

Anaesthesist 2008 · 57:1091–1102  
DOI 10.1007/s00101-008-1449-0  
Online publiziert: 8. November 2008  
© Springer Medizin Verlag 2008

**Redaktion**  
U. Kaisers, Leipzig

**B. Schönhofer<sup>1</sup> · R. Kuhlen<sup>2</sup> · P. Neumann<sup>3</sup> · M. Westhoff<sup>4</sup> · C. Berndt<sup>1</sup> · H. Sitter<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Abteilung für Pneumologie und internistische Intensivmedizin,  
Krankenhaus Oststadt – Heidehaus, Klinikum Region Hannover

<sup>2</sup> Klinik für Intensivmedizin, Helios Klinikum Berlin Buch, Berlin

<sup>3</sup> Abt. für Klinische Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin,  
Ev. Krankenhaus Göttingen-Weende, Göttingen

<sup>4</sup> Lungenklinik Hemer, Hemer

<sup>5</sup> Institut für theoretische Chirurgie, Phillips-Universität, Marburg

# Nichtinvasive Beatmung als Therapie der akuten respiratorischen Insuffizienz

## Das Wichtigste der neuen S3-Leitlinie

**Die maschinelle Beatmung über einen invasiven Zugang (Trachealtubus oder Tracheostoma) ist seit Jahrzehnten als lebensrettende Intervention bei akuter Atmungsinsuffizienz etabliert. Mit dem Tubus einhergehende Nachteile, z. B. das Risiko der ventilator- oder tubusassoziierten Pneumonie (VAP) und die meist notwendige tiefe Sedierung, lassen sich jedoch bei vielen Patienten durch Einsatz eines nichtinvasiven Beatmungszugangs vermeiden.**

Gestützt auf Ergebnisse der breiten klinischen Forschung haben die Anwendungsmöglichkeiten der nichtinvasiven Beatmung („non-invasive ventilation“, NIV) als Therapie der akuten respiratorischen Insuffizienz (ARI) in den letzten 20 Jahren erheblich zugenommen. Dennoch ist die NIV in der Akutmedizin noch nicht so verankert, wie sie es angesichts der Evidenzlage sein könnte. In einer Kohorte von 5183 beatmungspflichtigen Patienten im Jahr 1998 wurden nur 4,9% mit NIV behandelt [1]. In derselben Untersuchung wurden Patienten mit exazerbierter „chronic obstructive pulmonary disease“ (COPD) zu über 83% invasiv beatmet, obwohl die Evidenz für NIV bei dieser Indikation bereits zuvor erwiesen war [2].

Nach wie vor wird der Nutzen der NIV bezüglich unterschiedlicher Indikationen kontrovers diskutiert [2, 3].

Um die Anbindung der NIV an die Akutmedizin auf dem Boden der wissenschaftlichen Evidenz breiter zu etablieren, wurde die Leitlinie zur NIV als Therapie der ARI von 10 medizinischen Fachgesellschaften unter dem Dach der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF) entwickelt. Die Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP) war federführend und an der Finanzierung maßgeblich beteiligt (■ **Infobox 1**).

Im Folgenden wird auf die Methodik der Leitlinienentwicklung eingegangen. Die Kernempfehlungen der Leitlinie (mit Angabe der Empfehlungsstärken in Klammern) bilden den Schwerpunkt dieser Übersicht.

### Methodik

Mit der Entwicklungsstufe S3 basiert die Leitlinie auf einer systematischen Literaturrecherche und einer interdisziplinären Konsensusprozess [4]. Das Projekt wurde durch die AWMF methodisch begleitet und moderiert. In 6 indikationsspezifischen Arbeitsgruppen führten die

28 Experten zunächst eine mehrstufige systematische Literaturrecherche durch. Eine zentrale Koordinierungsstelle führte die Literaturrecherchen durch und leistete bei der Literaturbewertung logistische Unterstützung. Mithilfe elektronischer Bewertungstabellen konnten individuelle Recherchen und Papierarbeit reduziert werden.

### Literaturrecherche

Eine Recherche in den Datenbanken Medline und Cochrane im September 2005 ergab einen Grundkatalog von

---

Erstpublikation der Leitlinie: Schönhofer B, Kuhlen R, Neumann P et al. (2008) Nichtinvasive Beatmung als Therapie der akuten respiratorischen Insuffizienz. *Pneumologie* 62: 449–479. *Limitationen der Leitlinie*

Die aktuell vorliegende Leitlinie bezieht sich z. T. auf Studien, die unter streng kontrollierten Bedingungen durchgeführt wurden, die so nicht immer im klinischen Alltag vorzufinden sind. Obwohl darauf in der Langversion in der gebotenen Deutlichkeit hingewiesen wird, besteht die Möglichkeit der Extrapolation von Empfehlungen auf nichtgeeignete Patienten bzw. der Anwendung von nichtinvasiver Beatmung durch Teams mit unzureichender Erfahrung und/oder Ausstattung [81]. Dies gilt umso mehr für die weniger klar evidenzbasierten Indikationen.

**Tab. 1 Schema des Oxford Centre of Evidence Based Medicine für Evidenzstärken (Zusammenfassung; [5])**

Empfehlungsgrad	Evidenzlevel	Studiendesign
A	Ia	Metaanalyse über randomisierte kontrollierte Studien (RCT)
	Ib	Eine RCT (mit engem Konfidenzintervall)
	Ic	Alle-oder-Keiner-Prinzip
B	IIa	Metaanalyse gut geplanter Kohortenstudien
	IIb	Eine gut geplante Kohortenstudie; RCT von minderer Qualität
	IIc	Outcome-Studien
	IIIa	Metaanalyse über Fall-Kontroll-Studien
	IIIb	Eine Fall-Kontroll-Studie
C	IV	Fallserien und Kohorten-/Fall-Kontroll-Studien minderer Qualität
D	V	Expertenmeinung ohne explizite Bewertung der Evidenz oder basierend auf physiologischen Modellen/Laborforschung

RCT „randomized controlled trial“.

**Tab. 2 Empfehlungsstärke und Indikationen für den Einsatz von NIV zur Therapie von Krankheitsbildern mit ARI**

Einsatz von NIV	Evidenz	Indikation für NIV bei ARI
Hoch	Mehrere kontrollierte Studien	COPD-Exazerbationen Akutes kardiogenes Lungenödem ARI bei immunsupprimierten Patienten Entwöhnung vom Respirator bei Patienten mit COPD
Mittel	Wenige kontrollierte Studien/viele Fallserien	Postoperatives respiratorisches Versagen Vermeidung des Extubationsversagens "Do-not-intubate order"
Schwach bis nicht zu empfehlen	-	ARDS Trauma Zystische Fibrose

ARDS „acute respiratory distress syndrome“, ARI akute respiratorische Insuffizienz, COPD „chronic obstructive pulmonary disease“, NIV „non-invasive ventilation“.

2425 Treffern. Diese wurden bis Juni 2007 um 476 Fundstellen aktualisiert. Zusätzlich wurden Quellenverzeichnisse von Übersichtsarbeiten, persönliche Archive und sonstige informelle Hinweise ausgewertet. Jede Arbeitsgruppe hatte zwischen 350 und 1050 Veröffentlichungen zu analysieren.

**Relevanzbewertung und qualitative Analyse**

Im ersten Schritt wurden die Fundstellen auf ihre Relevanz untersucht. Jede Arbeit wurde von 2 Experten bewertet. Wesentliche Kriterien waren:

- akute Atmungsinsuffizienz (d. h. keine Studien zur chronischen Atmungsinsuffizienz),
- Therapie mit NIV und
- eine je nach Indikation nicht zu schwache Evidenzstufe.

Mit dem letzten Punkt wird die Tatsache berücksichtigt, dass eine Studie auf niedrigem Level für Indikationen mit generell hoher Evidenz kaum zusätzliche Beweiskraft hat. Arbeiten in anderen Originalsprachen als Englisch oder Deutsch wurden nur ausnahmsweise berücksichtigt. Die Arbeitsgruppen akzeptierten nach diesen Kriterien zwischen 15 und 25% aller Publikationen.

