

I

Anatomie und Physiologie der Atmungsorgane

M. Endlich
Abteilung für Herzchirurgie
Universitätsklinikum Bonn

Quellen

- Taschenlehrbuch Physiologie
(Gerke Michael, Markwardt Fritz , 2010 Thieme)
- Bibliographisches Institut & F.A: Brockhaus AG

Allgemeines

- Bedeutung der Atmung für uns Menschen:

Wir können:

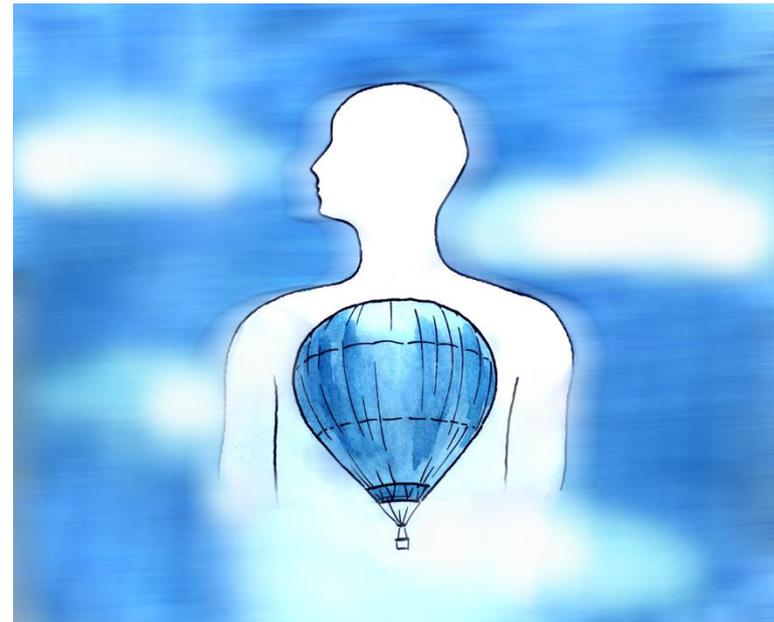
Einige Wochen leben ohne zu essen

Einige Tage leben ohne zu trinken

ABER:

Wir können nur wenige Minuten leben ohne zu Atmen!!!

- Die Lunge - das Leistungsmonster



- Die Atemmenge pro Tag entspricht in etwa der eines Heißluftballons

Allgemeines II

- Lungenheilkunde bei Hippokrates:
 - Erste Grundlagen über Anatomie und Nosologie
 - Erste Beschreibung der Tuberkulose mit Symptomen und Befunden u.a. durch:
 - Auskultation mittels Ohr
 - Inspektion
 - Palpitation

Erste Beschreibungen von Rippenfellentzündungen

Vorlesung: Atmung

- Atmung ist ein unbewußt ablaufender Vorgang über den wir uns keine Gedanken machen.
- Die Steuerung der Atmung unterliegt dem autonomen Nervensystem
- Erst bei krankhafter Beeinträchtigung bemerken wir sehr deutlich die Funktionsstörung und werden durch Atemnot in Todesangst versetzt.
- Am Atemvorgang sind eine Reihe von verschiedenen in Reihe geschalteten anatomischen Strukturen beteiligt.
- Zum einen gibt es die größeren und kleineren luftführenden Wege die eine offene Verbindung zwischen der Umwelt und den Tiefen des Lungengewebes darstellen.
- Zum anderen spielt sich der entscheidende Schritt bei der Atmung auf mikroskopischer Ebene in den Lungenbläschen ab. Hierbei wird Sauerstoff in den Körperkreislauf aufgenommen und Kohlenstoffdioxid abgegeben (Gasaustausch).
- Man unterscheidet zwei Arten von Atmung:
- Die äußere Atmung: Gasaustausch zwischen Organismus und Umwelt
- Die innere Atmung: Verwertung der Nährstoffe in den Zellen (oxydativer Abbau) mittels Verwendung von O_2 und Freisetzung von CO_2 (Gewebeatmung)
- Eine Unterbrechung der Atmung ist für den Menschlichen Körper nur für wenige Minuten tolerabel

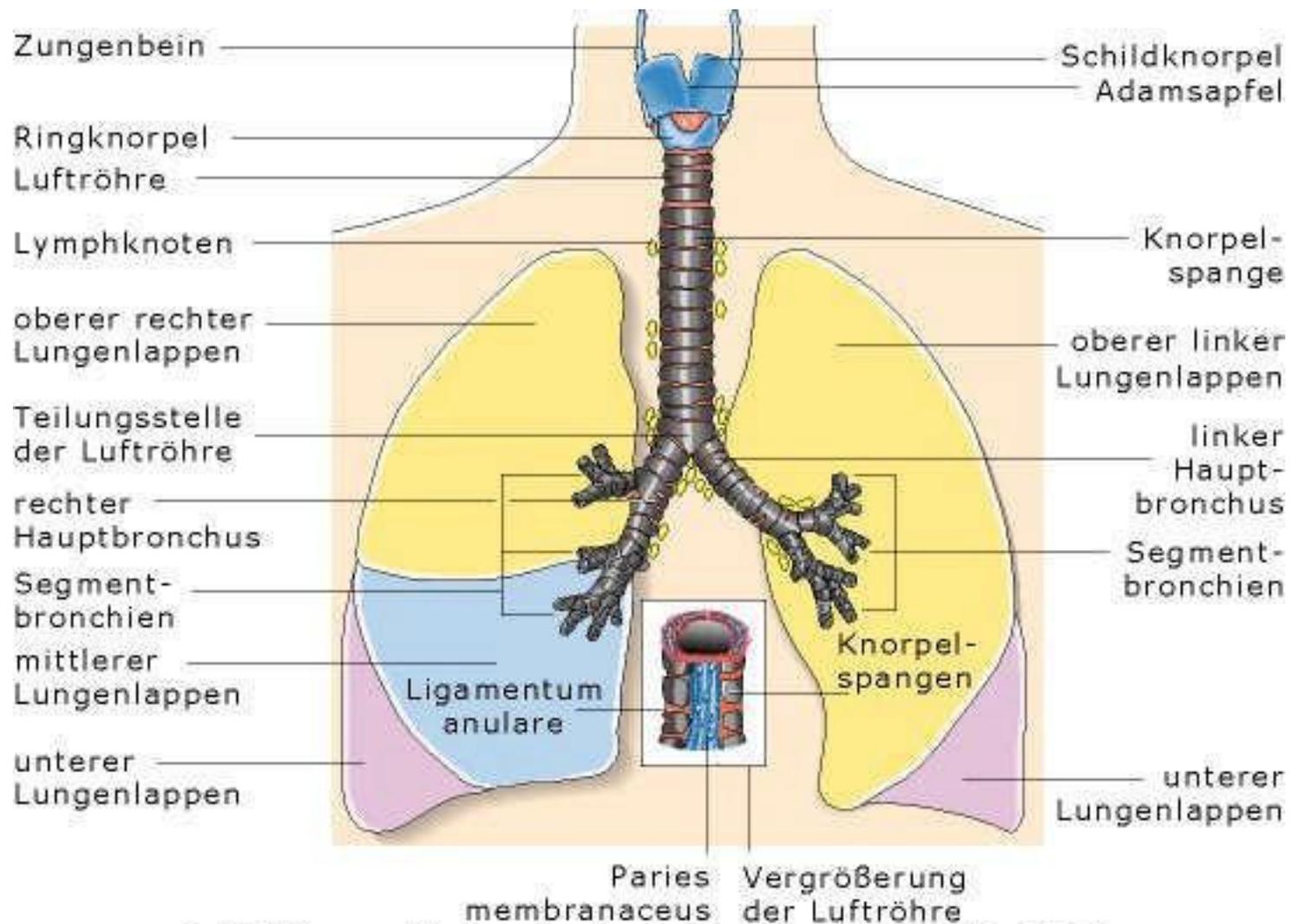
Beteiligte Organstrukturen

- An der Atmung beteiligte Organstrukturen sind:
 - Nase, Rachen und Kehlkopf (= obere Atemwege)
 - Lunge (Luftröhre, Bronchien, Lungenbläschen und Lungengefäße)
- Aufgaben:
 - Anwärmung, Anfeuchtung und Reinigung der Atemluft
 - Gasaustausch

Aufbau und Funktion

- Anatomie der Lunge:
 - Die luftführenden Systeme mit der Luftröhre (Trachea) und ihre Aufzweigungen, die großen Bronchien, sind dem eigentlichen Lungengewebe vorgeschaltet.
- Trachea:
 - Die Luftröhre schließt sich direkt an den Ringknorpel des Kehlkopfes an.
 - 12 cm langer Muskelschlauch
 - Gestützt von C-förmigen Knorpelspangen die einen Kollaps bei Unterdruck (verursacht durch tiefes Einatmen) verhindern
- Lunge und Bronchien:
 - Am Ende teilt sich die Luftröhre in 2 gleichgroße Luftwege auf, die beiden Hauptbronchien
 - Diese Stelle wird als Trachealsporn oder Carina bezeichnet.
 - Die Bronchien werden ebenfalls wie die Trachea von Knorpelspangen gestützt
 - Die Bronchien verzweigen sich immer weiter (23 mal) und münden schließlich in 0,2 mm durchmessende kleine Bläschen, die Alveolen. Zusammen mit den Blut- und Lymphgefäßen bilden sie die Lunge.

