



Deutsche Gesellschaft für Pneumologie  
und Beatmungsmedizin e.V.

# Sauerstoff in der Akuttherapie beim Erwachsenen

AWMF-Registernummer: 020 - 021

Autoren:

Jens Gottlieb, Philipp Capetian, Uwe Hamsen, Uwe Janssens,  
Christian Karagiannidis, Stefan Kluge, Marco König, Andreas  
Markewitz, Monika Nothacker, Sabrina Roiter, Susanne  
Unverzagt, Wolfgang Veit, Thomas Volk, Christian Witt, René  
Wildenauer, Heinrich Worth, Thomas Fühner

**bds**

Bundesverband der  
Organtransplantierten e.V.



**DGK.**

Deutsche Gesellschaft für Kardiologie  
– Herz- und Kreislaufforschung e.V.

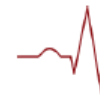


**DGIIN**

Deutsche Gesellschaft für  
Internistische Intensivmedizin  
und Notfallmedizin



DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR  
PFLEGEWISSENSCHAFT e.V.



**DIVI**

Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung  
für Intensiv- und Notfallmedizin

**DGIM**

Deutsche  
Gesellschaft für  
Innere Medizin

**DGAI**

Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie & Intensivmedizin



**DBRD**

Deutscher Berufsverband  
Rettungsdienst e.V.



Deutsche Atemwegsliga e.V.



## Adressaten

- Diese Leitlinie richtet sich an alle Anwendenden von Sauerstoff zur akuten Therapie im stationären und präklinischen Bereich.
- Sie dient zur Information für weitere Anwender/-innen von Sauerstoff im stationären und präklinischen Bereich, z. B. Gesundheits- und Krankenpfleger/-innen, Rettungspersonal und Ärztinnen und Ärzte.



# Respiratorisches System

- **Gasaustausch:** Aufnahme von Sauerstoff und Abgabe von Kohlendioxid in der Lunge
  - **Ventilation:** Belüftung der Lunge (Atempumpe)
- 
- **Chronisch hypoxämische Insuffizienz (Typ 1)**  
Ursache meist Erkrankungen des Lungenparenchyms
  - **Chronisch hyperkapnische Insuffizienz (Typ 2)**
    - Folge eines Versagens der Atempumpe
    - Störung sowohl der O<sub>2</sub>-Aufnahme als auch der CO<sub>2</sub>-Abgabe
  - Kombinationen sind möglich.



# Hämoglobin

- Im Blut ist Sauerstoff überwiegend an Hämoglobin gebunden.
- Hämoglobin nimmt Sauerstoff in Abhängigkeit vom Partialdruck auf oder gibt ihn ab.
- Nur sehr wenig Sauerstoff ist unter normobaren Bedingungen physikalisch im Blut gelöst.



## Berechnung des Sauerstoffgehaltes ( $\text{CaO}_2$ )

$$\text{CaO}_2 = 1,34 \times \text{Hb} \times \text{SO}_2 + 0,0031 \times \text{paO}_2$$

- $\text{O}_2$ - Gehalt:  $\text{CaO}_2$  in ml  $\text{O}_2$ /dl Blut
- Hämoglobinkonzentration im Blut (Hb) in g/dl
- $\text{O}_2$ -Sättigung ( $\text{SO}_2$ ), in %
- $\text{pO}_2$ : Partialdruck von  $\text{O}_2$ , in mm Hg
- 1,34: Hüfner'sche Zahl



# Die arterielle Sauerstoffsättigung ( $\text{SaO}_2$ )

gibt an, zu wieviel Prozent Hämoglobin zum Zeitpunkt der Messung mit Sauerstoff gesättigt ist.

## **Messung:**

- aus dem arteriellen Blut ( $\text{SaO}_2$ )
  - photometrische Messung oder
  - Berechnung nach verschiedenen Formeln (ungenauer)
- pulsoximetrisch ( $\text{SpO}_2$ )



## paO<sub>2</sub> (arterieller Sauerstoffpartialdruck)

- wichtige Messgröße zur Abschätzung einer Gasaustauschstörung der Lunge
- im oberen Teil der Sauerstoffbindungskurve sensitiver als O<sub>2</sub>-Sättigung
- altersabhängig
- lageabhängig (im Liegen, im Sitzen (höher))
- Die arterielle / kapilläre Blutentnahme ist schmerzhaft.
- Die Messung des paO<sub>2</sub> ist aufwändiger als Messung der Sättigung.



# Gewebeoxygenation

- Sauerstoffsättigung ( $SaO_2$ ,  $SpO_2$ ) und arterieller Sauerstoffpartialdruck ( $paO_2$ ) sind keine geeigneten Kenngrößen zur Bestimmung der Gewebeoxygenation.
- Berechnung des  $O_2$ - Angebot an das Gewebe ( $DO_2$ ):  
$$DO_2 = HZV \times CaO_2$$

