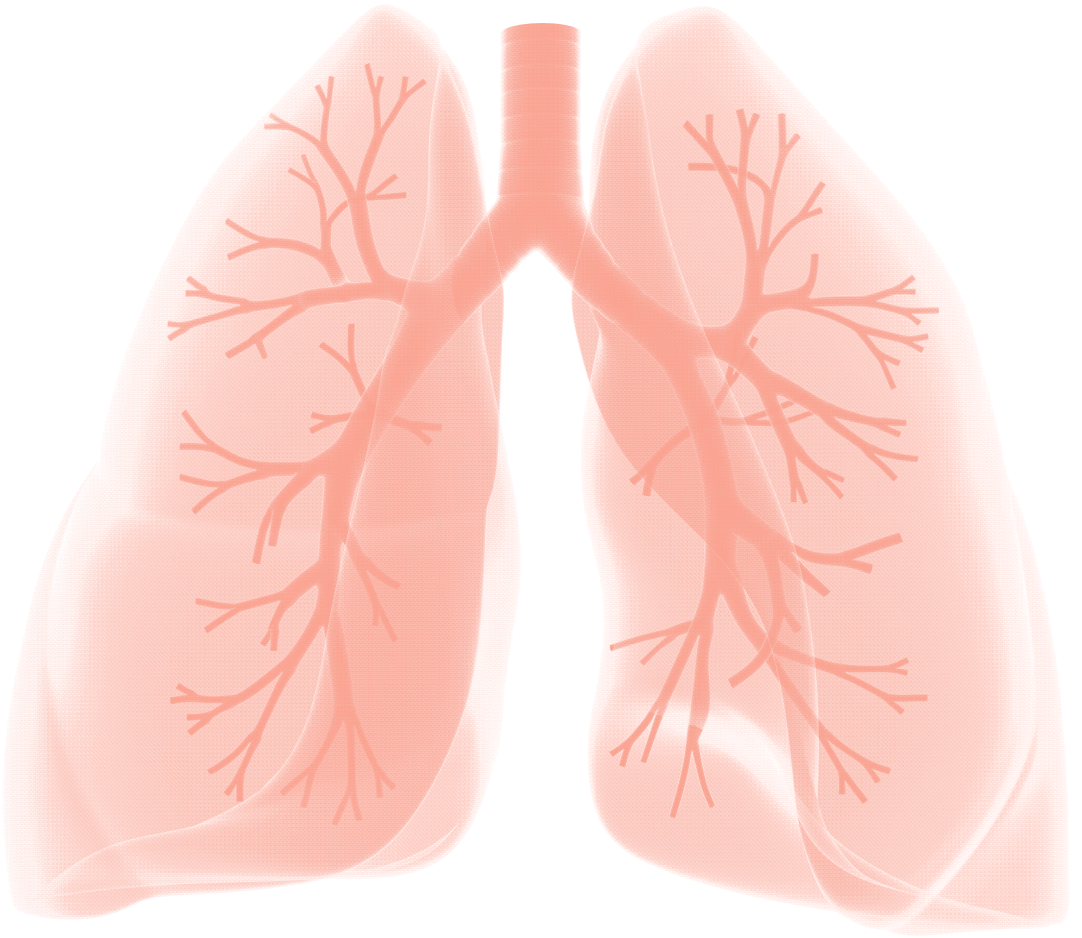




Basiswissen zu Lunge und Atmung

Kommen Sie mit auf eine Entdeckungstour in die heiligen Hallen der Lunge. Ich verspreche Ihnen, dass es spannend wird und Sie viele Aha-Momente erleben werden.

Die Lunge ist der Coach des Körpers

Einfach ausgedrückt nimmt die Lunge Sauerstoff auf und gibt Kohlendioxid ab. Tatsächlich sind die Aufgaben der Lunge aber viel komplexer.