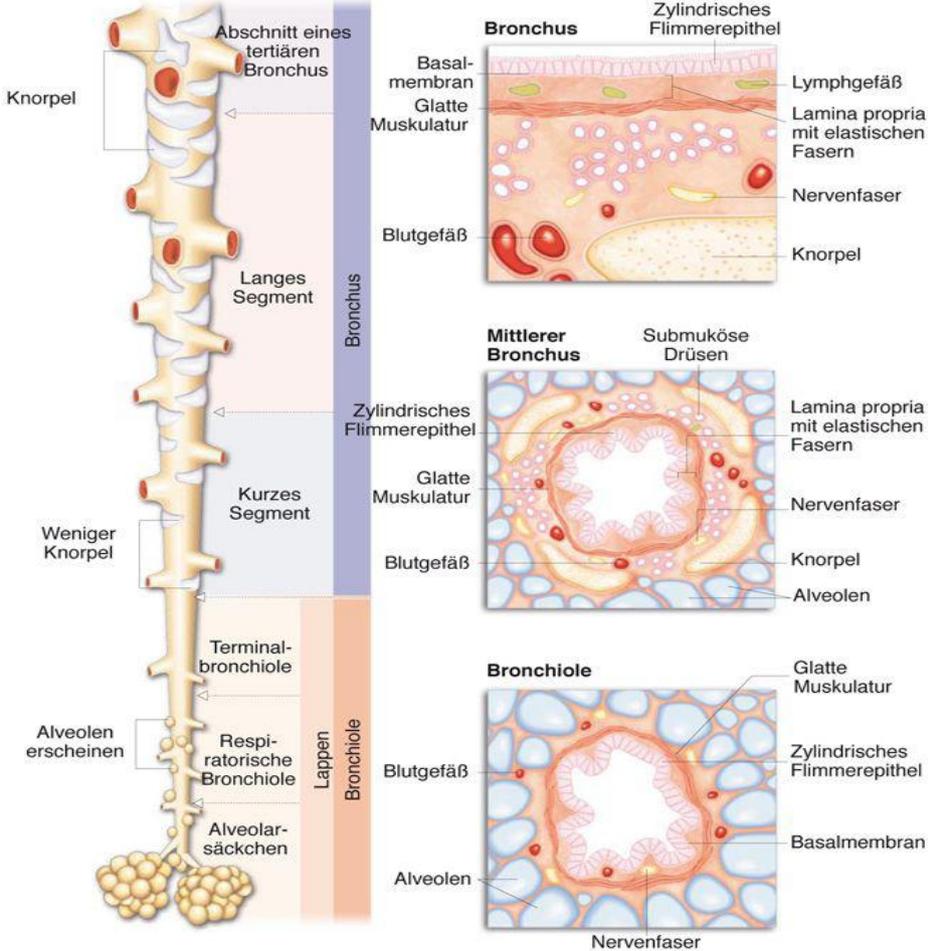
Trachea



(c) Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2006

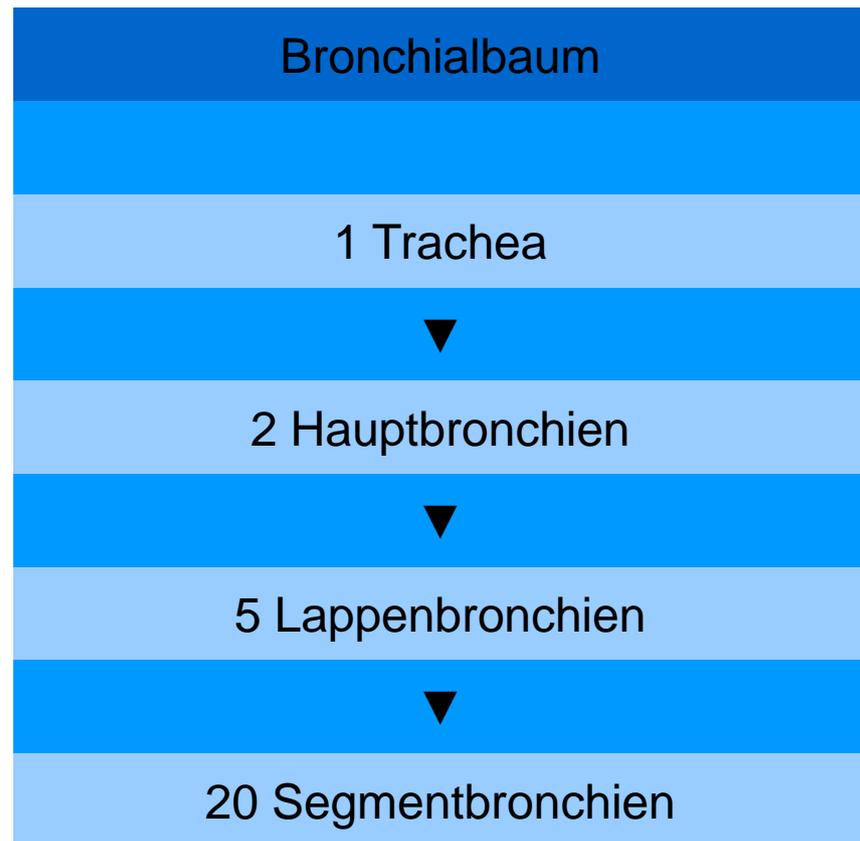
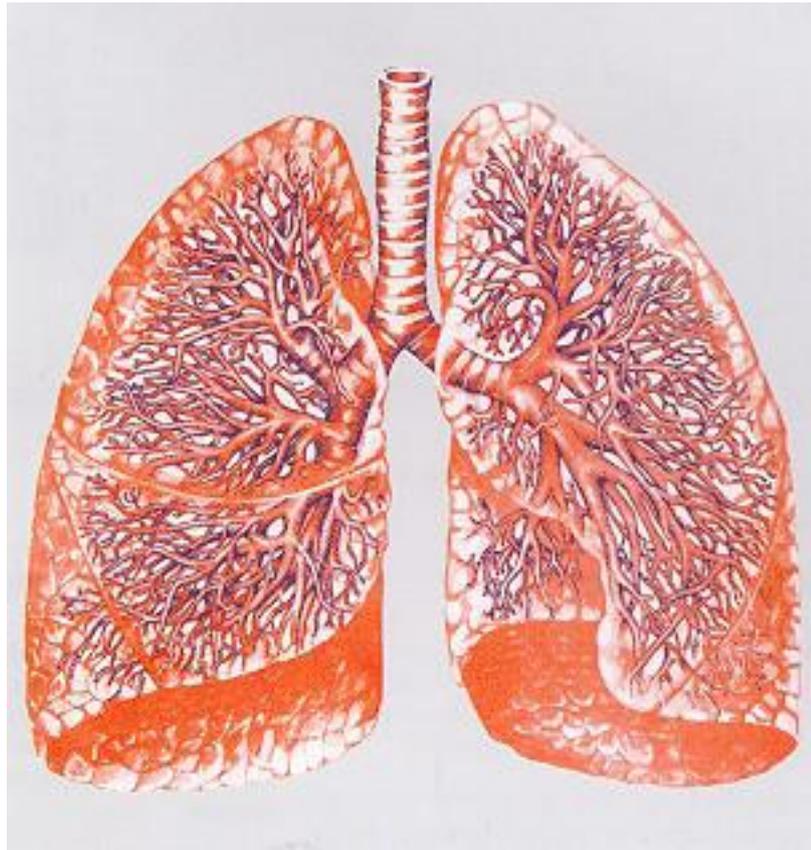
Bronchialbaum

