

Umgang mit Notfallrespiratoren – Schritt für Schritt

B. Kumle, S. Merz, M. Hauschel, K. Kläger, K. Kumle



Nicht selten führen Lungenerkrankungen einschließlich des Bronchialkarzinoms zu einer akuten Verschlechterung der Atmung und zu einem lebensbedrohlichen respiratorischen Notfall. Ob endotracheale Intubation, der Umgang mit Notfallrespiratoren oder eine Thoraxdrainage – mit der Rubrik „Notfalltechniken Schritt für Schritt“ können Sie sich videounterstützt auf die gängigen Notfallsituationen in Klinik und Praxis vorbereiten und prüfen, ob jeder Handgriff sitzt.

Grundlagen

Ziel und Zweck

Die Sicherung, Wiederherstellung und Aufrechterhaltung der Oxygenierung und Ventilation gehört zu den essenziellsten Bestandteilen der prähospitalen und innerklinischen Notfallmedizin. Dabei spielen 2 Maßnahmen eine wesentliche Rolle:

- die nicht invasive Beatmung/Ventilation (NIV) mittels einer Gesichtsmaske und einer Atemunterstützung, und
- die invasive Beatmung nach Atemwegssicherung über einen endotrachealen Tubus oder ein alternatives Atemwegshilfsmittel.

Für diesen Zweck wurden in den vergangenen Jahren zunehmend kompaktere und technisch ausgereifere Notfallrespiratoren entwickelt. Die Vorhaltung eines Beatmungsgerätes mit NIV-Kompetenz im Rettungs- und Notarztdienst ist durch die DIN 75079 vorgeschrieben. Die Geräte finden nicht nur in der prähospitalen Notfallmedizin Anwendung, sondern werden zunehmend auch in Zentralen Notaufnahmen zur Akuttherapie von Patienten mit respiratorischer Insuffizienz (z. B. Lungenödem, chronisch obstruktiven Lungenerkrankungen [COPD]) eingesetzt. Der Umgang mit den Notfallrespiratoren und generell der Technik der Beatmung erfordert umfassende Kenntnisse.

Invasive Beatmung

Indikationen

Eine invasive Beatmung wird nach entsprechender Atemwegssicherung bei folgenden Indikationen beim Notfallpatienten eingesetzt [1]:

- Apnoe
- Hypoxie ($SpO_2 < 90\%$) trotz Sauerstoffgabe oder NIV (nach Ausschluss eines Spannungspneumothorax)

- schwere Bewusstseinsstörung mit dem Fehlen von Schutzreflexen
- schweres Schädel-Hirn-Trauma ($GCS < 9$)
- traumaassoziierte hämodynamische Instabilität (systolischer Blutdruck < 90 mmHg)
- schweres Thoraxtrauma mit respiratorischer Insuffizienz (Atemfrequenz > 25 /Min)

Einstellung von Notfallrespiratoren

Als Beatmungsmodus bei der invasiven Beatmung kann entweder eine volumen- oder druckkontrollierte Beatmungsform gewählt werden.

Volumenkontrollierte Beatmung

Bei der volumenkontrollierten Beatmung wird ein definiertes Tidalvolumen (VT, Atemhubvolumen) mit konstantem Gasfluss appliziert. Der gemessene Beatmungsdruck wird von den mechanischen Eigenschaften der Lunge und des Brustkorbes beeinflusst und ist die Variable in dieser Beatmungsform. Damit bei der volumenkontrollierten Beatmung kein Barotrauma mit z. B. einem Pneumothorax resultiert, muss der obere Beatmungsdruck begrenzt werden. Die Beatmungsdrücke wurden früher in cmH_2O angegeben, heute sollten sie aber in mbar angegeben werden ($1\text{ cmH}_2O = 0,98067\text{ mbar}$).

Druckkontrollierte Beatmung

Die druckkontrollierte Beatmung basiert hingegen darauf, dass das Atemgas mit konstantem Druck während der Inspiration in die Lungen fließt und so das VT generiert. Daraus ergibt sich, dass der Fluss zu Beginn hoch ist und dann exponentiell absinkt. Durch den festgelegten Inspirationsdruck (oberen Atemwegsdruck) wird das Atemminutenvolumen durch die Elastance (=Dehnbarkeit) und Resistance (=Widerstand) von Lunge und Thorax bestimmt und ist in dieser Beatmungsform die Variable. Bei der druckkontrollierten

Beatmung ist daher die engmaschige Kontrolle des AMV notwendig, um eine Hypoventilation zu vermeiden.

$$\text{Atemminutenvolumen (AMV)} = \text{Tidalvolumen (V}_T\text{)} \times \text{Beatmungsfrequenz (AF)}$$

Die bisherige Datenlage lässt eine klare Bevorzugung der volumen- oder druckkontrollierten Beatmungsformen nicht zu [2]. Der Beatmungsspitzenruck ist bei der druckkontrollierten im Vergleich zur volumenkontrollierten Beatmung niedriger und der Beatmungsmitteldruck höher, wenn ein identisches VT und gleiche Inspirationszeit vorliegen [3].