Auch systematische Übersichten auf der Basis von Metaanalysen wurden bei homogener Datenlage als beweiskräftig akzeptiert. Reine Übersichtsarbeiten wurden dagegen als Expertenmeinungen niedriger Evidenzstärke klassifiziert.

**Quantitative Evidenzbewertung**

Dieser Teil der Literaturanalyse wurde wiederum im Vieraugenverfahren gemäß den Empfehlungen des Oxford Centre of

Evidence Based Medicine (CEBM; [5]) durchgeführt. Die Zuordnung des Evidenzlevels anhand des Studiendesigns und der Qualität der Studien zeigt **Tab. 1**.

Standardisierte Checklisten (je eine für Originalarbeiten und systematische Übersichten) vereinheitlichten den Evaluationsprozess. Schließlich wurden 240 Arbeiten in der Leitlinie zitiert (**Abb. 1**).

**Konsensuskonferenzen**

Unter Moderation der AWMF wurden 2 Konsensuskonferenzen abgehalten. Dabei waren auch die Pflegeberufe und die Beatmungsgerätehersteller (Letztere ohne Stimmrecht) vertreten. Die erste Konferenz im Juli 2006 behandelte zentrale Aussagen im Leitlinientext und Algorithmen. In der zweiten Konferenz im April 2007 wurden die Empfehlungen in ihrer endgültigen Formulierung und die Empfehlungsstärken auf der Basis der Evidenzlage verabschiedet.

Von der Anmeldung des Projekts Ende 2004 bis zur Konsentierung durch 10 medizinische Fachgesellschaften im April 2008 dauerte die Entwicklung der Leitlinie über 3 Jahre.

**Ergebnisse**

**Invasive und nichtinvasive Beatmung**

Die mechanische Beatmung ist als oft lebensrettende Intervention zentraler Bestandteil der Intensivmedizin. Insbesondere beim schweren hypoxämischen Atmungsversagen z. B. im Rahmen eines „acute respiratory distress syndrome“ (ARDS), wenn ein positiver Atemwegsdruck über mehrere Tage aufrechterhalten werden muss [6, 7], führt meistens kein Weg an der Intubation vorbei. Invasive Beatmung über einen längeren Zeitraum kann jedoch zur tubus- oder ventilatorassoziierten Pneumonie (VAP) führen; sie stellt damit einen eigenständigen Risikofaktor für die Letalität auf Intensivstationen dar [8]. Die meist notwendige tiefe Sedierung und eine mögliche Abhängigkeit vom Respirator wirken sich nachteilig auf Behandlungsdauer, -kosten und -Outcome aus.

B. Schönhofer · R. Kuhlen · P. Neumann · M. Westhoff · C. Berndt · H. Sitter  
**Nichtinvasive Beatmung als Therapie der akuten respiratorischen Insuffizienz. Das Wichtigste der neuen S3-Leitlinie**

**Zusammenfassung**

**Hintergrund.** Der zunehmende Stellenwert der nichtinvasiven Beatmung (NIV) in der Therapie der akuten respiratorischen Insuffizienz (ARI) ist durch klinische Studien untermauert. Eine neue S3-Leitlinie macht das evidenzbasierte Wissen über Indikationen und Grenzen der NIV bei ARI in der Praxis verfügbar.

**Methoden.** An der Entwicklung der Leitlinie beteiligten sich 28 Experten aus 10 medizinischen Fachgesellschaften. Zirka 2900 Veröffentlichungen wurden systematisch analysiert. In 2 Konsensuskonferenzen wurden die Kernaussagen verabschiedet.

**Ergebnisse.** Bei hyperkapnischer ARI verkürzt NIV die Aufenthaltsdauer und verringert die Letalitätsrate auf der Intensivstation [Empfehlungsgrad A (A)]. Patienten mit kardialem Lungenödem sollten mit NIV (bzw. „continuous positive airway pressure“, CPAP) behandelt werden (A). Bei immunsupprimierten Patienten mit ARI senkt NIV die Letalitäts-

rate (A). In der Postextubationsphase und im „weaning“ bei hyperkapnischer ARI senkt NIV das Risiko der Reintubation (A). Patienten, die eine Intubation ablehnen, können mit NIV behandelt werden (B). In der Pädiatrie wird NIV bei verschiedenen Indikationen eingesetzt (C). Bei Patienten mit „acute respiratory distress syndrome“ (ARDS) ist NIV wegen der hohen Misserfolgsrate nicht generell zu empfehlen.

**Fazit.** Noch ist die NIV an die Akutmedizin nicht so fest verankert, wie es aufgrund der wissenschaftlichen Evidenz zu erwarten wäre. Diese Leitlinie soll dazu beitragen, die NIV als Therapie der ARI breiter zu etablieren.

**Schlüsselwörter**

Nichtinvasive Beatmung · Akute respiratorische Insuffizienz · Akut exazerbierte COPD · Respiratorentwöhnung · Kardiales Lungenödem · Palliation

**Non-invasive ventilation as treatment for acute respiratory insufficiency. Essentials from the new S3 guidelines**

**Abstract**

**Background.** Scientific evidence is accumulating that non-invasive ventilation (NIV) may be beneficial for different patient groups with acute respiratory insufficiency (ARI). The aim of the new S3 guidelines is to propagate evidence-based knowledge about the indications and limitations of NIV in clinical practice.

**Methods.** A total of 28 experts from 10 German medical societies were involved in the process of development of the present guidelines. These experts systematically analyzed approximately 2,900 publications. Finally, the recommendations were discussed and approved in two consensus conferences.

**Results.** In hypercapnic ARI, NIV reduces the length of stay and mortality during intensive care treatment [grade A recommendation (A)]. Patients with cardiopulmonary edema should be treated with continuous positive airway pressure (CPAP) or NIV (A). For immunocompromized patients with ARI, NIV reduces the mortality (A). In patients with hy-

percapnic postextubation respiratory failure and during weaning from mechanical ventilation, NIV reduces the risk of reintubation (A). For patients who decline to be ventilated invasively, NIV may be an acceptable alternative (B). Non-invasive ventilation can also successfully be used in pediatric patients with ARI caused by different reasons (C). In acute respiratory distress syndrome (ARDS) NIV cannot generally be recommended because the failure rate is relatively high.

**Conclusion.** Non-invasive ventilation is still not as widely implemented in clinical medicine as would be expected on the basis of the scientific literature. The aim of the present guidelines is to further propagate NIV for the treatment of ARI.

**Keywords**

Noninvasive mechanical ventilation · Acute respiratory failure · Acute exacerbation of COPD · Weaning from mechanical ventilation · Palliation

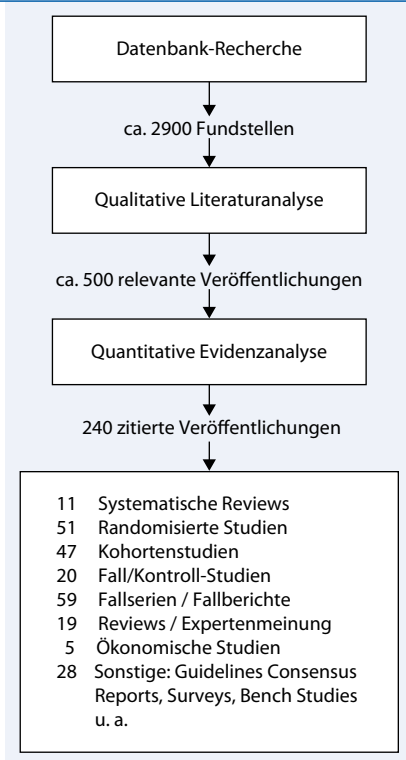


Abb. 1 ▲ Literaturrecherche

Bei einer Reihe von Indikationen können die Nachteile der invasiven Beatmung durch NIV als Therapie der ARI vermeiden werden (■ Tab. 2). Die Domäne der NIV ist v. a. die hyperkapnische ARI. Wenn es möglich ist, sollte auf die invasive Beatmung verzichtet und alternativ NIV eingesetzt bzw. frühzeitig extubiert werden [(A); [9]; zum Vergleich von invasiver Beatmung und NIV s. ■ Tab. 3].