HZV: Herzzeitvolumen

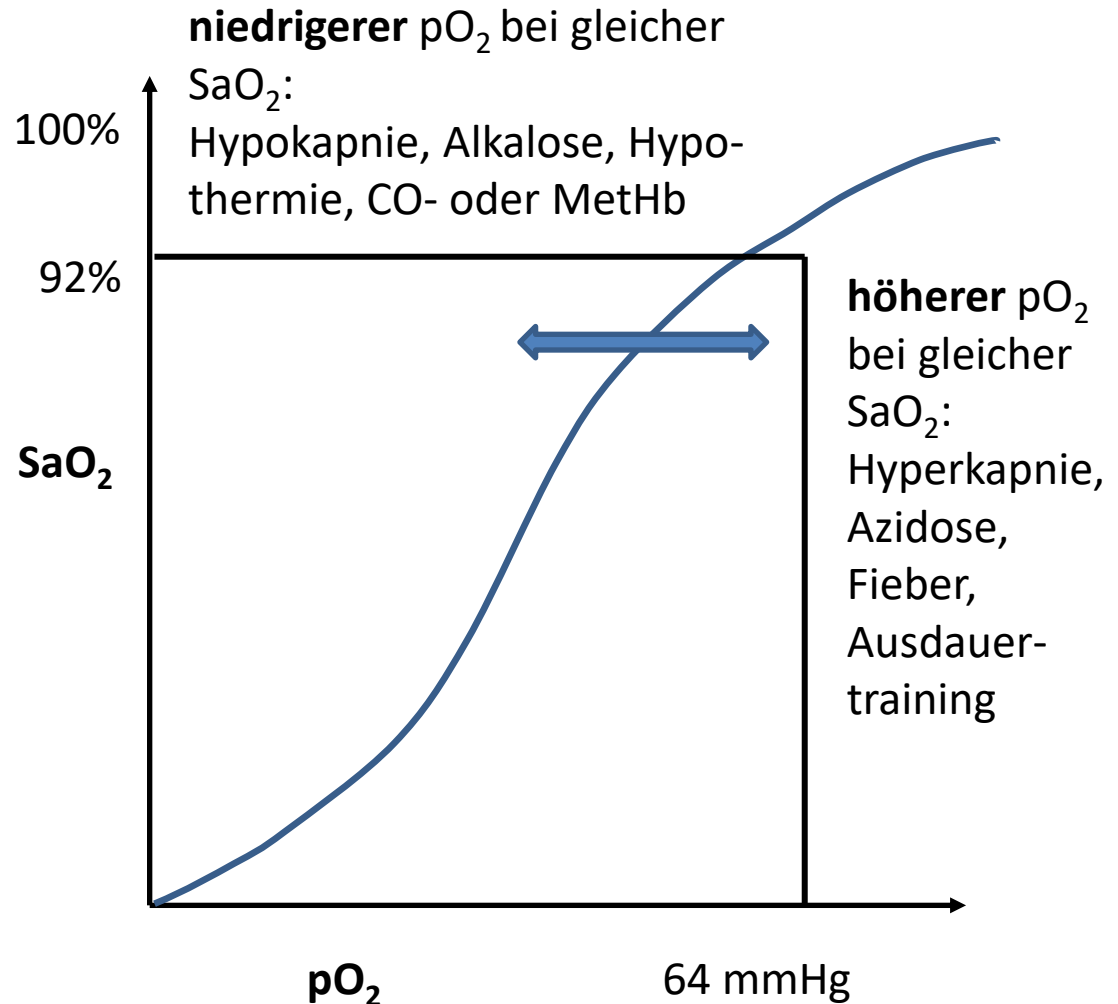
$CaO_2$ : arterieller  $O_2$ - Gehalt





# Sauerstoffsättigung und -partialdruck

$S_aO_2$	$pO_2$ mmHg	$pO_2$ kPa
10	10	1,3
30	19	2,5
40	23	3,1
60	31	4,1
70	37	4,9
80	45	6,0
85	50	6,7
88	55	7,3
89	57	7,6
90	58	7,7
91	60	8,0
92	64	8,5
93	67	8,9
94	71	9,5
95	74	9,9
96	82	10,9
97	91	12,1
98	130	17,3
99,95	700	93,3





## Partialdruck von Kohlendioxid ( $\text{paCO}_2$ )

- wichtige Kenngröße
  - der alveolären Ventilation
  - zur Interpretation des pH- Wertes
- $\text{CO}_2$  ist im Blut und Gewebe gut löslich.
- lineare Beziehung zwischen  $\text{CO}_2$ - Gehalt im Blut und  $\text{paCO}_2$
- Normbereich für  $\text{paCO}_2$ : 36 - 44 mmHg

Willkürliche Hyperventilation beachten!



## Standard-paO<sub>2</sub>

- paO<sub>2</sub> kann bei Hyperventilation (paCO<sub>2</sub> < 40 mmHg) rechnerisch auf Standardbedingungen (Normoventilation: paCO<sub>2</sub> = 40 mmHg) korrigiert werden
- Formel nach Diekmann und Smidt

**Standard paO<sub>2</sub> (mmHg) =**

paO<sub>2</sub> gemessen (mmHg) – 1,66 ×  
(40 – paCO<sub>2</sub> gemessen (mmHg))



# Hypoxie / Hypoxämie

- **Hypoxämie:**  
erniedrigter Sauerstoffpartialdruck oder Sauerstoffgehalt im arteriellen Blut ( $paO_2 < 60$  mmHg oder  $SaO_2 < 90$  % )
- **Hypoxie:**  
Unterversorgung von Organen und Gewebe mit Sauerstoff
  - hypoxämisch, anämisch, stagnierend oder histotoxisch

Eine Sauerstofftherapie dient in der Regel der Korrektur der hypoxämischen Hypoxie.



# O<sub>2</sub> - Behandlung für verschiedene Formen der hypoxämischen Hypoxie

Ursache	paCO <sub>2</sub>	Alveolo-arterieller-Partialdruck-gradient	Ansprechen auf O <sub>2</sub> -Zufuhr	Beispiel
Ventilations-Perfusionsstörung	variabel	erhöht	gut	Pneumonie, ARDS
Pulmonaler Shunt	normal	erhöht	schlecht	pulmonale arteriovenöse Malformation
Diffusionsstörung	meist erniedrigt	erhöht	gut	Emphysem, diffuse parenchymatöse Lungenerkrankung
Hypoventilation	erhöht	normal	mäßig	Neuromuskuläre Erkrankung
O <sub>2</sub> -arme Umgebung	erniedrigt	normal	gut	extreme Höhe



