durch die Vergrößerung und die weitere Differenzierung der bereits vorhandenen Alveolen. Die Alveolen haben im 1. Lebensjahr eine Grösse von 0,05mm und erreichen im Erwachsenenalter einen Durchmesser von ca. 0,2mm. Diese Vergrößerung verursacht die Abnahme der Atemfrequenz mit zunehmendem Alter.

Die beiden **Lungenflügel** liegen in der Brusthöhle und werden nach aussen von den Rippen und nach unten vom Zwerchfell begrenzt. Nach oben hin ragen sie mit ihren Spitzen geringfügig über die Schlüsselbeine hinaus. Zwischen dem linken und dem rechten Lungenflügel befindet sich in der Mitte des Brusttraums das bindegewebige **Mediastinum**. Darin eingebettet

liegt das Herz. Der Teil der Lunge, der dem Zwerchfell aufliegt, wird als **Lungenbasis** bezeichnet, der obere Teil als **Lungenspitze**. Die Lungenbasis bewegt sich bei der Einatmung um ca. 3–4 cm nach unten und steigt bei der Ausatmung wieder nach oben. Die Hauptbronchien, die versorgenden Blutgefässe sowie die Lymphgefässe und Nerven treten über den jeweiligen **Lungenhilus** (Lungenwurzel) von medial in die Lungen ein.

Die Bronchialarterien bringen sauerstoff- und nährstoffreiches Blut aus der Aorta in die Lunge, wo es ausschliesslich der Ernährung des Lungengewebes dient. Danach transportieren die Bronchialvenen das Blut in die obere Hohlvene und somit zurück zum Herz (**Ernährungskreislauf der Lunge**). Im Gegensatz dazu dienen die Lungenarterie und die Lungenvenen der Deckung des Sauerstoffbedarfs im Körper (**Funktionskreislauf**). Die Lungenarterie transportiert sauerstoffarmes Blut, die Lungenvenen befördern sauerstoffreiches Blut.

Durch die nach links verschobene Position des Herzes ist der linke Lungenflügel kleiner als der rechte. Die linke Lunge wird durch eine schräg verlaufende Spalte in einen oberen und unteren **Lungenlappen** geteilt, während die rechte Lunge in drei Lungenlappen aufgeteilt ist. Die Lungenlappen werden wiederum in kleine **Lungensegmente** unterteilt – rechts zehn und links neun Segmente –, die aber im Gegensatz zu den Lappengrenzen äusserlich nicht sichtbar sind. Die einzelnen Segmente werden separat von einem Segmentbronchus und einem Ast der Lungenarterie versorgt.

Beide Lungenflügel sind von einer hauchdünnen, mit Gefässen versorgten Hülle, dem **Lungenfell** (Pleura visceralis), überzogen. Dieses grenzt nur durch den flüssigkeitsgefüllten **Pleuraspalt** getrennt an das **Rippenfell** (Pleura parietalis), welches die Brustwand, das Zwerchfell und das Mediastinum bedeckt. Die dünne Flüssigkeitsschicht zwischen den Pleurablättern sowie der herrschende Unterdruck bewirken, dass die Lungenoberfläche der Brustkorbbinnenwand anhaftet und alle Brustkorb-bewegungen auf die Lungen übertragen werden.

Das **Zwerchfell** ist eine breite, kuppelartig nach oben gewölbte Muskelplatte. Sie trennt die Brust- und die Bauchhöhle voneinander. Die beiden Lungenflügel liegen dem Zwerchfell auf, das Herz ist über den Herzbeutel fest mit dem Zwerchfell verbunden. Die Muskelfasern des Zwerchfells entspringen dorsal an der Lendenwirbelsäule und ventral am Schwertfortsatz des Brustbeins sowie an den sechs unteren Rippen. Sie verlaufen in eine zentral im Zwerchfell gelegene sehnige Platte, die als Ansatz der Muskeln dient.

Die Atemmechanik

Die Lunge selbst ist elastisch und nicht aktiv beweglich. Sie folgt bei der Atembewegung passiv der Erweiterung und Verengung des Brustkorbs. Eine Brustkorberweiterung bei der Einatmung führt zwangsläufig zu einer Ausdehnung des Lungengewebes. Die **Musculi intercostales externi** (äussere Zwischenrippenmuskeln) kontrahieren und heben den Brustkorb an. Gleichzeitig kontrahiert das Zwerchfell und die Zwerchfellkuppel senkt sich nach unten ab. Das Thoraxvolumen nimmt zu. Bei der Ausatmung kontrahieren die **Musculi intercostalis interni** (äussere Zwischenrippenmuskeln), der Brustkorb senkt sich, das Zwerchfell entspannt sich und die Zwerchfellkuppel wird wieder angehoben. Im Gegensatz zur Einatmung erfolgt die Ausatmung weitgehend passiv, da es bereits durch die Eigenelastizität von Lungengewebe und Brustkorb zu einer Verengung des Brustkorbs kommt.

