



# Die neue Langzeit-Sauerstoff-Leitlinie 2020

Am 23.07.2020 wurde auf der Website der Arbeitsgemeinschaft wissenschaftlicher Fachgesellschaften (AWMF) die neue Leitlinie zur Langzeit-Sauerstoff-Therapie (long-term oxygen therapy, LTOT) veröffentlicht. Diese Revision der 2008 publizierten Leitlinie wurde lange erwartet und entstand in einem über 1,5 Jahre andauernden Prozess unter Beteiligung von insgesamt neun wissenschaftlichen Gesellschaften und der Deutschen Sauerstoff- und BeatmungsLiga LOT e.V. Der vorliegende Artikel beschreibt die wichtigsten Aspekte der neuen Leitlinie, die insbesondere auch aus Patientensicht für die Verordnung und Anwendung der LTOT zur Verminderung der Sterblichkeit und Verbesserung der Lebensqualität und Leistungsfähigkeit von Patienten mit verschiedenen Lungenerkrankungen wichtig sind.

### Was ist grundsätzlich neu?

Erstmalig wurde diese Leitlinie gemeinsam mit den Fachgesellschaften aus allen drei deutschsprachigen Ländern – Deutschland, Österreich und Schweiz – erarbeitet. Einige Kapitel wurden stark überarbeitet, komplett neu hinzugekommene Kapitel behandeln die postakute Sauerstofftherapie, die High-Flow-Sauerstoff-Therapie, den Stellenwert von Sauerstoff in der Palliativmedizin sowie die Differenzialindikation zur nichtinvasiven Beatmung.

### Welche Ziele sollen mit der LTOT erreicht werden?

Mit der LTOT sollen die durch den chronischen Sauerstoffmangel (Hypoxämie) im Blut hervorgerufenen Einschränkungen von Lebensqualität, Leistungsfähigkeit und erhöhter Morbidität und Letalität positiv beeinflusst werden.

Wichtig hierfür sind zwei wesentliche Faktoren:

- Diagnose bzw. Differentialdiagnose der zugrundeliegenden Ursache der Hypoxämie, und folgend die Behandlung der Grunderkrankung

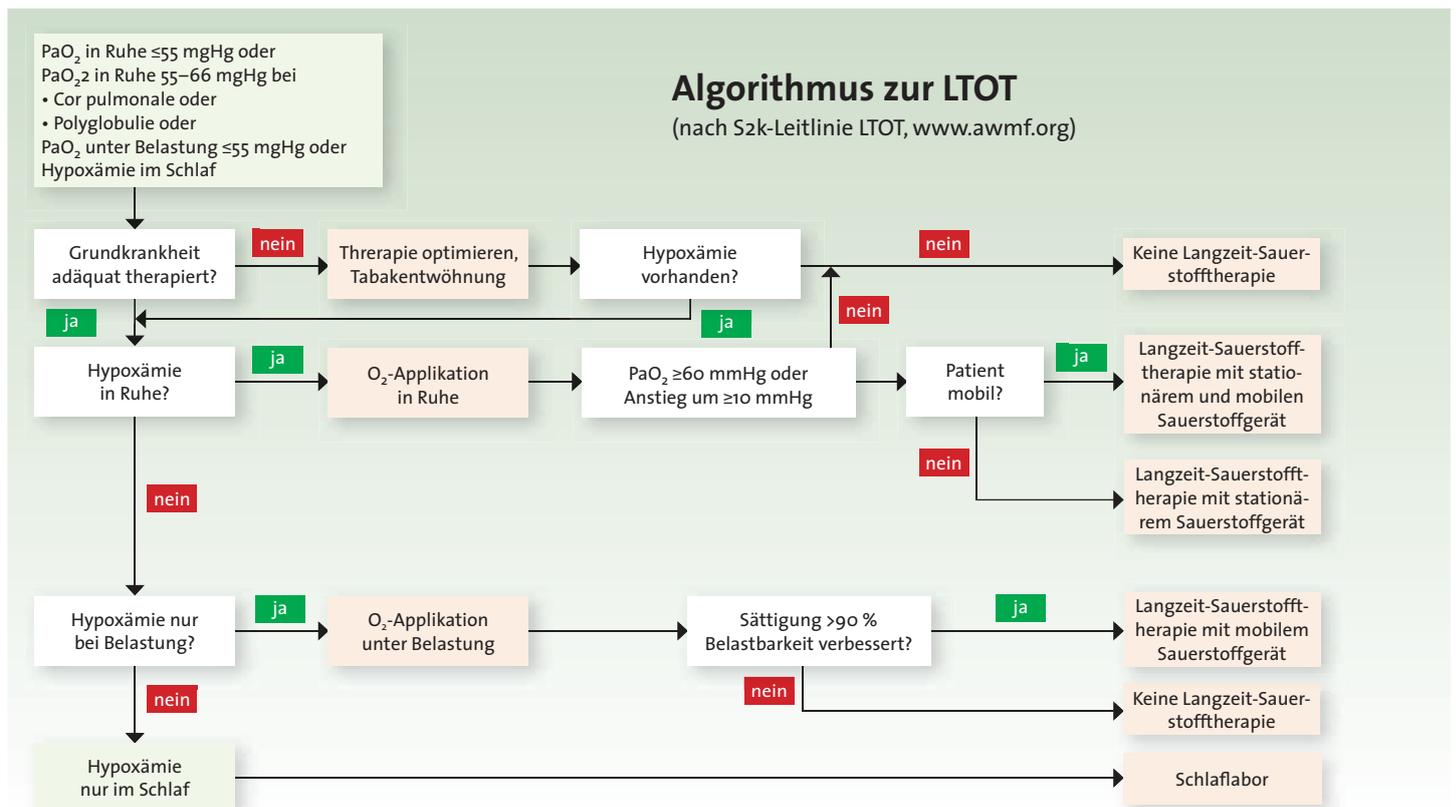
- Unterteilung der Hypoxämie anhand einer Blutgasbestimmung in die zwei grundlegenden Formen: mit oder ohne begleitende Erhöhung des Kohlendioxid-Partialdrucks (pCO<sub>2</sub>): respiratorische Insuffizienz mit normalem oder erniedrigtem pCO<sub>2</sub>, meist bei Lungenerkrankungen, aber auch bei Herzkrankungen, sowie ventilatorische Insuffizienz mit erhöhtem pCO<sub>2</sub> im Rahmen einer Atempumpenschwäche. Bei zweitem ist primär zu prüfen, ob eine Indikation zur NIV besteht.