Unsere Lunge ist nicht nur ein Atmungsorgan, sondern sie interagiert mit dem gesamten Organismus. Um diese spannenden Zusammenhänge geht es im ersten Kapitel. Die Lunge steht wie ein Trainer im Zentrum eines Teams. Beim aktiven Spiel nimmt man ihn (respektive sie) bestenfalls als Figur am Spielfeldrand wahr - aber seine (respektive ihre) Rolle ist zentral!

Was gehört zu unserem Atmungsorgan?

Über sieben Brücken muss jeder Atemzug gehen, hinein wie hinaus. Die einzelnen Stationen werden in diesem Kapitel kurz im Hinblick auf Lage und Funktion beschrieben, sodass die Umwandlung bei der Einatmung von Luft zu Leben und Energie nachvollziehbar ist. Bei der Ausatmung hingegen wird die Umwandlung von Materie (z. B. Nahrungsverdauung) zu Luft beendet – ein fast schon philosophischer Ansatz. Zunächst aber zu den sieben Brücken:

1. Die Nase

Beginnen wir gleich da, wo es ganz spannend wird: bei der Nase. Im Gegensatz zu Reptilien, Fischen oder Vögeln haben Säugetiere eine vorstehende und bewegliche Nase, die mit besonderen Nerven versorgt ist. Die Beweglichkeit der Nase lässt uns besser schnuppern, Gefahren wittern und sie lässt uns besser kommunizieren. Wir können die Nase rümpfen, die Nasenlöcher aufstellen, wir können über Mimik unsere Stimmung mitteilen und wir können über sie die Stimmung unseres Gegenübers besser deuten. Es gibt Situationen, in denen wir »die Nase voll haben« – eine flexible Nase macht aus uns einen großen Anteil des Menschen, den wir im Spiegel sehen.

Funktionell ist die Nase ein Großfilter. Starre Nasenhaare und kleinste Flimmerhärchen sorgen dafür, dass unsere Luft und unsere Nase gereinigt werden. Über die Nasenmuscheln wird die Luft angewärmt. Die Nase ist durch den Geruchssinn ein Wächter vor Gefahren, sie lenkt uns von Gefahren weg

und zieht uns zu Attraktionen hin. »Immer der Nase nach!« ist eine typische Formulierung, die der Tatsache, dass uns die Nase lenkt, Ausdruck verleiht.

Unsere Nasenschleimhaut ist in der Lage, einen Stoff zu produzieren, der unseren gesamten Organismus binnen Sekunden beeinflusst: Stickstoffmonoxid (Seite 60).

2. Rachen

Als Nächstes kämen wir zum Rachen. »Im Rachen geht's zu wie am Stachus!« – wäre das passende Münchner Sprichwort. Der Rachen ist ein Umschlagplatz und eine Wegkreuzung ohne Vergleich. Von oben (Nase) kommend trifft die Atemluft ein, von unten kommend (Mund) die Nahrung. Im Rachen, der an sich nur ca. 12–15 cm lang ist, kreuzen sich diese beiden Hauptverkehrsrouten und zusätzlich ändert sich deren Richtung um 90 Grad. Was gerade noch parallel zur Schädelbasis eingesogen wurde, kehrt sich nun vertikal von selbiger ab und verschwindet in der Speise- oder Luftröhre. Anders ausgedrückt: Was oben war, ist jetzt vorne, was unten war, ist jetzt hinten. In etwa auf Höhe der Hauptkreuzung trifft ferner noch die Querverbindung zum Gehör ein, hier findet über Tuben auf beiden Seiten der Druckausgleich unserer Trommelfelle statt. Die ganze Rachen-Turbulenz geht vorbei an der Rachen- und Zungenmandel und an den Seitensträngen unseres Immunsystems (das sind die Lymphbahnen der seitlichen Rachenwand). Im Mundraum gibt es außerdem noch die beiden Gaumenmandeln, die man bei weitgeöffnetem Mund sehen kann. Alle Teilnehmer sind wie ein Ring im Rachen angeordnet und dienen der Ein- und Ausfuhrkontrolle. Die Immunabwehr ist hier bereits in Topform (Seite 59).