Der Bronchialbaum ■

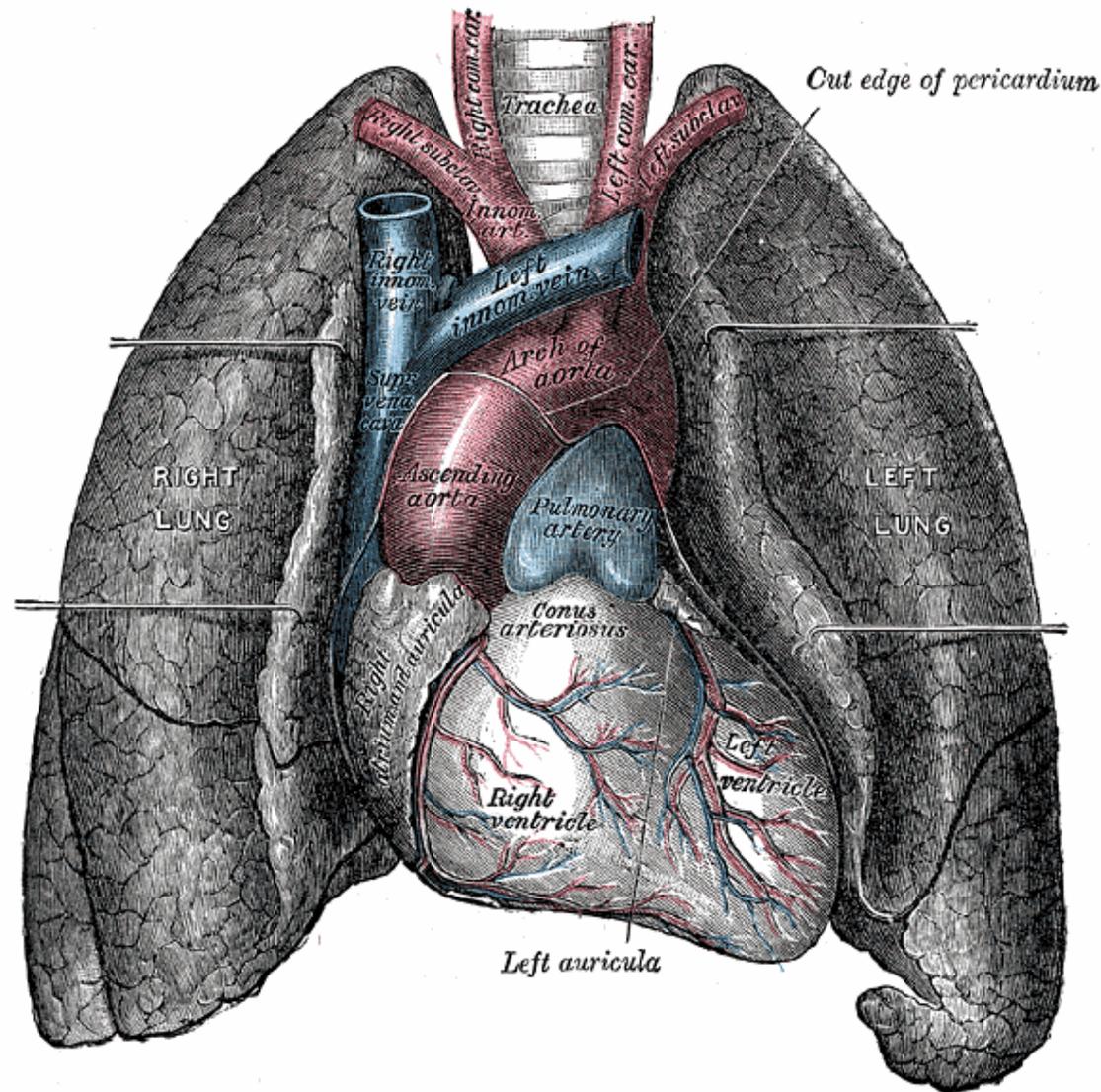


Lunge in der Übersicht

- Gesamtansicht Lunge



Anatomische Verhältnisse von Herz und Lunge



Anatomie Lunge

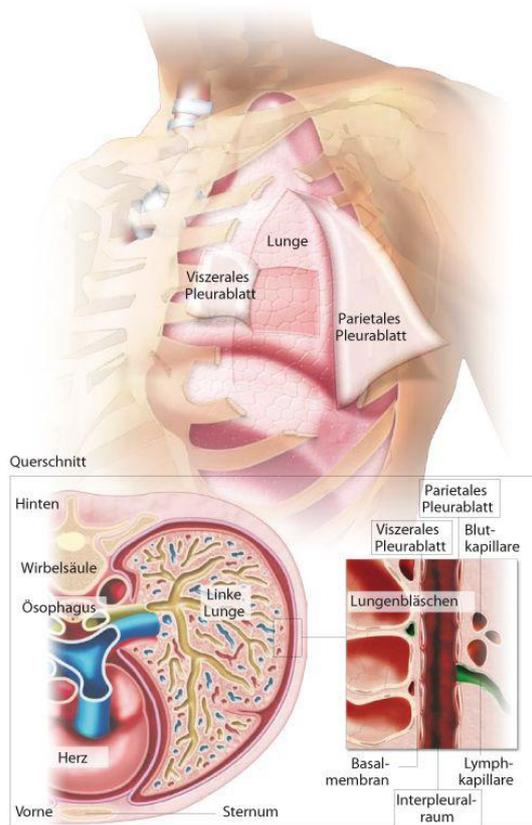
- Die Lunge wird makroskopisch aus 2 getrennten Lungenflügeln gebildet.
- Auf der rechten Seite finden sich 3 und auf der linken 2 Lungenlappen die sich noch in weitere Untereinheiten (insgesamt 10 Lungensegmente pro Seite) einteilen lassen.
- Elastische Faserstrukturen sowie eine spezielle Auskleidung der Alveolen (Surfactant Factor) ermöglichen dem Organ eine Elastizität die für den Atemvorgang von wesentlicher Bedeutung ist.
- Bedeutsam für krankhafte Vorgänge ist die Nervenversorgung Pleura parietalis was diese äußerst schmerzempfindlich macht
- Die Pleura visceralis sowie die Lunge selbst sind Schmerzunempfindlich da sie keine Nervenfasern enthalten
- Somit kann sich ein Tumor lange Zeit ausbreiten bevor es zum Warnzeichen Schmerz kommt

Anatomie Lunge

- Pleura:
 - Die Pleura (Brustfell) zum einen beide Lungenhälften und kleidet zum anderen den Brustkorb von innen aus
 - Es handelt sich hierbei um eine dünne, von Gefäßen durchzogene Hülle, die aus flachen Zellen gebildet wird
 - Liegt sie der Lunge an wird sie als Lungenfell und wenn sie dem Brustkorb anliegt als Rippenfell bezeichnet
 - Lungenüberzug = Pleura visceralis
 - Innenwandauskleidung = Pleura parietalis
 - Dünner Flüssigkeitsfilm zwischen beiden Blättern macht die Lunge maximal mobil, aber die Blätter lassen sich nur schwer trennen (2 Glasplatten mit Flüssigkeitsfilm dazwischen)

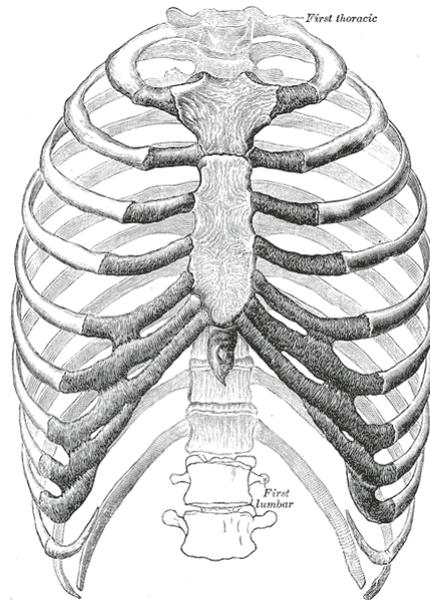
Lungenfell

Lungenfell ■



Physiologie der Lunge

- Atemmechanik und Atemvorgang
 - Am Aufbau des Brustkorbes sind knöcherne Strukturen (Brustbein, Rippen, Wirbelsäule) und Weichteilstrukturen (Rippenknorpel, Zwischenrippenmuskulatur, Zwerchfell) beteiligt
 - Sie bieten zum einen den Schutzschirm der innen gelegenen Organe und zum anderen spielen sie eine wesentliche Rolle bei der Atemmechanik
 - Knöcherner Thorax



