

# **Gesundheitliche Risiken bei Höhenflügen**

## **Pathophysiologie – Erkennung - Vermeidung**

Bensheim, 23. Januar 2016

**Dr. Helmar Gai**



# Pathophysiologie

## „Was ist anders als normal?“

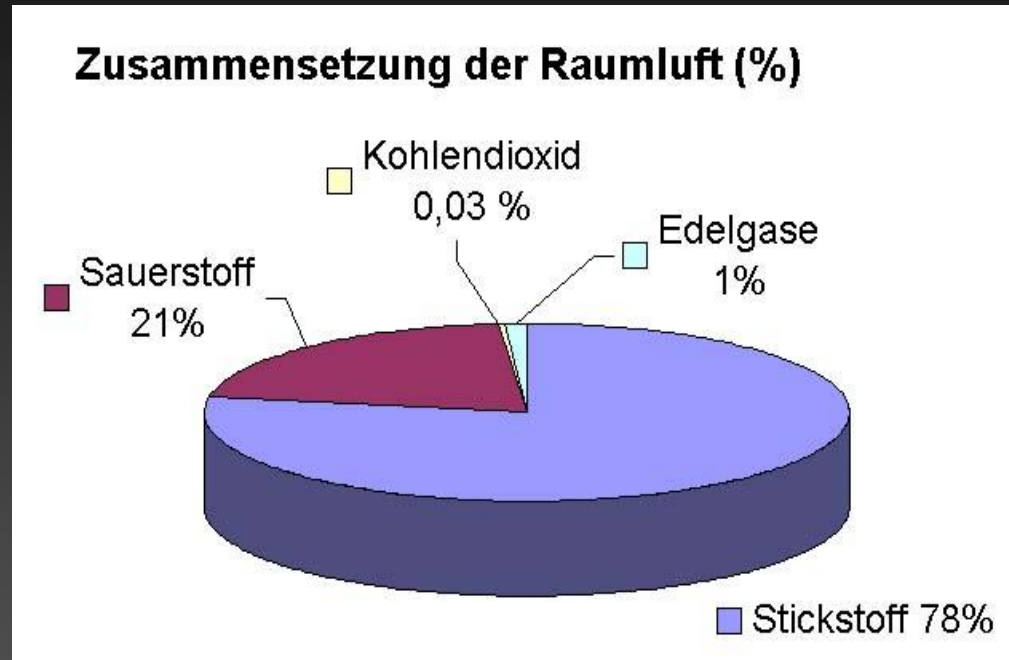
- Temperatur nimmt ab
  - Soll heute nicht Thema sein, wer friert ist selbst schuld !
- Sauerstoffgehalt der Luft wird weniger
- Luftdruck wird geringer
  - In 5500m nur noch die Hälfte gegenüber Bodenluftdruck

# Sauerstoffmangel (Hypoxie)

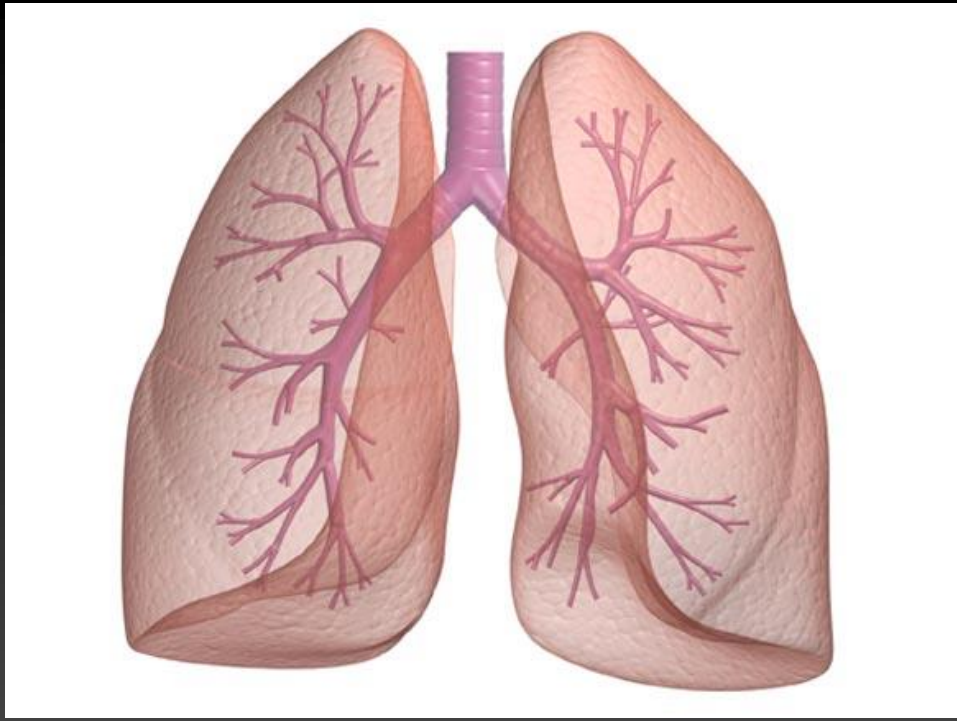
## „Ab wann muss man Sauerstoff nehmen?“

