
Thema:

Atemreiz und Schwimmbad-Blackout

Zielgruppe: Medizinisch interessierte Taucher

Referent:

Martijn Damen, TL1

Tauchsportklub Erlangen e.V.

<http://www.tske.de>

Agenda



- Atemzentrum
 - Steuerung der Atmung
 - Auswirkungen auf die Tauchpraxis – Schwimmbad-Blackout
 - Normaler Streckentauchgang
 - Streckentauchgang nach Hyperventilation
 - Fazit
-

- Das **Atemzentrum** regelt unbewusst unsere Atmung mit dem Ziel, den Gehalt an Sauerstoff (p_aO_2) und Kohlendioxid (p_aCO_2) im Blut in einem eng begrenzten Normbereich zu halten.

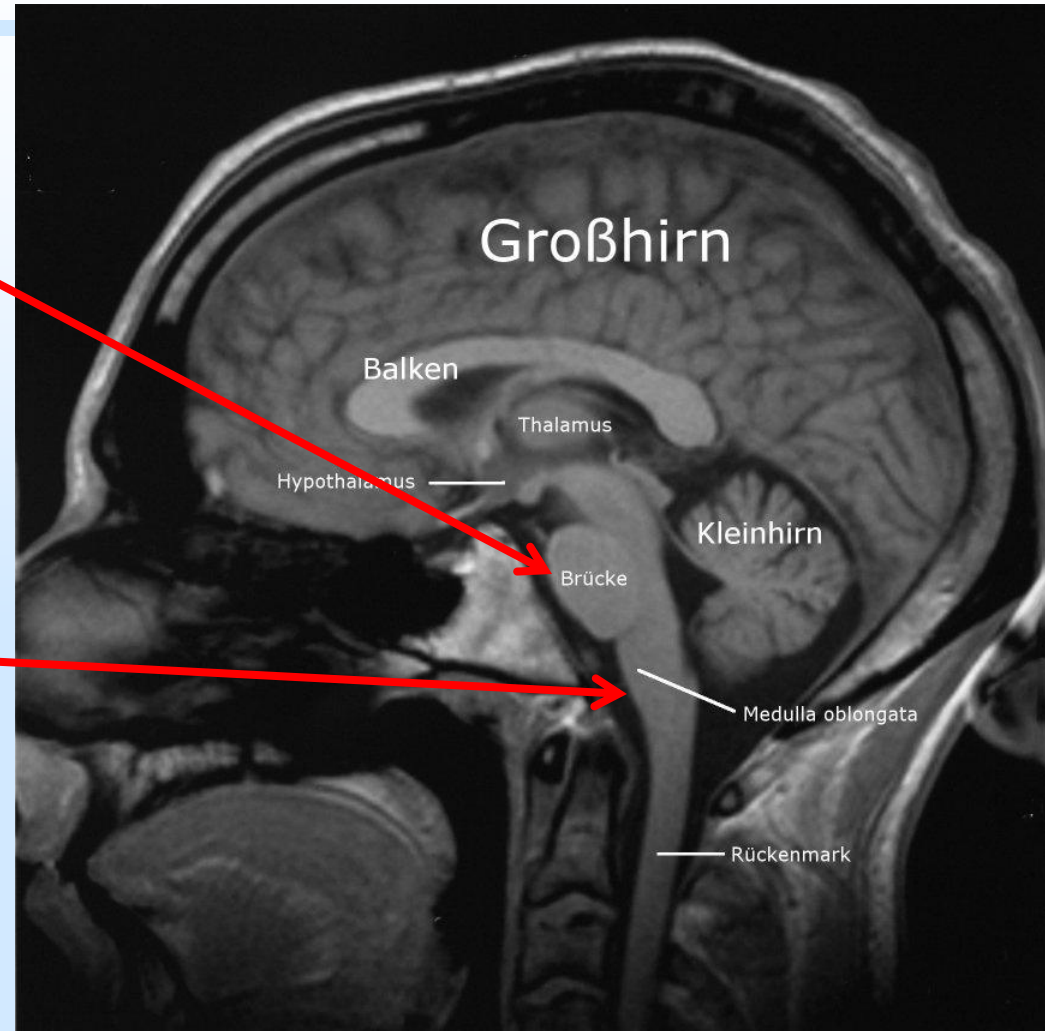
Aufteilung des Atemzentrums:

- **Das Inspiratorische Zentrum** liegt im verlängerten Rückenmark und sorgt für einen Grundrhythmus der Atmung.
- **Das Pneumotaktische Zentrum** befindet sich in der Brücke und sorgt dafür, dass der Einatmungsvorgang beendet wird.
- **Das Expiratorische Zentrum** liegt auch im verlängerten Rückenmark und ist normalerweise inaktiv. Erst bei erhöhtem Bedarf werden hierüber die Ausatemmuskeln stimuliert.

