

Positive Effekte von gepulsten Sauerstoff- systemen

Bei bis zu 50 % der Patienten, die eine kontinuierliche Sauerstofftherapie erhalten, tritt eine klinisch signifikante nächtliche Entsättigung auf.¹

Kontinuierlicher Sauerstoff-Fluss Versorgung & Schlaf

Es gibt eine Reihe von Theorien und Studien zur Langzeit-Sauerstofftherapie (LTOT) im Schlaf. Es hat sich gezeigt, dass bei vielen LTOT-Patienten eine klinisch signifikante nächtliche Entsättigung auftritt. Dies gilt selbst für einige LTOT-Anwender, die im Wachzustand gut mit der ihnen verordneten LTOT-Einstellung zu recht kommen.

Der kontinuierliche Fluss gilt zwar seit jeher als Standardverfahren, hat aber auch seine Schwachstellen. Wissenschaftliche Daten haben gezeigt, dass bei 30–50 % der Patienten, die eine kontinuierliche O₂-Abgabe erhalten, eine klinisch signifikante Entsättigung während des Schlafs auftritt.¹

Die mit kontinuierlichem Fluss verbundenen klinischen Defizite sind seit Jahren bekannt, was sich auch in der Empfehlung der American Thoracic Society widerspiegelt, den nächtlichen Sauerstofffluss bei kontinuierlichem Fluss um 1 lpm zu erhöhen. Diese Empfehlung zielt darauf ab, die nächtliche Entsättigung auszugleichen, die durch eine verringerte Minutenventilation infolge langsamerer Atemfrequenzen (RR) und flacher Atemzüge entsteht. Ohne eine Erhöhung des nächtlichen O₂-Flows ist den Daten zufolge davon auszugehen, dass 30–50 % der Patienten ein gewisses Maß an klinisch signifikanter nächtlicher Entsättigung aufweisen werden.^{2,3,4}



Nächtliche O₂-Abgabe mit kontinuierlichem Fluss

- Im Wachzustand: RR (20) x kontinuierlicher Fluss (3 lpm) = 660 ml O₂ pro Minute
 - Schlafend: RR (10) x kontinuierlicher Fluss (3 lpm) = 330 ml O₂ pro Minute
- (Unter der Annahme einer konstanten Inspirationszeit von 1 Sekunde)

Die meisten Homecare Provider und Kliniker sind sich dieser Probleme nicht bewusst, da es nicht zur Standardpraxis gehört, bei stabilen LTOT-Patienten über Nacht eine Pulsoximetrie durchzuführen. Dieser Ansatz schafft ein falsches Gefühl der klinischen Wirksamkeit bei Patienten, die eine kontinuierliche O₂-Abgabe erhalten. Diese Wahrnehmung beruht eher auf einem Dogma im Gesundheitswesen als auf evidenzbasierter Forschung und Ergebnissen.

- 1 Plywaczewski R, et al. Incidence of nocturnal desaturation while breathing oxygen in COPD patients undergoing long-term oxygen therapy. CHEST 2000; 117(3): 679–83
- 2 Tarrega J, et al. Are daytime arterial blood gases a good reflection of nighttime gas exchange in patients on long-term oxygen therapy? Respir Care 2002; 47(8): 882–6
- 3 Sliwinski P, et al. The adequacy of oxygenation in COPD patients undergoing long-term oxygen therapy assessed by pulse oximetry at home. Eur Respir J 1994; 7(2): 274–278
- 4 Plywaczewski R, et al. Behavior of arterial blood gas saturation at night in patients with obstructive lung diseases qualifying for home oxygen therapy. Pneumonol Alergol Pol 1997; 65(7-8): 494–499

Entwicklung der Sauerstoffversorgung

Die gepulste O₂-Abgabe ist eine logische Erweiterung und Anwendung der Sauerstoffzufuhr mit niedrigem Fluss. Obwohl die Verordnungen in der Regel in Litern pro Minute (1 lpm) ausgestellt werden, geben alle Low-Flow-Sauerstoffgeräte tatsächlich ein Sauerstoffvolumen an den Patienten ab. Das abgegebene Sauerstoffvolumen ergibt sich einfach aus dem festen Gasfluss über die Zeit. Ein Beispiel: Ein Patient, dem 2 lpm kontinuierlicher Sauerstoff-Fluss über eine Nasenkanüle verordnet wurde, atmet nicht tatsächlich 2 volle Liter Sauerstoff ein. Das Nettovolumen des eingeatmeten Sauerstoffs, das einem Patienten im Laufe einer Minute zugeführt wird, ist ein Produkt aus der Sauerstoffflussrate, der Atemfrequenz des Patienten, der Inspirationszeit und dem Tidalvolumen abzüglich des anatomischen Totraums.