Die volle Kapazität der Lunge wird nur bei maximaler körperlicher Leistung beansprucht. Bei körperlicher Ruhe ist ein erheblicher Teil der Lungenbläschen nicht belüftet und geringer durchblutet.

Bei verstärkter Atmung, zum Beispiel bei Atemnot, unterstützt die **Atemhilfsmuskulatur** den oben beschriebenen Atemmechanismus. Als «Hilfseinatmer» kommen dabei die Musculi pectoralis major und minor, die Musculi serrati posterior, superior und inferior, die Musculi scaleni, sowie der Musculus sternocleidomastoideus ins Spiel. Damit diese Muskeln zusätzlich den Brustkorb anheben können, ist die typische nach vorne geneigte Oberkörperposition mit abgestützten Armen auf den Oberschenkeln notwendig. Als «Hilfsausatmer» wird die Bauchmuskulatur eingesetzt, welche zusätzlich die Rippen herabziehen und durch die Bauchpresse das Zwerchfell nach oben schieben kann.

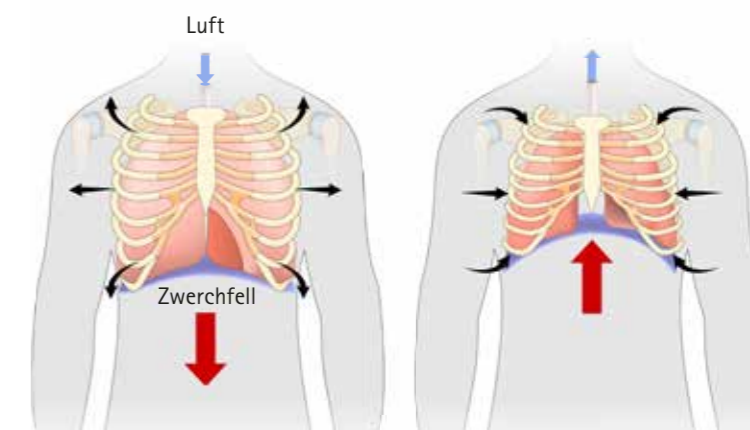
Der Gasaustausch

Der Gasaustausch findet in den Alveolen statt, die netzförmig von aussen mit den Kapillaren des Lungenkreislaufs umspannen sind. Während der sehr kurzen Zeit, in der das Blut die Lungenkapillare passiert, muss es Kohlendioxidmoleküle in die Alveolen abgeben und gleichzeitig Sauerstoffmoleküle aufnehmen. Dieser Vorgang geschieht passiv durch **Diffusion**. Ohne Energieverbrauch wandern die Moleküle durch die Kapillarwand aufgrund eines Konzentrationsgefälles bzw. Partialdruckgefälles. Sauer-