Und: Der Mensch braucht den Rachen und die Nasenhöhle als Resonanzraum. Dieser Raum macht die Stimme eines Menschen aus. Bei verstopfter Nase oder Halsschmerzen verändern sich dieser Resonanzraum und damit auch die individuelle Stimme.

3. Der Bereich der Kehle

Der Bereich Kehlkopf, Kehldeckel und Stimmbänder ist der erste Abschnitt, der mittels Knorpelspangen ein stabiles und festes Röhrensystem darstellt. Der Kehldeckel steht mit der Zunge in anatomischer Verbindung. Wann immer ein Schluck getätigt wird, verschließt der Kehldeckel den oberen Eingang des Röhrensystems – Nahrung gelangt durch diesen Mechanismus bis auf wenige Ausnahmen (Verschlucken) in den »richtigen Hals«, nämlich in die Speiseröhre. Verschiedene Reflexe schützen uns gegen das Einatmen von Erbrochenem. Wenn sich Salzsäure vom Magen kommend der Kehlkopf-Loge nähert, so kommt es reflektorisch zu einem Hustenanfall (Seite 92).

Im Kehlkopf sind zudem die Stimmbänder beheimatet. Sie befinden sich in der Luftröhre gleich unterhalb des schützenden Kehldeckels. Sie haben einen gemeinsamen Fixpunkt an einer Seite der Luftröhre (vorne) und zwei etwas weiter auseinander befindliche Fixpunkte auf der anderen Seite der Luftröhre (hinten). Die beiden Bänder erinnern an einen leicht geöffneten Vorhang – durch Kehlkopfmuskelarbeit kann der Vorhang geöffnet oder geschlossen werden, die Stimmbänder können gestrafft oder gelockert werden (ähnlich wie Gitarrensaiten). Wenn beim Atmen die Luft an den Stimmlippen vorbeiströmt, versetzt sie diese in Schwingung, sodass wir Laute produzieren, zum Beispiel beim Singen,

Sprechen oder Genießen. Bei der Ruheatmung entstehen keine Laute; beim Pressen wird durch den Schluss der Stimmbänder der Druck im Körper erhöht, dieser Vorgang macht das zeitgleiche Sprechen unmöglich.

Ohne Stimme ist der Mensch eingeschränkt: Das Telefonieren ist zu einer elementaren Kommunikationsart geworden. Über die Stimme können Menschen in Kontakt mit Mitmenschen treten, sie können sich einander unmittelbar mitteilen und werden so vom Gegenüber besser verstanden.

Die Loge »Kehlkopf« sollte Menschen heilig sein – der denkende Mensch kann über diese Loge seine Gedanken vor anderen entfalten wie eine Picknickdecke.

4. Luftröhre

Die Luftröhre (Trachea) wird an vielen Stellen mit einem Baumstamm verglichen. Wenn man sich die Lunge (auch Bronchialbaum genannt) wie einen auf dem Kopf stehenden Baum vorstellt, dessen Krone in zwei Hauptteile untergliedert ist, dann würde man die Luftröhre als Baumstamm bezeichnen. Der Lungen-Baum, der mit seinem Stamm kopfüber am Kehlkopf beginnt, teilt sich in zwei Lungenflügel. Der rechte besteht aus drei, der linke aus zwei Lungenlappen – aber das ist fortgeschrittenes Wissen, das Sie bei Bedarf auch an anderer Stelle nachlesen können. Wichtig ist nur: Von der Luftröhre kommend werden die Verzweigungen und Verästelungen immer kleiner, ganz wie in einer Baumkrone. Statt der Rinde sind es die Knorpelspannen, die das Röhrensystem offenhalten. Statt der Leitungsbahnen eines Baumes sind es die Blutgefäße der Lunge, die das Röhrensystem begleiten.