### Indikationen zur LTOT:

Die Indikationen zur LTOT haben sich im Vergleich zu 2008 prinzipiell nicht geändert.

Das der aktuellen Leitlinie entnommene Flowchart (Abbildung 1) zeigt die prinzipiellen Indikationen auf.

Voraussetzung für die Einleitung einer LTOT ist eine chronische, d.h. über eine stabile Krankheitsphase von mindestens drei Wochen anhaltende und mittels Blutgasanalyse zweimalig nachgewiesene Hy-





poxämie mit einem Sauerstoffpartialdruck ( $pO_2$ )  $\leq 55$  mmHg. Wie 2008 soll Sauerstoff auch verordnet werden, wenn der  $pO_2 \leq 60$  mmHg beträgt und gleichzeitig ein erhöhter Hämatokrit (höhere Anzahl roter Blutkörperchen als Ausdruck des chronischen Sauerstoffmangels) und/oder eine Belastung des Lungenkreislaufs durch die Hypoxämie mit Folge einer Rechtsherzbelastung (Cor pulmonale) mit/ohne peripheren Ödemen besteht.

Diese Indikationen, die auf den Ergebnissen der zwei großen Sauerstoff-Studien MRC und NOTT Ende der siebziger Jahre des letzten Jahrhunderts beruhen, sind international praktisch nicht unterschiedlich. Eine Verordnung einer LTOT bei höheren als in der Leitlinie genannten  $pO_2$ -Werten hat keinen Einfluss auf das Überleben.

### Postakute Sauerstoff-Therapie (PoaOT)

Die Erfahrungen aus allen drei deutschsprachigen Ländern zeigen, dass ein Großteil der Verordnungen einer LTOT im Anschluss an eine akute Verschlechterung der Grunderkrankung (z.B. Exazerbation einer COPD) mit stationärer Behandlungsbedürftigkeit erfolgt. Diese Situation wurde in der aktuellen Leitlinie als postakute Sauerstofftherapie beschrieben. Meist betrifft es symptomatische Patienten mit Luftnot und einer Sauerstoffsättigung  $\leq 92$  %. Viele dieser Patienten erholen sich in den Wochen nach Krankenhaus-Entlassung, so dass dann mehrere Wochen nach Entlassung keine Indikation zur Fortführung einer LTOT besteht. Deswegen sollen diese Patienten spätestens 6–12 Wochen nach Entlassung noch einmal untersucht werden, inklusive Blutgasanalyse, ob weiterhin in der dann stabilen Krankheitsphase noch die Indikation zur LTOT besteht.

### Blutgasanalyse oder periphere Sauerstoff-Sättigung zur Indikationsstellung?

Eine alleinige Messung der Sauerstoffsättigung mittels Pulsoxymeter reicht nicht zur Indikationsstellung für eine LTOT aus, da die Patienten, die keiner Sauerstofftherapie bedürfen, nicht sicher erkannt werden können. Vielmehr sollte eine Sauerstoffsättigung  $\leq 92$  % den Anlass für eine weitere Diagnostik mit Blutgasanalyse geben. Die Messung sollte nach einer Ruhezeit von mindestens 10

Minuten durchgeführt werden, entweder aus dem Ohrläppchen nach vorheriger Hyperämisierung, alternativ auch mittels einer Blutentnahme aus einer Arterie im Armbereich. Ein einziger Wert stellt keine Indikation dar, vielmehr sollte mindestens eine Kontroll-Untersuchung erfolgen.

Wie bereits in der Leitlinie von 2008 soll bei Hyperventilation (erniedrigtem  $pCO_2$ ) der Sauerstoffwert entsprechend korrigiert werden, da die Hyperventilation einen Kompensationsmechanismus des Körpers bei Sauerstoffmangel darstellt.

Besonders betont wurde dass im Falle einer Erhöhung des  $pCO_2$  stets die Indikation zur Einleitung einer NIV zu überprüfen ist.

Bei Indikation zur LTOT soll der Effekt der Therapie unter der gewählten Flussrate überprüft werden: Ein Anstieg des  $pO_2$  auf mindestens 60 mmHg bzw. um mindestens 10 mmHg wird angestrebt, ggf. muss die Messung mit einer höheren Sauerstoff-Flussrate wiederholt werden.

Bei etlichen Patienten entwickelt sich als Folge der LTOT eine Abnahme des Atemantriebs mit Anstieg des  $pCO_2$ . Entscheidend hierbei ist nicht die absolute Höhe des Anstiegs, sondern die Vermeidung eines kritischen Anstiegs mit Entgleisung des Säures-Basen-Haushaltes (akute respiratorische Azidose). Ggf. sind hier bei grenzwertigen Befunden auch nächtliche Messungen des  $CO_2$ -Wertes über Hautelektroden notwendig.

### Dauer der LTOT

Nach Studiendaten wird eine tägliche Durchführung der LTOT von  $\geq 15$  Stunden empfohlen. Aus aktuell publizierten Beobachtungsstudien kann abgeleitet werden, dass eine längere Verwendungsdauer bezüglich der Endpunkte erneute Krankenhausaufnahme und Sterblichkeit keine zusätzlichen Vorteile bringt. Dennoch ist hier weiterer Forschungsbedarf notwendig. Bei einem Teil der mobilen Patienten ist diese Gesamtdauer nur durch die zusätzliche Verordnung von mobilen Sauerstoff-Versorgungs-Devices möglich.

### Einzelne Krankheitsbilder

In den nächsten Abschnitten der Leitlinie werden die unterschiedlichen Krankheitsbilder, speziell die COPD im Hinblick auf die Effekte der LTOT analysiert.



## a) COPD

Bei COPD ist eine den Verschreibungsinformationen entsprechende Verordnung von LTOT mit einer Senkung der Krankheitsfolgen und der Sterblichkeit nachgewiesen. Zusätzlich können bei vielen Patienten Atemnot gelindert und die Belastbarkeit verbessert werden. Dagegen konnte im LOTT (long term oxygen trial) vor einigen Jahren gezeigt werden dass diese Effekte bei nur mäßiger Hypoxämie (Sauerstoff-Sättigung zwischen 80–92 %) nicht nachgewiesen werden können. Auch bei alleiniger Belastungs-Hypoxämie ist ein lebensverlängernder Effekt der LTOT nicht bewiesen.

