

DIE BIOCHEMIE DER ATMUNG II

- CO₂-Konzentration unter 35 = Hypokapnie
- tritt auf bei Überatmung (= mehr atmen als notwendig)
- verstärkte Abatmung von CO₂
- steigender pH-Wert (respiratorische Alkalose)
- physiologische Veränderungen
 - Symptome → Besorgnis → noch mehr Überatmung
 - Teufelskreis



RECAP

HYPOKAPNIE DURCH ÜBERATMUNG

Demo

Hyperventilation mit Kapnometer

DEMO

SKA AtemCoach | SKUBAN AKADEMIE | Dr. Ralph Skuban



Hyperventilations-Praktiken Beispiele

Holotropes Atmen (S. Grof), Rebirthing (L. Orr), Wim Hof, „Breathwork“ (USA), Bhastrika (Yoga) u.v.a.

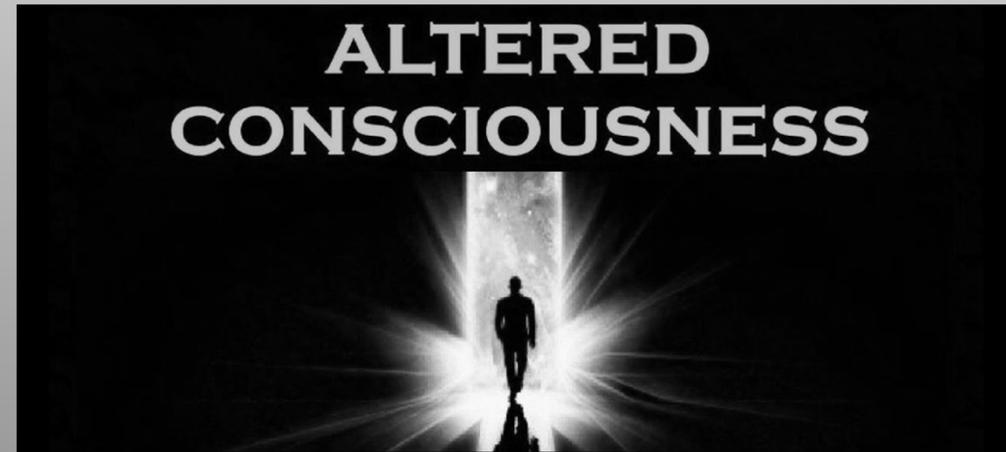
→ Emotional Release, kathartische Erfahrungen, „spirituelle Erlebnisse“

