



# Medizinische Schulung

- *Physiologie & Pathophysiologie* -

# Ziel der Präsentation

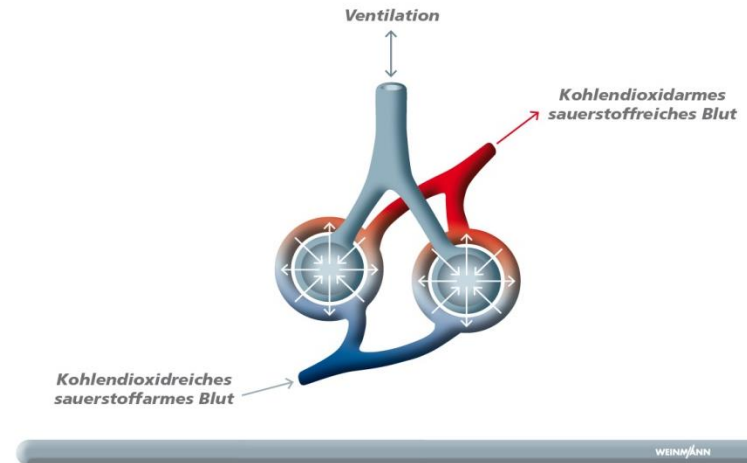
- Die vorliegende Präsentation zum Themenbereich Physiologie des Atmungssystems verschafft den Teilnehmern einen Überblick über die für den regulären Atmungsvorgang notwendigen Vorgänge sowie die atemmechanische Begrifflichkeiten und Normwerte des Menschen.
- Der Bereich Pathophysiologie umfasst bekannte Krankheitsbilder und Indikationsstellungen für eine Beatmung.

# Inhalt

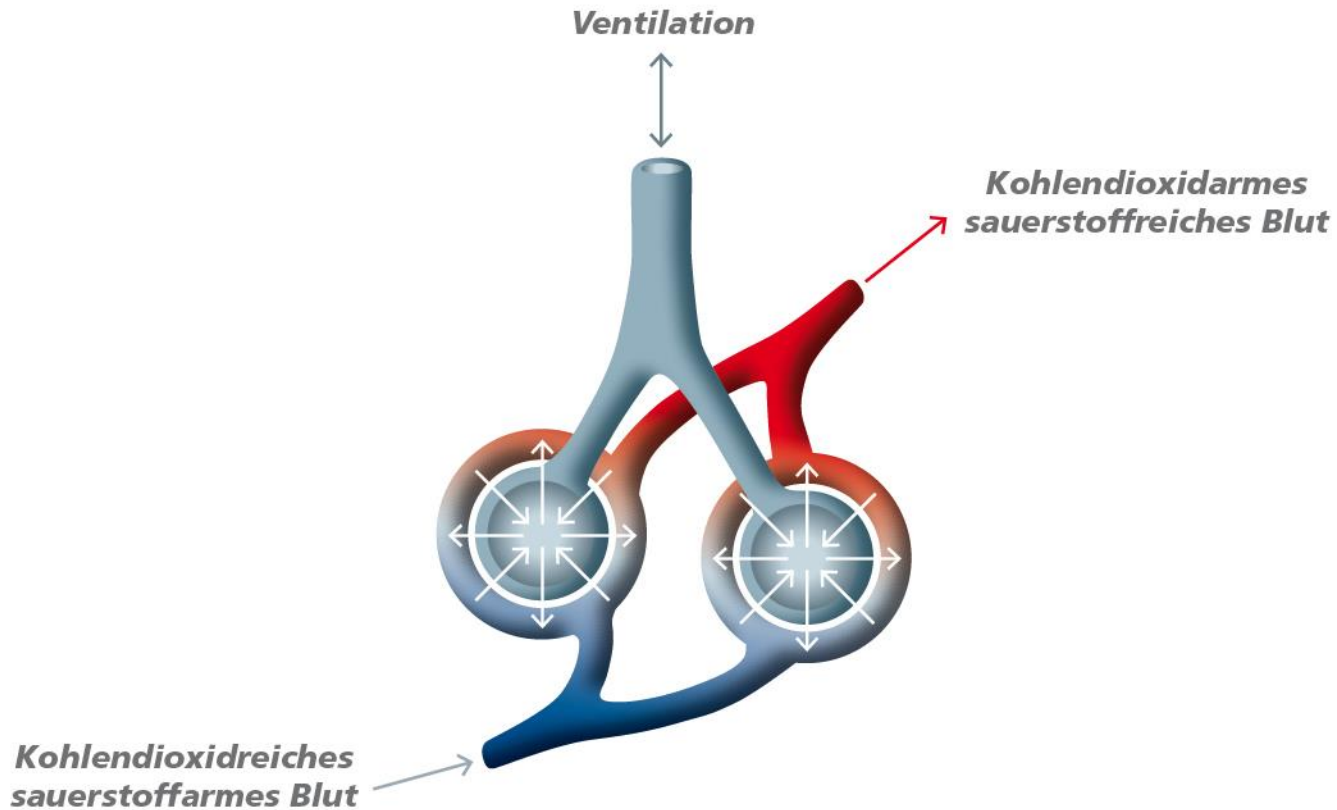
- Physiologie der Atmung
- Spontanatmung
- Atemmechanik
- Gasaustausch
- Pathophysiologie und Krankheitsbilder
- Indikationen zur Beatmung
- Zusammenfassung

