swiss

HYPOBARE HYPOXIE

Dr. med. Denis Bron, FMH AIM, AE FAA, HF EAAP, UK Instr, Spec OF Lt Col
Chef Flugmedizin
Fliegerärztliches Institut Dübendorf

Agenda

- Geschichte
- Physikalische und physiologische Grundlagen
    - Gasgesetze
    - Druckausgleichs-Störungen (Dysbarismus)
    - Sauerstoff-Mangel (Hypoxie)
    - Druckfall-Krankheit (Decompression Sickness)
- Unterdruck-Kammer (Hypobaric Chamber)
- Ablauf des HCT (Hypobaric Chamber Training)
    - Briefing
    - Graduelle Hypoxie
    - Time of Useful Consciousness - TUC
    - Explosive Dekompression
    - Debriefing
- Vorstellung: Abschliessende Weisungen
- Fragen

Geschichte

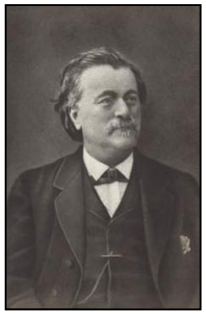
- 1783 Erster Heissluft-Ballon-Flug (Brüder Montgolfier, Paris)
- 1875 Crocé-Spinelli & Sivel sterben beim Versuch den Höhenrekord von Glaisher & Coxwell (1862 - 8883 m) zu brechen, nur Tissandier überlebt
- 1903 Erster Motorflug (Brüder Wright, Kitty Hawk, NC)
- 1918 Major R.Hampton, erster US Flight Surgeon
- 1924 Militärpsychologische Prüfstelle (FAI)
- 1928 erste Vorlesung über Luftfahrtmedizin (Hubertus Strughold)
- 1942 erstes operationell eingeführtes Jetflugzeug (ME-262)
- 1947 C.Yeager durchbricht die Schallmauer
- 1949 erstes Institut für Weltraummedizin
- 1952 Einführung der zivilen, kommerziellen Jet-Transportfliegerei
- 1961 Erster Mensch im All (Yuri Gagarin), im selben Jahr Start des Apollo-Programms
- 1969 bemannte Mondlandung (Aldrin, Armstrong, Collins) - Apollo 11
- 2005 Helios-Airways Flug 522 (121 Fatalities)
- …..
- Bemannter Marsflug = erklärtes Fernziel der US-amerikanischen Weltraumbehörde NASA und der europäischen Raumfahrtagentur ESA

Aktuell: Stratos- free fall: 14. Oktober 2012: 40km

Quelle: Internet

Quelle: Internet

Geschichte



Paul Bert (1833 - 1866)

- Vater der Höhenphysiologie
- Klassische Schrift:
  - Barometric Pressure Researches in Experimental Physiology
    - Höhenkrankheit
    - Giftige Effekte des Sauerstoffs
    - DCS (bends)

Geschichte

II. Weltkrieg

- Vermehrte Forschung
  - Effekte der Hypoxie auf den Menschen
  - Gebrauch von Sauerstoff im Fluge
  - Entwicklung von Sauerstoffmasken
  - …
  - Regelmässiges UK-Training

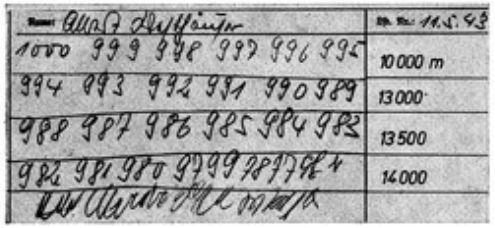
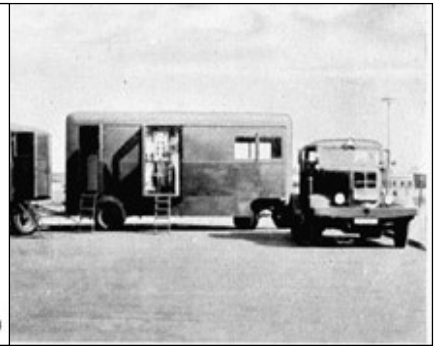


Abb. 43. Schriftprobe oberhalb 10000 m Höhe bei Sauerstoffatmung (Unterdruckkammerversuch) (Aus dem Archiv des Luftfahrtmedizinischen Forschungs-Instituts, Berlin)



Physikalische Grundlagen

Mit zunehmendem Abstand von der Erde nimmt der Luftdruck ab. Dies hat ab einer gewissen Höhe eine unzureichende Sauerstoffaufnahme & Versorgung vitaler Organe zur Folge = **HYPOXIE**

Atmosphäre
Zusammensetzung

Elemente / Verbindungen	Volumen %
Stickstoff (N_2)	78.08
Sauerstoff (O_2)	20.95
Argon (Ar)	0.93
Kohlendioxid (CO_2)	0.03
Krypton (Kr) Xenon (Xe) Neon (Ne) Helium (He) Wasserstoff (H_2) Ammoniak (NH_3) Jod (J) Wasserstoffperoxid (H_2O_2) Ozon (O_3) Schwefelwasserstoff (H_2S) artefizielle Gase	0.01

Gasgesetze

Boyle-Mariotte

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 \quad \text{oder} \quad P_1 / P_2 = V_2 / V_1$$

P_1 = Druck in Ausgangshöhe
V_1 = Volumen in Ausgangshöhe
P_2 = Druck in veränderter Höhe
V_2 = Volumen in veränderter Höhe

Dalton

$$P_0 = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots\ldots + P_n$$

P_0 = Gesamtdruck des Gasgemisches
P_i = Gasteildruck

Henry

$$P_1 / P_2 = Q_1 / Q_2$$

Q_1 = Gelöste Gasmenge bei Druck P_1
Q_2 = Gelöste Gasmenge bei Druck P_2

Gasgesetze

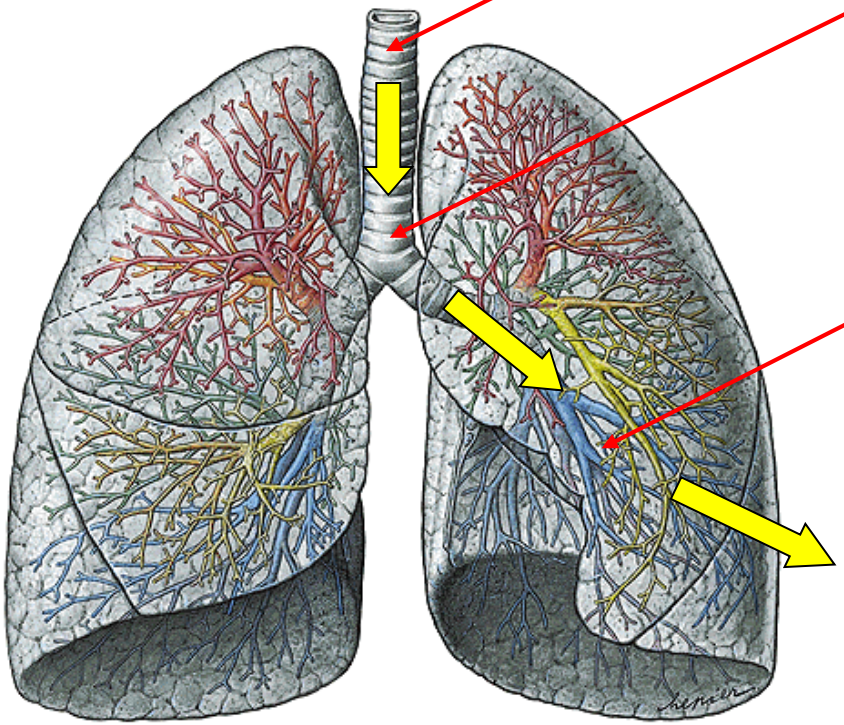
- Boyle-Mariotte
  - Druckausgleichs-Störung (Dysbarismus)
    - Mittelohr, Nasen-Nebenhöhlen, MD-Trakt
- Dalton
  - Sauerstoff-Mangel (Hypoxie)
- Henry
  - Druckfall-Krankheit (Decompression Sickness)
    - Caisson-Krankheit

Sauerstoff-Mangel (Hypoxie)
Ursachen

Art	*Ort der Störung*	*Ursache*	*Eintritt bei*
Hypoxische Hypoxie	▪ Atemgemisch ▪ Alveolarmembran	O_2-Mangel (Atemluft) Diffusionshindernis	▪ Flughöhen > 10‘000 ft ▪ Lungenerkrankungen
Stagnierende Hypoxie	▪ Kreislauf	Beeinträchtigung der Blutzirkulation	▪ Kollaps, Schock ▪ Dauerüberdruck-Beatmung ▪ Vasokonstriktion / - dilatation ▪ Beschleunigungen
Anämische Hypoxie	▪ Blut	Mangel an funktionstüchtigem Hämoglobin	▪ Blutungen ▪ Anämien ▪ Blockierung des Hb (CO)
Histotoxische Hypoxie	▪ Zelle	Vergiftung der Zelle	▪ Blausäurevergiftung (Zyankali) ▪ Alkoholintoxikation

