

kostenlose Broschüre zum Mitnehmen



Informationen für Betroffene und Interessierte

# Nicht-invasive Beatmung bei COPD und Lungenemphysem

Edition Atemwege und Lunge - 2023

Herausgeber:  
COPD - Deutschland e.V.



## Impressum

Herausgeber	COPD - Deutschland e.V. Landwehrstraße 54 47119 Duisburg Telefon 0203 – 7188742 <a href="mailto:verein@copd-deutschland.de">verein@copd-deutschland.de</a> <a href="http://www.copd-deutschland.de">www.copd-deutschland.de</a>
Autor	Jens Lingemann 1. Vorsitzender COPD - Deutschland e.V. Patientenorganisation Lungenemphysem-COPD Deutschland <a href="mailto:shg@lungenemphysem-copd.de">shg@lungenemphysem-copd.de</a> <a href="http://www.lungenemphysem-copd.de">www.lungenemphysem-copd.de</a>
Beratung	Professor Dr. med. Kurt Rasche Direktor der Klinik für Pneumologie, Allergologie, Schlaf- und Beatmungsmedizin Bergisches Lungenzentrum, HEOLIOS Klinikum Wuppertal, Klinikum der Universität Witten/Herdecke
Verlag	Redaktion Sabine Habicht Laubeggengasse 10, 88131 Lindau Telefon 08382 – 9110125 <a href="mailto:S.Habicht@Patienten-Bibliothek.de">S.Habicht@Patienten-Bibliothek.de</a> <a href="http://www.Patienten-Bibliothek.de">www.Patienten-Bibliothek.de</a>
Auflage	6. überarbeitete Auflage – Stand Juli 2023
Quellen	Eine Literaturliste (Quellenangaben) kann kostenfrei über den Verlag angefordert werden.
Druckerei	Holzer Druck und Medien, Weiler im Allgäu

### Bildnachweis

Deckblatt © COPD – Deutschland e.V., S5 RFBSIP – AdobeStock, S6 kaianni – Fotolia/  
AdobeStock, S7 ResMed, S9 Hygiene Museum Dresden, S10 ResMed, S11 ResMed,  
S14 Axel Kock – AdobeStock, S15 Alila Medical Media – AdobeStock, S18 Fisher &  
Paykel, S20 ResMed, S24 rdnzl – Fotolia/AdobeStock, S28 ResMed

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	4
Formen der Atmungsschwäche	5
Historie	9
Basisinformationen Nicht-invasive Beatmung	10
Indikationen	15
Positive Effekte/Anwendungen	20
Kontraindikationen	21
Infektiologische Aspekte/mögliche Nebenwirkungen	22
Einstellparameter/Kontrollparameter	23
Beatmungsgeräte/technische Ausstattung	24
Beatmungszugang/Masken	26
Fehlerquellen und Grenzen	28
Weaning	29
Begriffserläuterung / häufige Abkürzungen	30
COPD - Deutschland e.V.	31
Symposium Lunge	32
Austausch von Betroffenen und Angehörigen	33
Patientenratgeber des COPD – Deutschland e.V.	34

## Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen, sehr geehrte Leser,

die Nicht-invasive Beatmungstherapie (NIV) ist seit langem eine etablierte Behandlung bei COPD und Lungenemphysem in fortgeschrittenem Stadium. Sie kann zusätzlich zur Langzeit-Sauerstofftherapie aufgrund einer akuten oder chronischen Erschöpfung der Atem- und Atemhilfsmuskulatur eingesetzt werden. Die NIV bewirkt eine Entlastung der Atemmuskulatur.

Die Frage nach der Wirksamkeit der NIV wurde 2014 mit einer im renommierten Journal the Lancet Respiratory Medicine publizierten Studie, die unter Leitung von PD Dr. Thomas Köhlein, Teuchern durchgeführt wurde, eindrucksvoll beantwortet:

Die außerklinische Nicht-invasive Beatmung reduziert das Risiko zu versterben (Mortalitätsrisiko) bei Patienten mit fortgeschrittener COPD um 76 %.

Damit wurde der Nachweis erbracht, dass NIV bei ausreichender Dosierung und dauerhafter Anwendung die Sterblichkeitsrate insgesamt reduzieren sowie die körperliche Leistungsfähigkeit erheblich verbessern kann.

Die Studie konnte zeigen, dass durch NIV die Atempumpeninsuffizienz ausgeglichen werden kann. Allerdings müssen Beatmungsdrucke gewählt werden, die den erhöhten Kohlendioxidgehalt im Blut deutlich senken und die Beatmungszeiten sollten bei mindestens 6 Stunden pro Tag liegen.

Was konkret bedeutet eine Nicht-invasive Beatmung, wann wird sie angewendet, welche Effekte kann sie erzielen? Was ist bei einer NIV notwendig und was ist medizinisch sinnvoll? Was ist bei der Handhabung zu beachten und welche Fehlerquellen und Grenzen müssen berücksichtigt werden?

Diesen und weiteren Fragen geht dieser Ratgeber nach. Mit den nachfolgenden Informationen möchten wir Ihnen ein Basiswissen und Grundverständnis für die Nicht-invasive Beatmung vermitteln.

Ihr  
Jens Lingemann  
Vorsitzender COPD - Deutschland e.V.  
Patientenorganisation Lungenemphysem-COPD Deutschland

## Formen der Atmungsschwäche

Die Atmung basiert im Prinzip auf mehreren miteinander „verzahnten“ Systemen zur Sauerstoffaufnahme und Kohlendioxidabgabe. Erkrankungen können Einfluss auf diese Systeme nehmen und eine Atmungsschwäche an einem oder auch an beiden Systemen auslösen.

### Sauerstoffaufnahme

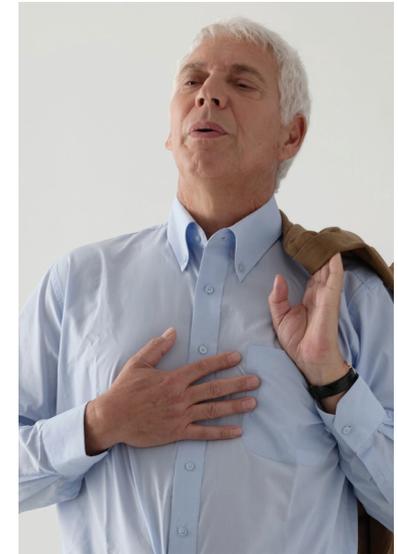
Jede einzelne Zelle unseres Körpers benötigt dauerhaft Sauerstoff. Auch wenn manche Körperzellen einige Stunden ohne Sauerstoff funktionsfähig bleiben, so sterben andere Zellen – speziell die Hirnzellen – bereits nach kurzer Zeit ohne Sauerstoff ab.

Bei der Einatmung nehmen wir über die Lunge Sauerstoff auf. In den winzigen Lungenbläschen am Ende der kleinsten Bronchienverästelungen findet der Austausch des Sauerstoffs ins Blut statt. Über das Blut wird der Sauerstoff dann für den „Endverbrauch“ weiter zu den einzelnen Körperzellen transportiert.

Sauerstoff ist für unsere Körperzellen essenziell notwendig, um Energie zu produzieren. Die gewonnene Energie dient sowohl dem Selbsterhalt der Zellen als auch der funktionellen Leistungserbringung, wie z.B. dem Zusammenziehen der Muskelzellen.

### Kohlendioxidabgabe

Im Rahmen des Stoffwechsels entsteht im Körper als „Abbauprodukt“ neben Wasser vor allen Dingen Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>). Zur „Entsorgung“ muss das Kohlendioxid über das Blut zur Lunge transportiert und dort über die Ausatmung abgeatmet werden. Der Abtransport erfolgt also entgegengesetzt zum Weg des Sauerstoffs.



Zwei Formen der Atmungsschwäche (respiratorische Insuffizienz) sind zu unterscheiden:

### Schwächung der Lunge

Erkrankungen der Lunge, wie z.B. COPD, Lungenemphysem, Lungenfibrose etc., können den Gasaustausch zwischen den Millionen kleinen Lungenbläschen und den sie umschließenden kleinen Gefäßnetzen beeinträchtigen. Die notwendige Fläche zum Gasaustausch wird durch die Erkrankung reduziert bzw. eingeschränkt, was primär zu einer Störung der Sauerstoffaufnahme führt. Als Konsequenz daraus nimmt der Gehalt des Sauerstoffs im Blut ab.

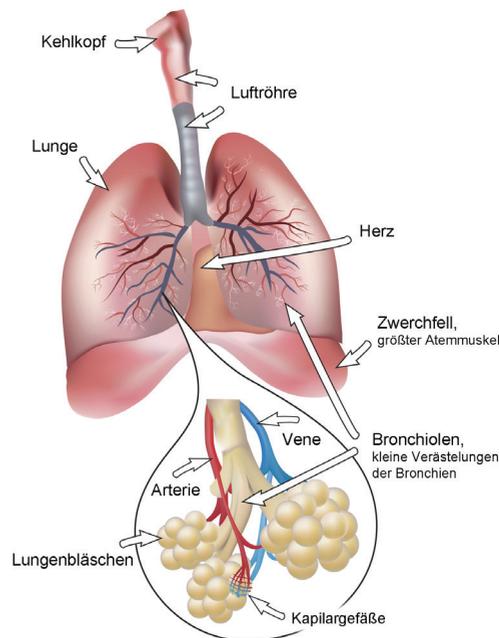
Ein niedriger Sauerstoffgehalt im Blut führt automatisch zu einer Steigerung der Atemfrequenz und somit langfristig (sekundär) zu einer Überlastung der Atempumpe.