# Physiologie der Atmung

- Die Deckung des Energiebedarfes des Organismus erfordert
  - ständige Zufuhr von Nährstoffen
  - Sauerstoff (O<sub>2</sub>)zur Gewinnung von ATP (Adenosintriphosphat).
- Bei der Umwandlung werden CO<sub>2</sub> und Wasser frei
- Voraussetzungen:
  - Funktionsfähigkeit von Atemantrieb und Atemmuskulatur
  - Intakte Gasaustauscheinheit (Lungenparenchym)
  - Ausreichender O<sub>2</sub> Transport (Kreislauffunktion).

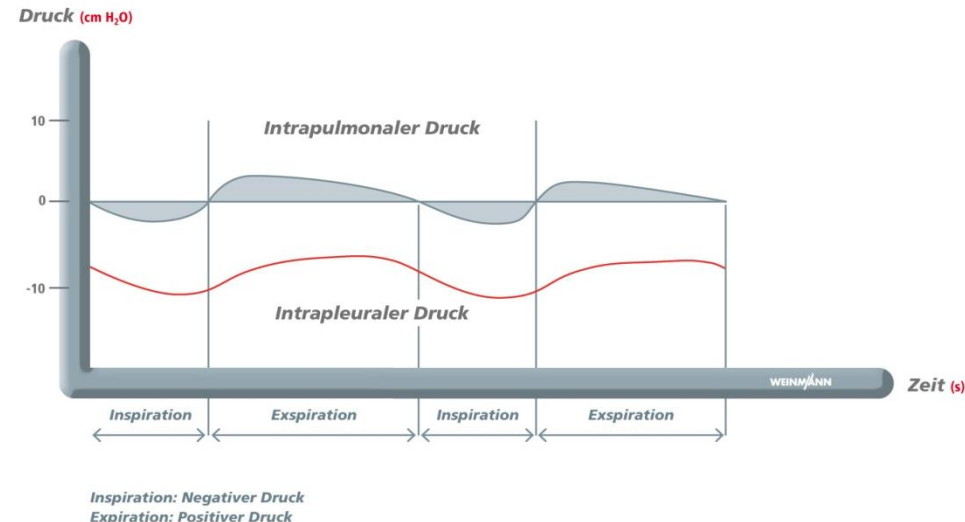


# Physiologie der Atmung



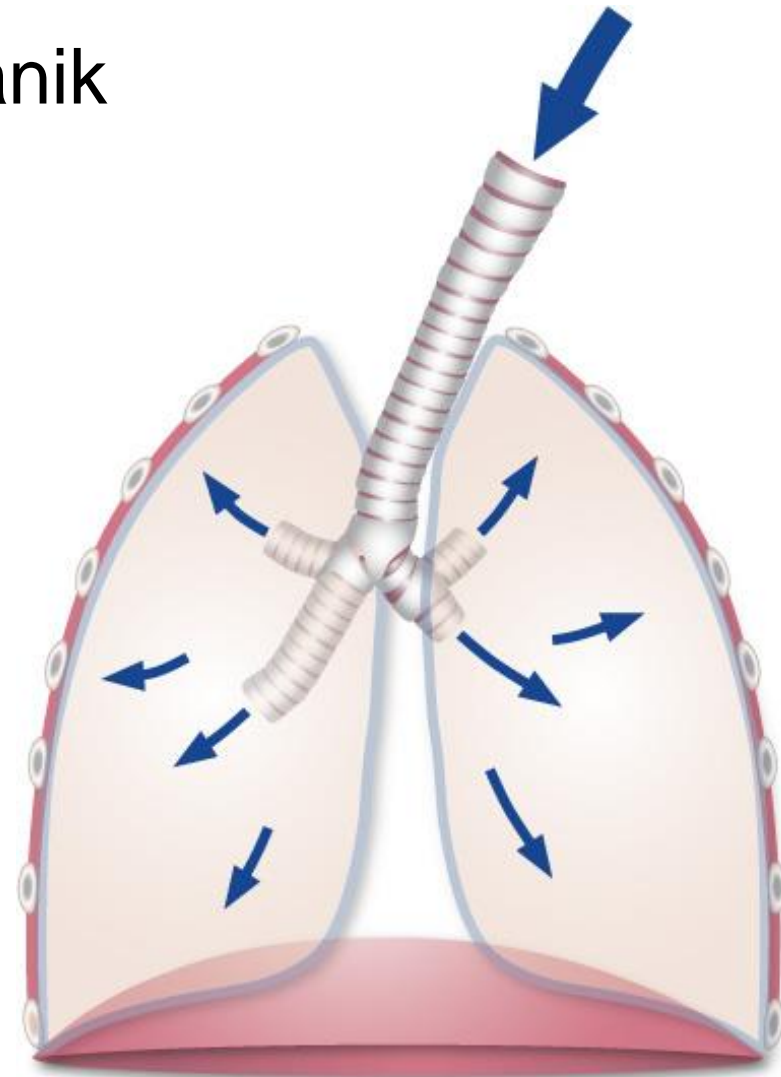
# Spontanatmung

- Die Spontanatmung wird reflektorisch ausgelöst.
- Sie ist ein unbewusster Prozess, der sich – im Gegensatz zu anderen Reflexen – allerdings durch das Luftanhalten begrenzt steuern lässt.
- Als Atemreiz fungieren
  - Anstieg des  $\text{CO}_2$ -Wertes im Blut
  - Abfall des  $\text{O}_2$ -Wertes im Blut
  - Abfall des pH-Wertes im Blut