Die auf dem Markt verfügbaren Notfallrespiratoren bieten die Möglichkeit der druck- und der volumenkontrollierten Beatmungsform. Bisher gibt es aber keine klaren Empfehlungen darüber, wie die Einstellung des Notfallrespirators in Notfallsituationen vorgenommen werden soll. Es ist zu berücksichtigen, dass, wenn alternative Methoden der Atemwegssicherung i.S. von supraglottischen Atemweghilfsmitteln eingesetzt werden, laut Hersteller beim Larynx-Tubus keine Veränderung des V_T [4], hingegen bei der Verwendung der Larynx-Maske Beatmungsdrücke ≤ 20 mbar empfohlen werden [5], da bei höheren Druckwerten der ösophageale Verschlussdruck überschritten wird und es damit zu Luftinsufflation in den Magen kommen kann. Eine rezidivierende Luftinsufflation führt zur Erhöhung des Druckes im Magen mit der Folge einer Verschiebung des Zwerchfelles nach oben. Die Lungenbewegung wird dadurch eingeschränkt und der Beatmungsdruck erhöht. Die Folge ist eine weitere Luftinsufflation in den Magen, der „Teufelskreis“ wäre somit geschlossen (circulus vitiosus).

Da kein eindeutiger Vorteil für eine Beatmungsform in einer Notfallsituation belegt ist, scheint die Initialisierung der invasiven Beatmung mittels der volumenkontrollierten Beatmungsform aus unserer Sicht aus den folgenden Überlegungen sinnvoll:

- definiertes Atemminutenvolumen (wichtig beim Schädelhirntrauma: Ziel: Normoventilation)
- rasche Detektion einer Veränderung des Beatmungsdrucks (z. B. Entwicklung eines Pneumothorax)
- etCO_2 (endexpiratorisches CO_2) stabil bei normalem Kreislauf
- etCO_2 -Veränderung bei Kreislaufversagen schneller erkennbar

Ob die Strategie der lungenprotektiven Beatmung mit einem V_T von 6 ml/kgKG in Analogie zur Beatmung beim akuten Lungenversagen vorteilhaft ist, bleibt aktuell Teil wissenschaftlicher Diskussionen. Es muss berücksichtigt werden, dass durch die Reduktion des V_T

auf 6 ml/kgKG und Limitierung des inspiratorischen Plateaudruckes < 30 mbar eine Hyperkapnie und damit eine respiratorische Azidose auftreten kann. Beim Schädelhirntrauma sollten Veränderungen des CO_2 unbedingt vermieden werden [6], da negative Effekte bei einer Hyper- bzw. Hypoventilation auf den intrakraniellen Druck und damit eine Perpetuierung des neurologischen Schadens im Vordergrund stehen.

Eine Hyperkapnie hat auch Auswirkungen auf den renalen Blutfluss, die endogene Katecholaminfreisetzung und die myokardiale Funktion und muss deshalb beim Notfallpatienten vermieden werden [7]. Dagegen steht, dass gerade diese Patienten schon eine Vorschädigung der Lunge durch die Erkrankung/Trauma haben können und dann eine weitere Schädigung der Lunge vermieden werden soll.

Die Verwendung eines positiv endexpiratorischen Druckes (PEEP) gehört zum Standard zur Behandlung einer Oxygenierungsstörung. Die Höhe des PEEPs ist abhängig von der Oxygenierungsstörung. In der Regel wird mit einem PEEP von 5 mbar begonnen.

Aufgrund der Indikation einer invasiven Beatmung bei schwerer respiratorischer Insuffizienz liegt es nahe, zu Beginn der Beatmung eine inspiratorische Sauerstoffkonzentration (FiO_2) von 1,0 zu verwenden. Da innerhalb von Minuten bei hoher FiO_2 Resorptionsatelektasen auftreten (bei 100%iger O_2 -Beatmung wird der Stickstoff aus der Lunge verdrängt, das gesamte O_2 von den Kapillaren aufgenommen und damit kollabieren die Luftbläschen [Alveolen]) [8], sollte die Höhe der FiO_2 baldmöglichst überprüft und wenn möglich verringert werden, um weitere Komplikationen zu vermeiden.

Bevor eine invasive Beatmung begonnen wird, ist es nötig, das Equipment einer Kontrolle zu unterziehen. In der Regel wird der Check des Notfallrespirators bei Dienstbeginn oder in festgelegten Abständen absolviert.

CHECK DES EQUIPMENTS

- Überprüfen der Beatmungsschläuche
- Überprüfen der Stromzufuhr/Akkuladung
- Dichtigkeitstest
- Flowsortest (nicht bei allen Geräten)
- ggf. O_2 -Sensortest
- Überprüfen Sauerstoffanschluss
- Überprüfen der Sauerstoffmenge (SM) in der Gasflasche
- Überprüfen des Beatmungsbeutel

Berechnung der Sauerstoffmenge

Damit man weiß, wie lange der Sauerstoffvorrat für die Beatmung des Patienten ausreicht, muss die Sauerstoffmenge bestimmt werden. Um dies zu berechnen, benötigen wir zunächst die Information über den Sauerstoffverbrauch (SV). Dabei wird die inspiratorische Sauerstoffkonzentration (FiO₂) mit dem Atemminutenvolumen (AMV) des Patienten multipliziert und der Verbrauch des Ventilators (VV, Herstellerangabe) hinzuaddiert.

