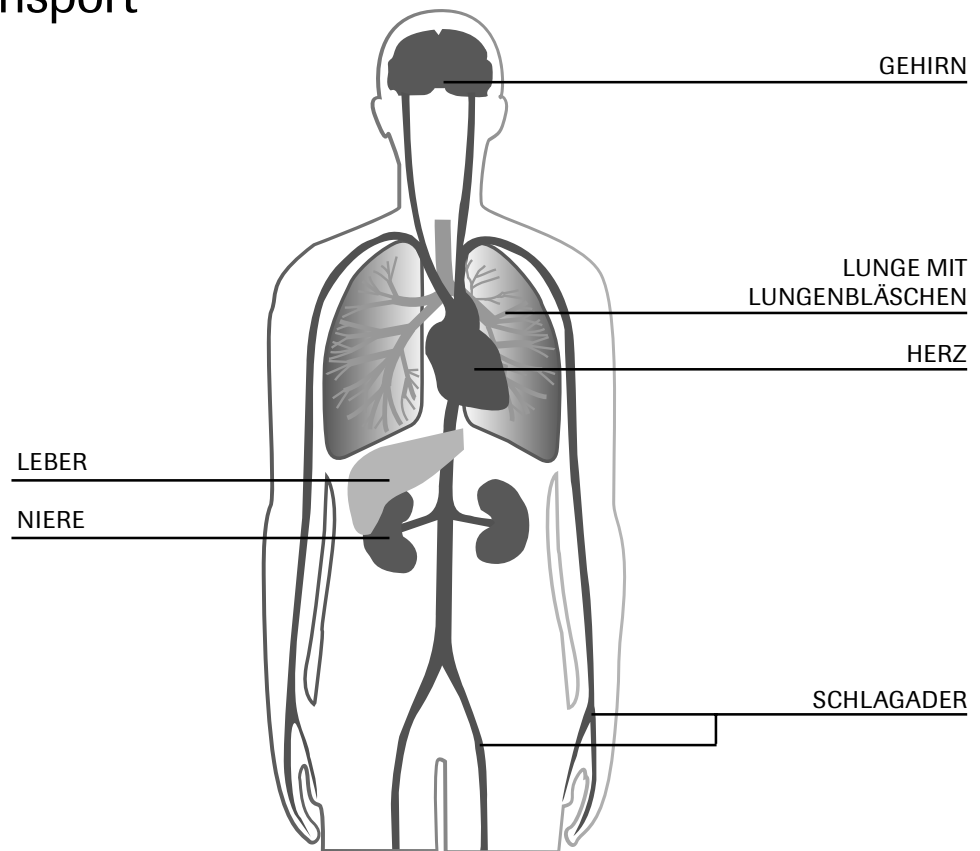
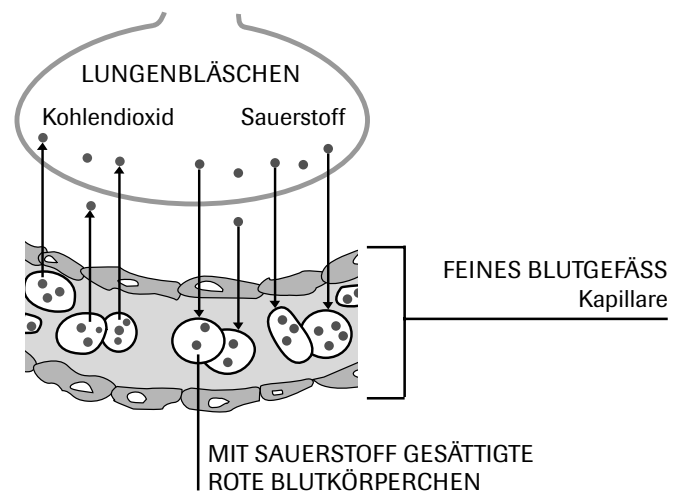


