

vetmeduni



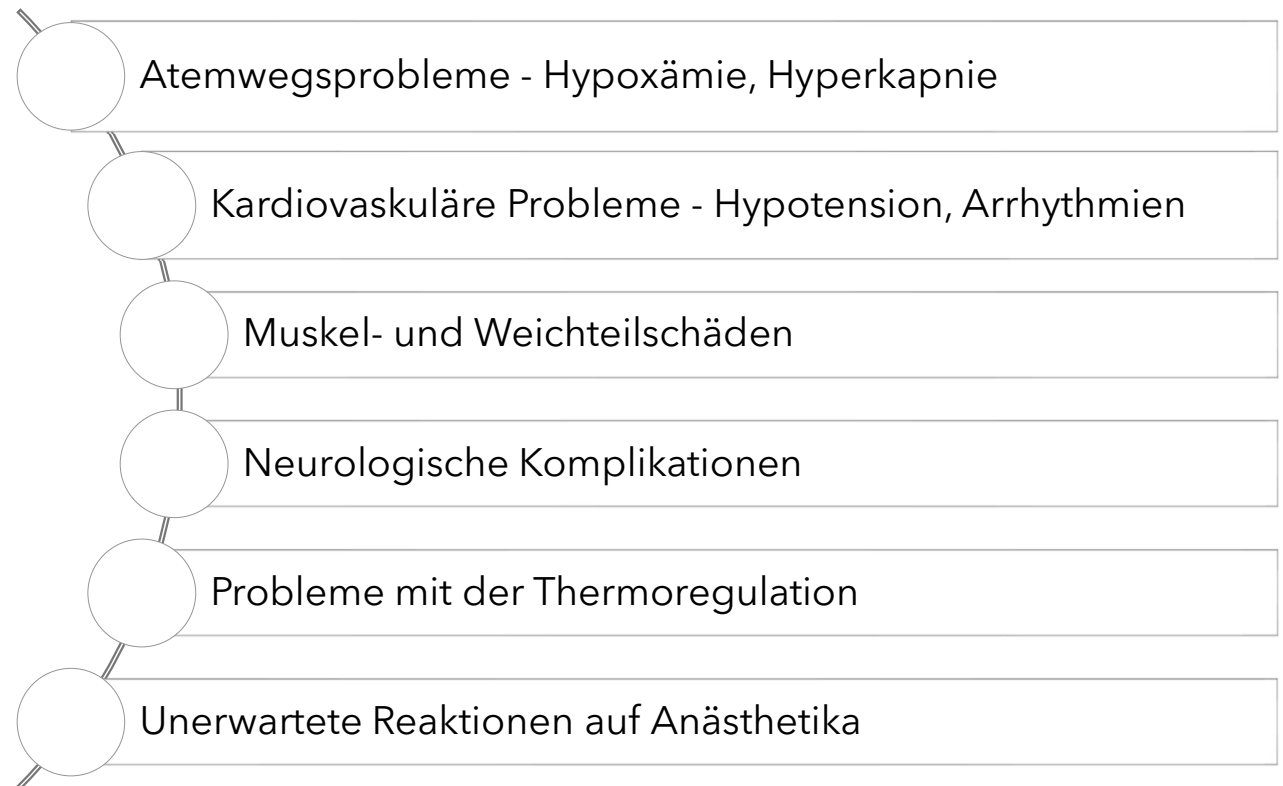
Erkennung, Vermeidung und Management von Komplikationen

Priv.-Doz. Dr. Ulrike Auer, Dr. Stephanie von Ritgen, FTA, CVPP, CCRP, CVA
Anästhesiologie und perioperative Intensivmedizin Vetmeduni Wien, Österreich

Haftungsausschluss

- Die Tiermedizin unterliegt wie jede Wissenschaft einem stetigen Wandel. Die hier erwähnten Dosierungen, Applikationswege und Vorgehensweisen wurden mit Sorgfalt und nach bestem Wissen ausgewählt. Trotzdem kann keine Garantie übernommen werden.
- Es liegt in der Verantwortung jedes Nutzers, Dosierungen, Kontraindikationen, Anwendungsbereiche und aktuelle sowie neue Erkenntnisse gründlich zu überprüfen. Jegliche Anwendung, Dosierung, Applikation oder sonstige Nutzung erfolgt auf eigenes Risiko.
- Die Nicht-Kennzeichnung geschützter Marken bedeutet nicht, dass es sich um freie Marken handelt.
- Der Vortrag sowie alle zugehörigen Unterlagen und Dateien sind urheberrechtlich geschützt. Eine Nutzung außerhalb des vorgesehenen Zwecks und Rahmens ist strafbar, insbesondere Verfilmung, Veröffentlichung, Speicherung, Verarbeitung und Weitergabe an Dritte.

Klassische Komplikationen



01 Morbidität und Mortalität

Foto: Chris Liverani auf Unsplash

Morbidität und Mortalität

Höhere Mortalität im Vergleich zum Menschen

Die peri-anästhetische Sterblichkeitsrate bei Pferden ist deutlich höher als beim Menschen:

- Mensch: zwischen 0,0075 - 0,0079 %
(\approx 1 Todesfall pro 12.000 bis 13.000 Anästhesien)

1

Vergleich mit Anästhesie-Risiko bei Hunden und Katzen

Auch im Vergleich zu Hunden und Katzen ist die Mortalität bei Pferden deutlich höher:

- Hund: 0,17%
- Katze: 0,24%

2

Sterblichkeitsraten bei Pferden^{1,2}:

- Nicht Kolik-bedingte Anästhesien : 0,6 %
- Kolik-bedingte Anästhesien: 3,4 %
- **Total intravenöse Anästhesie (TIVA): 0,3 %**

3

Risiken bei der Anästhesie verringern

Präanästhetische Untersuchung

- 1 Eine gründliche Untersuchung des Pferdes vor der Anästhesie ist unerlässlich. Diese Untersuchung sollte eine detaillierte Anamnese und eine sorgfältige klinische Untersuchung umfassen. **Ziel:** Erkennung potenzieller Risikofaktoren vor der Anästhesie zur Risikominderung.

Auswahl des richtigen Anästhesieprotokolls

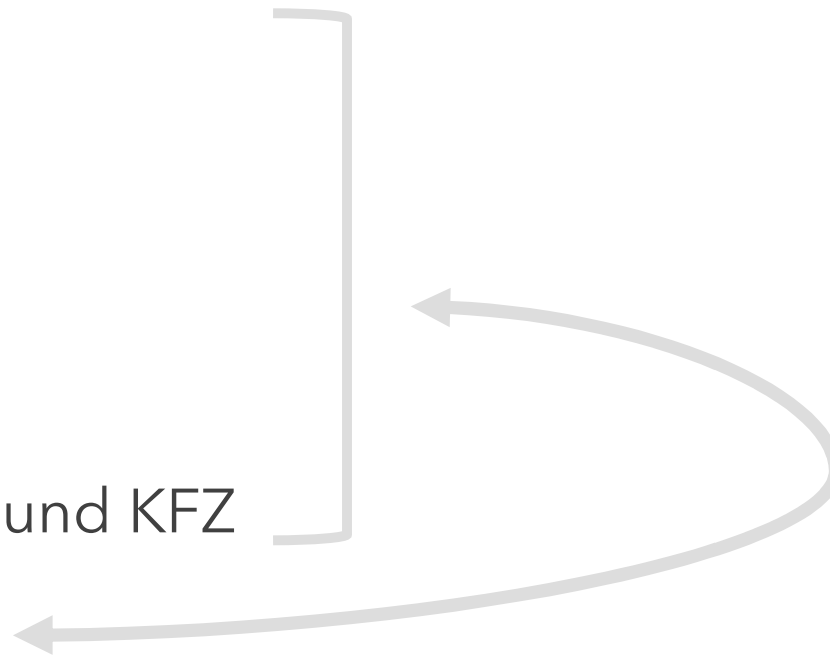
- 2 Das Anästhesieprotokoll sollte auf die individuellen Bedürfnisse des Pferdes angepasst sein. Dazu gehört die Auswahl der Medikamente und Dosierungen auf der Grundlage des Gesundheitszustands des Pferdes und der Art des durchzuführenden Eingriffs. **Ziel:** Sicherheit und Wirksamkeit erhöhen.

Intra- und post-operatives Monitoring

- 3 Die sorgfältige Überwachung während der Anästhesie und Aufwachphase spielt eine entscheidende Rolle. **Ziel:** Frühzeitiges Erkennen von Problemen, Komplikationen minimieren.

Was überwachen wir bei einer Feldanästhesie?

