



Kapitel 4

Interpretation



Kasuistik 1 ⁽¹⁾

In der Notaufnahme werden Sie zu einem älteren Herrn gerufen, den seine Tochter gerade wegen Atemnot ins Krankenhaus gebracht hat.

Anamnestisch ist ein chronischer Husten bekannt, und auch die Dyspnoe besteht schon seit längerem, sei aber noch nie so schlimm wie jetzt gewesen.

Die körperliche Untersuchung zeigt zunächst einen kaum ansprechbaren, unkooperativen Patienten, der sehr zyanotisch aussieht und um Luft ringt.

Die ersten Laboruntersuchungen, u.a. eine Blutgasanalyse unter Raumluftatmung, werden telefonisch gerade vom Labor übermittelt:

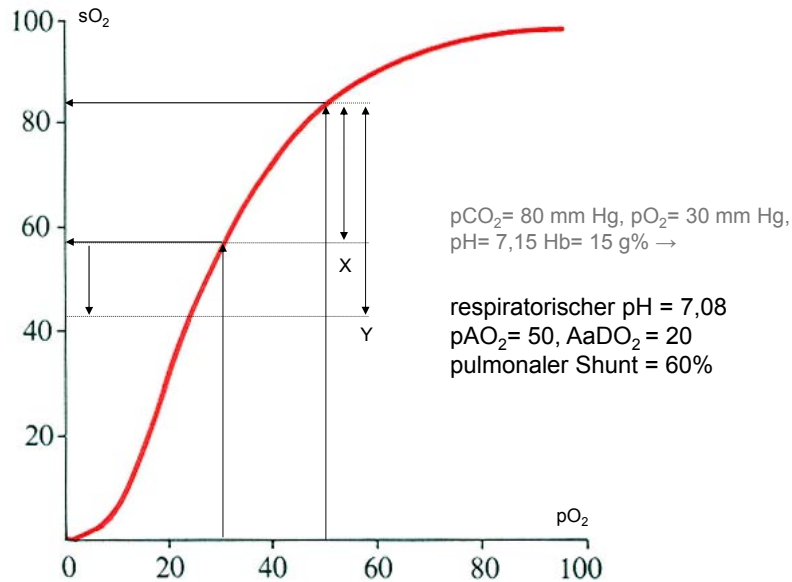
$p\text{CO}_2 = 80 \text{ mm Hg}$, $p\text{O}_2 = 30 \text{ mm Hg}$, $\text{pH} = 7,15$, $\text{Hb} = 15 \text{ g\%}$

Was ist los?





Kasuistik 1 (2)



?



Respiratorischer pH-Wert (1)

Fragen:

- 1) Was ist los? (Azidose oder Alkalose) → pH
- 2) Warum? (respiratorisch oder metabolisch) → $p\text{CO}_2$, $[\text{HCO}_3^-]$

Faustregel:

(Normalwerte $\text{pH} = 7,40$, $p\text{CO}_2 = 40$, $\text{HCO}_3^- = 24$)

Bei **reinen** respiratorischen Veränderungen, z.B. einer akut eingetretenen Atemdepression, bei der noch nicht genügend Zeit für metabolische Kompensationsmechanismen vergangen ist, spiegelt eine $p\text{aCO}_2$ -Änderung von 10 mm Hg eine pH-Änderung um ca. **0,08** Einheiten wider.

Bei chronischen respiratorischen Veränderungen mit metabolischer **Kompensation** (z.B. renale HCO_3^- -Retention oder Ausscheidung) ändert sich bei gleichem $\Delta p\text{aCO}_2$ der pH um ca. **0,03** Einheiten.