Sauerstofftransport

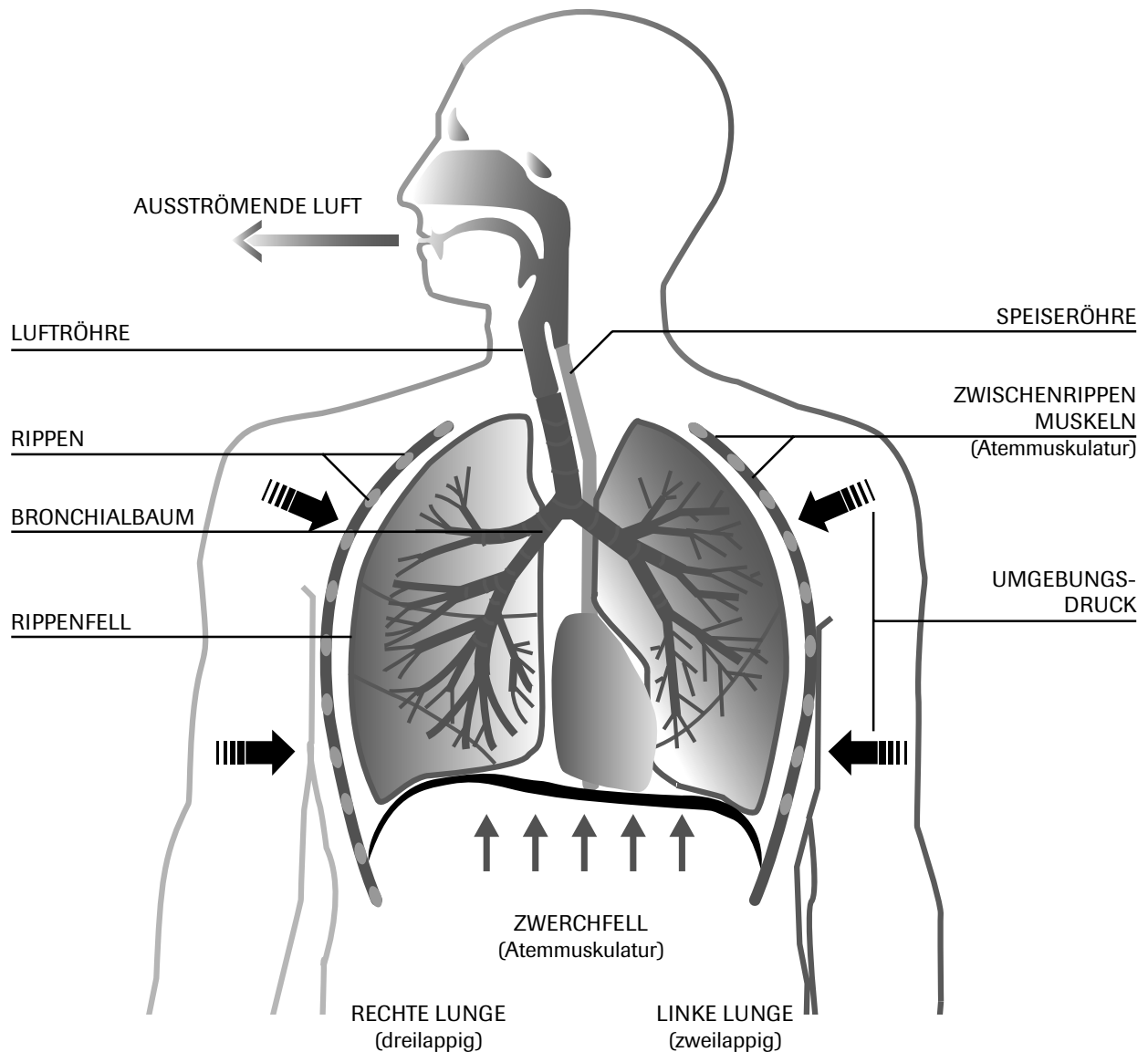


Gasaustausch in den Lungenbläschen (Alveolen)

Jedes Organ, jede Zelle braucht Sauerstoff zur Energiegewinnung. Der Sauerstoff wird mit der Atmung über die Lunge aufgenommen, in den Lungenbläschen gegen Kohlendioxid ausgetauscht und über die Schlagadern zu allen Organen transportiert. Der Sauerstoffbedarf trägt wesentlich zur Steuerung der Atmung bei: Bei Sauerstoffmangel wird die Atmung tiefer oder schneller. Bei langanhaltendem Sauerstoffmangel verengen sich die Blutgefäße der Lunge und setzen dem Herzen bei der Durchblutung vermehrt Widerstand entgegen. Dadurch wird das Herz belastet.