- Herzfrequenz
- Pulsqualität
- Atemfrequenz
- Atemmuster
- Atemtiefe
- Schleimhautfarbe und KFZ
- Anästhesietiefe



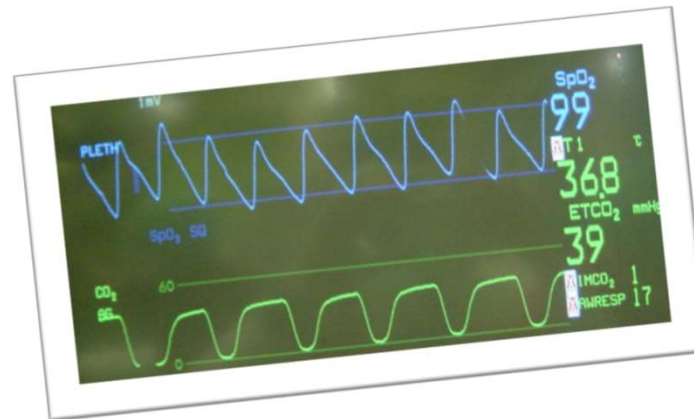
02 Mein Pferd hat gräulich zyanotische Schleimhäute, ist das bedenklich?

Foto: Chris Liverani auf Unsplash

Das 1x1 der Ventilation und Oxygenierung



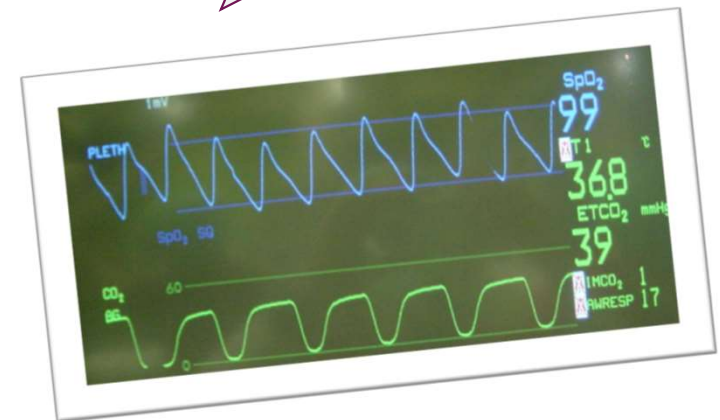
- Ventilation = CO_2 und wird mittels Kapnographie und arterieller Blutgasanalyse (BGA) überwacht
- Oxygenierung = O_2 und wird mittels Pulsoximetrie und arterieller BGA überwacht



Kapnographie

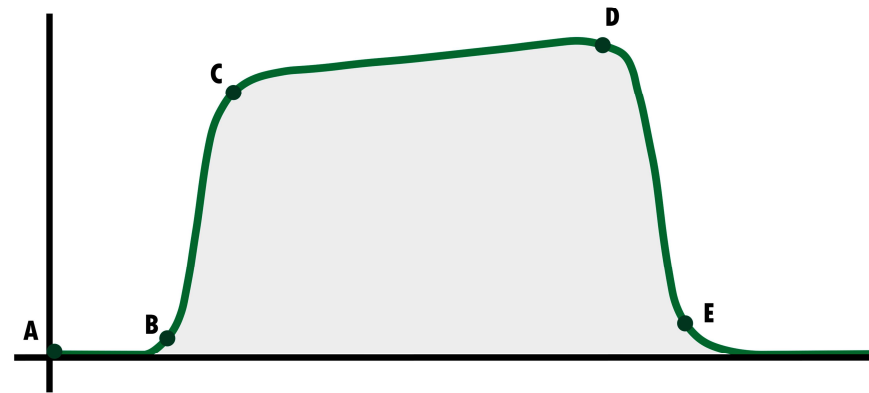
- Misst den CO₂-Gehalt in der Ein- und Ausatemungsluft
- So ist eine Beurteilung von ... möglich:
 - Ventilation
 - Indirekte Beurteilung des Kreislaufs
 - Herzstillstand
 - Überprüfung der endotrachealen Intubation
 - Obstruktion des Atemwegs
 - Atemfrequenz

Kapnographie hilft aber nur bei Beurteilung der Ventilation, nicht Oxygenierung!



Kapnographie

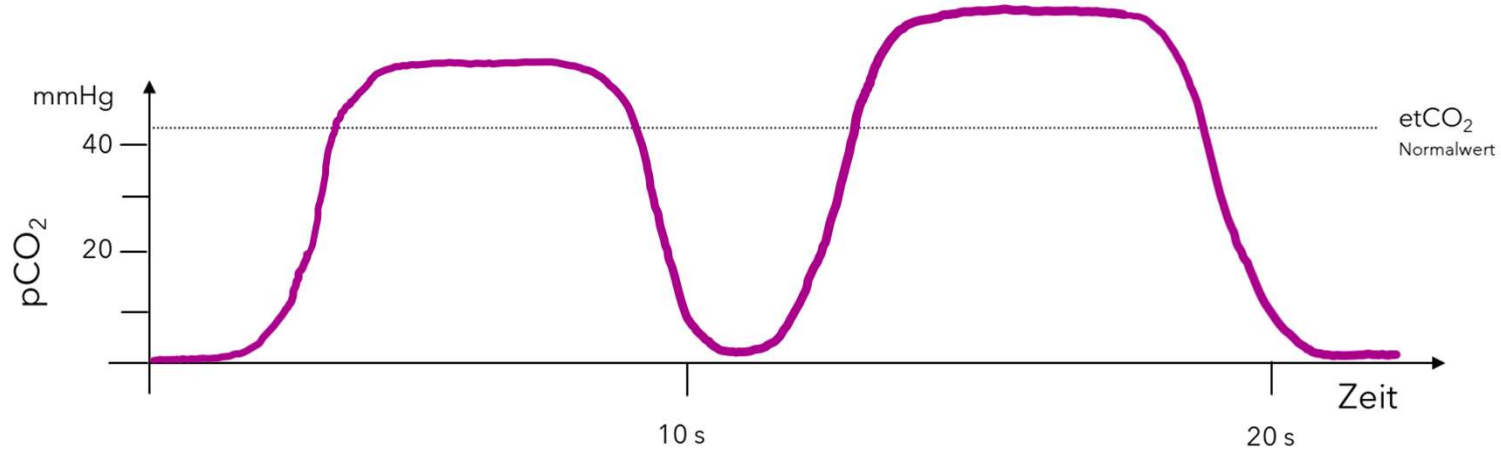
- CO₂-Kurve
 - Was uns vor allem interessiert:
 - Aussehen der Kurve
 - Endtidale CO₂-Konzentration (D) = Menge CO₂ am Ende der Ausatmung



A - B	Inspiratory baseline
B - C	Expiratory upstroke
C - D	Alveolar plateau
D	End-tidal concentration
D - E	Inspiratory downstroke

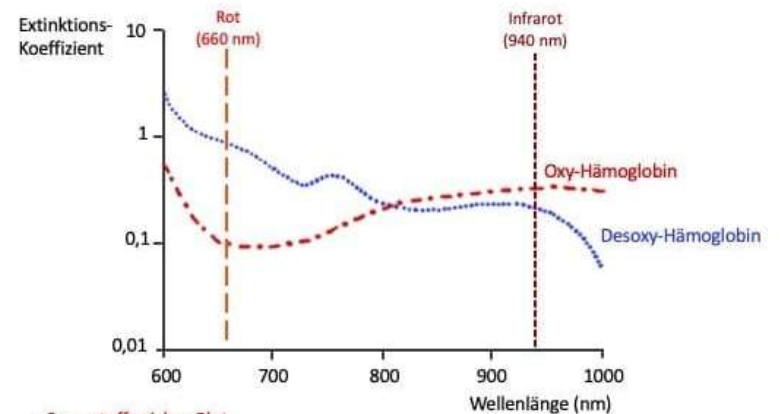
Kapnographie

- Analyse der Kapnographiekurve
 - Höchster Wert während der Inspiration



Das Pulsoximeter - Wie funktioniert es?

- LEDs geben Licht in mindestens zwei Wellenlängen ab
- Vergleicht, wie viel rotes und infrarotes Licht durch oxygeniertes und deoxygeniertes Hämoglobin absorbiert wird
- Gegenüber liegt ein Fotodetektor, der die Lichtstärke misst



Oxy-Hämoglobin = Sauerstoff-reiches Blut
Desoxy-Hämoglobin = Sauerstoff-armes Blut

Pulsoximetrie

- Vorteile:
 - Kontinuierliche, nicht invasive Messung, um die Sauerstoffsättigung im arteriellen Blut zu messen
 - Zuverlässiger, als sich auf die Schleimhautfarbe des Patienten zu verlassen
 - Normalwerte beim gesunden Tier: 96-100 %
- Nachteile:
 - Konventionelle (günstige) Pulsoximeter sind sehr bewegungs- und Artefakt anfällig



Artefakte ausschließen!