## b) interstitielle Lungenerkrankungen

Große Studien hierzu liegen hier, wie auch für die nachfolgend aufgeführten Krankheitsbilder, nicht vor. In Analogie zur COPD kann bei Patienten mit interstitiellen Lungenerkrankungen unterhalb der gleichen Grenzwerte für  $pO_2$  und  $SO_2$  eine LTOT empfohlen werden. Eine rein nächtliche Sauerstofftherapie wird nicht empfohlen. Bei Belastungshypoxämie konnte durch Sauerstoffgabe in einer aktuellen Studie ein positiver Effekt auf Atemnot und Belastbarkeit nachgewiesen werden.

## c) Zystische Fibrose

Für Zystische Fibrose gelten in Analogie die gleichen Indikationen für die Einleitung einer LTOT wie bei COPD

## d) Neuromuskuläre Erkrankungen

Bei neuromuskulären Erkrankungen wird die Bedeutung der Atempumpenschwäche, die häufig bei diesen Erkrankungen vorliegt, hervorgehoben. Bei diesen Patienten sollte primär die Indikation zur NIV überprüft werden, ggf. in Kombination mit einem intensiven Sekretmanagement, bevor unkritisch Sauerstoff verschrieben wird.

## e) chronische Herzinsuffizienz

Hochwertige Studien zum Langzeitüberleben bei Hypoxämie im Rahmen einer chronischen Herzinsuffizienz existieren nicht. Bei gesunder Lunge ist der Mechanismus der Hypoxämie weniger in der Sauerstoff-Aufnahme in der Lunge als vielmehr durch vermehrten Sauerstoff-Verbrauch in den peripheren Organen bei fehlender Lungenstauung zu sehen. Langzeit-Daten zur LTOT bestehen nicht;

meist ist die Hypoxämie nur mäßig, so dass keine Indikation zur LTOT im chronischen Verlauf besteht. In Phasen akuter Herzschwäche oder in palliativer Absicht zur Behandlung von Atemnot in den Endstadien der Erkrankung kann Sauerstoff zum Einsatz kommen. Auf den Stellenwert der nächtlichen Sauerstoffgabe bei schlafbezogenen Atmungsstörungen im Rahmen einer Herzinsuffizienz wird hier nicht weiter eingegangen.

## f) Lungenhochdruck (pulmonale Hypertonie)

Eine LTOT wird bei einem  $pO_2 < 60$  mmHg empfohlen.

## Sauerstofftherapie während körperlicher Aktivität

Bei relevanter belastungsabhängiger Hypoxämie (Sättigungsabfall um  $\geq 2$  % auf  $\leq 90$  %) sollte eine Sauerstofftherapie unter Belastung getestet werden. Als positive Testergebnisse gelten Verbesserungen in mindestens zwei der nachfolgend aufgeführten drei Kriterien:

- Sauerstoffsättigung mindestens 90 % unter Belastung
- Zunahme der Leistungsfähigkeit (z.B. Zunahme der Gehstrecke im 6-Minuten-Gehtest um  $\geq 10$  %)
- Besserung der Atemnot, gemessen mittels Borg- oder visuell-analoger (VAS) Skala (Schweregrad der Atemnot zwischen 1–10) mit Besserung um mindestens 1 Punkt.

Auch im Rahmen von Rehabilitationsbehandlungen kann Sauerstoff zu Trainingszwecken (Verbesserung der Ausdauerleistung) verordnet werden, wenn auch die Datenlage hier (noch) widersprüchlich ist.

## Indikation für eine chronische nasale High-Flow-Therapie (NHF)

Generell liegen für die nasale High-Flow-Therapie aktuell keine ausreichenden Studien-Daten vor, die eine Verordnung für den häuslichen Bereich als Empfehlung rechtfertigen, auch wenn durchaus einzelne positive Effekte der NHF vorhanden sind. Insofern muss eine derartige Therapie im Einzelfall durch den verordnenden Arzt ausführlich gegenüber dem zuständigen Kostenträger begründet werden – die Verordnungsraten sind allerdings momentan noch sehr niedrig

## Sauerstoff in der Palliativmedizin

Sauerstoff kann in palliativer Absicht in Endstadien von Erkrankungen – meist COPD, Lungenkrebs und schwere Herz-erkrankungen – eingesetzt werden, um eine ansonsten nicht auf Therapie ansprechende Atemnot zu lindern. Grundsätzlich sind drei Situationen vorstellbar:

- Kurz dauernde (10 bis 20 Minuten) Sauerstoffgaben, mit Fluss ca. 4 l/min, vor allem um Atemnot bei und nach Belastungen zu reduzieren
- Sauerstofftherapie bei körperlicher Anstrengung
- Langzeit-Sauerstoff-Therapie

Die zu diesem Themenkomplex durchgeführten Studien zeigen, dass sich im Vergleich zu Raumluft, über Sonden appliziert, durch Sauerstoffgabe keine zusätzlichen Verbesserungen erzielen lassen. Deshalb sollte keine routinemäßige Gabe von Sauerstoff ohne Überprüfung der Ursachen der Atemnot und der Wirkungen der Sauerstoffgabe erfolgen.

Weitere Kapitel der Leitlinie beinhalten die verschiedenen Systeme zur Sauerstoff-Applikation und allgemeine gesetzliche Grundlagen zur Verordnung einer Langzeit-Sauerstofftherapie – dieses Kapitel wurde durch Fr. Dr. Baumann, Rechtsanwältin und Mitglied der LOT e.V. verfasst, um den Ärzten Anhaltspunkte für eine nachvollziehbare Verordnung von Sauerstoff, aber auch von bestimmten Devices zu geben. Zu diesen beiden Punkten werden in den nächsten Heften Artikel erscheinen.