Atemzentrum

**Pneumotaktisches Zentrum
(Hemmung des Einatmens)**

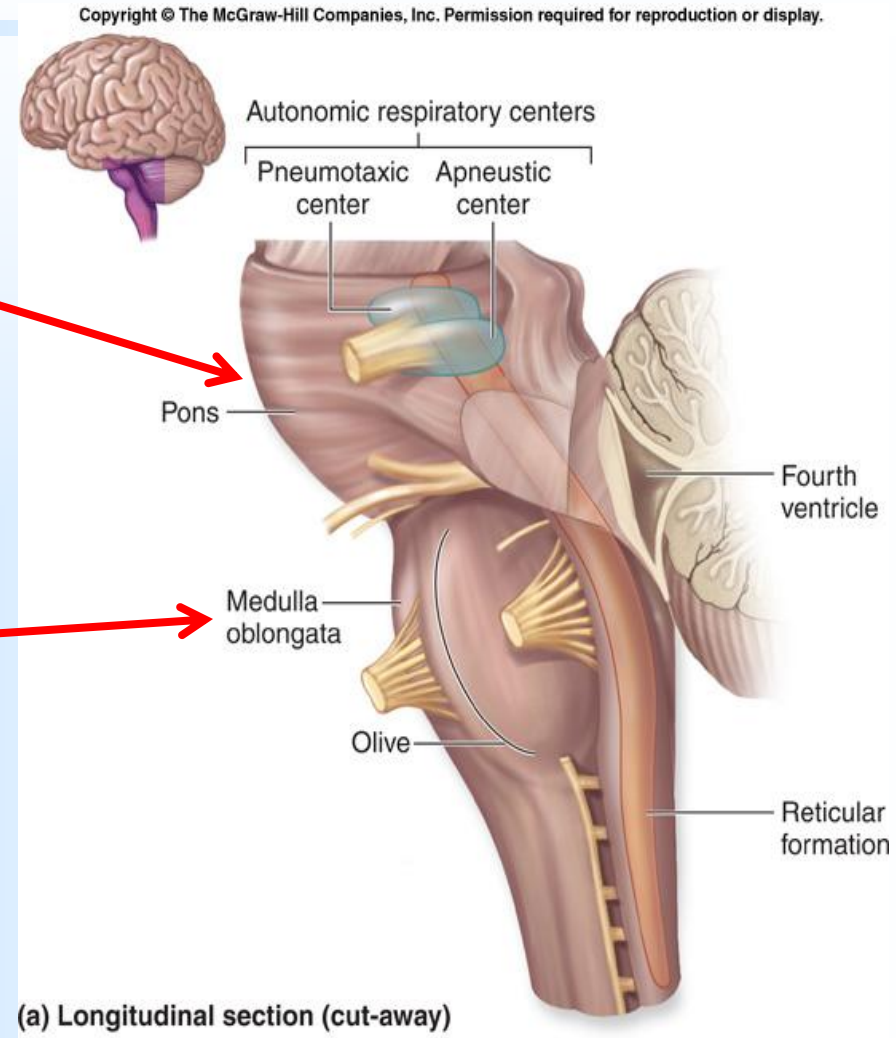
**Inspiratorisches Zentrum
Expiratorisches Zentrum
(Einatmen, vermehrt
ausatmen)**



Atemzentrum

**Pneumotaktisches Zentrum
(Hemmung des Einatmens)**

**Inspiratorisches Zentrum
Expiratorisches Zentrum
(Einatmen, vermehrt
ausatmen)**



Steuerung der Atmung (1)



■ **CO₂-Partialdruck im Blut**

- Zentrale Rezeptoren die den Liquor cerebrospinalis messen
- Normalwert ~ 40 mmHG
- Werte über 70 mmHG haben eine narkotische Wirkung
→ Atem fällt wieder ab

■ **O₂-Partialdruck im Blut**

- Periphere Rezeptoren im Aortabogen sowie im Carotissinus
- Normalwert ~ 100 mmHG
- Erst ab Werten unter ~ 50 mmHG Steigerung des AMV

Steuerung der Atmung (2)



