

# Langzeit - Sauerstofftherapie

## LTOT

Nach dem Satellitensymposium Sauerstoffindikation und Hilfsmittel für Kostenträger im Rahmen der Jahrestagung 2012 der Österreichischen Gesellschaft für Pneumologie am 14.6.2012

Für den Inhalt verantwortlich:

Hauptverband der österreichischen Sozialversicherungsträger  
Evidenzbasierte Wirtschaftliche Gesundheitsversorgung, EbM/ HTA  
1031 Wien, Kundmangasse 21  
Kontakt: Tel. 01/ 71132-0  
[ewg@hvb.sozvers.at](mailto:ewg@hvb.sozvers.at)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Indikation für LTOT .....</b>	<b>5</b>
2.1	Erkrankungen .....	5
<b>3</b>	<b>Hyperkapnie und Sauerstoff .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Hypoxämie und pulmonale Hypertension .....</b>	<b>5</b>
4.1	Folgen der Hypoxämie .....	6
4.2	LTOT Wirkprinzip .....	6
<b>5</b>	<b>Effekt der Sauerstoff Langzeittherapie auf Mortalität' .....</b>	<b>6</b>
5.1	Einfluss der Langzeit Sauerstofftherapie auf die körperliche Belastbarkeit und Mortalität.....	6
<b>6</b>	<b>Zielwerte, Anwendungszeit, Kontrolluntersuchungen.....</b>	<b>7</b>
6.1	Titration Zielwerte.....	7
6.2	Optimale Sauerstoffdosis .....	7
6.3	Anwendungszeit .....	7
6.4	Patientenschulung .....	7
6.5	Kontrolluntersuchungen.....	7
<b>7</b>	<b>Sauerstoffgeräte.....</b>	<b>8</b>
7.1	Gasdruckflaschen .....	8
7.2	Refillsystem (in Ö dzt. nicht erhältlich) .....	8
7.3	Flüssigsauerstoff (LOX).....	8
7.4	Konzentratoren .....	9
7.5	Gegenüberstellung Konzentrator vs Flüssigsauerstoff.....	9
<b>8</b>	<b>Sparsysteme (Oxygen Conserving Device, OCD).....</b>	<b>9</b>
8.1	Performance Vergleich von 4 portablen Konzentratoren .....	10
<b>9</b>	<b>Sauerstoff - Applikationssysteme.....</b>	<b>11</b>
9.1	Nasenbrille .....	11
9.2	Oxymizer.....	12
9.3	Oxyview .....	12
9.4	Oxynasor oder Nasal/Oral-Brille .....	13
9.5	Oxyarm .....	14
9.6	Maske.....	14
9.7	Maske mit Reservoirbeutel .....	14
9.8	Transtrachealer Katheter .....	15
<b>10</b>	<b>Empfehlungen .....</b>	<b>16</b>
<b>11</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>16</b>

## 1 Zusammenfassung

Unter Langzeit-Sauerstofftherapie (long term oxygen therapy, LTOT) wird sowohl die Applikation von Sauerstoff für  $\geq 16$  h/Tag als auch die Sauerstoffgabe nur bei körperlicher Belastung verstanden.

Die Ziele der Langzeit-Sauerstofftherapie sind eine Verbesserung der Lebensqualität und Leistungsfähigkeit sowie eine Reduktion von Morbidität und Mortalität. Die Lebenserwartung wird bei chronisch hypoxämischen Patienten mit COPD durch die Langzeit-Sauerstofftherapie nachweislich verlängert.

Die Indikation zur Langzeit-Sauerstofftherapie ist gegeben, wenn nach adäquater Therapie eine chronische Hypoxämie nachweisbar ist. Eine asymptotische Hyperkapnie vor Einleitung oder während einer Langzeit-Sauerstofftherapie stellt keine Kontraindikation dar.

Eine behandlungsbedürftige chronische Hypoxämie liegt vor, wenn der arterielle Sauerstoffpartialdruck ( $\text{PaO}_2$ ) unter Ruhebedingungen während einer stabilen Krankheitsphase  $\leq 55$  mmHg (7,3 kPa) oder  $\text{AaDo}_2 > 45$  mmHg liegt.