Ist die Erkrankung fortgeschritten und handelt es sich um einen, von Ihrem Lungenfacharzt festgestellten, behandlungsbedürftigen chronischen Sauerstoffmangel, kann durch den Einsatz einer Langzeit-Sauerstofftherapie (LTOT) die Konzentration des Sauerstoffs bei der Einatmung erhöht werden.

Durch die erhöhte Konzentration des Sauerstoffs merkt das Atemzentrum, dass wieder genug Sauerstoff vorhanden ist und reduziert somit den Antrieb der Atemmuskulatur, die Atemfrequenz normalisiert sich.

Ziel einer Langzeit-Sauerstofftherapie (mindestens 15, besser 24 Stunden täglich) ist die Verbesserung der Sauerstoffversorgung der einzelnen Organe und die Entlastung der Atemmuskulatur (Atempumpe).

**Hinweis:** Detaillierte Informationen zur Langzeit-Sauerstofftherapie finden Sie im gleichnamigen Patientenratgeber des COPD – Deutschland e.V. [www.copd-deutschland.de](http://www.copd-deutschland.de)



### Schwächung der Atempumpe

Der Begriff Atempumpe wurde vor ca. 25 Jahren in der Medizin geprägt. Unter diesem Begriff werden die Skelettanteile des Brustkorbs, die Atemmuskulatur mit ihren peripheren Nerven und das Atemzentrum (Teil des Gehirns, das die Ein- und Ausatmung reguliert) zusammengefasst.

Die Atemmuskulatur wiederum setzt sich aus dem Zwerchfell, dem wichtigsten Atemmuskel, sowie den Zwischenrippenmuskeln zusammen. Bei körperlicher Anstrengung und erschwelter Atmung kann die Atemhilfsmuskulatur (Hals-, Nacken- und Schultergürtelmuskulatur) die Atmung zusätzlich unterstützen.

Ist der Sauerstoffgehalt im Blut durch eine Erkrankung oder durch den ganz natürlich erhöhten Bedarf, wie z.B. durch verstärkte körperliche Bewegung, zu niedrig, erfolgt automatisch mittels Impulse der Befehl an das Gehirn, schneller und tiefer zu atmen.

Solange die mit der gesteigerten Atmung einhergehende Belastung der Atemmuskulatur zeitlich begrenzt bleibt, wie dies bei einem Gesunden der Fall ist, sind keinerlei Auswirkungen zu erwarten. Bei einer Dauerbelastung der Atemarbeit und somit der Atemmuskulatur über Jahre bzw. Jahrzehnte hinweg, etwa aufgrund einer COPD oder eines Lungenemphysems mit chronischem Sauerstoffmangel, kann diese jedoch sekundär zu einer Überlastung der Atemmuskulatur führen.

Eine Schwächung der Atemmuskulatur führt zu einer Störung der Abatmung des Kohlendioxids, es staut sich im Körper und die CO<sub>2</sub>-Blutgaswerte steigen an, was medizinisch als Hyperkapnie bezeichnet wird. Ist die Atempumpe geschwächt, kann eine Nicht-invasive Beatmung (NIV) erforderlich werden.

Ziel einer Nicht-invasiven Beatmung (in der Regel über 6-8 Stunden täglich) ist die Reduzierung der Atemfrequenz, damit Entlastung der Atempumpe und Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Blutgaswerte.

Quelle: Vortrag „High-Flow-Sauerstoff-Therapie im außerklinischen Bereich – eine echte Alternative“, Dr. Jens Geiseler, Marl, Patienten-Bibliothek Atemwege und Lunge 2019



Die respiratorische Insuffizienz kann eine Folge der chronisch obstruktiven Lungenerkrankung COPD sein, da es durch die Atemwegsverengung, also die dauerhafte Störung der Atemwege und den Verlust an Gasaustauschoberfläche bei einem Lungenemphysem durch Überblähung und Zerstörung der Lungenbläschen, zur Beeinträchtigung der Sauerstoffaufnahme und ebenso der Kohlendioxidabgabe kommt.

Der erhöhte Atemwegswiderstand aufgrund der Verengung, erfordert eine vermehrte Atmungsarbeit und somit stärkeren Einsatz der Atemmuskulatur. Somit kann sich die Lunge aufgrund des hohen Atemwegswiderstandes innerhalb der verfügbaren Ausatmungsdauer (Expirationsdauer) nicht ausreichend entlüften und ausreichend Kohlendioxid abgeatmet werden. Am Ende bleibt ein positiver Druck in den Lungenbläschen (Alveolen) bestehen – der sogenannte intrinsische (iPEEP) oder auto PEEP.

Bei jeder Einatmung muss dieser noch bestehende Überdruck zuerst überwunden werden, bevor ein Atemfluss zustande kommt. Zur Überwindung des auto PEEP werden bereits bis zu 50 % der Atmungsarbeit aufgebraucht.

Aus dieser Situation entwickeln sich weitere Gasaustausch- (Ventilations-) und Atemmuskel schwächende Effekte. Kommen möglicherweise weitere Komponenten, wie z.B. Infekte, eine Herzschwäche (Herzinsuffizienz) etc. hinzu, sind entlastende Therapiemaßnahmen notwendig, um die Situation wieder zu stabilisieren.

**Merke:** Die Ursache einer Ventilationsstörung ist in erster Linie eine Erschöpfung der Atemmuskulatur. Die mit einer CO<sub>2</sub>-Erhöhung im Blut einhergehende plötzliche Verschlechterung (Exazerbation) der COPD ist ein klassisches Beispiel für ein akutes Versagen der Atemmuskelpumpe.

Somit liegt das Ziel einer NIV insbesondere in der Erholung der überlasteten Atemmuskelpumpe. Das Ziel einer Langzeit-Sauerstofftherapie ist dagegen die Wiederherstellung einer ausreichenden Belüftung und Durchblutung des Lungengewebes für den erforderlichen Gasaustausch.

Trotz einer möglicherweise vorhandenen Langzeit-Sauerstofftherapie kann daher eine ergänzende Nicht-invasive Beatmung notwendig werden.

## Historie

Die maschinelle Beatmung zur Therapie der chronisch respiratorischen Insuffizienz (chronische Störung des pulmonalen Gasaustausches mit krankhaft veränderten Blutgaswerten) hat eine lange Historie.

Die sogenannte Eiserne Lunge war das erste Negativdruckbeatmungsgerät, das in der ersten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts bekannt geworden ist.

Die Eiserne Lunge wurde zu dieser Zeit nicht so sehr für die Intensivmedizin, sondern vor allen Dingen bei Polio (Kinderlähmung) eingesetzt. Denn bei Polio, einer Viruserkrankung, kann es zu einer Lähmung der Muskeln einschließlich des Zwerchfells kommen, sodass die Patienten vor allem in der Akutphase die Eiserne Lunge zur Unterstützung der Atmung benötigten. Bis zum Wiedereinsetzen der Muskelfunktion des Zwerchfells wurde die Nicht-invasive Beatmung insbesondere in der Nacht genutzt, in einigen Fällen jedoch auch kontinuierlich.

1952 erkrankten in Dänemark knapp 3.000 Menschen bei einer schweren Polio-Epidemie. Die vorhandenen Eisernen Lungen reichten für die notwendige respiratorische Unterstützung nicht aus. Daher wurde auf die Positivdruckbeatmung, bei denen die Patienten tracheotomiert (Luftröhrenschnitt) und manuell mittels Beatmungsbeutel beatmet wurden, zurückgegriffen. Von der Positivdruckbeatmung hatte man bisher angenommen, dass sie eher schädlich für die Lunge sei.

Insgesamt wurden über 2.000 freiwillige Helfer in dieser Technik unterrichtet, um den Anforderungen der notwendigen Beatmungen gerecht zu werden.

Während dieser Notsituation stellte sich heraus, dass die Erfolge einer Positivdruckbeatmung (= Überdruck) wirkungsvoller und nachhaltiger sind als bei der Negativdruckbeatmung (= Unterdruck) durch die Eiserne Lunge.

Die Positivdruckbeatmung setzte sich als Beatmungsmethode der Wahl durch und wurde kontinuierlich in den Folgejahren weiterentwickelt.

Hygiene Museum Dresden, die eiserne Lunge befindet sich in der ständigen Ausstellung.



## Basisinformationen Nicht-invasive Beatmung

„Beatmung“ ist ein Thema, das meist mit vielen Ängsten und Sorgen verknüpft wird – obwohl die Effektivität dieser therapeutischen Maßnahme nachweislich sehr groß ist. Das Ziel ist daher, zu informieren und Berührungängste zu reduzieren.

Nicht-invasive Beatmung (= non-invasive ventilation = NIV) ist eine mechanische Atemhilfsunterstützung ohne Intubation (also ohne Einführung eines Beatmungsschlauches in die Luftröhre).

### Über- und Unterdruck

Die Nicht-invasive Beatmung kann mittels Über- oder Unterdrucks durchgeführt werden, wie schon im historischen Abriss kurz beschrieben.

Damit die Atemluft durch die Atemwege dem Gasaustausch in der Lunge zugeführt werden kann, ist eine aktive Beteiligung der Atemmuskulatur notwendig. Bei der Atmung wird in der Pleurahöhle (Spalt zwischen dem Lungen-, Zwerch- und Rippenfell) durch die Atemmuskulatur ein Unterdruck erzeugt. Der dabei entstehende Druckunterschied zwischen atmosphärischem Druck und dem inneren Druck im Brustkorb erzeugt einen Luftstrom.