- Quetschen des Gewebes durch den Sensor
- Pigmentation Puls wird nicht erkannt:
 - Zittern
 - Grelles Umgebungslicht
- Medikamente
 - Vasokonstriktion, Bsp. Alpha2-Agonisten
 - Hypotension
- Hypothermie
- (Methämoglobin)
- (Carboxyhämoglobin)

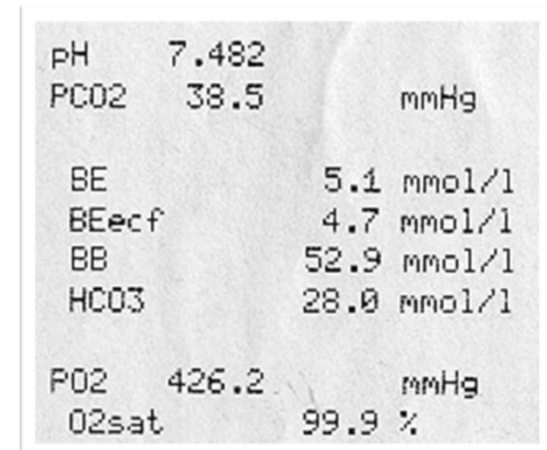
Perfusionsindex
liefert gute
Hinweise!



Definition Hypoventilation

- Hypoventilation liegt vor, wenn der arterielle CO₂-Partialdruck (PaCO₂) über 45 mmHg steigt.
- NORMWERTE:

pH	7,35 - 7,45	
PaCO ₂	35-45	mmHg



pH	7.482	
PCO2	38.5	mmHg
BE	5.1	mmol/l
BEecf	4.7	mmol/l
BB	52.9	mmol/l
HCO3	28.0	mmol/l
PO2	426.2	mmHg
O2sat	99.9	%

Klinische Anzeichen für eine Hypoventilation



- Atemfrequenz < 4 Atemzüge/Minute
- Geringe \downarrow Thoraxexkursion (erniedrigtes Atemzugvolumen)
- Eventuell zusätzliche Hypoxämie
 - Pulsoximeter
 - Schleimhautfarbe - zyanotisch, gräulich



Klinische Anzeichen für eine Hypoventilation



- Atemfrequenz < 4 Atemzüge/Minute
- Geringe \downarrow Thoraxexkursion (erniedrigtes Atemzugvolumen)
- Eventuell zusätzliche Hypoxämie
 - Pulsoximeter
 - Schleimhautfarbe - zyanotisch, gräulich

Den genauesten Hinweis liefert jedoch die Kapnographie!!



Wieviel CO₂ ist zu viel?

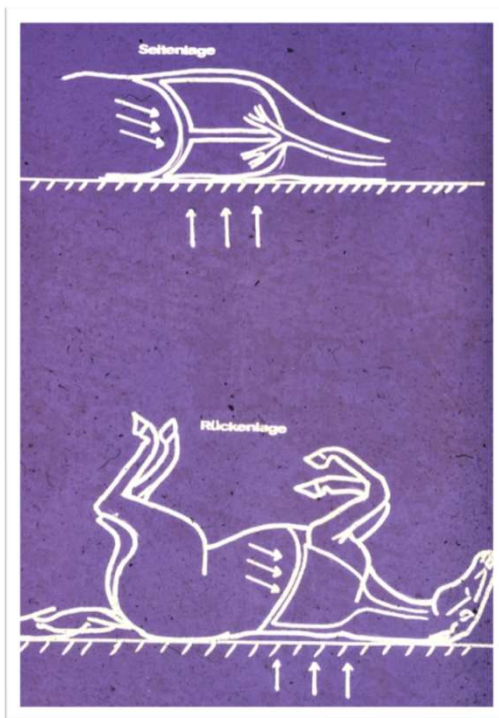
Ab einem etCO₂ > 60 mmHg sinkt der pH wahrscheinlich unter den ungemütlichen Wert von 7.2

Ohne zusätzliche O₂ wird der Patient wahrscheinlich hypoxämisch bzw. hypoxisch

Wie sind Blutdruck und Perfusion des Patienten? [ein erhöhter etCO₂-Wert von 55 - 60 mmHg kurbelt die Zirkulation an und kann helfen den Blutdruck zu verbessern...]

Wie lange dauert der Eingriff bzw. die Anästhesie noch?

Ursachen der Hypoventilation



Zu tiefe Anästhesie - Hemmung des Atmungszentrums

Atemdepressive Medikamente
(Inhalationsanästhetika, Ketamin, ...)

Muskel-relaxierende Medikamente (Benzodiazepine,
Alpha2-Agonisten)

Unphysiologische Körperposition - v.a. Rückenlage

Hypothermie

Folgen der Hypoventilation

- Es kommt zur Hyperkapnie (\uparrow PaCO₂ im Blut)

Respiratorische
Azidose (pH ↓)

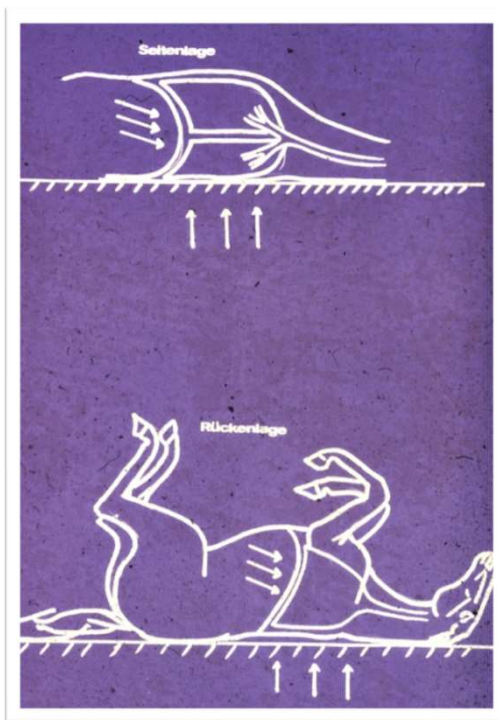
Vasodilatation

Zu Beginn:
Blutdruckanstieg,
Tachykardie und
Tachypnoe

Hypoxämie und
Hypoxie (↓
Sauerstoff im
Blut und
Gewebe)

Atemstillstand,
Tod

Therapie - Ursachen finden und beheben



- Zu tiefe Anästhesie - Hemmung des Atmungszentrums
- Atemdepressive Medikamente (Inhalationsanästhetika, Ketamin, ...)
- Muskel-relaxierende Medikamente (Benzodiazepine, Alpha2-Agonisten)
- Unphysiologische Körperposition - v.a. Rückenlage
- Hypothermie

Atemstillstand - Was tun?

- Notfallausrüstung:
 - Sauerstoffflasche
 - Trachealtubus
 - Demand Valve
 - Stepvent



Atemstillstand - Was tun?

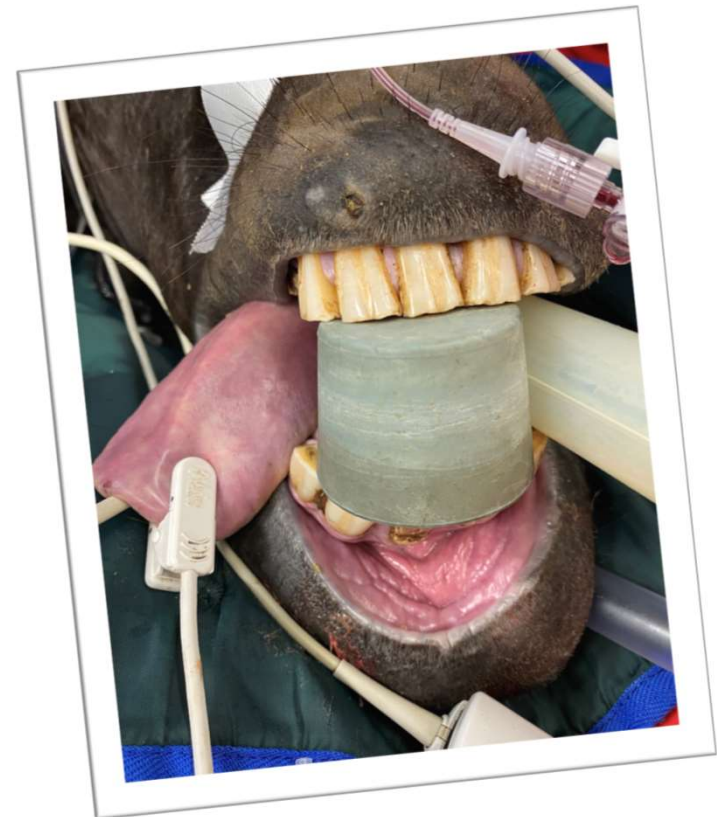
- Notfallausrüstung:
 - Sauerstoffflasche
 - Tracheotubus
 - Demand Valve
 - StepVent