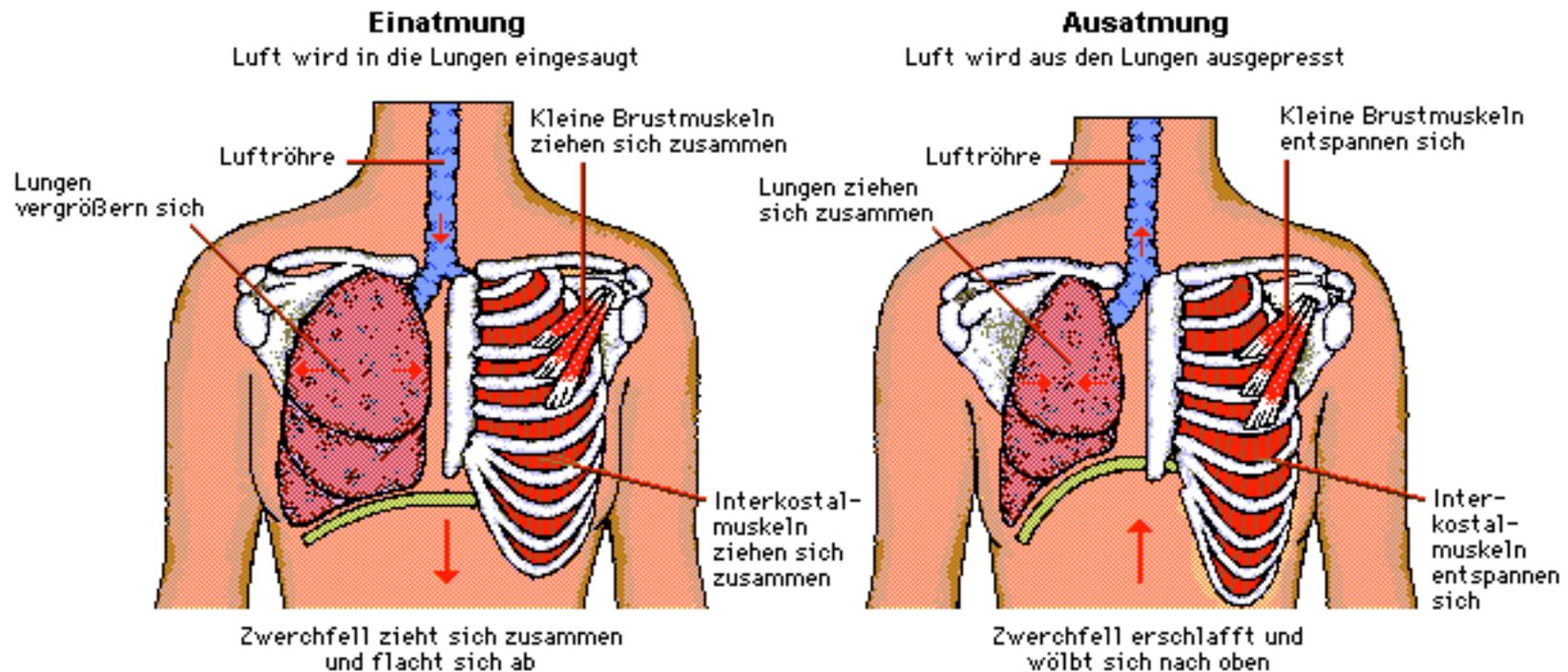
Physiologie der Lunge

- Die Lunge selbst kann nicht den zur Atmung notwendigen Bewegungsablauf aufbringen sondern folgt passiv den Bewegungen des Brustkorbes
- Entscheidend ist hierbei der zwischen den beiden Pleurablättern bestehende Unterdruck welcher die Bewegungen des äußeren Brustkorbs auf die Lunge überträgt und somit eine Atmung erst möglich macht
- Hierbei spielen die Pleuralen Überzüge eine wesentliche Rolle, indem ein zwischen Ihnen befindlicher Flüssigkeitsfilm als Gleitmittels dient und beide Blätter untrennbar macht
- Zwei Drittel der notwendigen Arbeit werden vom Zwerchfellmuskel aufgebracht
- Weitere Hilfsmuskeln (Inspirationsmuskulatur) sind zwischen den Rippen angelegt. Sie können durch Änderung der Rippenstellung den Brustkorbinhalt variabel verändern
- Merke: Brustkorbvolumen ist abhängig von Zwerchfellstand und Rippenstellung

Physiologie Lunge

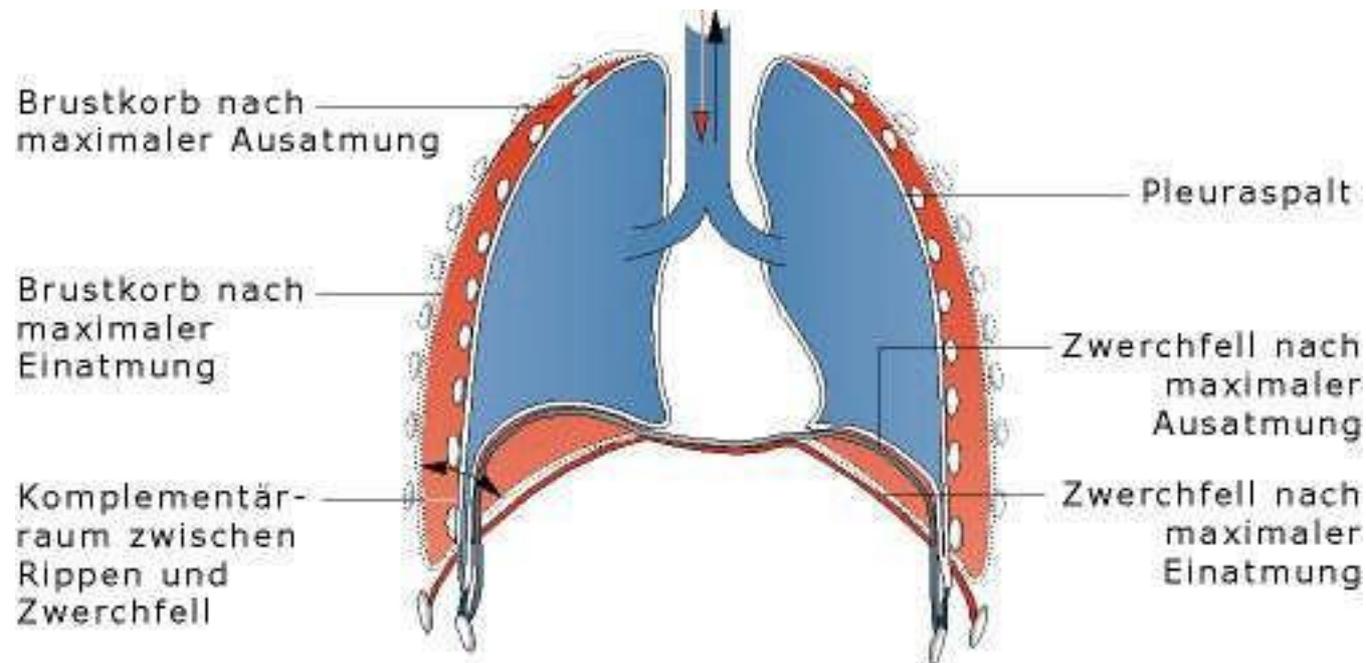
- Inspiration:
 - Der Vorgang der Inspiration (Einatmung) erfolgt aktiv durch Zusammenziehen der Atemmuskulatur (Zwerchfell, Rippenmuskulatur)
- Expiration:
 - Die Expiration (Ausatmung) ist ein weitestgehend passiver Vorgang mit Erschlaffung der entsprechenden Muskeln
 - Bedingt durch die Eigenelastizität der Lunge und deren Bestreben der ständigen Volumenverkleinerung ist die Atemarbeit hierbei gering
 - Bei der forcierten Ausatmung können bestimmte Hilfsmuskeln verwendet werden
 - Normalwerte der Atemfrequenz
 - Kind 25 mal / Minute
 - Erwachsener 15 mal / Minute

Einatmung – Ausatmung



Microsoft-Illustration

Einatmung – Ausatmung



(c) Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2006

Physiologie Lunge

- Ventilation:
 - Dieser Begriff beschreibt alle Atmungsvorgänge die der Belüftung der Lunge dienen und mit einer Bewegung der Atemluft in den Atemwegen eng verknüpft sind.
 - Die bewegte Menge an Luft wird in Litern pro Minuten gemessen
 - Die gemessenen Werte können mit Normkurven verglichen werden
 - Bei einer Abweichung von der Norm kann z.B. das Ausmaß der Reduktion den Gefährdungszustand während einer Narkose anzeigen.

Atemsteuerung

Die Vorgänge bei der Ein- und Ausatmung unterliegen einer den Körperbedürfnissen angepassten zentralen Steuerung.

Diese wird über das Atemzentrum im verlängerten Rückenmark (Medulla oblongata) gesteuert.

Hier laufen aus dem ganzen Körper Steuerimpulse zusammen und geben Auskunft über den aktuellen Atem- und Stoffwechsellagezustand sowie O₂-Bedarf.

Je nach Stoffwechsellage wird hier die Atmung angepasst.

Gasgemische und Gasdrücke

Entsprechend der Konzentration in der Atemluft besitzen alle darin enthaltenen Gase einen unterschiedlichen Druck. Der Teildruck eines jeden Gases wird als Partialdruck bezeichnet. Die Summe aller Partialdrücke ist der Gasdruck.

Trockene Luft enthält eine Gesamtgasmenge von 100 Volumen-% entsprechend einem Gasdruck von 760 mm Hg (Quecksilbersäule)

Sowohl in der uns umgebenden Luft als auch bei der Luft im physiologischen Milieu der Atmung spielt die Feuchtigkeit (d.h. der Wasserdampf) eine Rolle, da dieser auch einen bestimmten Druck aufweist.

Bei der üblichen Gaskonzentrationsmenge (Angabe für trockene Luft) muss also zur Berechnung der tatsächlichen Partialdrücke der Partialdruck des Wassers subtrahiert werden. Zusätzlich muss auch der Partialdruck des Wasserdampfes in der Lunge beachtet werden.