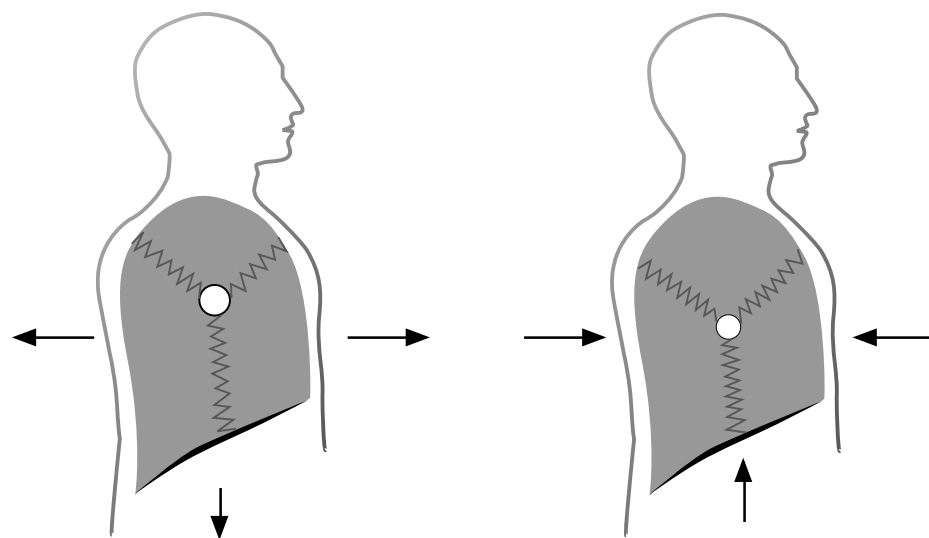
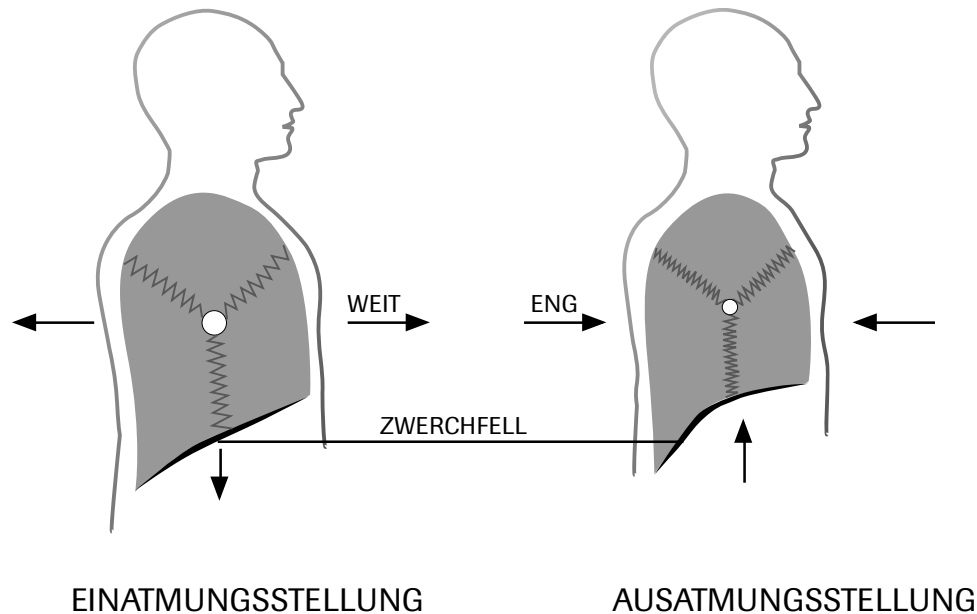
Atmungsvorgang



Bei der Einatmung gelangt Umgebungsluft, die viel Sauerstoff enthält, über Mund oder Nase, Kehlkopf und Luftröhre erst in die großen, dann in die kleinen Bronchien, von dort in die Lungenbläschen. Hier findet der Gasaustausch statt. Bei der Einatmung werden Lungen und Brustkorb gedehnt, das Zwerchfell bewegt sich nach unten zum Bauchraum. Bei der Ausatmung verkleinern sich Lungen und Brustkorb unter dem Umgebungsluftdruck, das Zwerchfell bewegt sich nach oben (siehe Pfeile Abb.). Die Ausatemungsluft, die viel Kohlendioxid enthält, nimmt den umgekehrten Weg von den Lungenbläschen bis hin zu Mund und Nase.

