

Alexandra Biermann und Alexander Geissler

Beatmungsfälle und Beatmungsdauer in deutschen Krankenhäusern

Eine Analyse von DRG-Anreizen und
Entwicklungen in der Beatmungsmedizin

September 2013

Alexandra Biermann

Alexander Geissler

Beatmungsfälle und Beatmungsdauer

in deutschen Krankenhäusern

Eine Analyse von DRG-Anreizen und Entwicklungen
in der Beatmungsmedizin

Herausgeber:

Prof. Dr. med. Reinhard Busse, Leiter des Fachgebiets Management im Gesundheitswesen der Technischen Universität Berlin

Autoren:

Dr. med. Alexandra Biermann, wissenschaftliche Mitarbeiterin des Wissenschaftlichen Instituts der AOK (WIdO)

Dr. rer. oec. Alexander Geissler, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Management im Gesundheitswesen der Technischen Universität Berlin

Alexandra Biermann

Alexander Geissler

Beatmungsfälle und Beatmungsdauer in deutschen Krankenhäusern

Eine Analyse von DRG-Anreizen und Entwicklungen
in der Beatmungsmedizin

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de/> abrufbar.

Universitätsverlag der TU Berlin 2013
<http://www.univerlag.tu-berlin.de>

Fasanenstr. 88 (im VOLKSWAGEN-Haus), 10623 Berlin
Tel.: +49 (0)30 314 76131 / Fax: -76133
E-Mail: publikationen@ub.tu-berlin.de

Das Manuskript ist urheberrechtlich geschützt.

Druck: docupoint GmbH

Satz/Layout: Alexander Geissler

Online veröffentlicht auf dem Digitalen Repositorium der Technischen Universität Berlin:

URL <http://opus4.kobv.de/opus4-tuberlin/frontdoor/index/index/docId/4199>

URN [urn:nbn:de:kobv:83-opus4-41994](http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:83-opus4-41994)

[<http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:83-opus4-41994>]

ISBN 978-3-7983-2630-9 (print)

ISBN 978-3-7983-2631-6 (online)

ISSN 2197-8123 (print)

ISSN 1867-6287 (online)

Zusammenfassung

Hintergrund: Seit 2003/2004 werden die in deutschen Krankenhäusern erbrachten Leistungen gegenüber den Krankenkassen mit DRG-basierten Fallpauschalen abgerechnet. Wie auch bei der zuvor eingesetzten Vergütung nach tagesgleichen Pflegesätzen bietet das DRG-basierte Fallpauschalensystem spezifische Anreize für die Krankenhäuser. Die Beatmung von Patienten und ihre Dauer stehen dabei immer wieder in Verdacht als erlössteigernde Prozedur zu Unrecht kodiert bzw. unnötig lange durchgeführt zu werden.

Ziel: Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, die Anreize der DRG-basierten Vergütung in Hinblick auf die Beatmungsbehandlung zu untersuchen und Faktoren zu identifizieren, die in der Lage sind, die Zunahme der Beatmungsfälle in den vergangenen Jahren zu erklären.

Methodik: Zur Beantwortung dieser Fragen wurden Daten der DRG-Statistik des Statistischen Bundesamts und vom InEK veröffentlichte Daten in Hinblick auf die Entwicklung der Beatmungspatienten, der Beatmungsstunden, der Altersverteilung und der Beatmungs-DRGs mit den Methoden der deskriptiven und schließenden Statistik untersucht. Weiterhin wurden die Definitionen der Beatmungs-DRGs und die Veränderungen in der Beatmungsmedizin im Verlauf der Jahre 2005–2010 verglichen.

Ergebnisse: Seit Einführung der DRGs haben Beatmungsstunden und Beatmungspatienten bei gleichzeitig rückläufiger Mortalität zugenommen. Im gleichen Zeitraum setzte sich eine weniger invasive Beatmungsbehandlung durch. Die Altersverteilung hat sich zu höheren Altersgruppen hin verschoben.

Diskussion: Fortschritte in der Beatmungsmedizin führen dazu, dass durch eine weniger komplikationsbehaftete Behandlung beatmungspflichtige Patienten bei gleichzeitig verbessertem Überleben schonender beatmet werden können. Nachhaltige Hinweise auf eine Ausrichtung der Beatmungsdauer an den gruppierungsrelevanten Beatmungsintervallen fanden sich nicht. Hingegen besteht die Vermutung, dass stationsinterne Abläufe einen erheblichen Einfluss auf die Beendigung der Beatmungsbehandlung ausüben.

Empfehlungen: Weitere Untersuchungen, die die Verteilung der Beatmungsdauer innerhalb der Beatmungs-DRGs untersuchen, sollten durchgeführt werden.

Abstract

Background: Since 2003/04 DRG-based hospital payments are used to reimburse hospitals activities in Germany. Like any other payment methodology, also DRG-based payments offer specific incentives for hospitals. The mechanical ventilation of patients and its duration is often discussed as a procedure examined in order to increase the revenues of hospitals.

Objective: The aim of this study was to examine the incentives created by a DRG-based payment system with regard to artificial respiration and to identify factors that could explain the considerable increase of mechanically ventilated patients.

Methods: Data provided by the Federal Statistical Office and the InEK were analyzed with regard to the development of the number of patients mechanically ventilated, the total number of ventilation hours, the age distribution and the DRGs for mechanical ventilation, using methods of descriptive and inferential statistics. Furthermore, the definitions of the DRGs for ventilation and changes in respiratory medicine were compared over the years.

Results: Since the introduction of the DRGs, the hours of ventilations and the number of patients mechanically ventilated have increased while mortality has decreased. During the same period there has been a switch to less invasive ventilation methods. The age distribution has shifted to higher age-groups.

Discussion: Due to advances in respiratory medicine, patients requiring ventilation can be treated by using a less complication-prone ventilation mode which simultaneously improves survival rates. There was no evidence supporting the assumption that the duration of mechanical ventilation is influenced by the intervals relevant for grouping. However, presumably operational arrangements of the hospital have a significant impact on the termination of mechanical ventilation.

Recommendations: Further studies investigating the distribution of the duration of mechanical ventilation within the respective DRG-groups should be conducted.

Inhalt

Zusammenfassung	V
Inhalt	VII
1 Einleitung	1
2 Diagnosis Related Groups (DRGs) und Beatmung.....	2
2.1 Entwicklung und Ziel des G-DRG-Systems	2
2.2 Patientenklassifikation des G-DRG-Systems	3
2.3 Fehlanreize von DRG-basierter Vergütung	6
2.4 Die Abbildung der (Langzeit-) Beatmung im DRG-System	7
2.5 Entwicklung der Intensiv- und Beatmungsmedizin.....	8
2.6 Ziel und Indikationen zur Beatmungsbehandlung	9
2.7 Möglichkeiten der Beatmung.....	11
2.8 Definition der Langzeitbeatmung	16
3 Methoden und Daten.....	16
3.1 Datenquellen und -aufbereitung.....	17
3.2 Statistische Auswertungen.....	18
3.3 Literaturrecherche	20
3.4 Veränderungen des DRG Systems im Zeitverlauf	21
4 Ergebnisse	21
4.1 Beatmungspatienten und -zeiten 2005–2010	21
4.2 Fälle mit 24 Stunden überschreitender Beatmungszeit	25
4.3 Beatmungspatienten nach DRG-Beatmungsintervallen	25
4.4 Mortalität der Beatmungspatienten	26
4.5 Beatmungsdauer Überlebende vs. Verstorbene	28
4.6 Indikationsstellung zur Beatmung.....	28
4.7 Wahl des Beatmungszugangs.....	30
4.8 Abbildung der Beatmung im DRG-System	32
4.9 Veränderungen der Beatmungsbehandlung im Beobachtungszeitraum	44
4.10 Altersstruktur der Beatmungspatienten	48
5 Diskussion	49
5.1 Limitationen	49
5.2 Anzahl der Beatmungspatienten und der Beatmungsdauer	50
5.3 Mortalität der Beatmungspatienten	51

5.4	Veränderungen in der Beatmungsmedizin	51
5.5	Abbildung der Beatmung in den DRGs.....	52
5.6	Fehlanreize im DRG-System	52
5.7	Demographischer Faktor und Altersverteilung.....	53
5.8	DRG-Anpassungen und Veränderungen bei Beatmungspatienten	53
5.9	Beatmungsdauer und Intervallgrenzen im DRG-System.....	54
6	Schlussfolgerungen	55
7	Literaturverzeichnis	56
8	Anhang.....	IX

1 Einleitung

Seit 2003/2004 werden die in deutschen Krankenhäusern erbrachten Leistungen mit Hilfe von DRGs (Diagnosis Related Groups) erfasst und gegenüber den Krankenkassen mit den drauf aufbauenden Fallpauschalen abgerechnet. Die Abrechnung nach DRG-basierten Fallpauschalen ist für alle Krankenhäuser, ausgenommen psychiatrischer Fachkliniken, seit 2005 verpflichtend. Wie das zuvor eingesetzte Abrechnungssystem nach tagesgleichen Pflegesätzen, setzt auch das DRG-basierte Fallpauschalensystem spezifische Anreize für die Leistungserbringer. Einige der daraus resultierenden Folgen sind vom Gesetzgeber beabsichtigt, andere hingegen nicht. Während beispielsweise beim früheren System der Anreiz bestand, die Verweildauer der Patienten im Krankenhaus zu verlängern und möglichst wenig neue Patienten aufzunehmen, setzen DRG-basierte Fallpauschalen Anreize die Verweildauer auf das medizinisch notwendige zu verkürzen und möglichst viele Patienten zu behandeln. Zudem kann eine rein von der Kodierung der Diagnosen und Prozeduren getriebene Vergütung Anreize setzen, Patienten kränker erscheinen lassen als sie es tatsächlich sind.

Die politischen Erwartungen bei der Einführung der DRGs waren, dass die Ausgabenentwicklung im Krankenhaussektor zumindest stabilisiert werden kann und gleichzeitig die Versorgungsqualität verbessert würde. Weiterhin sollte die Transparenz der Krankenhausleistungen gesteigert werden. Diese Ziele sollten über eine Verringerung der Bettenzahl, eine Verkürzung der Verweildauer, eine Verbesserung der Arbeitsabläufe, eine verbesserte Dokumentation der Abläufe und einen gesteigerten Wettbewerb unter den Krankenhäusern erreicht werden. Um negative Effekte frühzeitig aufzudecken und zu vermeiden, wurde gesetzlich der Einsatz einer Begleitforschung festgelegt (§ 17b Abs. 8 KHG).

In einem DRG-System wird jeder Patient unter Berücksichtigung verschiedenster Kriterien (z. B. Diagnosen, Prozeduren, Alter, Geschlecht) genau einer Fallgruppe zugeordnet. Diese Fallgruppen sind aufgrund unterschiedlicher Ressourcenverbräuche (Fallkosten) unterschiedlich gewichtet. Die maschinelle Beatmung gehört zu den Prozeduren, die dazu führen, dass Behandlungsfälle in höher gewichtete Fallgruppen klassifiziert werden. Die Mehrzahl der resultierenden DRGs gehört zu den sogenannten Prä-MDCs (MDC-Major Diagnostic Category), einem Kapitel des DRG-Katalogs, das Sonderfälle wie Beatmungsfälle und Transplantationen zusammenfasst. Seit Einführung der DRGs im Jahr 2005 zeigte sich, dass sowohl die Anzahl der Beatmungspatienten als auch die der Beatmungsstunden deutlich zugenommen haben.

In dieser Untersuchung soll der Zusammenhang zwischen den Beatmungs-DRGs, der Zunahme der Beatmungspatienten und dem medizinischen Outcome betrachtet werden. Insbesondere sollen erklärende Faktoren für die Zunahme von beatmeten Patienten gefunden werden. Diese können beispielsweise in einem veränderten DRG-Gruppierungsalgorithmus oder einer veränderten Beatmungsbehandlung aufgrund neuer medizinische Erkenntnisse und Methoden bestehen. Auch eine erhebliche Alterung der Gesellschaft könnte zu einer Zunahme der Beatmungsbehandlung beitragen. Indem alle diese Aspekte eingehend untersucht werden, sollen Erkenntnisse

darüber gewonnen werden, ob und in welchem Ausmaß die Einführung der DRG-basierten Fallpauschalen einen Einfluss auf das medizinische Handeln ausübt.

Dabei werden zunächst in Kapitel 2 Hintergrundinformationen u. a. zur Entwicklung und den Zielen des deutschen DRG-Systems gegeben. Dabei wird der Aufbau des DRG-Systems und dessen Weiterentwicklung sowie die mit dem DRG-System verbundenen Fehlanreize beschrieben und die Abbildung der Langzeitbeatmung im DRG-System dargestellt. Anschließend rückt die Beatmungsmedizin in den Fokus. Dabei werden die verschiedenen Beatmungsformen mit ihren Vor- und Nachteilen vorgestellt.

In Kapitel 3 werden die verwendeten Daten und statischen Methoden eingehend beschrieben. Im anschließenden Kapitel 4, dem Ergebnisteil, werden die Resultate der verschiedenen Analysen vorgestellt und mit denen aus einer systematischen Literaturrecherche gewonnen Ergebnissen, verglichen. Abschließend werden in Kapitel 5 die Ergebnisse zusammenfassend bewertet und sich hieraus ergebende Implikationen für weitere Untersuchungen beschrieben.

2 Diagnosis Related Groups (DRGs) und Beatmung

2.1 Entwicklung und Ziel des G-DRG-Systems

Mit der Gesundheitsreform 2000 wurde im § 17b Krankenhausfinanzierungsgesetz (KHG) für die Vergütung der allgemeinen Krankenhausleistungen die Einführung eines „durchgängigen, leistungsorientierten und pauschalierenden Vergütungssystems“ beschlossen. Für das System war gefordert, dass es bei praktikablem Differenzierungsgrad „Komplexitäten und Comorbiditäten“ abbilden soll. Mit dem Spitzenverband Bund der Krankenkassen und dem Verband der privaten Krankenkassen wurde vereinbart, dass sich das zukünftige Vergütungssystem an einem international bereits eingesetzten DRG-basierten Vergütungssystem orientieren soll (§ 17b Absatz 2 KHG). Der § 17b KHG wurde mit dem Fallpauschalengesetz (FPG), das 2002 in Kraft trat, umgesetzt. Das FPG sah für die ursprünglich für die Jahre 2005 bis 2006 geplante Konvergenzphase eine schrittweise Angleichung der bis dahin bestehenden Krankenhausbudgets mit dem Ziel eines Einheitspreissystems („gleicher Preis für gleiche Leistung“ (Geissler et al. 2010) vor. Seit Abschluss der Konvergenzphase, die mit dem Zweiten Fallpauschalenänderungsgesetz bis zum 1. Januar 2009 verlängert wurde (Rau 2004), gelten nun landeseinheitliche Basisfallwerte.