$$\text{Sauerstoffverbrauch (SV)} = \text{inspiratorische Sauerstoffkonzentration (FiO}_2\text{)} \times \text{Atemminutenvolumen (AMV)} + \text{Verbrauch des Ventilators (VV)}$$

Wenn dann die Sauerstoffmenge der Gasflasche (SM) durch den Sauerstoffverbrauch (SV) geteilt wird, erhält man die Minutenangabe, wie lange der Patient unter diesen Beatmungsparametern noch beatmet werden kann.

$$\text{Zeit (min)} = \frac{\text{Sauerstoffmenge der Gasflasche (SM) (l)}}{\text{Sauerstoffverbrauch (SV) } \left(\frac{\text{l}}{\text{min}}\right)}$$

Einstellung invasive Beatmung

Nach den oben genannten Punkten kann die primäre Einstellung einer invasiven Beatmung wie folgt aussehen:

- CMV/IPPV
- Atemzugvolumen 8 ml/kgKG
- Beatmungsfrequenz 12 – 14/Min
- I : E = 1 : 2
- FiO₂ = 100 %
- PEEP ≥ 5 mbar
- Druckbegrenzung P_{max} ≤ 30 mbar

Die Vorgehensweisen bei der Einstellung sind bei den einzelnen Notfallrespiratoren sehr unterschiedlich. Vor diesem Hintergrund wird das Prozedere für die 3 am meisten verbreiteten Notfallrespiratoren beschrieben (► **Abb. 1** – ► **Abb. 5**). ► **Tab. 1** zeigt die wesentlichen Alarmmeldungen während einer invasiven Beatmung und deren Ursachen, in ► **Tab. 2** sind die gebräuchlichsten Abkürzungen aufgeführt.

► **Tab. 1** Allgemeine Alarmmeldungen bei der invasiven Beatmung (bitte Herstellerangaben beachten).

Problem	Ursache
steigender Beatmungsdruck	<ul style="list-style-type: none"> ▪ zu geringe Narkosetiefe, Patient presst, wird wach ▪ Entwicklung eines Pneumothorax
zu hoher Beatmungsdruck	<ul style="list-style-type: none"> ▪ einseitige endobronchiale Tubuslage/ Lumenverschluss bzw. Obstruktion von Tubus oder alternativen Atemwegshilfsmitteln ▪ Abknicken des Tubus ▪ Patient presst
plötzlich fehlender Beatmungsdruck	<ul style="list-style-type: none"> ▪ akzidentielle Extubation/Dislokation ▪ Diskonnektion im Beatmungssystem
negativer Beatmungsdruck	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spontanatmung des Patienten
zu geringes Atemminutenvolumen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nicht ausreichend geblockter Cuff von Endotrachealtubus/alternativen Atemwegshilfsmitteln ▪ zu niedriger Beatmungsdruck oder Erreichen der oberen Druckbegrenzung
zu hohes Atemminutenvolumen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ falsche Respiratoreinstellung ▪ Patient atmet mit
Aussetzen des Respirators	<ul style="list-style-type: none"> ▪ unzureichende Sauerstoffversorgung ▪ fehlende Stromversorgung/Akku leer ▪ Geräte defekt

► **Tab. 2** Gebräuchliche Abkürzungen in der Beatmung¹.

Abkürzung	Bedeutung
AMV	Atemminutenvolumen in l/min
V _T	Tidalvolumen in ml
AF	Beatmungsfrequenz
PEEP	positiver endexpiratorischer Druck
CPAP	kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck
ASB	assistierte Spontanatmung
PS/P _{sup} /P _{support}	Druckunterstützung
BIPAP/Bilevel/DuoPAP	biphasischer positiver Atemwegsdruck
PC/PCV	druckkontrollierte Beatmung
VC/CMV/IPPV	volumenkontrollierte Beatmung
SIMV	synchronisierte intermittierende Beatmung
I : E	Inspiration : Expiration
P _{max} /P _{insp}	maximaler Beatmungsdruck in der Inspiration
P _{plat}	Plateaubeatmungsdruck
FiO ₂	inspiratorische Sauerstoffkonzentration
etCO ₂	endtidales Kohlendioxid/endexpiratorisches CO ₂

¹ Die Schwierigkeit bei den Abkürzungen in der Beatmung besteht darin, dass es keine einheitliche Nomenklatur der Beatmungsformen oder Funktionen gibt. Jede Firma deklariert „ihren“ Beatmungsmodus.

Nicht-invasive Beatmung/ Ventilation

Die Hauptindikation für eine NIV ist ganz allgemein jegliche akute respiratorische Insuffizienz ($\text{SpO}_2 < 95\%$ unter Sauerstoffgabe, Atemfrequenz $> 25/\text{min}$). Nachgewiesene Vorteile bringt die NIV bei der Behandlung des akuten Lungenödems (oxygenatorische respiratorische Insuffizienz) und der COPD (hyperkapnische respiratorische Insuffizienz) [9, 10]. Die NIV wird aber häufig auch unter Berücksichtigung der Kontraindikationen, zur Überbrückung bis zur Atemwegssicherung (Bridging-Verfahren) bzw. zur Präoxygenierung eingesetzt [11]. Wichtig für den Erfolg bei der Anwendung von NIV sind eine ausreichende Vigilanz des Anwenders und die Nutzung geeigneter Notfallrespiratoren und NIV-Masken.