Die Unterdruck-Beatmung imitiert diesen natürlichen Atemmechanismus, indem ein Unterdruck in einer Kammer erzeugt wird, die den Körper umschließt und am Hals abgedichtet wird. Auch heute wird, z. B. bei Kindern oder unüberwindbaren Problemen der Überdruckbeatmung, Unterdruck eingesetzt. Hierfür stehen Weiterentwicklungen, wie z.B. eine Art Weste oder ein Anzug zur Verfügung, die einen Unterdruck im Brustkorb erzeugen.

Die am meisten eingesetzte Technik der Nicht-invasiven Beatmung ist jedoch vorwiegend die Überdruck-Beatmung. Hierbei gelangt die Luft durch externen Überdruck und eine dicht schließende Nasen- oder Gesichtsmaske in die Lungen.



## Vorteile der Nicht-invasiven Beatmung

In den vergangenen Jahrzehnten hat sich die Technik, wie auch das dazugehörige Equipment und insbesondere die Masken bei der Nicht-invasiven Beatmung enorm weiterentwickelt, was gleichsam zu einer höheren Akzeptanz dieser Therapieform geführt hat.

Darüber hinaus bietet die Nicht-invasive Beatmung gegenüber der invasiven eine Vielzahl von Vorteilen:

- keine Intubation/Einführen eines Tubus erforderlich
- einfacher Beginn und Abbruch möglich
- Anwendungen mit Unterbrechungen möglich (intermittierend)
- Beruhigungsmittel sind nicht notwendig (Sedation)
- Husten ist möglich
- verbesserter allgemeiner Komfort für den Patienten
- Sprechen und Schlucken sind möglich
- Vermeidung von (potenziellen) Komplikationen durch eine Intubation
  - lokale Verletzungen und mögliche Spätfolgen an Kehlkopf, Rachen und Luftröhre
  - Einatmen von z.B. Sekret bei der Atmung (Aspiration)
  - Nasennebenhöhlenentzündungen (Sinusitiden)
  - Infektionen mit Mikroorganismen (Ventilator assoziierte Pneumonie)

Die Effektivität der invasiven und der Nicht-invasiven Beatmung ist im Prinzip gleichzusetzen.

Die Reduktion der Intubationshäufigkeit, die Abnahme der nosokomialen Infektionen und deren Komplikationen sind die wesentlichen Vorteile der NIV und wissenschaftlich hinreichend belegt.

Quelle: S2k-Leitlinie Nicht-invasive Beatmung als Therapie der akuten respiratorischen Insuffizienz, 2023



## Beatmungsformen

Die hauptsächlichen Beatmungsformen unterscheiden sich in volumengesteuerte und druckgesteuerte Beatmung oder inzwischen auch in einer Kombination aus beiden Formen, dem sogenannten Hybridmodus.

Grundsätzlich wird die maschinelle Beatmung unterteilt in kontrollierte (mandatorische) Beatmung und unterstützende (augmentierte) Spontanatmung. Bei NIV wird ausschließlich augmentierte Beatmung angewendet.

Die Beatmungsmodi unterscheiden sich zumeist in eine assistierte (unterstützte), assistiert-kontrollierte und kontrollierte Form (siehe auch Kapitel häufige Abkürzungen).

**Bitte beachten Sie:** Durch die große, stetig wachsende Vielfalt der Beatmungsgeräte und -modi ist eine Übersicht über alle Beatmungsformen nicht möglich. Versuche zur einheitlichen Nomenklatur und Systematik blieben bisher unvollständig. Die unterschiedlichen Beatmungsformen zeigen zudem fließende Übergänge.

Quelle: Dr. K. Siemon, Der Pneumologe, 2/2010

## CPAP – continous positive airway pressure

Die Abkürzung CPAP steht für das englische Wort „continuous positive pressure“, also übersetzt „kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck“. CPAP wird in der Schlafmedizin bei Patienten mit obstruktivem Schlafapnoe-Syndrom (OSAS) seit den 1980er Jahren sehr erfolgreich eingesetzt.

Durch den positiven Druck wird der bei OSAS-Patienten im Schlaf kollabierende Schlund offengehalten und damit obstruktiven (also durch Verlegung der oberen Atemwege entstehende) Atemstillstände (griech. Apnoen) verhindert. CPAP wird auch in der Intensivmedizin bei Patienten nach Operationen oder mit Pneumonien (Lungenentzündungen) sowie starker Bronchialschleimbildung eingesetzt, um durch den positiven Druck (ähnlich wie beim PEEP s.u.) die Alveolen (Lungenbläschen) vor Verklebung (Atelektasen) zu bewahren. Eine Beatmung im engeren Sinne ist die CPAP-Therapie allerdings nicht.

## BiPAP – biphasic positive airway pressure

Die zweiphasige Überdruckbeatmung BiPAP ist eine zeitgesteuerte, druckkontrollierte Atemhilfe mit der Möglichkeit der simultanen, ungehinderten Spontanatmung. BiPAP ist die einfachste Form der Beatmung; denn Beatmung im engeren Sinne findet erst dann statt, wenn bei Ein- und Ausatmung wechselnde Drücke benutzt werden. Im Prinzip kann man BiPAP als eine Mischung einer druckkontrollierten Beatmung und CPAP auf zwei Druckniveaus bezeichnen.

Das Besondere an BiPAP ist, dass der Patient zu jedem Zeitpunkt des Atemzyklus während der Beatmung spontan atmen kann. Der Patient kann also seine Spontanatmung trainieren, was insbesondere hilfreich ist beim sogenannten Weaning, dem Abtrainieren von der maschinellen Beatmung (siehe auch Kapitel Weaning).

Im BiPAP-Einstellungsmodus werden ein oberer und ein unterer Beatmungsdruck festgesetzt, die den Druckniveaus der Inspiration (Einatmung) und Expirationsphase (Ausatmung) entsprechen.

Der untere Beatmungsdruck gleicht dem PEEP (positive end expiratory pressure). Der PEEP ist der tiefste positive Druck, der sich am Ende der Ausatemungsphase in der Lunge einstellt und dafür sorgen soll, dass wenig Atelektasen (kollabierende Alveolen) entstehen.

Die Druckdifferenz zwischen dem oberen und unteren Druckniveau bestimmt das Atemminutenvolumen, das nicht nur durch die Erhöhung der Druckdifferenz, sondern auch durch die erhöhte Atemfrequenz pro Minute zunehmen kann.

BiPAP kann eine Beatmungsform sein, die den Patienten während der Phase ohne Spontanatmung, während der beginnenden Spontanatmung, bis hin zur alleinigen ausreichenden Spontanatmung begleitet.

### Erläuterungen:

Unter **Atelektasen** versteht man nicht oder nur unzureichend belüftete Lungenabschnitte, die nicht mehr mit Luft gefüllt sind, da die Wände der Lungenbläschen (Alveolen) kollabiert sind und aneinander liegen. In diesen Lungenabschnitten findet kein Gasaustausch mehr statt.

**Atemminutenvolumen** ist das Atemvolumen, das innerhalb von einer Minute geatmet wird. Es gibt Auskunft über die Leistungen bzw. Einschränkungen der Lunge.

$\text{Atemminutenvolumen} = \text{Atemzugvolumen} \times \text{Atemfrequenz}$

## Positiv-Beatmung

In der Nicht-invasiven außerklinischen Beatmung (engl. Non-invasive Ventilation = NIV) wird die Positivdruck-Beatmung in unterschiedlichen Modi (Arten) angewandt.

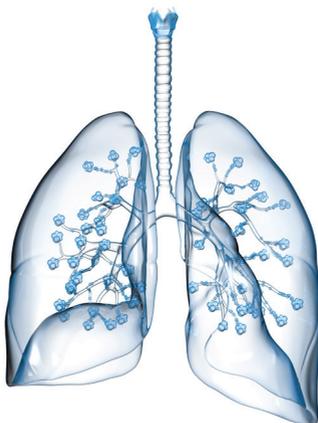
Grundsätzlich unterscheidet man zwischen assistierter und kontrollierter Beatmung. „Assistiert“ bedeutet, dass das Beatmungsgerät den jeweiligen spontanen Atemzug des Patienten assistiert (= unterstützt). „Kontrolliert“ bedeutet, dass das Beatmungsgerät nach fest eingestellten Beatmungsparametern die Beatmung des Patienten komplett übernimmt.

Schließlich wird unterschieden nach Geräten, die den Beatmungsdruck (druckunterstützt oder -kontrolliert) oder aber das Beatmungsvolumen (volumenunterstützt oder -kontrolliert) regulieren, also entweder versuchen, einen bestimmten eingestellten Druck oder ein bestimmtes eingestelltes Volumen bei dem jeweiligen Beatmungszug zu erreichen. Moderne Geräte arbeiten meistens mit einer Kombination aus allen Beatmungsmodi.

Die häufig bei den verschiedenen Beatmungsmodi benutzten Abkürzungen sind auf Seite 24 erläutert.

Weitere Beatmungsformen und Beatmungsmodi wurden in den letzten Jahren entwickelt, aufgrund ihrer Vielfalt kann an dieser Stelle nicht darauf eingegangen werden.

**Hinweis:** Der Begriff BiPAP ist durch die amerikanische Medizintechnikfirma Respirationics geschützt. Andere Unternehmen, die Beatmungsgeräte produzieren, müssen daher entweder eine Lizenzvereinbarung abschließen oder andere Bezeichnungen für diese Beatmungsform wählen, wie z.B. Bi-Vent, BiLever, Biphase etc.