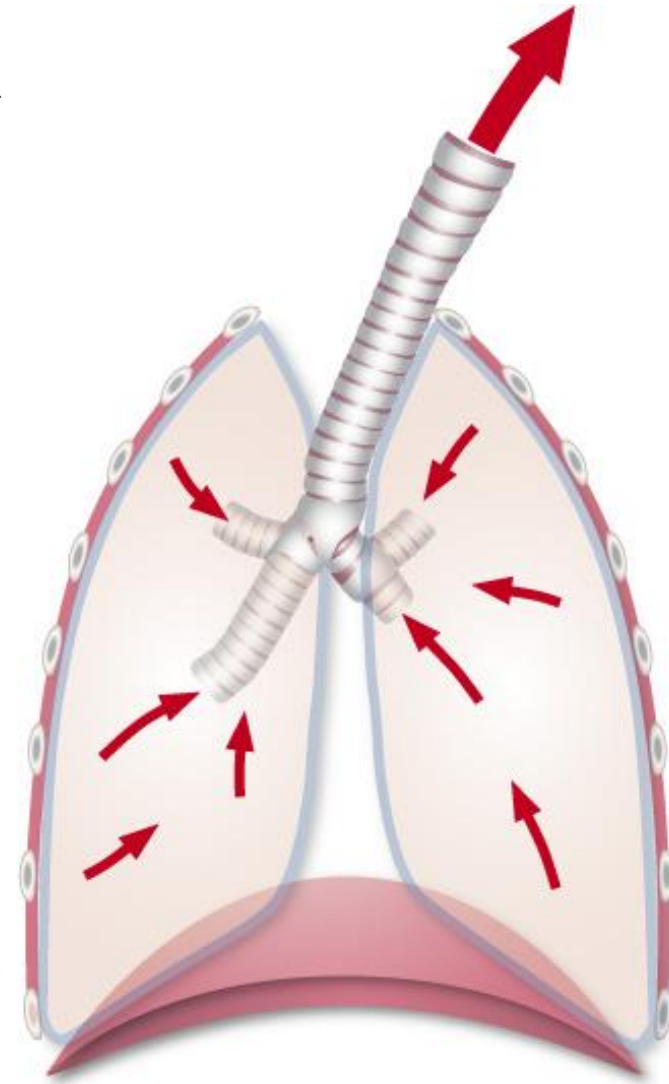
# Atemmechanik

- Intrapulmonaler Druck
  - Inspiration:
    - < atmosphärischem Druck
    - aktiver Vorgang, Überwindung der elastischen Retraktionskräfte der Lunge



# Atemmechanik

- Intrapulmonaler Druck
  - Expiration:
    - > atmosphärischem Druck
    - passiver Vorgang, durch elastische Retraktionskräfte der Lunge





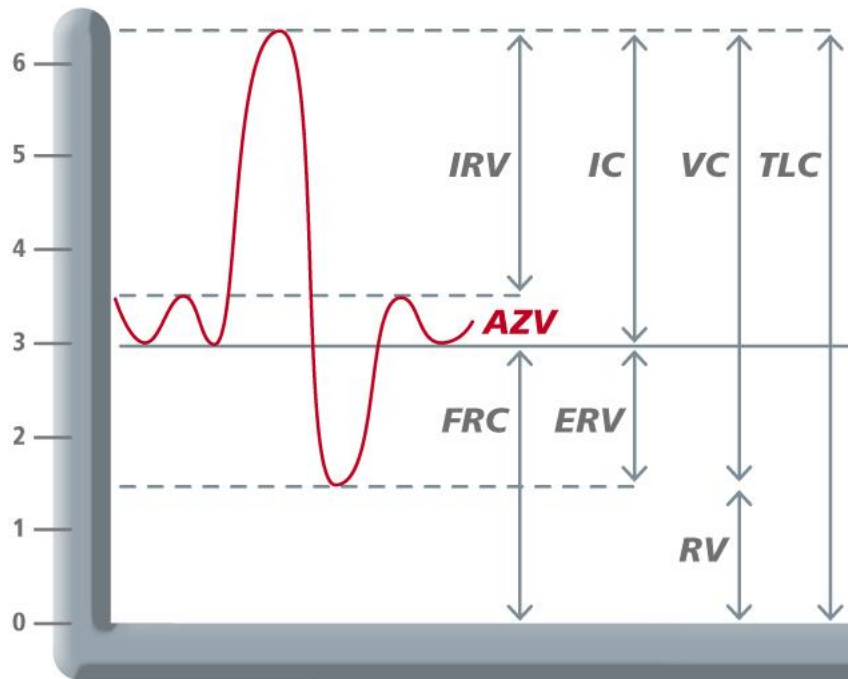
# Einstieg und kurzer Überblick Ventilation/ Volumina