Inogen One Nächtliche O₂-Abgabe

- Festes O₂-Volumen pro Minute; Bolus wird auf der Grundlage der Atemfrequenz (RR) nach oben oder unten angepasst.
Anpassung bei fehlenden Atemzügen usw.
 - FMV*-Modell der nächtlichen O₂-Abgabe
 - Kann mehr nächtlichen Netto-O₂ liefern als die kontinuierliche O₂-Abgabe

Inogen One G5/Rove 6

- Im Wachzustand: (3) Einstellung RR (20) = 630 ml pro Minute ODER 31,5 ml pro Atemzug
- Schlafend: (3) Einstellung RR (10) = 630 ml pro Minute ODER 63 ml pro Atemzug

* FMV Festes Minutenvolumen: Feste Sauerstoffmenge pro Minute. Die Bolusgröße variiert je nach Atemfrequenz des Patienten.

Eine bildhafte Erklärung für dieses Konzept der Sauerstoffzufuhr ist ein Wasserbrunnen: Wenn eine Person vor einer Wasserfontäne steht, die mit 1 Liter pro Minute fließt, trinkt sie nicht wirklich einen ganzen Liter Wasser. Die Wassermenge, die eine Person trinkt, ist ein Produkt aus der Anzahl der Schlucke und der Größe des Schluckes. Das Gleiche gilt für Sauerstoff mit kontinuierlichem Fluss; die eingeatmete Nettomenge ist eine Kombination aus der Flussrate, der Anzahl der Atemzüge und der Größe der Atemzüge (mit einigen zusätzlichen Variablen).

Die klinische Grundlage der effektiven gepulsten O₂-Abgabe beruht auf der Annahme, dass der am Gasaustausch in der Lunge beteiligte Sauerstoff in den ersten zwei Dritteln des Inspirationszyklus schnell in die Atemwege gelangt. Der Sauerstoff, der am Ende der Einatmung, während der Ausatmung und in der Pause vor der nächsten Einatmung fließt, wird als verschwendet betrachtet, da er keine Rolle beim Gasaustausch spielt. Etwa ein Drittel der Einatmung eines Menschen besteht aus Gas, das in den größeren Atemwegen, den Nebenhöhlen, der Nase und dem Mund verbleibt, anatomischer Totraum.

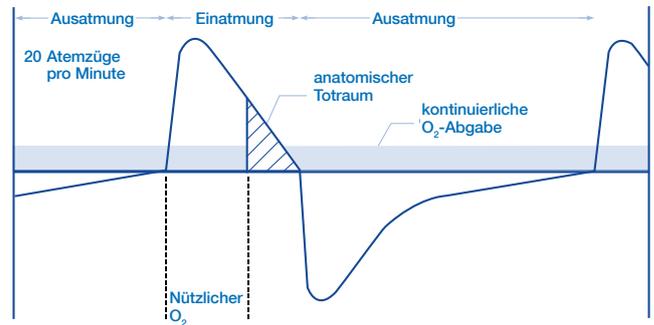
Es gibt einige Schlüsselemente, die mit einer effizienten gepulsten O₂-Abgabe verbunden sind, darunter Bolusgröße, Empfindlichkeit und Bolusgeschwindigkeit/-abgabe. Bei der gepulsten O₂-Abgabe wird die Theorie vertreten, dass die Sauerstoffzufuhr umso effizienter ist, je früher der Sauerstoffbolus im Inspirationszyklus abgegeben wird. Sauerstoffboli, die spät in der Inspiration verabreicht werden, können den Sauerstoffgehalt im Blut weniger wirksam verbessern, da Teile des Bolus in den anatomischen Totraum fallen können. In einer frühen Arbeit von Tjep und Lewis wurde festgestellt, dass die Effizienz der gepulsten Sauerstofftherapie verbessert werden kann, indem die Sauerstoffzufuhr auf die frühe Inspiration konzentriert wird.⁵