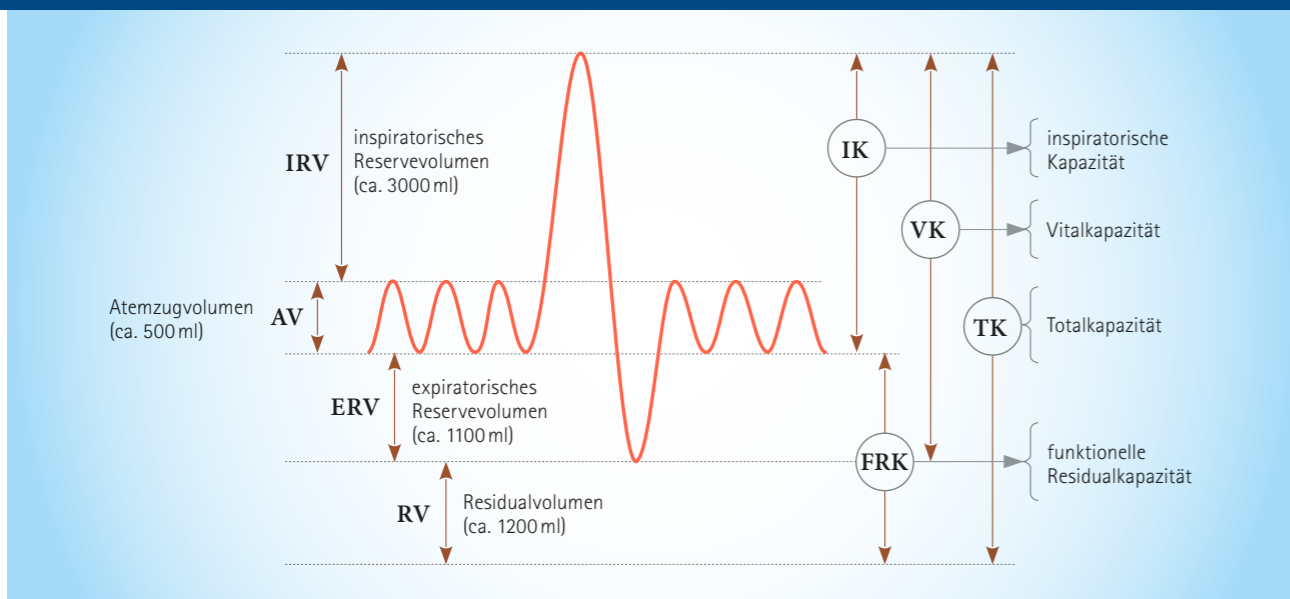
stoff und Kohlendioxid haben infolge ihres prozentualen Anteils in der Einatem- und Ausatemluft einen bestimmten **Partialdruck**. Die Einatemluft enthält ca. 21% Sauerstoff und nur geringe Spuren an Kohlendioxid, die Ausatemluft dagegen ca. 15% Sauerstoff und ca. 4% Kohlendioxid. Der Gasaustausch erfolgt stets vom Ort des höheren zum Ort des niedrigeren Partialdrucks. Die Kapillar- bzw. Alveolarwand als Blut-Luft-Schranke stellt kein nennenswertes Hindernis dar, ausser wenn die Diffusionsstrecke «verlängert» ist, zum Beispiel durch Sekrete, die bei Entzündungen abgesondert werden. Die **Diffusionskapazität** der Lunge für den Sauerstoff hängt von der gesamten Austauschfläche, der oben genannten Diffusionsstrecke und vor allem von der Kontaktzeit des Blutes mit der Luft ab. In Ruhe beträgt die Diffusionskapazität 20–50 ml/min. Unter körperlicher Belastung steigt diese stark an. Eine $VO_2\text{max}$ (maximale Sauerstoffaufnahme) von 4 Litern entspricht einer Diffusionskapazität von ca. 60 ml/min, eine von 6 Litern bereits 100 ml/min. Auch mit zunehmendem Alter stellt die Diffusionskapazität aufgrund der riesigen alveolären Gesamtoberfläche keine leistungslimitierende Grösse dar.

Der ins Blut diffundierte Sauerstoff lagert sich an das Hämoglobin der Erythrozyten (rote Blutkörperchen) an. Steht wenig freies Hämoglobin zur Verfügung – weil es beispielsweise durch das eingeatmete Kohlenmonoxid beim Rauchen belegt ist – treten Leistungsschwäche, Müdigkeit und Kurzatmigkeit auf. ▶

Ein- und Ausatmung



Bewegung des Zwerchfells und des Brustkorbs bei der Ein- und Ausatmung



Die Differenzierung der Lungen- und Atemvolumina

Lungen- und Atemvolumina

Bei jedem Atemzug treten ca. 500 ml Luft in den Respirationstrakt ein (**Atemzugvolumen**). Davon gelangen aber nur ca. 75% in die Alveolen. Der Rest verbleibt in den dickwandigen Atemwegen von Luftröhre und Bronchien (**Atemtotraum**) und kann nicht am Gasaustausch teilnehmen. Bei 14–16 Atemzügen pro Minute atmet ein Erwachsener etwa 7,5 l Luft pro Minute ein und aus (**Atemminutenvolumen**).