Die ursprüngliche Idee, die hinter der Entwicklung des DRG-Systems an der Yale Universität stand war, ein Patientenklassifikationssystem zu entwickeln welches den Ressourcenverbrauch stationärer Patienten abbildet. In der Folgezeit wurde hieraus ein prospektives Kosten- und Erlössystem entwickelt, das erstmals 1983 im Rahmen des Medicare Programms eingesetzt wurde (Wiley 2011). In den folgenden Jahren wurden DRGs in verschiedenen Ländern mit unterschiedlicher Intention eingesetzt. In einigen Ländern dienen die DRGs dazu, die durchschnittliche Fallschwere eines Krankenhauses zu messen und mit anderen Häusern zu vergleichen, während die DRGs in anderen Ländern ein Instrument zur Berechnung der Kosten und des Erlöses darstellen (Geissler et al. 2011).

In Deutschland wird das DRG-System seit 2005 verbindlich als pauschalierendes Vergütungssystem eingesetzt (Roeder et al. 2010). Durch Anwendung der

Marktgesetze auf den Gesundheitssektor sollen Reserven durch „Prozessoptimierung, Leistungsverdichtung und Einsparung überflüssiger Leistungen“ mobilisiert werden (Roeder et al. 2007). Das deutsche DRG-System war von Anfang an als ein lernendes System geplant. Das bedeutet, dass der Berechnungsalgorithmus und die relativen Bewertungen der Fallgruppen (Relativgewichte) für das Folgejahr jährlich auf Basis der von den Krankenhäusern übermittelten Leistungs- und Kostendaten des Vorjahrs überarbeitet und neu kalkuliert werden.

Für die Weiterentwicklung des DRG-Systems gründeten die Selbstverwaltungspartner 2001 das deutsche DRG-Institut, die InEK-GmbH (Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus).

Folgende Zielsetzungen des DRG-Systems formulierte der Deutsche Bundestag in seiner Begründung des Fallpauschalengesetz (BT-Drucksache 14/6893):

- Transparenz über Leistungen und Kosten
- Förderung der Wirtschaftlichkeit
- Beseitigung von Fehlanreizen durch das bisherige System der tagesgleichen Pflegesätze
- bedarfsgerechter und effizienter Einsatz der Ressourcen
- leistungsbezogene Vergütung
- Strukturveränderung durch mehr Wettbewerb

2.2 Patientenklassifikation des G-DRG-Systems

Das DRG-System ist ein Patientenklassifikationssystem, dessen Ziel es ist Patienten, die in zentralen Eigenschaften – wie z. B. Diagnosen und Prozeduren – übereinstimmen, in möglichst homogenen Gruppen zusammenzufassen. Der Vorgang des Zusammenfassens wird als Gruppierung (Grouping) bezeichnet (Fleßa 2010). Dies geschieht mittels einer Software, die „Grouper“ genannt wird. Dabei gehen unter anderem die Hauptdiagnose und Nebendiagnosen kodiert nach ICD 10, die Prozeduren kodiert nach OPS (Operationen- und Prozedurenschlüssel) und die Entlassungsart ein. Im ersten Schritt werden die eingegebenen Daten auf Konsistenz und Plausibilität überprüft. Bei Inkonsistenzen wird der Patient einer Fehler-DRG zugeordnet. Im nächsten Schritt wird untersucht, ob eine der Bedingungen erfüllt wird, die zu einer Zuordnung in die Prä-MDC-Gruppe führen. Erst danach erfolgt die Einordnung in die Hauptgruppen und anschließend die Zuordnung zu den Partitionen (operative, medizinische, sonstige Partition). Das Ergebnis der Gruppierung ist die Basis-DRG. Im nächsten Schritt wird mittels der Nebendiagnosen die medizinische Fallschwere ermittelt (CCL, Complication and Comorbidity Level und PCCL, Patient Clinical Complexity Level). Erst hiernach wird der Erlös berechnet (DRG-Definitionshandbücher 2005–2010, Kompaktversion → Gruppierung von Behandlungsepisoden in DRGs).

Jährliche Pflege und Weiterentwicklung des DRG-Systems

Das deutsche DRG-System wird jährlich überarbeitet und weiterentwickelt. Die Weiterentwicklung betrifft zum einen die Bewertung der DRGs und damit die

Vergütung eines Leistungskomplexes, zum anderen die inhaltliche Zuordnung einer DRG.

Grundlage der Kalkulation sind die Kostendaten der Krankenhäuser, die mit dem InEK eine „Vereinbarung über die Teilnahme an der Kalkulation für die Pflege und Weiterentwicklung des G-DRG-Systems“ abgeschlossen haben (www.g-drg.de → Kalkulation/Fallpauschalen). Entsprechend §21 KHEntgG müssen die sogenannten Kalkulationskrankenhäuser ihre Kostendaten des Vorjahres auf Basis „eines Ist-Kosten-Ansatzes auf Vollkostenbasis anhand der Vorschriften des Kalkulationshandbuchs“ bis zum 31. März jedes laufenden Jahres an das InEK übermitteln. Die Daten bilden die Grundlage für die Berechnung der Relativgewichte des folgenden Jahres. Nach § 17b Abs. 5 KHG erhalten die teilnehmenden Krankenhäuser für die Datenübermittlung einen DRG-Systemzuschlag.

Das zweite Verfahren, das zur Anpassung und Überarbeitung des DRG-Systems eingesetzt wird, ist das Vorschlagsverfahren. Eine wesentliche Intention dieses Verfahrens ist, externen Sachverstand für die Weiterentwicklung des DRG-Systems einzubeziehen. Dies erfolgt über einen strukturierten Dialog, an dem sich Organisationen und Institutionen als Vertreter unter anderem der Selbstverwaltungen, Spitzenverbände, Kammern und medizinischen Fachgesellschaften beteiligen können. Durch Einbeziehung der medizinischen Fachgesellschaften und politischen Interessenvertreter soll auch die Akzeptanz des DRG-Systems verbessert werden.

In Tabelle 1 sind die Anzahl der sich an der Kalkulation beteiligenden Krankenhäuser sowie die Anzahl der Vorschläge, die im Rahmen des Vorschlagsverfahrens gemacht wurden, dargestellt. Seit Einführung des DRG-Systems hat die Anzahl der Kostendaten liefernden Krankenhäuser kontinuierlich zugenommen und bewegt sich seit 2007 auf einem gleichbleibenden Niveau. Durch die zugenommene Breite der Datenbasis ist eine genauere Kalkulation der durchschnittlichen Kosten je DRG möglich. Die Tatsache, dass die Anzahl der Vorschläge stetig zurückgegangen ist, dürfte am ehesten ein Hinweis auf die Reifung und Stabilisierung des DRG-Systems sein.

Tabelle 1 : Kalkulationskrankenhäuser und Vorschlagsverfahren (InEK)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Kalkulationskrankenhäuser	148	214	263	249	251	253
Anzahl der Vorschläge	1320	1393	1019	736	694	564
Anzahl der Institutionen	304	232	186	183	159	155

Quelle: InEK Abschlussberichte 2005–2010, eigene Darstellung

Katalogeffekt

Als Katalogeffekt wird eine statistische Größe bezeichnet, die definiert ist als „die veränderte Bewertung identischer Fälle in unterschiedlichen G-DRG-Versionen“ (Roeder et al. 2010). Zum Katalogeffekt tragen die Veränderung des Relativgewichts, die Definitionsänderung einer DRG, die Veränderung der Liegedauer und der gruppierungsrelevanten Prozeduren, Diagnosen und Nebendiagnosen sowie die weitere Aufteilung einer Basis-DRG bei.

Veränderung des Relativgewichts

Definierte Ziele der DRG-Einführung in Deutschland waren unter anderem die Förderung der Wirtschaftlichkeit, die Steigerung der Effizienz und Strukturveränderungen durch vermehrten Wettbewerb. Der ökonomische Druck, der durch die DRGs vor allem in der Konvergenzphase erzeugt wurde, führte zu einer Veränderung des medizinischen Handelns, indem beispielsweise durch eine Optimierung der Abläufe und Zusammenfassung von Leistungen im Krankenhaus Ressourcen gebündelt und überflüssige Leistungen eingespart wurden (Roeder et al. 2008). Eine Variante zur Kostenoptimierung ist hier auch die Verlagerung von Diagnostik und Nachbehandlung in den ambulanten Bereich. Dies hat zur Folge, dass die stationäre Verweildauer sinkt, was sich wiederum auf das Relativgewicht, die mittlere sowie die obere und untere Grenzverweildauer auswirkt (Roeder et al. 2010).

Änderung der Definition einer DRG

Ein wesentlicher Aspekt für die Bildung der DRGs ist die Kostenhomogenität. Eine Möglichkeit diese herzustellen besteht darin, DRGs ohne Berücksichtigung des medizinischen Zusammenhangs in ökonomisch homogenen Gruppen zusammenzufassen. Diese Zusammenfassung wird als Kondensation bezeichnet. Da bei diesem Vorgehen weitere Parameter wie Verweildauer, Hauptleistung und Kostenverteilung unberücksichtigt bleiben, kann die Zusammenfassung auch ungünstige Auswirkungen haben (Roeder et al. 2008). Eine andere Möglichkeit ist die weitere Differenzierung innerhalb einer Basis-DRG, das sogenannte „Splitting“. Hier wird durch die Erzeugung von Untergruppen entsprechend den aufgewendeten Ressourcen die leistungsgerechte Vergütung verbessert (Eckardt und Stausberg 2000). Diese Veränderung der DRG-Definitionen führt dazu, dass identisch dokumentierte Fälle in unterschiedlichen DRG-Versionen unterschiedlich eingruppiert werden. Diese Wanderung wird als Migration bezeichnet und in den Migrationstabellen des InEK dargestellt (Roeder et al. 2010).

Durch diese Maßnahmen zum Erhalt der Kostenhomogenität ändert sich jeweils die Definition einer DRG, was dazu führt, dass DRGs mit derselben Bezeichnung in verschiedenen Jahren unterschiedliche Patientenkollektive umfassen und damit nicht vergleichbar sind (Fiori und Bunzemeier 2009).

Änderung der Abfragehierarchie und Klassifikationsvariablen

Eine wesentliche Rolle bei der Klassifizierung eines Behandlungsfalls spielt auch die Abfragehierarchie, also die Reihenfolge, in der die einzelnen Variablen abgefragt werden (Roeder 2010). Die Auswirkungen auf den Katalogeffekt sind häufig stärker als die Änderung der DRG-Definition (Roeder et al. 2008).

Seit der Einführung der DRGs wurden zur Eingruppierung in die Beatmungs-DRGs neben der Beatmungsdauer weitere Prozedurenkodes und Variablen gruppierungsrelevant. Während im Systemjahr 2005 nur Beatmungsdauer und komplexe bzw. hochkomplexe Prozeduren relevant waren, wurde im Folgejahr zur zusätzlichen Differenzierung der höher bewerteten DRGs die intensivmedizinische Komplexbehandlung (OPS-Kode 8-980) aufgenommen (Franz et al. 2010) und wurde damit – neben der Beatmungsdauer – gruppierungsrelevant. Zur Berechnung der Aufwandspunkte wird über den SAPS II (New Simplified Acute Physiology Score) und den TISS-Katalog (Therapeutic Intervention Scoring System) der tägliche Aufwand

ermittelt und am Ende der Behandlung aufsummiert (ebenda). Weiterhin sind die „komplizierenden Prozeduren“ für die Eingruppierung relevant. Insbesondere bei sehr aufwendigen Fällen führt diese Prozedur zu einer Eingruppierung in eine höherwertige DRG (ebenda).

Ein Problem der zunehmenden Komplexität ist, dass bei konkurrierenden gruppierungsrelevanten Parametern gravierende Erlösunterschiede auftreten können, abhängig davon, welche Prozeduren kodiert oder auch nicht kodiert werden (ebenda).

2.3 Fehlanreize von DRG-basierter Vergütung

Ein Ziel der DRG-Einführung war es, die Fehlanreize zu beseitigen, die durch die tagesgleichen Pflegesätze gesetzt wurden. Bei der Abrechnung nach diesem System entstehen durch längere Liegedauern höhere Kosten, die vor allem zu Lasten des Kostenträgers und damit der GKV-Versichertengemeinschaft gehen.

Anreize, die eine pauschalierende Vergütung setzt, können auch negative Auswirkungen auf die Gesundheit der Patienten haben und die Qualität im Gesundheitswesen verschlechtern.

Ein Anreiz kann sein, die Behandlung eines Patienten weniger in Hinblick auf Nachhaltigkeit, sondern vor allem mit Blick auf die Optimierung des Erlöses auszuführen. Wenn dann der Ressourceneinsatz minimiert wird, ohne die Langzeitfolgen zu berücksichtigen, kann das langfristig eine Verminderung der Qualität und Erhöhung der Kosten für die Versichertengemeinschaft bedeuten (Roeder et al. 2007; Roeder et al. 2008). Um dem entgegenzuwirken, ist es notwendig, dass sich die erfolgte Leistung auch in einer leistungsgerechten Vergütung widerspiegelt (Roeder et al. 2007). Wichtig ist hierbei, dass die Leistungen im DRG-System differenziert und trennscharf abgebildet sind (Roeder et al. 2008) und dass gruppierungsrelevante Variablen nicht konkurrierend auftreten (ebenda). Ein Ansatz, um einer Verschlechterung der Qualität entgegenzuwirken, ist die gesetzliche Vorgabe zur Durchführung einer Begleitforschung zur DRG-Einführung in Deutschland, mit der 2009 begonnen wurde (§ 17b Abs. 8 KHG).

Im Rahmen der Begleitforschung wurden weitere Anreize dargestellt, die durch das Fallpauschalensystem gesetzt werden. Nach Einführung der DRGs hat sich die bereits seit den 1990er Jahren rückläufige Liegedauer weiter verkürzt. Durch Leistungsverdichtung in der Diagnostik und Therapie kann die Liegedauer des einzelnen Patienten in einem gewissen Maße reduziert werden, sodass pro Zeiteinheit mehr Patienten behandelt werden können und auf diesem Weg der Erlös gesteigert wird (IGES 2011). Dem Anreiz einer sogenannten „blutigen Entlassung“ wurde zum einen dadurch begegnet, dass Wiederaufnahmen aufgrund derselben Diagnose innerhalb von 30 Tagen durch eine einzige Fallpauschale vergütet werden, zum anderen durch den Abschlag, der bei Unterschreitung der unteren Grenzverweildauer eingeführt wurde (ebenda). Ein anderer Weg der Erlössteigerung für die Krankenhäuser ist, sich auf kosteneffektive Fallpauschalen mit entsprechender Patientenselektion zu spezialisieren. Als Nebeneffekt der Prozess- und Organisationsoptimierung kann es zu einer Verlagerung von stationären Abläufen in den ambulanten Bereich kommen, die eine entsprechende Kostensteigerung im ambulanten Sektor auslöst, welche durch das aktuelle Abrechnungssystem nicht entsprechend ausgeglichen wird.

Da die Eingruppierung in die DRGs zunehmend durch die Prozeduren bestimmt ist und die Diagnosen für die Gruppierung an Bedeutung verlieren, kann es für die Krankenhäuser lukrativ sein, hoch bewertete Prozeduren durchzuführen, auch wenn keine zwingende Indikation besteht (von Wichert 2009).