Selbsterfahrung: 10 große Atemzüge

nicht mit Klienten (!) → kein HVPT

SELBSTERFAHRUNG: AKUTE ÜBERATMUNG

SKA AtemCoach | SKUBAN AKADEMIE | Dr. Ralph Skuban

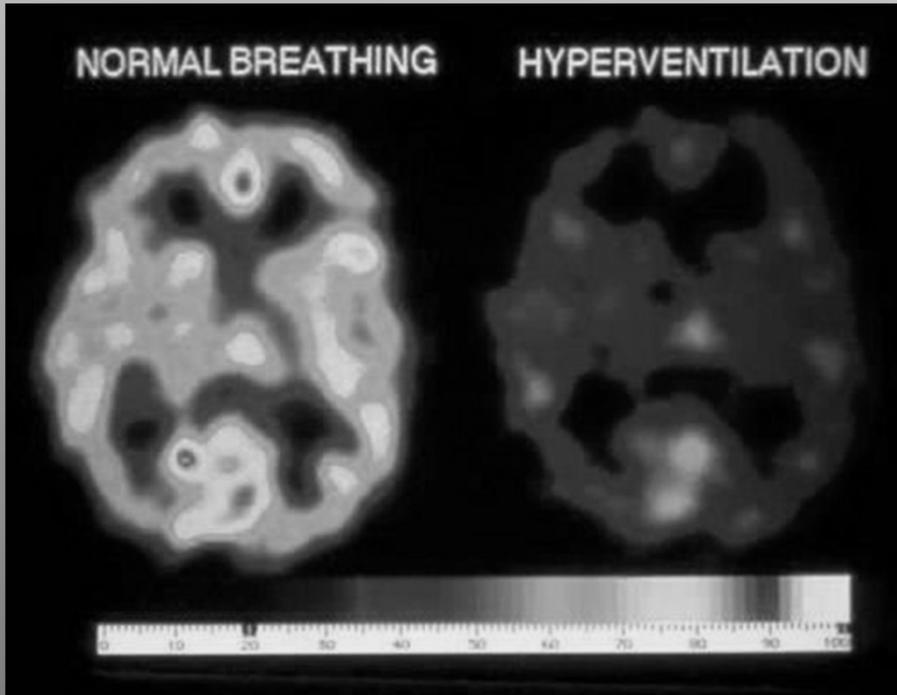


? SYMPTOME ?



Folgen der (akuten) Überatmung am Beispiel des Gehirns

- 40 Sekunden Überatmung
- Massiver CO₂-Verlust (Hypokapnie)
- Vasokonstriktion (Verengung der Blutgefäße)
- respiratorische Alkalose (Ansteigen des pH-Wertes im arteriellen Blut)
- Bohr-Effekt
- drastische Sauerstoff-Reduktion der Gewebe (Hypoxie)
- starker Abfall des Zuckerspiegels im Gehirn
- Meine eigenen Erfahrungen mit willentlicher HV → nach HV-Phase bis zu 4 Minuten Atempause (nach der Ausatmung) → Ohnmacht



SÄURE-BASEN-GLEICHGEWICHT

Folgen chronischer Überatmung (I)

- Vasokonstriktion: Verengung der Blutgefäße → schlechtere Durchblutung → geringere O₂-Versorgung der Gewebe (v.a. Gehirn und Herz reagieren sehr sensibel!)
- Bohr-Effekt: höhere Bindung des O₂ ans Hämoglobin → geringere Sauerstoff-Abgabe in die Gewebe
- Insgesamt verschlechterte Bedingung für die Arbeit von Enzymen, Vitaminen, Hormonen und aller anderen Prozesse, da stabiler pH dafür notwendig ist