Die belastungsinduzierte Hypoxämie muss in einem Belastungstest dokumentiert werden. Bei einem Abfall des Sauerstoffpartialdruckes  $\leq 55$  mmHg oder  $\text{AaDo}_2 > 45$  mmHg bei körperlicher Belastung und Besserung durch Sauerstoffgabe ist eine Sauerstofftherapie auch dann indiziert, wenn der Sauerstoffpartialdruck in Ruhe noch normal ist. Zur Korrektur der belastungsinduzierten Hypoxämien eignen sich mobile Sauerstoffversorgungssysteme, die ggf. hohe Leistung (5-6 L/min) erbringen müssen. Das alleinige Vorliegen einer belastungsinduzierten Hypoxämie bei  $\text{PaO}_2$  Werten  $>55$  mmHg in Ruhe, erfordert keine Langzeit-Sauerstofftherapie.

Ziel der Diagnostik vor bzw. bei Einleitung einer Langzeit-Sauerstofftherapie ist:

- die Objektivierung der Hypoxämie in Ruhe und unter Belastung
- die Festlegung des Sauerstoffflusses, der notwendig ist, einen  $\text{PaO}_2 \geq 60$  mmHg (8 kPa) oder  $\text{S}_{\text{O}_2} > 90\%$  zu erreichen
- die Objektivierung der Verbesserung der körperlichen Belastbarkeit durch Sauerstoff bei Verordnung von mobilen Sauerstoffsystemen bei einem  $\text{PaO}_2 \geq 55$  mmHg in Ruhe.

Empfohlen wird eine möglichst lange Anwendung. Es sind 24 Stunden pro Tag anzustreben, die Mindestdauer sollte  $\geq 16$  Stunden pro Tag betragen. Der Hauptanteil der Sauerstoffapplikation kann dabei während der Nacht erfolgen. Erfolgt die Langzeit-Sauerstofftherapie ausschließlich bei körperlicher Belastung soll die Dosierung symptomadaptiert durchgeführt werden.

Sauerstoffkonzentratoren absorbieren mittels Kompressor Sauerstoff aus der Umgebungsluft. Die Geräte haben ein Gewicht von > 14 kg und benötigen eine Stromzufuhr. Daher können sie nur stationär, unter häuslichen Bedingungen eingesetzt werden, weiters besteht eine Geräusentwicklung von ca. 40-45 Dezibel. Transportable Geräte sind mit 8-14 kg zwar beweglich und für den Dauerbetrieb geeignet, aber nicht tragbar. Tragbare Konzentratoren mit 2-4 kg stehen für den mobilen Einsatz (~2 Stunden) zur Verfügung. Nachteile sind der geringe (3 L/min) Sauerstofffluss, die Betriebstemperatur liegt je nach Modell bei +5°/10° C – 40° C. Die Stufeneinstellung an gepulsten Systemen entspricht nicht der Sauerstoffmenge (L/min). Derzeit stehen nur mobile Konzentratoren mit Sparsystemen (kein kontinuierlicher Fluss) zur Verfügung.

Das Flüssig-Sauerstoff-System benötigt ein Standgerät als Reservoir und muss vom Gashersteller mit flüssigem Sauerstoff gefüllt werden, sodass derartige Systeme eine entsprechende Logistik der Systeme voraussetzen. Aus dem Tank wird der tragbare Behälter befüllt. Das Gewicht beträgt je nach Volumen 1,5 bis 3,8 kg. Bei einem Sauerstoffbedarf von 2 Liter/min liefert das tragbare System den Sauerstoff für ca. 3-4 Stunden.

Der Verbrauch von Sauerstoff kann durch elektronische Sparventile bzw. getriggerte Demand-Systeme verringert werden, wenn das Sparsystem nicht auslösbar oder die Stufeneinstellung nicht ausreichend ist, ist ein Gerät mit kontinuierlichem Fluss erforderlich. Transportsysteme in Form einer Rückentraghilfe oder Caddy haben sich bewährt. Die tragbaren Sauerstoffsysteme sind die Voraussetzung für die Behandlung der belastungsabhängigen Hypoxämie.