Durch verstärkte Einatmung können noch weitere 2–3 l Luft zusätzlich eingeatmet werden (**inspiratorisches Reservevolumen**); eine verstärkte Ausatmung ermöglicht, dass etwa 1 l Luft zusätzlich ausgeatmet werden kann (**expiratorisches Reservevolumen**). Das Atemzugvolumen sowie die inspiratorische und expiratorische Reservevolumina ergeben zusammen die **Vitalkapazität**, also die maximal ein- und ausatembare Luftmenge der Lunge. Auch nach maximaler Ausatmung verbleibt immer eine Restluft in der Lunge, die als **Residualvolumen** bezeichnet wird. Vitalkapazität und Residualvolumen ergeben die **Totalkapazität** der Lunge. Die einzelnen Volumina sind in ihrer Grösse u. a. abhängig von Alter und Trainingszustand der betreffenden Person. Vor allem die Vitalkapazität nimmt mit zunehmendem Lebensalter ab und beträgt mit 60 Jahren nur noch etwa die Hälfte der Kapazität in der Jugendzeit. Als Ursachen gelten eine zunehmende Versteifung des Brustkorbes und eine Abnahme der Lungenelastizität.

Steuerung der Atmung

Die rhythmisch verlaufende Atemtätigkeit wird über einen Taktgeber im Zentralnervensystem ermöglicht. Dieses Atemzentrum liegt im verlängerten Rückenmark. Es steuert die gesamte Atemmuskulatur, indem es Impulse aussendet, die über periphere Nerven die Atem- und Atemhilfsmuskeln zur Kontraktion veranlassen. Die Rückkopplung in diesem Regelkreis erfolgt zum einen über Dehnungsrezeptoren und zum anderen über Chemorezeptoren.

Die **Dehnungsrezeptoren** sitzen sowohl in den Alveolen als auch in Form von Muskelspindeln in den Zwischenrippenmuskeln. Sie melden die Dehnung bzw. Verkleinerung an das Atemzentrum, das die entsprechende Gegenbewegung auslöst.

Parallel zu dieser mechanischen Kontrolle verläuft die Kontrolle der Blutgase über **Chemorezeptoren**, welche als kleine Messfühler im peripheren Nervennetz des Parasympathikus eingebaut sind (zum Beispiel an der Teilungsstelle der Halsschlagadern oder zwischen Lungenarterie und Aortenbogen). Messen diese Fühler einen **erniedrigten pH-Wert**, einen **erhöhten CO₂-Wert** oder eine **verminderte O₂-Sättigung**, wird die Atemtätigkeit gesteigert, um vermehrt Sauerstoff aufzunehmen, Kohlendioxid abzuatmen und damit den pH-Wert wieder anzuheben.

Bei körperlicher Belastung schalten sich weitere Areale der grossen Hirnrinde ein, die für die Steuerung von Bewegung zuständig sind. Sie bereiten das Atemzentrum auf den zu erwartenden höheren Sauerstoffbedarf vor. Die mechanische und chemi-

sche Regulation wird jetzt noch durch eine **nervale Regulation** erweitert. Atemzugvolumen, Atemfrequenz sowie Herzfrequenz und Herzschlagvolumen steigen an. So kann zum Beispiel das Atemminutenvolumen von 4 l Luft in Ruhe auf bis zu 50 l Luft bei höchster körperlicher Belastung gesteigert werden.

Beschwerdebilder des Respirationstrakts

Die Krankheitsbilder der Atemwege sind sehr vielfältig. Akute Infektionen, die in den meisten Fällen von durch Viren hervorgerufene Krankheitsbilder verursacht werden, sind nicht Gegenstand dieses Artikels. Klar sollte sein, dass Personen, welche Leitsymptome wie Husten, Schnupfen, Halsschmerzen oder sogar Fieber haben, auf keinen Fall in diesen akuten Zuständen trainieren dürfen. Nicht nur um zu vermeiden, dass sie andere Personen anstecken, sondern natürlich auch, um selbst keine Komplikationen der Erkrankung zu riskieren.

Ausreichende Kenntnis über **chronische Beschwerden** sind für die Gesundheitsexperten unserer Branche wichtig, da dieses Wissen hilft, das Ausdauertraining der Betroffenen richtig zu dosieren.

Chronische Bronchitis

Bei der chronischen Bronchitis handelt es sich um eine **anhaltende Entzündung** der Bronchien mit chronischem Husten und Auswurf. Es ist die häufigste chronische Lungenerkrankung und betrifft etwa 10–15% der über Vierzigjährigen. 90% der Betroffenen sind Raucher. Bereits bei mässiger Belastung entstehen Atemnot, ein Engegefühl in der Brust und häufiger nächtlicher Husten mit Auswurf.

Bei konsequentem Rauchverzicht ist die chronische Bronchitis heilbar. Wird weiter geraucht, gehen ca. 20% der Fälle in eine COPD über. Ebenso steigt das Lungenkrebsrisiko markant an.