- Aussage 1: „Mein Vater“ (Pilot 2. Weltkrieg)  
„Wir haben immer erst ab 6000m Sauerstoff genommen, alle anderen sind Weicheier!“
- Aussage 2: Dr. Heini Schaffner (CH)  
„Nullhypoxie“, d.h. Sauerstoff vom Start weg

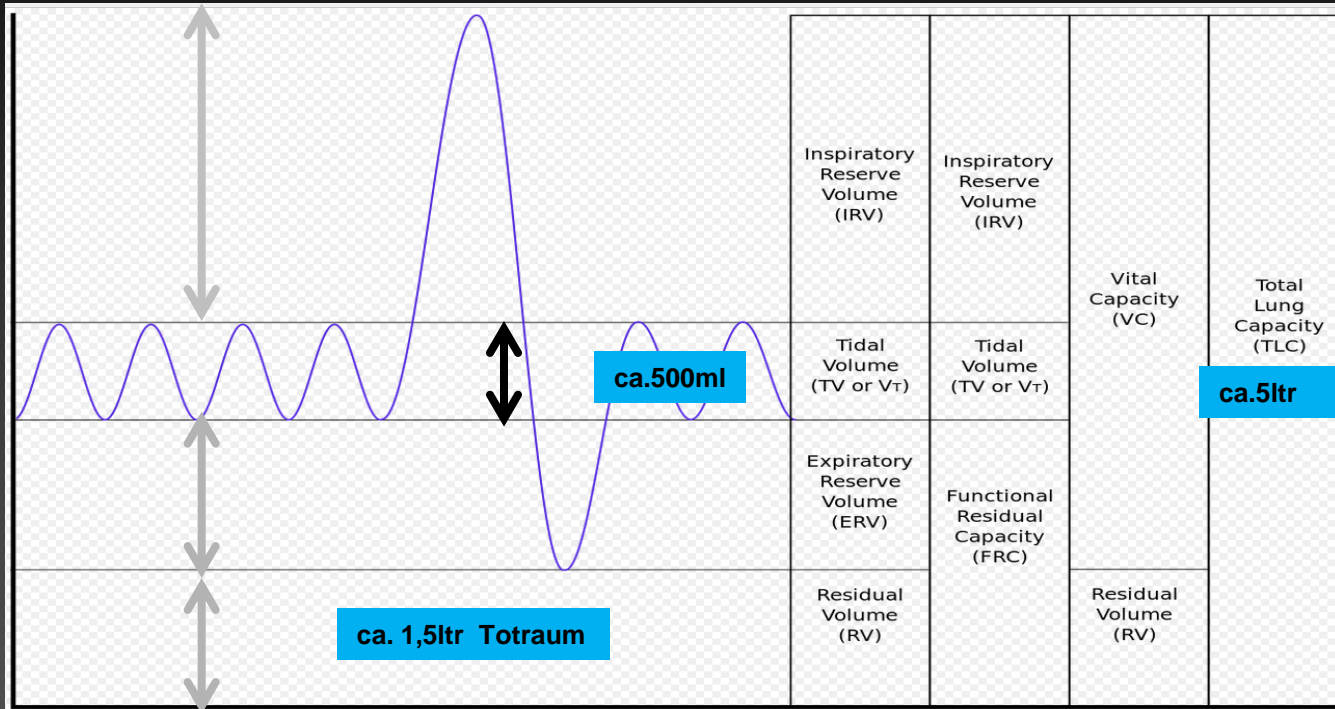