Quelle: Kompendium der Flugmedizin, Deutsche Luftwaffe

Sauerstoff-Mangel
Sauerstoff-Partialdruck



Atemluft: **160 mm Hg**

Trachea: 150 mm Hg

Lunge: 105 mm Hg

Blut: → Zelle:

100 mmHg **40 mm Hg**

Sauerstoff-Mangel
Sauerstoff-Partialdruck

Sauerstoff-Partialdruck auf Meereshöhe:

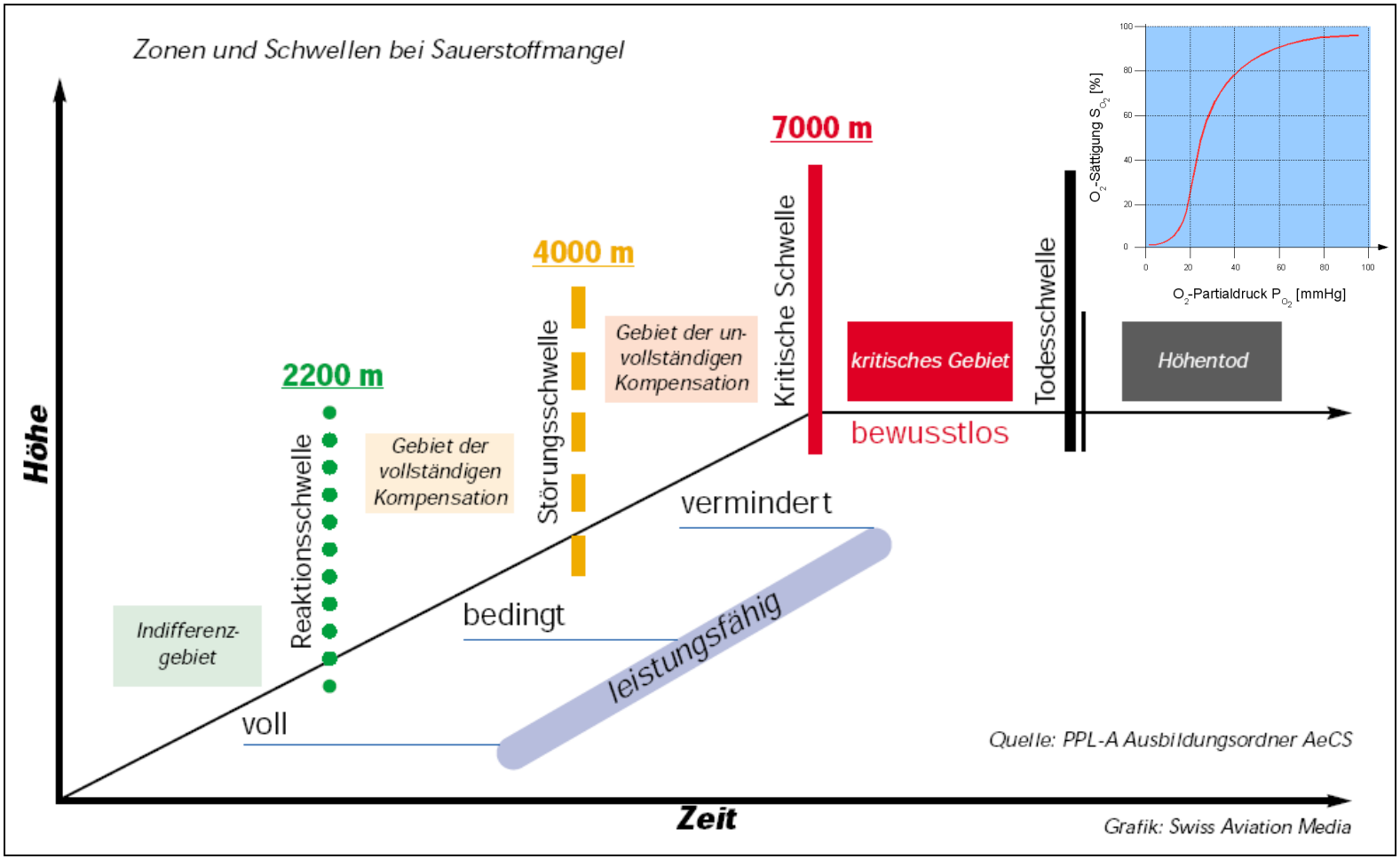
= (21 x 760 mmHg) / 100 = 159.2 mmHg

Sauerstoff-Partialdruck auf 34‘000feet (10‘800m):

= (21 x 190 mmHg) / 100 = 40 mmHg !

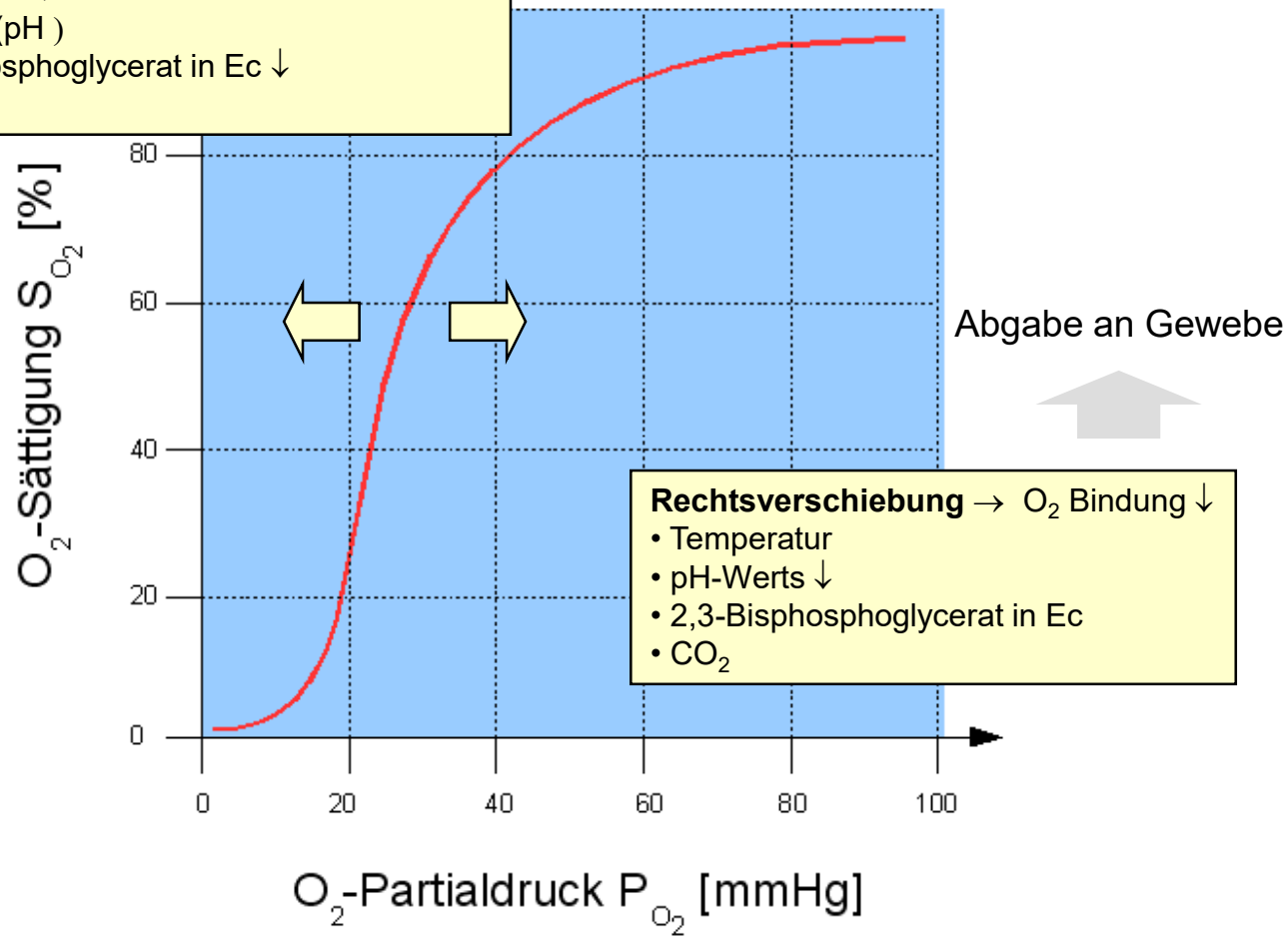
Merke: Falls der Sauerstoff-Partialdruck im Blut auf unter 40 mmHg sinkt, so kann der Körper keinen Sauerstoff mehr aufnehmen; die Zellen beginnen dann sogar Sauerstoff abzugeben !