Für den Zusammenhang zwischen der DRG-Einführung und der Verteilung des Geburtsgewichts Frühgeborener konnte beispielsweise gezeigt werden, dass nach der Einführung der DRGs die Zahl der Frühgeborenen, die gerade etwas weniger als 1500 g wiegen, signifikant zugenommen hat (Abler et al. 2011). In der Versorgung Frühgeborener ist ein Geburtsgewicht unter 1500 g eine der Grenzen, die zu einer höheren Vergütung führen. Eine andere Grenze ist 750 g. Zu der Häufung der Frühgeborenen mit einem Geburtsgewicht unter 750 g stellt der GKV-Spitzenverband in seinem Argumentationspapier für eine symmetrische Aufwandspauschale vom August 2011 nicht ohne Ironie fest: „Offensichtlich wissen schon die Frühgeborenen um die Bedeutung der richtigen Geburtsgewichtsklasse.“ (GKV-Spitzenverband 2011).

2.4 Die Abbildung der (Langzeit-)Beatmung im DRG-System

Die Langzeitbeatmung gehört zu den Merkmalen, die zu einer Eingruppierung in die Prä-MDCs führen. In der Hauptdiagnosegruppe Prä-MDC sind die kostenintensivsten DRGs zusammengefasst (Definitionshandbücher InEK 2005–2010). Üblicherweise ist die Hauptdiagnose für die Eingruppierung in eine MDC entscheidend. Gemäß den vom InEK herausgegebenen Kodierrichtlinien ist diejenige Diagnose als Hauptdiagnose definiert, „die nach Analyse als diejenige festgestellt wurde, die hauptsächlich für die Veranlassung des stationären Krankenhausaufenthaltes des Patienten verantwortlich ist.“, dabei muss die festgestellte Hauptdiagnose nicht der Aufnahme- oder Einweisungsdiagnose entsprechen.

Bei der Gruppierung der Prä-MDCs wird diese Regel verlassen. Für die Eingruppierung ist hier die Prozedur (Langzeitbeatmung, Organtransplantation) oder ein bestimmtes Patientenmerkmal (Neugeborenes, HIV-Patienten, polytraumatisierte Patienten) maßgeblich. Diese Regelung führt dazu, dass eine Eingruppierung außerhalb der Diagnosekategorie erfolgt, während sonst alle Prozeduren, die integrale Bestandteile in der Diagnostik und Behandlung einer Erkrankung sind, in den DRG-Kodes bereits berücksichtigt sind und nicht gesondert vergütet werden. Laut Kodierrichtlinien sind alle signifikanten Prozeduren zu kodieren, worunter Prozeduren verstanden werden, die entweder chirurgisch sind, spezielle Geräte oder eine spezielle Ausbildung voraussetzen oder mit einem Eingriffs- oder Anästhesierisiko behaftet sind. Die Beatmung gehört zu den Prozeduren, die nur einmal während des stationären Aufenthalts zu kodieren sind (Kodierrichtlinien 2005–2010: Allg. Kodierrichtlinien für Prozeduren).

Die maschinelle Beatmung ist in den Kodierrichtlinien definiert als fortlaufende maschinelle Verstärkung oder Ersatz der eigenen Atemleistung des Patienten über eine endotracheale Intubation oder eine Tracheotomie. Wenn der Patient auf einer Intensivstation versorgt wird, ist auch die Beatmung über ein Maskensystem möglich. Die Kodierung der maschinellen Beatmung erfolgt im Datensatz nach § 301 SGB V und § 21 KHEntgG durch Angabe der Beatmungsdauer in Stunden sowie der Angabe eines der folgenden Codes: „8-701 Einfache endotracheale Intubation“, „8-704 Intubation mit Doppellumentubus“, „8-706 Anlegen einer Maske zur maschinellen Beatmung“ und/oder der zutreffende Code aus „5-311 Temporäre Tracheostomie“ oder „5-312 Permanente Tracheostomie“.

Die Dauer der Beatmungszeit wird ab dem Beginn der Beatmung, das heißt dem Anschluss an das Beatmungsgerät gezählt. Außerhalb einer Operation zählen alle Beatmungsstunden zur Gesamtbeatmungszeit. Wird ein Patient operiert, zählt nur die Beatmungszeit außerhalb der Operationszeit zur Beatmungszeit, es sei denn, der Patient wurde bereits vor der Operation beatmet oder die Beatmung ist postoperativ über einen Zeitraum von 24 Stunden hinaus notwendig. In diesem Fall zählt die gesamte Beatmungszeit inklusive der Operationszeit zur Gesamtbeatmungszeit.

Als beendet gilt die Beatmung, wenn der Patient extubiert ist sowie nach Abschluss der Entwöhnungsphase. Hier gilt die Beatmung als beendet, wenn die maschinelle Beatmung eingestellt wird. Die beatmungsfreien Intervalle während der Entwöhnungszeit zählen zur Gesamtbeatmungszeit (Kodierrichtlinien 2005–2010: 10 – Krankheiten des Beatmungssystems).

In den Definitionshandbüchern wird die Langzeitbeatmung nicht ausdrücklich definiert. Aus den DRG-Kodes und den Diagrammen zur Darstellung des Prä-MDC-Algorithmus ist zu schließen, dass bei Vorliegen des Eingangskriteriums „Langzeitbeatmung“ davon auszugehen ist, dass eine Beatmungszeit von 95 Stunden überschritten wird. Wurde eine Organtransplantation durchgeführt, findet in Abhängigkeit vom transplantierten Organ eine kürzere oder längere Beatmungszeit als 95 Stunden Berücksichtigung.

2.5 Entwicklung der Intensiv- und Beatmungsmedizin

Die Atmung stellt eine lebenswichtige Funktion dar, die den Gasaustausch zwischen Außenwelt und Blutkreislauf sicherstellt. Man unterscheidet zum einen die äußere Atmung, die den Transport der Luft von der Umgebung bis in die Alveolen bezeichnet, und zum anderen die innere Atmung, die den Gasaustausch zwischen Alveolen und Lungengefäßen umfasst. Durch die innere Atmung finden ein Verbrauch von Sauerstoff und die Bildung von Kohlendioxid statt (dtv-Atlas der Physiologie 1988).

Stellgrößen der Atmung sind der Sauerstoffpartialdruck, der Kohlendioxidpartialdruck und der pH-Wert im Blut.

Die Atmung wird über ein in der Medulla oblongata gelegenes neuronales Netzwerk kontrolliert. Hier befinden sich miteinander verschaltete respiratorische Neuronen, die jeweils auf die Inspiration bzw. Expiration spezialisiert sind. Die Modulation erfolgt über periphere Chemorezeptoren, die die Konzentration der Blutgase und den pH-Wert messen. Bei Abweichungen wird entsprechend die Atmung beschleunigt oder verlangsamt. In gewissem Maße ist die Atmung auch willkürlich beeinflussbar, z. B. beim Singen und Sprechen (Thews 1990). Die Atmungsfunktion kann bei verschiedenen Erkrankungen zentral oder peripher gestört sein. Entsprechend der Ursache bzw. den Auswirkungen unterscheidet man eine respiratorische, also atembedingte, bzw. eine metabolische Störung (dtv-Atlas der Physiologie 1988).

Eine Störung der Ventilation bzw. der Lungendurchblutung führt zu einer respiratorischen Störung, die eine – invasive oder nicht-invasive – Beatmung notwendig machen kann (Larsen und Ziegenfuß 2009).

Die moderne Beatmungsmedizin entwickelte sich in der Zeit der Poliomyelitis-Epidemie 1952 in Kopenhagen. Zu dieser Zeit erfolgte eine Übertragung der damals schon von den Anästhesisten während der Operationen angewendeten Technik der Positivdruck-Beatmung auf die beatmungspflichtigen Poliomyelitis-Patienten. Die übliche Beatmungsbehandlung bestand damals noch in der Negativdruckbeatmung

durch die sogenannte „Eiserne Lunge“. Aufgrund des Mangels an Beatmungsgeräten starb ein Großteil der Patienten.

Die Anwendung der Positivdruck-Beatmung bei den an Poliomyelitis erkrankten beatmungspflichtigen Patienten verbesserte deren Überlebenschancen erheblich. Während anfänglich die Patienten noch manuell durch Ärzte und Medizinstudenten beatmet wurden, haben im weiteren Verlauf die Gerätehersteller die für die Beatmung während der OP genutzten Geräte so angepasst, dass sie nun auch für die Langzeitbeatmung verwendet werden konnten. Der Nutzen für die Behandlung von Patienten, die aus anderen Gründen beatmungspflichtig waren, wurde schnell erkannt und in der Folge eröffneten in den USA und Europa die ersten Intensivstationen (Snider 1989).

Die zunehmende Anwendung der neuen Beatmungsmethoden im Klinikalltag führte schnell zur Erkenntnis, dass die Beatmung eine wirksame Methode darstellt, um das Überleben bei akuten, mit respiratorischer Insuffizienz einhergehenden Erkrankungen zu verbessern und die Mortalität bei Operationen zu reduzieren. Mit zunehmender Anwendung wuchsen auch die pathophysiologischen Erkenntnisse und es wurden lungenschonendere Beatmungsverfahren entwickelt (Hayes 1982; Stewart 2011).

Auf diese Weise entwickelte sich zum einen die Beatmung in kürzester Zeit zu einem Routineverfahren, das breit im klinischen Alltag eingesetzt wurde (Fenstermacher 2004), zum anderen weitete sich auch die Indikation zur Beatmung aus (Snider 1983).

2.6 Ziel und Indikationen zur Beatmungsbehandlung

Durch die maschinelle Beatmung soll primär der pulmonale Gasaustausch verbessert werden. Hierzu gehören die Beseitigung von Hypoxie und Hyperkapnie. Durch den Aufbau eines ausreichenden Beatmungsdrucks wird die Ventilation verbessert, sodass auch zuvor atelektatische, d. h. durchblutete aber nicht belüftete Lungenbezirke, rekrutiert werden. Hierdurch wird das venöse Shuntvolumen vermindert und die Druck-Volumen-Beziehung verbessert (Larsen und Ziegenfuß 2009).

Die künstliche bzw. maschinelle Beatmung, also die künstliche Aufrechterhaltung der Atmungsfunktion, ist erforderlich, wenn eine tiefe Sedierung oder eine Muskelrelaxation besteht. Beides kommt beispielsweise bei einer Allgemeinnarkose vor. Sie ist weiterhin erforderlich, wenn eine respiratorische Insuffizienz besteht oder wenn bei respiratorischer Erschöpfung eine kontrollierte Beatmung für den Patienten schonender ist. Die Indikation zur künstlichen Beatmung ist auch dann gegeben, wenn die Gefahr einer Aspiration oder Verlegung der Atemwege besteht (z. B. bei Bewusstseinstörung) (Larsen und Ziegenfuß 2009).

Beatmungspflichtig ist ein Patient, wenn er aufgrund seiner Grunderkrankung nicht mehr selbständig in der Lage ist, den pulmonalen Gasaustausch, der in einer Aufnahme von Sauerstoff mit anschließender Oxygenierung des Blutes und der Abatmung von Kohlendioxid besteht, aufrechtzuerhalten. Dieser Zustand wird als respiratorische Insuffizienz bezeichnet.

Die respiratorische Insuffizienz lässt sich unterteilen in das Oxygenierungsversagen und das Ventilationsversagen. Letzteres ist die häufigste Ursache für die Aufnahme auf einer Intensivstation (Esteban et al. 2000). Beim Ventilationsversagen bestehen ein Sauerstoffmangel (Hypoxie) und ein erhöhter Kohlendioxidpartialdruck (Hyperkapnie),

während beim Oxygenierungsversagen ebenfalls eine Hypoxie besteht, aber der Kohlendioxidpartialdruck normal sein kann. Schließlich kann auch noch ein kombiniertes Versagen vorliegen, welches mit einem erhöhten alveoloarteriellen Sauerstoff-Gradienten einhergeht (Larsen und Ziegenfuß 2009).

Die Ursachen können pulmonal oder extrapulmonal bedingt sein. Extrapulmonal können der Atemantrieb vermindert, die Atemmuskulatur gelähmt oder die kardiale Pumpfunktion beeinträchtigt sein.

Zu den häufigsten pulmonalen Ursachen gehören der Status asthmaticus und eine dekompenzierte COPD. Weitere pulmonale Ursachen sind die Pneumonie und die Aspiration (Esteban et al. 2002).

Entsprechend der Entwicklungsgeschwindigkeit und Dauer der respiratorischen Insuffizienz unterscheidet man eine akute und eine chronische Form, wobei die akute Form naturgemäß ein schnelles Eingreifen erfordert. Klinische Symptome der akuten respiratorischen Insuffizienz sind eine beschleunigte und erschwerte Atmung, Kurzatmigkeit, eine Zyanose und Kaltschweißigkeit als Zeichen der Sympathikusaktivierung (Larsen und Ziegenfuß 2009). Deutlich unspezifischer stellt sich die chronische Form der respiratorischen Insuffizienz dar. Hier stehen die Symptome der Grunderkrankung im Vordergrund.

Die akute respiratorische Insuffizienz entwickelt sich meist im Zusammenhang mit einer akuten, häufig auch nicht primär die Lunge betreffenden Erkrankung und ist meist vorübergehend, sodass das zentrale Ziel der Beatmung ist, den Zeitraum zu überbrücken, bis eine selbständige Atmung wieder möglich ist (Frutos-Vivar et al. 2009). Dieser Zeitraum ist mit einem Median für die Beatmungsdauer von 3–4 Tagen (Esteban et al. 2008) bzw. einer durchschnittlichen Beatmungsdauer von 5,6 Tagen $\pm$ 9,6 (Dasta et al. 2005) meist kurz. Bei der Beatmungsbehandlung handelt es sich also mehr um eine unterstützende als um eine therapeutische Maßnahme. Bei der Indikationsstellung zur Beatmung sollten daher das Risiko der respiratorischen Insuffizienz gegen mögliche Schädigungen durch die Beatmung abgewogen werden (Karcz 2012).

Bei der pulmonalen Insuffizienz besteht primär die Indikation zur Sauerstoffgabe. Bei der ventilatorischen Insuffizienz besteht die Indikation zur Beatmung, gegebenenfalls mit zusätzlicher Sauerstoffgabe (Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e. V. 2009).

Man unterscheidet weiterhin eine manifeste respiratorische Insuffizienz von einer drohenden Insuffizienz. Während man bei arteriellen Sauerstoffpartialdrücken von unter 60mmHg von einer manifesten respiratorischen Insuffizienz spricht, ist die drohende respiratorische Insuffizienz weniger klar definiert. Die Erfassung und adäquate Behandlung der kritischen Situation können aber für den Patienten essentiell sein, da so eine manifeste Insuffizienz mit Beatmungspflichtigkeit und möglicher Langzeitbeatmung verhindert werden kann. Hier sind gute klinische Kenntnisse erforderlich, die auch nicht-pulmonale, möglicherweise eher subtile klinische Zeichen wie vermehrte Atemanstrengung, kognitive Veränderungen oder kardiovaskuläre Hinweise berücksichtigen.