Ausschlusskriterien/Kontraindikationen

- massive Sekretretention
- Herz- oder Atemstillstand
- vital bedrohliche Hypoxämie oder Azidose ($\text{pH} < 7,1$)
- nichtrespiratorisches Organversagen (z. B. schwere Enzephalopathie, schwere gastrointestinale Blutung, hämodynamische Instabilität mit oder ohne instabile Angina pectoris)
- Gesichtstrauma
- Obstruktion der oberen Luftwege
- unsicherer Atemweg oder hohes Aspirationsrisiko
- fehlende Schutzreflexe
- fehlende Spontanatmung (nach [10])

Auswahl der Masken

Die Auswahl der Masken ist für die Akutsituation in der Regel auf Vollgesichtsmasken (► **Abb. 6**) oder auf Mund-Nasen-Maske (► **Abb. 7**) beschränkt. NIV-Helme sind aufgrund der schwierigeren Handhabung, der schlechteren Triggerung durch den Patienten (= Auslöser, Ansteuerung des Beatmungsgerätes durch den Patienten) und reine Nasenmasken aufgrund eines teilweisen Druckverlustes über den Mund und damit einer schlechteren Steuerbarkeit in der prähospitalen und innerklinischen Notfallbehandlung nicht praktikabel. Auf der Intensivstation werden auch gelegentlich NIV-Helme eingesetzt.

Vorgehen in der Akutsituation

Ein Handlungsalgorithmus zur NIV zeigt ► **Abb. 8**. Zunächst wird ein kontinuierlicher positiver Atemwegsdruck CPAP (oder BIPAP/BILEVEL/DuoPAP Level1) mit mindestens 5 mbar eingestellt. Dieser wird je nach Toleranz des Patienten in 2-mbar-Schritten bis 10 mbar gesteigert. Die FiO_2 kann bei hypoxischen Patienten 1,0 betragen und nach Bedarf und unter Kontrolle der pulsoxymetrischen Sättigung reduziert werden. Bei hyperkapnisch bedingter respiratorischer Insuffizienz

(z. B. COPD) sollte die FiO_2 initial niedriger gewählt werden. Zielparameter bei der hyperkapnischen respiratorischen Insuffizienz ist eine pulsoxymetrisch bestimmte Sauerstoffsättigung von 95%. In der Regel wird mit einem CPAP die Situation des Patienten schon deutlich gebessert, die klassische Indikation für die reine CPAP-Beatmung ist das Lungenödem.

Bei einigen Notfallpatienten besteht die respiratorische Insuffizienz schon über einen längeren Zeitraum und die muskuläre Kraft (Atempumpe) erschöpft sich (z. B. COPD-Patienten mit Einsatz der Atemhilfsmuskulatur). Durch die Hinzunahme einer Druckunterstützung (PS/ASB) kann der Patient durch das Gerät entlastet werden. Auch hier ist eine Steigerung der Druckunterstützung in 2-mbar-Schritten, je nach Toleranz des Patienten, sinnvoll. Tritt keine Besserung nach 10 Minuten auf, kann die Umstellung des Beatmungsmodus auf eine Beatmung mit fest vorgegebener Atemfrequenz (z. B. BIPAP, BILEVEL, DuoPAP, NIV-ST) sinnvoll sein. Führen diese Maßnahmen nicht zum Erfolg (Erfolgskriterien: Abnahme der Dyspnoe, Abnahme der Atemfrequenz bzw. Herzfrequenz, Anstieg der SpO_2 , Besserung der Vigilanzlage) ist eine invasive Beatmung indiziert und der Patient muss endotracheal intubiert und mittels druck- oder volumenkontrollierter mechanischer Beatmung behandelt werden. Die Ausgangssituation zur Atemwegssicherung ist bei der vorherigen Anwendung einer NIV durch eine Optimierung der Sauerstoffsättigung häufig verbessert und die Atemwegssicherung kann im Sinne einer „Delayed Sequence Intubation“ (DSI) mit geringerem Risiko einer Hypoxie durchgeführt werden (Verlängerung der Apnoetoleranz im Rahmen des Manövers zur Atemwegssicherung) [11].

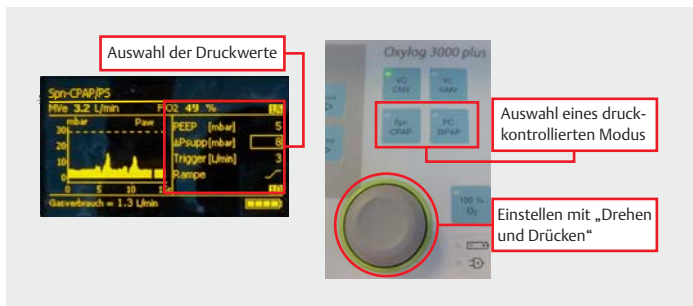
Geräte

Es stehen auf dem Markt im Augenblick vorwiegend 3 Geräte zur Notfallbeatmung zur Verfügung. Dabei handelt es sich um den Oxylog 3000 bzw. Oxylog 3000 plus (Dräger, Lübeck, Deutschland), den Medumat Transport (Weinmann, Hamburg, Deutschland) und den Hamilton-T1 (Hamilton Medical, Graubünden, Schweiz). Alle Geräte sind für die prähospitalen und innerklinischen Notfallbeatmung (inkl. der Luftrettung) zugelassen. Die oben genannten wesentlichen Beatmungsmodi werden von jedem dieser Geräte unterstützt. Der wesentliche Unterschied besteht in der Technik. Der Hamilton-T1 hat als einziges Gerät eine Turbine integriert. Damit kann das Gerät unabhängig von Sauerstoff mit Raumluft betrieben werden und das Gerät kann durch die Turbine Flow-Werte von bis zu 260 l/Min anbieten. Dies ist besonders bei der NIV zum Leckage-Ausgleich von Vorteil. ► **Tab. 3** zeigt eine Auswahl an Geräten im Vergleich.