Hypoxämie - erkennen und behandeln

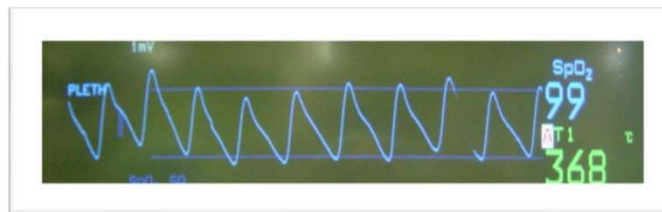


- **Hypoxämie** ... Sauerstoffmangel im arteriellen Blut
- **Hypoxie** ... Sauerstoffmangel im Gewebe



Klinische Anzeichen für eine Hypoxämie

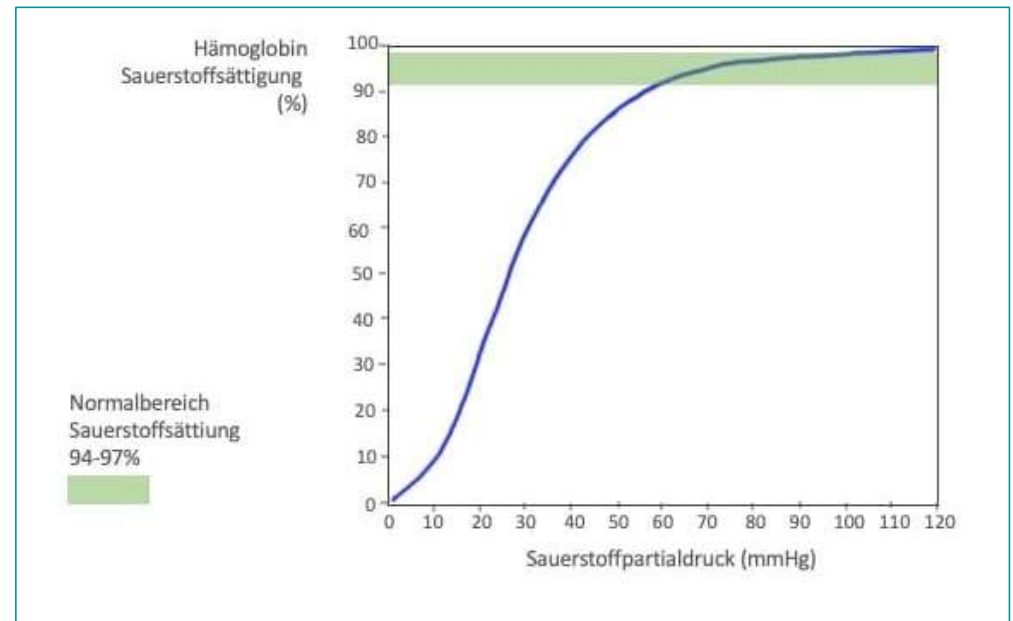
- Zyanose (bei $SpO_2 < 70\%$; ABER nur wenn der Patient nicht anämisch ist)
- Hyperventilation (trifft nicht zu, wenn der Patient tief anästhesiert ist)
- Erst Tachy- dann Bradykardie
- Erst Hyper- dann Hypotension



Genaueste Hinweise, ob, oder ob nicht, erhalte ich mit der Pulsoximetrie oder arteriellen Blutgasanalyse!

Wie niedrig, ist zu niedrig?

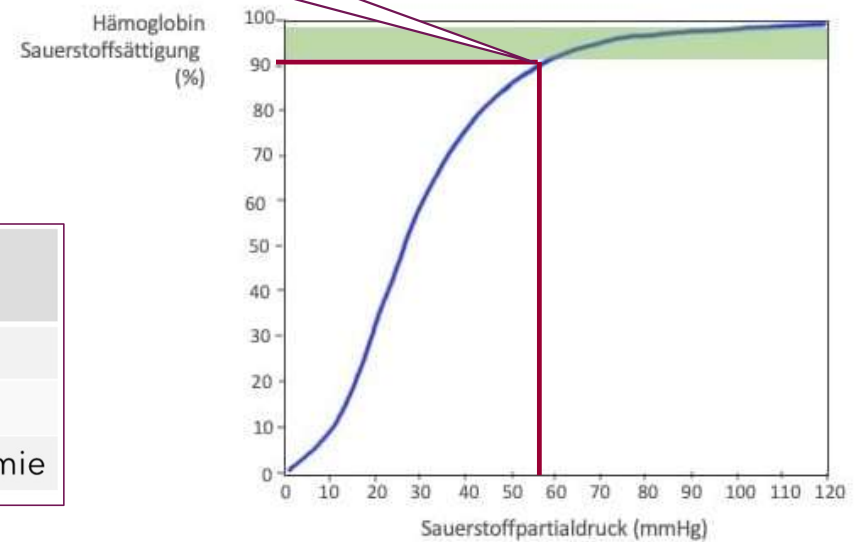
- Sauerstoffsättigung (SpO_2):
Normalwert 98- 100 %
- Sauerstoffpartialdruck (PaO_2) bei
21% Sauerstoff (Raumluft):
Normalwert 90 - 110 mmHg



Wie niedrig, ist zu niedrig?

- Hypoxämie:
 - Sauerstoffsättigung (SpO_2) < 95 %
 - Sauerstoffpartialdruck bei 21% Sauerstoff (Raumluft) < 80 mmHg

Starke Hypoxämie



Sauerstoffsättigung	O ₂ -Partialdruck im arteriellen Blut	Befunde
98-100 %	Ca. 100 mmHg	Normoxämie
95 %	Ca. 80 mmHg	Hypoxämie
90 %	Ca. 60 mmHg	Starke Hypoxämie

Folgen einer Hypoxämie

- Es kommt unweigerlich zu einer Hypoxie (\downarrow O₂ im Gewebe)