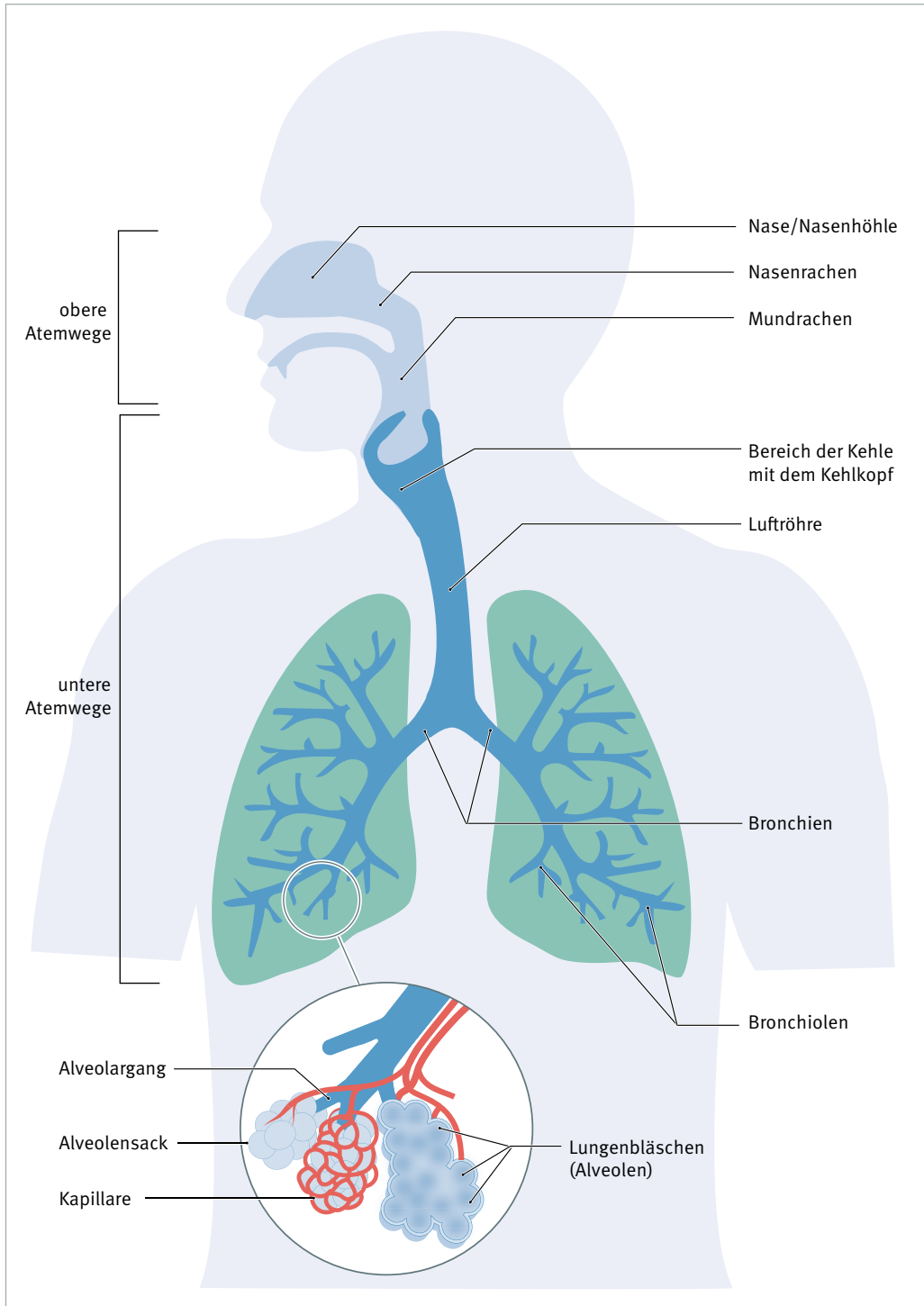
5. Bronchien

Ausgehend von der Luftröhre gelangt die Atemluft als Nächstes in die Bronchien (kleinere Luftröhren, die von der Trachea abgehen). Genauer in die beiden Hauptbronchien rechts und links, die sich jeweils innerhalb der drei (rechts) bzw. zwei (links) Lungenlappen zu Segmentbronchien weiter verzweigen. Ihnen gemein ist, dass sie mit zunehmender Verzweigung immer kleiner werden und dass sie funktionell zum Totraum der Atmung (Seite 27) gehören. Ihre alleinige Aufgabe ist es, die Luft an die Endstelle der jeweiligen Röhre zu transportieren. Weiterhin wird ihre Röhrenöffnung durch einen kleinen Knorpel stabil und offen gehalten. Und sie haben ein System, um das Röhrensystem sauber zu halten.

6. Bronchiolen

Sobald die Verzweigung einen geringeren Durchmesser als 1 mm hat, spricht man von Bronchiolen (noch kleinere Luftröhren). Sie entsprechen etwa der Größe von Dillspitzen. Ihre Wand ist dünn und labil, sie haben – im Gegensatz zum bisherigen Luftröhrensystem – keinen Ringknorpel mehr, weshalb ihr Lumen in sich zusammenfallen kann. Ihre Länge misst 1–3,5 mm und die Breite beträgt ca. 0,4 mm. Zum Teil