► **Tab.3** Vergleich von Notfallrespiratoren (Auswahl).

Eigenschaft	Gerät		
	Oxylog 3000+	Medumat Transport	Hamilton-T1
Gewicht	5,8 kg	4,4 kg	6,5 kg
Abmessungen	290 × 184 × 175 mm	245 × 163 × 149 mm	310 × 240 × 210 mm
Versorgungsdruck	270 – 600 kPa bei 100 l/min	270 – 600 kPa	280 – 600 kPa bei 120 l/min
Gasverbrauch für interne Steuerung	0,1 – 0,5 l/min	0,1 – 0,5 l/min	kein Verbrauch, wegen integrierter Turbine
Beatmungsmodi	VC IPPV, VC SIMV, Spn, CPAP, PC, BIPAP, AF	IPPV, SIMV, PCV, PRCV, S-IPPV, BILEVEL, CPAP + ASB	CMV +, SIMV +, PCV +, PCV, Duo-PAP, APRV, ASV, NIV, NIV-ST
Präoxygenierung	unbekannt	ja	ja
Eingabe Patientendaten	unbekannt	Größe, Geschlecht	Größe, Geschlecht
Sauerstoffanteil	100 % – 40 %	100 % – 40 %	21 % – 100 %
Patientenschlauchsystem	Einweg/Mehrweg	Einweg/Mehrweg	Einweg/Mehrweg
Tidalvolumen	50 – 2000 ml	50 – 2000 ml	20 – 2000 ml, 2 – 300 ml (Neo)
Beatmungsdruck	3 – 55 mbar ¹	3 – 60 mbar ¹	3 – 60 mbar ¹
PEEP/CPAP	0 – 35 mbar	0 – 30 mbar	0 – 35 mbar
Peakflow-Inspiration	100 l/min ²	150 l/min ²	< 260 l/min
Flowtrigger-Inspiration	1 – 15 l/min	1 – 15 l/min	0,1 – 20 l/min
Expirationstrigger	keine Angabe	5 – 50 % vom inspiratorischen Maximalflow	5 – 80 % vom inspiratorischen Maximalflow
Betriebszeit (auf Akku)	4 h bei vollständiger Aufladung und normaler Beatmung	4,5 h	9 h
Akkuladezeit (bei völliger Entleerung)	5 h	4 h	keine Angabe
Flugtauglichkeit	gemäß RTCA DO-160F – 520 – 1200 hPa	gemäß RTCA DO-160E	bis etwa 4000 m -RTCA/DO-160F
Klassifizierung Medizinprodukte	Klasse IIb	Klasse IIb	Klasse IIb
Display	Elektro-Lumineszenz	TFT-Farbdisplay	TFT-Farbdisplay
Besonderheiten	Drehregler und Knöpfe	Drehregler und Knöpfe	Touchscreen, Drehregler und Tasten
Einstellung	Erwachsene/Pädiatrie	Notfallmodus vorhanden mit Optionen Erwachsener, Kind, Kleinkind	Erwachsene/Pädiatrie, Neonaten; Beatmung ab 3 kg möglich, mit Neonatenschläuchen ab 250 g
Sonstiges	Transport Echtzeitdaten	Screenshot, Bluetooth, USB-Schnittstelle	USB-Schnittstelle, IntelliTrig
Wandhalterung	Tragesystem mit Wand-, Deckenhalterung	Trageplatte LIFE-BASE 4NG mit Wandplatte BASE Station III NG	Tragesystem mit DIN-Normschienenhalterung
Crashtest	20 G	20 G	mind. 10 G
Zulassung	93/42/EWG für Medizinprodukte	93/42/EWG für Medizinprodukte	93/42/EWG für Medizinprodukte
Normen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EN 1789 ▪ RTCA/DO-160F ▪ EN/IEC 60601-1 ▪ ISO10651-3 ▪ EN 794-3 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EN 1789 ▪ EN 60601-1 ▪ EN 794-3 ▪ ISO 10651-3 ▪ RTCA/DO-160E 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ EN 1789 ▪ DINEN 13718-1 ▪ RTCA/DO-160F ▪ IEC 60601-1 ▪ CAN/CSA-C 22.2 Nr. 601.1 ▪ UL 60601-1 ▪ EN 794-3 ▪ EN 13718-1

¹ zusätzlich zum PEEP; ² bei ausreichendem Versorgungsdruck.



► **Abb. 1** Einstellung nicht-invasive Beatmung Oxylog 3000 plus, Fa. Dräger.



► **Abb. 2** Einstellung invasive Beatmung Oxylog 3000 plus, Fa. Dräger.