Respiratorischer pH-Wert (2)

33-jähriger Patient, kurzatmig mit Giemen
arterielle Raumluf-BGA:

$pO_2 = 68$, $pCO_2 = 30$, $pH = 7,44$

respiratorischer $pH = 7,40 + 1 \cdot 0,08 = 7,48$

→ respiratorische Alkalose mit metabolischer Kompensation

25-jähriger Patient nach Motorrad-Unfall, RR 70/40, normaler Röntgen-Thorax
kapilläre BGA unter O_2 -Gabe (Nasensonde) von 4 l/min:

$pO_2 = 90$, $pCO_2 = 32$, $pH = 7,36$

respiratorischer $pH = 7,40 + 0,8 \cdot 0,08 = 7,46$

→ metabolische Azidose mit respiratorischer Kompensation

35-jähriger Patient, 140 kg, Pickwick-Syndrom
arterielle Raumluf-BGA:

$pO_2 = 60$, $pCO_2 = 64$, $pH = 7,34$

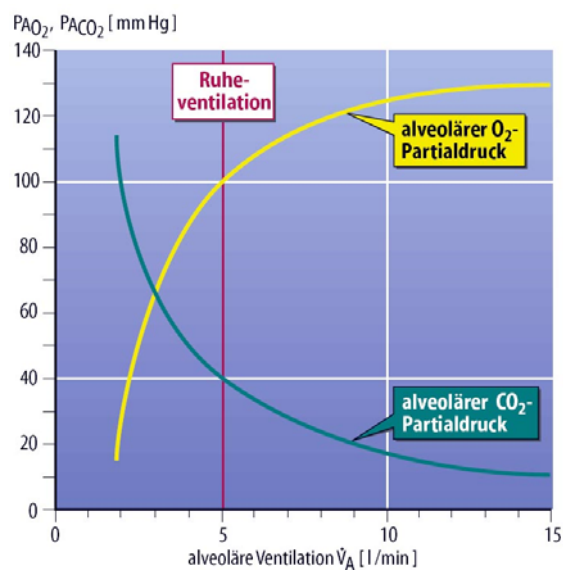
respiratorischer $pH = 7,40 - 2,4 \cdot 0,08 = 7,21$

→ respiratorische Azidose mit metabolischer Kompensation

Und wie steht es
mit dem pO_2 ?



Auf dem Weg zur Alveolargasgleichung (1)

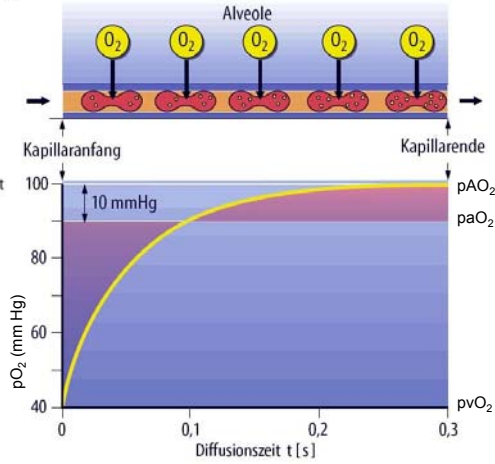
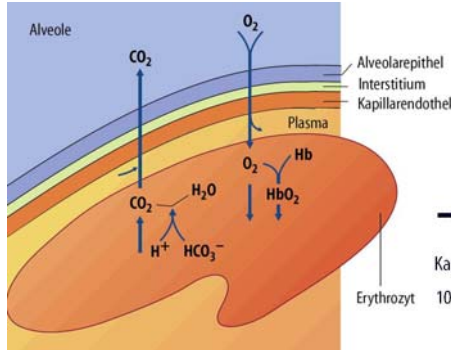


Beeinflusst der
 pCO_2 den pO_2 ?

Bei Hyperventilation
wird CO_2 verstärkt
abgeatmet,
der alveoläre pCO_2
sinkt deshalb ab...
und der pO_2 steigt.