## Zusätzlich zur Sauerstofftherapie bei Hypoxämie

- Allgemeinmaßnahmen, z.B. Lagerung zur Verbesserung der Oxygenierung
- bei der Lagerung: Patientenpräferenz zur Sauerstofftherapie berücksichtigen
  - aufrechte Oberkörperlagerung kann Oxygenierung verbessern
- bei stark Adipösen (BMI > 50 kg/m<sup>2</sup>) ist akutes Atemversagen bei Flachlagerung beschrieben.
- Bauchlagerung bei wachen, spontan atmenden hypoxämischen Patienten:
  - es gibt keine RCTs.
  - Einzelne Fallserien beschreiben einen positiven Effekt ("self-proning"), auch bei extrem Adipösen



# Vena-cava-Kompressionssyndrom

- Symptomenkomplex in der Schwangerschaft
- plötzlicher Blutdruckabfall und Synkopen
- Folge einer Einklemmung der unteren Hohlvene (Vena cava inferior) durch den Uterus

## **Behandlung und Vorbeugung:**

- Linksseitenlage



- bei Atemnot ohne Hypoxämie
  - zunächst nicht medikamentöse Maßnahmen
    - Entspannungsübungen
    - Kühlung des Gesichts
    - Luftzug durch einen Handventilator
    - Gehhilfen
- Der Einsatz von Opioiden bei Atemnot ist
  - gut untersucht,
  - eine wirksame medikamentöse Maßnahme bei Atemnot ohne Hypoxämie.





# Permissive Hypoxämie

## **Ziel: Schäden durch eine invasive Beatmung vermeiden**

- Voraussetzungen
  - ausreichende Hämoglobinwerte ( $> 10$  g/dl)
  - supranormaler Herz-Index (größer  $4,5$  l/min/m<sup>2</sup>)  
zur Aufrechterhaltung einer adäquaten Sauerstoffversorgung des Gewebes (DO<sub>2</sub>)
- arterielle Sauerstoffzielsättigung 85 % - 89 % bei kritisch Kranken tolerabel
- Der mittelfristig tolerierbare Bereich der Hypoxämie bei kritisch Kranken ist weiter unklar.



## Beurteilung der Behandlungsbedürftigkeit einer Hypoxämie

- Hat der Patient Beschwerden und ist er klinisch stabil?
- Wie ausgeprägt ist die Hypoxämie und ist diese anhaltend?
- Ist der Patient an die Hypoxämie adaptiert?
- Liegen Begleiterkrankungen vor?



# Hyperoxämie

- nicht genau definiert
- Normalwert der O<sub>2</sub>-Sättigung auf Meereshöhe: 96 %
- Argumente gegen Hyperoxie und Hyperoxämie als Therapieziel:
  - Klaustrophobie, Austrocknung der Schleimhaut, Heiserkeit, Beeinträchtigungen bei Mobilisation, Nahrungsaufnahme, Trinken und Kommunikation
  - erhöhtes Risiko der Sterblichkeit im Krankenhaus
  - direkte Lungentoxizität: Entzündungsreaktion der Atemwege
  - Krampfanfälle
  - Zellschädigung durch freie Sauerstoffradikale
  - Verschleierung der Erkennung der Verschlechterung
  - hyperkapnisches Atemversagen unter Hyperoxämie
  - koronare Vasokonstriktion



# Klinische Beurteilung von Hypoxämie und Hyperkapnie

initiale Beurteilung von Patienten mit Atemnot:

- Sauerstoffsättigung
- Atemfrequenz
- Bewusstseinslage (z. B. **ACVPU**: **a**lert, **c**onfused, **v**erbal responsive, **p**ain responsive, **u**nresponsive)
- systolischer Blutdruck
- Temperatur
- Herzfrequenz



# Pulsoximetrie

- soll in allen klinischen Situationen verfügbar sein, in denen Sauerstoff medizinisch verwendet wird,
- zur Überwachung der Sauerstofftherapie regelmäßig eingesetzt werden.
- unzureichend zur Überwachung bei Hyperkapnie (= ventilatorische Insuffizienz)

## **Prinzip:**

- Messung der Hämoglobin-Sättigung bei zwei unterschiedlichen Wellenlängen
- Oxygeniertes Hämoglobin weist einen anderen Absorptionsverlauf als desoxygeniertes Hämoglobin auf.



## Bei großen Abweichungen

- zwischen  $SpO_2$  und  $SaO_2$ : Plausibilitätsprüfung
- Fehlersuche (z. B. Sensorsignal)
- sinnvoll: Geräte mit Darstellung der Pulskurve (Plethysmographie) oder Signalqualitätsanzeige
- repetitive/kontinuierliche Bestimmung der  $SpO_2$
- Schulung des medizinischen Personals.
- Zusammenschau mit anderen Vitalzeichen als wichtige prognostische Einschätzung



# Die Messung der Sättigung

wird beeinflusst durch:

- Körpertemperatur
- Pulsoximeter-Modell
- dunkle Hautfarbe oder Sichelzellkrisen:  
Überschätzung
- niedrige Werte ( $\text{SpO}_2 < 89 \%$ ): Unterschätzung
- dunklen Nagellack (blau, grün und schwarz)
- Beleuchtung von OP-Lampen



# Blutgasanalysen zur Überwachung einer Sauerstofftherapie

sollten unter stationären Bedingungen durchgeführt werden bei:

- kritisch kranken Patienten (z.B. im Schock, bei metabolischen Störungen)
- beatmeten Patienten
- Patienten mit schwerer Hypoxämie (über 6 l O<sub>2</sub>/min, bzw. FiO<sub>2</sub> über 0,4)
- Patienten mit Hyperkapnie-Risiko (z. B. COPD, schweres Asthma, Adipositas mit BMI > 40 kg/m<sup>2</sup>, Kyhoskopiose, neuromuskuläre Erkrankungen)
- Patienten ohne zuverlässiges Pulsoximetrie-Signal





Für stabile Patienten außerhalb der genannten Indikationen sollte keine routinemäßige Bestimmung der Blutgase erfolgen.