■ pH-Wert des Blutes

- Zentrale Rezeptoren die den Liquor cerebrospinalis messen
- Normalbereich 7,38 – 7,42
- Sinkender pH-Wert sorgt für zusätzlichen Atmungsantrieb

■ Dehnung des Brustkorbs

- Dehnungsrezeptoren in den Lungen sorgen dafür, dass keine Überdehnung bei ungehemmtem Einatmen stattfindet

Auswirkungen auf die Tauchpraxis

Der Schwimmbad-Blackout

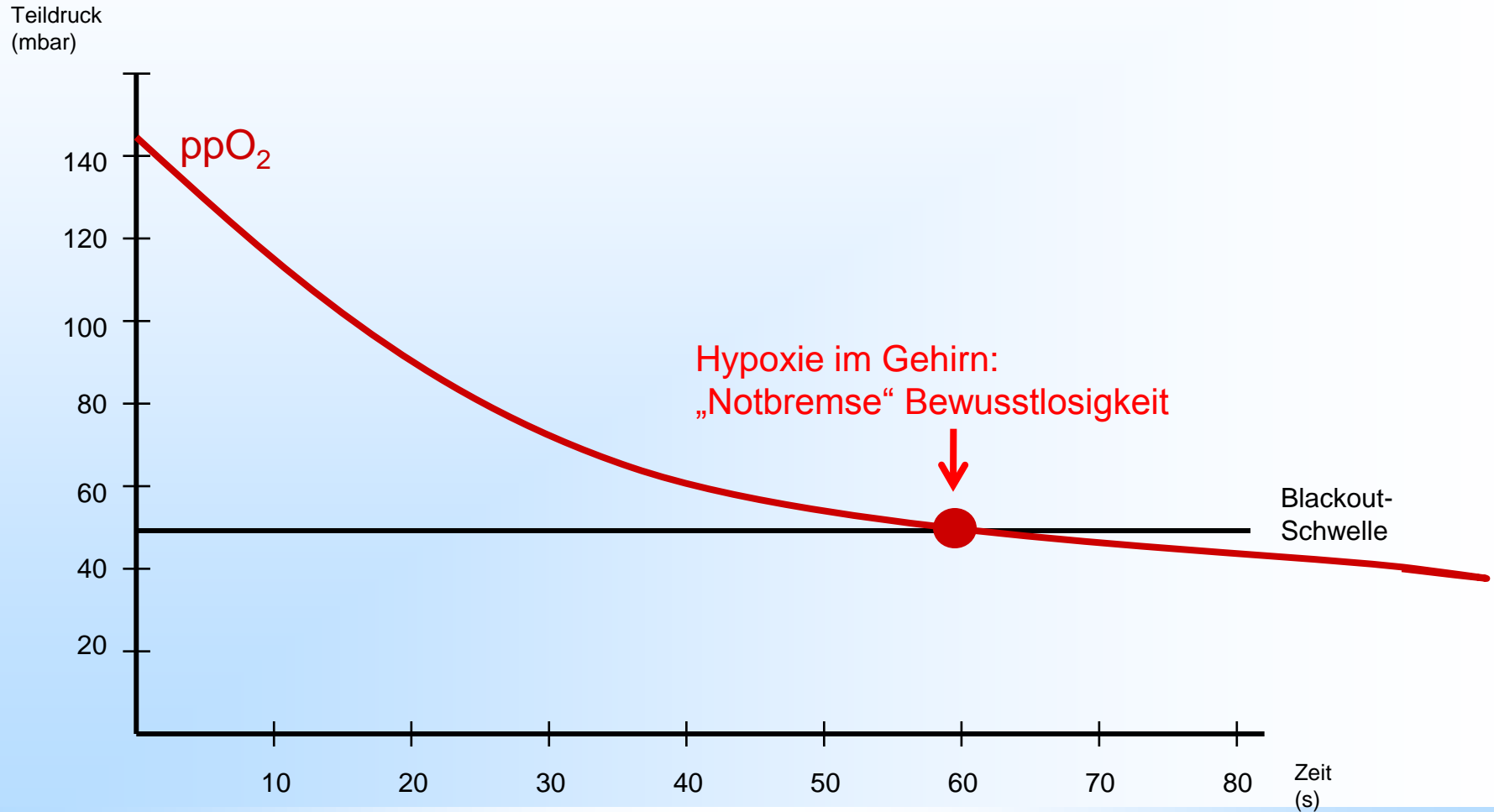
■ **Definition**

Der Schwimmbad-Blackout ist eine plötzliche, ohne Vorwarnung und Anzeichen eintretende Bewusstlosigkeit unter Wasser bei Weit-Tauchversuchen.