Die nichtinvasive Beatmung sollte nicht eingesetzt werden, wenn nach sorgfältiger Abwägung wichtige Gründe für einen invasiven Beatmungszugang sprechen (B). Diese sind gegeben, wenn eine hohe Druckkonstanz, das Offenhalten der Atemwege oder eine lange, unterbrechungsfreie Beatmung gefordert sind. Absolute Kontraindikationen der NIV sind in ■ Tab. 4 aufgelistet. Beim Vorliegen einer relativen Kontraindikation für NIV (■ Tab. 4) kann im Einzelfall ein NIV-Versuch erfolgen. Engmaschiges Monitoring, ständige Intubationsbereitschaft und entsprechende Erfahrung des Behandlungsteams sind unbedingte Voraussetzung.

**Tab. 3 Charakteristika der invasiven vs. der nichtinvasiven Beatmung**

Komplikationen und klinische Aspekte	Invasive Beatmung	Nichtinvasive Beatmung
Ventilator- (Tubus-)assoziierte Pneumonie	Anstieg des Risikos ab dem 3.–4. Tag der Beatmung	Selten
Tubusbedingte zusätzliche Atemarbeit	Ja (während Spontanatmung und im Fall unzureichender Tubuskompensation)	Nein
Tracheale Früh- und Spätschäden	Ja	Nein
Sedierung	Häufig notwendig	Selten erforderlich
Intermittierende Applikation	Selten möglich	Häufig möglich
Effektives Husten möglich	Nein	Ja
Essen und Trinken möglich	Erschwert (Tracheostoma) bzw. Nein (Intubation)	Ja
Kommunikation möglich	Erschwert	Ja
Aufrechte Körperposition	Nur begrenzt realisierbar	Häufig möglich
Schwierige Entwöhnung vom Respirator	10–20%	Selten
Zugang zu den Atemwegen	Direkt	Erschwert
Druckstellen im Gesichtsbereich	Nein	Gelegentlich
CO <sub>2</sub> -Rückatmung	Nein	Selten
Leckage	Kaum	Mehr oder weniger stark meistens vorhanden
Aerophagie	Kaum	Gelegentlich

**Tab. 4 Kontraindikationen für die nichtinvasive Beatmung**

Grad	Kontraindikation
Absolut	Fehlende Spontanatmung, Schnappatmung Fixierte oder funktionelle Verlegung der Atemwege Gastrointestinale Blutung oder Ileus [(D); [10]]
Relativ	Koma Massive Agitation Massiver Sekretverhalt trotz Bronchoskopie Schwergradige Hypoxämie oder Acidose (pH <7,1) Hämodynamische Instabilität (kardiogener Schock, Myokardinfarkt) Anatomische und/oder subjektive Interface-Inkompatibilität Zustand nach oberer gastrointestinaler Operation

**Tab. 5 Vor- und Nachteile gebräuchlicher Interfaces**

Aspekt	Nasenmaske	Full-face-Maske	Helm
Mundleckage	–	+	+
Volumen-Monitoring	–	+	–
Initiales Ansprechen der Blutgase	o	+	o
Sprechen	+	–	o
Expektorat	+	–	–
Aspirationsrisiko	+	o	+
Aerophagie	+	o	o
Klaustrophobie	+	o	o
Totrauma (kompressibles Volumen)	+	o	–
Lärm und Irritation des Gehörs	+	+	–

+ Vorteil, o neutral, – Nachteil.

**Infobox 1**

**Verbreitung der Leitlinie**

Onlineversion bei der AWMF:  
<http://AWMF.org>

Zusammenfassung: Deutsches Ärzteblatt [82].

Langversion: Zeitschrift „Pneumologie“.

In Vorbereitung: Kurzversion

**Gültigkeit**

Die Leitlinie hat Gültigkeit bis zum 30.06.2011. Eine Überarbeitung und Aktualisierung wird bei Bedarf, spätestens 12 Monate vor Ablauf der Gültigkeit vorgenommen.

**Finanzierung**

Die Finanzierung einer wissenschaftlichen Mitarbeiterstelle erfolgt durch die Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP) mit Unterstützung der AG Pneumologischer Kliniken, der AG Heimbeatmung und Respiratorentwöhnung sowie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI). Die DGP finanzierte außerdem die Durchführung der beiden Konsensuskonferenzen.

**Technik der nichtinvasiven Beatmung**

**Beatmungsmodus**

Die bevorzugte Beatmungsform zur Behandlung der ARI ist die Positivdruckbeatmung mit inspiratorischer Druckunterstützung (d. h. assistierender Modus), kombiniert mit einem positiven Atemwegsdruck in der Expirationsphase („positive end-expiratory pressure“, PEEP) und Einstellen einer mandatorischen Sicherheitsfrequenz zum Apnoeschutz sowie einer bedarfsweisen Gabe von Sauerstoff zur Sicherstellung einer Sättigung von 85–90% [(D); [2]]. Für die meistens stark agitierten Patienten sind assistierende Beatmungsmodi geeignet, weil sie bei hohem Atemantrieb die Synchronisation zwischen Patient und Ventilator deutlich erleichtern [11]. Kontrollierte Beatmungsmodi werden, obwohl sie die bestmögliche Entlastung der Atemmuskulatur leisten, hier selten eingesetzt.

**Wirkung**

Die Applikation eines positiven Atemwegsdrucks über eine Maske oder einen Helm [12] führt zur Erhöhung des transpulmonalen Drucks und damit zu einer

Vergrößerung des endexpiratorischen Lungenvolumens. Verschlussene Alveolarbezirke (Atelektasen) werden rekrutiert und offen gehalten. Die Atemarbeit des Patienten wird zudem durch inspiratorische Druckunterstützung wirksam entlastet. Nur noch selten kommt die Negativdruckbeatmung zum Einsatz [13].

### Beatmungszugang (Interface)

Als Interface stehen Beatmungsmasken in vielen unterschiedlichen Bauformen (■ Abb. 2a, b, c) und der Beatmungshelm (■ Abb. 2d) zur Verfügung. In der Initialphase der Therapie werden v. a. Mund-Nasen-Masken eingesetzt. Im weiteren Verlauf kann es erforderlich sein, zwischen verschiedenen Maskentypen oder -bauarten zu wechseln, um z. B. der Entstehung von Druckulzera vorzubeugen. Beatmungshelme werden vorwiegend bei Patienten mit hypoxämischer ARI eingesetzt [14]. Eine Übersicht der Interfaces zeigt ■ Tab. 5.

### Beatmungsgeräte

Verschiedenste Beatmungsgeräte von Hightech-Intensivrespiratoren [11] bis hin zu einfachen portablen Geräten können zum Einsatz kommen. Die notwendigen Anforderungen (■ Tab. 6) werden mittlerweile von vielen Geräten erfüllt.

### Wichtige Aspekte zur praktischen Applikation

Die Vorgehensweise bei der Anwendung von NIV zur Therapie der ARI ist im Prinzip unabhängig von der Indikationsstellung (■ Abb. 3). In der Initialphase, d. h. während der ersten 1–2 h der NIV, ist darauf zu achten, dass eine ausreichende Ventilation sichergestellt ist und sich ein Erfolg der Beatmung einstellt (■ Tab. 7).

### Monitoring

Die wichtigsten Verlaufsparemeter sind die arteriellen Blutgase, die Atemfrequenz, die Beurteilung der Dyspnoeempfindung sowie des Vigilanzniveaus des Patienten [(C); [2, 15, 16, 17]]. Verlaufskontrollen der Blutgasanalyse (BGA) sollten nach 30, 60 und 120 min erfolgen. Bei Fortführung der NIV wird die kontinuierliche Überwachung der Sauerstoff-

**Tab. 6** Mindestanforderungen an Ventilatoren

Notwendig	Wünschenswert
Druckvorgabe	Schnelle Reaktionszeit bei Änderung der Beatmungsparameter
Maximaler IPAP $\geq 30$ mmH <sub>2</sub> O	Schneller Druckaufbau (kurze Anstiegszeit)
Inspiratorische Flussrate mindestens 60 l/min	Einstellbare Triggerschwellen für In- und Expiration
Backup-Frequenz einstellbar	Alarm-Stummschaltung
Bilevel-Modus	Interner Akku für 1-h-Betriebsdauer
Maximale AF $\geq 40$ /min	Betriebsstundenzähler
Sensibler Flow-Trigger	
Diskonnektionsalarm	
Einstellbares I:E-Verhältnis	

AF Atemfrequenz, I Inspiration, IPAP „inspiratory positive airway pressure“, E Expiration.