## Die Verwendung eines arteriellen Verweilkatheters ist

- u.U. sinnvoll, wenn wahrscheinlich mehrere arterielle Blutgasanalysen in kurzer Zeit erforderlich sind.
- nur auf Intermediate Care- oder Intensivstationen
- nicht notwendig bei stabilen Patienten ohne kritische Erkrankungen und ohne Hyperkapnie-Risiko (Sauerstoffflussrate  $\leq 6$  l/min (bzw.  $FiO_2 \leq 0,4$ )
- Bei Patienten mit Hyperkapnierisiko sind unter stationären Bedingungen Blutgasanalysen aus arteriellem bzw. arterialisiertem Blut indiziert.

$FiO_2$ : Inspiratorische Sauerstoffkonzentration



# Standard zur Bestimmung kapillärer Blutgasanalysen

## Vorbereitung kapillärer Blutgasanalysen:

- mindestens **5** Minuten konstante O<sub>2</sub>-Flussrate
  - mindestens **10** Minuten Hyperämisierung und
  - mindestens **15** Minuten körperliche Ruhe
- 
- ✓ Sowohl kapilläre Blutgasanalysen als auch die Pulsoximetrie können die arterielle Sauerstoffsättigung unterschätzen.
  - ✓ Bei zeitgleicher Messung von SpO<sub>2</sub> und kapillärer SaO<sub>2</sub> ist die Sauerstofftherapie nach dem höheren der beiden Messwerte auszurichten oder eine arterielle Blutgasanalyse durchzuführen.



**aus arterialisiertem Kapillarblut** am Ohrläppchen können im stationären Bereich zur Patienteneinschätzung außerhalb der Intensivstationen eingesetzt werden.

**Venöse** Blutgasanalyse sollen für die Überwachung der Sauerstofftherapie **nicht** verwendet werden.

- Venöse Blutgasanalysen können lediglich bei einem  $p\text{vCO}_2 < 45 \text{ mm Hg}$  eine Hyperkapnie ausschließen.



# Sauerstoffquellen

Sicherstellen, dass die Sauerstoffzufuhr über Wandanschlüsse erfolgt, die reinen Sauerstoff liefern und nicht aus anderen Anschlüssen!

Anschlüsse und Steckverbindungen für

- Sauerstoff (sechskantig)
- Druckluft (viereckig)



# O<sub>2</sub>-Druckgasflaschen

Flaschenvolumen, Füllgrad und Sauerstoffflussrate ablesen und beachten!

Laufreserve einer 10 Liter Sauerstoff-Druckgasflasche:

Fülldruck	1 l/min	2 l/min	4 l/min	6 l/min	12 l/min
200 bar	~ 33 Std	~ 16 Std	~ 8 Std	~ 5 Std	~ 2 Std 45 min
150 bar	~ 25 Std	~ 12 Std	~ 6 Std	~ 4 Std	~ 2 Std
100 bar	~ 16 Std	~ 8 Std	~ 4 Std	~ 2 Std 45 min	~ 1Std 20 min
50 bar	~ 8 Std	~ 2 Std	~ 2 Std	~ 1 Std 10 min	~ 40 min



## Transportable Sauerstoffkonzentratoren

und mobiler Flüssigsauerstoff spielen in der Akutmedizin eine untergeordnete Rolle im Gegensatz zur Langzeit-Anwendung im häuslichen Bereich.



# Vernebelung von Medikamenten

bei Patienten mit Hyperkapnierisiko:

- keine oder nur kurzzeitige Verwendung von Sauerstoff (unter 10 min, wenn keine Druckluft vorhanden ist)
- kontinuierliche klinische Überwachung (SpO<sub>2</sub>, Atemfrequenz, Atemmuster und Puls, Bewusstsein)
- Bei Inhalation unter High-Flow Sauerstofftherapie: evtl. Veränderung des Aerosols, des Partikeltransports und der Medikamentenwirkung





## Geschultes Personal

- Sauerstoff soll von geschultem Personal auf dem Gebiet der Sauerstofftherapie, angewendet, überwacht und gesteuert werden.
- Die Information des Patienten über die Sauerstofftherapie durch das medizinische Personal (besonders Pflegefachpersonen und Atmungstherapeuten) ist hilfreich ebenso wie die Einbeziehung von Angehörigen.
- Durch diese Schulungen kann eine selbstständige Erhöhung der Sauerstoffdosis aufgrund von Atemnot vermieden werden.



## Nasenbrillen

- sollten bei niedrigen  $O_2$ -Flussraten (d.h.  $< 6$  l/min) primär verwendet werden
  - alternativ: Venturi-Masken mit niedriger Sauerstoffabgabe.
- Sauerstoffbrillen zeigen gegenüber Masken einen höheren Patientenkomfort und geringere Dislokationsraten.
- trinken und Nahrungsaufnahme sind möglich



# Vor- und Nachteile verschiedener Sauerstoffapplikationssysteme

	Vorteile	Nachteile
Nasenbrillen	hoher Patientenkomfort geringe Kosten	FiO <sub>2</sub> begrenzt, FiO <sub>2</sub> abhängig von Mundöffnung und Atemfrequenz
Nasensonden	belegen nur ein Nasenostium, geringe Kosten	Schleimhautirritation
einfache Gesichtsmaske	FiO <sub>2</sub> unabhängig von Mundöffnung geringe Kosten	niedriger Patientenkomfort Hyperkapnierisiko bei Fluss < 5 l /min
Venturi-Maske	geringeres Risiko von Hyperoxie und Hyperkapnie geringe Aerosolbildung	Geräusentwicklung
Reservoirmaske	hoher FiO <sub>2</sub>	niedriger Patientenkomfort Hyperkapnierisiko bei Fluss < 5 l /min
High-Flow Kanülen	hoher FiO <sub>2</sub> hoher Patientenkomfort bei guter Anpassung und Befeuchtung akzeptable Aerosolbildung, Sekretolyse	höherer Personalaufwand und Kosten
Beatmungsmasken	hoher FiO <sub>2</sub> geringe Aerosolbildung (2-Schlauch, bzw. Filter)	niedriger Patientenkomfort (u.a. Druckstellen, Klaustrophobie) höherer Personalaufwand und Kosten