Schritt für Schritt

Die Notfallbeatmung umfasst folgende Arbeitsschritte:

- Vorbereiten und Funktionskontrolle des benötigten Materials
- Einstellen der Beatmungsgeräte
- Auswahl der Beatmungsmaske
- Vorgehen bei nicht invasiver Ventilation

Schritt 1 Einstellung der Beatmungsgeräte

Oxylog 3000 plus

Nach Einschalten des Gerätes sollte zunächst der Modus „Spn/CPAP“ angewählt werden. Über das große Drehrad rechts kann im Bildschirm der Cursor auf den „PEEP“ angesteuert werden. Durch Drücken wird der Wert aktiviert, durch Drehen verändert und nochmaliges Drücken bestätigt. Soll eine Druckunterstützung eingegeben werden, wird das Feld „Psupp“ angewählt und der Wert entsprechend verstellt. Die inspiratorische Sauerstoffkonzentration (FiO_2) wird über den entsprechenden Drehregler verändert (► **Abb. 1**).

Nach Einschalten des Gerätes sollte zunächst der Modus „VC CMV“ angewählt werden. Über das große Drehrad rechts kann im Bildschirm der Cursor auf den „PEEP“ angesteuert werden. Durch Drücken wird der Wert aktiviert, durch Drehen verändert und nochmaliges Drücken bestätigt. Die Höhe des Tidalvolumens und die Atemfrequenz kann über den kleinen linken Drehregler verändert werden, dabei gibt die Farbskala eine kleine Hilfe für das ungefähre Atemzugvolumen bei unterschiedlichem Körpergewicht (grün < 15 kg, blau 15–40 kg, gelb > 40 kg). Der Wert der oberen Atemwegsbegrenzung wird am 3. unteren Drehregler eingestellt. Die inspiratorische Sauerstoffkonzentration (FiO_2) wird über den 4. Drehregler verändert (► **Abb. 2**).

Medumat Transport

Nach Einschalten des Gerätes sollte zunächst „Neuer Patient“ angewählt werden. Über die Körpergröße werden vom Gerät, anhand vom idealen Körpergewicht, errechnete Beatmungsparameter vorgegeben. Es erfolgt die Auswahl des Beatmungsmodus. Die Veränderung der Parameter kann sowohl über die „auf-ab-Tasten“ rechts am Bildrand als auch über Drehen und Drücken des Drehrades erfolgen. Nach Aktivierung der Beatmungsmodi „NIV“ kann die Veränderung der Parameter über die Drehräder am unteren Bildschirmrand erfolgen (► **Abb. 3**).

Hamilton Medical T1

Nach Einschalten des Gerätes können die 3 wichtigsten Beatmungsmodi direkt angewählt werden. Diese 3 Beatmungsmodi können vom Anwender vorprogrammiert werden. Weitere Beatmungsmodi sind unter „Modus“ zu finden. Über das große Drehrad rechts kann der Cursor gesteuert oder per Touchscreen bedient werden. Durch Drücken wird der Wert aktiviert, durch Drehen verändert und nochmaliges Drücken bestätigt. Durch die Eingabe der Größe werden automatisch Beatmungsparameter nach dem idealen Körpergewicht errechnet und vorgegeben. Die 3 wichtigsten Beatmungsparameter sind im Screen rechts angegeben und können auch verändert werden, die restlichen Werte sind unter Parameter zu finden. Der CMV-Modus wird über das Bestätigen des Buttons „CMV/IPP“ und „Beatmung starten“ aktiviert (► **Abb. 4**).

Der NIV-Modus wird über das Bestätigen des Buttons „NIV“ und „Beatmung starten“ aktiviert. Der CPAP und die Druckunterstützung können über die beiden Buttons „PEEP/CPAP“ und „Psupport“ verändert werden (► **Abb. 5**).