5 Plywaczewski R, et al. Incidence of nocturnal desaturation while breathing oxygen in COPD patients undergoing long-term oxygen therapy. CHEST 2000; 117(3): 679-83

Inspiratorischer Zyklus & Bolusabgabe

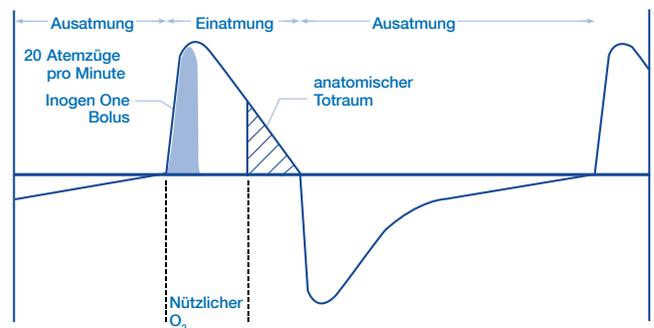
Kontinuierliche Flowzufuhr

Der während der ersten 2/3 der Inspirationsphase zugeführte Sauerstoff hat in der Regel den direktesten Einfluss auf den Gasaustausch in der Lunge. Sauerstoff, der danach zugeführt wird, verbleibt in der Regel in anatomischen Toträumen und erreicht die Lunge nicht. Mehr als 2/3 des Sauerstoffs mit kontinuierlichem Fluss wird abgegeben, wenn der Patient nicht einatmet. Dieser Sauerstoff trägt nur wenig zum Gasaustausch in der Lunge bei.



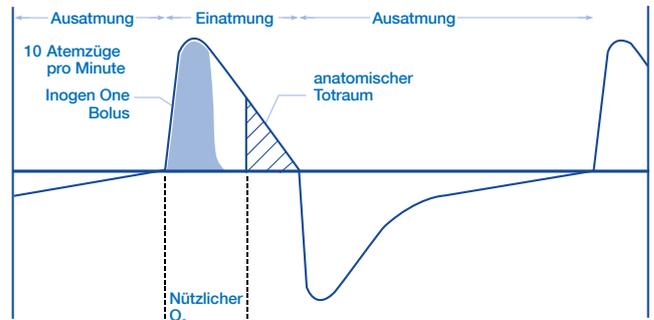
Inogen One Bolus-Verabreichung

Die patentierte Conserver-Technologie des Inogen One stellt sicher, dass der Sauerstoff innerhalb der ersten 400 Millisekunden nach der Einatmung zugeführt wird – in dieser Zeit hat der Sauerstoff die größte Wirkung auf den Gasaustausch in der Lunge. Der Inogen One verfügt über eine unvergleichliche Auslöseempfindlichkeit, um einen Atemzug schnell zu erkennen und innerhalb dieses kritischen Zeitraums Sauerstoff abzugeben. Bei weniger empfindlichen Geräten kann es zu Verzögerungen beim Einsetzen des Bolus kommen, was dazu führt, dass Teile des abgegebenen Bolus zu spät ankommen und weniger Wirkung auf den Gasaustausch in der Lunge haben.



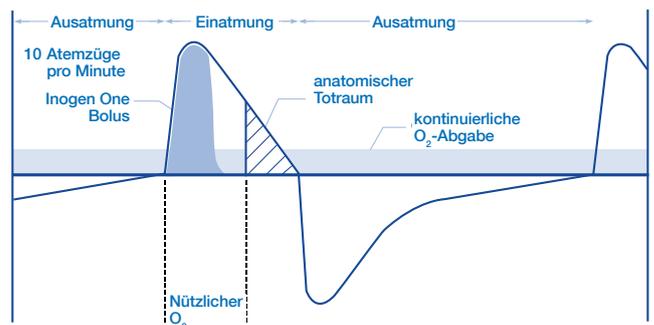
Inogen One nächtliche Bolusgabe

Während des Schlafs sinkt die Atemfrequenz in der Regel. Der Inogen One reagiert aktiv auf diese veränderte Physiologie, indem er eine patentierte Technologie einsetzt, um die Bolusgröße zu erhöhen. Bei 10 Atemzügen pro Minute gibt der Inogen One die doppelte Bolusgröße ab als bei einer Atemfrequenz von 20 Atemzügen pro Minute.