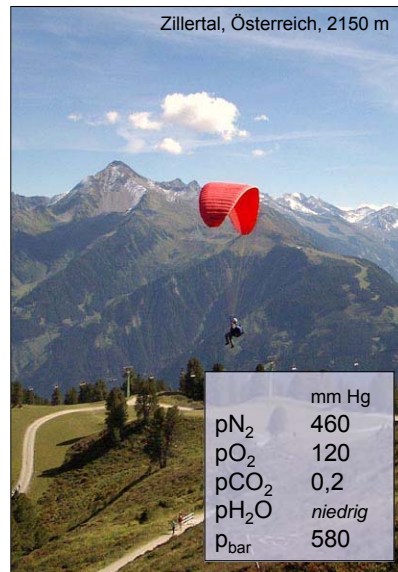
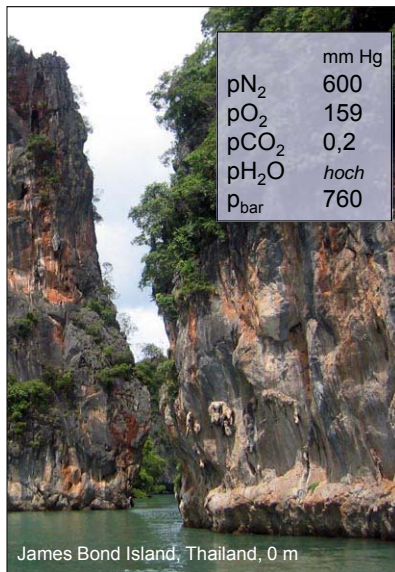


Auf dem Weg zur Alveolargasgleichung (2)



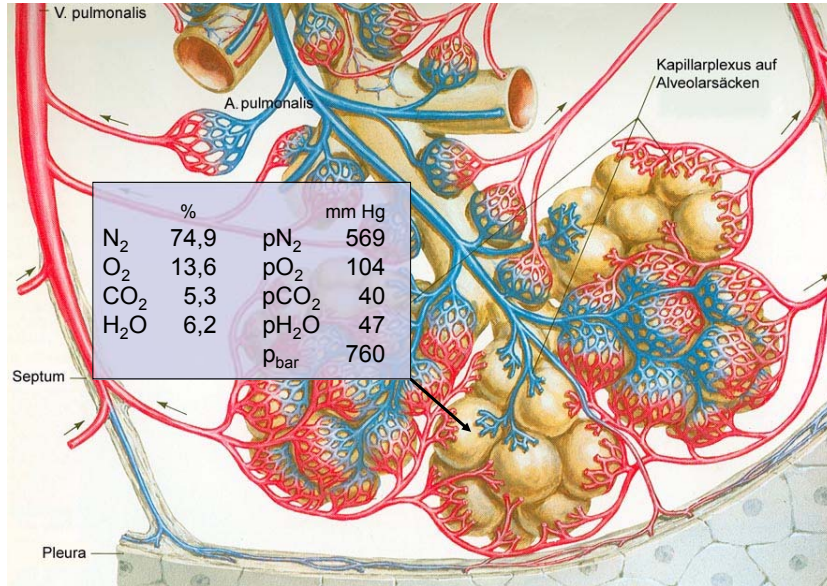
Bohr-Effekt
Haldane-Effekt
AaDO₂

Auf dem Weg zur Alveolargasgleichung (3)

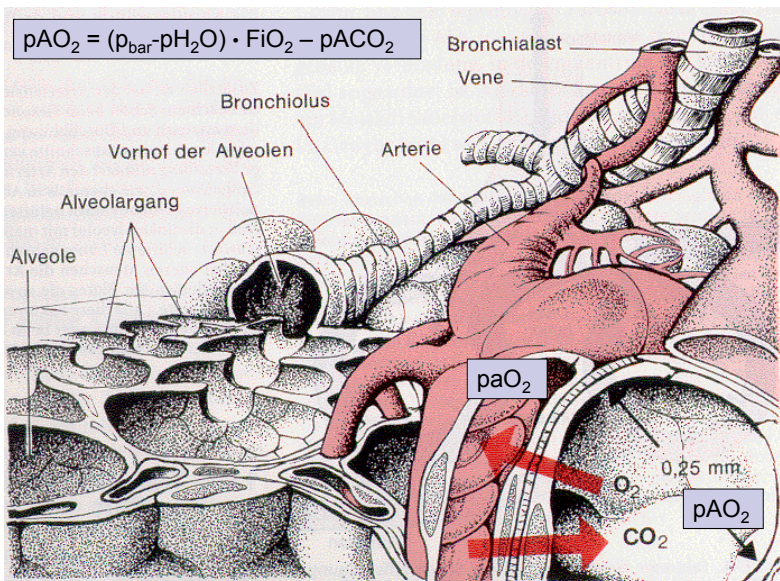




Auf dem Weg zur Alveolargasgleichung (4)