COPD (chronic obstructive pulmonary disease)

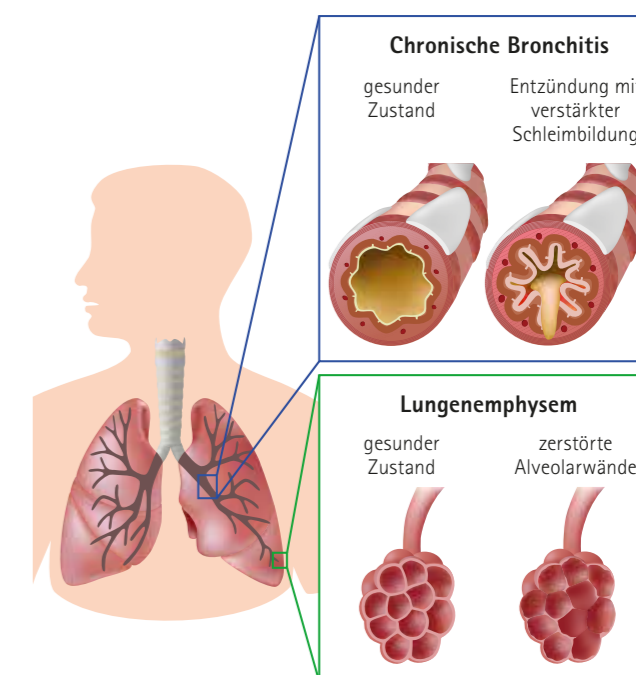
COPD ist ein unheilbares Krankheitsbild, welches sich oft aus einer chronischen Bronchitis entwickelt. Neben einer anhaltenden Verengung der Bronchien (Obstruktion) sind Teile des Bronchialbaums **degenerativ zerstört**. Es besteht Atemnot als Dauerzustand, das heisst auch in Ruhe. COPD ist ein über Jahre und Jahrzehnte fortschreitender komplexer Krankheitsprozess, der schliesslich zum Lungenemphysem führt. Im Fitnesstraining werden sicherlich nur Betroffene sein, die sich im Anfangsstadium dieser Erkrankung befinden.

Lungenemphysem

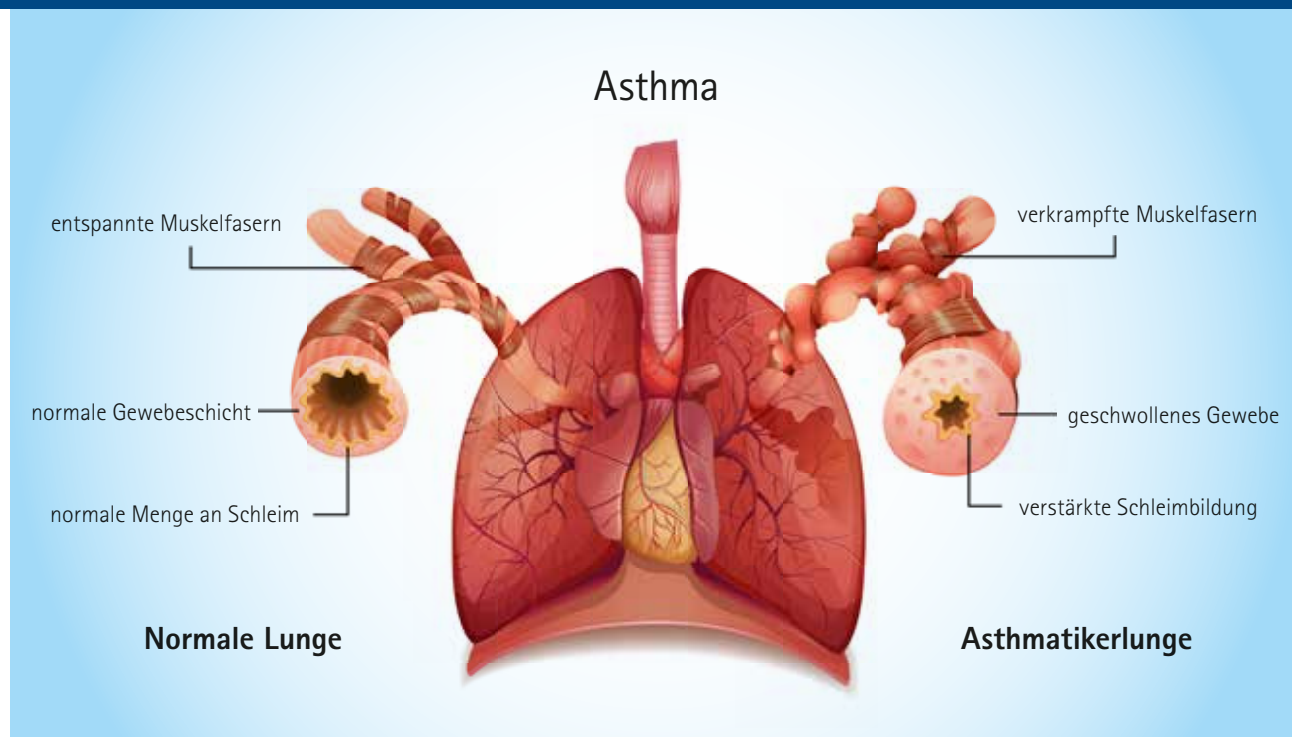
Durch die anhaltende Verengung der Atemwege bleibt beim Ausatmen vermehrt Luft in der Lunge zurück (erhöhtes Residualvolumen). Diese Überblähung des Lungengewebes führt im Laufe der Erkrankung dazu, dass immer mehr Alveolen und kleinste Bronchien zugrunde gehen und durch **funktionslose Emphysemblasen** ersetzt werden. Die Gasaustauschfläche vermindert sich massiv. Durch die Überblähung wird das Zwerchfell tiefer in Richtung Bauchraum gedrückt, das Brustbein und die Rippen wölben sich nach aussen, wodurch der so genannte Faszthorax entsteht. Der gesamte Brustkorb versteift sich, was die Einatmung ebenfalls erschwert.