# Grundprinzip der Sauerstoffversorgung



Diese prozentuale Verteilung bleibt auch in der Höhe erhalten



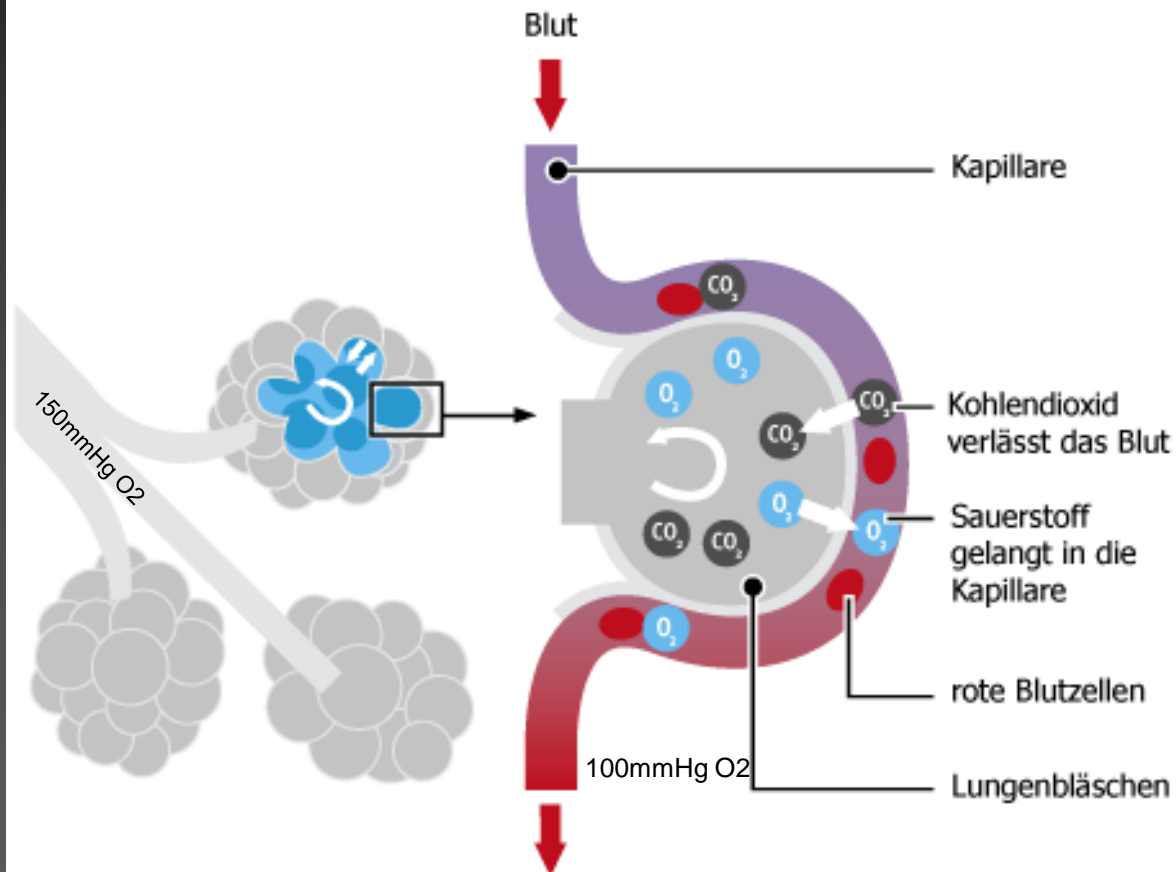
# Atemvolumina



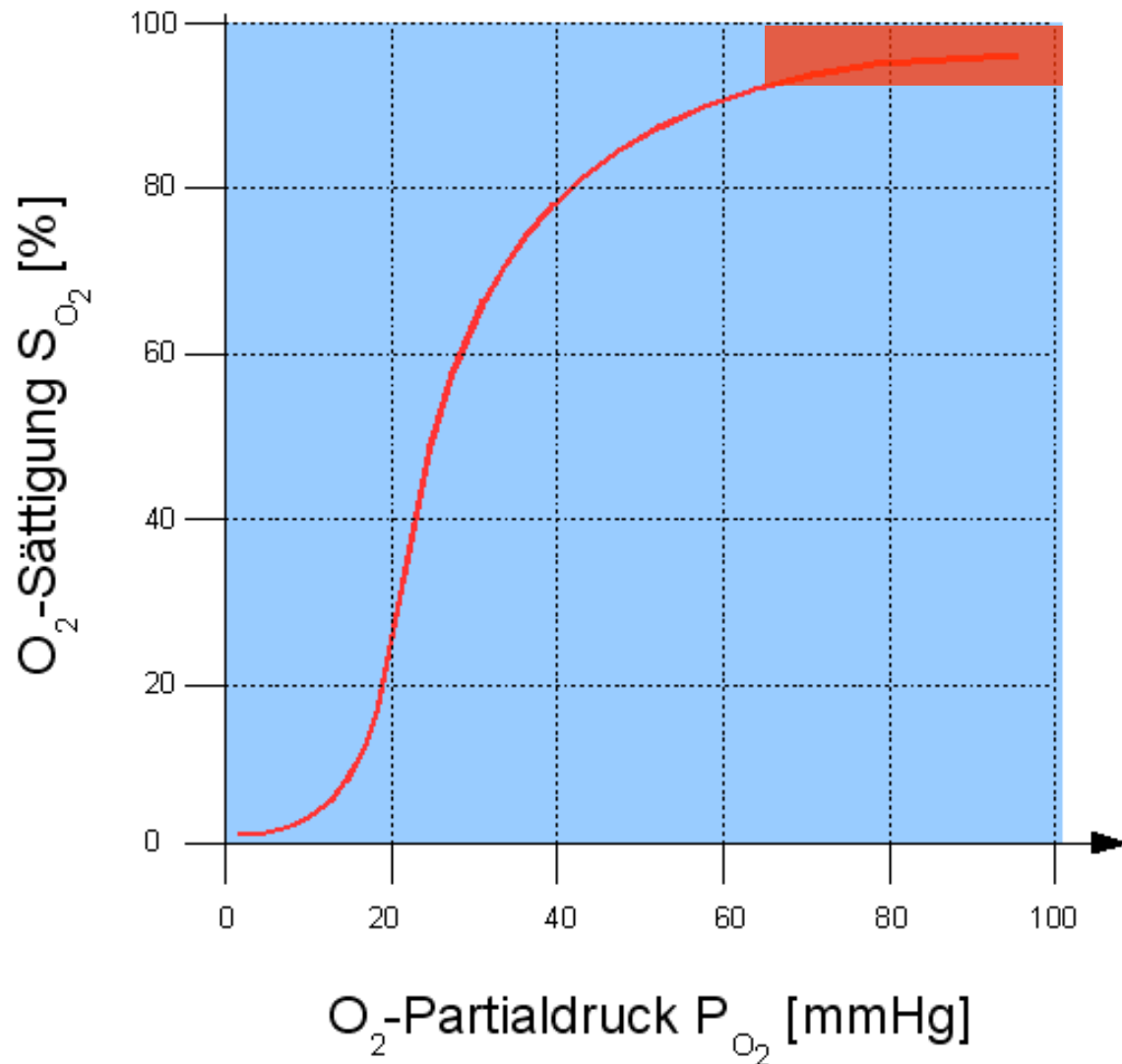
- Atemzugvolumen: Ca. 500ml in Ruhe
- Atemfrequenz: 12 Atemzüge / Minute
- Atemminutenvolumen: 6 ltr