- Der Schwimmbad-**Blackout** wird hervorgerufen durch akuten Sauerstoffmangel im Gehirn (Hypoxie).
- Der **Schwimmbad-Blackout** ist unabhängig vom Gewässer, es kann auch bei Weit-Tauchversuchen im See oder Meer vorkommen!

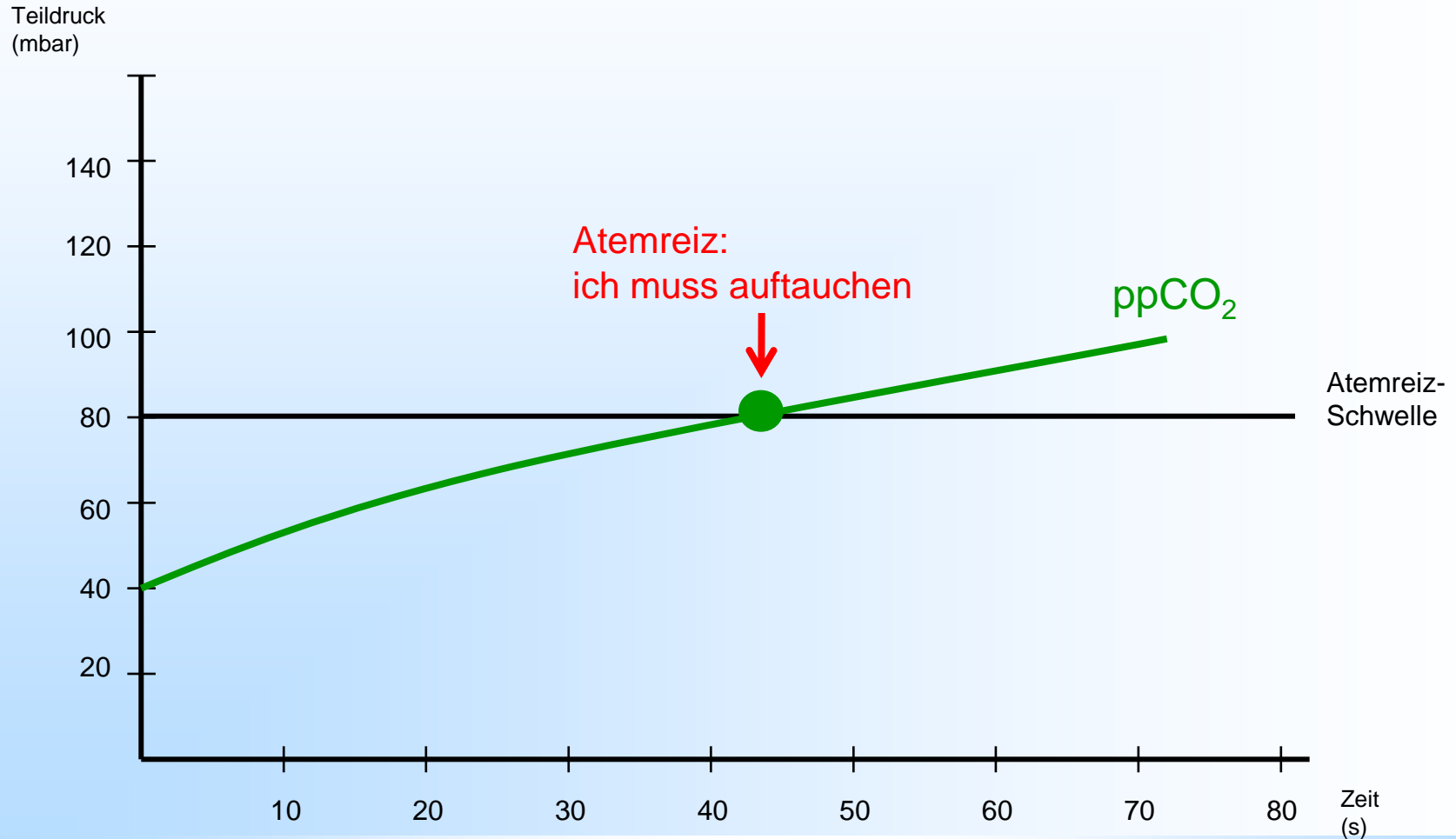
Auswirkungen auf die Tauchpraxis

Verlauf eines Streckentauchgangs



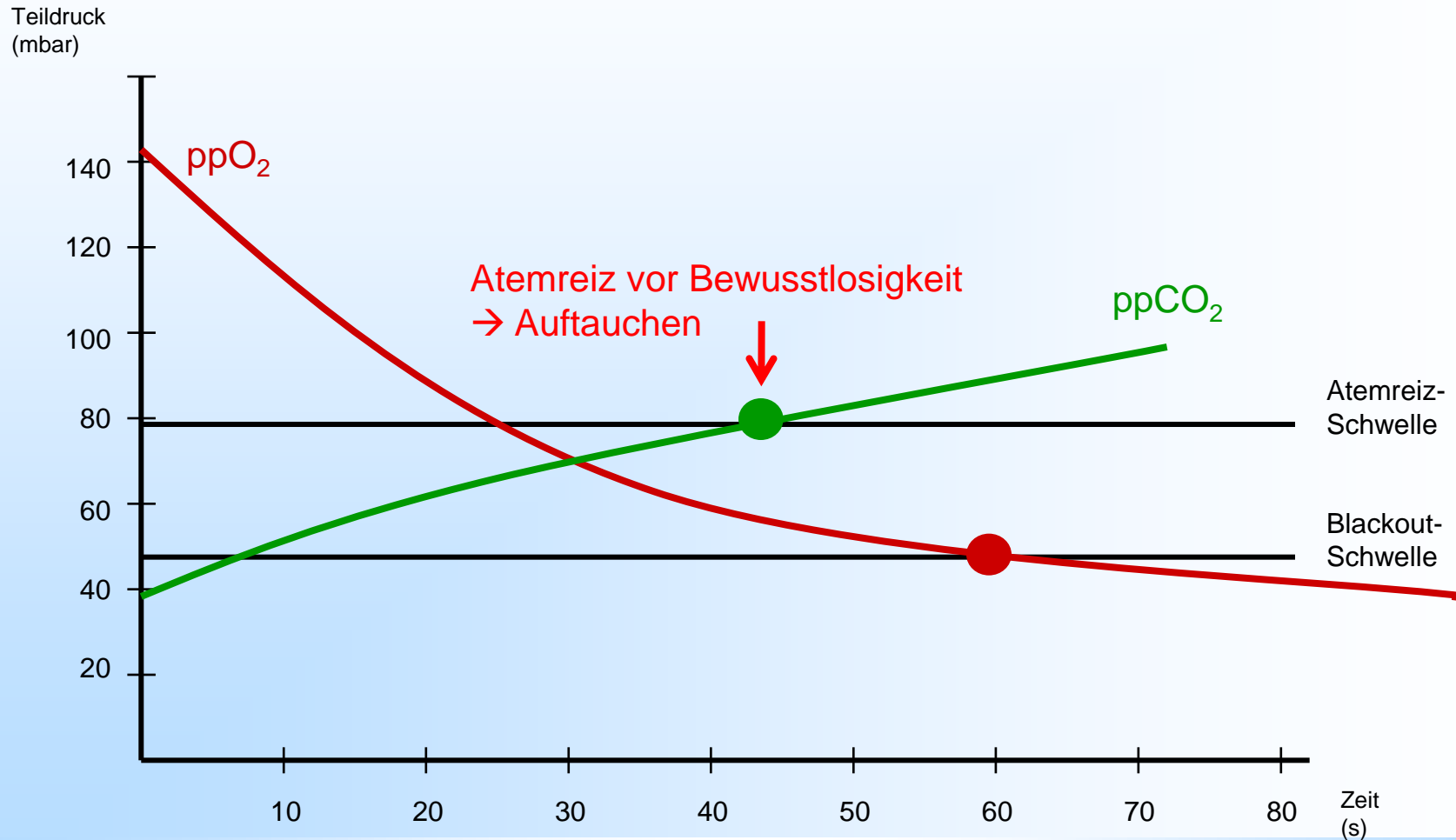
Auswirkungen auf die Tauchpraxis

Verlauf eines Streckentauchgangs



Auswirkungen auf die Tauchpraxis

Verlauf eines Streckentauchgangs



Auswirkungen auf die Tauchpraxis

Verlauf eines Streckentauchgangs

- Der CO_2 -Spiegel erreicht normalerweise die Atemreizschwelle, bevor der O_2 -Spiegel im Blut die Blackout-Schwelle erreicht.
- Der Apnoe-Taucher taucht auf, bevor ein Blackout (Bewusstlosigkeit) auftreten kann.