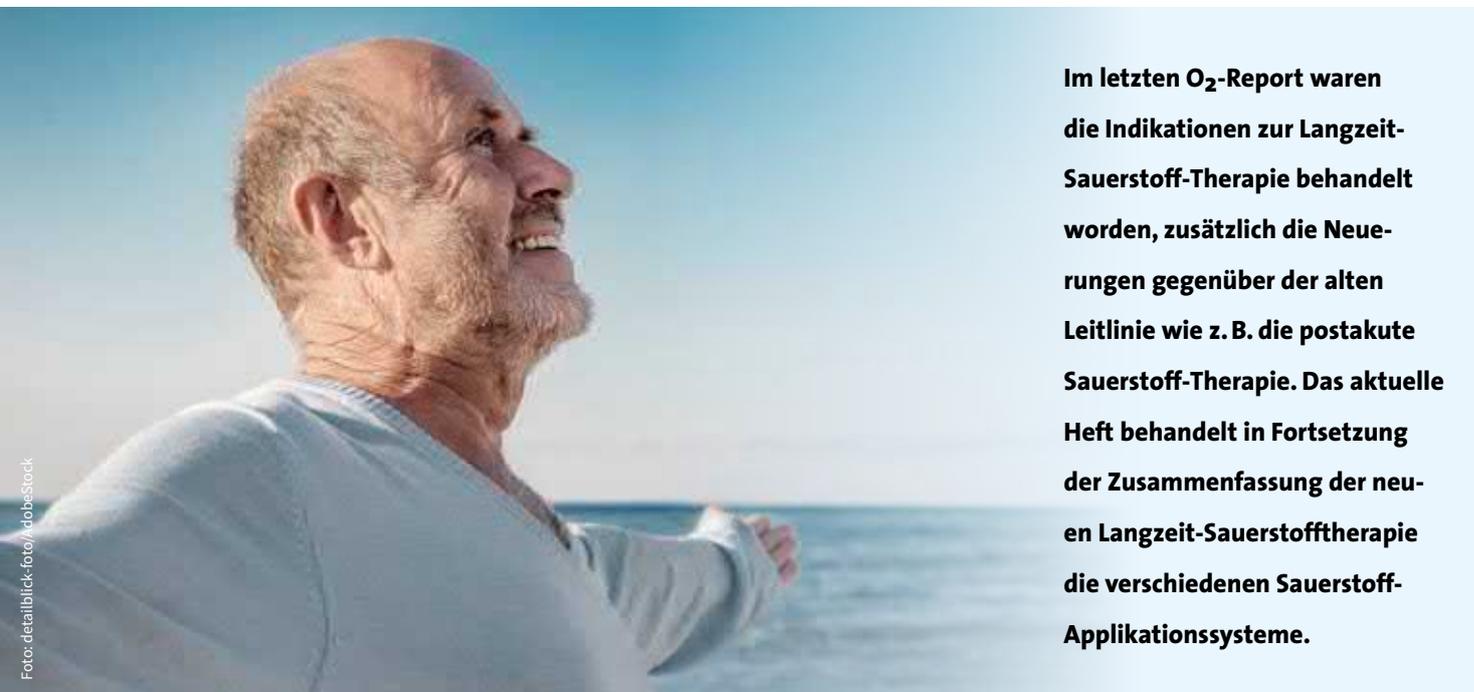
## Fazit

Zusammengefasst ist die aktualisierte Auflage der Langzeit-Sauerstofftherapie-Leitlinie durchweg zu begrüßen: neue Erkenntnisse wurden berücksichtigt, viele Kapitel und Empfehlungen neu und klarer definiert, neue Techniken im Rahmen von verfügbaren Studien bewertet. Insbesondere die Ausführungen zu postakuter Sauerstofftherapie und Sauerstoffgabe in der Rehabilitation werden große Auswirkungen auf die Behandlung mit Sauerstoff haben. Die Mitarbeit von Mitgliedern der LOT e.V. war aus meiner Sicht entscheidend, um auch den Blickwinkel der Patientinnen und Patienten in der Leitlinie gebührend zu berücksichtigen. •

**Autor: Dr. med. Jens Geiseler**  
Vorsitzender der LOT e.V.

# Die neue Sauerstoff-Leitlinie 2020

## Teil 2: Sauerstoff-Applikationssysteme



**Im letzten O<sub>2</sub>-Report waren die Indikationen zur Langzeit-Sauerstoff-Therapie behandelt worden, zusätzlich die Neuerungen gegenüber der alten Leitlinie wie z. B. die postakute Sauerstoff-Therapie. Das aktuelle Heft behandelt in Fortsetzung der Zusammenfassung der neuen Langzeit-Sauerstofftherapie die verschiedenen Sauerstoff-Applikationssysteme.**

Aufgrund technischer Weiterentwicklungen der letzten Jahre stehen mittlerweile für die Durchführung der Langzeit-Sauerstoff-Therapie verschiedene stationäre und mobile Versorgungssysteme zur Verfügung (nach LL LTOT):

### Übersicht: Stationäre und mobile Sauerstoff-Versorgungssysteme

Stationäre Sauerstoffkonzentratoren

Mobile, Akku-betriebene Sauerstoffkonzentratoren

Sauerstoff-Druckflaschen (aus Stahl, Aluminium und Karbon)

Flüssigsauerstoff (stationär und mobil)

Geräte für nasale High-Flow-Sauerstofftherapie

Entscheidend für die Verordnung eines für den individuellen Patienten geeigneten Gerätes müssen mehrere Faktoren beachtet werden:

- Eignung des jeweiligen Gerätes für den individuellen Patienten (Mobilität, maximale Flussrate des Gerätes)

- Kostenrahmen des Gerätes sowie Betriebskosten (Kosten für das jeweilige Gerät, Stromkosten, Kosten für Anlieferung von z. B. Flüssigsauerstoff)

Wichtig hierbei ist, dass die Mobilität des Patienten durch die Verordnung von Sauerstoff gefördert werden soll, und nicht durch Bereitstellung von zu schweren oder nicht ausreichend lange reichenden Sauerstoffversorgungssystemen eingeschränkt werden kann. Allerdings ist hierbei auch § 12 SGB V zu beachten, der eine zweckmäßige und wirtschaftliche Verordnung der Hilfsmittel vorschreibt. Dabei darf das Maß des Notwendigen nicht überschritten werden – unwirtschaftliche Leistungen dürfen von den Kostenträgern nicht bewilligt werden. Hier kann sich im Einzelfall ein Konfliktpotential zwischen dem Patienten mit seinen Ansprüchen und Wünschen, dem Leistungserbringer = Versorger und dem Kostenträger, in der Regel der zuständigen Krankenkasse entwickeln. Selbsthilfeorganisationen wie die LOT e.V. können hier durch objektive und kompetente Beratung zur Entschärfung oder Lösung dieser Konflikte beitragen.