Schritt 2 Auswahl der Beatmungsmaske

Vollgesichtsmaske

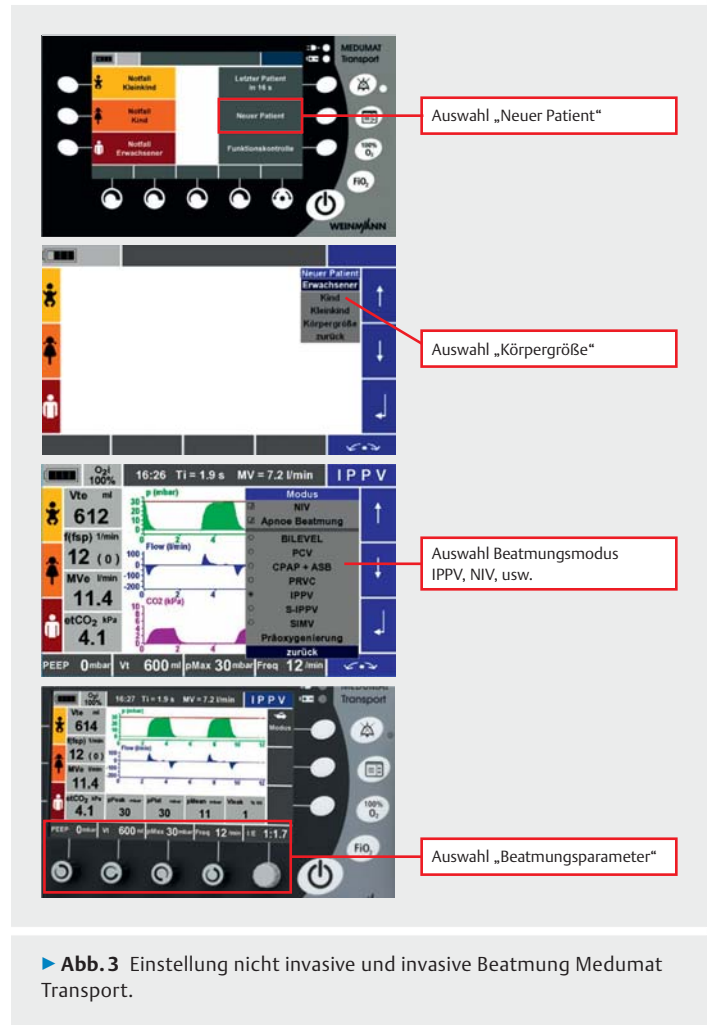
Die Vollgesichtsmaske umschließt das gesamte Gesicht (einschließlich der Augen) (► **Abb. 6**). Der Vorteil ist dabei, dass Unförmigkeiten des Gesichtes (hauptsächlich bei älteren Menschen ohne Zähne) durch die Silikonmembran, die das Gesicht umschließt, ausgeglichen werden können. Es treten keine Druckstellen am Nasenrücken auf. Der Nachteil ist, dass die Augen einem regelhaften Gasflow ausgesetzt sind und bei längerer Anwendung Reizungen oder Entzündungen der Augen auftreten können. Auch lässt sich keine Atemgasbefeuchtung anschließen, da sich Kondenswasser in der gesamten Maske festsetzt und die Patienten nicht mehr hindurchsehen können. Die Maske ist als Einmalprodukt oder wiederverwendbar erhältlich.

Mund-Nasen-Maske

Die Mund-Nasen-Maske umschließt den Mund und die Nase. Sie wird am häufigsten in den 3 Größen (S, M, L) eingesetzt. Es sollten Masken mit einer doppelten Silikonmembran am Rand verwendet werden, da diese dichter sind. Die Maske wird so ausgewählt, dass der obere Rand der Maske am oberen Nasenrücken und der untere Rand zwischen Mund und Kinnspitze zum Liegen kommen. Zunächst legt man die Maske (nicht an das Gerät angeschlossen!) dem Patienten bei leicht geöffnetem Mund auf das Gesicht. Die Haltebänder werden befestigt, leicht angezogen und die Stirnstütze an das Gesicht adaptiert (falls vorhanden). Erst dann wird das Gerät angeschlossen und die Beatmung, wie in ► **Abb. 7** zu sehen, eingestellt. Alle Schritte müssen dem Patienten erklärt werden, da er sonst in Panik geraten kann.

Schritt 3 Vereinfachtes Vorgehen bei NIV

Es wird zunächst ein kontinuierlicher Atemwegsdruck von 5 mbar eingestellt. Hat sich der Patient an den Atemwegsdruck gewöhnt, wird er solange z. B. in 1–2-mbar-Schritten bis 10 mbar gesteigert, bis er den Druck nicht mehr toleriert. Der zuletzt tolerierte Druck wird belassen (► **Abb. 8**).



Druckunterstützung

Ist eine Druckunterstützung notwendig (z. B. bei respiratorischer Erschöpfung, chronisch obstruktiven Lungenerkrankungen, geringem Atemzugvolumen etc.), wird eine Druckunterstützung (Pressure Support = PS) mit mindestens 5 mbar hinzugenommen. Das Gerät liefert nun bei jeder Einatemanstrengung des Patienten einen zusätzlich Druck zur Unterstützung. Auch dieser wird nach der Toleranz des Patienten z. B. in 1–2-mbar-Schritten gesteigert und auf dem höchsten tolerierten Niveau unter Beachtung des Atemzugvolumens beibehalten.



► **Abb. 4** Einstellung invasive Beatmung Hamilton Medical T1.



► **Abb. 6** Vollgesichtsmaske.



► **Abb. 5** Einstellung nicht-invasive Beatmung Hamilton Medical T1.