Durch die Beatmung soll ein adäquater Sauerstoffpartialdruckes aufrechterhalten werden. Wie dieses Ziel erreicht wird, ist vor allem ein technisches Problem, sagt aber nichts über die zu verwendende Methode aus (Agro et al. 2009).

Besteht nach der klinischen Symptomatik die Indikation zur Beatmung, ist im nächsten Schritt die Methode auszuwählen, mit der die Ateminsuffizienz behandelt werden soll. Diese richtet sich nach dem Zustand des Patienten, also, ob er wach und kooperativ ist oder bewusstlos mit fehlenden Schutzreflexen. Sie richtet sich weiterhin auch danach, ob die Sicherung der Atemwege oder die Sauerstoffversorgung im Vordergrund steht. Und nicht zuletzt ist ein wesentlicher Aspekt in der Auswahl der Methode auch die Erfahrung des behandelnden Arztes.

2.7 Möglichkeiten der Beatmung

Auch für die Beatmungsbehandlung gilt das Prinzip „primum nihil nocere“ (lat. „zuerst einmal nicht schaden“). Um das übergeordnete Ziel, nämlich die Aufrechterhaltung eines adäquaten Sauerstoffpartialdrucks zu erreichen, sollte daher am Anfang geprüft werden, welche der in Frage kommenden Methoden die am wenigsten schädigende ist. In diese Überlegungen sollten auch prognostische Überlegungen einbezogen werden. Grundsätzlich sollte zum einen jede Maßnahme rasch reversibel sein, zum anderen sollte sichergestellt werden, dass die geplante Maßnahme, z. B. Maskenbeatmung, möglich ist, bevor der dieser Maßnahme vorgeschaltete Schritt, hier die Muskelrelaxation, durchgeführt wird (Braun et al. 2004).

Grundsätzlich lässt sich die Beatmung in eine invasive und eine nicht-invasive Form unterteilen.

Nicht-invasive Beatmungsbehandlung

Über die nicht-invasive Beatmung können mit der positiven und negativen Druckbeatmung grundsätzlich dieselben Beatmungsformen wie über die invasive Form erfolgen. Bis in die 50er Jahre des vergangenen Jahrhunderts wurden für die negative Druckbeatmung Tankrespiratoren („Eiserne Lunge“) verwendet, bis sich nach Ausbruch der Polio-Epidemie 1952 in Kopenhagen die positive Druckbeatmung als Standardbeatmungsform etabliert hat (Hayes 1982).

Nicht-Invasivität in der Beatmungsmedizin bedeutet, dass für die Verbindung des Beatmungsgerätes mit den Atemwegen des Patienten ein Interface (Vermittlungsstück) genutzt wird, das mit der Luftröhre als Luftweg im engeren Sinne keinen Kontakt hat. Für die nicht-invasive Beatmung können Ganzgesichtsmasken, Nasenmasken, Nasenmundmasken, Mundmasken und Mundstücke genutzt werden (Storre und Schönhofer 2008).

Die Wirksamkeit der nicht-invasiven Beatmung konnte in vielen randomisiert-kontrollierten Studien nachgewiesen werden (Hess 2012). In den letzten Jahrzehnten hat sie sich in der Beatmungsbehandlung als wirksame Behandlungsform etabliert. In der 2008 veröffentlichten S3-Leitlinie, die unter Federführung der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin unter dem Dach der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V. (AWMF) entstanden ist, wird der Einsatz der nicht invasiven Beatmung vor allem bei der hyperkapnischen akuten respiratorischen Insuffizienz und beim kardialen Lungenödem empfohlen (jeweils Empfehlungsgrad A) (Schönhofer et al. 2008a). Ein weiterer wichtiger Bereich für den Einsatz der nicht invasiven Beatmung ist die Weaningphase,

also die Phase, in der die Entwöhnung von der mechanischen Beatmung erfolgt. Eine sehr wichtige Schlussfolgerung mit dem Empfehlungsgrad „A“ dieser Leitlinie ist, dass bei bestimmten Erkrankungen die nicht-invasive Beatmung der invasiven Beatmung überlegen ist, und dass sie deshalb bei Vorliegen dieser Erkrankungen immer Anwendung finden sollte, sofern keine Kontraindikationen bestehen (Schönhofer et al. 2008).

Absolute Kontraindikationen gegen den Einsatz der nicht-invasiven Beatmung bestehen bei fehlender Spontanatmung, Schnappatmung, fixierter oder funktioneller Verlegung der Atemwege, gastrointestinaler Blutung oder bei Ileus. Sorgfältig zu überlegen ist die Durchführung wenn der Patient komatös oder sehr unruhig und unkooperativ ist, bei Vorliegen eines massiven Sekretverhaltes, bei hämodynamischer Instabilität und bei anatomisch schwierigem Beatmungsweg (Schönhofer et al. 2008).

Wenn die nicht-invasive Beatmung unter Berücksichtigung der relativen und absoluten Kontraindikationen eingesetzt wird, kann die endotracheale Intubation häufig vermieden werden (Brochard et al. 1995)

Im Rahmen der Anästhesie hat die Nutzung extraglottischer Beatmungsinstrumente inzwischen ihren festen Platz und auch außerhalb der Anästhesie nimmt die Bedeutung und Nutzung durch Ausweitung der Indikationen zu (Hernandez et al. 2012; Hess 2012).

Gesichtsmaske

Die nicht-invasive positive Druckbeatmung kann über nasale und oro-nasale Masken erfolgen. Voraussetzung ist jeweils, dass der Patient kooperativ und nicht aspirationsgefährdet ist. Vorteile der Maskenbeatmung sind, dass der Patient durch diese weniger beeinträchtigt ist als durch eine Intubation und dass Sprechen und Essen möglich sind. Wichtig für eine erfolgreiche Funktion ist eine luftdicht abschließende Verbindung, sodass ein Druck aufgebaut werden kann. Nachteile können Druckstellen der Haut und Irritationen und Austrocknung der Schleimhäute sein. Sofern der Patient in der Lage ist, die Maske selbständig zu handhaben, gibt ihm die Maskenbeatmung mehr Autonomie als eine invasive Form der Beatmung (Hess 2012).

Larynxmaske

Die Larynxmaske wurde 1981 von Dr. Archie Brain entwickelt. Anwendung im klinischen Alltag fand die Larynxmaske ab 1988 in Großbritannien und ab 1991 in den USA und Deutschland. Innerhalb kurzer Zeit verbreitete sich die Nutzung im klinischen Alltag (Hernandez et al. 2012).

Die Larynxmaske besteht aus einem Tubus, an dem am aboralen Ende eine blockbare Druckmanschette (Cuff) befestigt ist, die den Tubus an seiner Position oberhalb des Kehldeckels hält. Ursprünglich als Alternative zur Gesichtsmaske gedacht, hat sie inzwischen bei vielen operativen Eingriffen die endotracheale Intubation abgelöst (Agro et al. 2009). Einen großen Vorteil stellt die einfache Anwendbarkeit dar, ohne dass eine Laryngoskopie notwendig wird. Auch im Falle einer schwierigen Intubation ist die Larynxmaske eine sichere Alternative (Shuster et al. 2002). Im Verlauf wurden viele Modelle entwickelt, die die Anwendung noch sicherer machten. So wurde beispielsweise zum Schutz vor Aspiration die Möglichkeit entwickelt, über eine Öffnung in der Larynxmaske eine Sonde in den Magen einzuführen. Eine andere Weiterentwicklung stellt die Möglichkeit dar, einen Tubus zur endotrachealen

Intubation einzuführen, wobei die Larynxmaske unterstützend eingesetzt werden kann (Hernandez et. al. 2012). Komplikationen beim Einsatz der Larynxmaske können vor allem durch Aspiration von Mageninhalt, Verlegung des Luftweges durch eine falsch liegende Larynxmaske sowie durch Gewebs- und Nervenschädigungen durch den Cuff entstehen (Hernandez et al. 2012).

Invasive Beatmungsformen

Die Indikation zur invasiven Beatmung besteht, wenn eine weniger invasive Form wie Maskenbeatmung oder Beatmung über die Larynxmaske nicht durchführbar sind.

Intubation

Die endotracheale Intubation ist ein Standardverfahren in der Beatmungsbehandlung. Die Intubation erlaubt zum einen eine Sicherung der Atemwege, zum anderen ist über den Tubus ein Absaugen von Sekreten möglich. Und natürlich, als Hauptgrund, stellt der Tubus einen Zugangsweg für die maschinelle Beatmung dar. Der Tubus kann entweder nasal oder oral eingeführt werden. Die Wahl des Zugangsweges hängt von der Situation ab, in der die Intubation erforderlich wird. So wird in einer Notfallsituation der orale Weg bevorzugt, weil der Tubus über diesen Weg schneller und einfacher eingeführt werden kann. Ist absehbar, dass eine längere Intubation erforderlich sein wird, würde man den nasalen Zugangsweg bevorzugen, da der Patient das zum einen besser toleriert und zum anderen so die Mundpflege leichter möglich ist (Larsen und Ziegenfuß 2009).

Die endotracheale Intubation wird in Allgemeinanästhesie, beim stark sedierten Patienten und bei komatösen Patienten vorgenommen. Intubiert wird, indem man sich mit einem Laryngoskop den Kehlkopf, d. h. die Stimmlippen darstellt und den Tubus unter direkter Sicht einführt. Gemäß dem laryngoskopischen Befund nach z. B. Cormack und Lehane erfolgt eine vierstufige Einteilung, die den zu erwartenden Schwierigkeiten bei der Intubation entspricht. Entsprechend sollte die Intubationsmethode ausgewählt bzw. die Intubationssituation durch spezielle Manöver verbessert werden (Braun et al. 2004). Kontraindikationen für eine endotracheale Intubation können unter anderem starke Zahnfehlstellungen bzw. Zahnanomalien, eine Mundöffnung unter 3 cm und eine eingeschränkte Beweglichkeit der Halswirbelsäule sein (Braun et al. 2004). Komplikationen, die während der Intubation auftreten können, sind eine Fehlintonation in den Hauptbronchus oder in die Speiseröhre, Gewebs- und Stimmbandverletzungen durch das Instrumentarium und kardiovaskuläre Reaktionen durch Vagusreizung. Beim nicht nüchternen Patienten kann es zur pulmonalen Aspiration von Magensaft oder Erbrochenem kommen. Als schwerwiegende Spätkomplikationen nach endotrachealer Intubation sind insbesondere die Larynx- und Trachealstenose zu nennen. Diese seltenen Komplikationen können unabhängig von der Intubationsdauer auftreten (Larsen und Ziegenfuß 2009).

Eine sehr häufige und bedeutende Komplikation der invasiven Beatmung ist die beatmungsassoziierte Pneumonie (englisch ventilator associated pneumonia, VAP). In Untersuchungen aus dem Jahr 1989 stand die VAP an zweiter Stelle der nosokomialen Infektionen und gehörte mit einer Rate von 30 % zu den nosokomialen Infektionen mit der höchsten Mortalität. (Leu et al. 1989). In einer US-amerikanischen retrospektiven Kohortenstudie aus dem Jahr 2002 konnte gezeigt werden, dass etwa 10 % aller Patienten, die länger als 24 Stunden beatmet wurden, eine Pneumonie entwickelten. In zwei Drittel der Fälle wurde die Pneumonie innerhalb der ersten 48 Stunden

diagnostiziert. Eine bestehende Pneumonie verschlechterte die Prognose, insbesondere waren Beatmungszeit und Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation und im Krankenhaus deutlich länger im Vergleich zu den Patienten, die keine Pneumonie entwickelten (Rello et al. 2002)

Tracheotomie

Abhängig von der zugrundeliegenden Erkrankung und der Prognose kann bei zu erwartender Langzeitbeatmung eine Tracheotomie in Frage kommen.

Die Tracheotomie ist ein sehr altes chirurgisches Verfahren, das früher vor allem angewendet wurde, um die Atemwege offen zu halten, beispielsweise bei einer Verlegung der oberen Atemwege durch Diphtherie (Bach und Tuccio 2011; Richter und Sutarski 2009), bei Fremdkörpern oder bei entzündlichen Prozessen (Baumann et al 2010:). Nach der Polioepidemie in Dänemark 1952 erweiterte sich das Indikationspektrum auch auf langzeitbeatmete Patienten (Bach und Tuccio 2011). Inzwischen ist die Tracheotomie eine der am häufigsten durchgeführten chirurgischen Prozeduren bei intensivmedizinischen Patienten (Durbin 2010). Von allem Beatmungspatienten erhalten 8–9 % eine Tracheotomie (Clec'h et al. 2007; Cox et al. 2004), bei den Patienten, die länger als drei Tage beatmet werden, beträgt der Anteil 10 % (Durbin 2010) bzw. 22 % (Cox et al. 2004).

Man unterscheidet die Standardtracheotomie von der perkutanen dilatativen Tracheotomie:

Standardtracheotomie

Bei der Standardtracheotomie, auch chirurgische Tracheotomie genannt, erfolgt die Anlage des Tracheostomas in Allgemein- oder Lokalanästhesie, meistens im Operationssaal. Hierbei handelt es sich um ein chirurgisches Verfahren mit Präparation der einzelnen Hautschichten und Fensterung der Trachea, wobei ein Stück Trachealkanopel entnommen wird. Anschließend kann die Haut durch Adaptationsnähte soweit zusammengezogen werden, dass die Haut der Trachealkanüle möglichst eng anliegt. Beim plastischen Tracheostoma wird die Haut an der Trachea angenäht, sodass eine stabile Öffnung der Trachea entsteht und das Mediastinum verschlossen ist. Dieses Tracheostoma wird als plastisches Tracheostoma bezeichnet (Larsen und Ziegenfuß 2009).

Mögliche Komplikationen sind unter anderem der Herz- und Atemstillstand während der Tracheotomie, die Dislokation der Kanüle, Blutungen, Aspiration, Emphysem, Pneumothorax, Wundinfektionen, die Ausbildung einer tracheoösophagealen Fistel und die Trachealstenose (Larsen und Ziegenfuß 2009).

Perkutane dilatative Tracheostomie (PDT)

Bei diesem Verfahren wird die Trachealkanüle unter bronchoskopischer Kontrolle nach Punktion der Trachea und Dilatation der Öffnung in Seldinger-Technik eingebracht (Humpich und Byhahn 2011). Der große Vorteil, der auch die Verbreitung dieser Technik gefördert haben dürfte, ist ihre einfache Anwendbarkeit, die eine Durchführung am Patientenbett möglich macht. Hierdurch werden zum einen die operativen Ressourcen geschont, zum anderen entfällt der logistische Aufwand des Patiententransports in den OP. (Baumann et al. 2010). Dadurch können auch die Kosten gesenkt werden (Higgins und Punthakee 2007), zudem ist auch der Zeitaufwand deutlich geringer (Meininger et al. 2011). Es haben sich verschiedene Verfahren etabliert, die

sich vor allem darin unterscheiden, wie die Trachea identifiziert wird (Larsen und Ziegenfuß 2009).