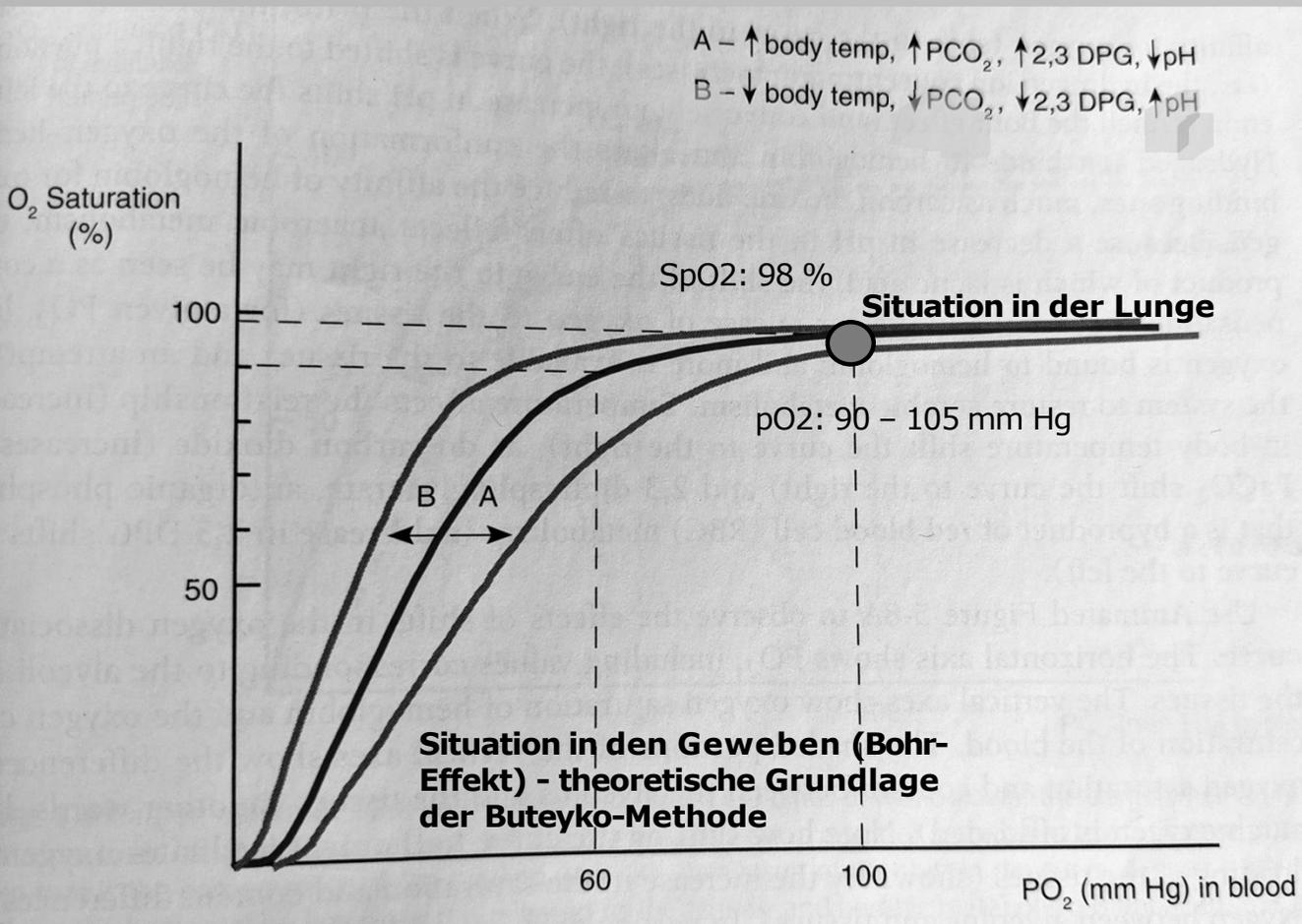
HYPOKAPNIE – PHYSIOLOGISCHE WIRKUNG





Christian Bohr (1855—1911)
Konstantin Buteyko (1923—2003)

SCIENCE



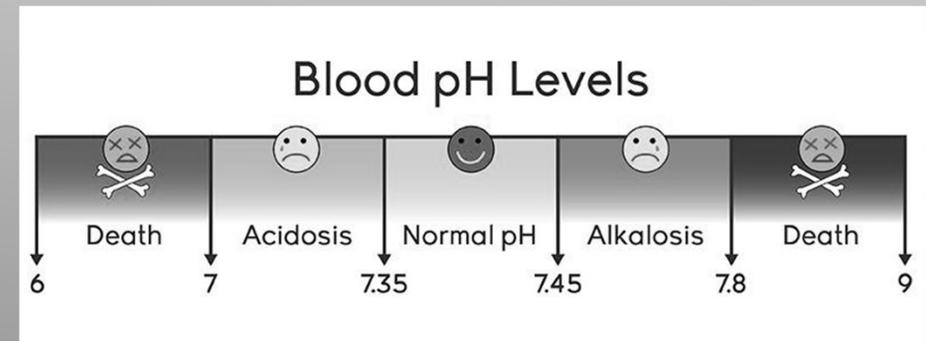
OXY- HÄMOGLOBIN- BINDUNGSKURVE

Linksverschiebung bei Überatmung

2,3 DPG (2,3 Diphosphatglycerat)
 Nebenprodukt des Stoffwechsels in den roten Blutkörperchen unterstützt diese in der Abgabe von CO₂

Körper sucht stets die Stabilität seines inneren Milieus

- Homöostase → Synonym für Gesundheit
- Z.B. Temperatur, Blutdruck, Blutzucker, Elektrolyte, Hormone usw.
- **Wichtigster Parameter: Säure-Basen- Gleichgewicht (pH) → Atmung**



Physiologischer pH-Wert: 7,4
unter 7,35: Azidose
über 7,45: Alkalose

HOMÖOSTASE: SÄURE-BASEN- GLEICHGEWICHT

Chemorezeptoren für Sauerstoff und CO₂

Periphere Chemorezeptoren

- Aortenbogen (CO₂, O₂)
- Halsschlagadern (CO₂, O₂)