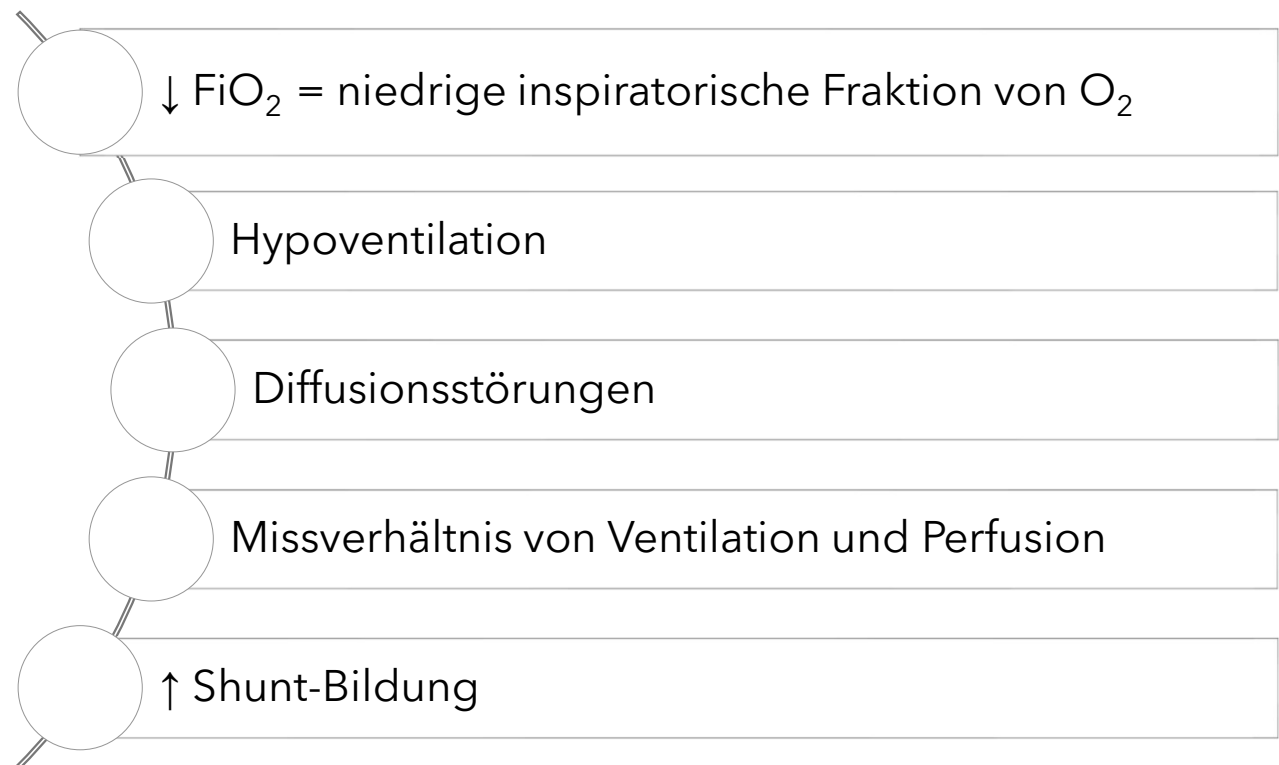
Höhere postoperative
Komplikationsrate

Höheres Risiko für
postoperative
Wundinfektion

Verminderte Funktion
des Immunsystems -
erhöhte Gefahr von
Sekundärinfektionen

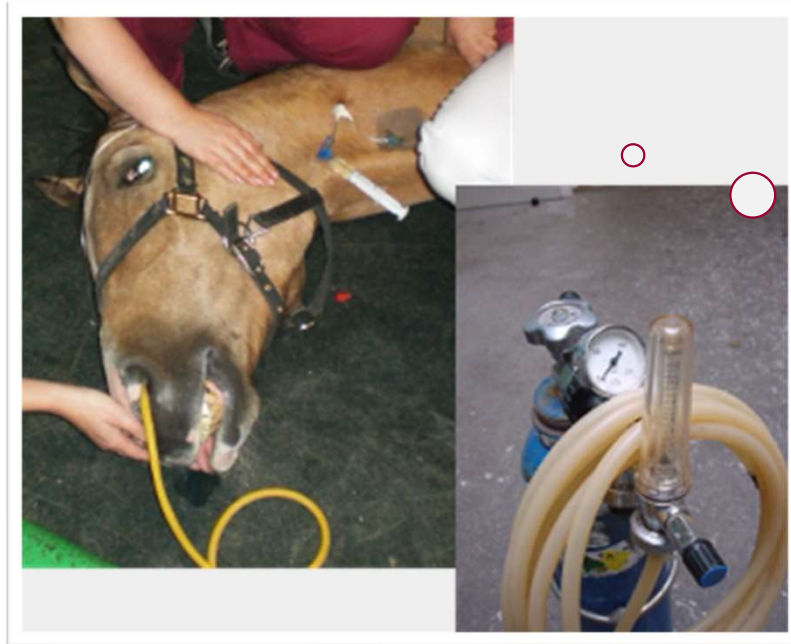
Temporärer oder
dauerhafter zellulärer
Schaden - Herz-
Kreislaufstillstand

Ursachen einer Hypoxämie



„Therapie“: Ursache finden und therapieren

1. Möglichkeit : zu niedriger FiO_2

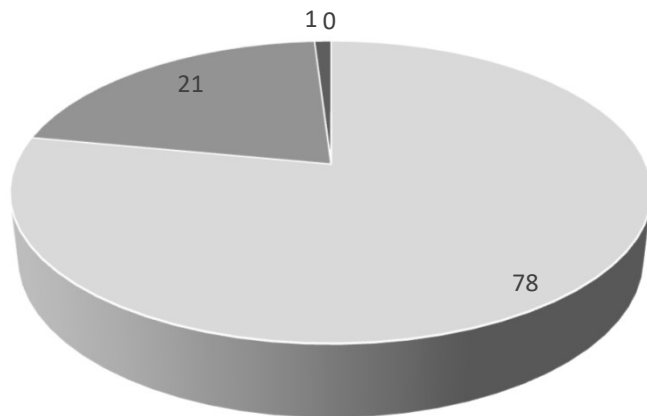


Reicht das Sauerstoffangebot für meinen Patienten?
Raumluft (21% O_2)
vs. Sauerstoffsubstitution
(mindesten 30% O_2)

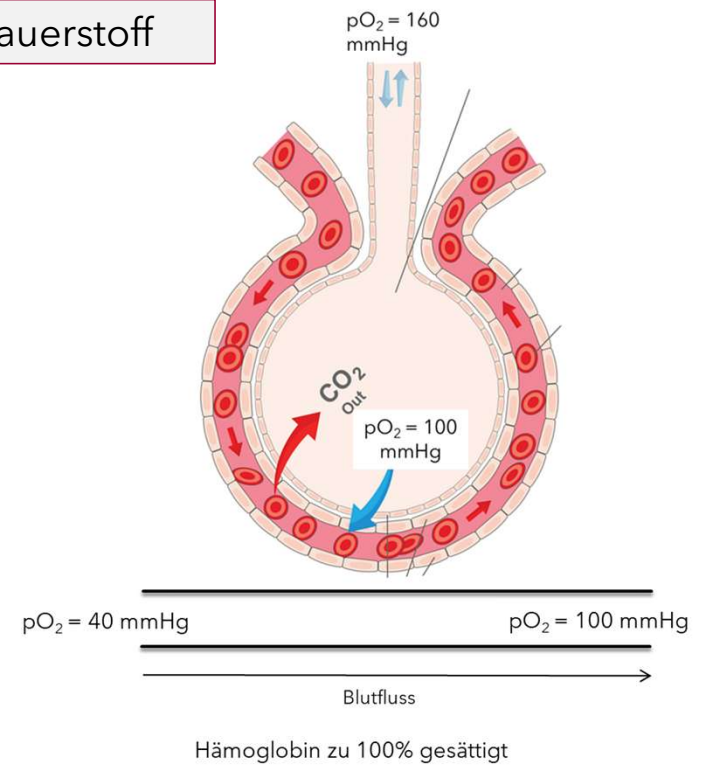
„Therapie“: ↓ FiO_2

Raumluftatmung mit 21% Sauerstoff

% in Einatemungsluft



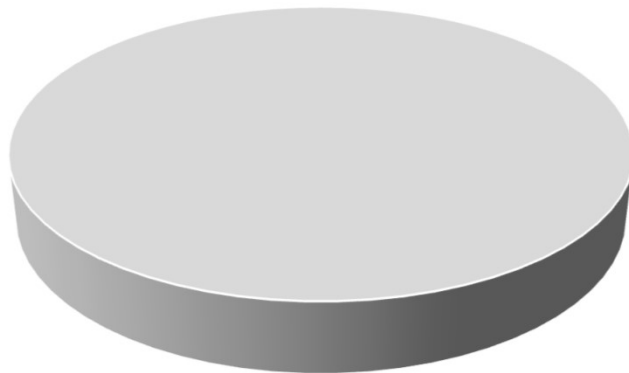
■ Stickstoff ■ Sauerstoff ■ andere Edelgase ■ Kohlendioxid