Medizinische und für den Patienten relevante Vorteile sind der engere Kontakt zwischen Trachealkanüle und Haut, die niedrigere Infektionsgefahr durch die kleinere Eintrittspforte und das bessere kosmetische Ergebnis nach Dekanülierung. Denn anders als beim chirurgisch angelegten Tracheostoma ist nach Dekanülierung meist kein operativer Verschluss notwendig. Beim PDT ziehen sich die Hautschichten nach Herausziehen des Tracheostomas schnell zusammen und innerhalb von 2–3 Tagen ist die Öffnung verschlossen (Baumann et al. 2010). Die perkutane dilatative Tracheostomie sollte nicht durchgeführt werden, wenn eine ausgeprägte Struma besteht, bei schweren Gerinnungsstörungen, bei Tumoren und Stenosen der oberen Luftwege und im Kindes- und Jugendalter (Leyn et al. 2007; Baumann et al. 2010)

Der schnelle Verschluss des Tracheostomas nach Entfernen der Trachealkanüle ist auch der Grund, warum langzeitbeatmete Patienten nicht mit einem dilatativen Tracheostoma in die Häuslichkeit oder eine Beatmungsstation entlassen werden sollten. Denn die Gefahr, dass die Trachealkanüle unabsichtlich entfernt wird und eine Reposition nicht gelingt, ist sehr groß. In Fällen, wo eine Tracheotomie erforderlich ist, ist es demnach vorzuziehen, ein chirurgisches Tracheostoma anzulegen (Windisch et al. 2010).

Während dieses Verfahren anfänglich nur den Patienten mit wenigen Risikofaktoren und guten anatomischen Halsverhältnissen vorbehalten war, hat sich mit Verbesserung der Technik und zunehmender Erfahrung das Indikationsspektrum erheblich ausgeweitet. Inzwischen hat sich die PDT als Methode der Wahl in allen Ländern etabliert (Durbin 2010).

Die Anlage eines Tracheostomas als ebenfalls invasives Verfahren bietet gegenüber der Intubation viele Vorteile: So sind Mobilität und Kommunikation deutlich verbessert. Die Nahrungsaufnahme ist möglich, außerdem ist die pflegerische Versorgung von Nasen- und Mundbereich deutlich erleichtert (Larsen und Ziegenfuß 2009), ebenso besteht ein Zugang, um Sekrete abzusaugen und die Luftwege frei zu halten (Durbin 2010). Weitere Vorteile der Tracheostomaanlage sind durch den infraglottischen Zugang die Vermeidung von Druckschäden im Bereich des Kehlkopfes und der Stimmbänder, die häufig bei langer endotrachealer Intubation entstehen (Durbin 2010), und die Möglichkeit, die Sedierung des Patienten zu reduzieren (Freemann 2012)

Ein Punkt, der kontrovers diskutiert wird, ist der Zeitpunkt der Tracheotomie. Während auf der einen Seite eine Metaanalyse zeigen konnten, dass die Beatmungsdauer und die Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation signifikant verkürzt werden konnten, wenn eine frühe Tracheotomie durchgeführt wird (Griffiths 2005), war in anderen Studien der wesentliche Effekt der Frühtracheotomie eine frühere Mobilisation des Patienten durch die frühere Reduktion der Sedierung (Freeman 2012; Durbin 2010). Auf die Mortalität und das Risiko, eine beatmungsassoziierte Pneumonie zu entwickeln, hatte die frühzeitige Anlage dagegen keinen Einfluss (Griffiths 2005; Terragni 2010).

Andererseits konnten Kapadia et al. zeigen, dass mit der Etablierung eines sicheren Atemweges über eine Tracheotomie die Anzahl der Beatmungsunfälle, die meist in einer (teilweise oder komplett vermeidbaren) Selbstextubation durch den Patienten

bestanden, signifikant zunehmen. Als Grund vermuten sie, dass die Beatmungspatienten in der Annahme eines gesicherten Atemweges weniger stark überwacht wurden (Kapadia et al. 2000).

Die Vorteile, die eine Tracheotomie gegenüber der endotrachealen Intubation hat, führten dazu, dass die Tracheotomie mittlerweile einen festen Platz in der Beatmungsbehandlung einnimmt. Hierzu beigetragen haben auch die neu entwickelten Methoden wie die perkutane dilatative Tracheotomie, die die Anlage einfacher und sicherer gemacht haben (Baumann et al. 2010).

Entsprechend den Empfehlungen der Consensus Konferenz 1989 sollte die endotracheale Intubation belassen werden, wenn abzusehen ist, dass eine Extubation innerhalb von zehn Tagen erfolgen wird. Wenn der Einschätzung nach mit einer über 21 Tage dauernden Beatmung zu rechnen ist, sollte eine Tracheotomie erfolgen, und zwar am 3. bis 5. Tag nach Beatmungsbeginn (Plummer und Gracey 1989).

2.8 Definition der Langzeitbeatmung

Es existiert keine einheitliche Definition der Langzeitbeatmung. Die Auswertung der Studien, die sich mit langzeitbeatmeten Patienten befassen, zeigt, dass die Langzeitbeatmung sehr unterschiedlich aufgefasst wird: Clec'h et al. definierten eine über 48 Stunden hinausgehende Beatmung bereits als Langzeitbeatmung (Clec'h et al. 2007), während Carson et al. erst dann von einer Langzeitbeatmung ausgehen, wenn diese länger als 14 Tage dauerte (Carson et al. 2012). Für White et al. beginnt die Langzeitbeatmung mit einer Dauer von 21 Tagen (White 2012). Die häufigste Definition ist eine Dauer von mehr als 96 Stunden (Combes et al. 2007; Zilberberg et al. 2009; Unroe et al. 2010; Cox et al. 2004), was auch der eingruppierungsrelevanten Zeitdauer nach dem ICD 9-Code 96.72 entspricht, nach dem die Beatmungspatienten primär eingruppiert wurden. Die Empfehlung aus einer Konsensuskonferenz der NAMDRG (National Association for Medical Direction of Respiratory Care) im Mai 2004 lautet, als Langzeitbeatmung eine über 21 Tage hinausgehende Beatmung mit mehr als sechs Beatmungsstunden täglich zu definieren (MacIntyre et al. 2005).

3 Methoden und Daten

Um den Einfluss der Einführung des DRG-Systems auf die Beatmungsbehandlung zu untersuchen und um zu analysieren welche Faktoren die starke Zunahme der Beatmungspatienten und -Stunden erklären können, wurden folgende Fragestellungen formuliert:

- Wie hat sich die Beatmungsdauer und die Anzahl der Beatmungspatienten verändert?
- Wie haben sich die Definitionen der Beatmungs-DRGs verändert? Hat die Veränderung der Definition einer DRG eine andere Eingruppierung zur Folge?
- Gibt es neue medizinische Methoden der Beatmung?
- Hat sich die Indikationsstellung zur Beatmung oder die Indikation zur Langzeitbeatmung geändert?
- Hat sich die Altersverteilung der Patienten verändert?

Neben den datengetriebenen Analysen wurde auch eine systematische Literaturrecherche zu den Fragen, ob sich die medizinischen Methoden in der Beatmungsmedizin verändert haben und ob eine veränderte Indikationsstellung zur Beatmungsbehandlung besteht, durchgeführt. Dabei wurde die Literaturdatenbank Medline verwendet und mittels einer MeSH-Term-Suche über PubMed relevante Literatur identifiziert.

3.1 Datenquellen und -aufbereitung

Dieser Arbeit liegen Daten aus zwei Quellen zugrunde: Für die Analyse der Beatmungsdauer, der Mortalität und der Altersverteilung wurde die Fallpauschalenbezogene Krankenhausstatistik (DRG-Statistik) des Statistischen Bundesamts (Destatis) verwendet. Für die Analyse der Beatmungs-DRGs wurden die öffentlich zugänglichen Daten des Instituts für das Entgeltsystem im Krankenhaus (InEK) genutzt. Grundlage der Datenerhebung ist § 21 Krankenhausentgeltgesetz (KHEntgG), wonach die nach DRG abrechnenden Krankenhäuser verpflichtet sind, die im §21 Abs. 2 KHEntgG festgelegten Struktur- und Leistungsdaten an das InEK zu übermitteln. Von diesen übermittelten Daten werden nach §21 Abs. 3 Satz 4 KHEntgG zum Zwecke der amtlichen Krankenhausstatistik vorab definierte Daten an das Statistische Bundesamt weitergeleitet.

Nach § 21 Abs. 3 KHEntgG ist das InEK als DRG-Datenstelle verpflichtet, eine Plausibilitätsprüfung der gelieferten Daten durchzuführen und diese anschließend jeweils zum 1. Juli zu veröffentlichen und an die verschiedenen Vertragsparteien, Landes- und Bundesbehörden zu übermitteln. Zu den Aufgaben des InEKs gehört auch, die Daten in einer Form aufzubereiten, dass nach der Plausibilitätsprüfung kein Personenbezug mehr herstellbar ist.

Auf der Internetseite www.g-drg.de stellt das InEK jährlich die Daten aus der Datenlieferung gemäß § 21 KHEntgG in Form eines Browsers (MS Access-Datenbank) bereit. In dieser Datenbank finden sich die einzelnen DRGs mit Angaben zum Anteil der Normalliegender, zur Geschlechts- und Altersverteilung, Schweregradverteilung, zur mittleren Verweildauer, der Bewertungsrelation sowie den zwanzig häufigsten Haupt-, Nebendiagnosen und Prozeduren. Zur gesetzlich vorgeschriebenen Begleitforschung gemäß § 17b Abs. 8 KHG werden die Daten zusätzlich in aggregierter Form auf der Internetseite veröffentlicht.

Für die Datenanalyse wurden von Destatis insgesamt vier Dateien zur Verfügung gestellt:

- Beatmungspatienten und Beatmungsdauer, differenziert nach Überlebenden und Verstorbenen (Einzelstunden), 2005–2010
- Beatmungspatienten und Beatmungsdauer (Einzelstunden), 2005–2010
- Beatmungsdauer für die OPS-Kodes „8-701 Einfache endotracheale Intubation“, „8-704 Intubation mit Doppellumentubus“, „8-706 Anlegen einer Maske zur maschinellen Beatmung“, 5-311 Temporäre Tracheostomie“ und „5-312 Permanente Tracheostomie“ (5-Stunden-Intervalle), 2005–2010
- Altersverteilung der Beatmungspatienten, 2005–2010

Aus den Datenbanken des InEK wurden die zu untersuchenden Daten gewonnen, indem SQL-Abfragen generiert und anschließend die Daten in eine Exceltabelle eingelesen wurden. Die Exceltabelle enthält eine jährweise Auflistung des Relativgewichts für jede Beatmungs-DRG, die Anzahl der Normalliegender mit prozentualen Anteil an der Gesamtheit und hieraus berechnet die Gesamtzahl/DRG, das durchschnittliche Relativgewicht jeder Basis-DRG, den Casemix für jede Basis-DRG, den jährlichen Casemix der Beatmungs-DRGs und die Altersverteilung innerhalb jeder DRG.

Die Daten liegen in aggregierter Form ohne Personenbezug vor, so dass keine besonderen Anforderungen an den Datenschutz bestehen. Bei fehlenden Anhaltspunkten auf eine Verletzung ethischer Prinzipien durch die Auswertung der zum größten Teil frei zugänglichen Daten im Rahmen der Studie war die Konsultation einer Ethikkommission nicht erforderlich.

3.2 Statistische Auswertungen

Die Studienpopulation umfasst für die Jahre 2005 bis 2010 zwischen 325.000 und 370.000 Patienten. Da der Stichprobenumfang in die Berechnung der Prüfgröße eingeht, besteht bei einer Studienpopulation dieser Größe bei Durchführung von Signifikanztests das Problem, dass auch schon sehr geringe Unterschiede zu einem (hoch-)signifikanten Ergebnis führen. Wenn die medizinische Bedeutung einer Veränderung der untersuchten Variablen nicht klar ist, wird hier auf eine über die Methoden der deskriptiven Statistik hinausgehende Auswertung verzichtet. Signifikanztests werden nur durchgeführt, wenn das Ergebnis medizinisch-statistisch sinnvoll eingeordnet werden kann.

Veränderung der Beatmungsdauer

Die Analyse der Beatmungsdauer erfolgt im ersten Schritt durch die Betrachtung der Veränderung der absoluten Stundenzahl und Berechnung der prozentualen Veränderung im Vergleich zum Vorjahr (Anzahl Beatmungspatienten über Dauer der Beatmung in Stunden). Weiterhin werden die bevölkerungsbezogenen Beatmungstunden und die Beatmungstunden bezogen auf die Krankenhausfälle berechnet. Anschließend werden die Verteilungen der verschiedenen Jahre miteinander verglichen und auf signifikante Unterschiede geprüft. Hierzu wird zunächst der Bartlett-Test angewendet, der Verteilungen auf Normalität und Varianzhomogenität überprüft (Nullhypothese: Die Varianzen unterscheiden sich nicht, Alternativhypothese: Mindestens eine Varianz ist unterschiedlich). Zusätzlich werden die Stichproben durch den Kolmogorov-Smirnov-Test dahingehend verglichen, ob sie derselben Grundgesamtheit entstammen. Liegt eine Normalverteilung vor, wird anschließend eine ANOVA mit anschließender post-hoc-Analyse durch einen paarweisen T-Test mit Bonferroni-Korrektur durchgeführt. Liegt keine Normalverteilung vor, erfolgt die weitere Analyse durch den Kruskal-Wallis-Rangsummentest mit post-hoc-Analyse durch paarweisen Wilcoxon-Rangsummentest.

Veränderung der Anzahl der Beatmungspatienten

Zur Darstellung, ob und in welchem Umfang sich die Anzahl der Beatmungspatienten im Zeitraum 2005 bis 2010 verändert hat, werden zunächst die Ausgangsdaten betrachtet und absolute und relative Veränderungen erfasst. Anschließend wird die Veränderung der Beatmungspatienten als Anteil an der Bevölkerung berechnet. In

gleicher Weise wird der Anteil der Beatmungspatienten als Anteil an den Krankenhausfällen berechnet. Zur weiteren Analyse werden die Beatmungspatienten entsprechend den DRG-Beatmungsintervallen gruppiert und einander gegenübergestellt. Durch den χ^2 -Test wird untersucht, ob signifikante Unterschiede zwischen den beobachteten und erwarteten Patientenhäufigkeiten in den einzelnen Beatmungsintervallen bestehen.

Da innerhalb des DRG-Systems die Beatmung erst ab einer Dauer von mehr als vierundzwanzig Stunden abrechnungsrelevant wird, werden die Beatmungsfälle über vierundzwanzig Stunden den Beatmungsfällen unter vierundzwanzig Stunden gegenübergestellt und innerhalb der einzelnen Jahre verglichen.