**Tab. 7** Erfolgskriterien der nichtinvasiven Beatmung

Kriterium	Erfolg
Dyspnoe	Abnahme
Vigilanz	Zunehmende Verbesserung
Atemfrequenz	Abnahme
Ventilation	p <sub>a</sub> CO <sub>2</sub> -Abnahme
pH	Anstieg
Oxygenierung	Zunahme von S <sub>2</sub> O <sub>2</sub> $\geq 85\%$
Herzfrequenz	Abnahme

sättigung über wenigstens 24 h empfohlen (D). Bei NIV-Versagen muss die NIV umgehend beendet und es muss unverzüglich intubiert werden (C).

Auf niedrigem Niveau stabile pH-Werte und ein stabil erhöhter p<sub>a</sub>CO<sub>2</sub> können während der NIV-Adaptation auch länger als 2 h toleriert werden, wenn sich der klinische Zustand des Patienten und andere in ■ Tab. 7 aufgeführte Erfolgskriterien bessern [(C); [18]].

### Personalbedarf

Der Personalbedarf bei NIV ist in der Initialphase der ARI-Therapie mit einem Patient-Therapeut-Verhältnis von 1:1 relativ hoch. Im weiteren Verlauf der Therapie lassen sich durch NIV Arbeitszeit und -aufwand einsparen [19, 20, 21, 22].

### Einsatzort

Der bevorzugte Anwendungsort für NIV bei Patienten mit ARI ist die Intensivstation (D). Bei isolierter Atmungsinsuffizienz (Einorganversagen) kann NIV auch auf der Intermediärstation erfolgen [(D); [23, 24, 25, 26, 27]]. Nur unter personell und strukturell sehr günstigen Bedingungen kann NIV als frühzeitige Therapie bei weniger schwer exazerbierter COPD mit pH  $> 7,30$  auch auf der spezialisierten Normalstation begonnen werden (D).

### Spektrum der Indikationen

Die Leitlinie gibt Empfehlungen für die Themenbereiche bzw. Indikationen:

- hyperkapnische ARI,
- hypoxämische ARI beim kardialen Lungenödem,
- hypoxämische ARI anderer Genese,
- ARI in der perioperativen Phase,
- Entwöhnung und Postextubationsphase,
- NIV in der Pädiatrie und
- NIV bei palliativer Anwendung.

### Hyperkapnische akute respiratorische Insuffizienz

Häufigste Ursache der hyperkapnischen ARI (mit der Definition: pH  $< 7,35$  und p<sub>a</sub>CO<sub>2</sub>  $> 45$  mmHg) ist die akut exazerbierte COPD (AE-COPD). Als Folge des erhöhten Atemwegswiderstands, der dynamischen Lungenüberblähung und der konsekutiven Abflachung des Zwerchfells kommt es hierbei zur Überlastung und drohenden Erschöpfung der Atemmuskulatur [28, 29].

Bei der Indikation „leicht- bis mittelgradige AE-COPD“ mit pH von 7,30–7,35 sollte NIV frühzeitig eingesetzt werden (A). Hierzu liegen randomisierte Studien mit übereinstimmenden Ergebnissen vor [30]. In Kombination mit der Standardtherapie senkt die NIV bereits in der



**Abb. 2** ◀ a–d Interfaces. a Nasalmaske, b Mund-Nasenmaske, c Vollgesichts-  
maske, d Beatmungshelm

ersten Stunde den  $p_a\text{CO}_2$ , bessert den pH und senkt die Atemfrequenz. Sie reduziert die Intubationsfrequenz und vermindert die Krankenhausaufenthaltsdauer sowie die Letalitätsrate [31, 32, 33]. Auch für den weiteren pH-Bereich zwischen 7,2 und 7,35 ist die Effektivität der NIV nachgewiesen [30, 34]. Den klinischen Algorithmus zur Anwendung der NIV bei der hyperkapnischen ARI zeigt **Abb. 4**.

### Hypoxämische akute respiratorische Insuffizienz beim kardialen Lungenödem

Die Anwendung von „continuous positive airway pressure“ (CPAP) bei Patienten mit kardialen Lungenödem normalisiert das Ventilations-Perfusions-Verhältnis, senkt die kardiale Vor- und Nachlast und führt zu einer Reduktion der Atemarbeit sowie zur Verbesserung der Koronarperfusion. Verschiedene randomisierte Studien zeigen für CPAP/NIV bei Patienten

mit kardialen Lungenödem gegenüber medikamentöser Standardtherapie eine schnellere Normalisierung der Blutgase und die Linderung der Dyspnoe [35, 36]. Eine multizentrische (nach Redaktionschluss der Leitlinie veröffentlichte), randomisierte Studie mit 1069 Patienten fand jedoch keinen Unterschied in der Siebentagemortalität zwischen CPAP/NIV und Standardtherapie [37]. Als Therapie der hypoxämischen ARI bei kardiogenem Lungenödem sollte nach initialer nasaler

Hier steht eine Anzeige.



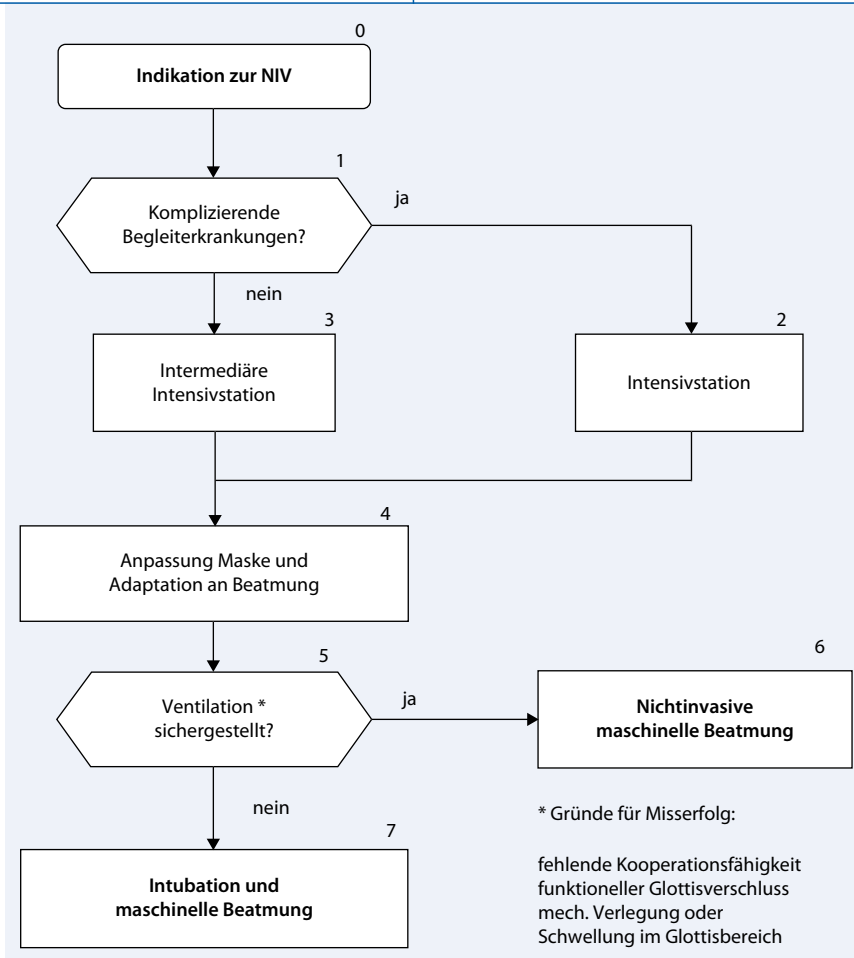


Abb. 3 ▲ Algorithmus zur Anwendung der nichtinvasiven Beatmung

Sauerstoffgabe primär CPAP eingesetzt werden (A). Die indizierte Pharmakotherapie sowie notwendige kardiologische Interventionen, wie z. B. Herzkatheter, dürfen jedoch nicht verzögert werden [(D); [38, 39, 40]]. Liegt eine Hyperkapnie vor, sollte zusätzlich zur Standardtherapie eine inspiratorische Druckunterstützung, d. h. NIV, zum Einsatz kommen. Sowohl ein adäquater inspiratorischer Druck („inspiratory positive airway pressure“, IPAP) mit dem Ziel der alveolären Normoventilation als auch ein ausreichend hoher expiratorischer Druck („expiratory positive airway pressure“, EPAP) müssen eingestellt werden [(C); [41, 42, 43, 44, 45]].