**Atemzugvolumen –TV Tidalvolumen** dasjenige Volumen, das bei einer normalen Atmung eingeatmet wird (ca. 500ml/in Ruhe 6-8ml/kg)



# Lungenvolumina

Volumen (l)



- Atemzugvolumen (AZV): 500-800 ml
- Totalkapazität (TLC): 6000 ml
- Residualvolumen (RV): 1200 ml
  - Maximale Expiration
- Vitalkapazität (VC): ca. 5000 ml
  - Differenz aus Totalkapazität und Residualvolumen
- Inspirationskapazität (IC): 2500 – 3500 ml
  - Inspiration aus Atemruhelage
- Funktionelle Residualkapazität (FRC): 2300 ml
  - Summe aus Residualvolumen und expir. Reservevolumen
- Expir. Reservevolumen (ERV) : 1200ml
- Inspir. Reservevolumen (IRV) : 3200 ml

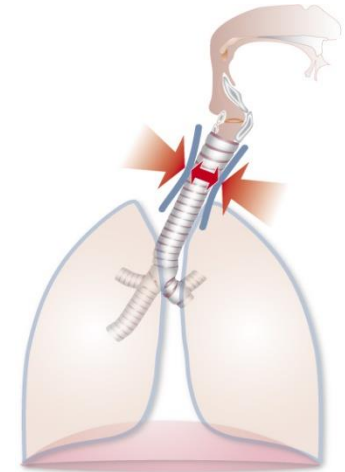
WEINMANN

Zeit (s)

# Resistance/ Compliance

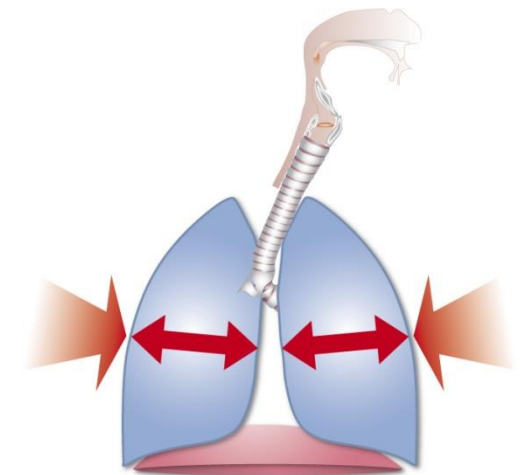
## Resistance:

- Maß für Strömungswiderstände des Respiratorischen Systems, die während der Inspiration und Expiration überwunden werden muss.



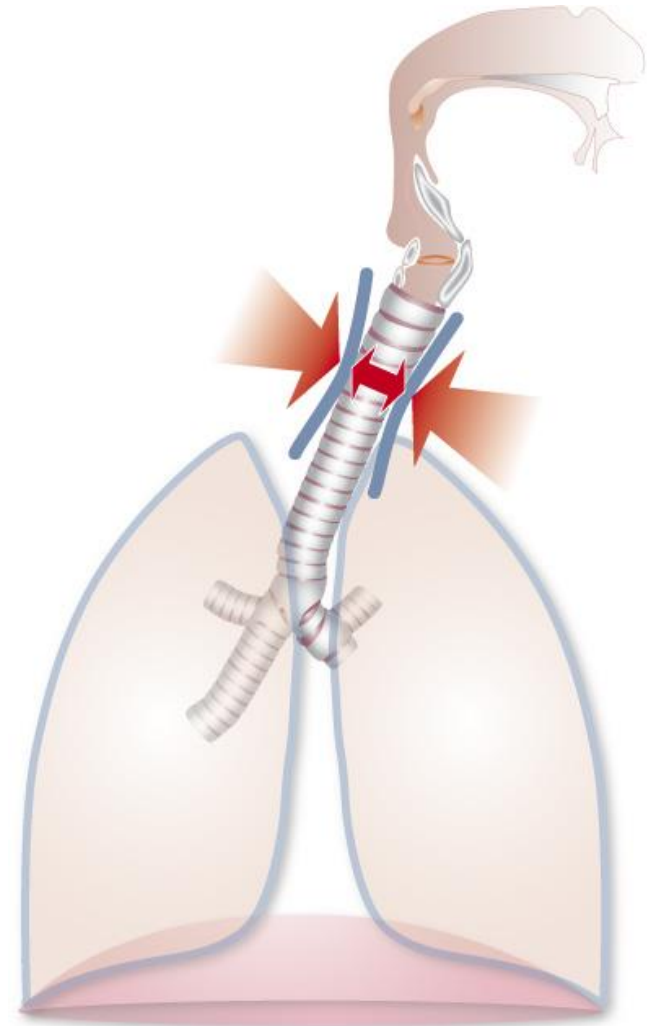
## Compliance:

- Maß für die Dehnbarkeit der Lunge
- beschreibt die elastischen Eigenschaften des respiratorischen Systems