# Ärztliche Verordnung von Sauerstoff

- Beachten:  
O<sub>2</sub>-Bedarf und Atemmuster  
(Atemfrequenz, Atemtiefe, Mundöffnung, Hyperkapnierisiko)
- Angeben:
  - Art der Anwendung (Applikationssystem),
  - Sauerstoffmenge,
  - Zielbereiche der Sättigung und
  - Überwachungsintervalle angeben.
- Notfallsituation:  
Sauerstoffgabe ohne formelle Verschreibung, schriftliche Dokumentation

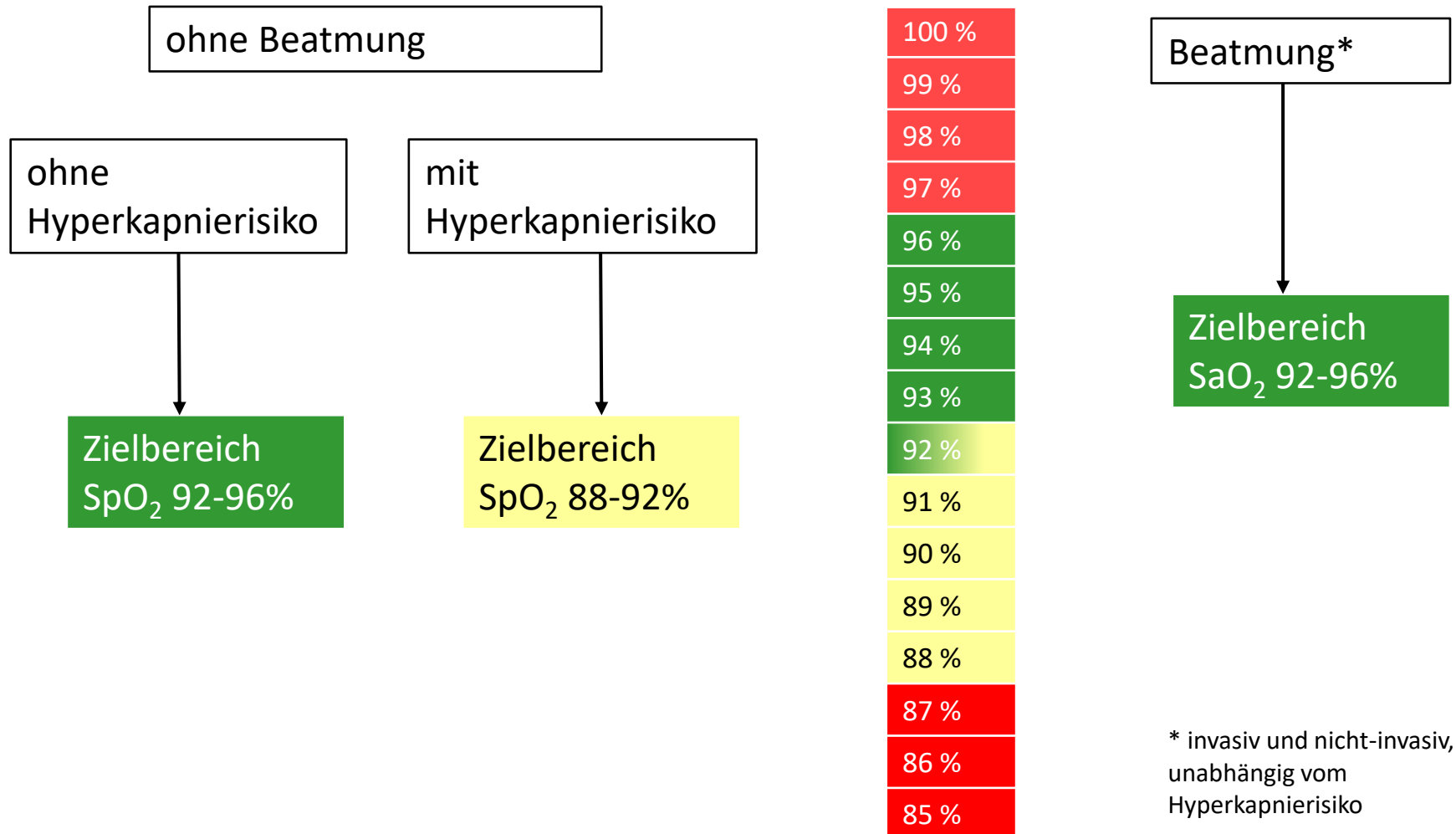


# Kontrolle der Vitalzeichen

- unter Sauerstofftherapie mindestens alle 6 Stunden
- bei Flussraten über 6 l/min und unter High-Flow Sauerstoff (HFNC):
  - kontinuierliche Überwachung von SpO<sub>2</sub>, Puls und Atemfrequenz
  - engmaschige Kontrollen der anderen Vitalzeichen (Bewusstseinslage, Blutdruck, Körpertemperatur) empfehlenswert