„Therapie“: ↓ FiO_2

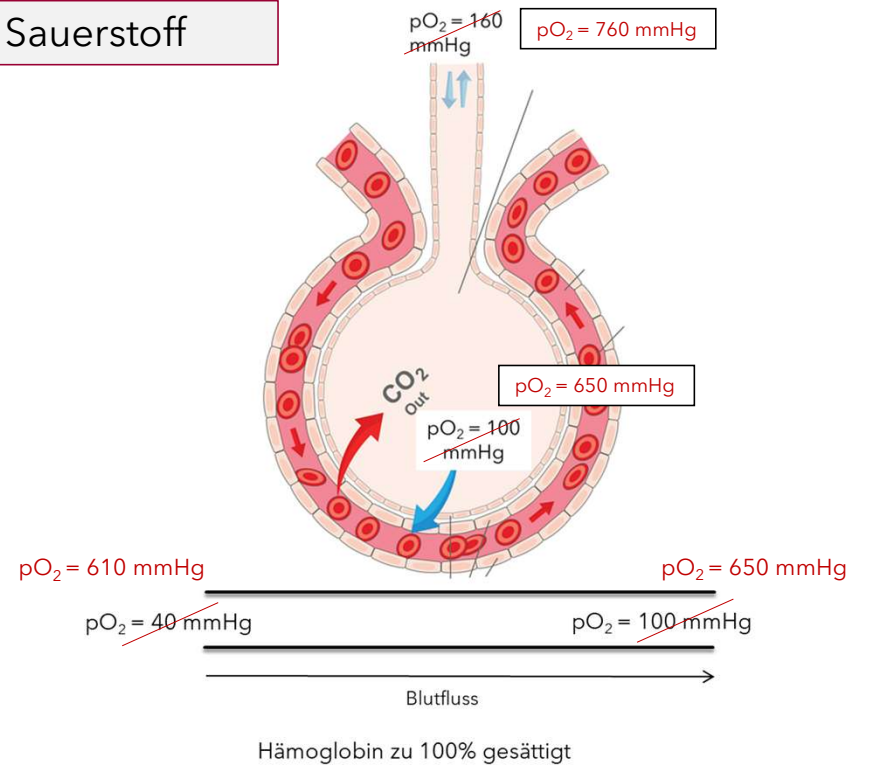
Einatmung von 100 % Sauerstoff

% in Einatemungsluft



■ Sauerstoff

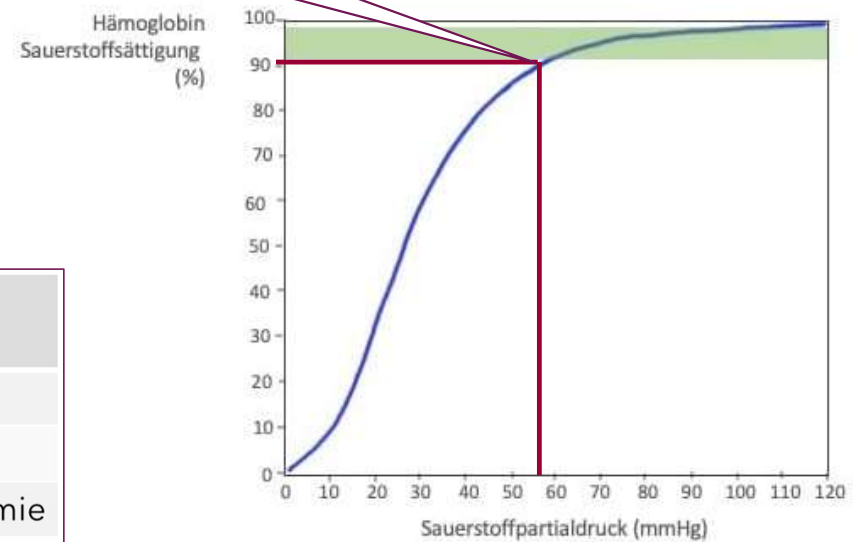
Abbildung: Adobe Stock # 414932406



„Therapie“: ↓ FiO_2

- Hypoxämie:
 - Sauerstoffsättigung (SpO_2) < 95 %
 - Sauerstoffpartialdruck bei 21% Sauerstoff (Raumluft) < 80 mmHg

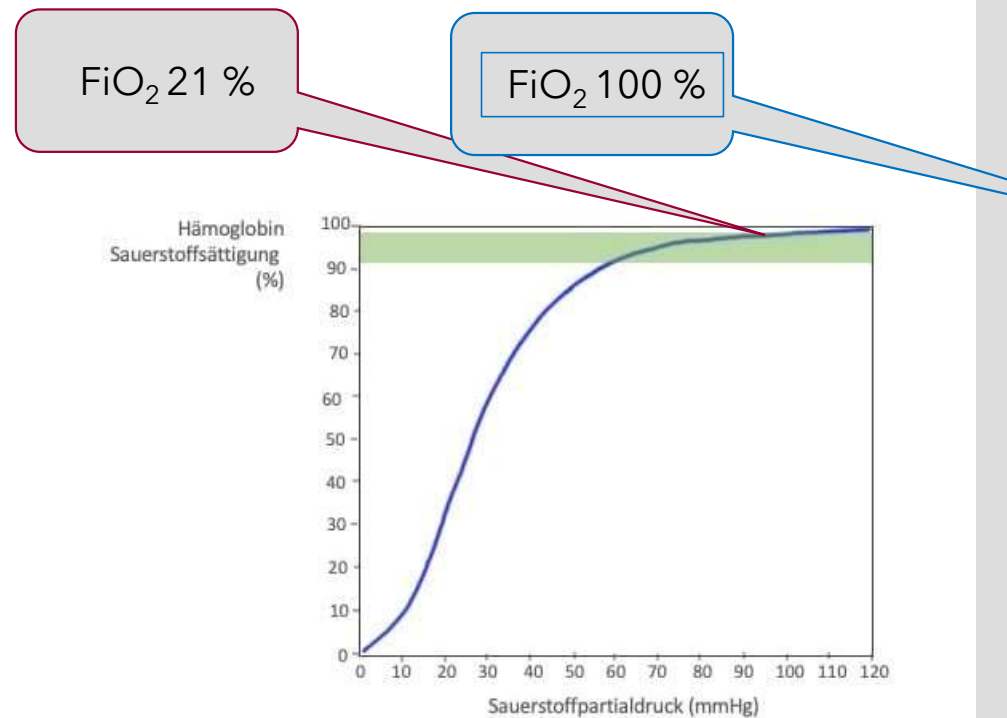
Starke Hypoxämie



Sauerstoffsättigung	O ₂ -Partialdruck im arteriellen Blut	Befunde
98-100 %	Ca. 100 mmHg	Normoxämie
95 %	Ca. 80 mmHg	Hypoxämie
90 %	Ca. 60 mmHg	Starke Hypoxämie

„Therapie“: ↓ FiO_2

- FiO_2 21 %: arterieller Sauerstoffpartialdruck = 90-110 mmHg
- Oxygenierung bei FiO_2 100 %: arterieller Sauerstoffpartialdruck (x5) = 450 -550 mmHg



Wieviel Sauerstoff sollte man geben?

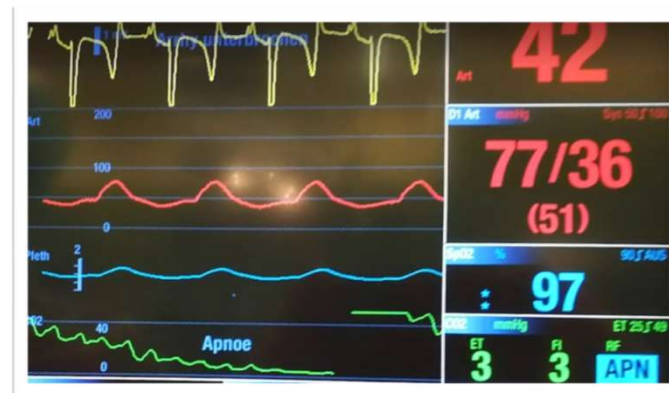
- = FiO_2
 - So viel, dass die Sauerstoffsättigung (gemessen mittels Pulsoximeter) im Normbereich ist
 - Mindestens 33 %
 - Maximal möglich (mit Sauerstoffflasche) sind knapp < 100 %



„Therapie“: Ursache finden und therapieren

2. Möglichkeit: Der Patient hypoventiliert oder hat aufgehört zu atmen - gelangt ausreichend Sauerstoff in die Lunge?

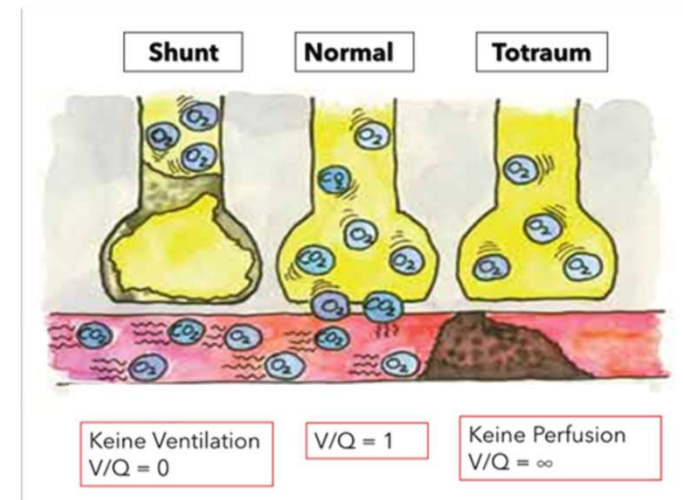
- Gibt es klinische Anzeichen (sehr wenige bis kaum Spontanatmung)?



„Therapie“: Ursache finden und therapieren

3. Möglichkeit: Der Patient nimmt ausreichend Sauerstoff in die Lunge auf, aber es kommt zu wenig Sauerstoff von der Lunge ins Blut?