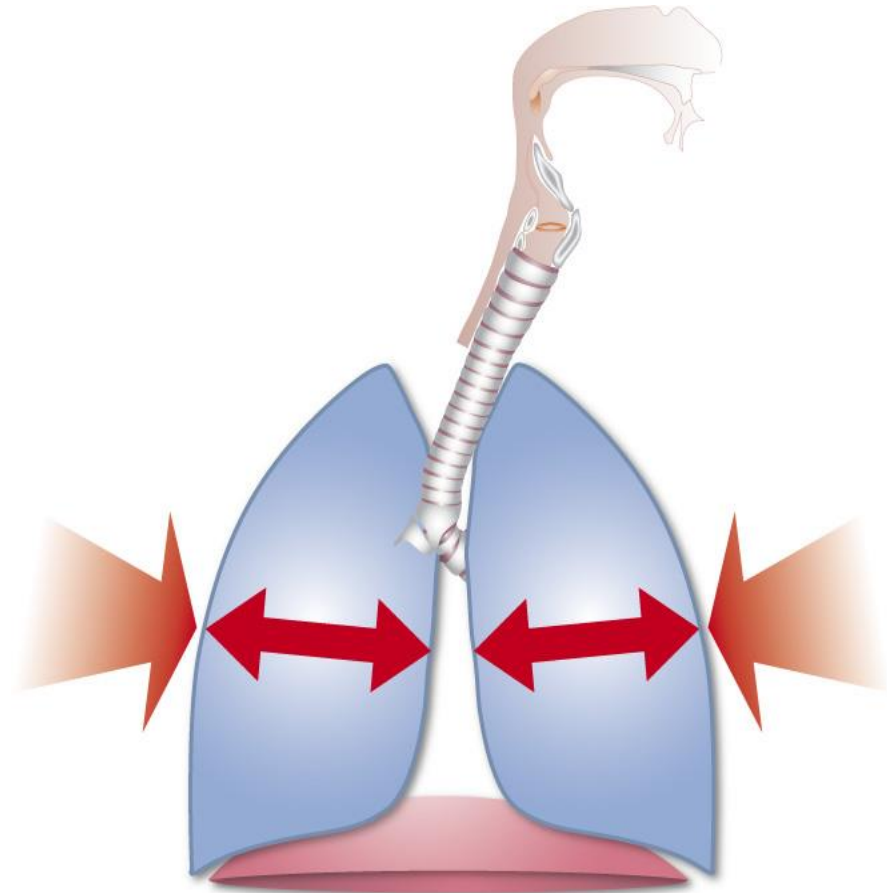
# Resistance

- Maß für den Atemwegswiderstand = Strömungswiderstand
- definiert durch das Verhältnis von Druckdifferenz zwischen Anfang und Ende einer Rohrleitung (also zwischen Atmosphäre und Alveolen) und dem pro Zeiteinheit durchströmenden Gasvolumen (= Flow).
- $R = \Delta p / V$       $[R] = 1 \text{ mbar/l/sec}$
- Beim gesunden Erwachsenen:  
2 – 4 mbar/l/sec