Entsprechend ihrer Volumenanteile am Gasgemisch besitzen die einzelnen Gase einen definierten Anteil welcher als Gasfraktion bezeichnet wird.

Gasgemisch und Gasdruck II

Mathematisch ergibt sich somit zur Berechnung der Gasteildrücke folgende Gleichung

$$\text{Partialdruck} = \text{Gasfraktion} \times (\text{Gesamtdruck} - \text{Wasserdruck})$$

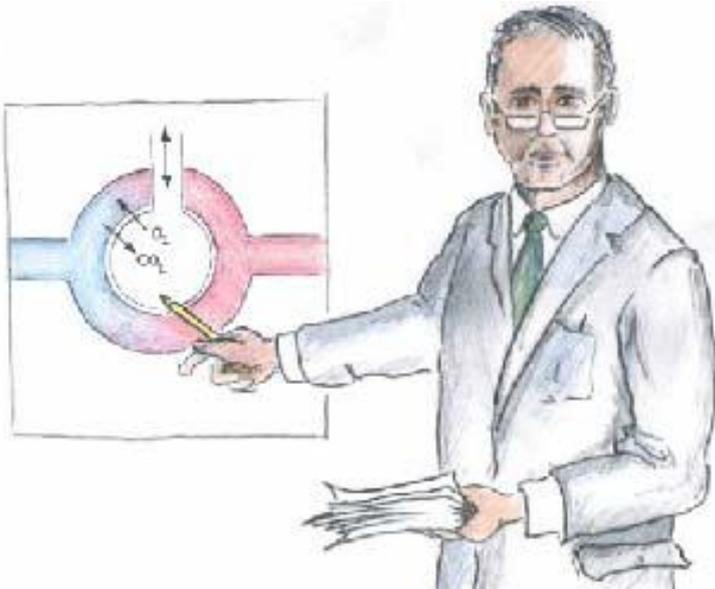
Für die alveoläre Belüftung ergeben sich auf Grund einer volumenmäßigen O₂-Aufnahme von 300 ml / min und einer CO₂-Abgabe von 230 ml / min eine

O₂-Fraktion von 0,14 (14 Vol.%)

CO₂-Fraktion von 0,056 (5,6 Vol.%)

Gasaustausch

- Fläche aller Alveolen
ca. 100 m²



- O₂ wird aufgenommen
- CO₂ wird abgegeben

Gasaustausch II

Der Gastransport zwischen Gewebe und Luft ist entscheidendes Merkmal der Atmung

Die Belüftung (Ventilation) ist die Voraussetzung hierfür. Folgende Vorgänge sind am Gasaustausch beteiligt:

Ventilation

Lunge mit Atemwegen und Alveolen

Zirkulation

Blutkreislauf

Stoffwechsel

Gewebe mit extra- und intrazellulären Prozessen

Alle drei Systeme stehen miteinander in Verbindung und gewährleisten so den Abtransport des im Stoffwechsel anfallenden CO_2 -Anteils sowie die O_2 -Aufnahme.

Gasaustausch III

Bedeutung der Alveolen:

Alveolen sind kleinste Bläschen die im Inneren mit Gas (Gemisch aus Atemgasen und Umgebungsluft) angefüllt sind. Eine zarte Wand unterteilt die einzelnen Alveolen und hat auf Grund ihrer Feinstruktur spezielle Aufgaben

Alveolarwand enthält:

Transportsystem = Kapillarnetz aus Blutgefäßen welches die Bläschen umschließt und für den Gastransport sorgt.

respiratorische Zellen = Pneumozyten, gasdurchlässige Zellen zum Austausch mit dem Blutsystem

Freßzellen mit der Fähigkeit zur **Phagozytose** (Beseitigung von Staub und Keimen)

spezielle Zellen zur Bildung des **Surfactant Factors** welcher den Kollaps der Alveolen bei Expiration verhindert und damit die Lungenarbeit erleichtert

Gasaustausch IV

Die für den normalen Gasaustausch entscheidende Größe ist der Weg zwischen Erythrozyt und Alveole. Diese als Diffusionsweg bezeichnete Strecke muss überwunden werden. Die geschieht auf Grund von Konzentrationsunterschieden (damit auch Druckunterschieden) auf Basis der Diffusion.

Dabei muss unter Berücksichtigung der Kontaktzeit (Passagezeit der Erys an der Alveole) eine möglichst hohe O₂-Konzentration im Blut erzielt werden. Der zu Beginn der kapillaren Passage betragende O₂-Druck von 40 mm Hg wird dabei auf einen Wert um die 100 mm Hg angehoben. Für diesen entscheidenden Vorgang stehen aber lediglich 0,3 Sekunden zur Verfügung.

Daten zum Gasaustausch:

Alveolengröße	=	0,2 mm Durchmesser
Alveolenanzahl	=	300 – 400 Millionen (gesamte Lunge)
Atmungsfläche	=	90 m ² (80 – 120 m ²)
Kontaktzeit	=	0,3 Sekunden

Zelloxygenierung

Die Sauerstoffversorgung des Gewebes erfolgt im einzelnen über 2 Vorgänge:

1. über das mit Sauerstoff gesättigte Hämoglobinmolekül (Hauptteil)
2. über den im Plasma gelösten Sauerstoffanteil (geringer Anteil)

Der zunächst an das Hämoglobinmolekül gebundene Sauerstoff diffundiert im Sinne eines physikalischen Prozesses entsprechend dem Konzentrationsgefälle aus dem Hb-Molekül im Plasma durch die Kapillarwand in den interstitiellen Raum und von dort durch die Zellmembran, wo er speziell an das mitochondriale System gelangt. Ausgehend von einem Ery- pO_2 von 100 mm Hg und einem mitochondrialen pO_2 von bis zu 2 mm Hg folgt dieser Prozess einem extremen Konzentrationsgefälle.

Bedeutung der Gase

Sauerstoff ist überlebenswichtig und muss stetig zugeführt werden. Kohlendioxid ist als Stoffwechselendprodukt in hoher Konzentration toxisch und muss eliminiert werden.

In beiden Fällen erfolgt der Austausch mittels Diffusion. Die als Diffusionsweg bezeichnete Strecke setzt sich aus drei anatomischen Strukturen zusammen mit einer Dicke von unter 1 μm .

Zellschicht der Alveolarwand (Endothel)

Grundhäutchen (Basalmembran)

Zellschicht der Kapillarwand (Kapillarendothel)

Logischerweise führen alle Prozesse die zu einer Vergrößerung des Diffusionsweges führen zu einer erschwerten Atmung.

Bedeutung der Gase II

Sauerstoff:

Gesamt-Sauerstoffmenge eines Erwachsenen beträgt etwa 1,5 l von denen der größte Teil an das Hämoglobin gebunden ist. Ein kleiner Teil ist an das Myoglobin in der Muskulatur gebunden oder befindet sich in den Lufträumen und Alveolen.

Der Sauerstoffverbrauch liegt in Ruhe bei 0,25 l / min. Demnach ist unsere Sauerstoffreserve ziemlich beschränkt. Folglich wird Sauerstoffmangel schlecht toleriert.

Kohlendioxid:

Für den Erwachsenen ergibt sich eine Gesamtmenge von 6 l. Diese ist ebenfalls im Blut aber auch im gesamten Körpergewebe enthalten.

Ruhezustand werden 0,2 l / min produziert. Entsprechend einer hohen Speicherkapazität wird ein Anstieg im Blut zunächst gut toleriert. Kohlenstoffdioxid ist gut löslich und somit transportabel.