gehen Lungenbläschen von der Wand ab. Etwa mit einer Ministecknadel wäre das Röhrensystem jetzt zu vergleichen. An deren Ende sitzen als Auftreibung statt einem Stecknadelkopf Miniatur-Weintrauben-Reben (Alveolen). Zu denen mehr im 7. Schritt, vorher aber noch eine Besonderheit des Röhrensystems bis hierher:

➤ Die Lunge ist ein Organ ohne Inhalt, aber mit lebenswichtiger Aufgabe.



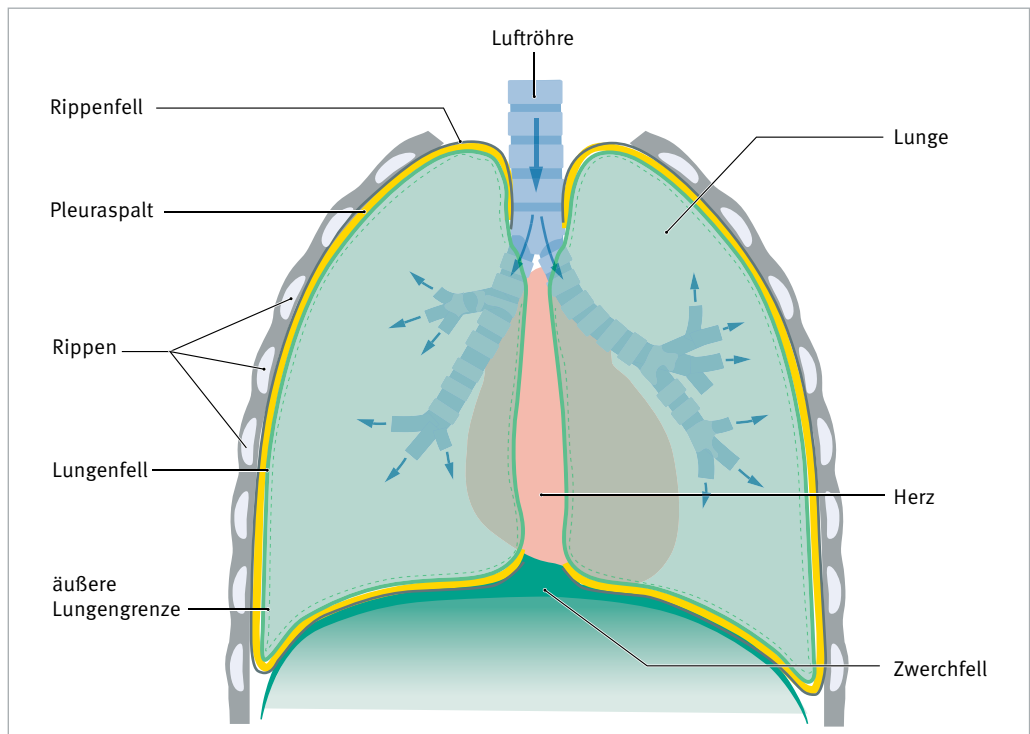
Alle Stationen bis hier sind mit einer Schleimhaut überzogen, die einen Miniatur-Rasen trägt. Von der Nase über den Rachen und den Kehldeckel hinab in die Luftröhre und bis zur Kleinst-Röhre, der Bronchiole, gibt es eine Schleimhaut, deren Oberfläche aussieht wie ein dichter Rasen, der von einem Orkan gerade in eine Richtung gebürstet wird. Die Richtung ist beschildert mit »Strada del Sole« – will heißen: in Richtung Sonne! Die kleinen Flimmerhärchen sind die schwingenden Schutzhärchen des Miniatur-Rasens, sie schlagen bei einem gesunden Nichtraucher 15-mal pro Sekunde, und zwar in Richtung Mundöffnung. Sollte ein Staubkorn bis an diesen Punkt des Bronchialbaums vorgedrungen sein, so wird es mit einer Geschwindigkeit von ca. 1 cm/