Berechnung der Erwartungswerte

Trägt man die Beatmungspatienten über die Beatmungsstunden auf, erhält man eine stetig fallende Verteilung mit Schwankungen um eine gedachte Mittellinie. Die Werte auf dieser Mittellinie können als Erwartungswerte der Funktion „Beatmungspatienten über Beatmungsstunden“ aufgefasst werden. Die Funktion wurde mittels R für jedes Jahr ermittelt. Im nächsten Schritt wurden mittels des gleitenden Mittelwertes die erwarteten Werte für jedes Stundenintervall berechnet und eine Verteilungskurve erstellt. Der gleitende Mittelwert stellt ein Filterverfahren dar, bei dem durch Mittelung der Datenpunkte ein geglättetes Signal erzeugt wird. Für die Berechnung eines Mittelwertes wurden jeweils die 15 umliegenden Werte herangezogen. Im nächsten Schritt wurde die SMR (Standardized Mortality Ratio), der Quotient aus beobachteten und erwarteten Werten, für jede Beatmungsstunde berechnet und auf null als diskriminierenden Wert adjustiert. Die so gewonnenen Erwartungswerte wurden in ein Diagramm eingetragen.

$$SMR = \frac{\text{beobachtete Patienten in Beatmungsstunde X}}{\text{erwartete Patienten in Beatmungsstunde X}}$$

Auffällig war weiterhin eine überlagernde sinusoidale Verteilung mit einer Intervalllänge von 24 Stunden. Unter der Annahme, dass die Verteilung durch medizinische Entscheidungsprozesse beeinflusst wird, wurde ein Modell entworfen, das diese Entscheidungsprozesse simuliert. Um anhand dieses Modells Daten zu generieren, wurden die Annahmen in der Programmiersprache Java modelliert. Auszüge des Quellcodes finden sich im Anhang. Anschließend wurde die reale Verteilung der simulierten Verteilung gegenübergestellt.

Mortalität der Beatmungspatienten

Die Mortalität wird im ersten Schritt als Anteil verstorbener Patienten an allen Beatmungspatienten berechnet. Anschließend wird die Mortalität der einzelnen Beatmungsintervalle berechnet und im zeitlichen Verlauf dargestellt.

Veränderung der mittleren Beatmungsdauer pro Patient

Die mittlere Beatmungsdauer wird durch den Quotienten Gesamtbeatmungsstunden als Anzahl der beatmeten Patienten für jedes Jahr dargestellt. Dabei werden die prozentuale Veränderung zwischen den einzelnen Jahren und zusätzlich die Minima, Maxima, Quartile und der Interquartilsabstand berechnet. Da die Beatmungsstunden entsprechend den Kodierrichtlinien stundenweise anzugeben sind und damit erst ab

einer Stunde erfasst werden, ist das Minimum immer 1. Um zu untersuchen, ob sich die mittlere Beatmungsdauer der überlebenden Patienten im Vergleich zu den verstorbenen Patienten unterscheidet, wird für jedes Jahr und jede Patientengruppe die durchschnittliche Beatmungsdauer berechnet. Im Rahmen einer Korrelationsanalyse wurde der Zusammenhang zwischen dem Durchschnittsalter und der durchschnittlichen Beatmungsdauer untersucht.

Altersstruktur der Beatmungspatienten

Die Altersstruktur der Beatmungspatienten wird einerseits aus den Destatis-Daten berechnet, in denen für jedes Lebensjahr die Anzahl der Patienten angegeben wird. Andererseits wird die Altersverteilung aus den InEK-Daten berechnet, die für jede DRG die Altersverteilung in definierten Altersintervallen angeben.

Unter Verwendung der Destatis-Daten gehen alle Patienten, für die Beatmungstunden angegeben wurden, in die Berechnung ein, d. h. auch Neugeborene und Kleinkinder werden bei der Berechnung des Durchschnittsalters berücksichtigt. Es werden das Durchschnittsalter und die Quartile für jedes Jahr angegeben. Da die Altersdaten für das niedrigste Alter < 1 und für das höchste Alter > 95 angeben, ist die Angabe von Minima und Maxima nicht zielführend. Unter der Annahme, dass die Neugeborenen einen großen Anteil an den Beatmungen im Kindesalter haben, wurde für die Berechnung das niedrigste Alter auf 0,25 Jahre festgesetzt. Als höchstes Alter wurden 96 Jahre festgelegt, hier unter der Annahme, dass die Lebenserwartung nach Erreichen des 95. Lebensjahres nur noch begrenzt ist, insbesondere bei Beatmungspflichtigkeit. Die Altersverteilungen der Jahre 2005 bis 2010 werden in 5-Jahres-Intervallen zusammengefasst graphisch dargestellt.

Im DRG-Browser wird die Altersverteilung durch den Anteil in den Altersgruppen angegeben. Für die Berechnung des Durchschnittsalters wurde hier der Mittelpunkt einer Altersgruppe mit dem prozentualen Anteil der Patienten dieser Altersgruppe multipliziert und die einzelnen Werte anschließend aufsummiert. Hierdurch wurde das Durchschnittsalter einer DRG berechnet. Durch Mittelwertbildung wird für jedes Jahr und jede Basis-DRG das Durchschnittsalter der Beatmungspatienten ermittelt.

3.3 Literaturrecherche

Für die Literaturrecherche wurde die Metadatenbank PubMed der U.S. National Library of Medicine genutzt. PubMed bietet mit einem Nachweis von mehr als 22 Millionen Zeitschriftenartikeln eine der umfangreichsten Informationsquellen für die Medizin und verwandte Wissenschaften (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>). Die Verschlagwortung erfolgt nach dem MeSH-System (Medical Subject Headings), das von der U.S. National Library of Medicine gepflegt und jährlich aktualisiert wird.

Zum Einstieg in die Thematik wurde eine Literaturrecherche mit Freitextbegriffen und eine MeSH-Term-Suche zu den Themen DRG und Beatmung durchgeführt. Zusätzlich wurde im Sinne einer Rückwärtssuche in den Literaturverzeichnissen relevanter Artikel nach weiteren Übersichtsartikeln recherchiert. Eine weitere wichtige Fundstelle relevanter Artikel vor allem in Bezug auf die DRGs war die Internetseite der DRG Research Group der Universitätsklinik Münster (www.drg.uni-muenster.de).

3.4 Veränderungen des DRG Systems im Zeitverlauf

Für jedes Jahr im Untersuchungszeitraum wurden die Beatmungs-DRGs identifiziert. Die Definitionen wurden anhand der Definitionsbücher, die das InEK jährlich aktualisiert und veröffentlicht erfasst. Zum Vergleich der einzelnen Jahre wurden die DRGs in einer Tabelle zusammengefasst und gegenübergestellt.

Zur Analyse der beatmungsrelevanten DRGs wurden folgende auf der Website des InEK veröffentlichten Materialien herangezogen: Datenveröffentlichung nach § 21 Krankenhausentgeltgesetz, Fallpauschalen-Katalog, Definitionshandbücher und Kodierrichtlinien. Aus den Definitionshandbüchern wurden die beatmungsspezifischen DRGs identifiziert. Im nächsten Schritt wurden die jeweils zugehörigen Relativgewichte und die Anzahl der mit dieser DRG kodierten Patienten jedes Jahres aus dem DRG-Reportbrowser, der ebenfalls auf der InEK-Homepage veröffentlicht ist, ermittelt. Diese wurden in einer Tabelle jahresweise zusammengefasst. Zusätzlich wurde die Spreizung des Relativgewichtes innerhalb einer Basis-DRG sowie zwischen den Basis-DRGs berechnet. Zur Darstellung der veränderten DRG-Eingruppierung wurde auf die Migrationstabellen zurückgegriffen, die ab 2008 auch in kommentierter Form vorliegen, sodass auch eine qualitative Einordnung der Änderungen möglich ist. Die Wanderungen zwischen den DRGs wurden exemplarisch für den DRG-Wechsel 2006/2007 graphisch dargestellt.

4 Ergebnisse

4.1 Beatmungspatienten und -zeiten 2005–2010

Für die Analyse der Beatmungspatienten und -zeiten seit Einführung der verbindlichen Abrechnung nach DRGs in Deutschland im Jahr 2005 wurden die von Destatis zur Verfügung gestellten Daten zu den Beatmungszeiten und Beatmungspatienten untersucht.

Tabelle 2: Beatmungspatienten und Beatmungsstunden 2005–2010

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Beatmungspatienten	325.963	321.173	332.878	344.184	359.166	369.730
Veränderung zum Vorjahr [%]		-1,47	3,64	3,40	4,35	2,94
Beatmungsstunden	46.332.140	48.144.519	51.892.272	54.619.932	58.446.102	61.035.542
Veränderung zum Vorjahr [%]		3,91	7,78	5,26	7,01	4,43

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Berechnungen

Im Jahr 2005 wurden in Deutschland 325.963 Patienten beatmet. Auf die Bevölkerung bezogen entsprach das vier Beatmungspatienten je 1.000 Einwohner. Auf die Krankenhausfälle im Jahr 2005 bezogen waren das 19,14 Beatmungspatienten je 1.000 Krankenhausfälle. Auf die Gesamtzahl entfielen 46.332.140 Beatmungsstunden, das entspricht durchschnittlich 142,1 Stunden je Patient. Nach einer leichten Abnahme der absoluten Anzahl der Beatmungspatienten im Jahr 2006 stiegen in den folgenden Jahren sowohl Anzahl als auch Stunden kontinuierlich an. 2010 wurden 369.730

Patienten mit insgesamt 61.035.542 Stunden beatmet. Die durchschnittliche Beatmungsdauer betrug somit 165,1 Stunden. Der Anstieg der durchschnittlichen Beatmungszeit beträgt 16,2 % seit 2005. Auf die Bevölkerung bezogen entspricht die Gesamtzahl 4,5 Patienten je 1.000 Einwohner und auf die Krankenhausfälle bezogen 20 je 1.000 Fälle. Das ist gleichzusetzen mit einem prozentualen Anstieg um 12,5 % respektive 4,5 % im Vergleich zu 2005.

Die Geschlechtsverteilung war mit 59 % Männern und 41 % während des Beobachtungszeitraums stabil.

Tabelle 3: Beatmungspatienten, /1000 Einwohner und /1000 Krankenhausfälle 2005–2010

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Einwohner in Deutschland	82.437.995	82.314.906	82.217.837	82.002.356	81.802.257	81.751.602
Krankenhausfälle	17.033.775	17.142.476	17.568.576	17.937.101	18.231.569	18.489.998
Beatmete/1.000 EW	4,0	3,9	4,0	4,2	4,4	4,5
Veränderung zum Vorjahr [%]		-2,50	2,56	5,00	4,76	2,27
Beatmete/1.000 KH-Fälle	19,14	18,74	18,95	19,19	19,70	20,00
Veränderung zum Vorjahr [%]		-2,09	1,13	1,27	2,67	1,50

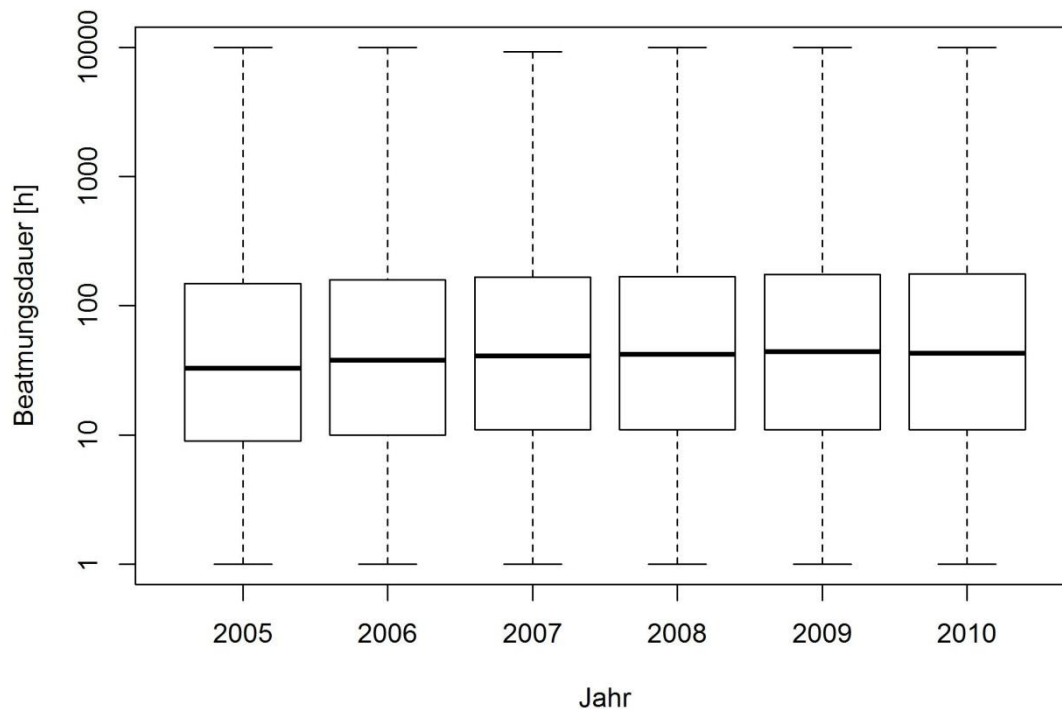
Quellen: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, InEK, Begleitforschung, eigene Berechnungen

Ebenso wie die durchschnittliche Beatmungszeit stieg auch der Median der Beatmungsdauer an (Tabelle 4): Während im Jahr 2005 die Hälfte der Patienten noch 33 Stunden und weniger beatmet wurde, waren es 2010 schon 44 Stunden, die bei fünfzig Prozent der Patienten mindestens aufgewendet wurden. Ebenso nahm auch der Interquartilsabstand, also der Bereich, der fünfzig Prozent der Patienten umfasst, zu. 2005 waren dies noch 139 Stunden, 2010 hingegen bereits 168 Stunden. Auch hier zeigt sich der Trend zu einer längeren Beatmung.

Tabelle 4: Durchschnittliche Beatmungsdauer und Median der Beatmungsdauer, 2005–2010

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Beatmungsstunden/Patient	142,1	149,9	155,9	158,7	162,7	165,1
Veränderung zum Vorjahr [%]		5,49	4,00	1,80	2,52	1,48
Minimum	1	1	1	1	1	1
1. Quartil	9	10	11	11	11	11
Median	33	38	41	42	44	43
3. Quartil	148	159	166	169	175	177
Maximum	9964	9998	9288	9998	9998	9998
IQR	139	149	155	158	164	168

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Berechnungen

Abbildung 1: Beatmungsdauer (logarithmische Darstellung)


Stärkere Anstiege finden sich für die Beatmungsstunden (Tabelle 4): Die Zunahme der durchschnittlichen Beatmungsdauer pro Patient um 23 Stunden ist gleichzusetzen mit einer prozentualen Zunahme um 16,2 %. Auf 1.000 Einwohner bezogen nahmen die Beatmungsstunden um 32,8 % und auf 1.000 Krankenhausfälle bezogen um 21,3 % zu.