## Indikationen

### Einsatz bei **chronisch respiratorischer Insuffizienz**

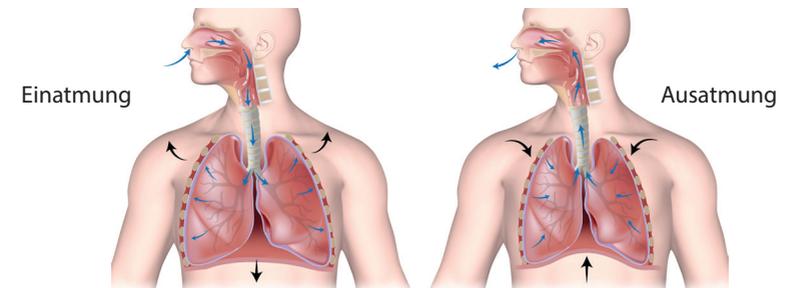
Wichtigstes Kriterium für den Beginn einer langfristigen NIV bei COPD sind die symptomatische chronische ventilatorische Insuffizienz (siehe Auflistung Symptome) oder die anhaltende (persistierende) Erhöhung der  $\text{CO}_2$ -Werte im Blut (Hyperkapnie) bei Zustand nach akuter NIV-pflichtiger akuten Verschlechterung (Exazerbation) mit Hospitalisation. Ein Nikotinverzicht ist dringend zu empfehlen.

Indikationskriterien (mindestens ein Kriterium soll erfüllt sein):

- chronische Tages-Hyperkapnie mit  $\text{PaCO}_2$  (arterieller Kohlendioxidpartialdruck)  $\geq 50$  mmHg
- nächtliche Hyperkapnie mit  $\text{PaCO}_2 > 55$  mmHg
- milde Tages-Hyperkapnie mit 46-50 mmHg und Anstieg des  $\text{PtcCO}_2$  um  $\geq 10$  mmHg während des Schlafs
- in der Folge einer akuten, beatmungspflichtigen respiratorischen Azidose (Übersäuerung des Blutes), wenn mindestens 14 Tage nach Beendigung der Akut-Behandlung noch eine persistierende Hyperkapnie ( $\text{PaCO}_2 > 53$  mmHg) besteht
- nach verlängertem (prolongiertem) Weaning, wenn eine Dekanülierung nur mit Hilfe der NIV möglich ist und diese zur Kontrolle von Symptomen und zur Vermeidung einer Hyperkapnie langfristig, also auch nach stationärer Entlassung notwendig ist

Die Beurteilung der „typischen Symptome“ bedarf immer einer klinischen Einschätzung, wobei weitere Kriterien, wie der Verlauf von Lungenfunktion, die körperliche Leistungsfähigkeit und der Wunsch des Patienten zu berücksichtigen sind.

Quelle: S2-Leitlinie Invasive und Nicht-invasive Beatmung bei chronisch respiratorischer Insuffizienz 2017 – aktuell in Revision



### Mögliche Symptome, die auf das Vorliegen einer chronischen ventilatorischen Insuffizienz hinweisen:

- Verschlechterung der Begleitsymptome der Grunderkrankung (z.B. Dysphagie (Schluckschwierigkeiten), Gewichtsabnahme, Atemnot, Abnahme der Belastbarkeit)
- Schlafstörungen (nächtliches Erwachen mit Atemnot, nicht erholsamer Schlaf, Tagesmüdigkeit, Einschlafneigung, Alpträume)
- Erythrozytose bzw. Polyglobulie (erhöhte Anzahl der roten Blutkörperchen – Erythrozyten transportieren den Sauerstoff im Blut)
- Zeichen der CO<sub>2</sub>-assoziierten Vasodilatation (Gefäßerweiterung der Konjunktiven (Bindehaut der Augen), Beinödeme, morgendliche Kopfschmerzen)
- Zyanose (bläuliche Verfärbung vor allem an Lippen und Fingern)
- Tachypnoe (erhöhte Atemfrequenz)
- Tachykardie (Herzrasen)
- Depression/Angst/Persönlichkeitsveränderungen

Ziel der NIV ist die Normalisierung des PaCO<sub>2</sub> unter Beatmung und im beatmungsfreien Intervall bei bestmöglicher Akzeptanz.

Die besten therapeutischen Effekte der Beatmung wurden unter experimentellen Bedingungen bei Anwendung von assistiert-kontrollierten Beatmungsmodi mit inspiratorischen Beatmungsdrücken von 20 bis 40 mbar erzielt. Diese Technik der sogenannten „high-intensity NIV“ ist definiert als NIV mit dem physiologischen Ziel der maximalen PCO<sub>2</sub>-Reduktion bei subjektiver Toleranz.

Erfahrungsgemäß werden die Beatmungsvorgaben nicht bei allen Patienten erreicht.

Die außerklinische NIV zeigt sich als erfolgreich hinsichtlich physiologischer Parameter wie Spontanfrequenz, Überblähung, Blutgase, Lungenfunktion. Es zeigt sich eine Linderung der Atemnot. Weitere Studien belegen, dass sich die körperliche Leistungsfähigkeit verbessert.

Quelle: S2-Leitlinie Invasive und Nicht-invasive Beatmung bei chronisch respiratorischer Insuffizienz 2017 – aktuell in Revision

### Einsatz bei akuter respiratorischer Insuffizienz

Die Nicht-invasive Beatmung ist bei einem akuten hyperkapnischen Versagen im Rahmen einer akuten COPD-Verschlechterung (Exazerbation bzw. AE-COPD), die im Krankenhaus behandelt wird, gut etabliert. Die NIV verringert nachweislich die Intubationsrate und verbessert das Überleben.

Zu einer akuten Verschlechterung kann es z.B. durch Infektionen, ausgelöst durch Viren oder Bakterien bei einer COPD kommen. Während Infektionen von Lungengesunden meist ohne größere Probleme überstanden werden, können diese bei einer vorgeschädigten Lunge Veränderungen auslösen, die zu schweren Störungen des Gasaustauschs, einer schweren Überlastung der Atempumpe und damit zur Beatmungspflichtigkeit führen können.

Wichtig zu wissen, nicht jede Exazerbation erfordert eine stationäre Aufnahme. Selbst dann, wenn ein Patient exazerbationsbedingt in ein Krankenhaus eingeliefert wird, ist dies nicht zwangsläufig mit der Notwendigkeit einer Beatmung verbunden.

Anhand einer Blutgasanalyse erfolgt die Einschätzung, ob eine Beatmung erforderlich ist. Wird ein erhöhtes CO<sub>2</sub> und gleichzeitig ein erniedrigter pH-Wert festgestellt, liegt eine sogenannte akute respiratorische Azidose vor – eine durch die Atmung verursachte Übersäuerung des Blutes.

Tatsächlich liegt nur bei etwa 10 % der Patienten, die mit einer akuten Exazerbation bei COPD ins Krankenhaus kommen, ein hoher CO<sub>2</sub>-Wert in Kombination mit einer respiratorischen Azidose vor. Werden diese Patienten nach erfolgter Blutgasanalyse mit einer Nicht-invasiven Maskenbeatmung beatmet, kann die Wahrscheinlichkeit, dass eine invasive Beatmung mittels Tubus auf einer Intensivstation in Narkose notwendig wird, um den Faktor 4 gesenkt werden.

Quelle: Dr. Jens Geiseler, Marl

Die Nicht-invasive Beatmung bei exazerbierter COPD mit Atmungsversagen ist eine etablierte Therapie, mit der in vielen Fällen eine Intubation und Beatmung vermieden und die Prognose des Patienten verbessert werden kann. Voraussetzung ist ein erfahrenes Team im Beatmungszentrum.

Als entscheidend für den erfolgreichen Einsatz der NIV bei AECOPD muss ein frühzeitiger Beginn der Therapie angesehen werden.

Quelle: S2k-Leitlinie – Nicht-invasive Beatmung bei akuter respiratorischer Insuffizienz, 2023

## NIV versus High Flow bei akuter respiratorischer Insuffizienz

Beim nasalen High Flow (über eine Nasensonde verabreichte hohe Flussrate) tragen Patienten keine Atemmaske. Erwärmtes und befeuchtetes Luft-Sauerstoff-Gemisch wird über spezielle Nasensonden, die einen großen Innendurchmesser aufweisen, zugeführt.

Ein kleines Gerät mit einer Turbine ermöglicht eine Durchflussrate von 20 bis 60 Litern pro Minute, in der Intensivmedizin sogar bis zu 100 Litern pro Minute. Der Sauerstoffanteil lässt sich nach Bedarf präzise stufenlos einstellen.

Mit der NHF-Therapie können hohe Flussraten erreicht sowie zusätzlich Sauerstoff zugeführt werden. Der starke Luftfluss von bis zu 60 Litern pro Minute verringert den Anteil des funktionellen Totraums und wäscht Kohlendioxid aus den oberen Atemwegen.

Zunächst wurde die NHF-Therapie in der Akutmedizin eingesetzt. Untersuchungen konnten nachweisen, dass insbesondere Patienten mit einem schweren Lungenversagen wie auch COPD-Patienten mit einer akuten Verschlechterung von der Therapie profitieren können. Sowohl der CO<sub>2</sub>-Blutgaswert als auch die Atemfrequenz konnten gesenkt werden.

Naheliegender ist also die Fragestellung, ob das Prinzip auch bei Patienten mit einem chronisch erhöhten CO<sub>2</sub>-Wert eingesetzt werden kann, zumal Patienten die High Flow Therapie als wesentlich angenehmer empfunden haben als den Einsatz der normalen Sauerstofftherapie und noch deutlich angenehmer als die Maskenbeatmung.