### Hypoxämische akute respiratorische Insuffizienz anderer Genese

Hypoxämie tritt als Symptom bei verschiedenen Grunderkrankungen (z. B. ambulant erworbene Pneumonie oder Thoraxtrauma mit Lungenkontusion oder sekun-

däres ARDS bei Sepsis) auf. Die Datenlage zum Stellenwert der NIV bei der hypoxämischen ARI ist z. T. schlecht differenziert und nicht homogen wie im Fall der hyperkapnischen ARI.

Bei Patienten mit rein hypoxämischer ARI konnte ein erfahrenes Team durch Einsatz von NIV das Intubationsrisiko, die Rate an septischen Schockgeschehen sowie die 90-Tage-Letalität gegenüber der Standardtherapie signifikant reduzieren [46]. Die nichtinvasive Beatmung wurde auch bei gemischt hypoxämisch-hyperkapnischen ARI, z. B. infolge Pneumonien bei Patienten mit COPD, erfolgreich eingesetzt [21, 47, 48, 49].

Bei (hämato-)onkologischen, immun-supprimierten Patienten sowie bei Patienten mit Aids und Pneumocystis-Pneumonie sollte CPAP bzw. NIV als Therapie der ARI zum Einsatz kommen [(A); [50, 51, 52]].

Die Beatmung von Patienten mit „acute lung injury“ (ALI) und ARDS stellt

besondere Anforderung an die kontinuierliche Applikation von externem PEEP. Ursächlich hierfür ist im Wesentlichen die komplexe Pathophysiologie der zur hypoxämischen ARI führenden Grunderkrankungen. In Patientenkollektiven mit hypoxämischer ARI lag die NIV-Ver-sagerquote bei 30% bei ambulant erworbener Pneumonie und mehr als 50% bei Patienten mit ARDS [7, 53]. Daher sollte NIV bei ARDS allenfalls in spezialisierten Zentren und unter engmaschigem Monitoring eingesetzt werden (D).

### Akute respiratorische Insuffizienz in der perioperativen Phase

Während länger dauernder chirurgischer Eingriffe unter maschineller Beatmung kann es durch Abfallen der funktionellen Residualkapazität zum endexpiratorischen Verschluss kleiner Atemwege mit Ausbildung von Atelektasen kommen (■ Abb. 5; [54]). Diese bleiben über mehrere Tage bestehen.

Art und Dauer des operativen Eingriffs sowie präoperative Risikofaktoren [Rauchen, COPD, hoher American-Society-of-Anesthesiologists- (ASA-)Status, Alter] bestimmen den Schweregrad der postoperativen Lungenfunktionseinschränkung [55]. Nach großen chirurgischen Eingriffen müssen bis zu 20% der Patienten reintubiert werden [56, 57].

Bei Patienten mit erhöhtem Risiko für eine postoperative hypoxämische ARI können die Reintubationsrate und weitere Komplikationen durch die frühzeitige Anwendung von CPAP bzw. NIV unmittelbar nach der Extubation signifikant gesenkt werden (B).

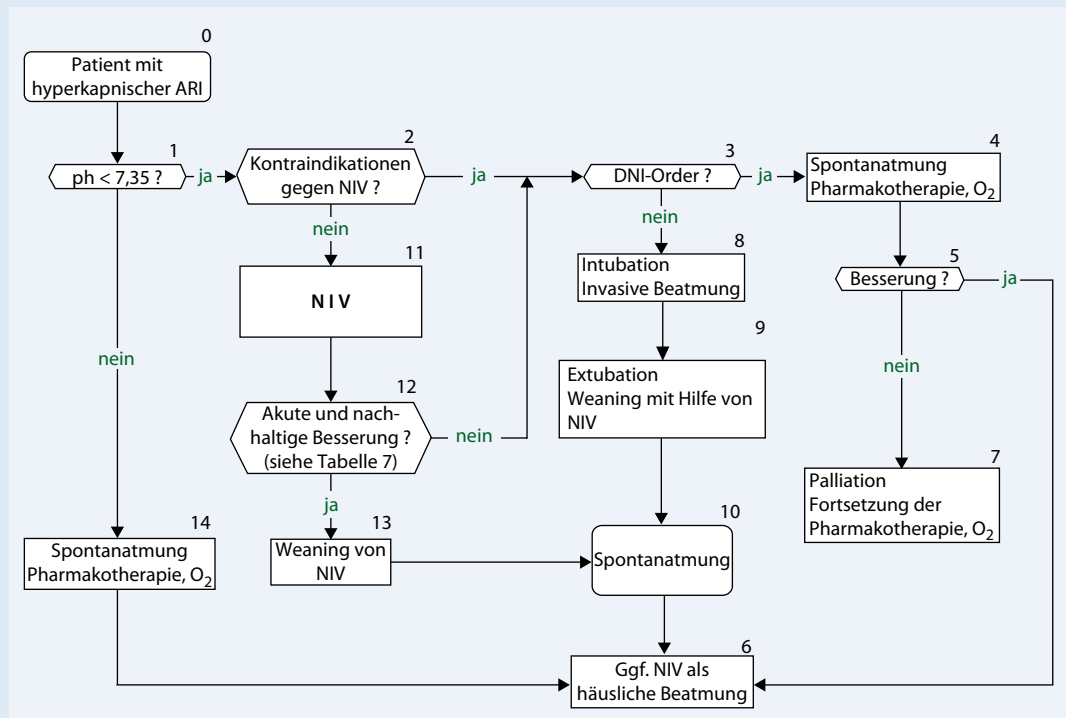
Bei ARI in der postoperativen Phase von kardio- und thoraxchirurgischen Eingriffen führt NIV neben einer Verbesserung des Gasaustausches und der Hämodynamik zur Reduktion der Reintubations-, Komplikations- und Letalitätsrate [58, 59, 60, 61].

Die nichtinvasive Beatmung kann während der Bronchoskopie zur Verbesserung der Ventilation bzw. Oxygenierung eingesetzt werden [(C); [62, 63, 64, 65]].

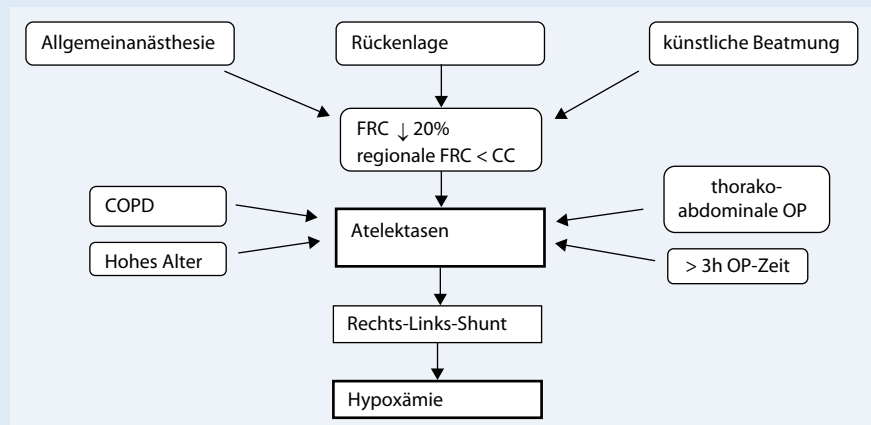
### Entwöhnung vom Respirator und Postextubationsphase

Generell führt die Verzögerung der Extubation zu einer Verschlechterung der Pro-





**Abb. 4** ▶ Algorithmus für NIV als Therapie der hyperkapnischen ARI. DNI, „Do-not-intubate order“



**Abb. 5** ▲ Postoperative Atelektasenbildung. FRC, „functional residual capacity“ funktionelle Residualkapazität, CC, „closure capacity“ (Verschlusskapazität)

gnose. Daher sollten invasiv beatmete Patienten mit COPD möglichst frühzeitig (d. h. sobald NIV-Fähigkeit gewährleistet ist) extubiert und auf NIV umgestellt werden (A).