Auf dem Weg zur Alveolargasgleichung (5)





Auf dem Weg zur Alveolargasgleichung ⁽⁶⁾

$$pAO_2 = (p_{\text{bar}} - p_{H_2O}) \cdot FiO_2 - \frac{p_aCO_2}{RQ}$$

$p_{H_2O} = 47 \text{ mm Hg}$
bei 37° und Vollsättigung

An der Aleolarmembran wird O_2 nicht im Verhältnis 1:1 gegen CO_2 ausgetauscht: pro 100 ml O_2 verlassen 80 ml CO_2 das Alveolargas.

O_2 -Aufnahme ca. 250 ml/min, CO_2 -Abgabe ca. 205 ml/min, d.h. für jedes Mol aufgenommenen O_2 gibt der Körper 205 / 250 = 0,8 Mol CO_2 ab.

Das Verhältnis ist von der Nahrungszusammensetzung abhängig.
Bei normaler Ernährung besitzt der **respiratorische Quotient (RQ)** den Wert **0,8**.

(RQ für Kohlenhydrate= 1,0; für Fett= 0,7; für Eiweiß= 0,8, für gemischte Kost= 0,8)



Alveolär-arterielle Sauerstoffdifferenz

$$AaDO_2 = pAO_2 - paO_2$$

Raumluft-BGA:

$paO_2 = 90$, $paCO_2 = 40$, $pH = 7,4$

$$AaDO_2 = (p_{\text{bar}} - p_{H_2O}) \cdot FiO_2 - \frac{p_aCO_2}{RQ} - paO_2$$

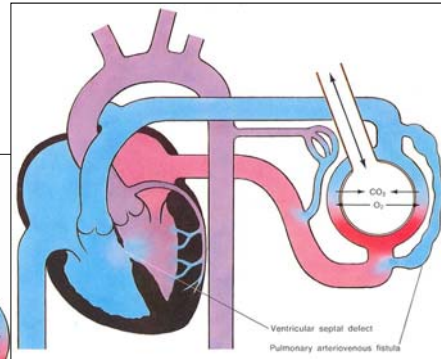
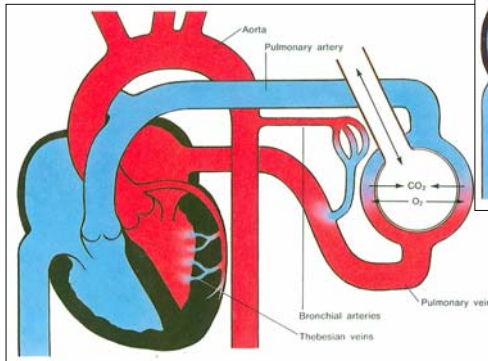
$$\begin{aligned} &= (760 - 47) \quad \cdot 0,21 \quad - (40 / 0,8) \quad - 90 \\ &= \quad 713 \quad \cdot 0,21 \quad - \quad 50 \quad - 90 \\ &= \quad 150 \quad \quad \quad - \quad 50 \quad - 90 \\ &= \quad 10 \end{aligned}$$

altersabhängige Normalwerte bis 10 mm Hg, Zuwachs um 2 pro 10 Jahre



Arteriovenöser Rechts-Links-Shunt

physiologisch (ca. 2% des HZV)



pathologisch
(kardial nur bei Druckumkehr,
z.B. pulmonaler Hypertonie,
Eisenmenger-Syndrom)