Zentrale Chemorezeptoren

- Hirnstamm (pH / CO₂)

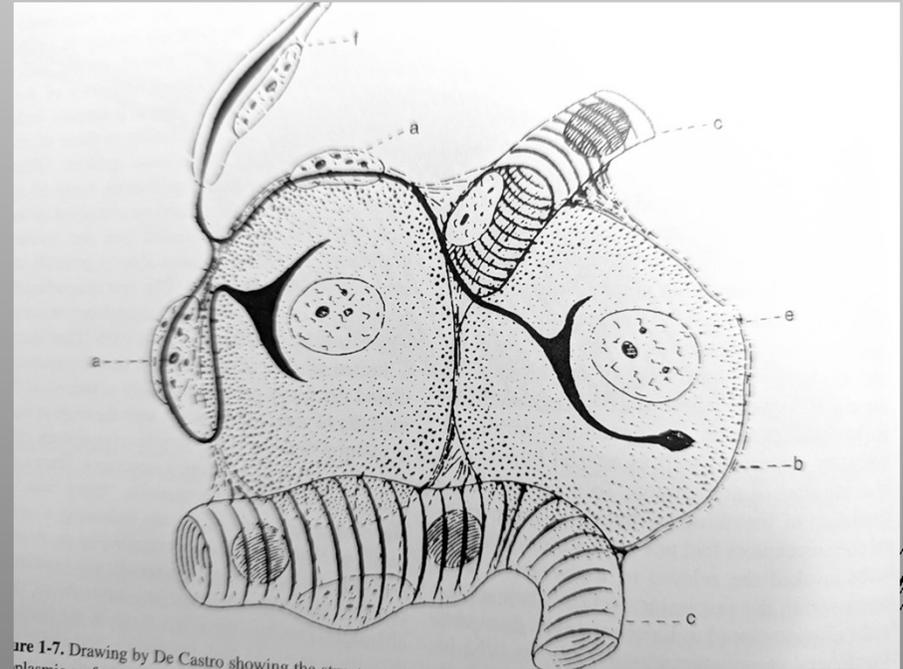


Figure 1-7. Drawing by De Castro showing the structure and innervation of the carotid and aortic bodies.

Bildquelle: Bolton, Chen, Wijdicks & Zifko: Neurology of Breathing

DER "CONTROLLER"

Folgen chronischer Überatmung (II)

- Verschlechterte O₂-Situation der Zellen (Vasokonstriktion und Bohr-Effekt) → verstärkte anaerobe Energiegewinnung der Zellen → erschöpfender Prozess
- respiratorische Alkalose (arterieller pH zu hoch) → Ausscheidung von Bikarbonat → Verlust wichtiger Mineralien als „Kollateralschaden“