Weitenschwankungen der Bronchien

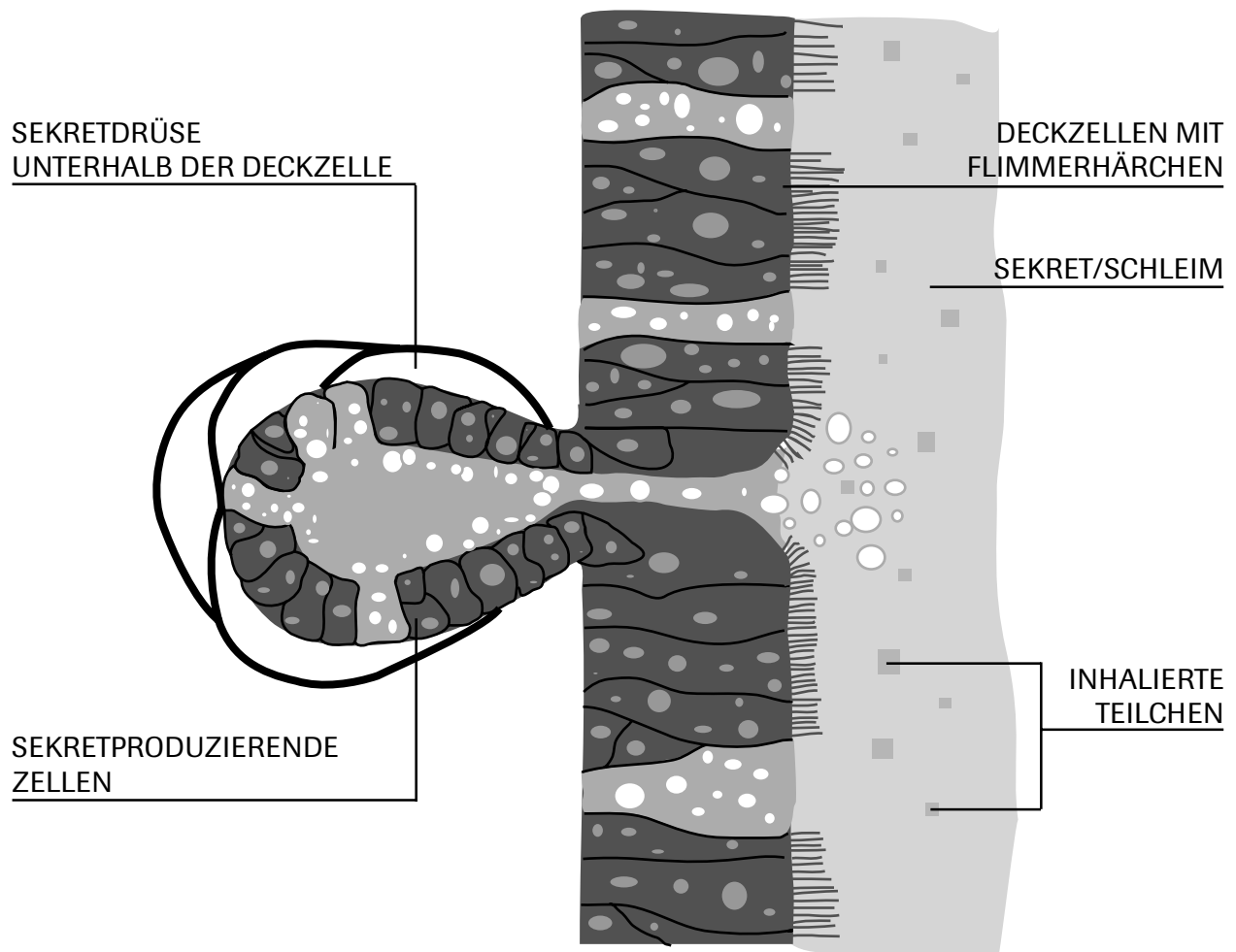
DEUTLICHE WEITENSCHWANKUNGEN BEIM GESUNDEN



GERINGE WEITENSCHWANKUNGEN BEIM CF-PATIENTEN
MIT FORTGESCHRITTENER LUNGENERKRANKUNG (EMPHYSEM USW.)

Durch die Atmung, besonders durch die Tätigkeit des Zwerchfells, vergrößern sich der Brustraum und die Atemwege des Gesunden bei der Einatmung (siehe Abb. oben); bei der Ausatmung verengen sie sich (Weitenschwankungen). Diese Weitenschwankungen sind gleichzeitig eine wichtige Voraussetzung für den Schleimtransport zum Mund hin. Darauf wird im Kapitel PHYSIOTHERAPIE näher eingegangen. Das Ausmaß der Weitenschwankungen der Bronchien hängt wesentlich von der Beweglichkeit des Brustkorbes ab. Bei fortgeschrittener Lungenerkrankung droht eine Erstarrung des verformten Brustkorbes (siehe Abb. unten), so daß Atmung und Schleimtransport behindert werden. Mit einer speziellen Krankengymnastik („Thoraxmobilisation“) muß dieser Entwicklung entgegengewirkt werden (siehe Abb. 7.2).