Quelle: Dr. Jens Geiseler, Marl

Die momentan vorliegenden Studienergebnisse erlauben lediglich die Schlussfolgerung, dass in NIV-Pausen der Einsatz der High Flow-Therapie bei besserem Komfort und günstigerem Einfluss auf Atemnot und Atemfrequenz möglich ist, die High Flow-Therapie jedoch nicht als Primärtherapie eingesetzt werden sollte.

Quelle: S2k-Leitlinie Nicht-invasive Therapie bei akuter respiratorischer Insuffizienz, 2023



## Einleitung einer Nicht-invasiven Heimbeatmung

Die Einleitung der NIV erfordert Zeit und Geduld. Sie erfolgt stationär in einem Beatmungszentrum und kann dort auf einer spezialisierten Normalstation, einem Schlaflabor oder einer Überwachungseinheit, während eines mehrtägigen bzw. bis zu zweiwöchigen Aufenthaltes durchgeführt werden. Die Einleitung wird von einem Arzt oder einem geschulten Therapeuten vorgenommen.

Bedauerlicherweise kommen viele Patienten häufig auf der Intensivstation zum ersten Mal in Berührung mit der Nicht-invasiven Beatmung. Aufgrund einer Verschlechterung oder einer anderen vorliegenden akuten Situation ist der Patient bereits äußerst angespannt. Dies sind natürlich ungünstige Voraussetzungen für einen ersten Kontakt mit der Maske.

Unbedingt zu empfehlen ist ein langsames Herangehen an das Thema Maskenbeatmung. Der Patient sollte die Maske zuerst einmal selbst in die Hand nehmen. Innerhalb der ersten halben Stunde sollte auf keinen Fall ein Festschnallen der Maske erfolgen. Hält der Patient die Maske selber fest, behält er immer das Gefühl, die Kontrolle zu haben, sollte es für ihn unangenehm sein.

Die Einstellungen des Beatmungsgerätes müssen an die Bedürfnisse des Patienten angepasst werden. Auch Masken müssen zum Teil angepasst werden. Im Verlauf der Ersteinstellung muss die Effektivität der Beatmung mittels Bestimmung des PaCO<sub>2</sub> unter Spontanatmung, ergänzt um nächtliche Messungen, erfolgen.

Es ist wichtig, mit niedrigen Beatmungsdrücken zu beginnen, auch wenn eine gewisse Druckhöhe des Gerätes notwendig ist, damit die Therapie effektiv wirkt, sollte dennoch während einer Gewöhnungsphase von einigen Wochen mit einem niedrigen Druck zwischen 5-12 mbar begonnen werden.

Quelle: Dr. Jens Geiseler, Marl

Nicht nur der Patienten selbst, sondern auch der betreuende Familienangehörige, Partner, Pfleger etc. werden in alle notwendigen Anwenderinformationen eingewiesen bzw. geschult. Auch die Einweisung erfolgt im Beatmungszentrum. Optimal ist ein Beatmungszentrum in räumlicher Nähe, damit hier eine entsprechende Begleitung der NIV im Sinne von Kontrollen, Optimierungen und ggf. auch im Fall einer Verschlechterung der persönlichen Situation sofortige Hilfen realisiert werden können.

## Positive Effekte/Auswirkungen

Die Nicht-invasive Beatmung ist sowohl als Kurzzeitmaßnahme bei akuter Verschlechterung der COPD als auch für die langfristige, mit Unterbrechungen erfolgende Heimbeatmung geeignet.

Effekte bei **chronisch** respiratorischer Insuffizienz:

- Verbesserung der Blutgaswerte
- Verbesserung der klinischen Parameter
- Verbesserung der Atemmechanik und Zunahme der atemmuskulären Kraft/Ausdauer durch Entlastung der Atempumpe
- Sinken der Herz- und Atemfrequenz
- Reduzierung von Exazerbationen
- Verbesserung der Schlafqualität – Vermeidung von Hypoventilationen im Schlaf
- Verbesserung der Lebensqualität

Effekte bei **akuter** respiratorischer Insuffizienz:

- Reduzierung der Notwendigkeit einer Intubation
- Reduzierung von Komplikationen (insbesondere Pneumonien/Lungenentzündungen)
- Reduzierung der Dauer der Krankenhausaufenthalte
- Reduzierung der Sterblichkeitsrate
- erfolgreiche Hilfe bei der Entwöhnung von invasiver Beatmung

Die Nicht-invasive Beatmung senkt in Kombination mit der Standardtherapie bereits in der ersten Behandlungsstunde den arteriellen Kohlendioxidpartialdruck, bessert den pH-Wert im Blut und senkt die Atemfrequenz.

Quelle: Prof. Dr. Bernd Schönhofer, Nicht-invasive Beatmung bei akuter respiratorischer Insuffizienz, Deutsches Ärzteblatt, 2008



## Kontraindikationen

Die Bereitschaft bzw. Kooperation des Patienten ist wichtig, um eine Nicht-invasive Beatmung durchzuführen.

Toleriert der Patient die Therapie nicht oder lehnt diese gar ab, so ist dies eine Kontraindikation – also eine Gegenanzeige. Die Therapie kann dann nicht durchgeführt werden.

Darüber hinaus bestehen aufgrund des fehlenden geschützten Atemweges (keine Intubierung) und des damit verbundenen fehlenden Schutzes beim Einatmen einige Kontraindikationen.

### absolute Kontraindikationen

- fehlende Spontanatmung, Schnappatmung
- fixierte oder funktionelle Verlegung der Atemwege
- gastrointestinale Blutung (Blutung im oberen Verdauungstrakt – von der Speiseröhre bis zum Zwölffingerdarm) oder Ileus (Verschluss des Darms)

### relative Kontraindikationen

Relative Kontraindikation bedeutet, dass NIV im Einzelfall, abhängig von der Erfahrung des Behandlungsteams und der verfügbaren technischen Ausstattung und unter ständiger Intubationsbereitschaft, auch in kritischen Situationen eingesetzt werden kann, dies betrifft insbesondere das hyperkapnische Koma.

- massive Agitation (krankhafte Unruhe, bei der es zu heftigen und hastigen Bewegungen kommt, verbunden mit Zittern und gesteigertem Bewegungsdrang)
- massiver Sekretverhalt trotz Bronchoskopie bzw. Nicht-invasivem Sekretmanagement
- schwergradige Hypoxämie (niedriger Sauerstoffgehalt im arteriellen Blut) oder Azidose ( $\text{pH} < 7,1$ )
- hämodynamische Instabilität (kardiogener Schock, Myocardinfarkt)
- anatomische und/oder subjektive Interface-Inkompatibilität (Maskenintoleranz wegen fehlendem Komfort, Schmerzen oder Klaustrophobie)
- Zustand nach Operation im oberen gastrointestinalen Bereich

Quelle: S2k-Leitlinie – Nicht-invasive Beatmung bei akuter respiratorischer Insuffizienz, 2023

## Infektiologische Aspekte/mögliche Nebenwirkungen

### Infektiologische Aspekte

Im Kapitel Basisinformationen, Vorteile der Nicht-invasiven Beatmung wurde bereits der Aspekt Infektionsvermeidung durch Nicht-Intubation erwähnt.

In wissenschaftlichen Studien wurde belegt, dass die mögliche Komplikation einer beatmungsassoziierten Lungenentzündung durch sogenannte nosokomiale Problemkeime oder auch „Krankenhausinfektion“ genannt, bei einer invasiven Beatmung erheblich häufiger vorkommt als bei einer Nicht-invasiven Beatmung.

Nosokomiale Pneumonien werden bei intubierten Patienten voraussichtlich durch das „stille“ Eindringen kontaminierter Sekrete im hinteren Bereich des Rachens verursacht.

Diese Art der Keimverlagerung kann bei der Nicht-invasiven Beatmung durch den ausreichenden Schluck- und Würgereflex nicht stattfinden.

Pathogene (krankmachende) Keime, die mit den Beatmungsgasen in die Lunge transportiert werden, scheinen bei allen Beatmungsverfahren keine Rolle zu spielen.

### Mögliche Nebenwirkungen

Die häufigsten unerwünschten Wirkungen treten durch Probleme mit der Beatmungsmaske auf, diese können durch die Wahl einer anderen Maske oftmals gelöst werden:

- Trockener Rachen
- Gesichtsschmerzen
- Fraktionierter Schlaf (aufgeteilter, d.h. nicht durchgehender Schlaf)
- Behinderte Nasenatmung
- Geblähtes Abdomen (Bauch bzw. Unterleib)
- Blähungen

Deutlich seltener treten unerwünschte Wirkungen wie Einschlafstörungen, Augenirritation, Nasenbluten, Übelkeit, Gesichtsdekubitus und Erbrechen auf.

Quelle: Prof. Windisch, 2008 – S2k-Leitlinie Nicht-invasive und invasive Beatmung, Revision 2017

## Einstellparameter/Kontrollparameter

Grundsätzlich ist bei einer Heimbeatmung wünschenswert, dass wenige Bedienelemente am Gerät vorhanden und die Einstellungen einfach und logisch sind. In einem Display sollten die individuell eingestellten Parameter angezeigt werden.