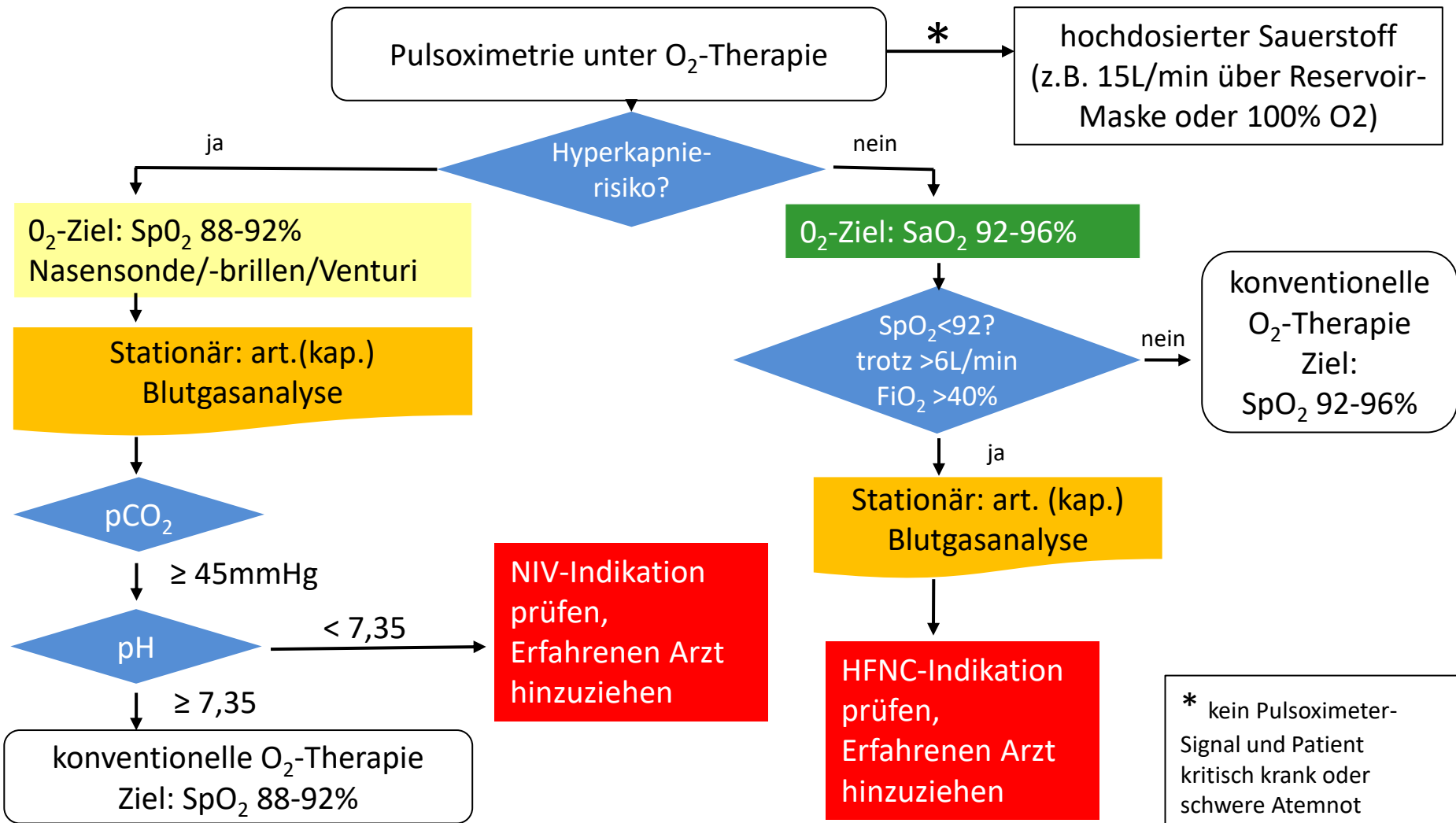


# Anwendung von Sauerstoff





# Anwendung der Sauerstofftherapie bei nicht-beatmeten Patienten





## Die initiale Sauerstoffdosis

bei hypoxämischen Patienten richtet sich nach der Schwere der Hypoxämie und den Begleitumständen.





## Zielbereich der akuten Sauerstofftherapie

**für nicht beatmete Patienten ohne Hyperkapnierisiko:  
pulsoximetrische Sättigung: 92 % - 96 %**

- Sauerstoffsättigung unter 92%:
  - Beginn oder Erhöhung einer Sauerstofftherapie.
- Sättigung > 96 %:
  - Beendigung oder Reduktion der Sauerstofftherapie
- Zielwerte gelten in Ruhe
- Bei akut Kranken:  
niedrigere Sättigung z. B. unter Belastung, beim Husten  
kurzzeitig (< 1 Minute) tolerierbar



# O<sub>2</sub>-Karte für Patienten ohne Hyperkapnierisiko

**Sauerstoffsättigung  
(S<sub>p</sub>O<sub>2</sub>)**

**92 – 96 %**

O<sub>2</sub>-Sättigung < 92%:  
Sauerstoffgabe prüfen

O<sub>2</sub>-Sättigung > 96%:  
Sauerstoffgabe reduzieren



**für akut kranke, nicht beatmete Patienten mit Hyperkapnierisiko (z. B. COPD):**

- pulsoximetrische Ziel-Sättigung: 88 % - 92 %  
Reduktion der Sauerstofftherapie bei einer Sättigung von über 92 %
- Beginn erst bei einer Sättigung unter 88 %



# O<sub>2</sub>-Karte für Patienten mit Hyperkapnierisiko

**Sauerstoffsättigung  
(S<sub>p</sub>O<sub>2</sub>)**

**88 – 92 %**

O<sub>2</sub>-Sättigung < 88%:  
Sauerstoffgabe prüfen

O<sub>2</sub>-Sättigung > 92%:  
Sauerstoffgabe reduzieren



## Bei beatmeten Patienten

- soll eine arterielle Sauerstoffsättigung von 92 % bis 96 % angestrebt werden.
- bei akzeptabler Übereinstimmung mit der pulsoximetrischen Messung (Abweichung bis 2 %) und im präklinischen Bereich:
  - pulsoximetrische Messung der Sauerstoffsättigung zur Steuerung der Sauerstoffzufuhr