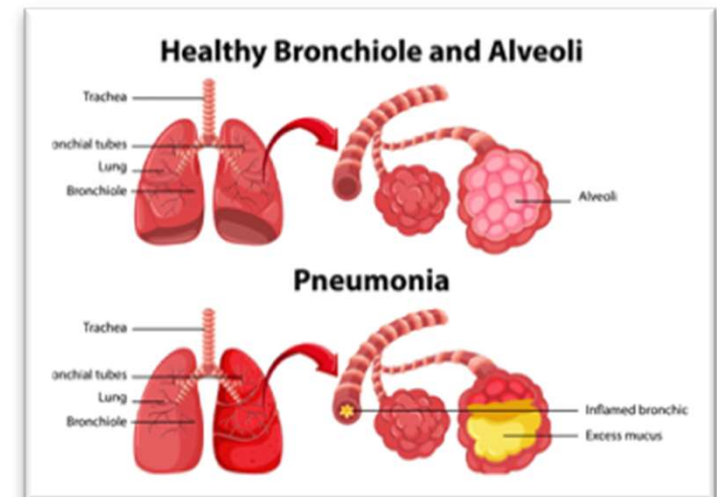
- Es gibt 3 Gründe, warum dies vorkommt:
 1. Diffusionsbarriere
 2. Totraum
 3. Shunt / Atelektasen



„Therapie“: Ursache finden und therapieren

3. Gibt es eine Diffusionsbarriere? ... gelangt ausreichend Sauerstoff von den Alveolen ins Blut?

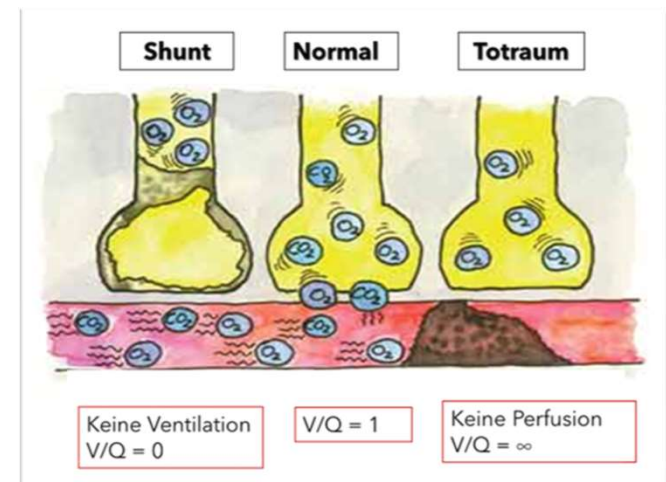
- Wodurch kommt das Diffusionsproblem zustande?
 - Weg zwischen Lungenalveole und Blutgefäß ist zu weit/verdickt - es findet **kein** Ausgleich der Sauerstoffkonzentration statt



„Therapie“: Ursache finden und therapieren

4. Gibt es einen erhöhten Totraum? ... gelangt ausreichend Sauerstoff von der Lunge ins Blut?

- Wodurch kommt ein vergrößerter Totraum zustande?
 - In die Alveolen gelangt zwar genug Sauerstoff, aber es fließt kein Blut an der Alveole vorbei - es findet kein Ausgleich der Sauerstoffkonzentration statt



„Therapie“: Ursache finden und therapieren

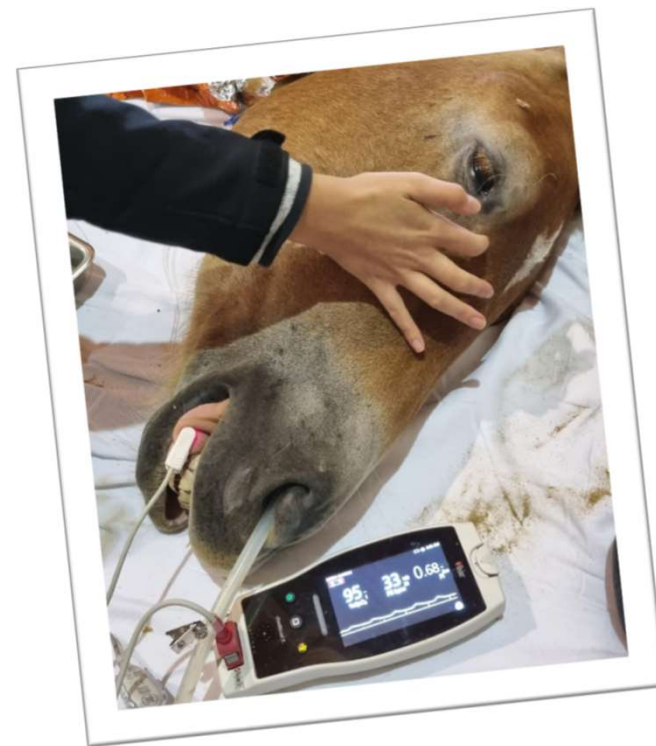
5. Wie groß ist das Missverhältnis von Ventilation und Perfusion? ...
kommt genug Sauerstoff von der Lunge ins Blut?

- Shunt bedingt durch Atelektasen (= kollabierte Alveolen)
- Wodurch kommen Atelektasen zustande ?
 - Lagerung
 - Körpergewicht
 - ...

Genereller Therapieansatz

Ursache finden und therapieren!

- Sauerstoffgabe
- Narkosetiefe anpassen
- Atemwege / Tubus überprüfen
- Bei Bedarf beatmen
- Stabilisieren der Perfusion
- (Diffusionsbarriere behandeln)



03 Mein Pferd hat kaum mehr einen fühlbaren Puls / keinen Puls mehr, wie reagiere ich?

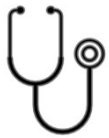
Das ABC des Blutdruckes...

- Normwerte Pferd 110-140 / 60-90 mmHg
- Definition Hypotension MAP < 60-65-70 mmHg (Literatur abhängig)
- Milde Hypertension > 150 / 95 mmHg
- Moderate Hypertension > 160 / 100 mmHg
- Hochgradige Hypertension > 180 / 120 mmHg

Hypotension:

- ✓ Perfusion der lebenswichtigen Organe (Gehirn, Herz und Nieren) ist **nicht** mehr gewährleistet

Klinische Anzeichen für ein Perfusionsproblem

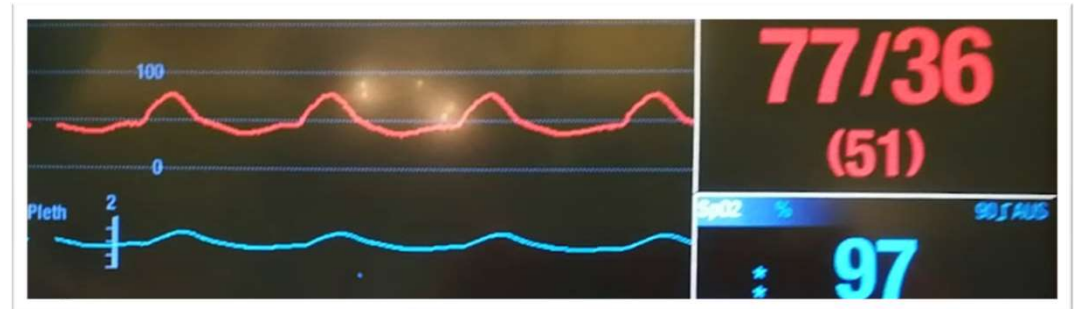


- Blasse, zyanotische Schleimhäute
- Verlängerte KFZ (kapilläre Rückfüllzeit)
- Schlechte Pulsqualität
- Tachykardie
- Kalte Extremitäten, Ohren