Kontrolle der Atmung

- Hinweise auf eine suffiziente Atmung ergeben Messungen der Lungenvolumina sowie der arteriellen Blutgaswerte. Des Weiteren gibt es die Möglichkeit der Pulsoxymetrie

Spirometrie:

- Bestimmung von Lungenvolumina und Interpretation
- Einsatz zur Diagnostik, Therapie und Therapiekontrolle bei Störungen der Lungenbelüftung
- Die entscheidenden Größen bei der Spirometrie sind die Vitalkapazität (VC) und die Ein-Sekunden-Kapazität (FEV_1)
 - VC: Maß für maximale Belüftungsfähigkeit, abh. Alter, Gewicht
 - FEV_1 : maximal mobilisierbare Luftmenge in 1 Sekunde, → Auskunft über Atemwegswiderstände

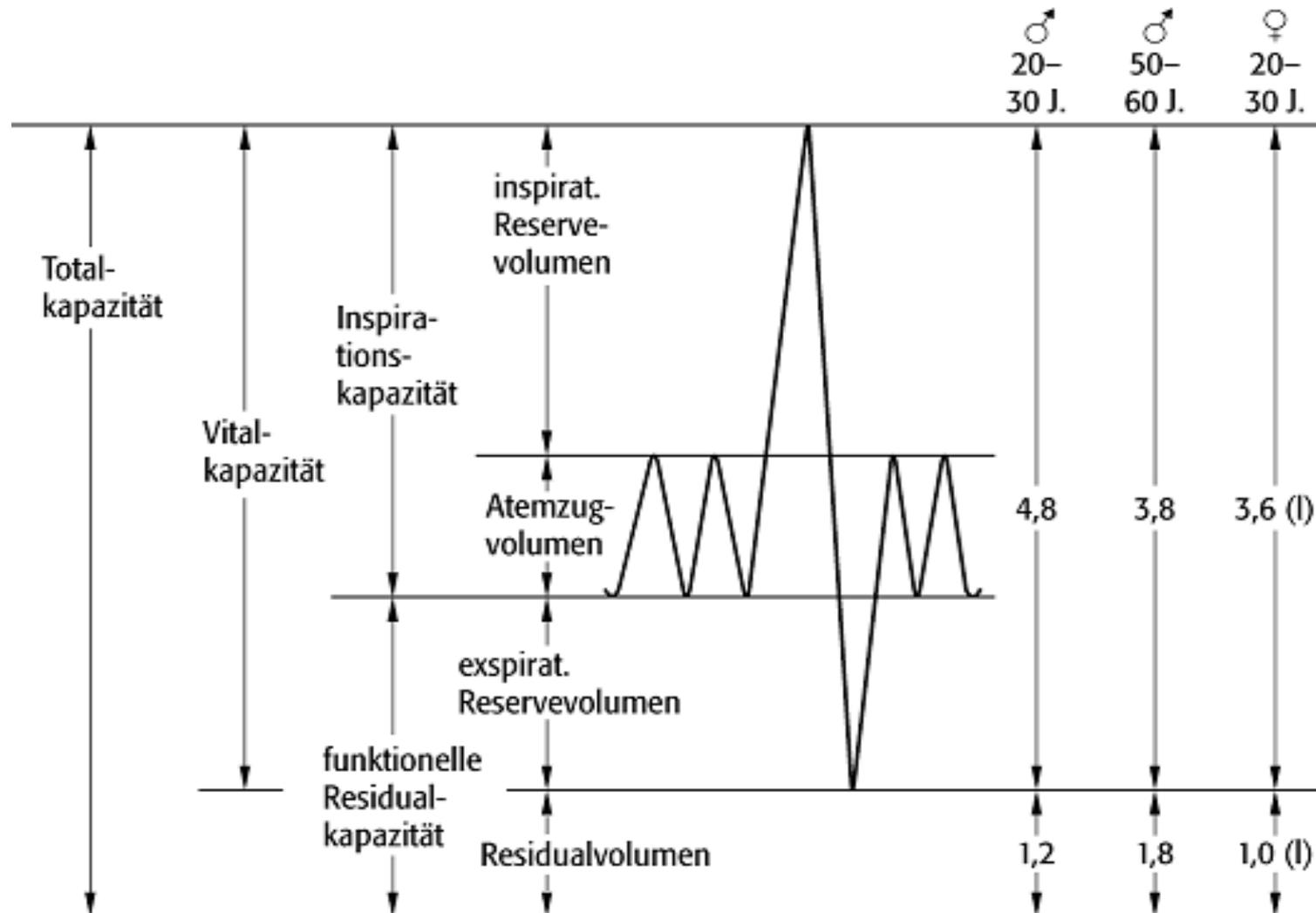
Lungenfunktionsparameter

- TV (Tidalvolumen)
 - AZV (Atemzugvolumen) = Das in Ruhe ein- bzw. ausgeatmete Volumen
- ERV (exsp. Reservevolumen) = Volumen das unter maximaler Anstrengung nach normaler Ausatmung expiriert wird
- IRV (insp. Reservevolumen) = Volumen das unter maximaler Anstrengung zusätzlich inspiriert werden kann
- VK (Vitalkapazität)
 - VC (Vital Capacity) = Summe des maximalen Inspirations- und Expirationsvolumens
- VC_{in} (insp. Vitalkapazität) = Maximales Volumen was nach maximaler Exsp. eingeatmet werden kann
- VC_{ex} (exsp. Vitalkapazität) = Maximales Volumen was nach maximaler Insp. ausgeatmet werden kann

Lungenfunktionsparameter II

- RV (Residual Volumen) = Restvolumen das nach maximaler Exsp. in der Lunge verbleibt
- TK (Totalkapazität)
TLC (total lung capacity) = Summe aus RV und VC
- FVK (Forcierte exspi. VC) = Volumen das nach max. Insp. bei forc. Ausatmung exspiriert werden kann
- FEV₁ = Vol. das nach maximaler Insp. und max. forc. Ausatmung innerhalb 1 s exspiriert wird
- FEV₁ % VC
(Tiffeneau – Test) = Prozentualer Anteil des FEV₁ von V
- PEF (peak Flow) = Maximale exsp. Atemstromstärke
- MEF 75, 50, 25 = Maximale exsp. Atemstromstärke bei 75, 50 bzw. 25 % Lungenfüllung

Lungenvolumina des Erwachsenen



BGA und Pulsoxymetrie

Blutgasanalyse (= BGA)

Bestimmung der arteriellen Partialdrücke für Sauerstoff (pO_2) und Kohlenstoffdioxid (pCO_2). Diese Werte dienen der Beurteilung der Ventilationssituation und sind vor allem in der Intensivmedizin und bei Beatmung (manuell / maschinell) wichtig.

Pulsoxymetrie

Sauerstoff wird mittels Blut ins Gewebe transportiert. Die Transportfähigkeit des Blutes hängt vom Hämoglobingehalt ab deren Verbindung (chemisch) mit Sauerstoff als Sättigung bezeichnet wird. Hier wird nun Licht mit zwei unterschiedlichen Wellenlängen abwechselnd in die Haut eingestrahlt. In Folge der art. Pulsation und der Vol. Änderung im Gewebe wird unterschiedlich viel Licht absorbiert oder reflektiert.

Bei Detektion des passierten Lichtes entsteht so eine unterschiedliche Wellenlänge. Diese wird als elektrische Spannungsdifferenz registriert und dann in %-Sättigung verrechnet.

Atmung und Belastung

	Atem- zug- volumen	Atem- fre- quenz	Atem- minuten- volumen	Herz- schlag- volumen	Herz- fre- quenz	Herz- minuten- volumen
Körper in Ruhe	350 ml	12/min	4 l	60 ml	60/min	3,6 l
normale Tätigkeit	500 ml	16/min	8 l	80 ml	70/min	5,6 l
körperliche Belastung	2000 ml	25/min	50 l	100 ml	140/min	14 l

(c) Bibliographisches Institut & F. A. Brockhaus AG, 2006

Zusammenfassung

Teilprozesse der Atmung:

Ventilation	Ergebnis von Spontanatmung oder Beatmung mit dem Erfolg einer ausreichenden Belüftung
Distribution	Verteilung der Atemgase in den Luftwegen als Folge der Atemarbeit
Diffusion	Membranpassage der Atemgase aus den Alveolen in das Kapillarsystem
Perfusion	Gastransport mit Hilfe des Blutweges Blutgefäße = Verteilersystem Erythrozyt = Transportmedium

Diagnostik

Nicht-invasiv:

- Anamnese → Beginn, Dauer, Art der Beschwerden
- Auskultation → Abhören der Atemgeräusche
- Perkussion → Abklopfen des Brustkorbes
- Röntgen-Thorax → Orientierung über die Gesamtlunge
- Tomographie → Schichtaufnahmen
- Spirometrie → Messung der Lungenfunktion

Invasiv:

- Bronchoskopie → Spiegelung und Probeentnahme aus den Luftwegen
- Blutgasanalyse → Beurteilung der Atemfunktion durch Messung der Atemgase und Säure-Base-Haushalt

Lungenerkrankungen

Einteilung:

1. Ventilationsstörungen
2. Infektionen
3. Tumore
4. Lungenembolie
5. Pneumothorax

Symptome einer gestörten Atemtätigkeit:

1. Veränderung der Atmung
 - Tachypnoe = schnelle Atmung
 - Bradypnoe = langsame Atmung
 - Dyspnoe = alle Formen von Luftnot

Belüftungsstörungen

1. Obstruktive Störungen (Behinderung der Luftströmung)

Häufig auftretende Erkrankungen mit Erhöhung des Strömungswiderstandes. International als COPD (chronic obstructive pulmonary disease) bezeichnet.