### Stationäre Sauerstoffkonzentratoren

Stationäre Sauerstoffkonzentratoren (s. Abbildung 1) arbeiten mit Strom und absorbieren und konzentrieren Sauerstoff aus der Umgebungsluft durch Trennung von Sauerstoff und Stickstoff mittels einer Molekularsieb-Technik. Ein großer Vorteil ist die fehlende Abhängigkeit von wiederkehrenden Lieferungen, von z. B. Flüssigsauerstoff durch die Versorger. Aufgrund des Stromverbrauchs entstehen jährlich zusätzliche Kosten für die betroffenen Haushalte, die jedoch durch die zuständige Krankenkasse erstattet werden müssen.

Infolge der Entwicklungen der letzten Jahre haben sich Größe und Gewicht, insbesondere aber auch die Geräuschentwicklung der Geräte positiv entwickelt. Die Geräte sind kleiner geworden, wiegen nur noch um die 20 kg und die Geräuschentwicklung überschreitet praktisch nie 50 Dezibel, teilweise liegt sie nur bei 31 Dezibel. Mit diesen Konzentratoren können Sauerstoffkonzentrationen von über 90 % ± 5 % dem Patienten bereitgestellt werden, bei Flussraten von bis zu 5 l/min. Höhere Flussraten, z. B. für

Patienten mit Lungenfibrosen, würden zu einer Abnahme der Sauerstoffkonzentration führen.

In Zeiten der Corona-Pandemie wird häufiger die Frage an die LOT gestellt, ob nicht durch Konzentratoren auch in Aerosolen befindliche Corona-Viren mit der Luft angesaugt und dann an die Patienten über die Schlauchsysteme zusammen mit dem Sauerstoff abgegeben werden können, sprich ob durch diese Konzentratoren ein Infektionsrisiko besteht. Aufgrund der Tatsache, dass die Konzentratoren im Ansaugbereich mit einem Bakterien- und VirenfILTER versehen sind, ist eine Kontamination der Molekularsiebe praktisch ausgeschlossen, so dass auch eine Übertragung von Corona-Viren unwahrscheinlich erscheint – definitive Studien sind aber momentan nicht vorhanden.

Alle Konzentratoren bedürfen einer regelmäßigen technischen Wartung, die vom Provider durchgeführt wird. Ebenso ist ein regelmäßiger Filtertausch notwendig.

Der größte Nachteil für mobile Patienten ist der eingeschränkte Aktionsradius für den Patienten. Dieser ergibt sich durch die maximale Länge des am Konzentrator angebrachten Schlauchsystems – Längen von 10-15 m sind üblich. Somit muss bei Versorgung von mobilen Patienten mit stationären Konzentratoren zusätzlich aus prognostischer Indikation eine mobile Sauerstoff-Versorgung bereitgestellt werden.

Einige Konzentrator-Modelle besitzen gleichzeitig eine Füllmöglichkeit von Druckgasflaschen (Home-Fill-Geräte). Wichtig ist hierbei, zu überprüfen, ob und in welcher Höhe Sauerstoff neben der Füllung der Flasche auch an den Patienten abgegeben werden kann – hier bestehen zwischen den Geräten teilweise erhebliche Unterschiede, die bei der Verordnung berücksichtigt werden müssen.

Stationäre Konzentratoren eignen sich aufgrund ihres konstanten Sauerstoff-Flusses auch für die Einspeisung von Sauerstoff in die Geräte bzw. Schlauchsysteme von CPAP- oder Heimbeatmungsgeräten – on-demand-Sauerstoff-Flüsse sind hierbei nicht geeignet. Bei Direktleitung über die Geräte muss in den allermeisten Fällen die Befeuchtung, so sie sich am Konzentrator befindet, vor der Verwendung am Überdruck-Gerät abgebaut werden, um Geräteschäden zu vermeiden.



Abbildung 1: Stationärer Sauerstoffkonzentrator



Abbildung 2: Home-Fill-Sauerstoffkonzentrator

### Mobile Sauerstoffkonzentratoren

Transportable, teilweise tragbare Sauerstoffkonzentratoren werden in den letzten Jahren von diversen Herstellern in immer größerer Anzahl auf den Markt gebracht. Unterschiede betreffen neben dem Gewicht (bei tragbaren Konzentratoren zwischen 1,9 und 4,5 kg, bei transportablen Konzentratoren bis 8,6 kg) die maximal erreichbaren Flussmengen, die Fähigkeit, neben On-demand auch kontinuierliche Sauerstoff-Flüsse abgeben zu können, und die Betriebszeit der Akkus.

Meistens ist bei den tragbaren Konzentratoren nur die On-demand-Bereitstellung von Sauerstoff möglich. Aufgrund der unterschiedlichen Charakteristika ist immer mit dem jeweils beabsichtigten

tragbaren Konzentrator eine Überprüfung sowohl in Ruhe als auch unter Belastung notwendig, ob das Gerät die Anforderungen für eine ausreichende Sauerstoff-Versorgung unter den gewählten Bedingungen leisten kann. Solche Konzentratoren können auch während Auto-Fahrten und Flügen verwendet werden – im Flugzeug müssen Ersatz-Akkus (Mengenbegrenzung je nach Fluggesellschaft) mitgenommen werden.

Vergleichende Aufstellungen der Leistungen der Geräte sowie weitere technische Daten wie Gewicht bzw. Akku-Laufzeiten der aktuell verfügbaren Geräte können über die Industrie oder z. B. über die LOT e. V. bezogen werden (s. Abbildung 4)

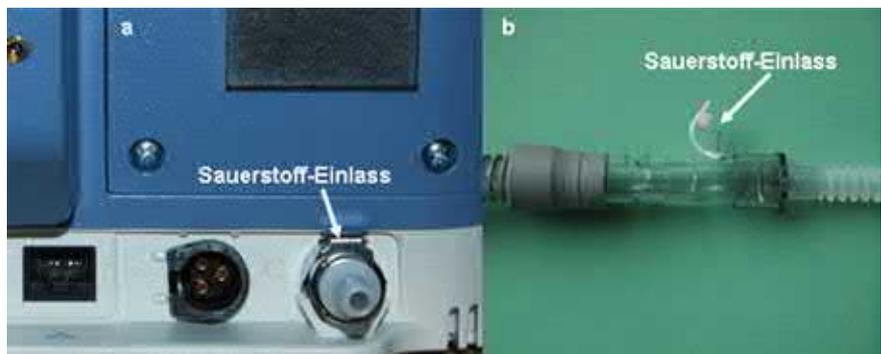


Abbildung 3: Verwendung von Sauerstoff gemeinsam mit CPAP- bzw. Beatmungsgerät  
3.a. Einspeisung über speziellen Adapter direkt in das Beatmungsgerät (Cave: meist darf der zugeführte Sauerstoff nicht zusätzlich angefeuchtet werden)  
3.b. Einspeisung direkt in das Schlauchsystem über T-Stück