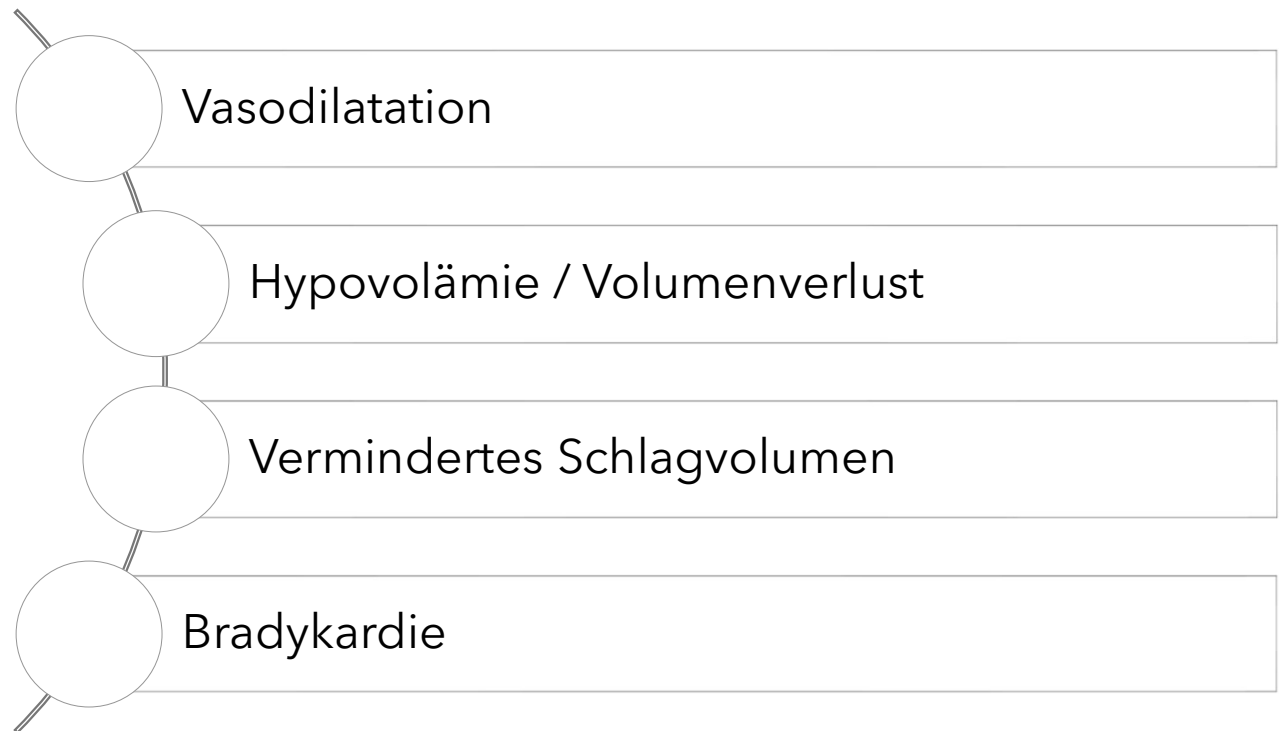


Weitere Hinweise...

- ... das der Blutdruck und die Durchblutung (Perfusion) nicht optimal sind...



Ursachen einer Hypotension



Folgen einer Hypotension

- **Verminderte Perfusion** und damit **verminderte Sauerstoffversorgung** der lebenswichtigen Organe und Gewebe

Laktatazidose -
Absinken des pH-
Wertes in
kritische Bereiche

Myopathie /
Myositis

Akutes Nieren-
versagen

Arrhythmien -
Minder-
durchblutung des
Herzmuskels

Herzstillstand und
Tod

Vasodilatation

- Ursachen:
 - Medikamente
 - Acepromazin - „die Dosis macht das Gift!“
 - (Isofluran / Sevofluran)



Therapie:

- Weniger der verursachenden Medikamente verwenden, Dosis reduzieren - **balancierte Anästhesie**
- Adäquates Infusionsmanagement

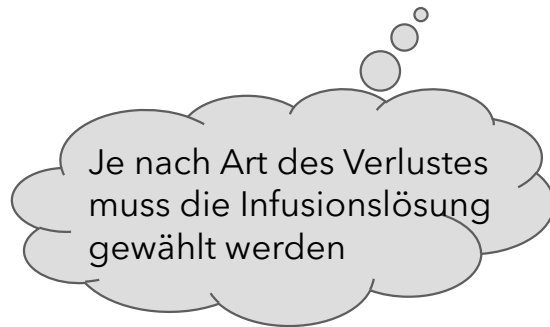
Hypovolämie

- Gesunden Patienten kann/sollte man während der Anästhesie zur Kreislaufunterstützung mit 3-5 (10) ml/kg/h mit einer isotonischen kristalloiden Vollelektrolyt-Lösung infundieren
- Ist der Patient dehydriert?
 - Anästhesie erst nach Ausgleich der Dehydratation



Hypovolämie

- = unzureichendes (Blut-)volumen, dadurch unzureichende Versorgung des Gewebes mit Sauerstoff und Nährstoffen



↓ Schlagvolumen

- Ursachen:
 - Verminderte Herzkontraktilität
 - Medikamente / Anästhetika:
 - Acepromazin, Alpha2-Agonisten,...
 - Arrhythmien/Arrhythmie
 - Elektrolytabweichungen (Kalium, Kalzium, Magnesium)

Therapie:

- ✓ Weniger der verursachenden Medikamente verwenden (Dosis reduzieren) - **balancierte Anästhesie**
- ✓ Dobutamin DTI - 0,5 - 5 mcg/kg/min

Bradykardie

- Ursachen:
 - Medikamenten-induziert (Anästhetika / Analgetika)
 - Hoher Vagotonus vs. vagaler Stimulus
 - Hypothermie

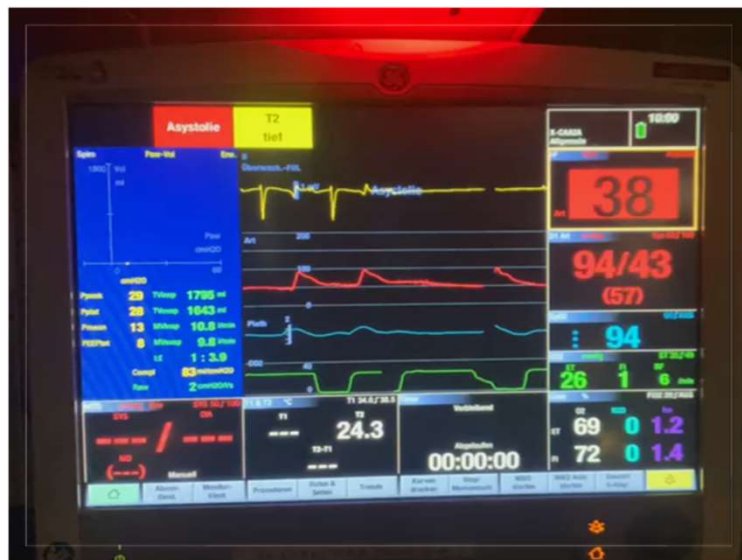
Bradykardie - ab wann schlägt das Herz zu langsam:

- ✓ Ab einer HF von < 20 Schlägen/Minute

Therapie:

- Wenn möglich (Teil-) Antagonisieren mit Atipamezol IM
- Wenn HF < 20 Schlägen/Minute: Atropin 10 - 40 mcg/kg IV

Beispiel Bradykardie



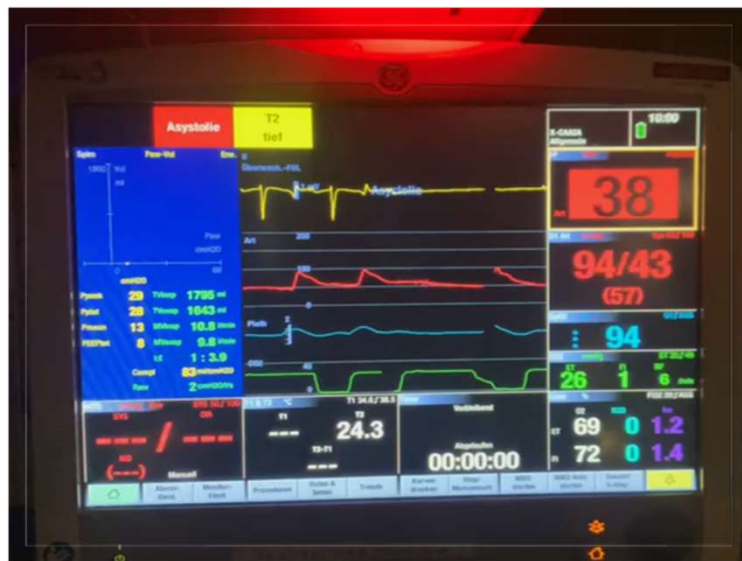
Asystolie

Tachykardie

Ventrikuläre Extrasystolen

AV-Block 2. Grades

Therapie?



- Keine Ahnung
- Abwarten
- Atropin / Parasympatholytikum
- Adrenalin

04 Was sonst noch schief laufen kann...

Foto: Chris Liverani auf Unsplash

Was könnte hier das Problem sein?

- Wenn sich ein Pferd trotz venösem Zugang nicht sedieren oder ablegen lässt, ist der Katheter **nicht** in der **Vene!!!**



Schlechte Lagerung-Folgen



Fazialisparese

Radialisparese vs.
Trizepsmyopathie



05 Fazit

Foto: Chris Liverani auf Unsplash

Fazit

Die Pferdeanästhesie birgt spezifische Risiken und erfordert eine sorgfältige Planung, Überwachung und Nachsorge, um Komplikationen zu minimieren.

Fehler zu erkennen und zu vermeiden ist entscheidend, um die Sicherheit zu gewährleisten – durch individuell angepasste Protokolle, kontinuierliche Überwachung und gezielte Unterstützung in der Aufwachphase.

Fragen???

Foto: Bryan Brittos auf Unsplash