Sauerstoff-Mangel
Schwellen & Zonen



Sauerstoff-Mangel
Sauerstoffbindungs-Kurve

Linksverschiebung → O_2-Bindung
- Temperatur ↓
- Alkalose (pH)
- 2,3-Biphosphoglycerat in Ec ↓
- CO_2 ↓



Rechtsverschiebung → O_2 Bindung ↓
- Temperatur
- pH-Werts ↓
- 2,3-Bisphosphoglycerat in Ec
- CO_2

Sauerstoff-Mangel
Phasen

❶ Allgemeine Verlangsamung
voll reversibel

❷ Störungen und Fehlleistungen
voll reversibel

❸ Versagen
irreversibel

Druckhöhe		Druck (hPa)		Hb-Sättigung	
Meter	ft	PO_2	$PO_{2\ alv}$	%	O_2-Versorgung der Organe
0	0	213	137	98	Ausreichende Versorgung
3‘048	10‘000	146	81	90	
5‘486	18‘000	106	50	72	Unzureichende Versorgung (Sauerstoff-Mangel)
6‘706	22‘000	90	44	65	

Sauerstoff-Mangel
Anzeichen & Symptome

THE HIGHER YOU FLY, THE LESS AIR IN THE SKY …

Subjektiv
- Herzklopfen
- Lufthunger
- Schwindel
- Beklemmung
- Wärme-/Kälteempfinden
- Sehstörungen
  - Gesichtsfeld ↓
  - Farbsehen ↓
  - Visus ↓
- Kribbelparaesthesien
- Apathie
- Euphorie

Objektiv
- **Tachycardie**
- **Hyperventilation**
- Cyanose
- Konzentration ↓
- Auffassung ↓
- Kritikfähigkeit ↓
- Urteilsfähigkeit ↓
- Koordinationsstörungen bis zu Krämpfen

YOU MAY FEEL GREAT ... UNTIL IT'S **TOO LATE**

TUC

BEWUSSTLOSIGKEIT ……✞

Sauerstoff-Mangel
Hyperventilation

HYPERVENTILATION
Erhöhtes Atemzeitvolumen bei gleichbleibender CO_2-Produktion

↓

Abnahme des arteriellen CO_2-Partialdrucks

↓

Alkalose
pH

↓

Erhöhung der neuromuskulären Erregbarkeit

↓

Muskelzittern
Krämpfe

verminderte O_2-Abgabe des HbO an die Zelle

→

CO_2-Verarmung des Gewebes mit cerebraler Vasokonstriktion

↓

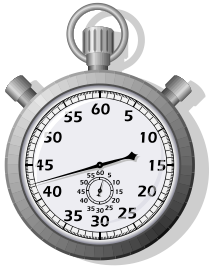
Cerebrale Hypoxie (stagnierende)

↓

- **Kribbelparästhesien (Hände/Füsse)**
- **Hitze- / Kälteschauer**
- **Schwindelgefühle**
- **Benommenheit**
- **Sehstörungen**
- **Bewusstlosigkeit**

Sauerstoff-Mangel

Time of Useful Conciousness

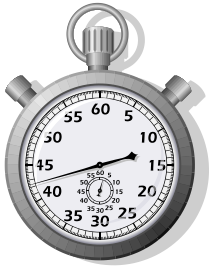


Beginn der unzureichenden O_2-Versorgung	Subjektive Warnsignale (Symptome)	Handlungs-unfähigkeit	✝
	praktische Selbst-Rettungszeit	Zusätzliche Fremd-Rettungszeit	
Gesamte Selbstrettungszeit (= TUC bzw EPT)			

Quelle: Kompendium der Flugmedizin, Deutsche Luftwaffe

Sauerstoff-Mangel

Time of Useful Conciousness



Höhe	in Ruhe		in Bewegung
	DAeC (1999)	Deutsche LW	
43‘000 ft	~ 10 sec	~ 15 sec	~ 5 sec
35‘000 ft	**~ 45 sec**	**~ 90 sec**	~ 30 sec
30‘000 ft	~ 90 sec		~ 45 sec
25‘000 ft	~ 3 min	~ 3 - 5 min	~ 1 min
18‘000 ft	~ 30 min	~ 30 min	~ 10 min

Sauerstoff-Mangel
Prävention

- Druck-Kabine
- Druck-Anzug
- Sauerstoff-Atmung

→ Sauerstoff-Partialdruck ↑

Sauerstoff-Mangel

- **Graduelle Hypoxie**
  - schwierig zu erkennen !
  - Kenntnis der subjektiven Symptome kann lebensrettend sein

- **Explosive Hypoxie**
  - manifestiert sich typischerweise als Notfall
  - kaum zu übersehen

Gasgesetze

Boyle-Mariotte

$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$ oder $P_1 / P_2 = V_2 / V_1$

P_1 = Druck in Ausgangshöhe
V_1 = Volumen in Ausgangshöhe
P_2 = Druck in veränderter Höhe
V_2 = Volumen in veränderter Höhe

Dalton

$P_0 = P_1 + P_2 + P_3 + \ldots\ldots + P_n$

P_0 = Gesamtdruck des Gasgemisches
P_i = Gasteildruck

Henry

$P_1 / P_2 = Q_1 / Q_2$

Q_1 = Gelöste Gasmenge bei Druck P_1
Q_2 = Gelöste Gasmenge bei Druck P_2

„Die gelöste Gasmenge in einer Flüssigkeit ist dem über der Flüssigkeit herrschenden Partial-druck des Gases proportional“

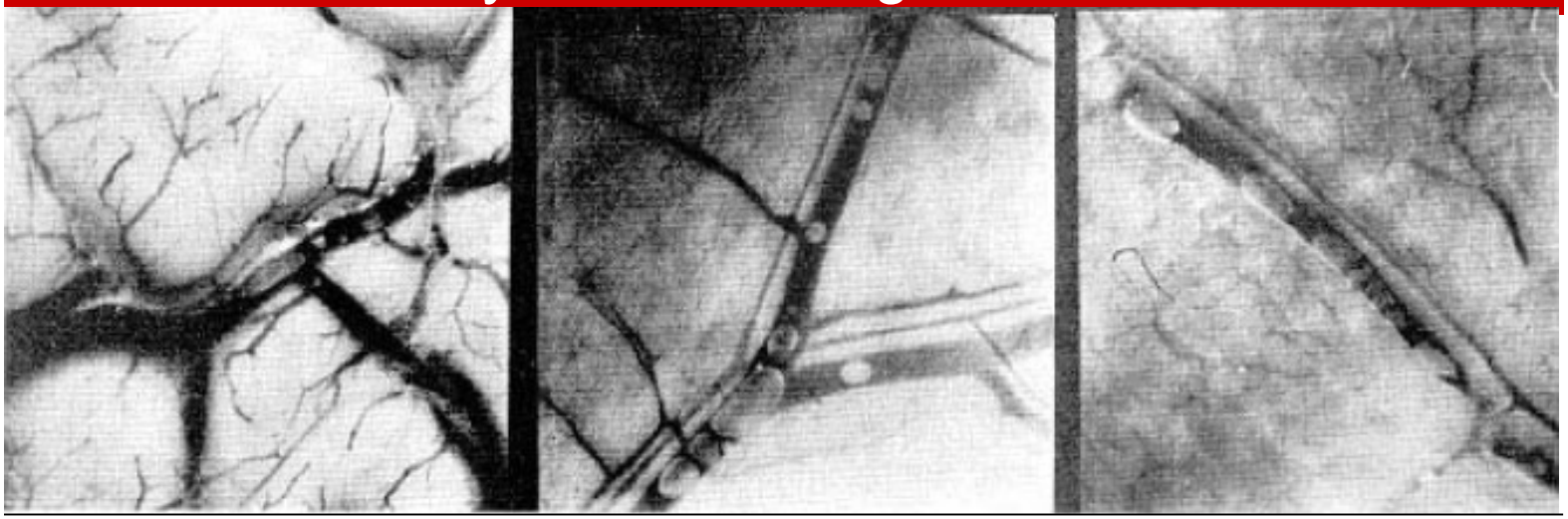
Druckfall-Krankheit

Gasgesetz nach Henry

Chef Flugmedizin
Dr. med. Denis Bron

Druckfall-Krankheit (DCS)