Vergleich Inogen One – kontinuierlicher Flow

Bei der Sauerstoffzufuhr mit kontinuierlichem Flow wird die Menge des eingeatmeten Sauerstoffs in Zeiten verminderter Atmung (Schlaf) nicht kompensiert. Es steht zwar das gleiche Volumen zur Verfügung, aber bei niedrigeren Tidalvolumina und nächtlichen Atemmustern wird weniger Sauerstoff eingeatmet. Inogen hat dieses Defizit beim kontinuierlichen Flow erkannt und den Inogen One so konzipiert, dass er mehr Sauerstoff pro Atemzug liefert, wenn die Frequenz und Tiefe der Atmung abnimmt.



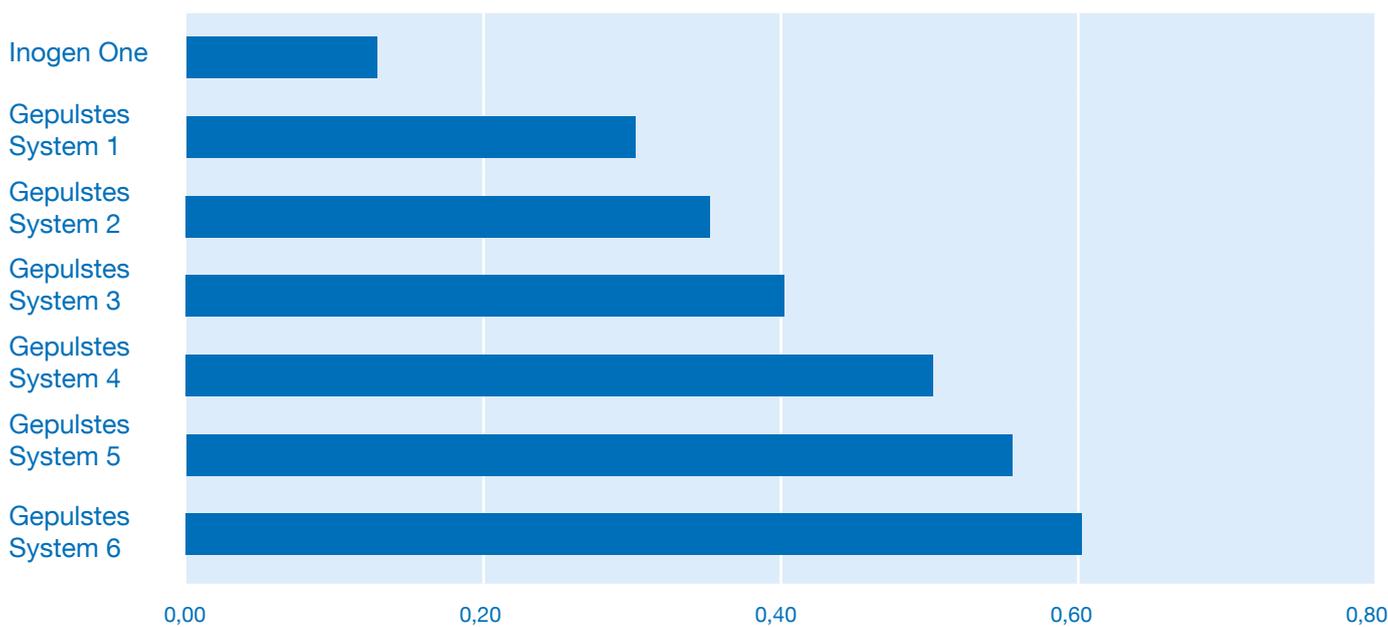
Gepulstes System für schlafende Patienten

Im Gegensatz zu anderen Geräten mit gepulster O₂-Abgabe wurde der Inogen One speziell für die Sauerstoffversorgung von schlafenden Patienten entwickelt. Die Empfindlichkeit von 0,12 cm H₂O macht den Inogen One zu einem der empfindlichsten Geräte auf dem Markt, das auch auf flache Atmung anspricht.