Minute wieder Richtung Sonne, Richtung Ausgang transportiert. Dass das System bis hierher trotz Reinigungsleistung immer noch Totraum (Seite 27) heißt, da es nicht am Gasaustausch teilnimmt, ist unfair.

7. Lungenbläschen

Als Endstation hat jede Miniatur-Stecknadel (Bronchiole) statt einem Stecknadelkopf zig Miniatur-Weintrauben-Reben, das sind die sogenannten Lungenbläschen (Alveolen), an ihnen findet der Gasaustausch statt. Die Lungenbläschen werden von extrem dünnen Häutchen gebildet, an deren Außenseite die Kapillarblutgefäße der Lunge anliegen. Diesen Lungenabschnitt nennt man die Gasaustauschfläche, sie wird nicht mehr als

♥ Bei der normalen Einatmung erzeugt das Zwerchfell durch eine Abwärtsbewegung in Richtung Bauchhöhle eine Sogwirkung. Durch Mund und Nase strömt dabei Luft in die Lunge.



Totraum bezeichnet ... und im Gegenzug für die Gasaustauschfläche müssen die Lungenbläschen auf den Miniatur-Rasen verzichten. Raucher sollten sich diesen Zusammenhang bildlich im Internet ansehen – genau an der Stelle, an der wir letztlich atmen (Gas austauschen), hat die Schleimhaut kein schützendes Flimmerepithel. Rauch kann hier ungehindert seine schädliche Wirkung hinterlassen. Was einmal in der Alveole angekommen ist, bleibt dort für – im Zweifel – immer, denn es gibt dort eben keine Reinigungsschleimhaut (Flimmerhärchen). Der gleiche Mechanismus erklärt, warum einmal eingeatmete Asbestfasern den Körper nicht mehr verlassen. Sie verbleiben in den Lungenbläschen und können dort nach Jahren Lungenkrebs auslösen.

Wie kommt die Luft in die Lunge und wieder hinaus?

Die mechanische Tätigkeit der Lunge (Luftverschiebung) unterliegt den physikalischen Gesetzen. Man kann sich den Brustkorb und die Lunge wie zwei übereinanderliegende Domkuppeln aus Glas vorstellen. Durch einen Wasserfilm, der zwischen den beiden Kuppeln liegt (der Spalt zwischen Brust- und Rippenfell wird auch Pleura genannt), folgt die innere Kuppel (Lunge) stets den Bewegungen der äußeren Kuppel (Brustkorb). Dank des Wasserfilms sind beide Kuppeln in der Lage sich gegeneinander zu drehen und zu verschieben. Den Boden der beiden Glaskuppeln bildet das Zwerchfell, es sitzt wie ein aufgespannter Regenschirm unter den beiden Kuppeln und trennt Brust- und Bauchraum voneinander ab. Das Zwerchfell ist durch muskuläre Anspannung zum Bauchraum hin beweglich, es kann durch