Tiny Bubbles - Big Troubles



Druckfall-Krankheit
Symptome

N_2 N_2 N_2

Mechanische Effekte
hervorgerufen durch
intra- & extravasale Gasblasen

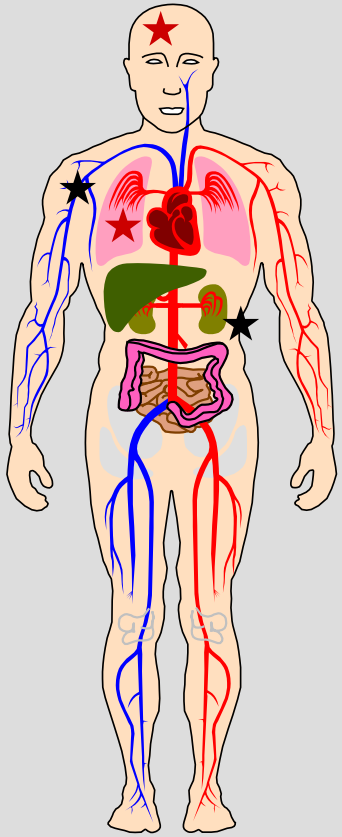
und/oder N_2 N_2 N_2

Sekundäre Effekte
durch Aktivierung von:
- Endothelium
- Leukocyten
- Thrombocyten

N_2 N_2 N_2 N_2

DCS Typ I
- Gelenkschmerzen
  - bends
- Muskelschmerzen
- Hautmanifestationen
  - itches, creeps

DCS Typ II
- Zentralnervöse Ausfälle
  - zerebral
  - spinal
- Visusstörungen
- Pulmonale Symptome



Druckfall-Krankheit
Symptome

DCS & Gelenke („Bends“)
- lokalisierter, tiefer Schmerz
- betroffene Gelenke: Knie > Schulter > Ellenbogen > Handgelenk > Hüfte
- Reiben verschlimmert Schmerz
- Druck verringert den Schmerz

DCS & Haut („creeps“)
- „Ameisenlaufen“ bei Höhenexposition
- geht spontan wieder weg

DCS & Lungen („Chokes“)
- Gefühl der Beklemmung
- limitierte Einatmung
- Schmerzen unter dem Brustbein
- Husten

DCS & Herz
- CV-Kollaps

DCS & Gehirn („Staggers“)
- Lähmungen
- Krampfanfälle
- Paraesthesien
- Schlaganfallartige Bilder
- Unscharfes Sehen
- Kopfschmerzen
- Kollaps… u.v.m.

Druckfall-Krankheit
Symptome

MERKE:

- DCS kann bis zu 24h nach der Exposition auftreten, und wird durch wiederholte Exposition, sowie körperliche Anstrengung provoziert.
- Hohes Risiko: Flugdienst nach Tauchgängen (viel gelöster Stickstoff im Körper)

Druckfall-Krankheit
Faktoren

- Alter > 40
- Dehydrierung
- ∅ Denitrogenisierung
- ♀ Geschlecht
- Höhe
- Hypoxie

- Körperl. Aktivität
- Steigrate
- Tauchgang
- Temperatur ↓↓↓
- Übergewicht
- Wiederholungen, Zeit

Druckfall-Krankheit
Prophylaxe

- kein Aufenthalt in einer Überdruck-Umgebung (Tauchen !)
  - < 2 bar → 12 h Latenz
  - > 2 bar → 24 h Latenz
  - > 2 bar repetitiv → 36 h Latenz
- Druckkabine / -anzüge
- 100 % Sauerstoff-Voratmung
- langsamer Aufstieg; kurze Aufenthaltsdauer
- Alternative zum HCT: Reduced Oxygen Breathing Device (ROBD)

Druckfall-Krankheit
Therapie

DCS Typ I
- 100 % Sauerstoff
- Körperliche Schonung

Symptome > 2 h

DCS Typ II
- 100 % Sauerstoff
- Rekompression (hyperbare Kammer)
- Volumensubstitution
- Kortikosteroide, Tc-Aggregationshemmer ???
- intensivmedizinische Massnahmen

Unterdruck-Kammer

Unterdruck-Kammer

- Sauerstoff-Mangel Demonstration
- Explosive Dekompression
- Forschung & Entwicklung

Unterdruck-Kammer
Zahlen & Fakten

• Baujahr:	1951
• Renovation & update:	1991 & 2016
• Kammervolumina:	klein: 8 m^3
	gross: 22 m^3
• Max. Höhe:	20‘000 m (≈ 65‘000 feet)
• Max. Aufstiegsrate:	76 m / sec (≈ 15‘000 feet / min)
• Anz. Trainierte :	> 4000 bis heute
• Anz. Gerettete Leben & Flz:	1 Pilot & Flz / Jahr
• Notabstieg von 9000m	1 min 12 sec

Sauerstoff-Mangel-Demonstration Explosive Dekompression

Weshalb ?

- Korrekte, zeitverzugslose Reaktion bei
  - Hypoxie (-verdächtigen) Symptomen
  - Explosiver Dekompression
- Vermeiden von Todesfällen (loss of pilot & AC)

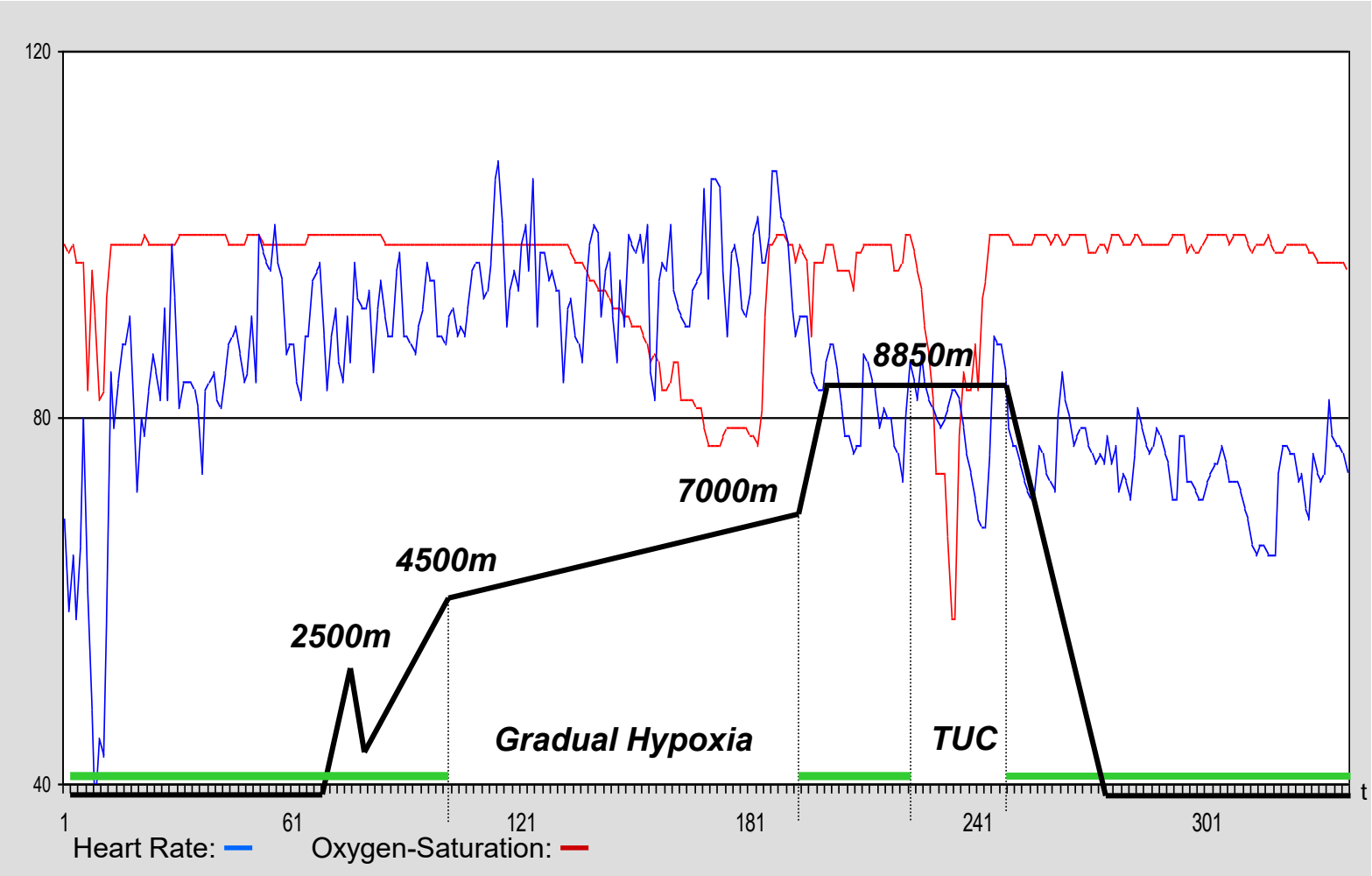
Sauerstoff-Mangel-Demonstration
Ablauf

- Anamnese
- Untersuchung
- Präoxigenierung (30 min)