## Zeichen einer akuten Erkrankung

Wenn pulsoximetrische Sättigung von 92 % und höher:

### **Eingehende klinische Beurteilung**

incl. Blutgasanalyse bei

- akuter Atemnot
- erhöhter Atemfrequenz
- Abfall der Sauerstoffsättigung um mehr als 3 % vom Ausgangswert



## Therapierefraktäre Hypoxämie

Patienten, die trotz Flussraten von mehr als 6 Litern Sauerstoff / min eine SpO<sub>2</sub> von 92 % nicht erreichen, sollen unverzüglich durch einen Arzt, der in der Diagnostik und Behandlung von Patienten mit akutem Atemversagen oder kritisch-kranken Patienten erfahren ist, eingeschätzt werden.



primär bei Patienten mit

- hyperkapnischem Atemversagen mit
- konsekutiver Hypoxämie,  
besonders bei COPD mit Exazerbation und kardialem  
Lungenödem,
- pH-Wert  $< 7,35$

Bei hypoxämischen und moderat hyperkapnischen Patienten kann alternativ **HFNC** (High Flow Oxygen Nasal Cannula) eingesetzt werden.





## NIV (nicht invasive Beatmung)

- Akuttherapie:  
wichtige Behandlungsoption bei COPD-Exazerbation  
(ausgeprägt hyperkapnisch und hypoxämisch)
- NIV, CPAP und HFNC:  
sinnvolle Therapiealternativen beim kardialen Lungenödem  
mit schwerer Hypoxämie ( $\text{FiO}_2 > 0,4$  oder  $> 6 \text{ l/min}$ ) unter  
konventioneller Sauerstofftherapie
- HFNC scheint bei moderater Hyperkapnie der NIV nicht  
unterlegen.

CPAP	kontinuierlich positiver Atemwegsdruck (Continuous Positive Airway Pressure)
$\text{FiO}_2$	Inspiratorische Sauerstoffkonzentration
HFNC	Nasaler High-Flow Sauerstoff (High-Flow nasal cannula)
NIV	Nichtinvasive Beatmung (non invasive ventilation)



## NIV plus Sauerstoff

Eine nichtinvasive Beatmung (NIV) kann zusätzlich zur Sauerstoffgabe bei hypoxämischen Patienten ohne Hyperkapnie bei kontinuierlichem Monitoring erwogen werden.



Beim infarktbedingten kardiogenen Schock:  
arterielle Zielsättigung zwischen 94 und 98 %  
(Expertenkonsens)



# Sauerstofftherapie bei neurologischen Erkrankungen

- keine spezifische Zielbereiche, es gelten die definierten Zielbereiche
  - 92 bis 96 % bzw.
  - 88 bis 92 % bei Hyperkapnierisiko
- Insbesondere eine Hyperoxämie sollte bei diesen Patienten vermieden werden.



# Sauerstoff in der Schwangerschaft und bei Entbindung

Die Behandlung von Schwangeren (inkl. Asthmapatientinnen) sollte auf den Sauerstoffzielwerten basieren, von denen angenommen wird, dass sie bei anderen erwachsenen Patientengruppen angemessen sind.



# Kohlenmonoxidvergiftung

- unverzüglich 100 % Sauerstoffgabe oder Beatmung mit 100 % O<sub>2</sub> unabhängig von der Sauerstoffsättigung, (die mit Pulsoxymetrie nicht gemessen werden kann)
- hochdosierte O<sub>2</sub>-Therapie über NIV/CPAP, Masken, Tubus, oder HFNC
- Dauer bis zu 6 Stunden
- Bestimmung des CO-Hb
- Blutprobe: venös, arteriell oder kapillär
- Bei schwerer Kohlenmonoxidvergiftung (z. B. mit anhaltender Bewusstseinsstörung):
  - hyperbare Sauerstofftherapie



## Bei allen anderen Vergiftungen

- übliche Zielbereiche der Sauerstoffsättigung
  - 92 bis 96 % bzw.
  - 88 bis 92 % bei Hyperkapnierisiko



# Prähospitalphase

- SpO<sub>2</sub>- Zielbereich:  
92 bis 96 % (bzw. 88 bis 92 % bei Hyperkapnierisiko)
- O<sub>2</sub>-Sättigung pulsoximetrisch nicht zuverlässig ableitbar  
oder Patient in kritischem Zustand (z. B. bei einer  
Reanimation):
  - Sauerstoff in hoher Dosis (100 % bzw. 15 l/min)
- bei Patienten mit Hyperkapnierisiko:  
Medikamentenvernebelung mit Sauerstoff als Treibgas in  
der Prähospitalphase vermeiden bzw. zeitlich begrenzen





## Ist das Signal der SpO<sub>2</sub>- Messung

nicht zuverlässig oder nicht vorhanden, ist Sauerstoff so zu verabreichen, als würde kein Pulsoximeter zur Verfügung stehen.



## präklinische Umgebung, Ausstattung für O<sub>2</sub> Therapie

Es wird empfohlen folgende Geräte vorzuhalten:

- O<sub>2</sub>- Reservoirmaske  
(für hochkonzentrierte Sauerstofftherapie)
- Nasenbrillen
- Venturi-Masken
- ggf. O<sub>2</sub>-Abgabesysteme für Patienten nach  
Tracheotomie oder Laryngektomie
- tragbares Pulsoximeter
- eine tragbare Sauerstoffquelle



# kardiopulmonale Wiederbelebung

- höchstmöglichen Sauerstofffluss verwenden (FiO<sub>2</sub> von 1,0)
- Bei Wiedereintritt der spontanen Zirkulation und wenn die Sauerstoffsättigung zuverlässig überwacht werden kann:  
Zielsättigungsbereich von 92 bis 96 %



## Sauerstofftherapie bei COVID-19

und anderen infektiösen Lungenerkrankungen

- Die Sauerstoffbehandlung von erwachsenen Patienten mit infektiösen Erkrankungen, die durch Aerosole übertragbar sind (z. B. SARS-CoV 2), soll nach den gleichen Prinzipien und Zielbereichen wie bei anderen Patienten mit Hypoxämie erfolgen.