Sauerstoffdruckflaschen sind für die Langzeit-Sauerstofftherapie nicht geeignet.

Das gebräuchlichste Applikationssystem ist die Nasenbrille, daneben gibt es eine Vielzahl von alternativen Systemen, in Abhängigkeit von den Anforderungen, Kosmetik und eventuellen Nebenwirkungen. Eine Alternative kann ein transtrachealer Katheter sein, der neben dem Vorteil der nahezu unsichtbaren Sauerstoffgabe die Totraumventilation vermindert und zu besseren Sauerstoffkonzentrationen führt. Nachteilig sind die Notwendigkeit eines Eingriffs, die Gefahr einer Obstruktion der Trachea durch Schleimpfropfen am Katheter sowie der erhöhte Pflegebedarf.

Eine Kontrolle ist 3 Monate nach Erstverordnung einer LTOT und danach alle 6 Monate angezeigt.

Eine Patientenschulung sollte zumindest die Handhabung von Sauerstoff und schriftliche Schulungsunterlagen beinhalten, um die Therapieadhärenz sicherzustellen.

## 2 Indikation für LTOT

Unter maximaler Therapie bei klinischer Stabilität, Raumluft

### Wenn mindestens einer der folgenden Punkte eintritt

- Körperruhe:  $p_{aO_2} < 55\text{mmHg}$  oder  $AaDO_2 > 45\text{mmHg}$
- Belastung 0,5 Watt pro kg KG:  $p_{aO_2} < 55\text{mmHg}$  oder  $AaDO_2 > 45\text{mmHg}$
- Abfall der Sauerstoffsättigung über einen relevanten Teil des Schlafes unter 88% (> 30%) nach Ausschluss eines Schlafapnoe Syndroms

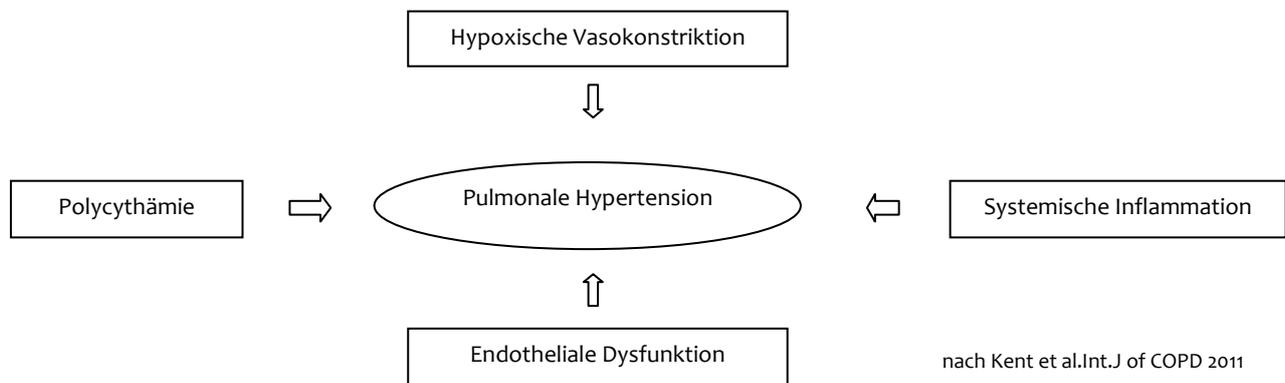
### 2.1 Erkrankungen

- COPD
- Restriktive thorakopulmonale Erkrankungen
- Deformierende Thoraxerkrankungen
- Neuromuskuläre Erkrankungen
- Bronchus Carcinom
- Cystische Fibrose
- Herzinsuffizienz

## 3 Hyperkapnie und Sauerstoff

- Ein  $p_{CO_2}$  Anstieg ist keine Kontraindikation für Sauerstoff
- Hypoxämie ist gefährlicher als Hyperkapnie