seine Abwärtsbewegung einen Sog entstehen lassen, der die Lungen mit Luft befüllt. Wichtig ist, dass das Zwerchfell, wenn wir beim Regenschirmbild bleiben, im aufgespannten Zustand, entspannt ist. Für das Nach-unten-Ziehen des Zwerchfells wird dagegen muskuläre Anspannung benötigt. Der hierdurch entstehende Sog kann bis zu 80% der mechanischen Atmung (Ventilation) ausmachen. Der Rest der Atmung wird über die kleinen Zwischenrippenmuskeln bewirkt. Ihre Muskularbeit ermöglicht es, dass sich die äußere Domkuppel (Brustkorb) weitet, was ebenfalls Luft aus der Atmosphäre in die Lungen hineinströmen lässt.

Abgesehen von diesen sogenannten direkten Atemmuskeln (Zwerchfell, Zwischenrippenmuskeln) hat der Körper noch indirekte Atemmuskeln, auf die er im Notfall zugreifen kann. Es handelt sich hier um große Muskeln, die um unseren Brustkorb herum angelegt sind und deren Aufgabe an sich in anderen Bereichen der Motorik liegt. Die Nacken- und Halsmuskulatur zum Beispiel. Ihre Aufgabe ist es, unseren Kopf erhoben und stabil zu halten und ihn zu drehen und zu wenden. Bei Bedarf können wir diese Muskulatur aber auch dazu verwenden, den Brustkorb zu weiten und damit Luft aus der Atmosphäre in die Lunge strömen zu lassen – es handelt sich hierbei allerdings um Notfallmechanismen, die wir nicht allzu lange bedienen können. Nach einem Sprint zum Erreichen der S-Bahn etwa oder nach einem guten Workout im Fitness-Studio können wir vorübergehend vorne über gebeugt mit den Armen auf die Oberschenkel gestützt stehen und mit diversen Brustkorb-nahen Muskeln die Atmung unterstützen, bis wir uns erholt haben. Freilich können wir so nicht den ganzen Tag stehen.

Eine kurze Geschichte der Lungenheilkunde

Hätten Sie gewusst, dass die moderne Lungenheilkunde und das wiedervereinte Deutschland in etwa gleich alt sind? Richtig, das ist unterm Strich noch gar kein Alter, keine 40 Jahre ...

Doch in dieser Zeit ist auf dem Gebiet der Lungenheilkunde einiges passiert! Im Jahr 1988 wurde die Spiral-Computertomografie (CT) erfunden, kurz darauf die Magnetresonanztomografie (MRT); mit diesen neuen diagnostischen Techniken hat die Lungenheilkunde einen großen Schritt nach vorne gemacht. Im Jahr 1998 wurde mit der Genomsequenzierung des Tuberkulose-Erregers endgültig ein Weg gefunden, weltweit auf Resistenzen dieser Erkrankung reagieren zu können und die Tuberkulose (Tbc) hierdurch weitgehend aus der Population zu vertreiben. 2002/2003 begann die SARS-Pandemie, im Jahr 2019 sollte sie mit SARS-CoV-2 eine noch nie dagewesene Dimension erreichen. Vor dieser Zeit war vieles anders:

Lange ging es in der Lungenheilkunde nur um Tbc

Das Gebiet der Lungenheilkunde gab es bis 1960 fast nur im Sinne der Tuberkuloseheilkunde. Die Tuberkulose – oder auch die Schwindsucht oder die weiße Pest – war die

alles dominierende Erkrankung bis ins späte 19. Jahrhundert. Robert Koch war es, der 1890 die Ursache für diese Erkrankung (ein Bakterium namens *M. tuberculosis*) finden konnte, nicht aber deren Therapie. Fast bis zum Ende des 2. Weltkriegs blieb die Schwindsucht eine bedrohliche Erkrankung; unter den 25- bis 40-Jährigen erlag jeder vierte der Lungenerkrankung Tbc. Als Therapie verstand man die Verbringung der Erkrankten in eine Lungenheilanstalt. Der Aufenthalt dort verlief über Monate und diente der Hinauszögerung der Erkrankung und der Absonderung vom Rest der Bevölkerung. Unter dem Wort »Prävention« verstand man damals die Zwangseinweisung der Patienten, das Eheverbot und die Schwangerschaftsunterbrechung. In der Weimarer Republik wurde noch sensibel zwischen Personenrecht und Schutz der Bevölkerung abgewägt. Das NS-Regime hingegen zögerte nicht mit der praktischen Umsetzung dieser Präventionsmaßnahmen einschließlich der Tötung unheilbarer Tbc-Patienten unter dem Motto »Gemeinnutz geht vor Eigennutz« – ein trauriges Kapitel der deutschen Geschichte.

Antibiotika brachten den Durchbruch bei Tbc

Im Jahr 1943 entdeckte der Amerikaner Selman Waksman ein Antibiotikum (Streptomycin), das bis heute Bestandteil der Tbc-Behandlung ist. Schnell erkannte man, dass das Tbc-Bakterium in der Lage ist, resistent gegen Streptomycin zu werden, weshalb weitere Antibiotika zum Therapieschema ergänzt wurden. Bis heute wird die Tbc mit bis zu vier verschiedenen Antibiotika über Monate hinweg behandelt.

Asthma, COPD und Lungenkrebs treten auf den Plan

In den Nachkriegsjahren treten als Folge des Rückzugs der Tuberkulosefälle »neue« Krankheiten in den Fokus der Lungenärzte: Asthma, chronische Bronchitis und das Lungenkarzinom (dies vor allem als Berufskrankheit). Vermutlich gab es diese Erkrankungen vorher auch schon, sie wurden jedoch von der Schwindsucht übertroffen; man hatte noch keine Gelegenheit, sich diesen Krankheitsbildern zu widmen. Da es sich mit zunehmender Behandlungsmöglichkeit nun um heilbare Krankheiten handelt, nimmt die Entwicklung der Diagnostik (Lungenfunktion, Bildgebung) ab 1960 rapide zu, Innovationen in der Lungen-Chirurgie ergänzen zudem die

Therapieoptionen, sodass sich zum Zeitpunkt der Wiedervereinigung dank CT, MRT und dank der Molekularbiologie das Repertoire der modernen Lungenheilkunde definiert hat. Krankheitsbilder sind etwa: akute und chronische Bronchitis, Asthma bronchiale, chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD), Lungenkrebs, Lungenembolie, Lungenemphysem (Überblähung der Lunge), pulmonale Hypertonie (Bluthochdruck in den Lungenarterien), Rippenfellentzündung, Lungenentzündung, Tuberkulose, Mukoviszidose, Schlafapnoe-Syndrom und die Legionärskrankheit.

Neue Herausforderung: Corona-Pandemie

Seit Winter 2019/2020 dominiert die Virus-erkrankung SARS-CoV-2 das Tun und Handeln auf dem Planeten Erde. Es sind bis Mai 2022 über 519 Millionen Menschen nachweislich an SARS-CoV-2 erkrankt, 6,24 Millionen Menschen sind daran gestorben, ca. 15 % der Erkrankten (77,85 Millionen Menschen) trugen anhaltende Schäden davon. Das Ende der Pandemie ist noch nicht in Sicht. Impfstoffe und Medikamente wurden und werden mit Hochdruck entwickelt, getestet bzw. sind schon zugelassen und erhältlich. Täglich werden Menschen nach einem positiven Corona-Bescheid in die Isolation gesendet.