Nachfolgend einige mögliche Parameter:

- Beatmungsdruck (in- und expiratorisch also bei der Ein- und Ausatmung)
- Atmungsfrequenz (eingestellte und tatsächliche)
- abgegebenes Atemzugvolumen
- Triggerauslösung
- Inspirationszeit bzw. I:E-Verhältnisse (inspiratorisch/expiratorisch)
- Stundenzähler

### Erläuterung

Ein **Trigger** (=Auslöser) ist ein mikroprozessorgesteuerter Bestandteil des Beatmungsgerätes, der den eigenen Atemantrieb erkennen lässt. Die Beatmung wird durch geringen Unterdruck beim Spontanatemzug des Patienten ausgelöst. Die Empfindlichkeit des Triggers wird über eine sogenannte Triggerschwelle oder auch Triggerniveau eingestellt.

Das Beatmungsgerät soll so gewählt werden, dass auch temporäre oder dauerhafte Verschlechterungen der ventilatorischen Funktion ausreichend behandelt werden können. Beatmungsgeräte unterscheiden sich erheblich in z.B. Triggerverhalten, Druckstabilität, Flussaufbau u.a., sodass bei formal gleicher Einstellung klinisch relevante Unterschiede in der Beatmung resultieren können.

**Wichtig:** Der Austausch von Beatmungsgeräten auf einen anderen Typ oder die Umstellung des Beatmungsmodus muss deshalb unter stationären Bedingungen in einem Beatmungszentrum erfolgen.

Quelle: S2k-Leitlinien Invasive und Nicht-invasive Beatmung bei chronisch respiratorischer Insuffizienz

## Beatmungsgeräte/technische Ausstattung

Die Beatmungstherapie greift stark in den Alltag des Patienten ein. Die Erhaltung des selbstbestimmten Lebens ist neben den therapeutischen Effekten oberstes Ziel dieser Therapieform.

Die Auswahl des Beatmungsmodus, -gerätes wie auch der -parameter wird daher individuell und in Anlehnung an die Indikationsstellung nur vom Arzt vorgenommen. Wie bereits beschrieben, darf auch ein Austausch eines Gerätes nur unter ärztlicher Kontrolle erfolgen.

Unkontrollierte Veränderungen am Gerät oder an den Einstellungen können möglicherweise zu lebensbedrohlichen Komplikationen führen. Eine vertrauensvolle Zusammenarbeit mit Ihrem behandelnden Arzt ist eine optimale Basis der Therapie.

### Grundsätzliches

Das Gerät sollte einfach in der Bedienbarkeit und logisch in seinen Einstellungen sein. Optimal ist ein Display, das die eingestellten Parameter, wie auch den Beatmungsdruck in- und expiratorisch anzeigt. Verriegelungssysteme schützen vor versehentlicher Verstellung.

Die Zumischung von Sauerstoff erfolgt je nach Gerät über einen Einlass am Gerät oder einen Adapter am Schlauchsystem.

Weitere Funktionen:

- Ein- und Ausschalter auch im Dunkeln leicht ertastbar und getrennt von anderen Verstelleinrichtungen
- Alarmfunktionen für Fehlfunktionen, Stromausfall, Überdruckalarm (optisch und akustisch) – Auswahl abhängig von der Erkrankung, ggf. Anschluss an ein externes Alarmsystem



### Stromversorgung

Um im Falle eines Stromausfalls die Funktionsfähigkeit des Beatmungsgerätes sicherzustellen, muss dieses entweder über einen integrierten Akku oder externen Akku verfügen.

### Zweites Beatmungsgerät

Beträgt die Beatmungsdauer mehr als 16 Stunden täglich, liegt die Indikation für eine Verordnung eines Zweitgerätes vor. Weitere Indikationen sind in Ausnahmefällen möglich, z.B. auch bei Nutzung des Beatmungsgerätes am Rollstuhl. Das Zweitgerät muss mit dem ersten Beatmungsgerät identisch sein.

### CO<sub>2</sub>-Ausatmung

Mittels zwei verschiedener Verfahren kann die Ausatemluft abgeleitet werden:

- Ventile, die sich entsprechend dem Atemzyklus schließen und öffnen
- Öffnungen in der Beatmungsmaske, die zu einem kontinuierlichen Abstrom der Ausatemluft führen

### Schlauchsysteme

In der Regel werden Einschlauchsysteme mit einem entsprechenden Ausatemsystem verwendet. Zweischlauchsysteme sind bei der NIV nur erforderlich, wenn das expiratorische Volumen sicher bestimmt werden soll. Dies ist jedoch nur selten der Fall.

Bei Einwegsystemen ist der Wechsel bei Verschmutzung oder Defekt notwendig.

### Alarmer

Bei der NIV treten oftmals Leckagen bei nicht komplett abgedichteten Beatmungsmasken auf. Diese Leckagen können klinisch unbedeutend sein, dadurch ausgelöste Gerätealarmer können jedoch zu einer erheblichen Einschränkung der Schlaf- und Lebensqualität führen. Bei nicht von der Beatmung abhängigen Patienten sollten daher die Alarmer bis auf einen Stromnetzausfallalarm stumm gestellt werden können.

### Pulsoximeter – Messung der arteriellen Sauerstoffsättigung

Bei Patienten mit einer Husteninsuffizienz (Probleme beim Husten) kann ein Sättigungsabfall frühzeitig einen drohenden Sekretverhalt anzeigen. Gegenmaßnahmen mit Hilfsmitteln, die das Hustenmanöver unterstützen, können ergriffen werden.

## Beatmungszugang/Masken

In den Anfängen der Nicht-invasiven Beatmung hatten die Beatmungszugänge bei weitem nicht den heutigen Komfort, was zu Ängsten gegenüber dieser Therapieform geführt hat. Inzwischen steht den Patienten eine große Auswahl an Nasenmasken sowie Full Face Masken, die über Nase und Mund gehen, zur Verfügung. Dies und der entsprechende Passkomfort sowie die Möglichkeit einer individuellen Anpassung haben inzwischen zu einer hohen Akzeptanz der Beatmungstherapie beigetragen.

Interfaces (Masken bzw. Beatmungszugänge) unterliegen, ähnlich der Parameterwahl für die Beatmung, einer hohen Individualität und auch einer „Lernkurve“ des Beatmungsteams wie auch des Patienten.

Quelle: Leitlinie Nicht-invasive Therapie bei akuter respiratorischer Insuffizienz, 2023

### Grundsätzliches

Die Maske stellt die druckdichte Verbindung zwischen Beatmungsgerät und Patient her. Sprechen, Husten und Schlucken sollten so wenig wie möglich behindert sein. Die Maske muss dicht schließen, sie sollte gut passen und einen angenehmen Tragekomfort haben.

Allerdings geht auch bei optimalen technischen Bedingungen durch Undichtigkeiten zwischen Maske und der Gesichtshaut Inspirationsvolumen (Einatemvolumen) verloren. Diese sogenannten Leckagen sollten durch eine optimale Passform so niedrig wie möglich gehalten werden. Leckagen treten häufig durch Verrutschen unbemerkt in der Nacht auf und können die Beatmungs- und Schlafqualität negativ beeinflussen (siehe auch Alarme im vorherigen Kapitel).

In der Regel ist die Auswahl der fertig vorliegenden Masken vollkommen ausreichend. Maßangefertigte Masken sind in der Regel relativ teuer, halten allerdings länger und können aufgrund ihrer individuellen Anfertigung die Entstehung von Leckagen vermindern.

Bei einem Wechsel der Maske ist die Überprüfung der Effektivität der Beatmung erneut notwendig.

Mindestens eine Ersatzmaske sollte immer verfügbar sein. Beachten Sie, dass körperliche Veränderungen, wie z.B. Gewicht, Muskulatur etc., Neuanpassungen notwendig machen können.

Masken bestehen meistens aus einem transparenten Hart-PVC Maskenkörper und weichen Auflagelippen aus Silikon oder einem Gelkissen. Eine zusätzliche Silikonmembran ist oftmals am inneren Rand der Maske befestigt, die sich auf die Haut legt und durch den Beatmungsdruck helfen soll, Leckagen zu verhindern.

**Nasen-/Mundmasken** stehen als Beatmungszugang der NIV ganz im Vordergrund.

**Full Face Masken** verursachen weniger Leckagen. Hier besteht ein höheres Risiko für Läsionen der Haut um Nasenrücken und Nasenwurzel. Durch das korrekte Anlegen der Haltebänder kann dies jedoch vermieden werden.

Der **Beatmungshelm**, der den gesamten Kopf umschließt, wurde bisher vorwiegend bei Patienten mit hypoxämischer akuter respiratorischer Insuffizienz eingesetzt

Quelle: S2k-Leitlinie – Nicht-invasive Beatmung bei akuter respiratorischer Insuffizienz, 2023

### Befeuchtung

Durch den kontinuierlichen Luftstrom kann es bei einigen Patienten zu einer Austrocknung der Atemwege und ggf. „Fließnase“ kommen. Warmluftbefeuchter können hierbei Abhilfe schaffen. Der Gerätezusatz erwärmt und befeuchtet die Luft, die bei der Beatmung in die Lunge gepresst wird.

Wichtig: Verwendung von abgekochtem Leitungs- oder Sterilwasser. Spezielle Hygienehinweise des Herstellers sind zu beachten.

Einige Tipps:

- tägliche Reinigung der Befeuchterkammer
- Beatmungsschlauch nach dem nächtlichen Gebrauch zum Trocknen aufhängen
- zur Vermeidung von Kondenswasser Befeuchter niedriger als Kopfkissen stellen

Darüber hinaus können Wärmeaustauschfilter (HME) verwendet werden, die Filter müssen nach Verschmutzung ausgetauscht werden.