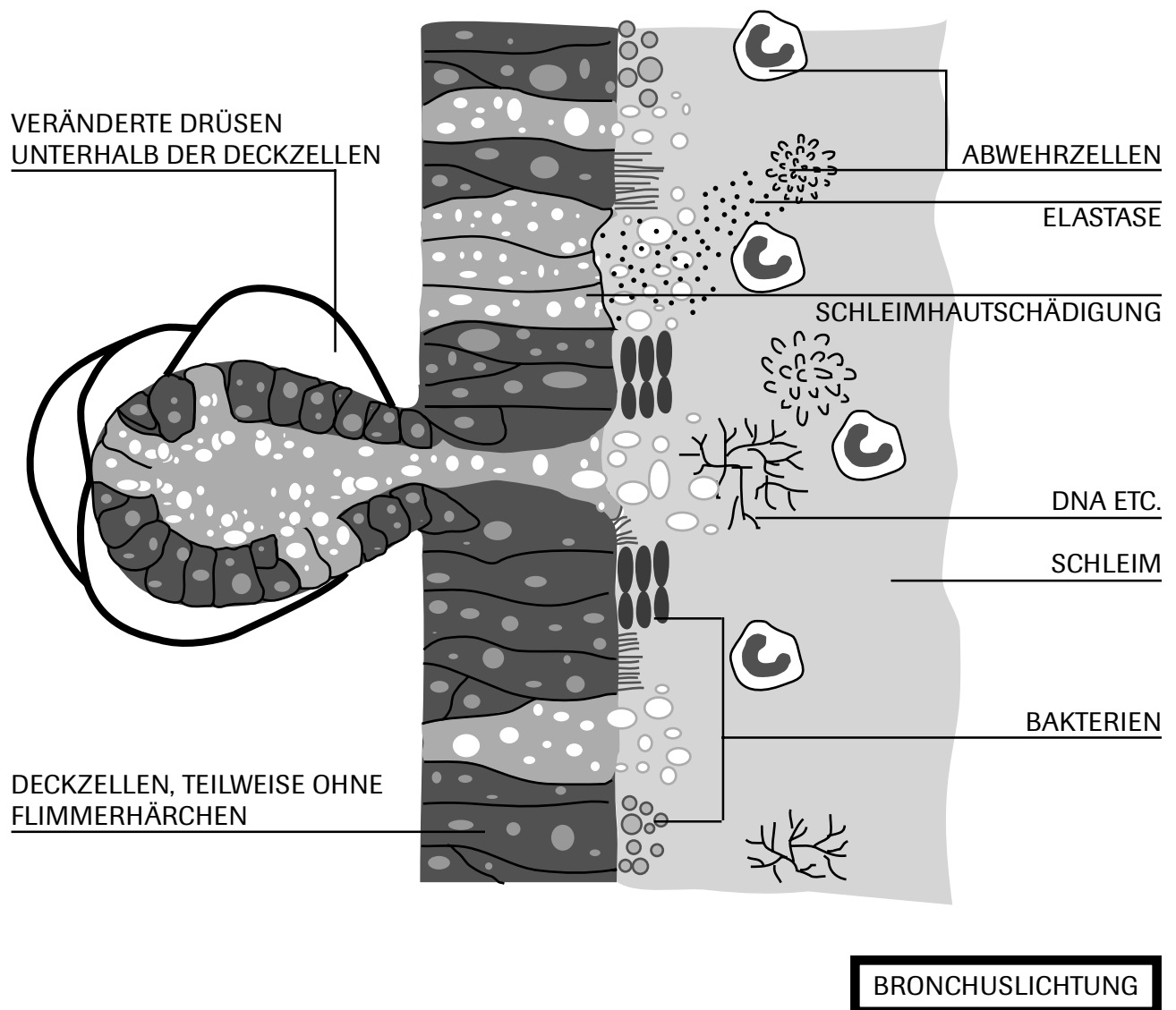
Normale Schleimhaut und dünnflüssiges Sekret des Gesunden