## 4 Hypoxämie und pulmonale Hypertension



#### 4.1 Folgen der Hypoxämie

- Pulmonale Hypertension
- Polycythämie
- Systemische Inflammation
- Skelettmuskeldysfunktion
- Neurokognitive Dysfunktion

#### 4.2 LTOT Wirkprinzip

Anhebung des  $p_{iO_2}$  - alveolärer  $p_{O_2}$  steigt – Vasodilatation im kleinen Kreislauf – Senkung des Pulmonalarteriendrucks - Entlastung des rechten Ventrikels – Lebensverlängerung

#### 5 Effekt der Sauerstoff Langzeittherapie auf Mortalität<sup>1,2</sup>

- > 16 Stunden/Tag kontinuierliche  $O_2$  Gabe
- Einschlusskriterien: Ruhe  $P_{aO_2} < 55\text{mmHg}$  bzw. 40-60mmHg
- Signifikante Senkung der Mortalität

#### 5.1 Einfluss der Langzeit Sauerstofftherapie auf die körperliche Belastbarkeit und Mortalität

Erkrankung	Grad der Evidenz	
	Körperliche Belastbarkeit	Mortalität
COPD	A	A
Lungengerüsterkrankungen	A	C
Thoraxwanderkrankungen ohne Hyperkapnie	A	C
Post TBC u. Post Polio Syndrom ohne Hyperkapnie	A	C
Pulmonale Hypertonie, Herzinsuffizienz mit Cheyne Stoke Atmung, Bronchialkarzinom, zystische Fibrose	C	C

## 6 Zielwerte, Anwendungszeit, Kontrolluntersuchungen

### 6.1 Titration Zielwerte

- Arterielle oder kapilläre BGA
  - In Ruhe
  - Bei Alltagsbelastung
  - nächtlich
- 
- $po_2 > 60\text{mmHg}$  oder  $So_2 > 90\%$**

### 6.2 Optimale Sauerstoffdosis

- mit Hilfe der Pulsoxymetrie oder BGA
- der Sauerstofffluss bei dem die  $So_2$  nicht unter 90% liegt

### 6.3 Anwendungszeit

- Optimal 24 Stunden/Tag
- Mindestens 16 Stunden/Tag
- **Keine LTOT für intermittierende Kurzzeittherapie außerhalb des Spitals**
- **Keine LTOT für Notfälle zu Hause**

### 6.4 Patientenschulung

- Auswahl der richtigen Sauerstoffapplikationsform
- Handhabung von Sauerstoff muss geübt werden
- Schriftliche Schulungsunterlagen
- Sauerstoffpass

### 6.5 Kontrolluntersuchungen

- 3 Monate nach Erstverordnung (Chaney et al. Chest 2002)
- Danach alle 6 Monate

- Kontrollparameter:
  - Hämatokrit
  - Blutgase mit und ohne Sauerstoff
  - In Ruhe, Belastung, nächtlich
  - Lungenfunktion

## 7 Sauerstoffgeräte

### 7.1 Gasdruckflaschen

- **Ungeeignet für LTOT**
- Keine Mobilität
- Teuer
- Bei 2 L: Anwendungsdauer 250 Minuten

### 7.2 Refillsystem (in Ö dzt. nicht erhältlich)

- Kombination Konzentrator und Gasdruckflasche
- Inhalt 1,2-4,7 L
- Füllzeit 90-350 min
- Anwendungsdauer 2L
  - CF 1,2-5 Stunden
  - Puls 4-17 Stunden

### 7.3 Flüssigsauerstoff (LOX)

- Sauerstofftank
- Mobile Einheiten
  - Stroller mit CF bis 6 L/min
  - High Flow Stroller mit CF bis 15 L/min
  - Sparsysteme