Tabelle 5: Anteil Beatmungspatienten und Beatmungsstunden weniger/mehr als 24 Stunden

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Beatmungspatienten < 24 Std.	140.994	131.592	131.300	134.512	137.766	142.701
Veränderung zum Vorjahr [%]		6,67	-0,22	2,456	2,429	3,58
Beatmungsstunden < 24 Std.	1.239.186	1.166.658	1.175.885	1.214.091	1.225.171	1.270.323
Veränderung zum Vorjahr [%]		-5,85	0,79	3,25	0,91	3,69
Beatmungspatienten > 24 Std.	184.969	189.581	201.578	209.672	221.400	227.029
Veränderung zum Vorjahr [%]		2,49	6,33	4,02	5,59	2,54
Beatmungsstunden > 24 Std.	45.092.954	46.977.861	50.716.387	53.405.841	57.220.931	59.765.219
Veränderung zum Vorjahr [%]		4,18	7,96	5,30	7,14	4,45

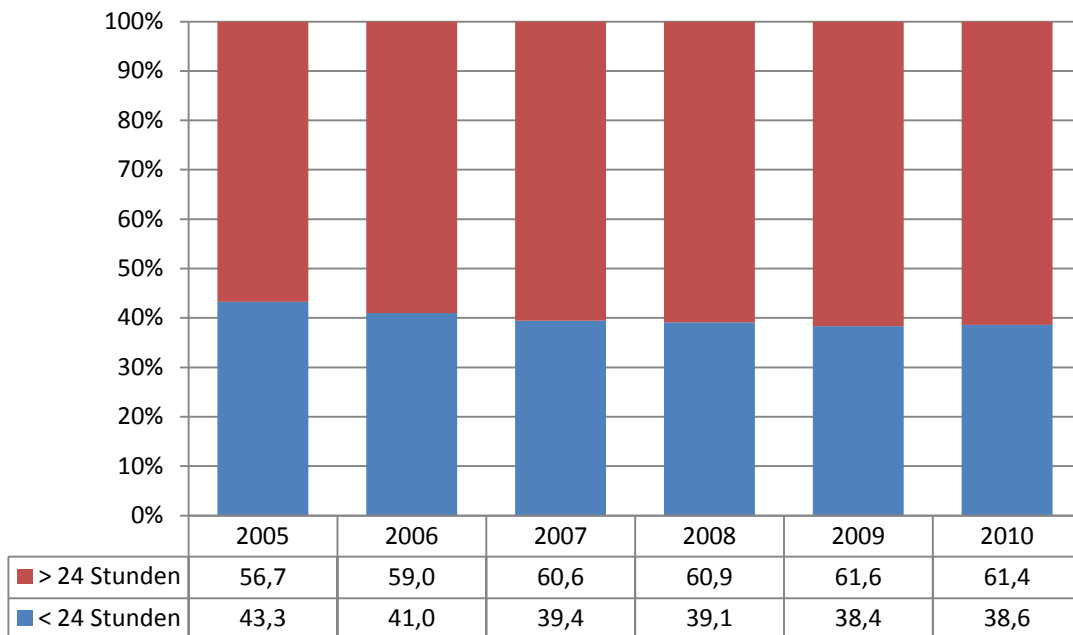
Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Berechnungen

Im Jahr 2005 wurden 43,3 % (140.994) der Patienten weniger und 56,8 % (184.969) der Patienten mehr als 24 Stunden beatmet. Im Verlauf der sechs Jahre nahm der Anteil der mehr als 24 Stunden beatmeten Patienten zu. 2010 wurden 38,6 % (142.701) der Patienten kürzer und 61,4 % (227.029) der Patienten länger als 24 Stunden beatmet ().

Auf die 43,3 % der unter 24 Stunden beatmeten Patienten entfallen im Jahr 2005 2,7 % der Gesamtbeatmungsstunden. Im Jahr 2010 beträgt der Anteil der kurzzeitig beatmeten Patienten 38,6 % mit dann noch 2,1 % der Gesamtbeatmungsstunden.

Umgekehrt bedeutet dies, dass 98 % der Beatmungsstunden auf die 61,4 % Patienten entfallen, die länger als 24 Stunden beatmet werden.

Abbildung 2: Verhältnis <24 Stunden/ > 24 Stunden Beatmungspatienten, 2005–2010



Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, Darstellung aufgrund eigener Berechnungen

Tabelle 6: Verhältnis < 24 Stunden/ > 24 Stunden Beatmungspatienten und -stunden, 2005–2010

		2005	2006	2007	2008	2009	2010
Beatmungspatienten	<24 Std.	43,3	41,0	39,4	39,1	38,4	38,6
	>24 Std.	56,7	59,0	60,6	60,9	61,6	61,4
Beatmungsstunden	<24 Std.	2,7	2,4	2,3	2,2	2,1	2,1
	>24 Std.	97,3	97,6	97,7	97,8	97,9	97,9

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Berechnungen

Die statistische Analyse zeigt, dass sich die Varianzen der Beatmungsdauer zwischen den Jahren 2005 bis 2010 signifikant voneinander unterscheiden (Bartlett-Test auf Varianzen-Homogenität: $p < 2,2 \times 10^{-16}$).

Die Verteilung der Beatmungsdauer entspricht einer hyperbolischen Verteilung. Auch der Kolmogorov-Smirnov-Test erbrachte mit einem p -Wert $< 2,2 \times 10^{-16}$, dass das Vorliegen einer Normalverteilung äußerst unwahrscheinlich ist. Daher wurde die Nullhypothese „Es liegt eine Normalverteilung vor“ verworfen und die Alternativhypothese „Es liegt keine Normalverteilung vor“ angenommen. Entsprechend wurde zum Vergleich der Beatmungsdauern der einzelnen Jahre der Kruskal-Wallis-Rangsummentest durchgeführt. Dieser ergab, dass die Wahrscheinlichkeit, dass es sich um gleiche Verteilungen der Beatmungsdauern handelt, sehr gering ist ($p < 2,2 \times 10^{-16}$, Testgröße 2537.937, $df = 5$). In der Post-hoc-Analyse zeigt sich, dass sich die Beatmungsdauern der Jahre 2005 bis 2009 signifikant voneinander unterscheiden ($p = 0.00016 - < 2 \times 10^{-16}$). Zwischen den Jahren 2009 und 2010 gibt es keinen signifikanten Unterschied ($p = 0.73$).

4.2 Fälle mit 24 Stunden überschreitender Beatmungszeit

2005 wurden 184.969 Patienten länger als 24 Stunden beatmet. Diese Zahl nahm bis 2010 jährlich um 2,5 % bis 6,3 % auf 227.029 Patienten zu. Damit ist die jährliche Anzahl der Beatmungspatienten um insgesamt 22,7 % angestiegen. Die Anzahl der Beatmungsstunden ist von 45.092.954 im Jahr 2005 auf 59.765.219 im Jahr 2010 gestiegen, was einem Anstieg von 32,5 % entspricht. Während die durchschnittliche Beatmungsdauer der über 24 Stunden beatmeten Patienten 2005 bei 243,8 Stunden lag, betrug sie 2010 263,2 Stunden, was einer durchschnittlichen Zunahme von 19,4 Stunden pro Patient entspricht. Bezogen auf die Bevölkerung wurden 2005 2,2 Patienten je 1.000 Einwohner beatmet, während es 2010 2,8 Patienten je 1.000 Einwohner waren. Das bedeutet eine Zunahme um 27 %. Bezogen auf die jährlichen Krankenhausfälle ist eine Steigerung von 10,9 auf 12,3 je 1.000 Fälle festzustellen, was einer prozentualen Steigerung von 13,1 % entspricht. Unter Zugrundelegung der Einwohnerzahl haben die Beatmungsstunden um insgesamt 33,7 % zugenommen.

Tabelle 7: Darstellung der mehr als 24 Stunden beatmeten Patienten

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Beatmungspatienten	184.969	189.581	201.578	209.672	221.400	227.029
Veränderung zum Vorjahr [%]		2,49	6,33	4,02	5,59	2,54
Beatmungsstunden	45092954	46977861	50716387	53405841	57220931	59765219
Veränderung zum Vorjahr [%]		4,18	7,96	5,30	7,14	4,45
Beatmungsstunden/Patient	243,8	247,8	251,6	254,7	258,5	263,2
Veränderung zum Vorjahr [%]		1,64	1,53	1,23	1,49	1,82
Beatmete/1000 Einwohner	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,8
Veränderung zum Vorjahr [%]		4,55	8,70	4,00	3,85	3,70
Beatmete/1000 Krankenhausfälle	10,86	11,06	11,47	11,69	12,14	12,28
Veränderung zum Vorjahr [%]		1,84	3,75	1,88	3,89	1,11
Beatmungsstd./1000 Einwohner	546,99	570,71	616,85	651,27	699,50	731,06
Veränderung zum Vorjahr [%]		4,34	8,09	5,58	7,41	4,51
Beatmungsstd./Krankenhausfälle	2,65	2,74	2,89	2,98	3,14	3,23
Veränderung zum Vorjahr [%]		3,52	5,34	3,14	5,41	2,99

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Berechnungen

4.3 Beatmungspatienten nach DRG-Beatmungsintervallen

Innerhalb der Beatmungs-DRGs entscheiden definierte Stundengrenzen, in welche Basis-DRG die Eingruppierung erfolgt. In Tabelle 8 sind die Beatmungspatienten der einzelnen Jahre nach den Beatmungsintervallen gruppiert. Die Grafik stellt die Beatmungspatienten der einzelnen Beatmungsintervalle prozentual dar. Es ist eine Tendenz zu den höheren Beatmungsintervallen erkennbar: Während in dem Intervall „1–24 Stunden“ prozentual weniger Patienten beatmet werden und die Intervalle „25–95 Stunden“ und „96–249 Stunden“ prozentual relativ gleichbleibend besetzt sind, nehmen in den Intervallen ab 250 Stunden Beatmungsdauer die Beatmungspatienten

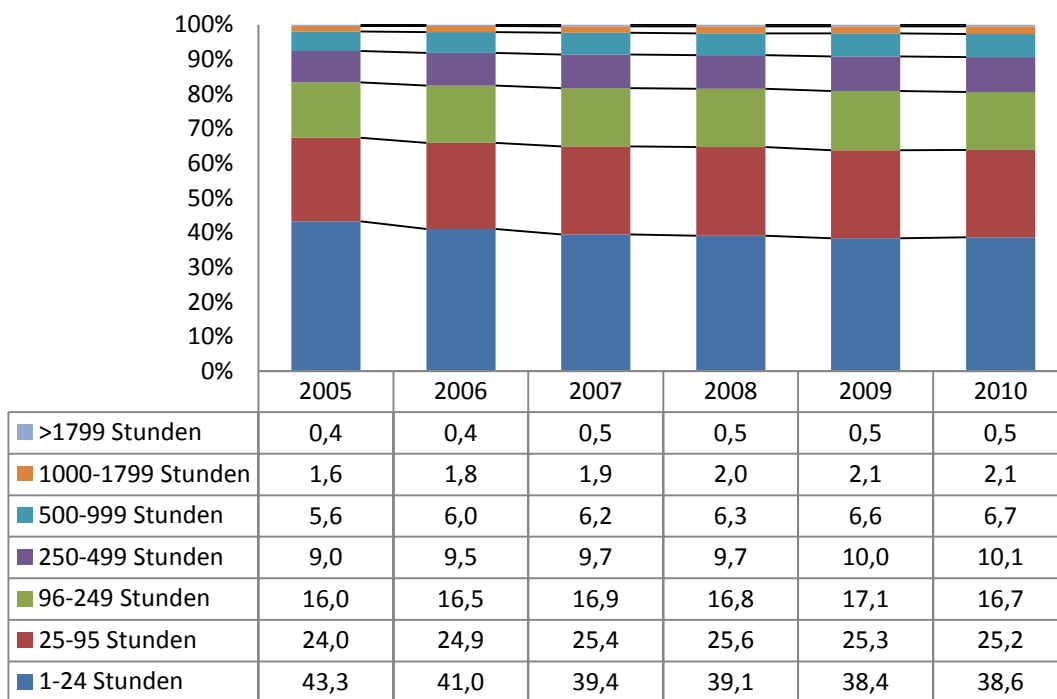
sowohl prozentual als auch absolut zu. Zusammengenommen betrachtet wurden 2005 insgesamt 54.319 Patienten (16,7 %) länger als 250 Stunden beatmet. 2010 waren es 71.805 (19,4 %) Patienten, die über diesen Zeitraum beatmet worden sind. Damit nahm der relative Anteil der Patienten, die länger als zehn Tage beatmet wurden, im Verlauf der sechs Jahre um 16,2 % zu.

Tabelle 8: Beatmungspatienten nach DRG-Intervallen

Stundenintervalle	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1-24 Stunden	140.994	131.592	131.300	134.512	137.766	142.701
25-95 Stunden	78.383	79.913	84.540	88.079	91.008	93.301
96-249 Stunden	52.267	52.999	56.135	57.766	61.499	61.923
250-499 Stunden	29.469	30.499	32.172	33.441	35.919	37.257
500-999 Stunden	18.234	19.145	20.743	21.758	23.775	24.625
1000-1799 Stunden	5.367	5.640	6.451	6.906	7.393	7.893
>1799 Stunden	1.249	1.385	1.537	1.722	1.806	2.030

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Berechnungen

Abbildung 3: Beatmungspatienten nach DRG-Intervallen



Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, Darstellung nach eigenen Berechnungen

4.4 Mortalität der Beatmungspatienten

Die Mortalität der Beatmungspatienten betrug in den Jahren 2005 bis 2010 durchschnittlich 31,3 %. Von 2005 bis 2010 nahm die Mortalität für die kurzzeitig beatmeten Patienten von 25,2 % auf 27,4 % zu. Bei den über 24 Stunden beatmeten Patienten sank die Mortalität von 34,8 % im Jahr 2005 auf 32,6 % im Jahr 2010, das entspricht einem Mortalitätsrückgang um 6,3 %.