BRONCHUSLICHTUNG

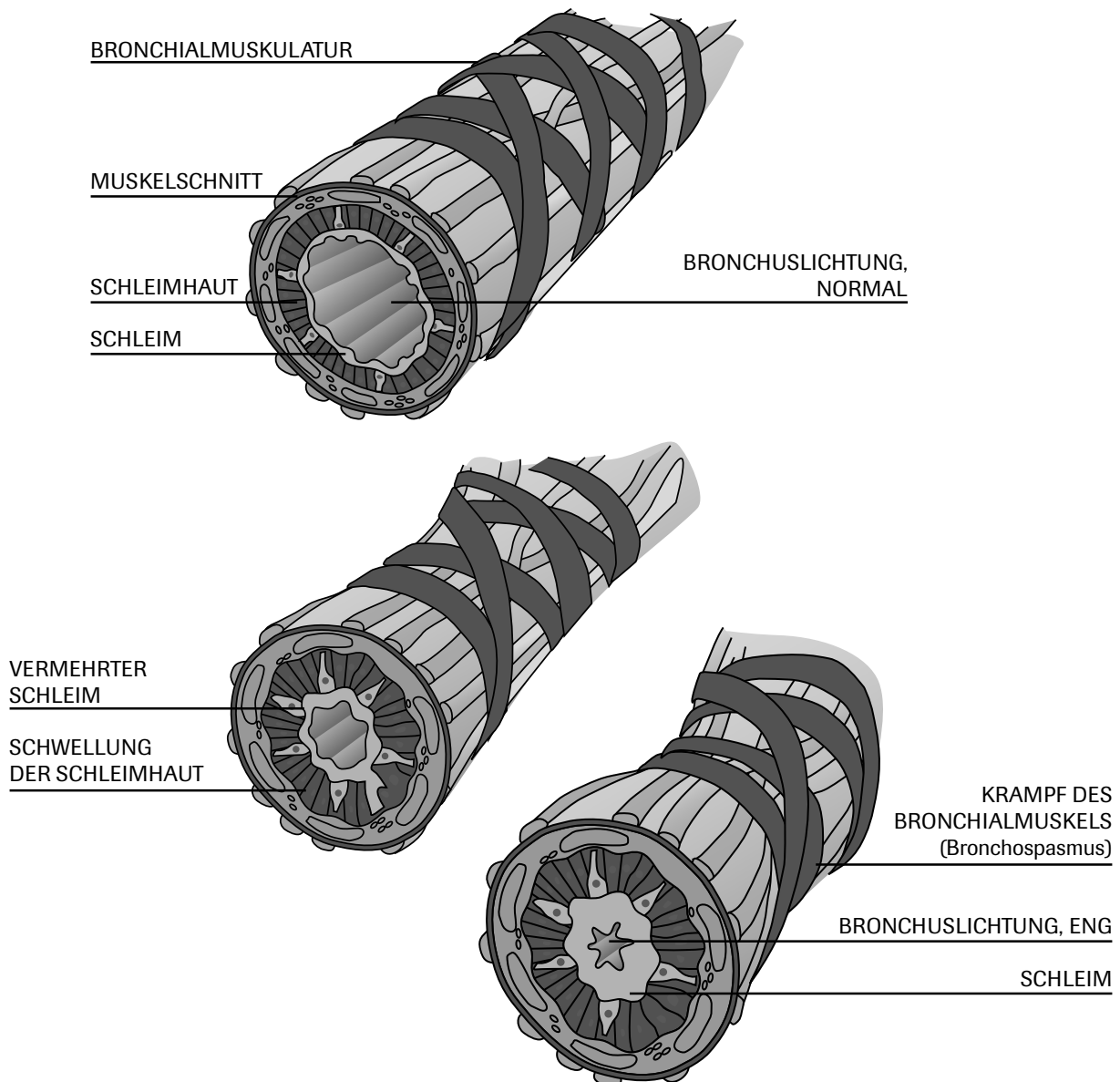
Bei Gesunden werden dünnflüssiges Bronchialsekret und eingeatmete Teilchen sowie Keime mit Hilfe der Flimmerhärchen über die Luftröhre problemlos zum Mund hin transportiert. Von dort aus erfolgt die Entfernung durch Räuspern oder kurzes Husten.

Entzündete Schleimhaut und zähes (visköses) Sekret beim CF-Patienten



Der Bronchialschleim beim Mukoviszidose-Patienten ist zäh und daher schwer zu entfernen. Bakterien und andere Keime sammeln sich an und locken Abwehrzellen an. Diese setzen Entzündungsstoffe wie die Elastase frei. Dadurch wird die Schleimhaut geschädigt und Deckzellen mit Flimmerhärchen werden vernichtet. Aus den absterbenden Abwehrzellen und Deckzellen wird unter anderem DNA (Zellkernmaterial) frei; dadurch erhöht sich die Zähigkeit des Schleims zusätzlich (siehe auch Abb. 6.3).