Bei Patienten mit hyperkapnischer ARI konnte die Erfolgsrate der Respiratorentwöhnung („weaning“) durch frühzeitige Extubation mit nachfolgender NIV (im Vergleich mit einer invasiv beatmeten Kontrollgruppe) signifikant gebessert werden. Auch die Letalitäts-, Reintubations-, Tracheotomie- und Komplikationsrate ließen sich senken. Beim schwierigen Weaning infolge hypoxämischer At-

mungsinsuffizienz ist der Stellenwert der NIV dagegen umstritten.

Vor allem bei Risikopatienten mit COPD, hohem Alter, Herzinsuffizienz und Hypersekretion, die nach Extubation eine hyperkapnische ARI entwickeln, führt der prophylaktische Einsatz von NIV zur Reduktion der Reintubations- und Letalitätsrate [66, 67, 68, 69]. Randomisierte und kontrollierte Studien [3, 70] sprechen jedoch gegen den frühzeitigen Einsatz von NIV bei Patienten mit hypoxämischer ARI in der Postextubationsphase. Bislang kamen nur kleine, mono-

zentrische Studien [71] hierbei zu positiven Ergebnissen.

### Nichtinvasive Beatmung in der Pädiatrie

Die akute respiratorische Insuffizienz kann auch bei Kindern und Jugendlichen effektiv durch NIV behandelt werden (C). Anders als bei Erwachsenen gibt es jedoch bei Kindern und Jugendlichen außerhalb der Neugeborenenperiode kaum randomisierte Studien, die einen Vorteil der NIV gegenüber invasiver Beatmung belegen. Alle Empfehlungen hierzu beruhen daher auf Beobachtungsstudien.

Ein Therapieversuch der ARI mit NIV sollte bei folgenden Indikationen der invasiven Beatmung vorgezogen werden, sofern keine Kontraindikationen vorliegen (C):

- akut exazerbierte zystische Fibrose (C),
- ARI bei neuromuskulären Erkrankungen (C) und
- bei immunsupprimierten Patienten (C).

Die nichtinvasive Beatmung als Therapie der ARI sollte bei Kindern immer auf der Intensivstation durchgeführt werden (C).

### Nichtinvasive Beatmung als Palliativmaßnahme

Auch wenn palliative Therapie grundsätzlich mit dem Rückzug lebensverlängernder Maßnahmen einhergeht, kann der Einsatz der NIV in manchen Situationen indiziert sein. Ein Vorteil besteht in dieser speziellen Situation darin, dass während der Intervention eine gewisse Autonomie der Patienten erhalten bleibt. Eine aktuelle Erhebung ergab, dass ca. 30% der Patienten, die sich an ihrem Lebensende auf einer Intermediärstation befanden, mit NIV behandelt wurden [72]. Der Einsatz von NIV als palliative Maßnahme kann die Dyspnoe lindern und die Lebensqualität bessern [(C); [72, 73, 74]]. Auch beim Vorliegen einer Patientenverfügung, in der eine Intubation – aber nicht prinzipiell die *Beatmung* – abgelehnt wird, kann nach ausführlicher Aufklärung mit NIV begonnen werden [(B); [73, 75, 76, 77, 78, 79]]. Es ist aber streng darauf zu achten, dass die NIV bei dieser Indikation nicht zur Verlängerung des Leidensweges bzw. des Sterbevorgangs führt [80].

### Fazit für die Praxis

Als Therapie der hyperkapnischen ARI, wie z. B. im Rahmen einer akut exazerbierten COPD, sollte NIV frühzeitig eingesetzt werden. Bei der hypoxämischen Verlaufsform ist CPAP bzw. NIV in bestimmten Fällen der invasiven Beatmung vorzuziehen; dies sind z. B. Patienten mit kardialen Lungenödem und immungeschwächte Patienten. Die nichtinvasive Beatmung kann zur postoperativen Pro-

phylaxe des Intubationsversagens und bei schwierig von Langzeitbeatmung zu entwöhnenden Patienten mit hyperkapnischer ARI eingesetzt werden.

Die hypoxämische ARI auf dem Boden einer Pneumonie oder eines ARDS führt aus verschiedenen Gründen zu einer relativ hohen NIV-Versagerquote von 30 bis über 50%. Daher kann die Anwendung von NIV bei diesen Patienten nicht generell empfohlen werden.

Für die oben genannten Indikationsbereiche ist mittlerweile eine relativ gute Datenlage verfügbar. Diese spiegelt sich jedoch in der praktischen Anwendung der NIV im intensivmedizinischen Bereich noch nicht hinreichend wider. Die nun vorliegende Leitlinie soll hier Abhilfe schaffen.

### Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. B. Schönhofer**

Abteilung für Pneumologie und internistische Intensivmedizin, Krankenhaus Oststadt – Heidehaus, Klinikum Region Hannover Podbielskistraße 380, 30659 Hannover  
Bernd.Schoenhofer@t-online.de

**Interessenkonflikt.** Prof. Schönhofer hat Vortragshonorare der Firmen ResMed und Heinen und Löwenstein erhalten. Prof. Kuhlen hat Vortragshonorare der Firmen ResMed, Dräger, Tyco, Viasys und Maquet erhalten. Prof. Neumann hat Vortragshonorare der Firmen Dräger und BP Beatmungsprodukte erhalten. Die anderen Autoren haben keine Interessenskonflikte im Sinne der Richtlinien des ICMJE.

### Literatur

1. Esteban A, Anzueto A, Frutos F et al. (2002) Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. *JAMA* 287: 345–355
2. Brochard L, Mancebo J, Wysocki M et al. (1995) Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 333: 817–822
3. Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND et al. (2004) Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *N Engl J Med* 350: 2452–2460
4. Kopp IB, Lorenz W, Müller W et al. (2004) Methodische Empfehlungen zur Leitlinienerstellung. <http://www.uni-duesseldorf.de/AWMF/11/index.html>
5. Phillips B, Ball C, Sackett D et al. (2001) Levels of evidence and grades of recommendation. Oxford Centre for Evidence-based Medicine. [http://www.cebm.net/levels\\_of\\_evidence.asp](http://www.cebm.net/levels_of_evidence.asp)
6. Neumann P, Berglund JE, Mondejar EF et al. (1998) Effect of different pressure levels on the dynamics of lung collapse and recruitment in oleic-acid-induced lung injury. *Am J Respir Crit Care Med* 158: 1636–1643