# Gasaustausch in den Lungenbläschen

Druckverlust beim Austausch ca. 50mmHg Sauerstoff



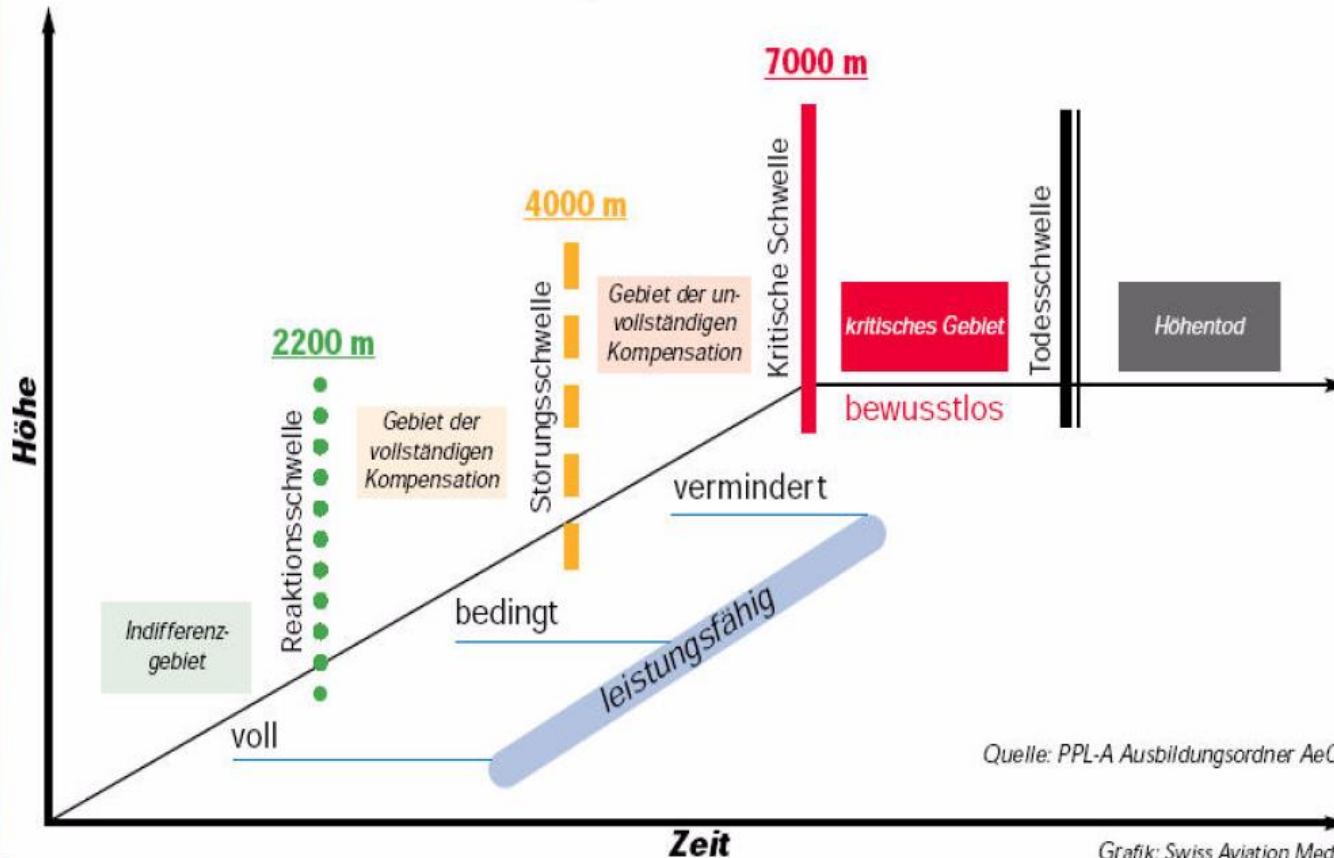
# Normalwert Sauerstoffsättigung: 93-97%