Abbildung 4:  
**Vergleichende  
 Aufstellung  
 von tragbaren  
 Konzentratoren**

(Flyer LOT e.V., 2021)

**FreeStyle comfort** 

Atemzugsteuerung (PD) - bis Stufe 5

O<sub>2</sub> Konzentration in %: 90  
 Gewicht in Kg: 2,3  
 Abm, BxHxT: 18,5/25/8

Akku-Laufzeit: 4,5 h\*  
 Akku-Ladezeit: 3,5 h  
 Lautstärke db(A): 40  
 maximale Leistungsaufnahme: 50 Watt



**Inogen G5**

Atemzugsteuerung (PD) -

O<sub>2</sub> Konzentration in %: 90  
 Gewicht in Kg: 2,2  
 Abm, BxHxT: 18/20/8

Akku-Laufzeit: 4 h\*  
 Akku-Ladezeit: 3 h  
 Lautstärke db(A): 38  
 maximale Leistungsaufnahme:

**Platinum mobile** 

Atemzugsteuerung (PD) - bis Stufe 4

O<sub>2</sub> Konzentration in %: 90  
 Gewicht in Kg: 2,2  
 Abm, BxHxT: 18,8/23,9/9,4

Akku-Laufzeit: 5 h\*  
 Akku-Ladezeit: 2,2 h  
 Lautstärke db(A): 40  
 maximale Leistungsaufnahme: 24 Watt



**Inogen G3** 

Atemzugsteuerung (PD) - bis Stufe 5

O<sub>2</sub> Konzentration in %: 90  
 Gewicht in Kg: 2,2  
 Abm, BxHxT: 22/18/8

Akku-Laufzeit: 3,5 h\*  
 Akku-Ladezeit: 4 h  
 Lautstärke db(A): 39  
 maximale Leistungsaufnahme: 45 Watt



**Simply Go mi**

Atemzugsteuerung (PD) -

O<sub>2</sub> Konzentration in %: 90  
 Gewicht in Kg: 2,3  
 Abm, BxHxT: 21,1/25,9/9,4

Akku-Laufzeit: 4,5 h\*  
 Akku-Ladezeit: 4 h  
 Lautstärke db(A): 40  
 maximale Leistungsaufnahme:

**i-Go** 

Atemzugsteuerung (PD) - bis Stufe 6  
 Kontinuierlicher Flow (CF) - 3 Liter / min  
 O<sub>2</sub> Konzentration in %: 91

Gewicht in Kg: 8,6  
 Abm, BxHxT: 38 / 28 / 20

Akku-Laufzeit: 4,7 h\*  
 Akku-Ladezeit: 4,5 h  
 Lautstärke db(A): 48  
 maximale Leistungsaufnahme: 160 - 180 Watt



**eQuinox** 

Atemzugsteuerung (PD) - bis Stufe 9  
 Kontinuierlicher Flow (CF) - 3 Liter / min  
 O<sub>2</sub> Konzentration in %: 90

Gewicht in Kg: 6,4  
 Abm in cm, B x H x T: 35 / 27 / 19

Akku-Laufzeit: 2-3 h\*  
 Akku-Ladezeit: 4 h  
 Lautstärke db(A): 46  
 maximale Leistungsaufnahme: 110 Watt



**Zen-O**

Atemzugsteuerung (PD) - bis Stufe 9  
 Kontinuierlicher Flow (CF) - 2 Liter / min  
 O<sub>2</sub> Konzentration in %: 90

Gewicht in Kg: 4,6  
 Abm in cm, B x H x T: 31 / 22 / 19

Akku-Laufzeit: 3-4 h\*  
 Akku-Ladezeit: 3 h  
 Lautstärke db(A): 46  
 maximale Leistungsaufnahme:



**inogen**

bis Stufe 6

o



ahme: 45 Watt

**Inogen G4** **inogen**

*Atemzugsteuerung (PD)* - bis Stufe 3

O<sub>2</sub> Konzentration in %: 90

Gewicht in Kg: 1,3  
Abm, BxHxT: 18/15/7

Akku-Laufzeit: 2 h\*  
Akku-Ladezeit: 3 h  
Lautstärke db(A): 40  
maximale Leistungsaufnahme: 45 Watt



**iGo 2** **DeVilbiss HEALTHCARE**

*Atemzugsteuerung (PD)* - bis Stufe 5

O<sub>2</sub> Konzentration in %: 90

Gewicht in Kg: 2,2  
Abm, BxHxT: 9/21/21

Akku-Laufzeit: 3,5 h\*  
Akku-Ladezeit: 5 h  
Lautstärke db(A): 37  
maximale Leistungsaufnahme: 35 Watt



**PHILIPS RESPIRONICS**

bis Stufe 5

o



ahme: 80 Watt

**Zen-o-lite** **GCE**

*Atemzugsteuerung (PD)* - bis Stufe 5

O<sub>2</sub> Konzentration in %: 90

Gewicht in Kg: 2,5  
Abm, BxHxT: 24,9/23,1/9,7

Akku-Laufzeit: 4 h\*  
Akku-Ladezeit: 4 h  
Lautstärke db(A): 44  
maximale Leistungsaufnahme: 45 Watt



**Simply Go** **PHILIPS RESPIRONICS**

*Atemzugsteuerung (PD)* - bis Stufe 6  
*Kontinuierlicher Flow (CF)* - 2 Liter / min

O<sub>2</sub> Konzentration in %: 90

Gewicht in Kg: 4,5  
Abm in cm, B x H x T: 29 / 25 / 15

Akku-Laufzeit: 3,5 h\*  
Akku-Ladezeit: 3 h  
Lautstärke db(A): 43  
maximale Leistungsaufnahme: 150 Watt



**GCE**

Stufe 6  
Liter / min

/ 17



me: 150 Watt

**SOLO 2** **INVACARE**

*Atemzugsteuerung (PD)* - bis Stufe 5  
*Kontinuierlicher Flow (CF)* - 3 Liter / min