Es ist leicht zu erkennen, dass die beschriebenen drei Krankheitsbilder fliegend ineinander übergehen können und die Hauptursache das Rauchen ist. Als Gesundheitsexperten sollten wir dieses Thema in unseren Beratungen zum gesunden Lebensstil ansprechen und Aufklärung betreiben.

Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD)



Chronische Bronchitis kann zu einem Lungenemphysem führen.



Vergleich: Gesunde Lunge und Lunge mit Asthma bronchiale

Asthma bronchiale

Asthma ist eine entzündliche Erkrankung der Atemwege, welche mit einer **Überempfindlichkeit** der Bronchien einhergeht. Dies führt über eine Verengung der Bronchien zu einer anfallsweise auftretenden Atemnot. Die Konfrontation der Bronchien mit dem auslösenden Reiz bewirkt ein Anschwellen der Bronchialschleimhaut, die zähen Schleim absondert, der nur schwer abtransportiert wird. Gleichzeitig verkrampft sich die Muskulatur der Bronchien, sodass die eingeatmete Luft nicht mehr ungehindert ausgeatmet werden kann. Die Einatmung ist auch behindert, aber ein viel grösseres Problem stellt die nicht funktionierende Ausatmung dar. Die verbrauchte Luft staut sich in der Lunge und die Sauerstoffzufuhr reicht nicht mehr aus.

Es werden zwei Hauptgruppen des Asthmas unterschieden:

Das **exogen-allergische Asthma** ist eine Fehlsteuerung des Immunsystems. Der Körper löst Abwehrreaktionen gegen eigentlich harmlose Substanzen der Umwelt aus (Blütenpollen, Tierhaare, Nahrungsmittel usw.).

Beim **nicht-allergische Asthma** lösen eine Reihe von nicht allergischen Faktoren wie zum Beispiel körperliche Anstrengung, Kälte oder Stress einen Asthmaanfall aus.

Faktisch liegt aber bei den meisten Betroffenen eine Mischform vor und es gibt noch weitere Sonderformen. Auch das häufig bekannte **Anstrengungsasthma** kann eine Mischung aus exogen-allergischem und nicht allergischem Asthma sein. Bei der Gesundheitsbefragung ist es also sinnvoll, genauer nachzufragen!

Diverse Studien belegen, dass die Reizschwelle für die Auslösung eines Asthmaanfalls durch ein moderates Ausdauertraining ansteigt. Hohe Intensitäten und hohe Kraftanstrengungen, die vermehrte Pressatmung erfordern, sind eher kontraindiziert. Das Erlernen einer gleichmässigen und «entspannten» Atmung unter körperlicher Anstrengung ist dabei wichtig. Doch dazu mehr auf den folgenden Seiten. ◀

Umsetzung in die Praxis: Anpassung des Atmungssystems durch Ausdauertraining



Der Schlüssel zu mehr Leistung ist die Atemökonomie – auch bei Beschwerdebildern des Respirationstrakts

Nachdem die Anatomie der Lunge und ihre mechanisch-physiologische Funktionsweise auf den vorhergehenden Seiten besprochen wurde, sollen die folgenden Ausführungen darlegen, welche Anpassungen das Atmungssystem durch regelmässiges Ausdauertraining erfährt und eventuelle Kontraindikationen bei Beschwerden des Respirationstrakts aufzeigen.