# Human factors ➤ Sauerstoffmangel

Zonen und Schwellen bei Sauerstoffmangel



Quelle: PPL-A Ausbildungsordner AeCS

Grafik: Swiss Aviation Media

# Symptome bei Sauerstoffmangel

## Objektiv

Hyperventilation

Cyanose

Verminderung von:

Auffassungsvermögen

Urteilsfähigkeit

Koordination

Kritikfähigkeit

Denkvermögen

**(Berühmter Test: 1000-13)**

## Subjektiv

Schwindelgefühl

Beklemmungsgefühl

Kribbeln an den  
Extremitäten

**Sehstörungen  
(alles dunkler,  
Scheuklappen)**



# Symptome bei Sauerstoffmangel

## Objektiv

Hyperventilation

Cyanose

Verminderung von:

Auffassungsvermögen

Urteilsfähigkeit

Koordination

Kritikfähigkeit

Denkvermögen

**(Berühmter Test: 1000-13)**

## Subjektiv

Schwindelgefühl

Beklemmungsgefühl

Kribbeln an den  
Extremitäten

Sehstörungen  
(alles dunkler,  
Scheuklappen)

**Euphorie**

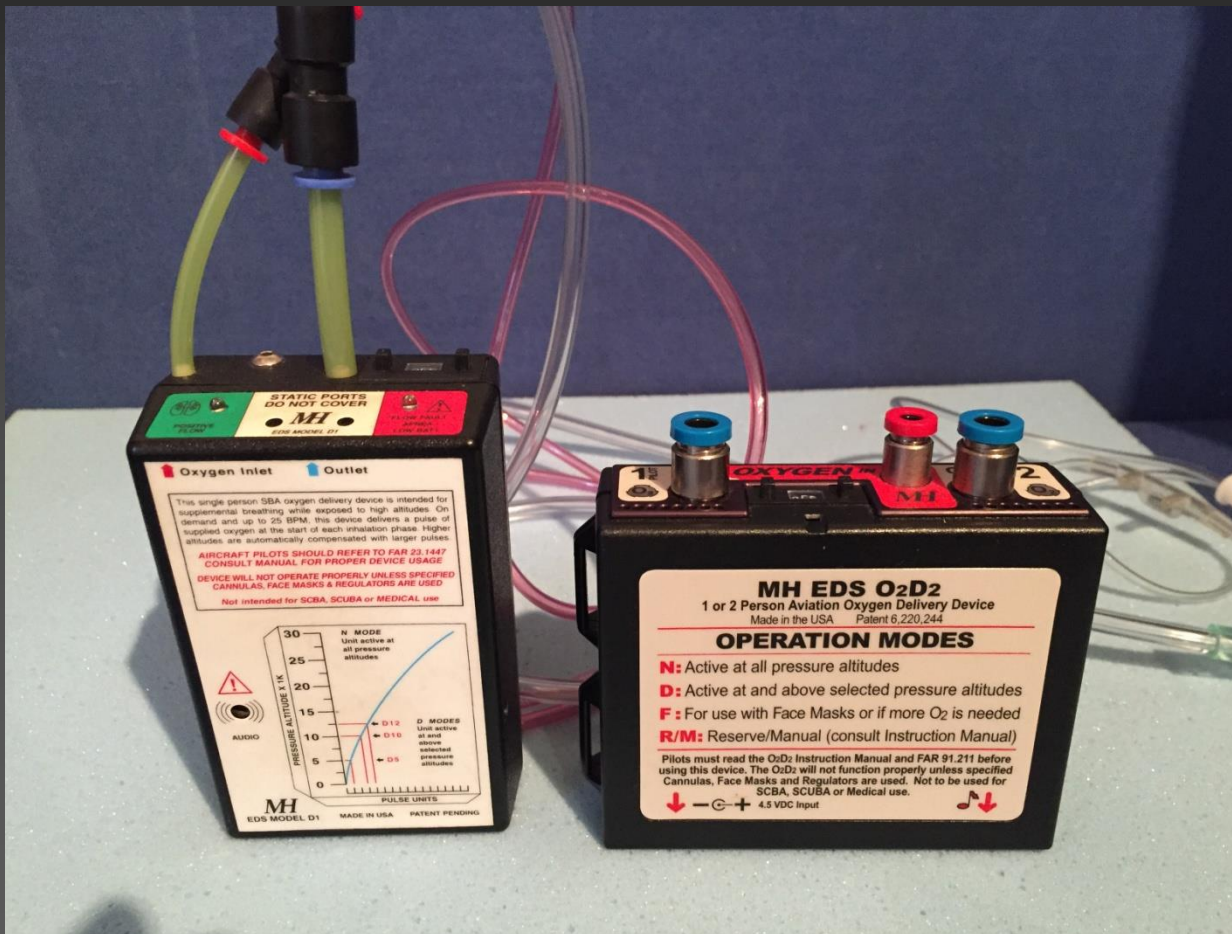


# „T U C“ (Time of useful consciousness)

Höhe (m)	Höhe (ft)	in Ruhe	in Bewegung
5500m	18'000ft	30min	10min
7500m	25'000ft	3min	1min
9000m	30'000ft	90sec	45sec
10500m	35'000ft	45sec	30sec
13000m	43'000ft	10sec	5sec

Bei Sauerstoffausfall in 9000m dauert ein sofortiger Sturzflug mit ca. 15m/sec bis zur sicheren Höhe von 4000m 5 ½ min ! Voraussetzung: man realisiert dies sofort !!

# Die sicherste Methode der Sauerstoffversorgung im Segelflugzeug ist die Verwendung eines EDS !







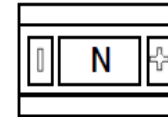
# Genauere Kenntnis der zur Verfügung stehenden Einstellungen (Handbuch !)

## **N MODE: "Night" or "Now"**

At this setting the MH EDS-02D2 will immediately start the standard oxygen flow providing pulses of oxygen appropriate for an average healthy person using a cannula.

**Flow start:** Immediate  
**Flow amount:** Standard

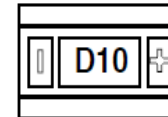