O<sub>2</sub> Konzentration in %: 91

Gewicht in Kg: 9,0  
Abm in cm, B x H x T: 42 / 28 / 20

Akku-Laufzeit: 3,5 h\*  
Akku-Ladezeit: 3 h  
Lautstärke db(A): 40  
maximale Leistungsaufnahme: 135 Watt



**Eclipse 5** **CHART**

*Atemzugsteuerung (PD)* - bis Stufe 14  
*Kontinuierlicher Flow (CF)* - 3 Liter / min

O<sub>2</sub> Konzentration in %: 90

Gewicht in Kg: 8,3  
Abm in cm, B x H x T: 49 / 31 / 18

Akku-Laufzeit: 3,5 h\*  
Akku-Ladezeit: 4 h  
Lautstärke db(A): 48  
maximale Leistungsaufnahme: 145 Watt



Transportable Konzentratoren haben ein höheres Gewicht, und können sowohl intermittierend als auch kontinuierlich Sauerstoff liefern. Die einstellbaren Stufen entsprechen wie bei den tragbaren Konzentratoren nicht den numerischen Flussraten der Geräte und müssen aufgrund individueller Testung für jeden Patienten festgelegt werden.

### Sauerstoff-Druckflaschen

Sauerstoff-Druckflaschen speichern komprimierten Sauerstoff und haben in der Regel einen Druck von 200 bar. Aus diesem Druck und der Größe der Flasche ergibt sich die zur Verfügung stehende Sauerstoffmenge (Formel: Sauerstoffmenge = Volumen x Flaschendruck).

Tragbare Flaschen enthalten in der Regel 180–400 Liter reinen Sauerstoff und damit nur ca.  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{5}$  einer vergleichbaren Flüssigsauerstoff-Flasche. Mit Ausnahme von Home-Fill-Apparaten (siehe hierzu Unterpunkt a) besteht eine Abhängigkeit von Nachlieferungen durch den Provider. Größter Nachteil ist bei Stahlflaschen das deutlich höhere Gewicht als bei Flüssigsauerstoff – hierdurch kann die Mobilität der Patienten teilweise erheblich eingeschränkt werden. Durch Verwendung anderer Materialien wie Aluminium und Carbon sinkt das Gewicht, allerdings um den Preis höherer Kosten.

*Abbildung 6: Tanks in verschiedenen Größen für Flüssigsauerstoff*



*Abbildung 5: tragbare Sauerstoff-Flasche*

### Flüssigsauerstoff

Flüssigsauerstoff bedeutet eine Speicherung von Sauerstoff bei einer Temperatur von  $-186$  Grad Celsius in isolierten Speicherbehältern. Dabei entspricht 1 Liter Flüssigsauerstoff ca. 860 Liter gasförmigem Sauerstoff. Die Speicherung erfolgt sowohl in großen Tanks mit einer Kapazität von 30–50 Liter als auch in kleinen tragbaren Einheiten, sog. Strollern. Vorteilhaft ist die Wiederbefüllung der Stroller durch den Patienten selbst, unter Beachtung der Vermeidung von

Kälteschäden, nachteilig ist die Abhängigkeit vom Provider, der für die regelmäßige Wiederbefüllung bzw. den Austausch der großen Tanks zu Hause verantwortlich ist. Bei der Berechnung der Intervalle für das Wiederauffüllen muss eine spontane Verdampfungsrate in einer Größenordnung von 0,44 Liter Flüssigsauerstoff/Tag mit einberechnet werden. Mobile Patienten profitieren besonders vom geringen Gewicht der Stroller (minimal bei 0,5-Liter-Strollern 1,6 kg) und der größeren Menge des verfügbaren Sauerstoffs, der eine größere Aufenthaltsdauer z. B. außerhalb des Hauses ermöglicht.

Diese Zeit kann durch Verwendung von Demand-Systemen noch weiter gesteigert werden.

### Demand-Ventile

Demand-Ventile dienen der Einsparung von Sauerstoff, indem sie diesen nur bei der Einatmung an den Patienten abgeben. Wichtig hierfür sind ein schnelles und zuverlässiges Erkennen der Einatmung des Patienten, gekoppelt mit einer schnellen Abgabe einer ausreichend hohen Sauerstoffmenge während der ersten Phase der Einatmung. Demand-Ventile können wie z. B. bei den tragbaren Sauerstoffkonzentratoren in die Geräte integriert sein, oder als zusätzliche Geräte z. B. an Sauerstoffflaschen angebracht werden – in beiden Fällen bedeutet das eine Gewichtszunahme der Geräte für die Sauerstoff-Therapie. Je nach Atemmuster des Patienten

(hohe Atemfrequenzen bringen weniger Einsparpotential) sind bis zu Verdopplungen der Zeiten der mobilen Sauerstoffversorgung möglich. Im Gegensatz zum kontinuierlichen Sauerstofffluss wird während der Ausatmung (durch den Mund) der Raum der Nase (ca. 50 ml) und ggf. des Nasenrachenraums (weitere 50 ml) nicht mit reinem Sauerstoff gefüllt, so dass mit On-demand-Systemen trotz des höheren Flusses bei der Sauerstoffabgabe um ca. 2–5 % niedrigere inspiratorische Sauerstoffkonzentrationen resultieren. Dieser Effekt kann insbesondere bei Belastung von Bedeutung sein. Insofern sind Testungen der Eignung des Einsatzes von Demand-Ventilen sowohl unter Ruhe, als auch unter Belastungsbedingungen absolute Voraussetzung für die Verordnung. Dabei soll entsprechend der Empfehlung der aktuellen Leitlinie zur Langzeit-Sauerstoff-Therapie aufgrund der technischen Unterschiede zwischen verschiedenen Demand-Systemen und auch der Sauerstoff-Devices explizit das verordnete Gerät/die verordnete Gerätekombination getestet werden. Ein positives Testergebnis liegt nur vor, wenn in Ruhe ein Sauerstoffpartialdruck von mindestens 60 mmHg erzielt wird, unter Belastung die Sauerstoffsättigung nicht unter 90 % abfällt sowie die Gehstrecke mit dem zu verordnenden System um mindestens 10 % zunimmt und gleichzeitig die Atemnot (bestimmt mit der Borg-Skala) um mindestens 1 Punkt abnimmt.