- Das gepulste System des Inogen One ist insofern einzigartig, als es für die Verwendung während aller Aktivitätsarten, einschließlich des Schlafs, konzipiert ist.
- Die Schaltungselektronik sorgt nicht nur für ein beispielloses Maß an Sensibilität für die Atmung des Benutzers, sondern bietet auch die Möglichkeit, einen Atemzug von anderen Schwankungen des Drucks in der Nasenbrille zu unterscheiden.
- Die Steuerungssoftware ermöglicht es dem Gerät, sehr flexibel auf wechselnde Umgebungen zu reagieren und die Sauerstoffzufuhr zu messen, um diese während des Schlafs zu erhöhen. Wenn die Atemfrequenz des Patienten sinkt, erhöht sich das Bolusvolumen, um sicherzustellen, dass die vorgeschriebene Sauerstoffmenge zugeführt wird.



Der Inogen One: Ein neues Maß an Präzision und Zuverlässigkeit



Empfindlichkeit gemessen in cmH₂O

Conserver-Trigger-Präzision Datenquelle: McCoy, R., A Guide to Understanding Oxygen Conserving Devices. 2003 and 2004

Klinische Wirksamkeit von gepulster O₂-Abgabe

Im Gegensatz zu den Studien, die Defizite bei der herkömmlichen kontinuierlichen Sauerstoffzufuhr bei schlafenden Patienten aufzeigen, gibt es eine Reihe positiver Studien zur Verwendung von Systemen mit gepulster O₂-Abgabe bei schlafenden LTOT-Patienten.

- In einer Reihe wissenschaftlicher Studien wurde die klinische Wirksamkeit von Geräten mit gepulster O₂-Abgabe bei LTOT-Anwendern während des Schlafs untersucht. Eine der umfangreichsten ist eine krankenhausbasierte Studie von Kerby, O'Donahue et al., in der ein Gerät mit gepulster O₂-Abgabe im Vergleich zu kontinuierlichem Sauerstofffluss bei 100 hospitalisierten, sauerstoffabhängigen Patienten untersucht wurde. Sie kamen zu dem Schluss, dass ein Gerät mit gepulster O₂-Abgabe während aller Aktivitäten, einschließlich des Schlafs, einen klinisch gleichwertigen SaO₂-Wert wie ein kontinuierlicher Sauerstofffluss aufweist.⁶
- Cuvelier et al. untersuchten mit Hilfe der Polysomnographie die nächtliche Schlaftoleranz einer bedarfsgesteuerten gepulsten O₂-Abgabe bei COPD-Patienten mit Hypoxämie und kamen zu dem Schluss, dass ein bedarfsgesteuertes Gerät mit gepulster O₂-Abgabe keine signifikante Veränderung der nächtlichen neurophysiologischen und ventilatorischen Profile bewirkt.⁷
- Die American Association of Respiratory Care Clinical Practice Guidelines erkennen nun die klinische Wirksamkeit von Geräten mit gepulster O₂-Abgabe bei ruhenden, aktiven und schlafenden Patienten an.^{7,8}



„Systeme mit gepulster O₂-Abgabe haben sich bei ruhenden, aktiven und schlafenden Patienten als klinisch wirksam erwiesen.“ – AARC-Leitlinien für die klinische Praxis; Revision 2007

6 Kerby GR, O'Donahue WJ, et al. Clinical efficacy and cost benefit of pulse flow oxygen in hospitalized patients. Chest. 1990 Feb; 97(2): 369–722
7 Cuvelier A, et al. Nocturnal efficacy and tolerance of a demand oxygen delivery system in COPD patients with nocturnal hypoxemia. Chest. 1999 July; 116(7): 22–29
8 AARC Clinical Practice Guide Oxygen Therapy in the Home or Alternate Site Health Care Facility – 2007 Revision & Update

Spezifische Forschung für Inogen

Inogen hat für den Inogen One mehr klinische Daten veröffentlicht als für jedes andere verfügbare Sauerstofftherapieprodukt.



1. Stegmaier JP, Chatburn RL, Lewarski JS. Determination of an Appropriate Nocturnal Setting for a Portable Oxygen Concentrator with Pulsed-Dosed Delivery. Abstract. Respir Care November 2006; 51(11): 1305.

Zusammenfassung: Ziel dieser Studie war es, festzustellen, ob eine einmalige Titration von Sauerstoff mit Hilfe eines mobilen Sauerstoffkonzentrators während des Gehens/der Bewegung eine geeignete Einstellung für die nächtliche Anwendung darstellt. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine Sauerstoffeinstellung, die auf ADL/Bewegungen am Tag basiert, eine wirksame nächtliche Sauerstofftherapie zu ergeben scheint, was durch einen mittleren Schlaf-SpO₂ von 92 % und keine klinisch signifikante Entsättigung belegt wird.