**Use with:** Cannula  
**Altitude Compensating?:** Yes



## **D MODES: "Day" or "Delayed"**

The *D5* setting will cause the MH EDS-02D2 unit to delay oxygen flow until it senses a pressure altitude of 5,000 ft. and above. The *D10* setting delays oxygen flow until 10,000 ft. and above. NOTE: When the barometric pressure is low, it will start operation sooner (at a lower MSL flight altitude) than when the barometric pressure is high.

**Flow start:** D5--5,000 ft., D10--10,000 ft. **Use with:** Cannula  
**Flow amount:** Standard **Altitude Compensating?:** Yes

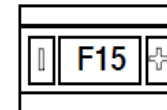


## **F MODES: "Floor" or "Face Mask"**

The *F* mode settings (*F5*, *F10*, *F15*, and *F20*) are called the "Floor" or "Face mask" settings. They supplement the standard oxygen flow by adding the selected number of feet (in thousands) to the MH EDS-02D2's perceived altitude.

**Flow start:** Immediate  
**Flow amount:** Enriched:  
F5 = Standard+5,000 ft  
F10 = Standard+10,000 ft  
F15 = Standard+15,000 ft.  
F20 = Standard+20,000 ft.

**Use with:** Cannula or face mask  
**Altitude Compensating?:** Yes



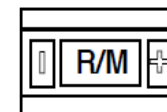
Example: If you are at a pressure altitude of 5,000 ft. and select the *F10* setting you will receive the effective flow rate of 5,000 + 10,000 = 15,000 ft. The "F" modes are useful for people for whom the standard oxygen supply does not achieve the desired blood oxygen saturation or for those who prefer to use a face mask rather than a cannula.

## **R/M: "Reserve/Manual"**

This last switch setting, *R/M*, for "Reserve" or "Manual" provides the maximum oxygen flow regardless of altitude.

**Flow start:** Immediate  
**Flow amount:** Maximum

**Use with:** Cannula or face mask  
**Altitude Compensating?:** No



# Positionierung des EDS immer im Sichtbereich des Piloten !!

- Erkennbarkeit der Leuchtdioden (rot oder grün)
- Bessere Hörbarkeit des „peep“-Tones
- Staticports müssen frei sein
- Visuelle Kontrolle des eingestellten Modus



Ersatzbatterien mitführen

# Empfohlene Einstellungen des EDS

- **Gesunder Nichtraucher:** D10
- **Starke Raucher:** D5
- **In großen Höhen ab und an:** R/M