### Vergleich von Continuous-Flow versus Demand-Flow in Ruhe und bei Belastung

Flüssigsauerstoff-Stroller und tragbare Konzentratoren unterschieden sich bei einem Fluss von 3 Liter Sauerstoff/Minute in einer älteren Untersuchung nicht bezüglich der Belastbarkeit und der Effekte auf die Sauerstoffsättigung.

Dennoch wird von einem Großteil der Patienten mit Sauerstofftherapie die Verwendung von Flüssigsauerstoff besser eingeschätzt als die Verwendung von tragbaren Flaschen und tragbaren Konzentratoren – ursächlich hierfür dürften v. a. Gewichtsvorteile sein. Aber auch das Wissen um die höhere Sauerstoffmenge die bei Flüssigsauerstoff mitgeführt wird, könnte für ein höheres Sicherheitsgefühl ver-



Abbildung 7: Helios Marathon

antwortlich sein. Die Sorge vor einer nicht so ausreichenden Sauerstoffversorgung durch die gepulste Sauerstoffabgabe bei tragbaren Konzentratoren spielt möglicherweise auch eine Rolle, erscheint aber durch die notwendige Testung vor der Verordnung als Grund eher nachrangig.

In den letzten Jahren wurden die verschiedenen Systeme bezüglich ihrer Effektivität in sogenannten randomisierten Studien untersucht. Gloeckl und Mitarbeiter verglichen bei hypoxämischen COPD-Patienten mit LTOT die Gehstrecke in einem Ausdauer-Test mit drei verschiedenen Systemen (kontinuierliche Sauerstoffgabe, Sauerstoffgabe mit Demand-Ventil (Flüssigsauerstoff) und tragbarer Sauerstoffkonzentrator mit Demand-Steuerung).



Abb. 8: Sauerstoffbrille

Die Effekte auf Gehstrecke und Atemnot waren vergleichbar, wenn auch ein Fünftel der Patienten mit Demand-Systemen eine um mindestens 4 % niedrigere Sättigung unter Belastung verglichen mit den Ruhewerten aufwies.

### Befeuchtung während der Sauerstofftherapie

Sauerstoff wird sowohl aus Sauerstoffkonzentratoren, Sauerstoffflaschen und bei Flüssigsauerstoff als trockenes Gas aus den Geräten abgegeben. Insbesondere bei hohen Flüssen dieses trockenen Gases kann es zu einer Reizung der Nasenschleimhaut kommen: Entzündungen der Schleimhäute, trockene Schleimhäute oder Nasenbluten können auftreten. Die alte Leitlinie zur Langzeit-Sauerstoff-Therapie hatte ab einer Flussrate von 2 Liter/Minute eine zusätzliche Befeuchtung des Sauerstoffs empfohlen. Kritisch dazu muss angemerkt werden, dass Daten über positive Effekte der Befeuchtung schon damals nicht vorhanden waren, und auch in der Zwischenzeit nicht dazu gekommen sind. Zudem sinkt die Effektivität einer möglichen Befeuchtung, je Patienten-ferner diese in das Schlauchsystem integriert wird. Über die Problematik der Einleitung von angefeuchtetem Sauerstoff in Beatmungsgeräte wurde schon weiter oben berichtet. Zusammenfassend erscheint eine Befeuchtung bei der Verwendung von Sauerstoff nur möglichst Patienten-nah sinnvoll.

### Applikationssysteme

Bezüglich der Applikationssysteme für die Langzeit-Sauerstoff-Therapie steht in der aktuellen Leitlinie folgendes Statement: Die Nasenbrille stellt die bevorzugte Applikationsform dar. Eine Befeuchtung des



Abb. 9: Oxynasor Nasenbrille



Sauerstoffs ist nicht regelhaft erforderlich.

Am meisten verbreitet sind Nasenbrillen bzw. Nasensonden. Das am häufigsten verwendete Material ist aus Preisgründen PVC, nachteilig kann hier die Materialhärte sein. Weichere Sonden bestehen z. B. aus Kraton oder phthalfreiem Silikon.

Sollten durch die Sonden Schleimhautschäden v. a. im Bereich der Naseneingänge verursacht worden sein, können bis zum Abheilen sogenannte Nasal-Oral-Brillen (frühere Bezeichnung: Oxynasor) verwendet werden, bei denen das mit mehreren Luftauslässen versehene Sondenende auf der Oberlippe platziert wird, und um das Ende der Sonde herum eine Sauerstoff-Wolke entsteht, die dann über Mund und/oder Nase eingeatmet werden kann. Maximale Flussraten von 3 Liter O<sub>2</sub>/Minute sind zugelassen.

Wie häufig sollen die Nasenbrillen/-sonden gewechselt werden? Aus hygieni-

schen Gründen mindestens 1-mal monatlich, bei deutlicher Verschmutzung/Sekretablagerung im Rahmen von Infekten der oberen Atemwege sind kürzere Intervalle notwendig. Aus kosmetischen Gründen entscheiden sich einige Patienten, die Nasensonden in Brillengestelle zu integrieren.

### **Wann soll eine Langzeit-Sauerstoff-Therapie kontrolliert werden?**

Die Empfehlung der Leitlinie lautet: Die LTOT sollte in Bezug auf Indikationsstellung, Flussmenge, Therapieeffekte und Adhärenz nach etwa 3 Monaten überprüft werden. Die folgenden Kontrollintervalle sollten sich am klinischen Zustand des Patienten bzw. der Therapieadhärenz orientieren.

Eine Verwendungsdauer von 15 Stunden täglich ist anzustreben, bei abschließlicher Belastungshypoxämie auch

kürzer. Sollte die Therapiedauer deutlich abnehmen, sollte der Patient nochmals auf die Vorteile einer mindestens 15-stündigen Therapie hingewiesen werden.

### **Langzeitsauerstoff-Therapie und Rauchen**

Sauerstoff ist zwar selbst nicht brennbar, beschleunigt aber Verbrennungsvorgänge. Rauchende Patienten haben ein erhöhtes Risiko für Verbrennungen v. a. im Gesicht beim Rauchen und gleichzeitiger Verwendung von Sauerstoff über Nasensonden bzw. -brillen.

Insofern sollte sowohl aus prognostischen Gründen als auch aus Gründen des Patientenschutzes der Patient zur Aufgabe des Tabakrauchens motiviert werden.

**Autor: Dr. med. Jens Geiseler**  
Vorsitzender der LOT e.V.