Bei Patienten mit Cluster-Kopfschmerz soll Sauerstoff

- mit einer Flussrate von mindestens 12 l/ min
- über mindestens 15 Minuten
- über eine Reservoirmaske verabreicht werden.



## Sedierung und erhaltene Spontanatmung

- vor und während des Eingriffs und in der Aufwachphase Sauerstoffsättigung kontinuierlich pulsoximetrisch überwachen
- bei Hypoxämie ( $\text{SpO}_2 < 92\%$  bzw.  $88\%$  bei Risiko eines hyperkapnischen Atemversagens):
  - prüfen, ob Hypoventilation vorliegt
  - Sauerstoff als Bestandteil eines multimodalen Konzepts verabreichen



## Einleitung

- bei stationären Patienten
- mit akutem hypoxischen Lungenversagen
- ohne Hyperkapnie

wenn

- Sauerstoffsättigung von  $< 92\%$
- bei Gabe von  $6\text{ l O}_2/\text{min}$  über Nasenbrille/Maske



# High-Flow Sauerstoff

- liefert erwärmten und befeuchteten Sauerstoff in hoher Konzentration über eine Nasenkanüle
- Flussraten von 40 – 60 l/min (wenn nicht toleriert: 30 l/min)
- Subjektiv wird die High-Flow-Sauerstoff-Gabe von Patienten gut vertragen.
- Durch High-Flow-Sauerstoff-Gabe lässt sich
  - ein geringer positiver endexpiratorischer Druck erzeugen,
  - wird die Atemarbeit über Auswaschung von CO<sub>2</sub> und die assoziierte Verkleinerung des Totraums reduziert.





# High-Flow Sauerstoff Therapie

- engmaschige Reevaluation der Therapie
- Festlegung von Abbruchkriterien.

## ROX-Index: $SpO_2/FiO_2/$ Atemfrequenz

- $SpO_2$  (pulsoximetrische Sauerstoffsättigung)
- $FiO_2$  (inspiratorische Sauerstoffkonzentration)
- Niedrigere **Werte sind** mit Therapieversagen der High-Flow Sauerstofftherapie assoziiert.
- Werte des ROX Index von 4,88 und höher zeigten einen günstigen Verlauf.

## Beispiel:

$SpO_2$  60 mmHg;  $FiO_2=0,6$ ; Atemfrequenz 30

Index: 3,3 (schlecht, niedrig)



## Befeuchtung von Sauerstoff

Bei der Verabreichung von Sauerstoff mit geringem Durchfluss (Maske oder Nasenkanülen) oder kurzfristiger Verabreichung von Sauerstoff mit hohem Durchfluss soll **keine Befeuchtung** verwendet werden.



# Überwachung und Dokumentation der Sauerstofftherapie

## Blutgasanalysen:

- kritisch kranke Patienten
- beatmete Patienten
- Patienten mit schwerer Hypoxämie (über 6 L O<sub>2</sub>/min, bzw. FiO<sub>2</sub> über 0,4)
- Patienten mit Hyperkapnie-Risiko
- Patienten ohne zuverlässiges Pulsoximetrie-Signal

Für stabile Patienten außerhalb der genannten Indikationen sollte keine routinemäßige Bestimmung der Blutgase erfolgen.



der Sauerstofftherapie ist Standard.

Sie beinhaltet:

- Applikationssystem und Menge des Sauerstoffs
- Sauerstoffsättigung und dabei verabreichte Sauerstoffdosis
- vollständige Erhebung und Dokumentation der Vitalzeichen  
in vorgegebenen Intervallen



# Beendigung der Sauerstofftherapie

- Sauerstoffzufuhr verringern, wenn
  - Patient klinisch stabil ist
  - SpO<sub>2</sub> über dem Zielbereich liegt oder
  - sich über mehrere Stunden im Zielbereich befindet.
- Bei klinisch stabilen Patienten ohne Hyperkapnierisiko, wenn
  - unter 2 l O<sub>2</sub>/min die SpO<sub>2</sub> über mehrere Stunden im Zielbereich liegt.
  - SpO<sub>2</sub> über 96 %, mind. 5 Minuten: sofortige Beendigung
- Bei Patienten mit Risiko eines hyperkapnischen Atemversagens:
  - als niedrigste Menge vor Beendigung 1 l / min (ggf. auch 0,5 L / min) wählen



## Wiederaufnahme der Sauerstofftherapie

Wenn die O<sub>2</sub>-Sättigung nach Beendigung der Sauerstofftherapie unter den gewünschten Zielbereich des Patienten fällt, wird die niedrigste O<sub>2</sub>-Menge, die dem Patienten zuletzt im Zielbereich gehalten hat, wieder empfohlen.



# Beendigung der Sauerstofftherapie

- keine Korrektur der O<sub>2</sub>-Zufuhr bei kurzzeitigen (< 1 Min.) asymptomatischen Abfall der Sauerstoffsättigung unter den Zielbereich
- Kann eine Sauerstofftherapie nicht beendet werden:
  - Fortsetzung nach Entlassung aus dem Krankenhaus
  - Re-Evaluation nach wenigen Wochen
  - Prüfung, ob die Indikation für eine Langzeit-Sauerstofftherapie besteht.