Alles OK 😊😊

Auswirkungen auf die Tauchpraxis

Verlauf eines Streckentauchgangs mit Hyperventilation

■ **Definition**

Hyperventilation ist eine übermäßige Steigerung der Atmung durch tiefe schnelle Atemzüge ohne Bedarf mit starker Abnahme des $p\text{CO}_2$ und relativ geringer Zunahme des $p\text{O}_2$.

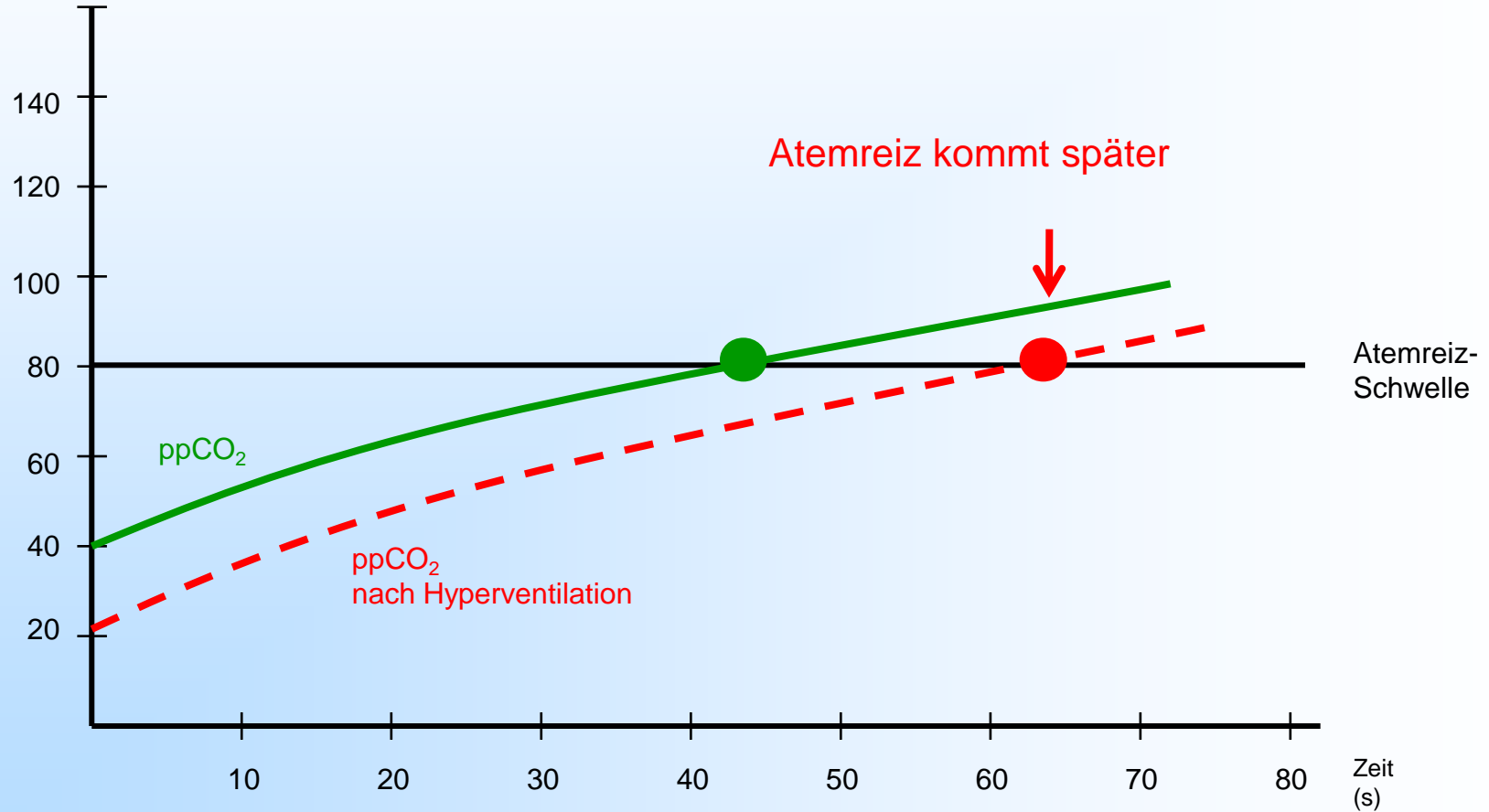
■ **Ergebnis:**

Absenkung des CO_2 -Gehalts im Blut und damit ein später eintretender Atemreiz. Der O_2 -Gehalt in Blut steigert sich nicht!