### Hygiene

Die Maske sollte täglich oder nach jeder Anwendung gereinigt werden. Waschen Sie die Maske per Hand mit warmem Wasser und ggf. einem sehr milden Reinigungsmittel, anschließend mit Leitungswasser gut abspülen und an der Luft ohne direkte Sonneneinstrahlung trocken lassen. Beachten Sie unbedingt immer die Gebrauchsanweisung des Herstellers.

## Fehlerquellen und Grenzen

Zur Einleitung einer Nicht-invasiven Beatmung bei chronisch respiratorischer Insuffizienz (Störung der äußeren Atmung) ist vor allem Zeit und Geduld erforderlich. Eine gute Vorbereitung, Einstellung des Beatmungsgerätes und Einweisung des Patienten wie auch pflegenden Angehörigen bzw. des Pflegepersonals geben Sicherheit bei der Vermeidung von Fehlerquellen und sind wesentliche Faktoren für den Erfolg der Therapie.



Die häufigsten Probleme sind große Luftleckagen und eine unzureichende Synchronisierung der individuellen Bedürfnisse des Patienten mit dem Beatmungsgerät.

Treten Probleme oder Nebenwirkungen auf, sollte das betreuende Beatmungszentrum informiert werden.

Das Verhalten bei einer akuten Verschlechterung des Gesundheitszustandes muss innerhalb der Einweisung in die Nicht-invasive Beatmung mit allen beteiligten Personen, die in die Betreuung eingebunden sind, ausführlich besprochen werden.

Sinnvoll ist ein entsprechender individueller Stufenplan, der sich an den Wünschen des Patienten orientiert. Eine schriftliche Fixierung des Stufenplans ist hierbei wichtig.

Kontraindikationen und Abbruchkriterien sind die Grenzen der Nicht-invasiven Beatmung bei chronischer respiratorischer Insuffizienz. Siehe auch Kapitel Kontraindikationen.

Abbruchkriterium ist hierbei auch das Neueintreten einer Kontraindikation während einer bereits eingestellten Nicht-invasiven Beatmung.

### Wichtig!

- mögliche Fehlerquellen „seiner individuellen“ NIV kennen
- Vorliegen eines individuellen Stufenplans bei akuter Verschlechterung
- Abbruchkriterien kennen

## Weaning

### Invasive Beatmung

Als „Weaning“ wird die Entwöhnung von der Beatmung bezeichnet. Hier ist insbesondere die Entwöhnung von der invasiven intubierten Beatmung in der Klinik gemeint. Die Umstellung von einer invasiven auf eine Nicht-invasive Beatmung gelingt beim Weaning in den meisten Fällen. Hauptursache für die Einleitung eines Weaning sind die akut exazerbierte COPD, die Pneumonie und die postoperative akute respiratorische Insuffizienz.

Die Entwöhnung wird in speziellen von der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin zertifizierten Entwöhnungszentren durchgeführt und kann unterschiedlich lang dauern, manchmal sogar scheitern.

### Verlauf und Auslassversuch der Nicht-invasiven Heimbeatmung

#### Verlauf

Patienten mit einer chronischen ventilatorischen Insuffizienz können auf eine außerklinische Beatmung eingestellt werden, die sie meist intermittierend (mit Unterbrechungen) durchführen. In der Regel wird eine nächtliche Beatmung im Wechsel mit der Spontanatmung am Tag vorgenommen.

Im Verlauf der Nicht-invasiven Beatmung wird geprüft, ob sich die Symptome des ventilatorischen Versagens, die klinischen Befunde (Herzfrequenz, Atmungsfrequenz, Ödeme usw.) und die Atmungsfunktion (Spirometrie, Blutgasanalyse) bessern.

Während der Kontrollen werden Blutgasanalyse, nächtliche Pulsoxymetrie, ggf. mittels endoexpiratorischer oder transcutaner PaCO<sub>2</sub>-Messung überprüft. Eine erste Verlaufskontrolle sollte stationär nach 4 bis 8 Wochen stattfinden, sowie nach weiteren 3 und 6 Monaten.

Bei stabiler Grunderkrankung wird mindestens eine jährliche Überprüfung empfohlen.

#### Auslassversuch

Hat sich die Ursache für die Einleitung der Nicht-invasiven Beatmung deutlich gebessert, kann ein Auslassversuch durchgeführt werden.

Hierbei sind engmaschige Kontrollen der nächtlichen Atmung notwendig, da sich Störungen zuerst nachts zeigen.

Quelle: Empfehlungen der AG Heimbeatmung

## Begriffserläuterungen/häufige Abkürzungen

Aufgrund fehlender Standardisierung in der maschinellen Beatmung und der hohen Zahl von Anbietern ist eine Vielzahl von Kurzbezeichnungen für Beatmungsformen entstanden. Diese Bezeichnungen beziehen sich zum Teil auf identische Beatmungsformen. Nachfolgend eine Auswahl häufig vorkommender Begriffe.

**invasiv** – latein *invadere* „einfallen, eindringen“ = gewebverletzende medizinische Therapie

**invasive Beatmung** – Beatmung über einen Tubus oder die Trachealkanüle, die durch den Hals direkt in der Trachea (Luftröhre) liegt

**Nicht-invasiv** – medizinische Anwendungen, bei denen Geräte oder Katheter nicht in den Körper eindringen

**Nicht-invasive Beatmung** – Beatmung über spezielle, teils maßgefertigte Masken

**BiPAP** – biphasic positive airway pressure – wurde aus der CPAP-Beatmung entwickelt – simultane Mischung von Spontanatmung und zeitgesteuerter, druckkontrollierter Beatmung.

**CPAP** – continous positive airway pressure – Unterstützung der Spontanatmung mit positivem Druck = CPPV – kontinuierliche Überdruckbeatmung

**NIV** oder **NIB** oder **NPPV** – non invasive ventilation - Nicht-invasive Beatmung – noninvasive positive pressure ventilation

**NIV-CPAP** - Nicht-invasive kontinuierliche Positivdruckbeatmung

**PAV** – proportional assist ventilation – proportional druckunterstützte Beatmung

**PCV** - pressure controlled ventilation– druckkontrollierte Beatmung

**PEEP** – positive endexpiratory pressure – positiver endexpiratorischer Druck (nach Abschluss der Ausatmung)

**PSV** – pressure support ventilation - druckunterstützte Beatmung oder auch **ASB** – assisted spontaneous breathing – unterstützte Spontanbeatmung, auch **ASV** = assisted spontaneous ventilation

**Tubus** – latein „Röhre – oder auch **Endotrachealtubus** ist ein Hilfsmittel zur Sicherung der Atemwege im Bereich der Anästhesie, der Notfallmedizin und der Langzeitbeatmung. Ein Tubus besteht normalerweise aus einem dünnen, an beiden Enden geöffneten Schlauch.



## COPD - Deutschland e.V.

Der Verein will Hilfe zur Selbsthilfe leisten, denn Selbsthilfe ist ein unentbehrlicher Teil der Gesundheitsversorgung.

Der Verein ist daher immer bestrebt, die Betroffenen aktiv bei der Verbesserung ihrer Lebensqualität zu unterstützen.

### Er will weiter:

- Hilfe für Atemwegskranke leisten
- gesundheitsförderliche Umfelder schaffen
- gesundheitsbezogene Projekte unterstützen
- die Hilfe zur Selbsthilfe im Allgemeinen fördern
- Selbstbestimmung und Eigenkompetenz des Einzelnen stärken
- die Kooperation zwischen Betroffenen, Ärzten und Fachärzten, Krankenhäusern und Rehakliniken fördern

Der Verein führt das Symposium - Lunge durch, welches durch fachmedizinische Beteiligung ein breites Spektrum der neuesten Erkenntnisse über chronische Atemwegserkrankungen in der Öffentlichkeit verbreitet.

Des Weiteren ist der Verein Herausgeber zahlreicher Patientenratgeber und einer umfangreichen Mediathek.

### COPD - Deutschland e.V.

[www.copd-deutschland.de](http://www.copd-deutschland.de)

[verein@copd-deutschland.de](mailto:verein@copd-deutschland.de)

## Symposium Lunge

Das Symposium ist seit dem Jahr 2007 eine jährlich stattfindende Veranstaltung, die von Patienten für Patienten durchgeführt wird. Die Initiative dazu kam von Jens Lingemann, der als Betroffener gemeinsam mit seiner Frau Heike für die Organisation und Durchführung der Symposien verantwortlich ist.

Anfang September 2007 fand in Hattingen/NRW das erste Symposium Lunge statt. Die Veranstaltung stand unter dem Motto:

„COPD und Lungenemphysem – Krankheit und Herausforderung“.

Etwa 1.300 Besucher waren aus dem gesamten Bundesgebiet und dem benachbarten Ausland nach Hattingen gekommen.

Bei den Folgeveranstaltungen in den Jahren 2008 – 2019 kamen teilweise mehr als 2.800 Besucher zum Symposium.

Diese Frequentierung macht deutlich, wie wichtig eine kompetente Vertretung der von Atemwegserkrankungen Betroffenen ist und zukünftig sein wird, da die Anzahl dieser Patienten (laut Prognosen der WHO) auch weiterhin zunehmen wird.

Das Symposium Lunge wurde einschließlich des Jahres 2019 in Form von Präsenzveranstaltungen in Hattingen/NRW durchgeführt.

Seit 2021 wurden die Symposien aufgrund der Corona Situation in Form von virtuellen Veranstaltungen im Internet angeboten.

Veranstalter ist der COPD - Deutschland e.V.

Das Veranstaltungsprogramm sowie alle weiteren Informationen, sowohl zu den zurückliegenden als auch künftig stattfindenden Symposien Lunge, können Sie den Webseiten des COPD – Deutschland e.V. entnehmen.