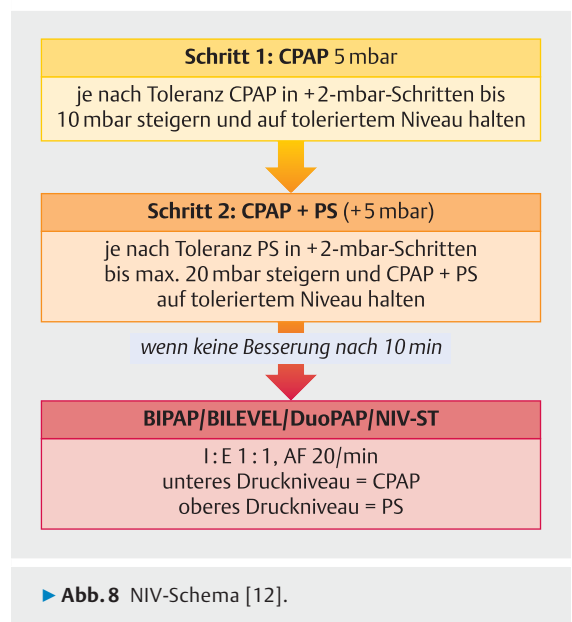
► **Abb. 7** Mund-Nasen-Maske

Vorgabe der Beatmungsfrequenz

Tritt unter dieser Therapie kein Erfolg ein, kann der Beatmungsmodus auf einen BIPAP/BILEVEL/DuoPAP/NIV-ST-Modus eingestellt werden. In diesem Modus wird eine hohe Beatmungsfrequenz (z. B. 20/min) vorgegeben. Dieser Modus wird in der Regel bei Patienten angewendet, deren Atempumpe erschöpft ist. Bei der „Beatmung“ mit einer hohen Frequenz merken die Patienten, dass sie die Arbeit vom Gerät „abgenommen“ bekommen und lassen die Beatmung zu. Damit kann sich ihre Atempumpe wieder erholen.

Merke

Die FiO_2 sollte differenziert eingesetzt werden. Bei einer hyperkapnischen akuten respiratorischen Insuffizienz (z. B. bei COPD) sollte zunächst mit einer niedrigen FiO_2 (z. B. 0,3), bei einer hypoxischen respiratorischen Insuffizienz (z. B. beim Lungenödem) mit einer hohen FiO_2 (z. B. 0,8 – 1,0) begonnen werden.



► **Abb. 8** NIV-Schema [12].

Autorinnen/Autoren

Bernhard Kumle

Dr. med., Schwarzwald-Baar Klinikum, Zentrale
Notaufnahme, Klinikstr. 11, 78052 Villingen-Schwenningen

Sabine Merz

Dr. med., Schwarzwald-Baar Klinikum, Zentrale
Notaufnahme, Klinikstr. 11, 78052 Villingen-Schwenningen

Martina Hauschel

Hochschule Furtwangen, Campus Schwenningen,
Fakultät Medical and Life Sciences, Jakob-Kienzle-Str. 17,
78054 Villingen-Schwenningen

Katharina Kläger

Hochschule Furtwangen, Campus Schwenningen,
Fakultät Medical and Life Sciences, Jakob-Kienzle-Str. 17,
78054 Villingen-Schwenningen

Katja Kumle

Prof. Dr. med., Hochschule Furtwangen,
Campus Schwenningen, Fakultät Medical and Life Sciences,
Jakob-Kienzle-Str. 17, 78054 Villingen-Schwenningen

Korrespondenzadresse

Dr. med. Bernhard Kumle
Schwarzwald-Baar Klinikum
Zentrale Notaufnahme
Klinikstr. 11
78052 Villingen-Schwenningen
E-Mail: bernhard-kumle@sbk-vs.de

Erstveröffentlichung

Dieser Beitrag wurde erstveröffentlicht in: Bernhard M,
Gräsner J-T, Hrsg. Notfalltechniken Schritt für Schritt. Stutt-
gart: Thieme; 2016: 114 – 130.

Literatur

- [1] Knapp J, Popp E. Die endotracheale Intubation. Notfmed-up2date 2013; 8: 246 – 250
- [2] Chacko B, Peter JV, Tharyan P et al. Pressure-controlled versus volume-controlled ventilation for acute respiratory failure due to acute lung injury (ALI) or acute respiratory distress syndrome (ARDS). Cochrane Database Syst Rev 2015; 1: 1 – 52
- [3] Marini JJ, Ravenscraft SA. Mean airway pressure: physiologic determinants and clinical importance. Part 2: Clinical Implications. Crit Care Med 1992; 20: 1604 – 1616
- [4] VBM Medical. Im Internet: <http://www.vbm-medica.de/cms/64-0-willkommen.html> [Stand: 03.08.15]
- [5] Timmermann A, Cremer S. Larynx-Masken – Indikationen und Kontraindikationen. Hrsg: Deutsche Akademie für Anästhesiologische Fortbildung. RefresherCourse 2014; 40: 41 – 47
- [6] Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung. Im Internet: <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/012-019.html> [Stand: 03.08.2015]
- [7] Feihl F, Eckert P, Brimouille S et al. Permissive hypercapnia impairs pulmonary gas exchange in the acute respiratory distress syndrome. Am J Resp. Crit Care Med 2000; 162: 209 – 215
- [8] Rothen HU, Sporre B, Engberg G et al. Airway closure, atelectasis and gas exchange during general anesthesia. Br J Anaesth 1998; 81: 681 – 686
- [9] Goodacre S, Stevens JW, Pandor A et al. Prehospital non-invasive ventilation for acute respiratory failure: systematic review, network meta-analysis, and individual patient data meta-analysis. Acad Emerg Med 2014; 21: 960 – 970
- [10] Schönhofer B, Kühlen R, Neumann P et al. S3-Leitlinie NIV bei akuter respiratorischer Insuffizienz. Pneumologie 2008; 62: 449 – 479
- [11] Weingart S, Trueger S, Womg N et al. Delayed sequence intubation: a prospective observational study. Ann Emerg Med 2015; 65: 349 – 355
- [12] Roessler MS, Schmid DS, Michels P et al. Early out-of-hospital non-invasive ventilation is superior to standard medical treatment in patients with acute respiratory failure: a pilot study. Emerg Med J 2012; 29: 409 – 414

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/s-0042-123428>
Pneumologie 2018; 72: 575–583
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
ISSN 0934-8387