Beispiele: chronisch obstruktive Bronchitis

Asthma bronchiale

Lungenemphysem

2. Restriktive Störungen (Behinderung der Dehnungsfähigkeit)

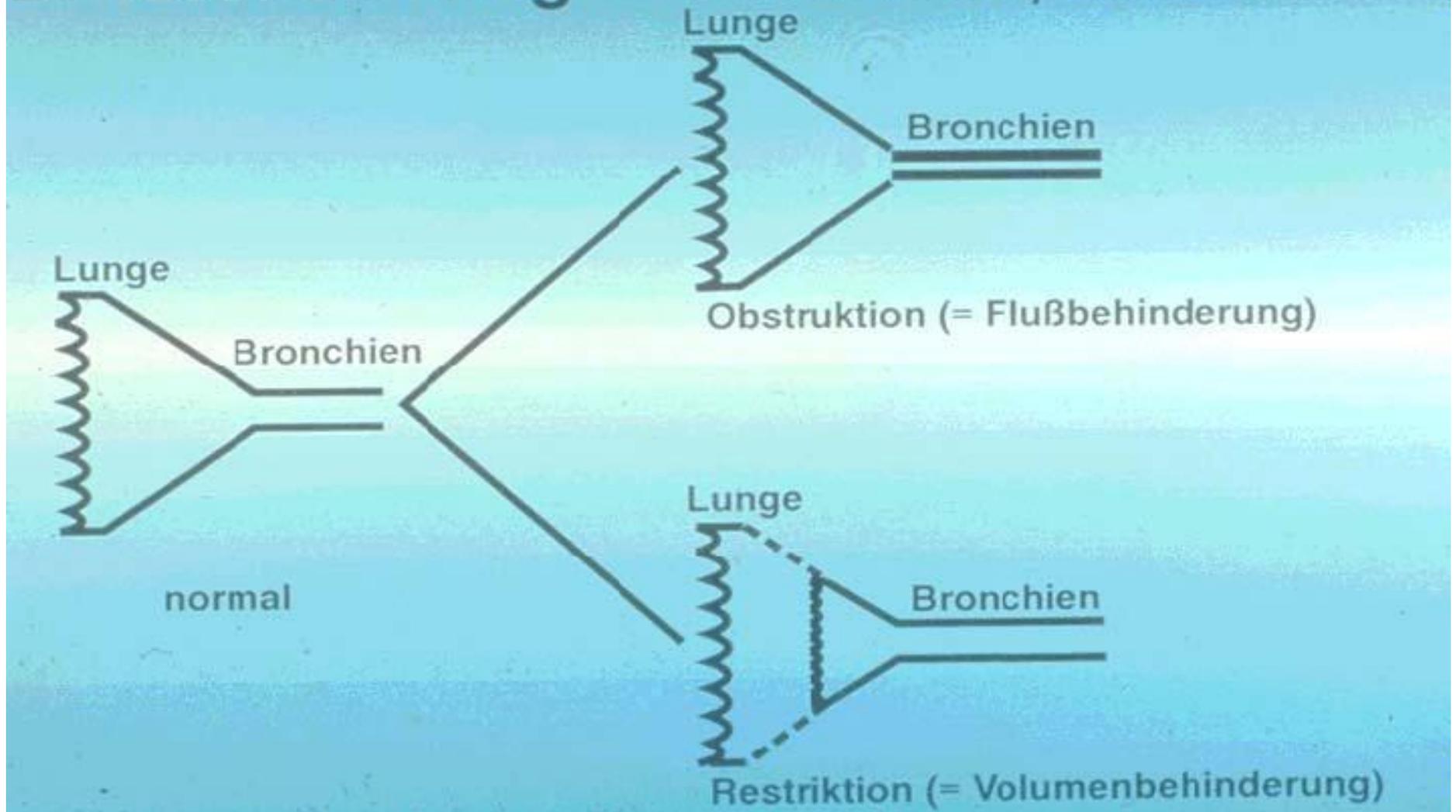
Selten auftretend. Bestimmt durch Verminderung der Lungenbelüftung in Folge von „Fesselung“. Derartige Krankheiten können bis zur Zerstörung des eigentlichen Lungengewebes einhergehen.

Beispiele: Sarkoidose

Pneumokoniose (Asbestose, Silikose)

Ventilationsstörung

Differenzierung Obstruktion/Restriktion

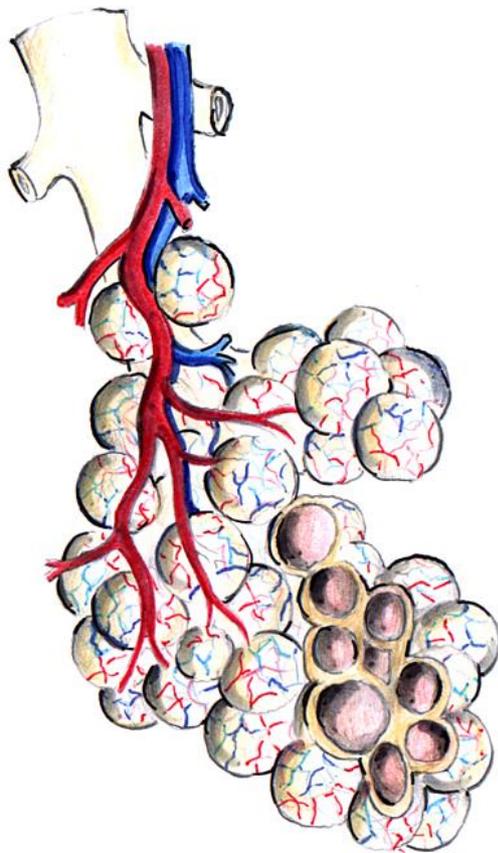


Was ist ein Emphysem

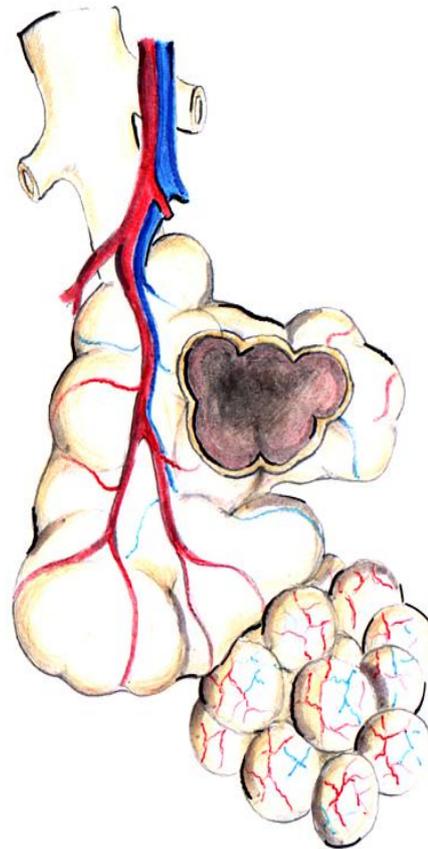
- Lungenemphysem = Zerstörung des Lungengewebes
- Normales Lungengewebe besteht aus vielen Millionen einzelner Alveolen
- Beim Emphysem werden die Wände der Alveolen irreversibel zerstört
- Somit entstehen große, schlaffe Lungenblasen

Veränderungen bei COPD - Lungenemphysem

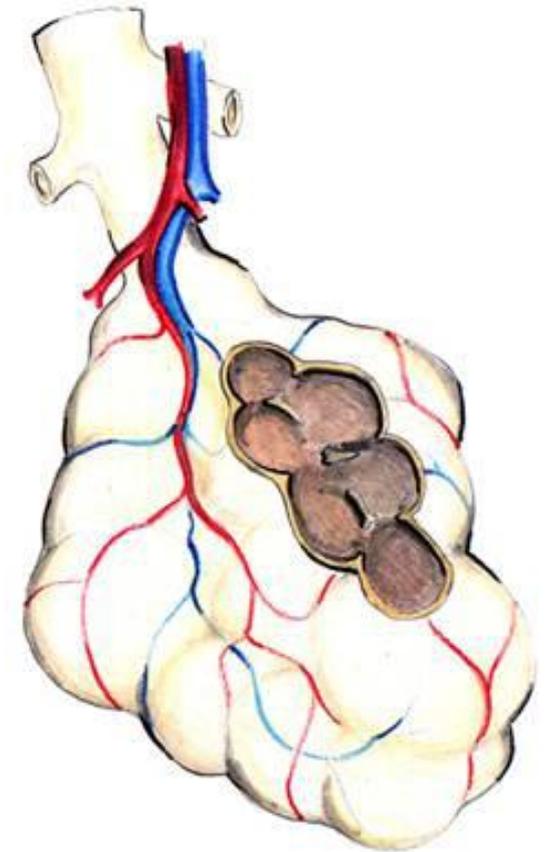
• Gesund



Emphysem I



Emphysem II



Krankheiten der Lunge

Asthma bronchiale:

Bedeutung: Respiratorischer Notstand, Sterblichkeitsrate von 1 % im Akutfall

Definition: Anfallsweise auftretende, meist reversible Verengung der Atemwege

Ursachen: Entzündung, Allergien

Klinik: Anfallsweise auftretende Atemnot

Folgen: kompensatorische Pulsbeschleunigung, ungenügende Sauerstoff-Sättigung und Bewusstseins-Eintrübung

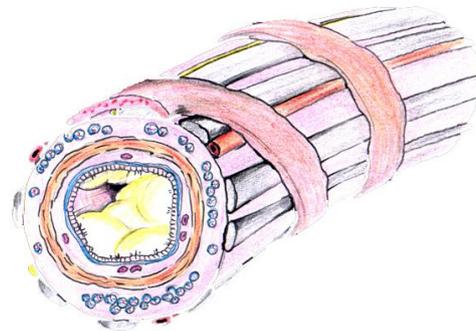
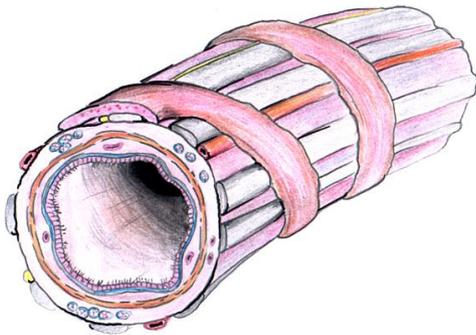
Therapie: Unterbrechen der allergieauslösenden Substanzen
Erweiterung der Bronchien (Dosieraerosole, Kortison)

Atemwegswiderstand

Entscheidende Stellgröße für den Atemwegswiderstand R ist der Durchmesser der luftleitenden Wege.