### Symposium Lunge

Organisationsbüro: Heike und Jens Lingemann

Telefon: 02324 – 999959

[www.copd-deutschland.de](http://www.copd-deutschland.de)

[symposium-org@copd-deutschland.de](mailto:symposium-org@copd-deutschland.de)

## Austausch für Betroffene und Angehörige

Insofern Sie mehr über Ihre Erkrankungen, die damit einhergehenden Einschränkungen sowie den Umgang damit erfahren bzw. Fragen stellen oder sich mit anderen Betroffenen über Ihre Probleme, Ängste und Sorgen austauschen wollen, bietet Ihnen die Homepage der Patientenorganisation Lungenemphysem-COPD Deutschland ein kostenloses Forum und einen kostenlosen Newsletter an.

Ziel ist es, Betroffenen und deren Angehörigen die Möglichkeit zu bieten, den Wissensstand um die Erkrankung und alle optional zur Verfügung stehenden Therapieformen zu verbessern.

Außerdem erhalten Sie auf der Homepage fortlaufend Informationen zu den Themen: COPD, Lungenemphysem, Alpha-1-Antitrypsinmangel, Lungenfibrose, Bronchiektasen, bronchoskopische Lungenvolumenreduktion, Langzeit-Sauerstofftherapie, Nicht-invasive Beatmung, Lungensport etc.

Darüber hinaus können Sie ein breites Spektrum an Informationen, z.B. zur Diagnostik, Therapieoptionen, Operationsverfahren, dem Thema COPD und Psyche, zwei Lexika zur Erläuterung von Fachbegriffen und medizinischen Abkürzungen und vieles mehr abrufen.

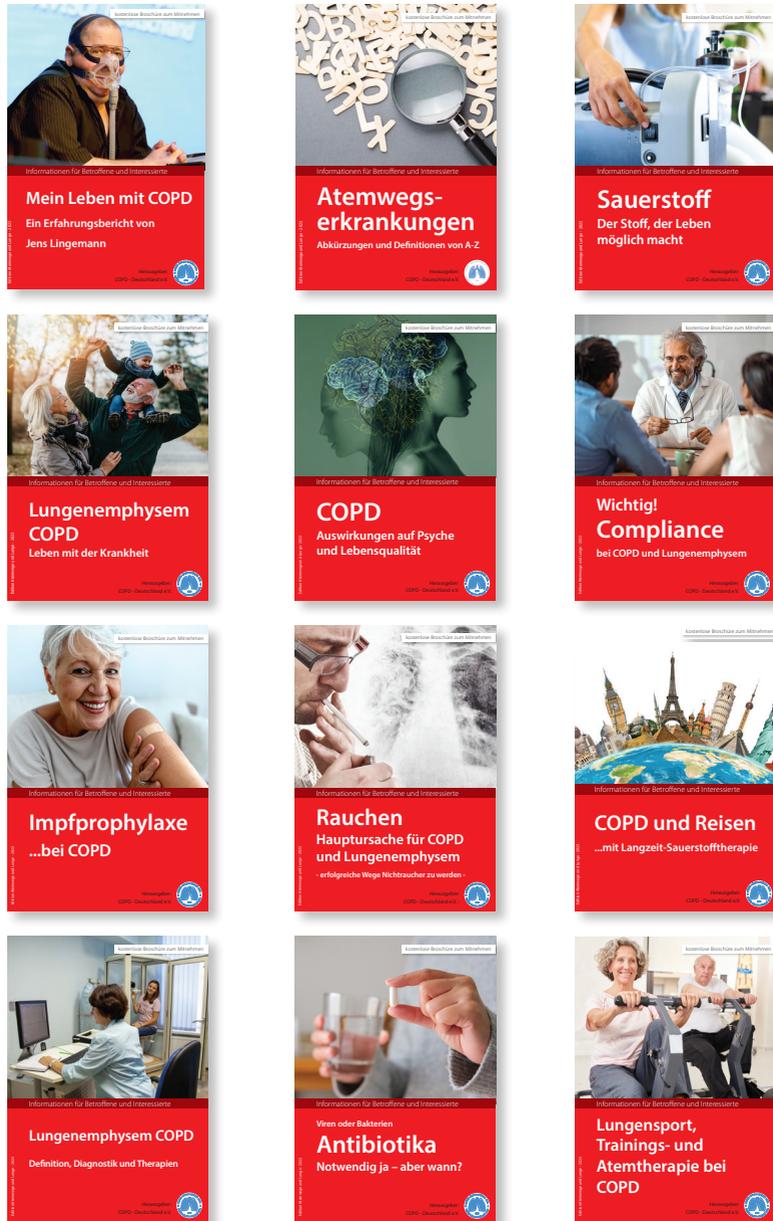
Zudem können Sie kostenlos viele Fachzeitschriften online lesen.

Homepage der Patientenorganisation Lungenemphysem-COPD Deutschland: [www.lungenemphysem-copd.de](http://www.lungenemphysem-copd.de)

Grundsätzlich gilt: je mehr Wissen über die eigene chronische Erkrankung vorhanden ist, umso besser kann man erlernen - MIT - der Erkrankung zu leben.

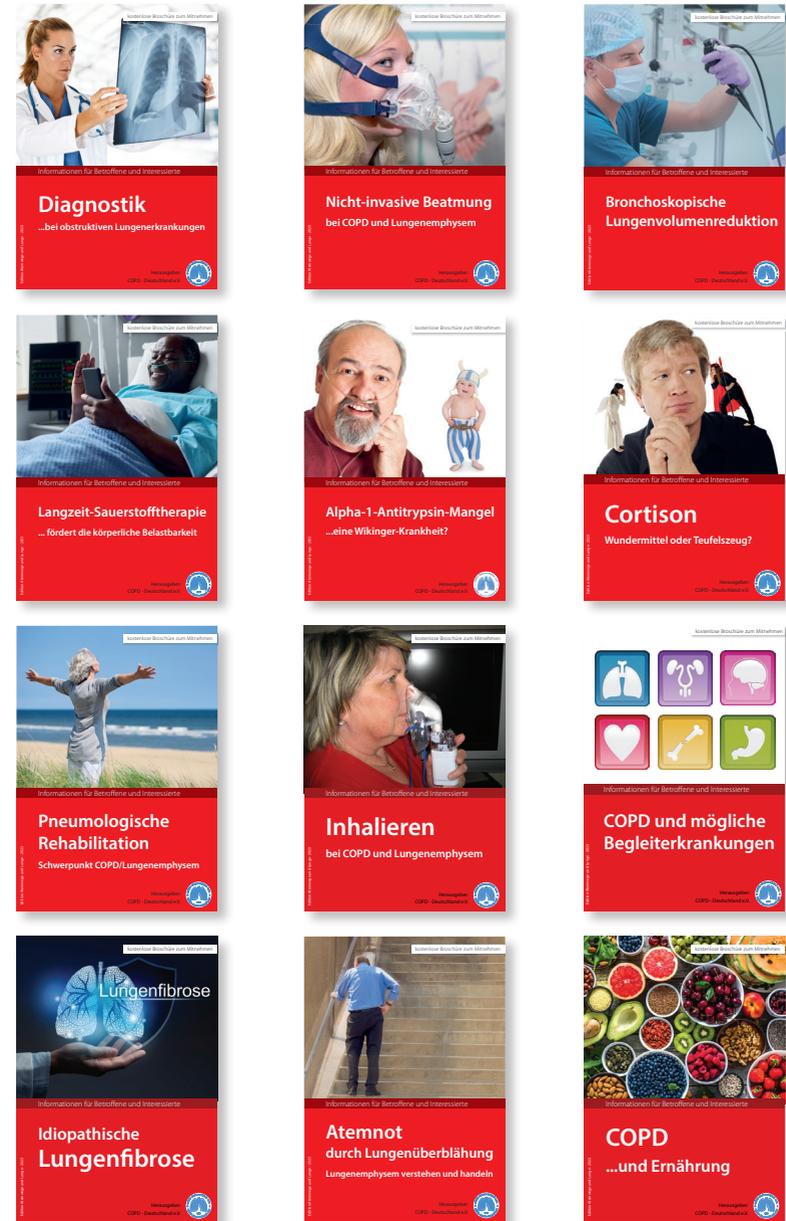
Jens Lingemann

## Patientenratgeber des COPD - Deutschland e.V.



Nähere Informationen und weitere Ratgeber finden Sie auf unserer Homepage:  
[www.copd-deutschland.de](http://www.copd-deutschland.de)

## Patientenratgeber des COPD - Deutschland e.V.



Nähere Informationen und weitere Ratgeber finden Sie auf unserer Homepage:  
[www.copd-deutschland.de](http://www.copd-deutschland.de)



# Nicht-invasive Beatmung bei COPD und Lungenemphysem

Die Nicht-invasive Beatmungstherapie (NIV) ist seit langem eine etablierte Behandlung bei COPD und Lungenemphysem in fortgeschrittenem Stadium. Sie kann zusätzlich zur Langzeit-Sauerstofftherapie aufgrund einer akuten oder chronischen Erschöpfung der Atem- und Atemhilfsmuskulatur eingesetzt werden .

Die NIV bewirkt eine Entlastung der Atemmuskulatur.

Mit diesem Ratgeber möchten wir Ihnen ein Basiswissen und Grundverständnis für die Nicht-invasive Beatmung vermitteln.

Dieser Ratgeber kann ein Gespräch mit Ihrem Arzt keinesfalls ersetzen, vielmehr dient der Ratgeber der ergänzenden Information.