- Gepulst: Spirit 300/1200
- Demand: Helios 300
- Demand + CF: Helios Marathon

#### 7.4 Konzentratoren

- Standgeräte mit > 14 Kilo, geeignet für Dauerbetrieb
- Transportable mit 8-14 Kilo, geeignet für Dauerbetrieb
- Mobile Einheiten, kein Dauerbetrieb, nicht nächtlich
  - Sparsysteme
    - Gepulst
    - Demand

#### 7.5 Gegenüberstellung Konzentrator vs Flüssigsauerstoff

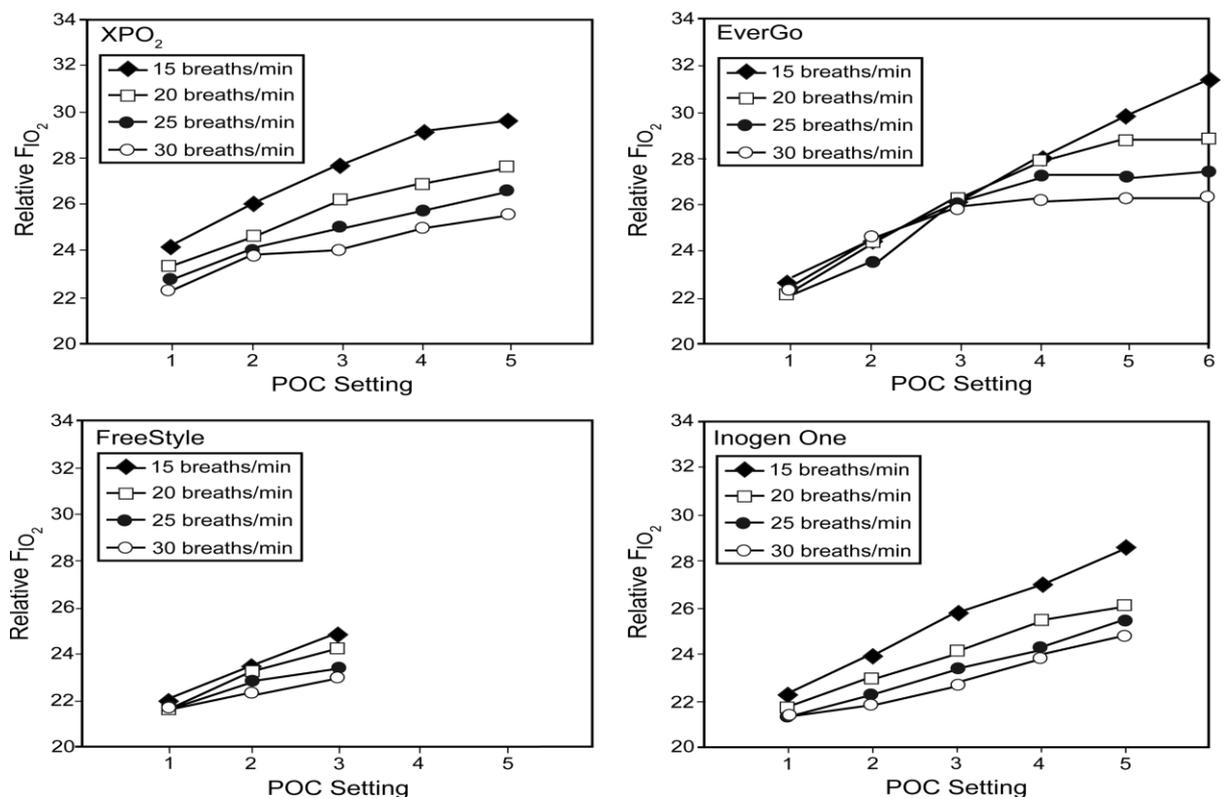
Konzentrator	Flüssigsauerstoff
Standgerät und/oder mobile Einheit	Sauerstofftank und mobile Einheit
Benötigt Strom, Akku für 220/12 Volt	Stromunabhängig
Kosten: Strom	Kosten: Rezeptgebühr/Tankfüllung
Lautstärke: ca: 40-45 dB	Lautstärke: leise
Gewicht: modellabhängig <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Standgeräte : &gt; 14 kg</li> <li>▪ Transportable : 8-14 kg</li> <li>▪ Mobil: 2-4 kg</li> </ul>	Gewicht: modellabhängig <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mobil: 2-4kg</li> </ul>
Betriebstemperatur nach Modell: +5°/10° C – 40° C	
o2 Abgabemenge: modellabhängig	o2 Abgabemenge: modellabhängig