Von André Tummer

Ich kann mich noch gut an die ersten Jahre meiner Trainertätigkeit Anfang der 90er-Jahre in Deutschland erinnern. Die Inhaberin des Centers sass damals – ziemlich unmotiviert, dafür sonnenbankgebräunt – tagein tagaus an der Rezeption und rauchte eine Zigarette nach der anderen – zusammen mit der damals dort angestellten Cheftrainerin! Wie viele Menschen auch heute noch rauchen, wird mir immer erst bewusst, wenn ich mich ausserhalb der Fitnesswelt bewege. Die Folgen sind fatal, das weiss jeder, und deshalb erachte ich es für uns als Gesundheitsexperten als unsere Pflicht, dieses Thema bei der Beratung für einen gesunden Lebensstil anzusprechen.

Durch regelmässig durchgeführtes Ausdauertraining kommt es zu funktionellen und zum Teil auch morphologischen Veränderungen des Atmungssystems. Eine trainierte Person stellt sich bei Belastungsbeginn nicht nur quantitativ schneller auf die Körperarbeit ein, sondern steigert das **Atemminutenvolumen** auch qualitativ mehr über eine Zunahme des Atemzugvolumens als über die Erhöhung der Atemfrequenz. Dadurch reduziert sich zum einen die Totraumventilation zugunsten der alveolären Ventilation und zum anderen verbraucht eine geringere Atemfrequenz weniger Energie bei gleicher Leistung.

Das Atemminutenvolumen und das **Atemäquivalent** verringern sich bei mittlerer und submaximaler Belastungsintensität signifikant. Das Atemäquivalent gibt an, wie viele Liter Luft eingeatmet werden müssen, um einen Liter Sauerstoff zu erhalten. Es ist deshalb ein guter Indikator für die Atemökonomie. **Eine untrainierte Person muss also deutlich mehr Liter Luft einatmen, um einen Liter Sauerstoff zu gewinnen.**

Nach Beendigung der körperlichen Belastung kommt es beim Ausdauertrainierten zu einer schnelleren Normalisierung der Atmung im Hinblick auf das Erreichen des Ruheausgangswertes.

Des Weiteren bewirkt Ausdauertraining eine **Hypertrophie** und eine erhöhte **Ermüdungsresistenz** der Atemmuskulatur, vor allem der Musculi intercostalis externi und des Zwerchfells. Da die Durchblutung der Atemmuskulatur bei maximaler Ausdauerbelastung in **Konkurrenz zur Arbeitsmuskulatur** stehen kann, ist es wichtig, dass die Atemmuskulatur so ökonomisch wie möglich arbeitet, damit sie die Leistungsfähigkeit der peripheren Arbeitsmuskeln nicht beeinträchtigt.

Es lässt sich also festhalten, dass der Trainierte durch seine verbesserte Umstellungsfähigkeit auf Belastung, seine ökonomischere Atmung und seine grösseren Atemreserven zu einer insgesamt höheren Leistung des Atmungssystems fähig ist und da-

durch Engpässen in der Sauerstoffversorgung in wesentlich wirksamerer Weise begegnen kann.

Pressatmung differenziert betrachten

Bei der Pressatmung wird die Luft gegen die verschlossene Stimmritze gedrückt. Dies kann willkürlich oder auch unwillkürlich geschehen, beispielsweise beim Heben schwerer Gewichte. Beim kreislaufgesunden und trainierten Sportler spielt die Pressatmung in der Regel keine negative Rolle. Für die Entwicklung von maximalen Kräften ist sie sogar erforderlich, da die Kraft der Muskelkontraktion beim Pressen noch höher ist als während der Ausatmung.

Für den Freizeitsportler sowie vor allem für koronargefährdete Personen ist die Pressatmung jedoch kontraindiziert. Bei der Pressatmung kommt es zu einem Abfall des Herzminutenvolumens von bis zu 55%. Das stark reduzierte Schlagvolumen führt, wenn auch kurzfristig, zu einer zerebralen Mangel durchblutung. Gleichzeitig reduziert sich auch die Koronardurchblutung um etwa 45%. Der Blutdruckanstieg während der Pressatmung liegt erheblich über dem Gefässdruck, der während dynamischer Muskularbeit vorherrscht; deshalb sollten gerade Bluthochdruckpatienten diese hohen Belastungsspitzen vermeiden.