Auswirkungen auf die Tauchpraxis

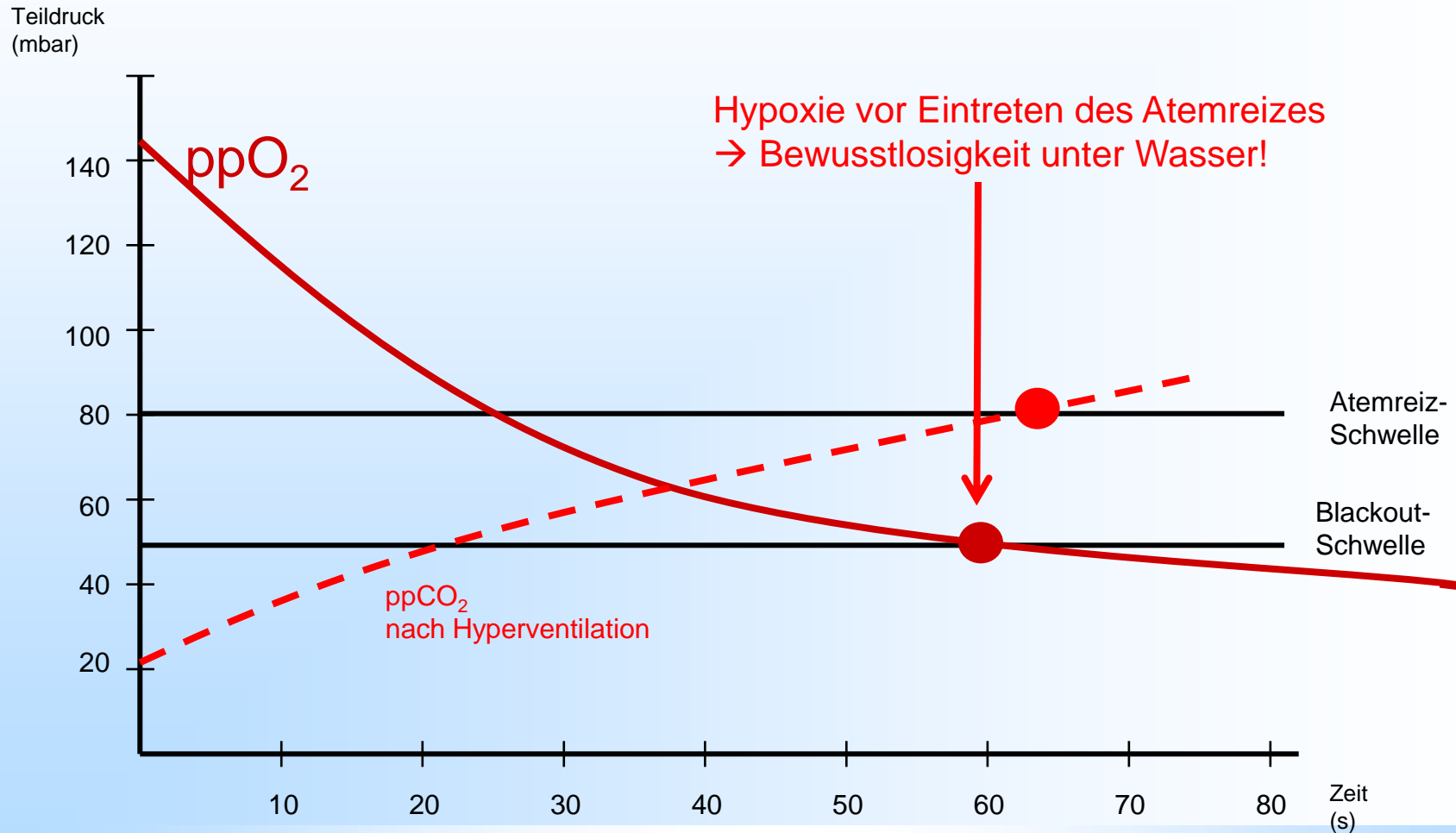
Verlauf eines Streckentauchgangs mit Hyperventilation

Teildruck
(mbar)



Auswirkungen auf die Tauchpraxis

Verlauf eines Streckentauchgangs mit Hyperventilation



Auswirkungen auf die Tauchpraxis

Verlauf eines Streckentauchgangs mit Hyperventilation

- Der O_2 -Spiegel im Blut erreicht die Blackoutschwelle, bevor der CO_2 -Spiegel die Atemreizschwelle erreicht.
- Der Streckentaucher wird unter Wasser bewusstlos.
- O_2 -Verbrauch geht weiter, bis die Atemreizschwelle erreicht wird → Atmung setzt unter Wasser ein und der Streckentaucher ertrinkt.