2. Chatburn, R, Lewarski J, McCoy R. Nocturnal oxygenation using a pulsed dose oxygen conserving device compared to continuous flow oxygen. Respir Care March 2006; 51(3): 252–256.

Zusammenfassung: Die Studie verglich die nächtliche Oxygenierung mit kontinuierlichem Flow mit dem Inogen One bei einer Gruppe von LTOT Anwendern mit chronischer Lungenerkrankung. Die Ergebnisse zeigen, dass der Inogen One bei angemessener Titrierung im Wesentlichen klinisch gleichwertig mit kontinuierlichem Sauerstofffluss ist. Die Studie deutet auch darauf hin, dass die Titration der Tagespulsdosis bei der Bestimmung der nächtlichen Oxygenierung wirksam sein kann.

3. Case, R, Hausmann R. Use of a portable oxygen concentrator with a fixed minute volume oxygen conserving device to deliver oxygen to exercising pulmonary rehabilitation patients. Abstract. Respir Care November 2005; 50(11): 1510. **Zusammenfassung:** Die Studie kam zu dem Schluss, dass der Inogen One in Bezug auf die Aufrechterhaltung der Ziel-SpO₂-Werte bei Anwendern von Sauerstoff mit hohem Durchfluss (4–5 lpm) während intensiver sportlicher Betätigung ebenso klinisch wirksam ist wie Sauerstoff mit kontinuierlichem Durchfluss.

4. McCoy, R, Lewarski, J. A test for clinical equivalency: A portable concentrator with integrated oxygen-conserving compared to continuous flow oxygen during nocturnal use. Abstract. Respir Care November 2005; 51(11).

Zusammenfassung: Diese Studie hat gezeigt, dass der Inogen One in der Lage ist, bei 9 von 10 (90 %) der untersuchten Patienten eine adäquate nächtliche Sauerstofftherapie durchzuführen, was durch die kontinuierliche SpO₂-Überwachung belegt wird. Die Titration des Sauerstoffs im Ruhezustand am Tag und der daraus resultierende SpO₂-Wert scheinen eine recht effektive Methode zur Bestimmung einer geeigneten nächtlichen Sauerstoffeinstellung zu sein.

Warum Inogen?

Es ist klinisch erwiesen, dass der Inogen One G5/Rove 6 den meisten ambulanten Patienten in allen Phasen der täglichen Aktivität und während des Schlafs den notwendigen Sauerstoff liefert.

- Der Inogen One G5/Rove 6 ist der einzige mobile Sauerstoffkonzentrator mit veröffentlichten klinischen Studien, die seine Wirksamkeit bei verschiedenen klinischen Anwendungen, einschließlich im Schlaf, bestätigen.

Der Inogen One G5/Rove 6 ist für die Verwendung an Bord aller Fluggesellschaften in den USA sowie vieler internationaler Fluggesellschaften zugelassen.



Inogen One technische Daten

Inogen One G5/Rove 6	
Gewicht	2,2 kg mit Standard-Akku
Abmessungen	18,26 cm x 8,28 cm x 20,7 cm
Fluss-Einstellungen	1 – 6
Akkulaufzeit	Standard-Akku: 6,5 Stunden Erweiterter Akku: 13 Stunden
Geräuschpegel	38 dBA bei Stufe 2
Leistung	AC-Netzteil 100-240V, 50-60Hz (automatische Erkennung für weltweiten Einsatz) DC-Stromversorgung: für den mobilen Einsatz
Merkmale	Einfache Steuerfunktionen, gut ablesbares LCD-Display
Anwendungsbereiche	Stationär, mobil, auf Reisen



Kontaktieren Sie uns

Sie möchten sich über unsere Sauerstoffkonzentratoren näher informieren oder wünschen eine persönliche Beratung? Unser Homecare-Team steht Ihnen gerne telefonisch unter 01/292 66 42 -155 zur Verfügung oder besuchen Sie uns in einem unserer Atemzentren in ganz Österreich.

Auf unserer Webseite finden Sie weitere Informationen und Videos zu unseren Sauerstoffkonzentratoren. www.habel-medizintechnik.at