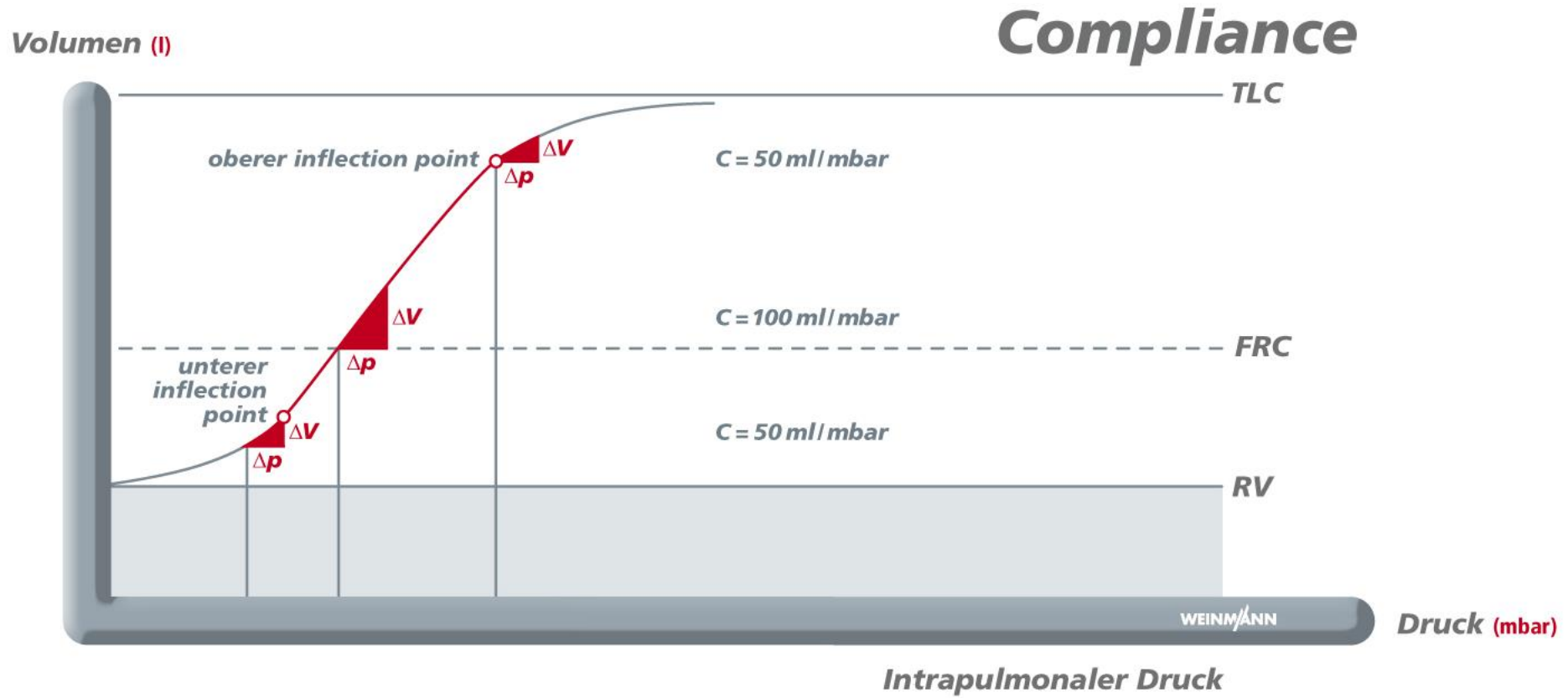


# Compliance

- Maß für die Dehnbarkeit der Lunge
- beschreibt die elastischen Eigenschaften des Atmungsapparates
- definiert als Verhältnis von Volumenänderung zu der damit verbundenen Druckänderung:
  - $C = \Delta V / \Delta p$
  - $[C] = 1 \text{ ml/mbar}$
- hängt von der Dehnbarkeit des pulmonalen Fasergerüsts, vom intrapulmonalen Flüssigkeitsgehalt und von der Surfactantaktivität ab



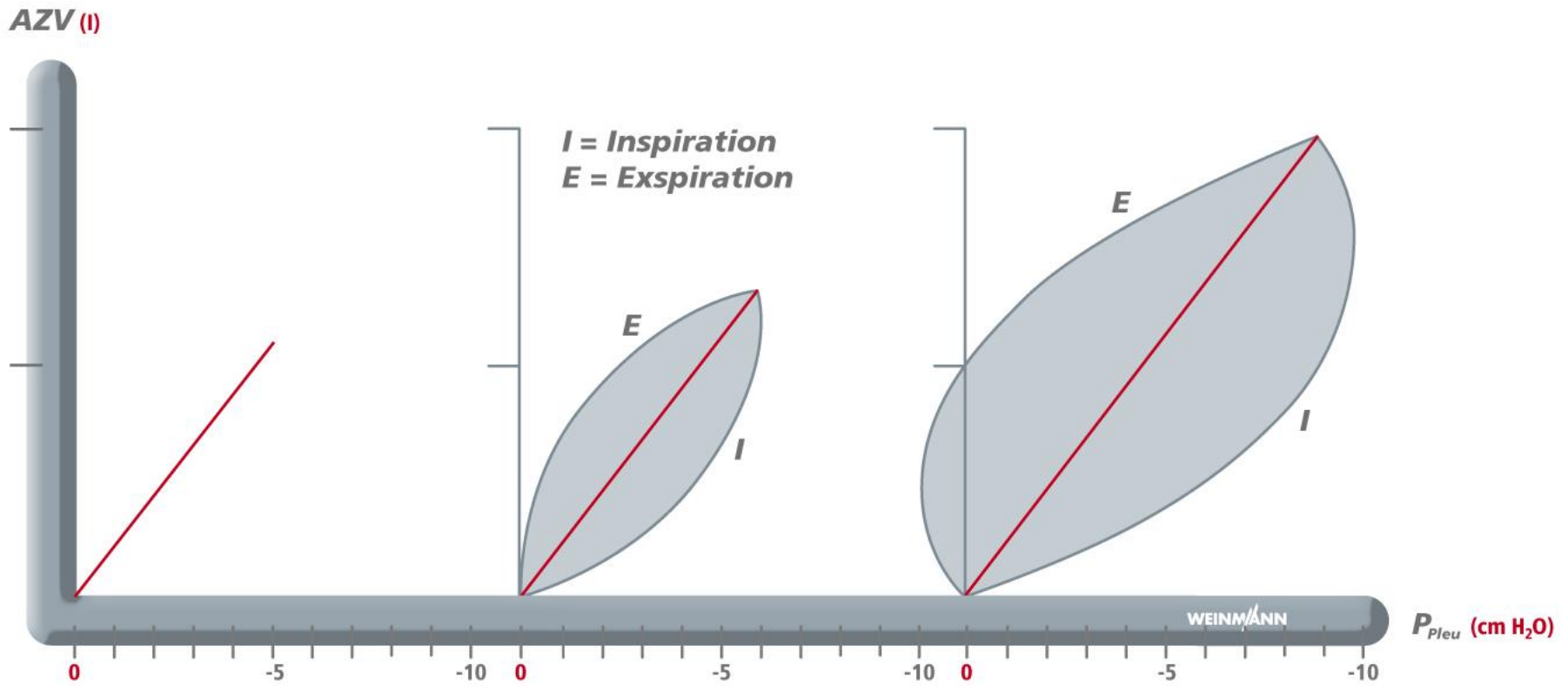
# Compliance



# Surfactant

- surface active agent
- Oberflächenaktive Substanz auf der Alveolarinnenfläche
- Reduktion der Oberflächenspannung um den Faktor 15-20
- Senkung des "Eröffnungsdrucks" kleiner Alveolen
- Erhöhung der Lungen-Compliance
- Verhinderung des Alveolenkollaps