AaDO₂-Rechenbeispiele

25-jähriger Patient nach Motorrad-Unfall, Rö-Thorax o.B.
kapilläre BGA unter O₂-Gabe (Nasensonde) von 4 l/min:

pO₂= 90, pCO₂= 32, pH= 7,36

respiratorischer pH= $7,40 + 0,8 \cdot 0,08 = 7,46$ → metabolische Azidose mit respiratorischer Kompensation

$$\text{AaDO}_2 = (713 \cdot 0,36) - 32/0,8 - 90 = 127$$

33-jähriger Patient, kurzatmig mit Giemen
arterielle Raumluf-BGA:

pO₂= 68, pCO₂= 30, pH= 7,44

respiratorischer pH= $7,40 + 1 \cdot 0,08 = 7,48$ → respiratorische Alkalose mit metabolischer Kompensation

$$\text{AaDO}_2 = 150 - 30/0,8 - 68 = 44$$

35-jähriger Patient, 140 kg, Pickwick-Syndrom
arterielle Raumluf-BGA:

pO₂= 60, pCO₂= 64, pH= 7,34

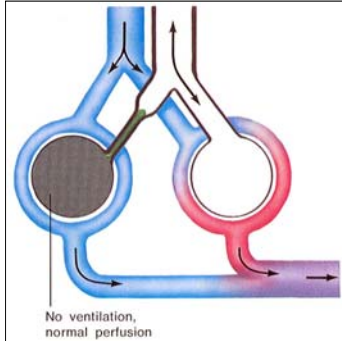
respiratorischer pH= $7,40 - 2,4 \cdot 0,08 = 7,21$ → respiratorische Azidose mit metabolischer Kompensation

$$\text{AaDO}_2 = 150 - 64/0,8 - 60 = 10$$

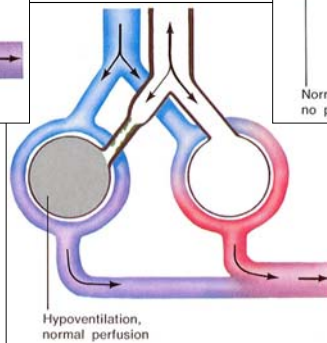
O₂ über Nasensonde:
1 l/min → FiO₂= 0,24
2 l/min → FiO₂= 0,28
3 l/min → FiO₂= 0,32
4 l/min → FiO₂= 0,36



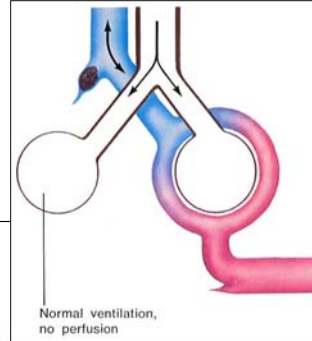
Ventilations-Perfusions-Verhältnis, pulmonaler Shunt



Aspiration, Pneumonie, intraalveoläres Ödem, oder Verdickung der Diffusionsstrecke: Fibrose, interstitielles Ödem, ARDS

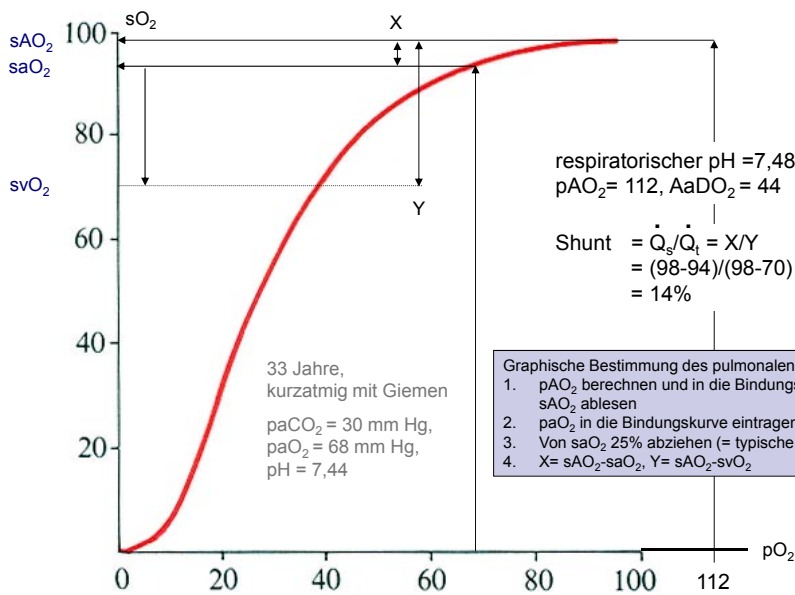


Asthma



Lungenembolie

Berechnung des pulmonalen Shunts





Kasuistik 1 (3)