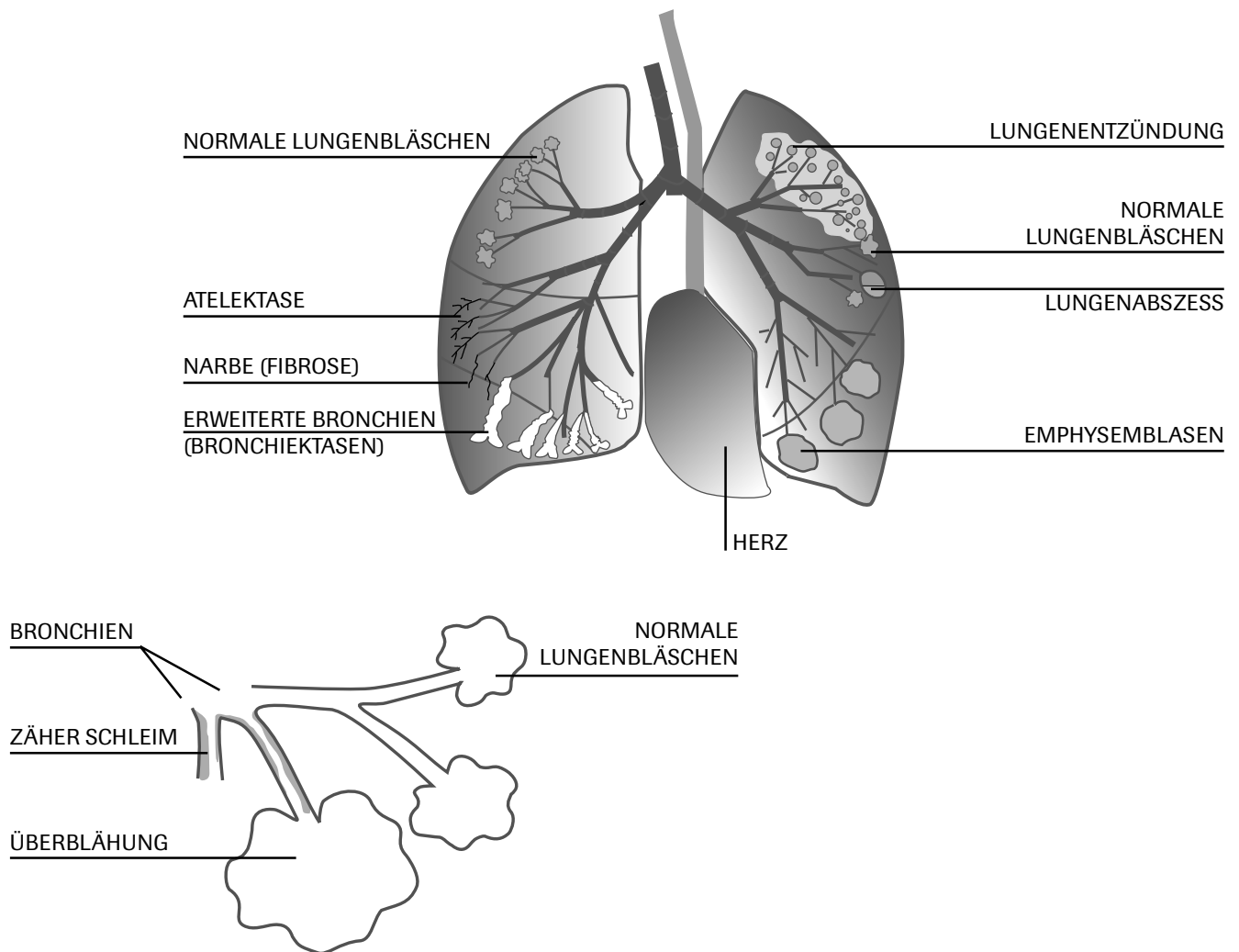
Bronchien (Bronchospasmus und Schleimhautschwellung)



Durch langfristige Entzündungsprozesse können die Bronchialwände dauerhaft geschädigt werden und ihre Stabilität verlieren. Unter diesen Bedingungen legen sich die Bronchialwände aneinander wie bei einem leeren Fahrradschlauch, vor allem bei rascher und tiefer Ausatmung sowie bei starkem Husten.

Es tritt ein „Bronchialkollaps“ auf, der die Ausatmung und den Schleimtransport aus den Bronchien erschwert (siehe Abb. 7.3). Eine Muskelverkrampfung (Bronchospasmus) und eine Schwellung der Bronchialschleimhaut (Ödem) können neben der Verschleimung für eine Einengung der Atemwege und eine Überblähung verantwortlich sein (siehe Abb.).