Asthmatiker

Im Gegensatz zu Personen mit COPD oder ähnlichen degenerativen Veränderungen sind wohl Asthmatiker häufiger im Fitnesscenter anzutreffen. Vor allem Pollenallergiker sollten ihr Training während der Hauptbelastungszeit gar nicht draussen durchführen. Ein Pluspunkt für das Indoortraining!

Der Auslöser von Belastungsasthma ist allerdings der erhöhte Luftstrom. Deshalb ist diese Erkrankung nicht heilbar, aber kontrollierbar.

Ein guter Trainingszustand **verschiebt die Auslöschwelle** für Anstrengungsasthma. Es fördert die Selbsteinschätzung, also den Umgang mit körperlicher Anstrengung. Während untrainierte Menschen schon nach dem Treppensteigen einen Asthmaanfall zu befürchten haben, stellt dies für einen trainierten Asthmatiker in der Regel kein Problem dar.

Schwierig wird es jedoch, wenn die anaerobe Schwelle (höchstmögliche Belastungsintensität) überschritten wird oder abrupte Wechsel zwischen Belastung und Entlastung die Asthmatikerin überfordern. Deshalb ist es sehr empfehlenswert, ►



Achten Sie darauf, dass Asthmatiker in Ihrem Center stets ihr «Notfallspray» dabei haben!

durch submaximale Ausdauer Tests auf dem Radergometer – zum Beispiel Astrand mit Abbruchkriterium bei 85% der maximalen Herzfrequenz oder einem alters- und leistungsangepassten PWC-Test – die Trainingsintensität zu bestimmen und über die Herzfrequenz zu kontrollieren.

Noch besser wäre eine submaximale Spiroergometrie (Verfahren zur Überprüfung der Belastbarkeit der Lunge und des Herzkreislaufsystems), denn dabei lassen sich auch das **Atemminutenvolumen** und die **Atemtiefe** unter ansteigender Belastung bestimmen. Die Konzentration auf eine entspannte, gleichmässige und tiefe Atmung während der Belastung ist für die Betroffenen sehr wichtig, um sich langsam auch an höhere, aber immer noch unterhalb der anaeroben Schwelle anzusiedelnde Belastungen zu gewöhnen. Die bisherigen Empfehlungen bezüglich der Trainingsintensität bei Asthma liegen stets im niedrigintensiven GA-1- bis maximal GA-2-Bereich bei besserem Trainingszustand. (GA = Grundlagenausdauer)

Die Auswirkungen von intensivem Intervalltraining auf Asthma sind bisher wenig untersucht. Einige Studien mit gesunden (!) Jugendlichen weisen darauf hin, dass die Entwicklung von Belastungsasthma durch Intervalltraining reduziert werden kann.

Carley O'Neill von der Universität Ontario untersuchte die Wirkung von H.I.I.T.-Training bei 20 Asthmatikern mit milden und mittelschweren Verläufen und konnte bei 35% der Teilnehmenden positive Effekte der Asthmakontrolle feststellen.

Die Datenlage ist derzeit allerdings noch nicht ausreichend, um allgemein gültige Aussagen über Intervalltraining mit Asthmatikern zu machen, zumal die Untersuchungen unter ärztlicher Aufsicht durchgeführt wurden. **Im Fitnesstraining ist daher weiterhin von Intervalltraining bei Asthma abzuraten.**

In jedem Fall sollte ein Asthmatiker sein «Notfallspray», das bronchienerweiternde Substanzen enthält, stets bei sich tragen, um einem Asthmaanfall infolge körperlicher Belastung vorzubeugen. ◀

Literatur

- De Marées, H.: **Sportphysiologie**. Tropon Verlag, 3. Auflage 1981.
- Dogra, S., O'Neill, C.: **Low volume high intensity interval training leads to improved asthma control in adults**. JSPM 03 May 2020.
- Hollmann, W., Hettinger, Th.: **Sportmedizin**. Schattauer Verlag, 3. Auflage 1990.
- Schäffler A. (Hrsg.): **Gesundheit heute**. Trias Verlag Stuttgart 2014.
- Stegemann, J.: **Leistungsphysiologie**. Thieme Verlag Stuttgart, 3. Auflage 1984.
- Weineck, J.: **Sportbiologie**. Spitta Verlag & Co. KG. 9. Auflage 2004.