7. Antonelli M, Conti G, Esquinas A et al. (2007) A multiple-center survey on the use in clinical practice of noninvasive ventilation as a first-line intervention for acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* 35: 18–25
8. Rello J, Ollendorf DA, Oster G et al. (2002) Epidemiology and outcomes of ventilator-associated pneumonia in a large US database. *Chest* 122: 2115–2121
9. Kollef MH (2004) Prevention of hospital-associated pneumonia and ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med* 32: 1396–1405
10. British Thoracic Society Standards of Care Committee (2002) Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Thorax* 57: 192–211
11. Schönhofer B, Sortor-Leger S (2002) Equipment needs for noninvasive mechanical ventilation. *Eur Respir J* 20: 1029–1036
12. Moerer O, Fischer S, Hartelt M et al. (2006) Influence of two different interfaces for noninvasive ventilation compared to invasive ventilation on the mechanical properties and performance of a respiratory system: a lung model study. *Chest* 129: 1424–1431
13. Gorini M, Ginanni R, Villella G et al. (2004) Non-invasive negative and positive pressure ventilation in the treatment of acute on chronic respiratory failure. *Intensive Care Med* 30: 875–881
14. Antonelli M, Conti G, Pelosi P et al. (2002) New treatment of acute hypoxemic respiratory failure: noninvasive pressure support ventilation delivered by helmet – A pilot controlled trial. *Crit Care Med* 30: 602–608
15. Ambrosino N, Foglio K, Rubini F et al. (1995) Non-invasive mechanical ventilation in acute respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease: correlates for success. *Thorax* 50: 755–757
16. Plant PK, Owen JL, Elliott MW (2001) Non-invasive ventilation in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: long term survival and predictors of in-hospital outcome. *Thorax* 56: 708–712
17. Meduri GU, Abou-Shala N, Fox RC et al. (1991) Noninvasive face mask mechanical ventilation in patients with acute hypercapnic respiratory failure. *Chest* 100: 445–454
18. Meduri GU, Conoscenti CC, Menashe P et al. (1989) Noninvasive face mask ventilation in patients with acute respiratory failure. *Chest* 95: 865–870
19. Nava S, Evangelisti I, Rampulla C et al. (1997) Human and financial costs of noninvasive mechanical ventilation in patients affected by COPD and acute respiratory failure. *Chest* 111: 1631–1638
20. Bott J, Baudouin SV, Moxham J (1991) Nasal intermittent positive pressure ventilation in the treatment of respiratory failure in obstructive sleep apnoea. *Thorax* 46: 457–458
21. Confalonieri M, Potena A, Carbone G et al. (1999) Acute respiratory failure in patients with severe community-acquired pneumonia. A prospective randomized evaluation of noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 160: 1585–1591
22. Kramer N, Meyer TJ, Meharg J et al. (1995) Randomized, prospective trial of noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 151: 1799–1806
23. Corrado A, Roussos C, Ambrosino N et al. (2002) Respiratory intermediate care units: a European survey. *Eur Respir J* 20: 1343–1350
24. Leger P, Laier-Groeneveld G (2002) Infrastructure, funding and follow-up in a programme of noninvasive ventilation. *Eur Respir J* 20: 1573–1578

25. Schönhofer B (1999) Respiratory high-dependency units in Germany. *Monaldi Arch Chest Dis* 54: 448–451
26. Schönhofer B, Wagner TO (2006) Ort der maschinellen Beatmung im Beatmungszentrum – Intensivstation, Intermediate care oder spezialisierte Normalstation. *Pneumologie* 60: 376–382
27. Becker HF, Schönhofer B, Vogelmeier C (2006) Intermediate-Care-Units und nichtinvasive Beatmung. *Med Klin* 101: 334–339
28. Crieé CP, Laier-Groeneveld G (1995) Die Atempumpe. *Atemw Lungenkrankh* 21: 94–101
29. Vassilakopoulos T, Zakynthinos S, Roussos C (1996) Respiratory muscles and weaning failure. *Eur Respir J* 9: 2383–2400
30. Plant PK, Owen JL, Elliott MW (2000) Early use of non-invasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease on general respiratory wards: a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 355: 1931–1935
31. Peter JV, Moran JL, Phillips-Hughes J et al. (2002) Noninvasive ventilation in acute respiratory failure – A meta-analysis update. *Crit Care Med* 30: 555–562
32. Keenan SP, Sinuff T, Cook DJ et al. (2003) Which patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease benefit from non-invasive positive-pressure ventilation? A systematic review of the literature. *Ann Intern Med* 138: 861–870
33. Ram FS, Wellington S, Rowe BH et al. (2005) Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to severe acute exacerbations of asthma. *Cochrane Database Syst Rev* CD004360
34. Conti G, Antonelli M, Navalesi P et al. (2002) Non-invasive vs. conventional mechanical ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease after failure of medical treatment in the ward: a randomized trial. *Intensive Care Med* 28: 1701–1707
35. Winck JC, Azevedo LF, Costa-Pereira A et al. (2006) Efficacy and safety of non-invasive ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema – A systematic review and meta-analysis. *Crit Care* 10: R69
36. Moritz F, Brousse B, Gellée B et al. (2007) Continuous positive airway pressure versus bilevel noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema: a randomized multicenter trial. *Ann Emerg Med* 50: 666–675
37. Gray A, Goodacre S, Newby DE et al. (2008) Non-invasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. *N Engl J Med* 359: 142–151
38. Nieminen MS, Bohm M, Cowie MR et al. (2005) Executive summary of the guidelines on the diagnosis and treatment of acute heart failure: the task force on acute heart failure of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 26: 384–416
39. Hamm CW (2004) Leitlinien: Akutes Koronarsyndrom (ACS). Teil 1: ACS ohne persistierende ST-Hebung. *Z Kardiol* 93: 72–90
40. Hamm CW (2004) Leitlinien: Akutes Koronarsyndrom (ACS). Teil 2: ACS mit ST-Hebung. *Z Kardiol* 93: 324–341
41. Masip J, Betbese AJ, Paez J et al. (2000) Non-invasive pressure support ventilation versus conventional oxygen therapy in acute cardiogenic pulmonary oedema: a randomised trial. *Lancet* 356: 2126–2132
42. Rusterholtz T, Kempf J, Berton C et al. (1999) Non-invasive pressure support ventilation (NIPSV) with face mask in patients with acute cardiogenic pulmonary edema (ACPE). *Intensive Care Med* 25: 21–28
43. Nava S, Carbone G, DiBattista N et al. (2003) Non-invasive ventilation in cardiogenic pulmonary edema: a multicenter randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 168: 1432–1437
44. Köhler D, Pfeifer M, Crieé C (2006) Pathophysiologische Grundlagen der mechanischen Beatmung. *Pneumologie* 60: 100–110
45. Chadda K, Annane D, Hart N et al. (2002) Cardiac and respiratory effects of continuous positive airway pressure and noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. *Crit Care Med* 30: 2457–2461
46. Ferrer M, Esquinas A, Leon M et al. (2003) Non-invasive ventilation in severe hypoxemic respiratory failure: a randomized clinical trial. *Am J Respir Crit Care Med* 168: 1438–1444
47. Wysocki M, Tric L, Wolff MA et al. (1995) Noninvasive pressure support ventilation in patients with acute respiratory failure. A randomized comparison with conventional therapy. *Chest* 107: 761–768
48. Martin TJ, Hovis JD, Costantino JP et al. (2000) A randomized, prospective evaluation of noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 161: 807–813
49. Domenighetti G, Gayer R, Gentilini R (2002) Non-invasive pressure support ventilation in non-COPD patients with acute cardiogenic pulmonary edema and severe community-acquired pneumonia: acute effects and outcome. *Intensive Care Med* 28: 1226–1232
50. Hilbert G, Gruson D, Vargas F et al. (2000) Non-invasive continuous positive airway pressure in neutropenic patients with acute respiratory failure requiring intensive care unit admission. *Crit Care Med* 28: 3185–3190
51. Hilbert G, Gruson D, Vargas F et al. (2001) Non-invasive ventilation in immunosuppressed patients with pulmonary infiltrates, fever and acute respiratory failure. *N Engl J Med* 344: 481–487
52. Confalonieri M, Calderini E, Terraciano S et al. (2002) Noninvasive ventilation for treating acute respiratory failure in AIDS patients with pneumocystis carinii pneumonia. *Intensive Care Med* 28: 1233–1238
53. Antonelli M, Conti G, Moro ML et al. (2001) Predictors of failure of noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure: a multi-center study. *Intensive Care Med* 27: 1718–1728
54. Wahba RW (1991) Perioperative functional residual capacity. *Can J Anaesth* 38: 384–400
55. Smetana G (1999) Current concepts: preoperative pulmonary evaluation. *N Engl J Med* 340: 937–944
56. Stock MC, Downs JB, Gauer PK et al. (1985) Prevention of postoperative pulmonary complications with CPAP, incentive spirometry and conservative therapy. *Chest* 87: 151–157
57. Kindgen-Milles D, Buhl R, Gabriel A et al. (2000) Nasal continuous positive airway pressure: a method to avoid endotracheal reintubation in postoperative high-risk patients with severe non-hypercapnic oxygenation failure. *Chest* 117: 1106–1111
58. Antonelli M, Conti G, Bui M et al. (2000) Noninvasive ventilation for treatment of acute respiratory failure in patients undergoing solid organ transplantation: a randomized trial. *JAMA* 283: 235–241
59. Auriant I, Jallot P, Hervé P et al. (2001) Noninvasive ventilation reduces mortality in acute respiratory failure following lung resection. *Am J Respir Crit Care Med* 164: 1231–1235
60. Azoulay E, Alberti C, Bornstain C et al. (2001) Improved survival in cancer patients requiring mechanical ventilatory support: impact of noninvasive mechanical ventilatory support. *Crit Care Med* 29: 519–525
61. Hoffmann B, Jepsen M, Hachenberg T et al. (2003) Cardiopulmonary effects of non-invasive positive pressure ventilation (NPPV) – A controlled, prospective study. *Thorac Cardiovasc Surg* 51: 142–146
62. Antonelli M, Conti G, Riccioni L et al. (1996) Non-invasive positive-pressure ventilation via face mask during bronchoscopy with BAL in high-risk hypoxemic patients. *Chest* 110: 724–728
63. Antonelli M, Pennisi MA, Conti G et al. (2003) Fiberoptic bronchoscopy during noninvasive positive pressure ventilation delivered by helmet. *Intensive Care Med* 29: 126–129
64. Da Conceicao M, Genco G, Favier JC et al. (2000) Fiberoptic bronchoscopy during noninvasive positive-pressure ventilation in patients with chronic obstructive lung disease with hypoxemia and hypercapnia. *Ann Fr Anesth Reanim* 19: 231–236
65. Trachsel D, Erb TO, Frei FJ et al. (2005) Use of continuous positive airway pressure during flexible bronchoscopy in young children. *Eur Respir J* 26: 773–777
66. Carlucci A, Gregoretti C, Squadrone V et al. (2001) Preventive use of non-invasive mechanical ventilation to avoid post-extubation respiratory failure: a randomised controlled study. *Eur Respir J* 18 [Suppl 33]: 306
67. Hilbert G, Gruson D, Portel L et al. (1998) Noninvasive pressure support ventilation in COPD patients with postextubation hypercapnic respiratory insufficiency. *Eur Respir J* 11: 1349–1353
68. Nava S, Gregoretti C, Fanfulla F et al. (2005) Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med* 33: 2465–2470
69. Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM et al. (2006) Early noninvasive ventilation averts extubation failure in patients at risk: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 173: 164–170
70. Keenan SP, Powers C, McCormack DG et al. (2002) Noninvasive positive-pressure ventilation for post-extubation respiratory distress: a randomized controlled trial. *JAMA* 287: 3238–3244
71. Kilger E, Briegel J, Haller M et al. (1999) Effects of noninvasive positive pressure ventilatory support in non-COPD patients with acute respiratory insufficiency after early extubation. *Intensive Care Med* 25: 1374–1380
72. Nava S, Sturani C, Hartl S et al. (2007) End-of-life decision-making in respiratory intermediate care units: a European survey. *Eur Respir J* 30: 156–164
73. Cuomo A, Delmastro M, Ceriana P et al. (2004) Noninvasive mechanical ventilation as a palliative treatment of acute respiratory failure in patients with end-stage solid cancer. *Palliat Med* 18: 602–610
74. Shee CD, Green M (2003) Non-invasive ventilation and palliation: experience in a district general hospital and a review. *Palliat Med* 17: 21–26