- 2 + 1 Instruktor (Arzt)

- Überwachung
  - Pulsoxymetrie
  - Video

Sauerstoff-Mangel-Demonstration
Ablauf



Sauerstoff-Mangel-Demonstration
Kreislaufparameter & Schriftbild

Höhe m/M	Puls pro Min.	Blutdruck mm Hg	Handschrift
5400	92	130/80	[illegible]
7000	110	150/75	[illegible]
8000	142	160/75	[illegible]
O_2 erholt sich sofort			O_2 [illegible]

Explosive Dekompression

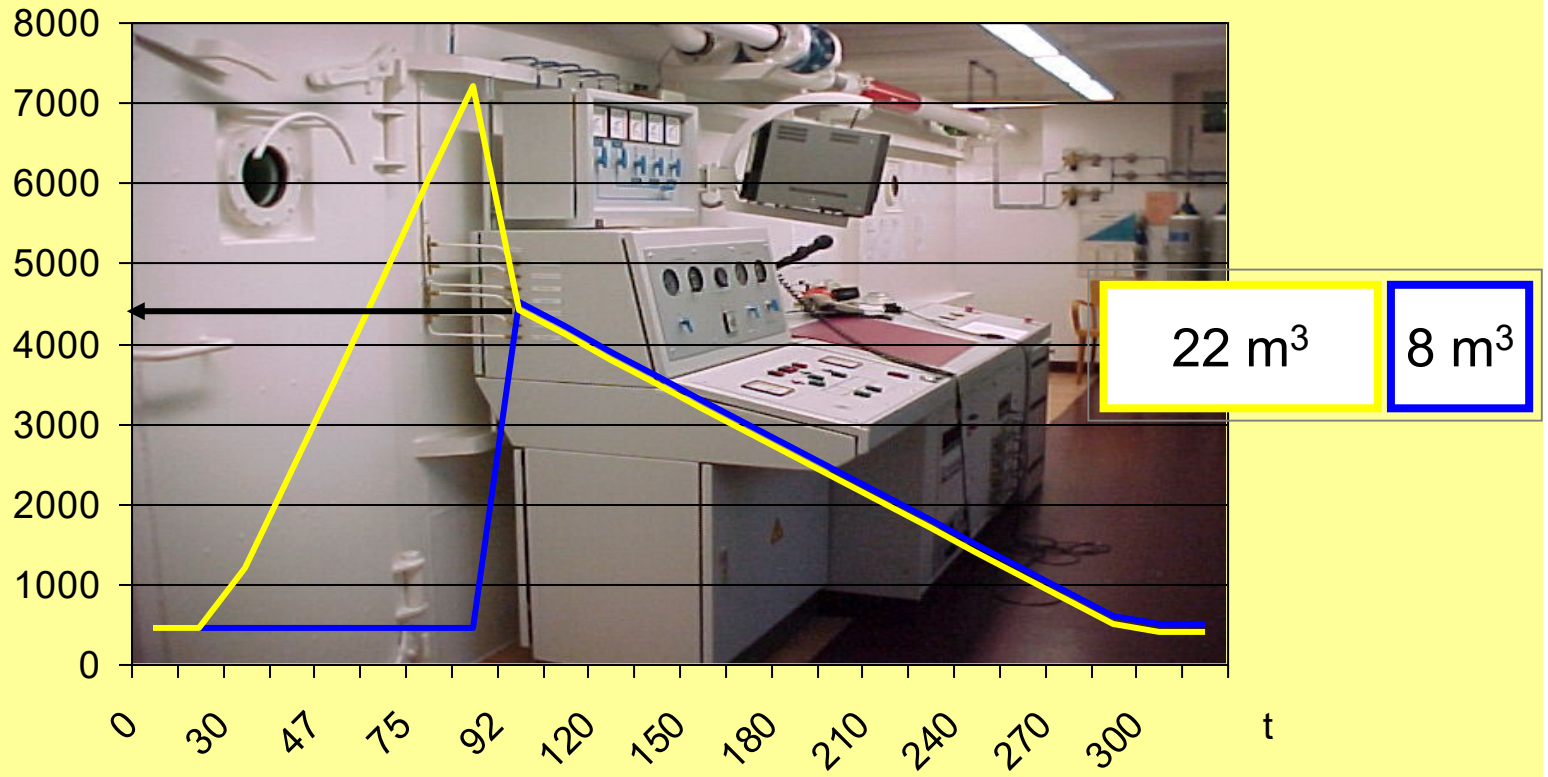
Dekompressionsverlauf = f (V_K, F_L, Δ P, Flughöhe)
- Volumen der Druckkabine
- Grösse des Lecks
- Druckgefälle
- Flughöhe

Physiologie
- akuter Sauerstoffmangel
- Druckfallkrankheit
- Beschwerden aufgrund der Gasausdehnung im Magen-/ Darmtrakt

Physik
- Explosionsartiger Knall
- Sogwirkung
- Nebelbildung
- Temperaturabfall

Notmassnahmen
- Notabstieg
- Sauerstoff

Unterdruck-Kammer
Explosive Dekompression



Abschliessende Weisungen

- Keine sportliche Betätigung x 24h
- Kein Sprungdienst x 24h
- Kein Flugdienst als PIC x 24h
- Kein militärischer Flugdienst als Pax gleichentags

Fragen?

PILOTENGERECHTE ERNÄHRUNG

Dr. med. Denis Bron
Chef Flugmedizin
Fliegerärztliches Institut Dübendorf

Eva Fischer
BSc BFH Ernährungsberaterin SVDE
CAS in Sporternährung (BFH/EHSM)

Flüssigkeitszufuhr und Nahrungsaufnahme im Cockpit

„Ergebnisse von Untersuchungsberichten von Flugunfällen aus dem In- und Ausland geben immer wieder Hinweise darauf, dass der richtigen Ernährung und dem Flüssigkeitshaushalt zu wenig Beachtung geschenkt werden.“

Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL

Eva Fischer

evano !?!

Agenda

1. Ernährungsphysiologische Grundlagen

   Was jeder wissen sollte

2. Energiebedarf

   Wovon wieviel?

3. Ernährung vor, während und nach dem Fliegen

   Spezifische Bedürfnisse…

4. Diskussion und Fragen

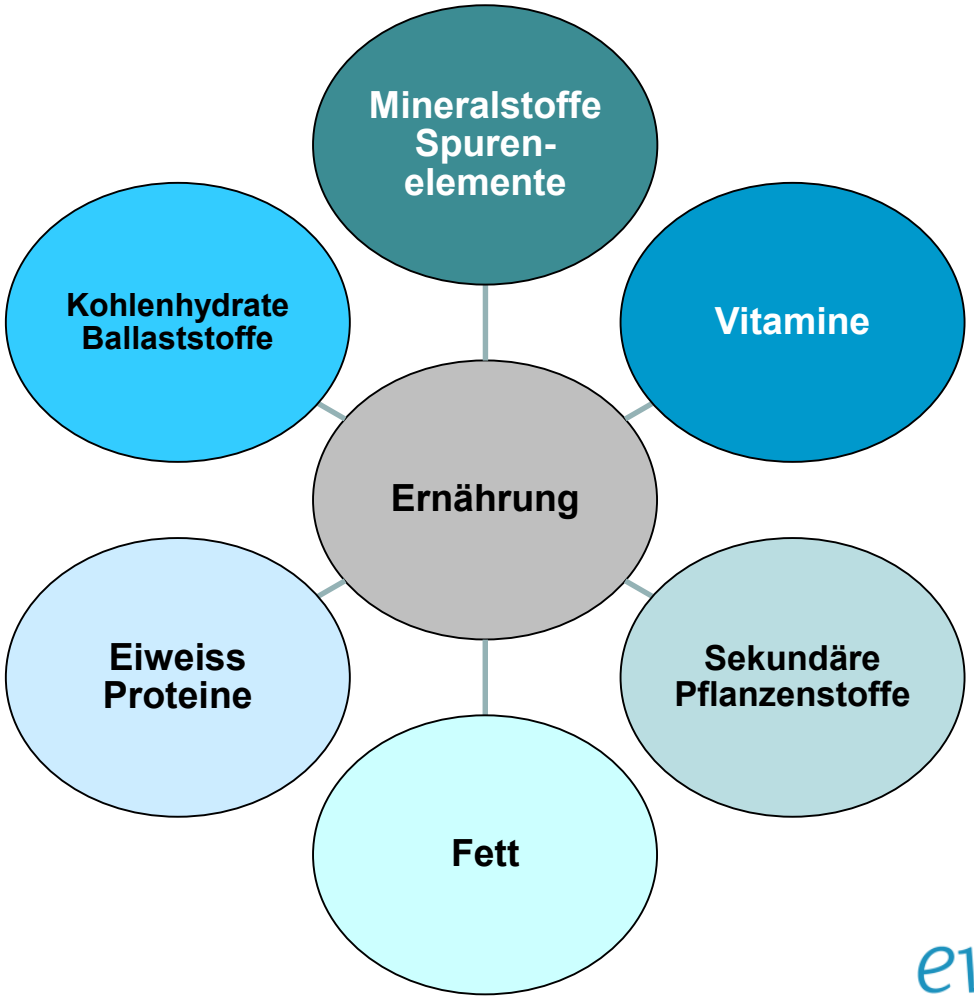
Eva Fischer

evano !?!

ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGISCHE GRUNDLAGEN

evano !?!

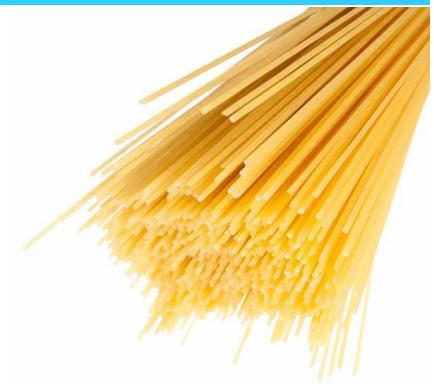
Ernährungsphysiologische Grundlagen



Eva Fischer

evano !?!

Kohlenhydrate



Vorkommen

- Getreideprodukte
- Früchte
- Gemüse
- Milchprodukte

Speicherung

- als Glykogen in Leber und Muskel
- ca. 300 - 600 g

Eigenschaften

- wichtigster Energielieferant (1 g = 4 kcal)
- einziger Energielieferant für intensive körperliche Aktivitäten von kurzer bis mittlerer Dauer
- Rote Blutkörperchen, das Hirn sowie die Nervenzellen sind ausschliesslich auf Glucose angewiesen.

Eva Fischer

evano !?!

Ballaststoffe

Vorkommen

- Getreideprodukte
- Früchte
- Gemüse
- Nüsse

Eigenschaften

- regulieren die Verdauung (Vorbeugung von Verstopfung)
- sättigende Wirkung
- günstiger Einfluss auf Blutzuckerspiegel
- senken den Blutcholesterinspiegel

Eva Fischer

evano !?!

Fette

Vorkommen

- Öle
- Milch, Milchprodukte, Butter, Margarine
- Wurstwaren
- Nüsse
- Backwaren und Süssigkeiten

Speicherung

- unbegrenzt im Fettgewebe

Eigenschaften

- wichtiger Energielieferant (1 g Fett = 9 kcal), vor allem für tiefe Intensität und lange Dauer
- Träger der fettlöslichen Vitamine A, D, E und K und der essentiellen Fettsäuren Linol- und Linolensäure
- Aromastoff und Geschmacksträger
- Bestandteil der Zellwände und Funktionen im Energie- und Immunstoffwechsel
- Schutz der Organe (Depotfett)

Eva Fischer

evano !?!

Proteine

Vorkommen

- Fleisch, Fisch, Ei
- Milch und Milchprodukte
- Bohnen, Erbsen, Linsen, Soja

Speicherung

- in den Muskeln

Eigenschaften

- Baustoffe für körpereigene Zellen
- Steuerung verschiedener Stoffwechselprozesse (Enzyme)
- Aufbau Immunsystem
- Träger von Erbinformationen (DNA)

Eva Fischer

evano !?!

Vitamine

Vorkommen

- tierische und pflanzliche Lebensmittel

Speicherung

- Wasserlösliche Vitamine können nicht gespeichert werden.
- Fettlösliche Vitamine werden in der Leber gespeichert.

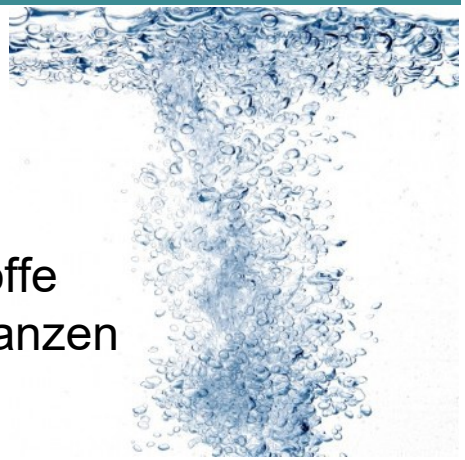
Eigenschaften

- Vitamine sind organische Verbindungen, die der Körper nicht selber herstellen kann.
- Vitamine haben unterschiedliche physiologische Funktionen im Körper und werden deshalb oft als „Helfer“ bezeichnet:
  - Aufnahme gewisser Stoffe
  - Umbauvorgänge zu körpereigenen Substanzen
  - Energiegewinnung im Zellstoffwechsel
  - Stehen in enger Beziehung mit Enzymen und Hormonen

Eva Fischer

evano !?!

Mineralstoffe



Vorkommen

- tierische und pflanzliche Lebensmittel
- Mineralstoffe sind anorganische, natürlich vorkommende Elemente. Die meisten Mineralstoffe befinden sich im Boden und werden dort von Pflanzen und Tieren aufgenommen.

Eigenschaften

- Aufbau von Knochen, Zähnen und Muskeln
- Regelstoffe, meist als Bestandteile von Enzymen

Eva Fischer

evano !?!

ENERGIEBEDARF UND KÖRPERZUSAMMENSETZUNG

evano !?!

Energiebedarf

Eva Fischer

Aktivität – Energieverbrauch (20-50%)

Bewegung, Training

Thermogenese (10%)

Stoffwechsel: Verdauung und Umsetzung der Nahrung im Körper

Grundumsatz (60-70%)

Aufrechterhaltung der Grundfunktionen: Regulation der Körpertemperatur, Herztätigkeit, Stoffwechsel

evano !?!

Body Mass Index

BMI (kg/m²)	
Untergewicht	< 18.5
Normalgewicht	18.5 – 25
Übergewicht	25 – 30
Adipositas	> 30

Eva Fischer

evano !?!

Energiezufuhr nach D-A-CH

Richtwerte für die durchschnittliche Energiezufuhr bei sitzender bis wenig aktiver Tätigkeit

Jugendliche und Erwachsene	kcal/Tag männlich	kcal/Tag weiblich
19 bis unter 25 Jahre	2600 – 3000	2200 – 2400
25 bis unter 51 Jahre	2400 – 2900	2000 – 2300
51 bis unter 65 Jahre	2200 – 2500	1800 – 2000
65 Jahre und älter	1900 – 2300	1700 – 1800

Eva Fischer

evano !?!

Energiebedarf von Piloten

[redacted]

- Die Richtwerte für die Energiezufuhr richten sich nach den D-A-C-H Referenzwerten.
- Der Energiebedarf eines Piloten kann man mit dem eines Menschen mit sitzender Tätigkeit vergleichen.
- Piloten mit hoher g-Belastung (Militärpiloten, Kunstflugpiloten) haben durch die erhöhte Muskelarbeit einen erhöhten Energiebedarf.

Eva Fischer

evano !?!

PILOTENGERECHTE ERNÄHRUNG – WAS VERSTEHT MAN DARUNTER?

evano !?!

Flüssigkeitszufuhr und Nahrungsaufnahme im Cockpit

„Ergebnisse von Untersuchungsberichten von Flugunfällen aus dem In- und Ausland geben immer wieder Hinweise darauf, dass der richtigen Ernährung und dem Flüssigkeitshaushalt zu wenig Beachtung geschenkt werden.“

Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL

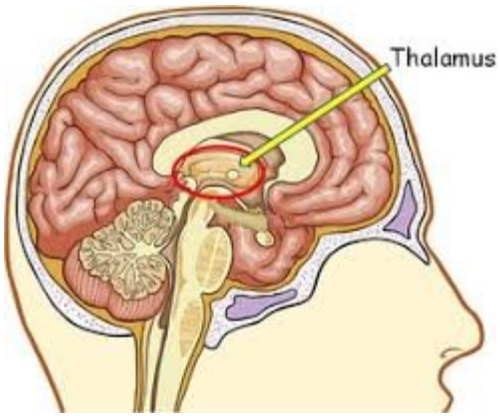
Facts:

Eine bedarfsgerechte Ernährung ist die Voraussetzung für die Erhaltung der körperlichen und kognitiven Leistungsfähigkeit.