#### 8 Sparsysteme (Oxygen Conserving Device, OCD)

- LOX und Konzentratoren
- Unterschiedliche Abgabemenge von Sauerstoff je nach Modell/Hersteller
- Eingestellte Stufe am gepulsten System entspricht **NICHT** der Sauerstoffmenge Liter/min
- Sparsystem muss von/vom Patient/in bei Inspiration ausgelöst werden

- Stufeneinstellung MUSS für jede/n Patient/in individuell getestet werden
- Durchschnittliche Leistungsdauer der mobilen Geräte von Gerätetyp/Flussrate/Atemfrequenz abhängig
- Keine Anwendung nächtlich oder mit nicht invasiver Beatmung möglich
- Wenn Sparsystem nicht auslösbar oder Stufen nicht ausreichend, dann Gerät mit kontinuierlichem Fluss
- Nicht Höhe der Stufenauswahl ist entscheidend, sondern die Korrektur der Hypoxämie

### 8.1 Performance Vergleich von 4 portablen Konzentratoren<sup>3</sup>



Relative fraction of inspired oxygen (relative FIO<sub>2</sub>) versus setting on the portable oxygen concentrator (POC)

## 9 Sauerstoff - Applikationssysteme

System	Anwendbar mit CF (LOX u. Konzentratoren)	Anwendbar mit getriggerten Sparsystemen (LOX, Konzentratoren)	Optimal anwendbar bei nächtlicher O <sub>2</sub> Versorgung
Nasenbrille	++	++	+ -
Oxyview	++	++	--
Oxynasor	++	+ -	+ -
Oxyarm	++	--	--
Maske	++	--	++
Transtrachealer Katheter	++	++	++

### 9.1 Nasenbrille

- Geeignet für kontinuierliche sowie getriggerte Sauerstoffgabe = **Austestung notwendig**
- Versorgung mit 24-40% FiO<sub>2</sub> bei Flussraten bis 6L/min möglich
- Effektivität hängt von einem ausreichenden Atemzugvolumen über die Nase bei geschlossenem Mund ab

#### Nachteile

- Ungenügende Sauerstoffzufuhr bei Mundatmung
- Austrocknung und Verletzung der Nasenschleimhaut
- Nicht optimal verwendbar bei nächtlicher O<sub>2</sub> Gabe
- Kosmetische Beeinträchtigung

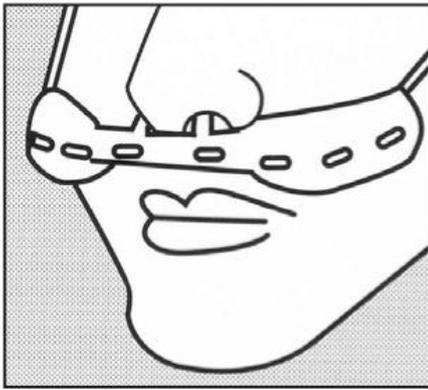


## 9.2 Oxymer

- Kanülen in beiden Nasenöffnungen
- Geeignet für kontinuierliche Sauerstoffgabe
- Effektivität hängt von einem ausreichenden Atemzugvolumen über die Nase bei geschlossenem Mund ab

### Nachteile

- Ungenügende Sauerstoffzufuhr bei Mundatmung
- Austrocknung und Verletzung der Nasenschleimhaut
- Kosmetische Beeinträchtigung



## 9.3 Oxyview

- Sauerstoffzufuhr über eine modifizierte Sehbrille
- Erhältlich über Sauerstoffversorger

### Nachteile

- Ungenügende Sauerstoffzufuhr bei Mundatmung
- Austrocknung und Verletzung der Nasenschleimhaut
- Nicht geeignet bei nächtlicher O<sub>2</sub> Gabe