→ Hagen-Poiseuille-Gesetz:

- Hauptaussage:
 - R ist umgekehrt proportional zur vierten Potenz des Radius
 - Am Beispiel der Lunge: Halbiert sich der Radius des Bronchus nimmt der Atemwegswiderstand um das 16-fache zu



Krankheiten der Lunge

Lungenemphysem:

Bedeutung: Folge einer chronischen Schädigung, Gekennzeichnet durch Schwund der Alveolarwände und damit auch der Gefäße

Definition: Vermehrter Luftgehalt der Lunge (Überblähung), einhergehend mit Verlust der Elastizität

Ursachen: Tabakkonsum
Asthma im Spätstadium
chronische Entzündungen

Folgen: Verlust von Atemfläche (→ Ateminsuffizienz)
Belastung des Herzens (→ Cor pulmonale, Rechtsherzversagen)

Therapie: Vermeidung von unnötiger Belastung der Atemwege (Rauch, Infekte)

Entzündungen der Lunge

1. Bronchitis:

Bedeutung: Auf Grund inhalativer Noxen sind viele betroffen.

Einteilung: akute Bronchitis
chronische Bronchitis

Ursachen: Akut, meist Folge von Erkältungskrankheiten
chronisch, meist Folge ständiger Reize (Rauch, Staub, Allergene)

Klinik: Akut, reichlich Schleimproduktion
chronisch, Schleimproduktion mit dauerhaftem Auswurf

Verlauf: Akut, heilt meist innerhalb von 2 – 3 Wochen spontan aus
chronisch, heilt meist nicht aus

Entzündungen der Lunge II

2. Pneumonie

- Bedeutung:** Zählen zu den häufigsten zum Tode führenden Infektionskrankheiten
350.000 Erkrankungen in Deutschland in etwa pro Jahr
- Einteilung:** Richtet sich entweder nach der auslösenden Ursache oder nach patho-
anatomischen Gesichtspunkten
- Ursache:** Bakterien, Viren, Pilze
- Folgen:** Umverteilung und Einlagerung von Flüssigkeit
Verdichtung im Gewebe (= Verschattung im Röntgenbild)
- Klinik:** Fieber, Abgeschlagenheit, Husten
- Diagnose:** Röntgenbild, Laborchemischer Nachweis
- Therapie:** Antibiotika, Bettruhe, Fieberkontrolle

Entzündungen der Lunge III

3. Tuberkulose:

Bedeutung: Kann alle Organsysteme befallen. Weltweit tragen ca. 2 Milliarden Menschen den Erreger, 1/3 stirbt daran. Meldepflichtig

Ursache: Bakterium (*Mycobacterium tuberculosis*)
Übertragung durch Tröpfcheninfektion

Klinik: häufig ohne Symptome aber auch als
schwere Form mit Fieber, Nachtschweiß, Husten und Auswurf

Diagnose: Röntgenbild
Keimnachweis

Therapie: Antibiotika

Bösartige Erkrankungen der Lunge

Bronchialkarzinom:

Bedeutung: Ausgehend vom Bronchialepithel, verantwortlich für 25 % aller Krebstodesfälle, 40.000 Neuerkrankungen pro Jahr und 35.000 Todesfälle
Betroffen vor allem Männer ab dem 60. Lebensjahr

Ursachen: Tabakrauch 85 %

Karzinogene (Asbest, Nickel, Radon, Ruß) 8 %

Umweltverschmutzung 5 %

Andere (Röntgenstrahlen, Genetische Prädisposition...) 2 %

Klinik: Relativ unspezifisch, Auftreten von Symptomen weist auf fortgeschrit.
Stadium hin (Luftnot, Fieber, Nachtschweiß, Gewichtsverlust)

Diagnose: Röntgenbild, Bronchoskopie, Gewebeprobe

Bösartige Erkrankungen II

- Einteilung: kleinzelliges Karzinom
nicht-kleinzelliges Karzinom
Stadien: TNM-Klassifikation
- Therapie: Chemotherapie, Bestrahlung
Operation angezeigt bei nicht-kleinzelligem Karzinom, bei Kleinzeller nur im Frühstadium
- Prognose: kumulatives Überleben für alle Tumore (therapieunabhängig)
5-Jahres-Überleben → 8 %

Spezielle Erkrankung

Lungenembolie:

Definition: Vollständiger oder teilweiser Verschluss von Lungengefäßen durch Gerinnsel oder Luft

Bedeutung: Pro Jahr ca. 20.000 Tote in Deutschland

Ursache: meist Venenthrombose durch Immobilisation

Folgen: Verlegung großer Lungegefäße → Massiver Erhöhter Widerstand
→ Rechtsherzversagen

Klinik: Atemnot und Tachykardie

Therapie: Medikamente, Blutverdünnung, Auflösung des Gerinnsels
Operative Gerinnsel-Entfernung

Spezielle Erkrankungen II

Pneumothorax:

Definition: Eindringen von Luft in den Raum zwischen Lunge und Brustkorb

Ursache: Traumatisch

Spontan

Folgen: ungenügende Ausdehnung der Lunge bei der Atmung

Klinik: Luftnot, Schmerzen

Diagnose: Röntgenbild, Auskultation

Therapie: Einlage einer Thoraxdrainage

Zusammenfassung

Zu den vorgeschalteten Atemwegen zählen Nase, Rachen, Kehlkopf und Luftröhre, die als luftführende Strukturen die Atemgase filtern, anwärmen, anfeuchten und reinigen

Ein Verteilersystem (große und kleine Bronchien) führt die Atemluft bis in die Endverzweigungen, die als Lungenbläschen (Alveolen) den Gasaustausch ermöglichen

Die Lunge besteht aus einer großen Anzahl von Alveolen, Bronchien und den Lungenkapillaren. Nach außen sichtbar ist ein symmetrischer Aufbau mit zwei Flügeln und jeweils 10 Segmenten

Kontinuierliche Sauerstoffzufuhr ist zur Aufrechterhaltung aller Körperfunktionen nötig

Kohlensäure stellt als Stoffwechselendprodukt eine Gefahr für den Körper da und muss eliminiert werden

Neben Zu- und Abfuhr von Atemgasen (Transportsystem) besteht die Hauptaufgabe der Lunge im Gasaustausch. Hierzu steht das Lungenparenchym mit seiner großen Atemoberfläche zur Verfügung

Zum Lungenparenchym gehören Alveolen, Kapillaren sowie bestimmte Zellverbände (Schleimbildung, Surfactant-Bildung und Abwehrsystem)

Zusammenfassung II

Entscheidender Ort für den Gasaustausch stellen die Grenzen der Alveolarwand sowie der Kapillarwand dar. Diese Grenzen müssen im Rahmen der Diffusion überwunden werden. Im Normalfall kein Problem, aber bei gewissen Krankheiten kann diese Strecke vergrößert sein

Der Transport der Atemgase bis in die Alveolen wird als „Äußere Atmung“ bezeichnet

Der Austausch der Atemgase mit sämtlichen Zellen wird als „Innere Atmung“ bezeichnet

Jede Unterbrechung der art. Blutzufuhr führt zu Sauerstoffmangel im Gewebe und wird als Ischämie bezeichnet

Gesamtheit der Atemvorgänge hat folgende Teilschritte:

1. Ventilation mit Erzielung des Atemminutenvolumens als Produkt des Atemzugvolumens und der Atemfrequenz
2. Distribution mit Verteilung der Atemgase in die Alveolen
3. Diffusion als Vorgang des Gasaustausches (Membranpassage)
4. Perfusion mit Verteilung der Atemgase auf dem Blutweg