Eva Fischer

evano !?!

Kognitive Leistung



Alles beginnt im Gehirn (Thalamus)...

- Ermüdung vermeiden
- Aufmerksamkeit erhöhen und erhalten
- Multitasking / permanent Entscheidungen treffen
- Gehirn verbraucht ca. 130 g Glukose am Tag
- Das Gehirn ist mit dem Darm über die Gut-Brain-Axis verbunden.
- Vagusnerv wird beeinflusst durch Nahrung
  - Zusammensetzung der Ernährung hat Einfluss auf die Darmflora.
  - Ernährung mit hohem Zucker- und Fettanteil schadet der kognitiven Leistung.
  - Ziel: Gesunder Darm für maximale kognitive Leistung

Eva Fischer

evano !?!

Nahrung fürs Gehirn

- Kohlenhydrate (Glukose) → stabiler Blutzucker → verminderte Ermüdung
- Einfache Kohlenhydrate vs. komplexe Kohlenhydrate, low GI → bei mental basierten Sportarten low GI KH von Vorteil
- Regelmässige Energiezufuhr ohne hohe BZ Schwankungen
- Koffein verbessert Aufmerksamkeit und verzögert Ermüdung → 3-6 mg pro kg KG ca. 1 h vor Belastung

Eva Fischer

evano !?!

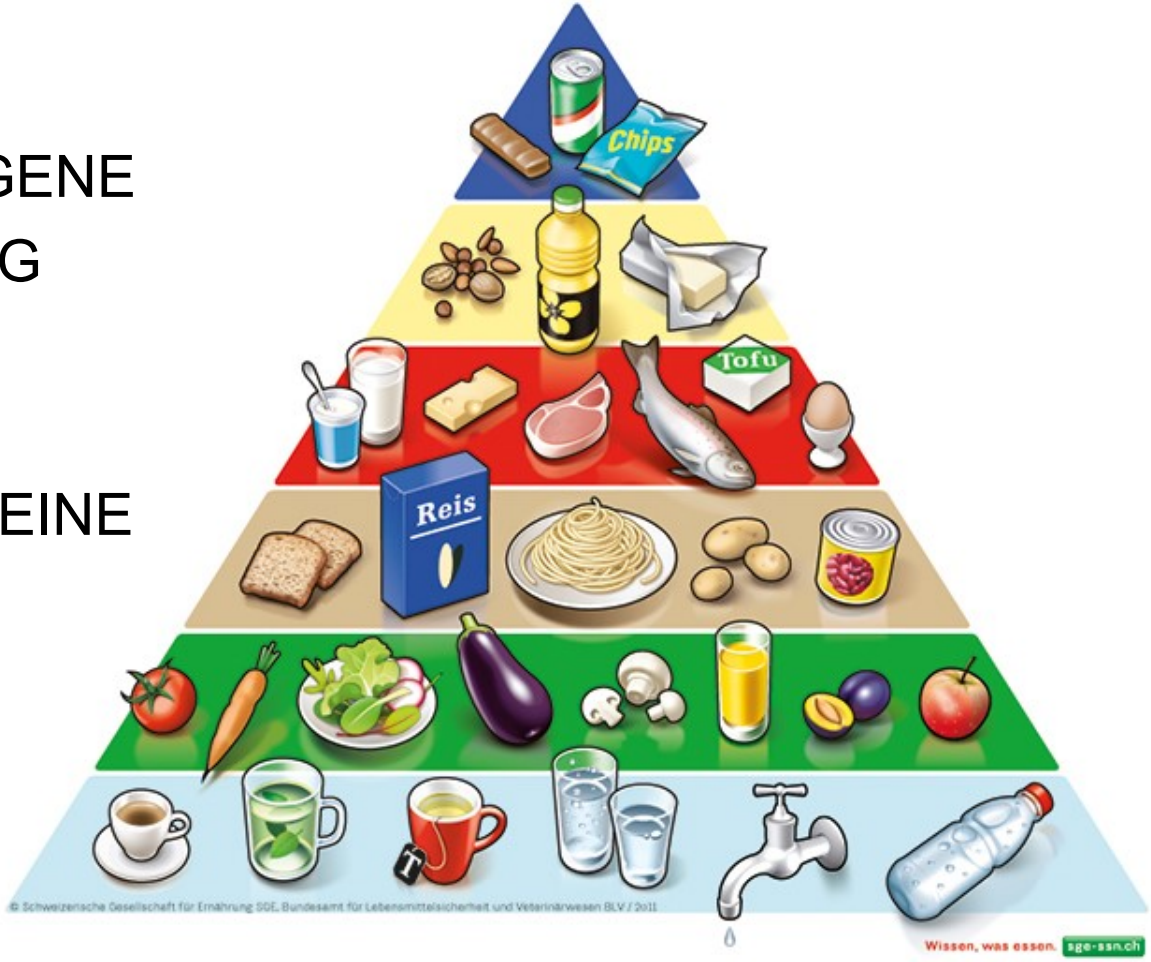
Glykämischer Index

- Der GI beschreibt das Blutzucker erhöhende Potential von kohlenhydrathaltigen Lebensmitteln im Verhältnis zu einem Standardnahrungsmittel (normalerweise Glukose).
- Sorte, Reifungsgrad, Kochen, individuelle Unterschiede usw. des Lebensmittels werden nicht berücksichtigt

Eva Fischer

evano !?!

ZIEL:
AUSGEWOGENE
ERNÄHRUNG
FÜR EINEN
GESUNDEN
DARM UND EINE
GUTE
KOGNITIVE
LEISTUNG



Eva Fischer

evano !?!

Flüssigkeits- und Mineralstoffbedarf

- Die Luft in grosser Höhe führt dazu, dass der Körper mehr Flüssigkeit verliert.
- Nebst Wasser verliert der Körper (über den Schweiss) auch wichtige Mineralstoffe wie Kalium, Magnesium, Kalzium, Natrium und Eisen.
- Bei zu wenig Flüssigkeit dickt das Blut ein. Werden die Verluste nicht ausgeglichen, kommt es zu starken körperlichen und geistigen Leistungseinbussen.
- Die Folgen können Mattheit, Schwindel, Schwäche, Kopfschmerzen und Muskelkrämpfe sein.

Eva Fischer

evano !?!

Flüssigkeits- und Mineralstoffbedarf

Merke:

!! Durst ist kein rechtzeitiges Warnsignal für den Flüssigkeitsverlust.

!! Wer nicht trinkt, ist schnell erschöpft.

!! Koffeinhaltige Getränke sind harntreibend.

!! Zugeführte Getränke sollten mineralstoffreich und kohlensäurearm sein.

Faustregel für die tägliche Trinkmenge:

1.5-2 Liter + Flüssigkeitsverlust durch schwitzen

Eva Fischer

evano !?!

Energiezufuhr

- Kohlenhydrate stellen für den hochleistungsspezifischen Energiebedarf die wichtigste Energiequelle dar.
- Sie versorgen unsere Muskel-, Nerven- und Gehirnzellen kontinuierlich mit Energie.
- Eine ungenügende Kohlenhydratzufuhr kann zu einer Unterzuckerung führen, was in der Fliegerei schwerwiegende Folgen haben kann.
- Kohlenhydrate, vor allem in komplexer Form (low GI), sorgen für einen stabilen Blutzuckerspiegel.

Eva Fischer

evano !?!

Energiezufuhr

Merke:

!! Werden während des Flugtages zu wenige kohlenhydratreiche Lebensmittel zugeführt, kommt es zu Konzentrationsstörungen, Müdigkeit und Leistungsabfall.

Faustregel für die tägliche Kohlenhydratzufuhr für Piloten:

- Die Mahlzeiten vor und nach dem Flug sollten kohlenhydratreich (GI beachten) und fettarm sein.
- Während längeren Einsätzen (> 60 Minuten) sollten Kohlenhydrate in flüssiger oder fester Form zugeführt werden.

Eva Fischer

evano !?!

Ernährung vor dem Flug

Frühstück: Leichtverdaulich und kohlenhydratbetont.

Geeignet:

- Getreideflocken mit fettarmer Milch oder Joghurt, Früchte Porridge und Früchte
- Brot mit Honig, Konfitüre oder magerem Käse/Fleisch

Ungeeignet:

- Spiegelei mit Speck
- Wurstwaren

Mittag-/Abendessen: Kein Alkohol oder fettiges, schweres Essen.

Geeignet:

- Pasta mit Tomatensauce und Reibkäse
- Kartoffeln/Reis mit Fisch/magerem Fleisch und Gemüse.

Ungeeignet:

- Käse- oder gratinierte Gerichte
- Paniertes und Frittiertes.

Eva Fischer

evano !?!