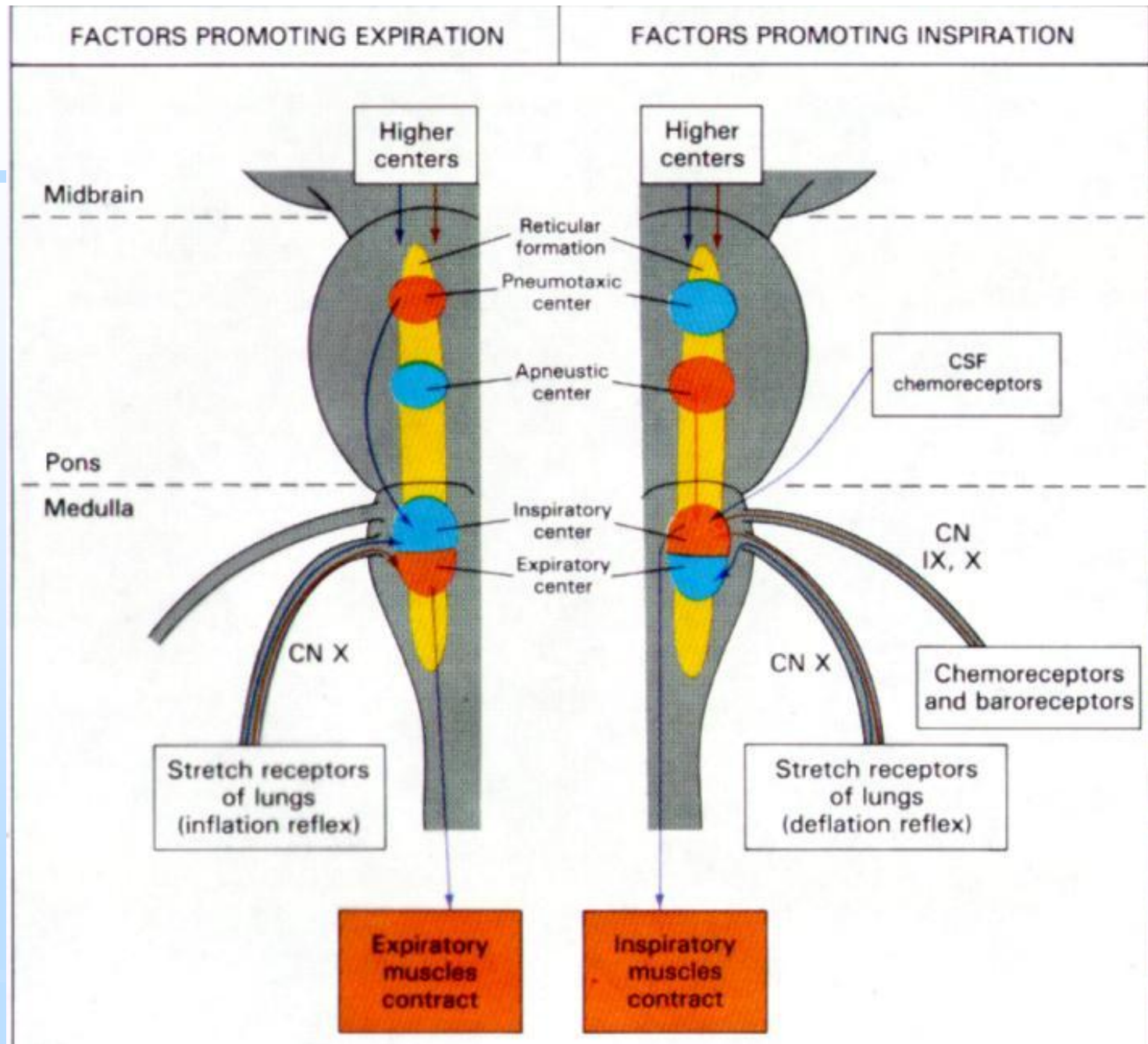
- Der Schwimmbad-Blackout ist ein zu berücksichtigendes Risiko bei Streckentauchversuchen, daher:
 - Keine Hyperventilation
 - Tauche nie alleine!
 - Sorge für geeignetes Sichern, auch während des normalen Trainings-Streckentauchens
→ Wir üben das in der Praxis
 - Vom Tiefen ins Flache tauchen. Eine Rettung im Flachwasser ist einfacher!

Jetzt kann das Training anfangen 😊



Backup Slides

Backup



Backup