# Druck-Volumen-Kurve



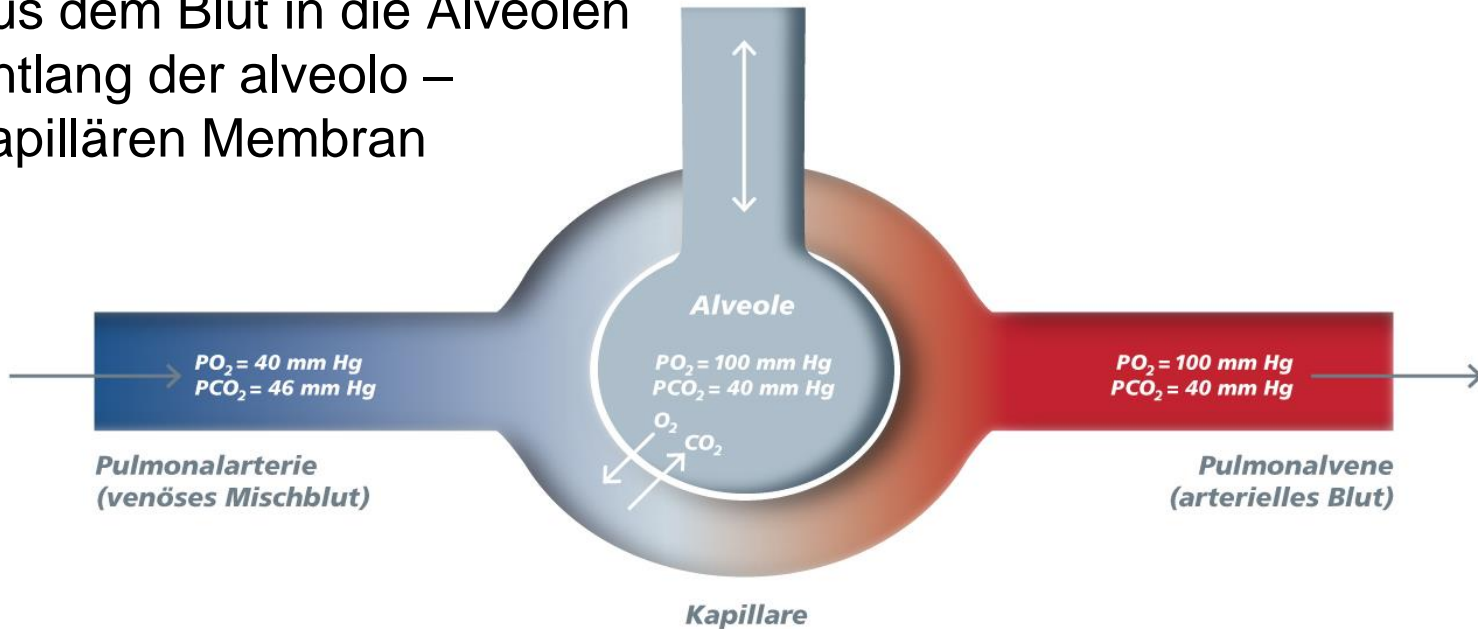


# Atmung

- Gasaustausch zwischen Organismus und Umwelt
  - äußere Atmung (Alveolarebene)
  - innere Atmung (Zellebene)
- O<sub>2</sub> – Verbrauch: 3 – 5 ml/kgKG/min
- CO<sub>2</sub> – Produktion: 3 ml/kgKG/min

# Äußere Atmung

- Übertritt von  $O_2$  aus den Alveolen ins Blut bzw.  $CO_2$  aus dem Blut in die Alveolen entlang der alveolo – kapillären Membran