Ernährung vor dem Flug

Zwischenmahlzeiten:

- Getreideriegel mit Nüssen/Trockenobst
- Studentenfutter
- Früchtebrot
- Früchte / Gemüse
- Vollkornbrot mit magerem Belag (Streichkäse/Bündnerfleisch)

Grundsätzlich sind 5-6 kleine Mahlzeiten, verteilt über den Tag, bekömmlicher als drei grosse Mahlzeiten. Individuelle Vorlieben und Abneigungen müssen jedoch beachtet werden.

Eva Fischer

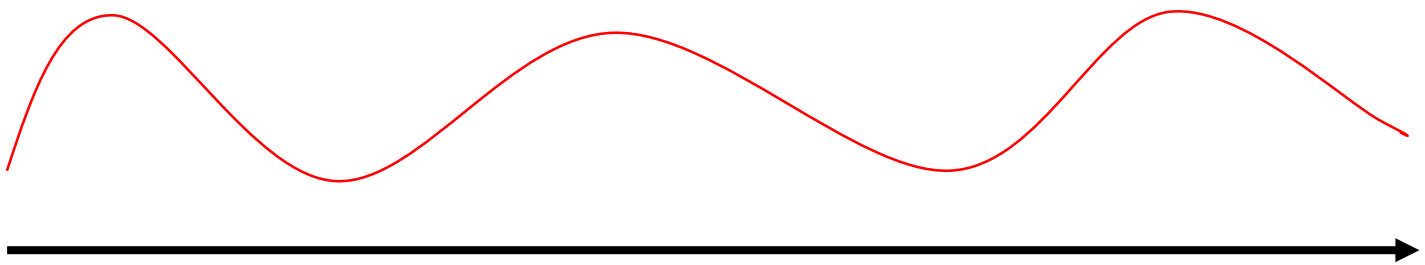
evano !?!

Mahlzeiten – Rhythmus

Tagesbeispiel:

Frühstück	Znüni	Mittagessen	Zvieri	Nachtessen
6/7 Uhr	vor oder nach dem Flug 10 Uhr	12.30 Uhr	vor oder nach dem Flug 16 Uhr	19 Uhr

Blutzucker

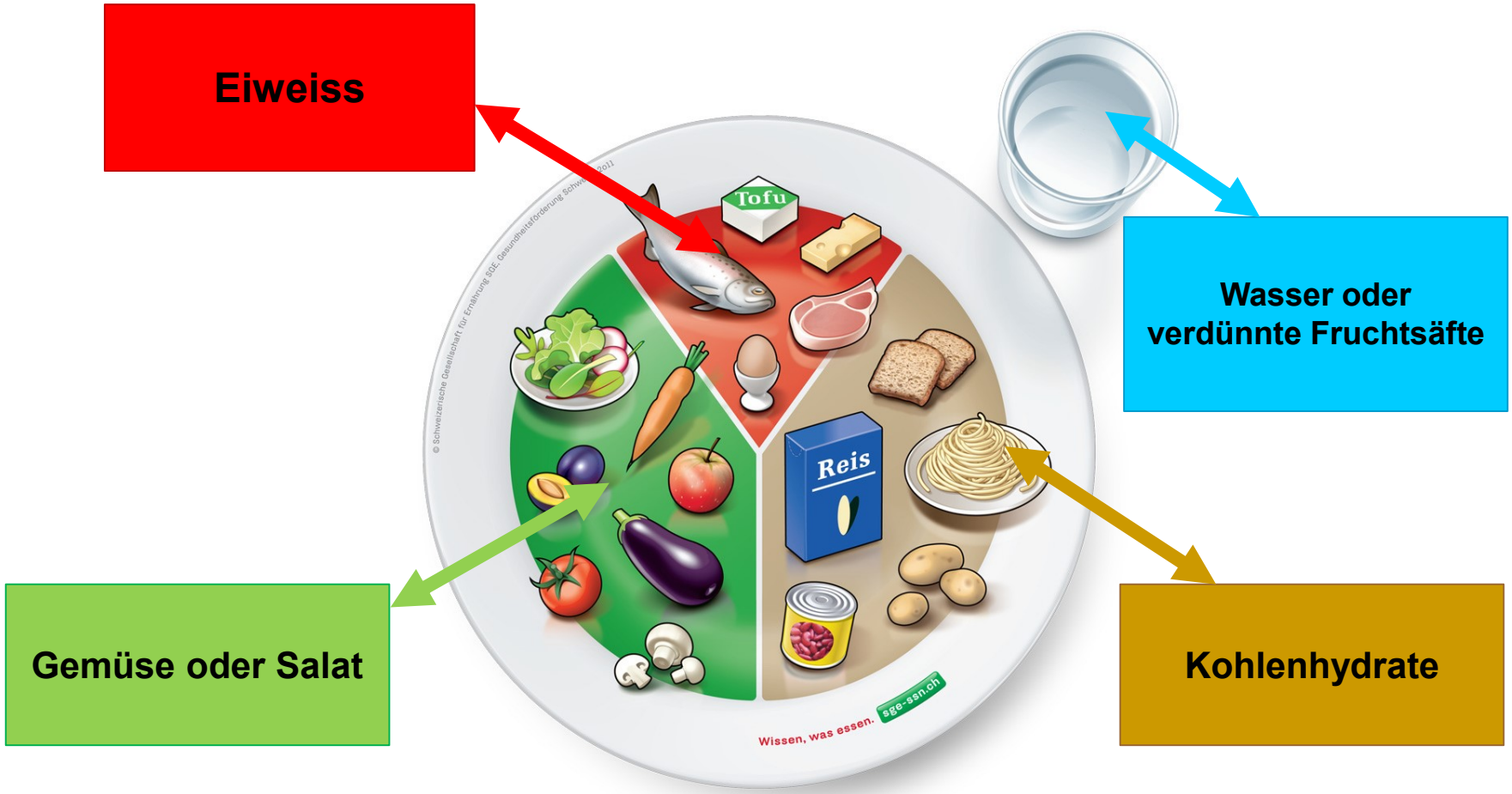


ZEIT

Eva Fischer

evano !?!

Tellermodell



Eva Fischer

evano !?!

Geeignete Mahlzeiten / Getränke

Eva Fischer

evano !?!

Ungeeignete Mahlzeiten / Getränke

Eva Fischer

evano !?!

Ernährung kurz vor und während dem Flug

Ernährung während der Belastung > 60 Minuten	
Flüssigkeit	• früh mit dem Trinken beginnen • alle 10-20 Minuten schluckweise trinken, min. 2 dl / h • vorzugsweise kohlenhydrat- und salzhaltige Getränke (isoton): 30-60 g KH pro h
Lebensmittel	• Banane • Studentenfutter • Baslerläckerli, Magenbrot • Biberli / Linzertörtli • Getreideriegel, Sportriegel • Ovo Sport • ev. Sport Gel • Sandwich mit fettarmem Belag (Schinken und Trockenfleisch)

Eva Fischer

evano !?!

Ernährung nach dem Flug

Werden pro Tag mehrere Flüge durchgeführt, ist der Regeneration zwischen den Flügen besondere Beachtung zu schenken.

- Flüssigkeitsdefizit ausgleichen (1.5 x Schweissverlust), Urinfarbe sollte immer hell sein.
- Kohlenhydratspeicher wieder auffüllen u.a. mit komplexen Kohlenhydraten.
- Anderer Regenerationsmassnahmen wie z.B. Powernap

Eva Fischer

evano !?!

Ernährung nach dem Flug

Ernährung in der Regeneration	
Flüssigkeit	• Sportgetränke • Tee mit Maltodextrin • Fruchtsaftschorle • Bouillon
Lebensmittel	• Müesli • Riegel und Joghurt • Bananen-Milch-Shake • Milchreis • Regenerationsgetränke • Brot mit Käse oder magerem Schinken • Spaghetti mit Tomatensauce und Reibkäse • Reis, Teigwaren, Kartoffeln mit magerem Fleisch/Fisch (Poulet, Rind, Kalb)

Take-Home-Messages

- Die richtige Ernährung und Hydrierung trägt zur Flugsicherheit bei.
- Die Basisernährung richtet sich nach der Lebensmittelpyramide der SGE.
- **Vor dem Flug:**
  Ausreichend trinken (kein Alkohol) und eine leichtverdauliche, kohlenhydratreiche Mahlzeit einnehmen.
- **Nach dem Flug:**
  Frühzeitig mit der Hydrierung und Regeneration der Glykogenspeicher beginnen.

Eva Fischer

evano !?!

Fragen und Diskussion

Kontakt

Eva Fischer
Gugelrebenstrasse 18g
8912 Obfelden

info@evano.ch
www.evano.ch

Eva Fischer