## Beste Lösung:

Kontrolle der Sauerstoffsättigung (>93%) durch ein Pulsoximeter für ca. 20€



# Stratosphärensprung von F. Baumgartner

14.10.2012



96,728 ft

01:43:28

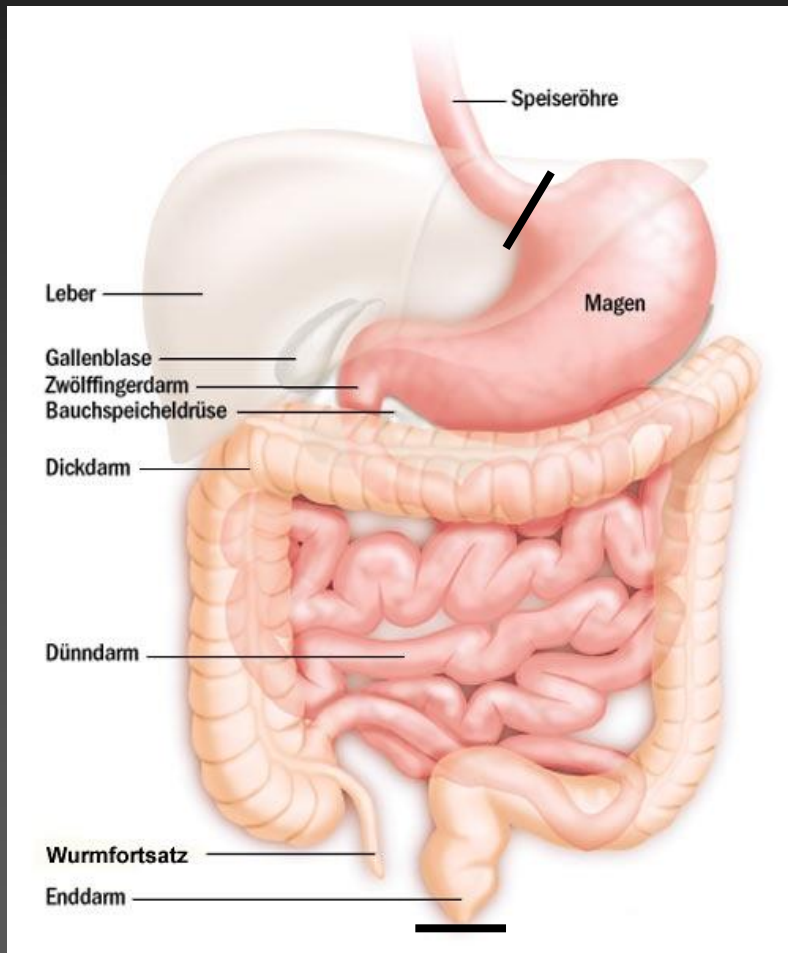
29.483 m



**$P \times V = \text{konstant}$**

*Gesetz von Boyle und Mariotte*

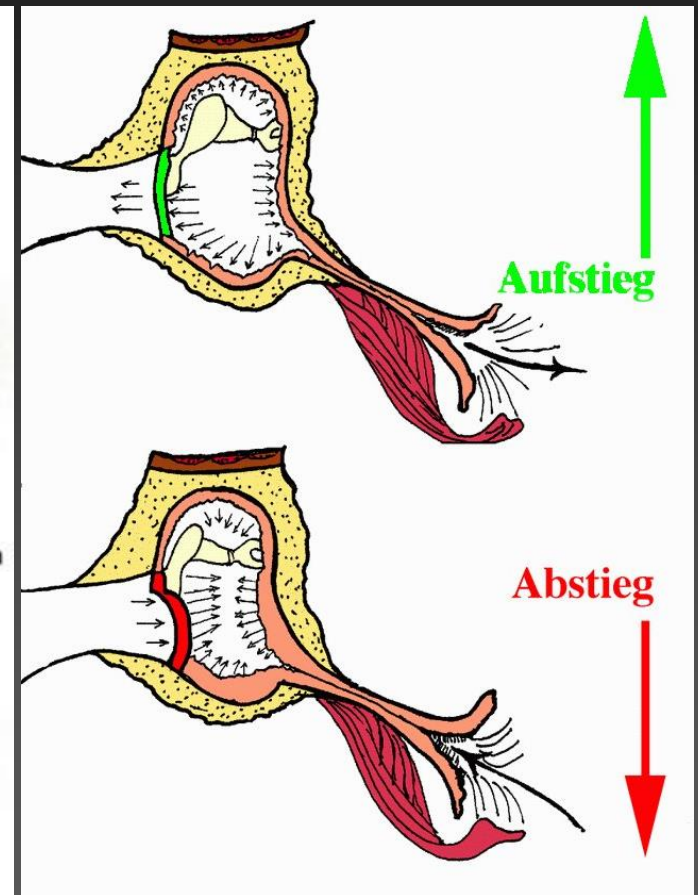
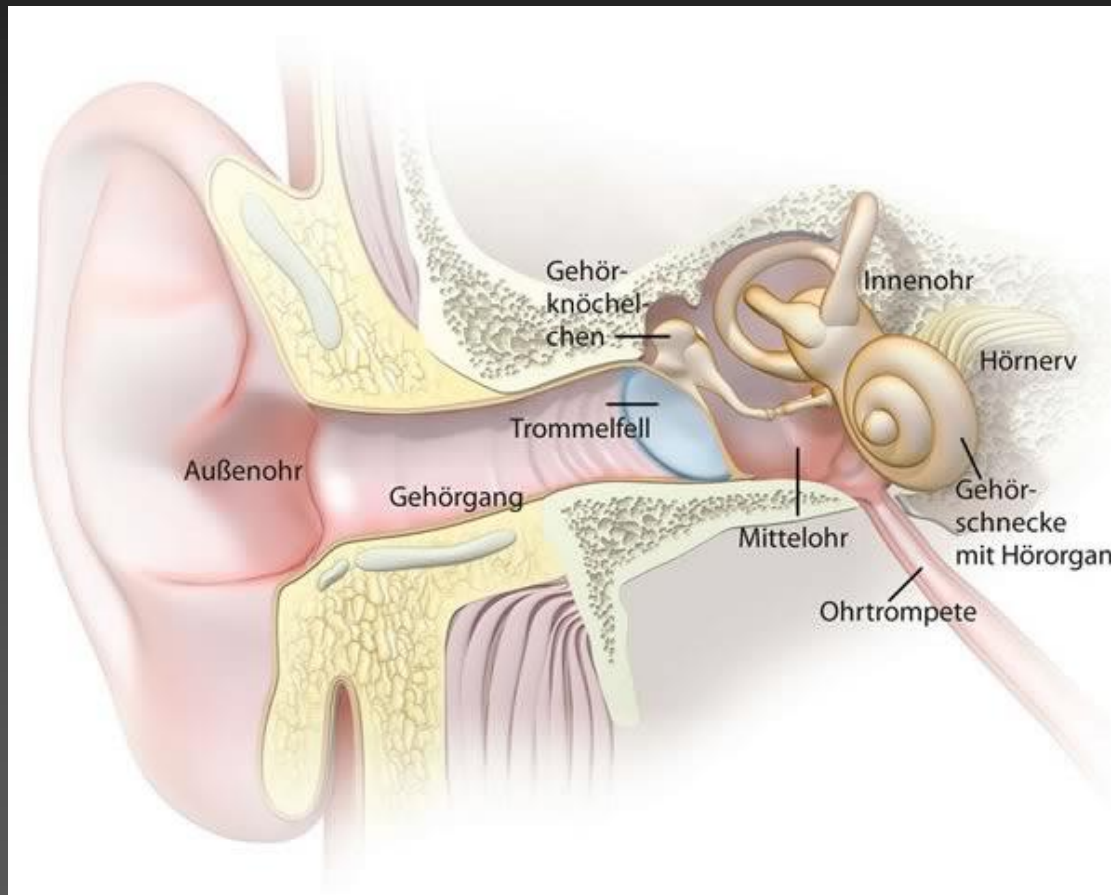
# Magen-Darmtrakt bei Druckabnahme



# Vorbeugende Maßnahmen gegen Überblähung des MD-Traktes

- Bereits am Vortag, v.a. am Flugtag: Keine blähenden Speisen
  - Kohlehydratreich, Vorsicht bei Gemüse und Salat
- Bequeme, nicht einengende Bekleidung
- Lockerung der Bauchgurten sobald im laminaren Bereich
- Notfalls Druckreduktion (klare Vorteile für Einsitzer)

# „Barotrauma Mittelohr“ beim Fliegen mit Schnupfen



**„Barotrauma Mittelohr“  
Höhenfliegen und Schnupfen: **no go!!****





# Zusammenfassung der Ratschläge

Maßnahmen gegen Überblähung Magen-Darm-Trakt:

Keine blähenden Speisen im Vorfeld

Bequeme Kleidung

Lockerung der Gurten sobald sicher im laminaren Bereich

Rechtzeitige Druckentlastung

Bei Schnupfen kein Höhenflug möglich !

Valsalva-Manöver

Sicherheitshalber abschwellende Nasentropfen mitführen

Vermeidung von Sauerstoffmangel

EDS mit Positionierung im Sichtbereich (Dioden, Ton, Staticports)

D10 für Nichtraucher, D5 für Raucher, ab und an R/M

Ersatzbatterien an Bord, ausreichend O<sub>2</sub>

Pulsoximeter als Ideallösung (O<sub>2</sub> > 93%)

Bei geplanter Höhe >7000m: Redundantes System?



Ich bin auf's Schlimmste vorbereitet



Vielen Dank !