75. Meduri GU, Fox RC, Abou-Shala N et al. (1994) Noninvasive mechanical ventilation via face mask in patients with acute respiratory failure who refused endotracheal intubation. *Crit Care Med* 22: 1584–1590
76. Meert AP, Berghmans T, Hardy M et al. (2006) Non-invasive ventilation for cancer patients with life-support techniques limitation. *Support Care Cancer* 14: 167–171
77. Levy M, Tanios MA, Nelson D et al. (2004) Outcomes of patients with do-not-intubate orders treated with noninvasive ventilation. *Crit Care Med* 32: 2002–2007
78. Chu CM, Chan VL, Wong IW et al. (2004) Noninvasive ventilation in patients with acute hypercapnic exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease who refused endotracheal intubation. *Crit Care Med* 32: 372–377
79. Nava S, Cuomo AM (2004) Acute respiratory failure in the cancer patient: the role of non-invasive mechanical ventilation. *Crit Rev Oncol Hematol* 51: 91–103
80. Schönhofer B, Köhler D, Kutzer K (2006) Ethische Betrachtungen zur Beatmungsmedizin unter besonderer Berücksichtigung des Lebensendes. *Pneumologie* 60: 408–416
81. Nouira S, Marghli S, Belghith M et al. (2001) Once daily oral ofloxacin in chronic obstructive pulmonary disease exacerbation requiring mechanical ventilation: a randomised placebo-controlled trial. *Lancet* 358: 2020–2025
82. Schönhofer B, Kühlen R, Neumann P et al. (2008) Nicht invasive Beatmung bei akuter respiratorischer Insuffizienz. *Dtsch Arztebl* 105(24): 424–433

### Ärzte für die Dritte Welt

In Berlin wurde das 25-jährige Jubiläum des Komitees „Ärzte für die Dritte Welt“ mit einem Festakt gefeiert. Motto der Veranstaltung war das Leitbild des Komitees: „Jeder Einzelne zählt“. Die Vorsitzende des Kuratoriums, die Ärztin und Schauspielerin Dr. Maria Furtwängler moderierte den Festakt.

Die Organisation „Ärzte für die Dritte Welt“ wurde vor 25 Jahren von dem Jesuitenpater Dr. h.c. Bernhard Ehlen gegründet. Ziel der Organisation ist es, auch in Notstandsgebieten der Dritten Welt eine medizinische Versorgung der Menschen zu ermöglichen. Das Komitee organisiert für seine Projekte den Einsatz von Ärzten in den Elendsvierteln dieser Welt. Heute opfern jedes Jahr mehr als 300 Ärzte ihren Jahresurlaub, um in den Projekten medizinisch, aber auch menschlich zu helfen. Zurzeit gibt es neun solcher Projekte, verteilt auf die Philippinen, Indien, Bangladesch, Kenia und Nicaragua. In jedem Projekt sind kontinuierlich 2 – 8 Ärzte tätig. Tag für Tag können so über 3000, zum Teil schwerranke Menschen, medizinisch versorgt werden. Ohne den Einsatz von Ärzten für die Dritte Welt hätten diese Menschen keine Chance eine Behandlung zu bekommen. Bis heute wurden in der Dritten Welt 4500 Einsätze durchgeführt, an denen sich 2300 Ärzte und Ärztinnen beteiligt haben. Viele dieser Helfer waren mehrmals für die Organisation tätig.

Für die Unterhaltung der neun Projekte beliefen sich die Ausgaben im Jahr 2007 auf ca. 3,7 Mio. Euro. „Ärzte für die Dritte Welt“ finanziert sich aus Spendengeldern und ist Träger des Spendensiegels des Deutschen Zentralinstituts für soziale Fragen (DZI).

Die Organisation garantiert, dass alle Spenden komplett in die Arbeit in der Dritten Welt fließen. Für die Verwaltungskosten kommt ein eigenständiger Förderkreis auf. Diese Kosten betragen nur ca. 7% der Gesamtkosten und sind unter anderem so gering, da ein erheblicher Teil der Arbeit von Ehrenamtlichen versehen wird.

Im Rahmen des Festvortrages zum 25-jährigen Jubiläum wurde von Außenminister a.D. Joschka Fischer die Notwendigkeit des Ärztekomitees und die Nachhaltigkeit dieser wichtigen Arbeit gewürdigt.

Spendenkonto:  
„Ärzte für die Dritte Welt“  
EKK Bank  
Konto-Nr. 4888880  
BLZ 520 604 10

*Quelle: St. Bonifatius Hospital gGmbH,  
Lingen*