HYPOKAPNIE – PHYSIOLOGISCHE WIRKUNG

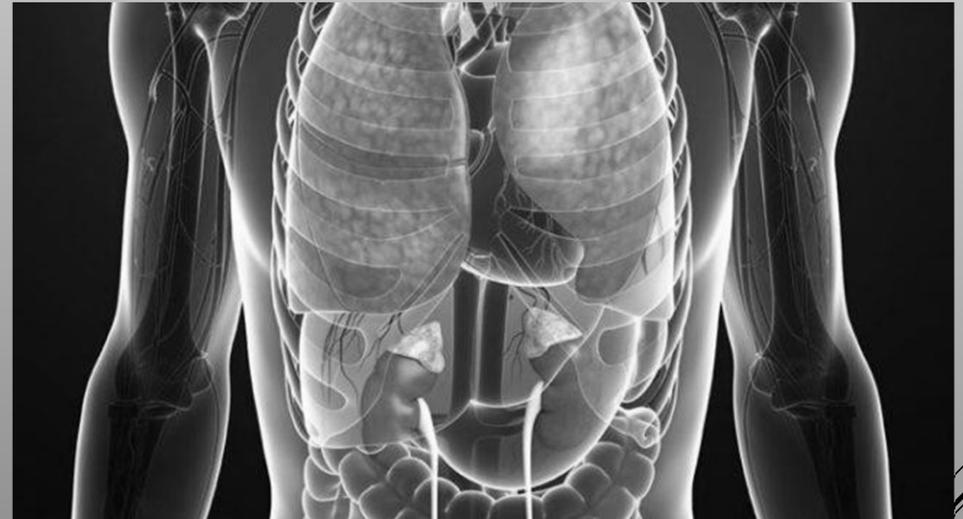
Wichtigste Regulatoren

Atmung

- via CO₂ – schneller Mechanismus

Nieren

- Ausscheidung von Bikarbonat zum Ausgleich der respiratorischen Alkalose
- Langsam
- Ausscheidung anderer wichtiger Mineralstoffe



SÄURE-BASEN-GLEICHGEWICHT

In a Nutshell

- Vasokonstriktion → weniger Sauerstoff in Zellen, Geweben, Organen
- Respiratorische Alkalose
- Bohr-Effekt → weniger Sauerstoff in Zellen, Geweben, Organen
 - v.a. auch Herz und Hirn
 - erhöhter Stress und erhöhter O₂-Bedarf
- ▶ zahlreiche Symptome und Erkrankungen



ÜBERATMUNG – PHYSIOLOGISCHE WIRKUNGEN

RESPIRATORY ALKALOSIS

- Seizures

- Lethargy & Confusion

- Deep, Rapid Breathing

- Light Headedness

- Hyperventilation

- Nausea, Vomiting

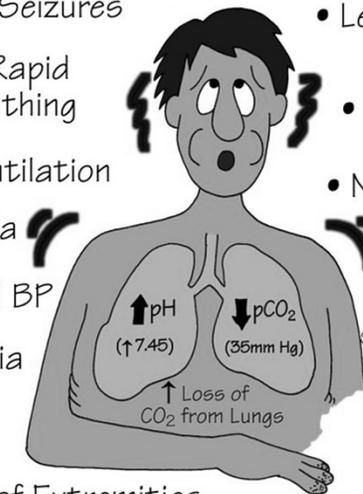
- Tachycardia

- ↓ or Normal BP

- Hypokalemia

- Causes:
Hyperventilation
(Anxiety, PE, Fear)
Mechanical Ventilation

- Numbness
& Tingling of Extremities



©2007 Nursing Education Consultants, Inc.

Massive Wirkungen von Hypokapnie auf das Gehirn

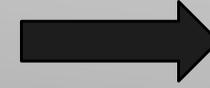
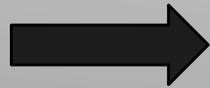
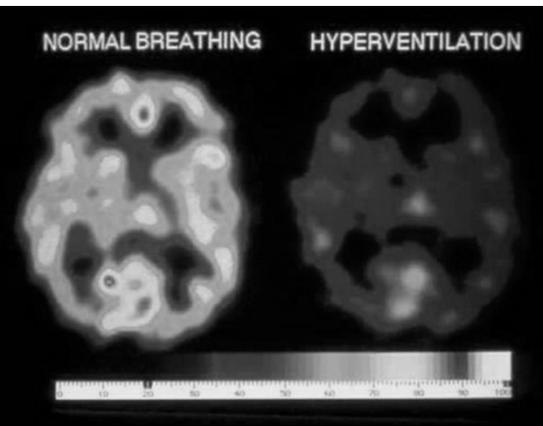
- Vasokonstriktion
- reduzierte Durchblutung (Flow und Menge)
- reduzierte O₂-Versorgung
- gleichzeitig erhöhter O₂-Bedarf (Stress)
- verstärkte Erregung von Neuronen
→ Stress / Fight or Flight

ÜBERATMUNG UND GEHIRN

SKA AtemCoach | SKUBAN AKADEMIE | Dr. Ralph Skuban

First Aid for Hyperventilation





Bei akuter Hyperventilation

- Dizziness, Brain Fog, Ängste und andere mögliche Symptome
- Im Extremfall: Ohnmacht („Rettungsanker“)