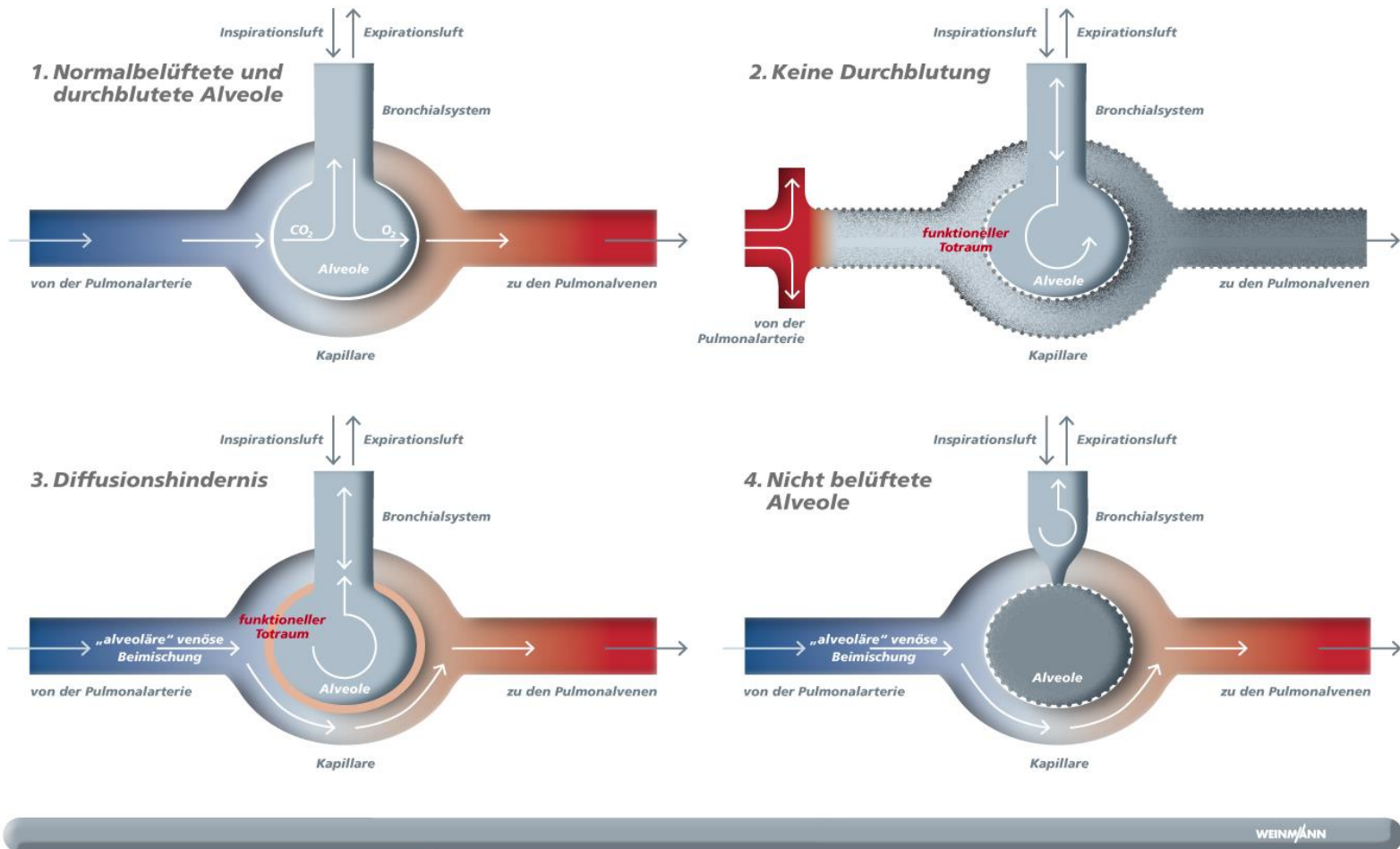
WEINMANN

# Gasaustausch (äußere Atmung)

Der Gasaustausch auf Alveolarebene hängt ab von

- Ventilation
- Diffusion
- Perfusion
- Totraumventilation
- intrapulmonalem Rechts – Links – Shunt

# Gasaustausch (äußere Atmung)



WEINMANN

# Partialdrücke in Abhängigkeit vom Luftweg

	pO <sub>2</sub> (mmHg)	pCO <sub>2</sub> (mmHg)
Atmosphäre	150-160	0
Inspirationsluft	140-150	0
Alveolarluft	100	40
Arteriell Blut	90-100	40
Gem. venöses Blut	40	45
Zelle	< 5	> 45

# Störung des O<sub>2</sub> Angebotes/Transportes bis Alveolarebene

- Verminderung des O<sub>2</sub> Angebotes (CO<sub>2</sub> Anreicherung)
- Mechanische Störungen
  - Sekretstau
  - Schleimhautschwellung (Asthma bronchiale, Bronchitis)
  - Verlängerung der Austauschstrecke (Lungenödem)
  - Bronchospasmus
  - Fremdkörper
  - Tumorstenose
- Störung der Zentralen Atemregulation (Schädelhirntrauma)
- Behinderung der Atemmechanik nach Thoraxtrauma
- Ausfall der Atemmuskulatur (Intoxikation)

# Störung des O<sub>2</sub> Transportes ab der Alveolarebene bis zur zellulären O<sub>2</sub> Versorgung

- Eingeschränkte pulmonale Perfusion ( Emphysem, ARDS)
- Kardiale Pumpleistungsschwäche ( Herzinsuffizienz)
- Volumenmangel (Blutung, Verbrennung)
- Verhinderte Transportkapazität der Erythrozyten (Intoxikation)
- Beeinträchtigte O<sub>2</sub> Verwertung- innere Atmung (Intoxikation)

# Indikation zur Beatmung

- Ventilationsstörungen
  - Thoraxtrauma
  - Zwerchfellverletzungen
- Diffusionsstörungen
  - Lungenödem
- Zentrale Störungen
  - SHT
- Perfusionsstörungen
  - Lungenembolie, Lungenemphysem
- Distributionsstörungen





# Zusammenfassung

- Grundkenntnisse von Anatomie sind Voraussetzung für das Verständnis der Atemphysiologie.
- Grundkenntnisse der Atemphysiologie erleichtern das Verständnis von Atemstörungen.
- Atmungsphysiologische Vorgänge und Normwerte ermöglichen bei Atemstörungen und Indikationen zur Beatmung eine patientenadaptierte Versorgung.