#### 9.4 Oxynasor oder Nasal/Oral-Brille

- Kombinationssonde für Nasen-und Mundatmung
- Anwendbar bei Nasen-und Mundatmung bei kontinuierlicher Sauerstoffgabe
- Reduzierte Austrittsgeschwindigkeit des Sauerstoffs (Bildung einer Sauerstoffwolke)

#### Nachteile

- Nur bei Flussraten bis 3L/min anwendbar
- Nicht mit getriggerten Systemen anwendbar
- Kosmetische Beeinträchtigung



## 9.5 Oxyarm

- Als Headphone getragenes System
- Anwendbar bei Nasen-und Mundatmung bei kontinuierlicher Sauerstoffgabe
- Reduzierte Austrittsgeschwindigkeit des Sauerstoffs (Bildung einer Sauerstoffwolke)
- Richtige Platzierung des Arms notwendig

### Nachteile

- Nicht mit getriggerten Systemen anwendbar
- Nicht geeignet für die nächtliche Sauerstoffgabe



## 9.6 Maske

- Anwendbar bei höherem Sauerstoffbedarf
- Anwendbar bei Nasen-und Mundatmung bei kontinuierlicher Sauerstoffgabe
- Bei Flussraten 5-10 L/min kann 35-50% FiO<sub>2</sub> erzielt werden
- CO<sub>2</sub> Rückatmung muss je nach Maskenart berücksichtigt werden

### Nachteile

- mit getriggerten Systemen nicht optimal anwendbar

## 9.7 Maske mit Reservoirbeutel

- Mit und ohne Einwegventil
- Ermöglicht eine Erhöhung der Sauerstoffkonzentration bis zu 100%

- Bei Flussraten 6-10 L/min kann eine Gabe von 40-70% FiO<sub>2</sub> gewährleistet werden

#### Nachteile

- Mit getriggerten Systemen nicht anwendbar



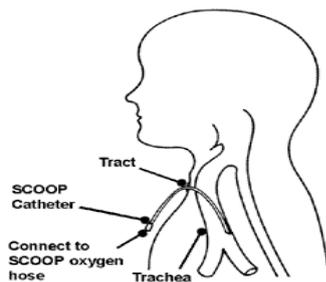
#### 9.8 Transtrachealer Katheter

- verminderter Sauerstoffverbrauch (ca. 50%)
- verbesserte Effizienz und Sicherheit

#### Nachteile

- intensive Patienteneinschulung notwendig
- Pflegeaufwendig

#### Mögliche Komplikationen



## 10 Empfehlungen

- Auswahl des geeigneten Sauerstoffsystems individuell für den Patienten
- Austestung und O<sub>2</sub> Titration mit verordnetem System
- Stufeneinstellung am Sparsystem entspricht NICHT L/min bei kontinuierlichem Sauerstofffluss
- Nicht die L/min oder Pulsstufe sondern Zielwerte von pO<sub>2</sub>>60mmHg oder saO<sub>2</sub>>90% entscheidend
- Kontrolle nach Erstverordnung innerhalb von 3 Monaten, danach alle 6 Monate
- Richtige Auswahl des System und LTOT Schulung verbessert Compliance

## 11 Literatur

---

<sup>1</sup> MRC Studie: Long term domiciliary oxygen therapy in chronic hypoxic cor pulmonale complicating chronic bronchitis and emphysema. Report of the Medical Research Council Working Party. Lancet. 1981 Mar 28;1(8222):681-6.

<sup>2</sup> NOTT Studie: Continuous or nocturnal oxygen therapy in hypoxemic chronic obstructive lung disease: a clinical trial. Nocturnal Oxygen Therapy Trial Group. Ann Intern Med. 1980 Sep;93(3):391-8.

<sup>3</sup> Chatburn RL, Williams TJ. Performance comparison of 4 portable oxygen concentrators. Respir Care. 2010 Apr;55(4):433-42. Erratum in: Respir Care. 2010 Jun;55(6):789.