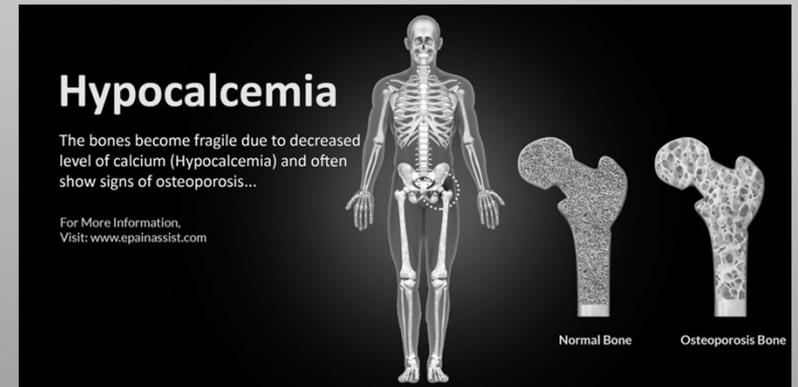
HYPERVENTILATION

"Hypokapnie kann sich nachteilig auf das Gehirn auswirken. Hyperventilation verursacht eine akute Hypokapnie, die zu einer zerebralen Vasokonstriktion, Hypokalzämie, einer Verschiebung der Sauerstoff-Hämoglobin-Dissoziationskurve und einer verminderten Sauerstoffzufuhr führt. Zu den Symptomen gehören Benommenheit, Schwindel, Ohnmacht, Parästhesien und Bewusstseinsstörungen. Hypokalzämie mit Alkalose kann zu Krampfanfällen und Tetanie führen. (...) Die Alkalose führt zu einem verminderten zerebralen Blutfluss aufgrund einer zerebralen Vasokonstriktion, zu einer verminderten Sauerstoffversorgung des Gewebes aufgrund einer Verschiebung der Sauerstoff-Hämoglobin-Dissoziationskurve und zu einer Hypophosphatämie, die in seltenen Fällen eine akute neuromuskuläre Schwäche verursachen kann."

Breathing and the Nervous System

Pramod K. Pal, Robert Chen, in Aminoff's Neurology and General Medicine (Fifth Edition), 2014

HYPOKAPNIE



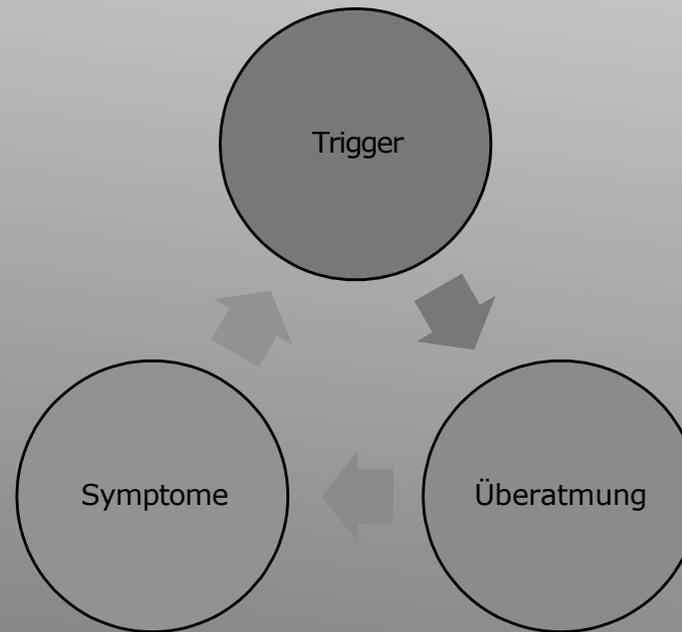
Hyperventilation und O₂

- Vasokonstriktion → schlechtere Durchblutung → weniger O₂
- Alkalose → Bohr-Effekt → weniger CO₂
- Atempause zum Ausgleich der pH-Verschiebung → weniger O₂

HV senkt die O₂-Versorgung bis hin zur Bewusstlosigkeit



Hyperventilation: Niemals im Wasser!!!



ÜBERATMUNG ALS TEUFELSKREISLAUF

SKA AtemCoach | SKUBAN AKADEMIE | Dr. Ralph Skuban