Lungenveränderung bei Mukoviszidose



Werden Bronchien langfristig durch Schleimpfropfen vollständig verstopft, so wird der dahinterliegende Teil der Lunge nicht mehr mit Luft versorgt: es bilden sich dann „Atelektasen“. Dieser Lungenbezirk vernarbt und steht nicht mehr für den Gasaustausch zur Verfügung (Fibrose). Die chronische Entzündung der Bronchien geht mit einer zunehmenden Schädigung der Schleimhaut einher. Diese führt zu Bronchialerweiterungen (Bronchiektasen), die weitere Infektionen begünstigen und darüber hinaus eine Bronchialwandschwäche zur Folge haben. Diese Bronchialwandschwäche fördert die Entwicklung eines Bronchialkollaps (siehe Abb. 4.3 und 7.3).

Die in der Abbildung 4.5 dargestellten Entzündungsprozesse können von den Bronchien auf das umgebende Gewebe, die Lungenbläschen und das Zwischengewebe übergreifen. Sie führen unter Umständen zu den dargestellten Lungenveränderungen, wie Lungenentzündungen und -abszessen.

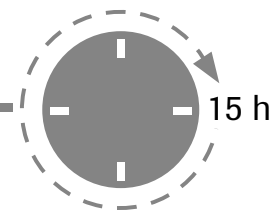
Die zystenähnlichen Emphysemlasen haben ebenso wie die Fibrose-Bezirke zur Namensgebung beigetragen („Zystische Fibrose“).

Sauerstoff-Langzeittherapie

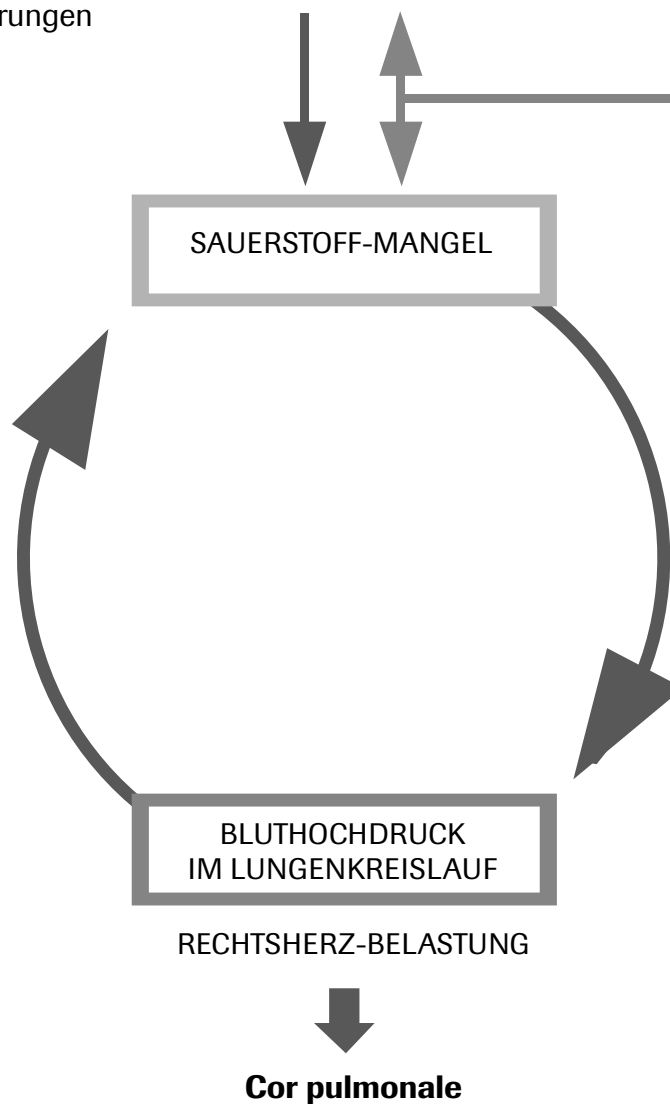
ZUSAMMENHÄNGE

(nächtliche) Minderbelüftung der Lunge sowie Verteilungs-Störungen

THERAPIE



Sauerstoff-Gabe mindestens 15 Stunden täglich



Welche Untersuchungen sind erforderlich, um die Notwendigkeit dieser Therapie zu beurteilen ?

- Messung des Sauerstoffgehaltes im Blut unter standardisierter Belastung
- Messung und Aufzeichnung der nächtlichen Sauerstoff-Sättigung des Blutes mit einem Pulsoximeter
- Abschätzung des Blutdruckes in dem Lungenkreislauf mittels Herzultraschall (= Echokardiographie)