Tabelle9: Mortalität der Beatmungspatienten

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Beatmungspatienten gesamt	325.963	321.173	332.878	344.184	359.166	369.730
Verstorbene	99.993	101.021	104.943	107.810	111.728	113.063
Mortalität [%]	30,7	31,5	31,5	31,3	31,1	30,6
Beatmungspatienten < 24 Std.	140.994	131.592	131.300	134.512	137.766	142.701
Verstorbene	3.5553	3.5595	3.6315	3.7416	3.8719	3.9069
Mortalität in [%]	25,2	27,0	27,7	27,8	28,1	27,4
Beatmungspatienten > 24 Std.	184.969	189.581	201.578	209.672	221.400	227.029
Verstorbene	64.440	65.426	68.628	70.394	73.009	73.994
Mortalität [%]	34,8	34,5	34,0	33,6	33,0	32,6

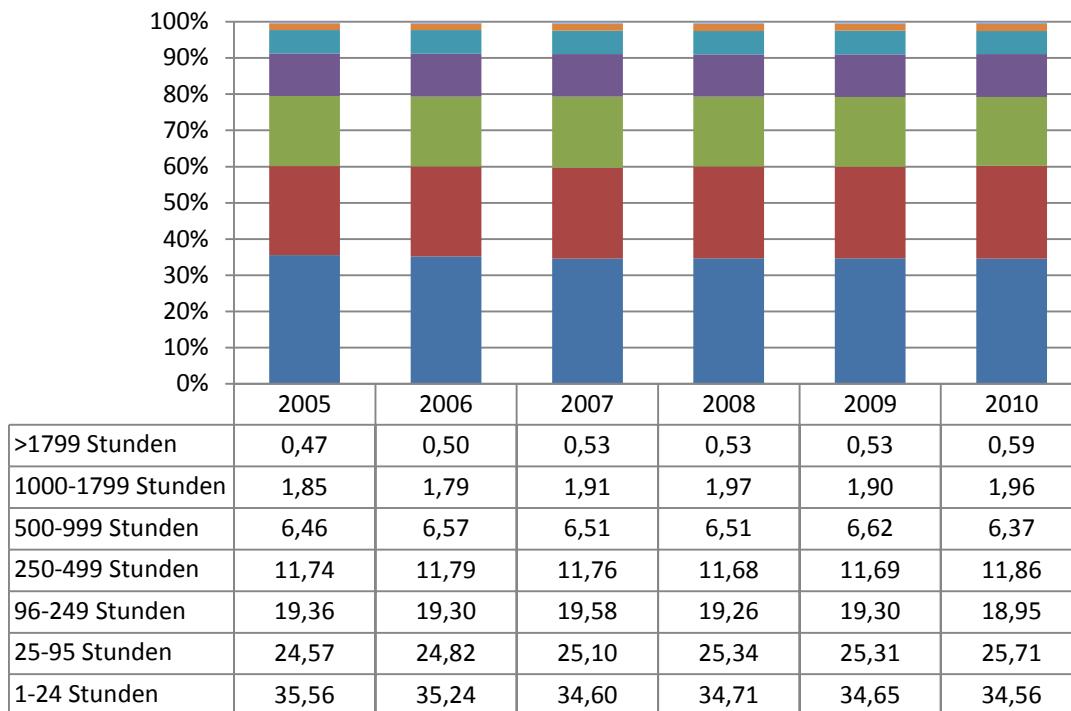
Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Berechnungen

Betrachtet man alle Beatmungspatienten eines Jahres, so ist die Mortalität in den ersten 24 Stunden der Beatmung am höchsten. Durchschnittlich 35 % der Beatmungspatienten, die sterben, sterben in diesem Zeitintervall (Abbildung 4). Bezogen auf die einzelnen Beatmungsintervalle besteht die höchste Mortalität im Intervall „250–499 Stunden“: Im Jahr 2005 sind in diesem Intervall 39,8 % der Patienten verstorben, 2010 waren es 36 %. Am niedrigsten ist die Mortalität im Intervall „1–24 Stunden“: Sie lag hier bei 25,2 % im Jahr 2005 und 27,4 % im Jahr 2010 (Tabelle 10).

Tabelle 10: Mortalität als prozentualer Anteil der beatmeten Patienten eines Beatmungsintervalls

Stundenintervalle	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1–24 Stunden	25,2	27,0	27,7	27,8	28,1	27,4
25–95 Stunden	31,3	31,4	31,2	31,0	31,1	31,2
96–249 Stunden	37,0	36,8	36,6	35,9	35,1	34,6
250–499 Stunden	39,8	39,0	38,4	37,6	36,3	36,0
500–999 Stunden	35,4	34,7	32,9	32,2	31,1	29,3
1000–1799 Stunden	34,5	32,1	31,1	30,8	28,7	28,1
> 1799 Stunden	37,6	36,4	36,4	33,4	32,7	33,0

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Berechnungen

Abbildung 4: Mortalität als prozentualer Anteil der Beatmungspatienten eines Jahres

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, Darstellung aufgrund eigener Berechnungen

4.5 Beatmungsdauer Überlebende vs. Verstorbene

Die durchschnittliche Beatmungsdauer der Patienten, die während des Krankenhausaufenthalts verstorben sind, betrug durchschnittlich 169,64 Stunden. Die überlebenden Patienten wurden dagegen durchschnittlich 149,5 Stunden beatmet, wobei die Beatmungsdauer von 2005 mit 130,9 Stunden auf 162,2 Stunden im Jahr 2010 zunahm. Die durchschnittliche Beatmungsdauer aller Patienten hat sich seit 2005 um 16,1 % erhöht. Die Beatmungsdauer der verstorbenen Patienten ist innerhalb dieses Zeitraumes um 2,5 %, die der Überlebenden um 23,9 % angestiegen.

Tabelle11: Beatmungsdauer Überlebende vs. Verstorbene

Durchschnittliche Beatmungsdauer [Std.]	2005	206	2007	2008	2009	2010
Gesamt	142,1	149,9	155,9	158,7	162,7	165,1
Verstorbene	167,5	168,7	168,7	170,9	170,3	171,7
Überlebende	130,9	141,3	150,3	153,1	159,3	162,2

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Berechnungen

4.6 Indikationsstellung zur Beatmung

Zur Untersuchung, ob sich die Indikationsstellung in den Jahren 2005 bis 2010 geändert hat, wurde eine PubMed-Literaturrecherche mit den Mesh-Term-Begriffen „Guidelines“ und „Mechanical Ventilation“ mit Altersbegrenzung auf Erwachsene und Einschränkung auf den Zeitraum 1.1.2000 bis zum 31.12.2011 durchgeführt. Diese Suchstrategie ergab vier Veröffentlichungen, von denen eine die Beatmung von Verbrennungspatienten, eine die Tracheotomie, eine die Intubation beim schwierigen Atemweg und eine die Behandlung der beatmungsassoziierten Pneumonie zum Thema haben. Durch die zusätzliche Handrecherche in PubMed und in den AWMF-Leitlinien

konnten sieben weitere Veröffentlichungen identifiziert werden. Im einzelnen sind dies zwei AWMF-Leitlinien zur nicht-invasiven Beatmung bei akuter bzw. chronischer respiratorischer Insuffizienz, zwei Nationale Versorgungsleitlinien zur Behandlung des Asthmas bzw. der COPD, die Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin zum Airway Management und zwei weitere Publikationen über die Beatmung im allgemeinen.

Da diese Untersuchung die Verhältnisse und Zusammenhänge in Deutschland darstellen soll, werden im folgenden nur die deutschen Publikationen berücksichtigt. Hierbei handelt es sich um die Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin zum Airway Management, die S3-Leitlinie für die nicht invasive Beatmung bei akuter respiratorischer Insuffizienz, die S2-Leitlinie für die nicht invasive und invasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz und die beiden Nationalen Versorgungsleitlinien zum Asthma und zur COPD.

Airway Management - Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie

In dieser Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin wird dargestellt, welche Voruntersuchungen für eine geplante Intubation im Rahmen der Narkosevorbereitung erforderlich sind und welche Kontraindikationen gegen die einzelnen Beatmungsformen bestehen. Weiterhin wird die Rolle der Intubation zur Offenhaltung der Atemwege beschrieben. Ausführlich wird auch auf das Vorgehen bei erwartet und unerwartet schwierigem Atemweg eingegangen. Weitere wichtige Aspekte, die hier berücksichtigt werden, sind die Dokumentation und Patienteninformation sowie die Weiterbildung in der Beatmungsmedizin (Braun et al. 2004).

Leitlinie für die nicht-invasive Beatmung bei akuter respiratorischer Insuffizienz

Die S3-Leitlinie der AWMF zur nicht-invasiven Beatmung bei akuter respiratorischer Insuffizienz, die 2008 unter Federführung der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP) entwickelt wurde, stellt gesicherte Indikationen und Nutzen der nicht-invasiven Beatmung (NIV) dar. Insbesondere wird die bestehende Evidenz für die Behandlung der akuten Exazerbation bei COPD herausgestellt. Dem oft lebensrettenden Nutzen der invasiven Beatmung wird das geringere Risiko, eine beatmungsassoziierte Pneumonie zu entwickeln, bei Anwendung der nicht-invasiven Beatmung gegenübergestellt. In der Leitlinie werden weiterhin die Komplikationen und Erfolgskriterien der NIV dargestellt.

Die Maßgabe lautet, die nicht-invasive Beatmung immer dann anzuwenden, wenn keine Kontraindikationen bestehen. Diese Formulierung setzt einen deutlicheren Schwerpunkt auf die NIV als die Leitlinie „Airway Management“ aus dem Jahr 2004, in der formuliert wurde, dass vor Anwendung der invasiven Beatmung, also der endotrachealen Intubation, jeweils geprüft werden sollte, ob nicht eine weniger invasive Beatmungsform indiziert ist (Schönhofer et al. 2008).

Leitlinie für die nichtinvasive und invasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz

In dieser S2-Leitlinie der AWMF, die im Jahr 2010 in Zusammenarbeit vieler Fachgesellschaften entwickelt wurde, liegt der Schwerpunkt auf der Indikation und Einleitung der außerklinischen Beatmung. Neben den physiologischen und technischen Grundlagen werden die Notwendigkeit der Einstellung in einem Beatmungszentrum, die Basisdiagnostik und die empfohlenen Kontrolluntersuchungen dargestellt.

Weiterhin werden Krankheitsbilder, bei denen eine außerklinische NIV indiziert ist, im einzelnen dargestellt. In einem eigenen Kapitel werden auch die ethischen Aspekte der außerklinischen NIV detailliert berücksichtigt (Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e. V. 2009).

Nationale Versorgungsleitlinie „Asthma“ und „COPD“

In den Versorgungsleitlinien werden beide Krankheitsbilder ausführlich dargestellt. Das Ziel, das die Versorgungsleitlinien verfolgen, ist die Prävention akuter Exazerbationen durch verschiedene Maßnahmen wie Medikation, Inhalationen, Atemgymnastik und Impfungen. Für die intensivmedizinische Behandlung akuter Exazerbationen sind laborchemische Parameter definiert, die eine Beatmung indizieren. Für die Exazerbation bei bestehender COPD wird bei bestehender Evidenz ausdrücklich die NIV empfohlen während für den Einsatz der NIV bei Asthma keine gesicherte Evidenz besteht (Abholz et al 2010; BÄK, KBV und AWMF 2011).

Beim Vergleich der verschiedenen Leitlinien fällt eine Verlagerung des Beatmungsschwerpunktes hin zur nicht-invasiven Beatmung auf. Die endotracheale Intubation hat weiterhin ihren Stellenwert in der Beatmungsmedizin. Vor allem in Hinblick auf die beatmungsassoziierte Pneumonie als häufige Komplikation der invasiven Beatmung wird der Einsatz der nicht-invasiven Beatmung empfohlen, sofern keine Kontraindikationen bestehen.

4.7 Wahl des Beatmungszugangs

Im Jahr 2005 wurden die OPS-Kodes „8-701 Einfache endotracheale Intubation“, „8-704 Intubation mit Doppellumentubus“, „8-706 Anlegen einer Maske zur maschinellen Beatmung“ und/oder der zutreffende Kode aus „5-311 Temporäre Tracheostomie“ und „5-312 Permanente Tracheostomie“ insgesamt 250.313 mal angegeben, im Jahr 2010 war das 323.377 mal der Fall.

Verglichen mit der Häufigkeit, mit der für Patienten Beatmungsstunden angegeben wurden, bestand 2005 eine Differenz von 75.650 Patienten und 2010 eine Differenz von 46.353 Patienten. Die Angaben der OPS-Kode-Häufigkeit sind also nicht direkt auf die Beatmungspatienten übertragbar. Da unklar ist, für welche Patienten keine OPS-Kodes angegeben wurden, oder ob für einen Patienten auch mehrere unterschiedliche OPS-Kodes angegeben wurden (Duplikate, also identische Kodes bei einem Patienten, wurden nach Angaben von Destatis entfernt), können die nachfolgenden Tabellen nur einen Anhaltspunkt für die aktuelle Beatmungspraxis bieten.

Tabelle 12: Beatmungspatienten vs. OPS-Kodes

	2005	206	2007	2008	2009	2010
(1) Häufigkeit Beatmungspatienten	325.963	321.173	332878	344.184	359.166	369.730
(2) Häufigkeit OPS-Kodes	250.313	256.537	273.552	291.339	312.221	323.377
Differenz (1)-(2)	75.650	64.636	59.326	52.845	46.945	46.353

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Berechnungen

Deutlich ist ein Trend zur nicht-invasiven, also zur Maskenbeatmung: Während 2005 nur 18 % der Patienten über ein Maskensystem beatmet wurden, betrug ihr Anteil 2010 bereits 28 %, was einer Steigerung um 55 % entspricht. Auch in den höheren Beatmungsintervallen wurden mehr Beatmungen über einen nicht-invasiven Zugang

durchgeführt. Mit leichtem Rückgang seit 2005 werden ab Beatmungszeiten von etwa zehn Tagen etwa 30 % der Patienten über ein Tracheostoma beatmet. Ab einer Beatmungsdauer von etwa 21 Tagen werden noch 40 % der Patienten über eine endotracheale Intubation beatmet.

Tabelle 13: Beatmung nach gewähltem Beatmungszugang und -Intervall [%]

Beatmungs- intervalle	1-24 Stunden	25-94 Stunden	95-249 Stunden	250-499 Stunden	500-999 Stunden	>999 Stunden	Gesamt
2005							
5-311	0,70	2,06	9,15	29,54	37,75	35,57	12,61
5-312	0,64	1,20	2,78	7,96	10,39	11,02	3,81
8-701	72,48	75,13	70,73	51,77	42,96	43,31	65,03
8-704	0,41	0,40	0,42	0,33	0,34	0,45	0,39
8-706	25,77	21,21	16,91	10,40	8,55	9,64	18,16
2006							
5-311	0,75	1,77	8,81	28,64	36,60	35,13	12,55
5-312	0,66	1,17	2,80	8,25	11,07	11,02	4,04
8-701	68,75	73,44	69,62	51,35	42,31	42,74	62,99
8-704	0,43	0,40	0,45	0,30	0,28	0,51	0,39
8-706	29,41	23,22	18,32	11,46	9,74	10,59	20,03
2007							
5-311	0,84	1,71	8,28	28,44	36,26	34,18	12,50
5-312	0,60	1,10	2,59	7,68	10,55	11,17	3,87
8-701	65,04	70,99	68,08	51,07	42,39	42,54	61,07
8-704	0,37	0,38	0,41	0,28	0,28	0,55	0,36
8-706	33,14	25,83	20,65	12,52	10,52	11,57	22,19
2008							
5-311	0,67	1,65	7,61	27,09	35,90	34,20	12,05
5-312	0,55	1,13	2,59	7,68	10,48	10,87	3,84
8-701	62,95	69,25	67,06	51,03	42,05	42,41	59,87
8-704	0,31	0,40	0,31	0,34	0,25	0,50	0,34
8-706	35,53	27,57	22,43	13,86	11,32	12,01	23,91
2009							
5-311	0,64	1,83	7,12	26,84	35,91	34,92	11,88
5-312	0,52	1,07	2,40	7,36	10,65	10,62	3,76
8-701	60,89	66,47	66,23	50,55	41,31	41,68	58,55
8-704	0,33	0,32	0,38	0,27	0,25	0,39	0,33

8-706	37,63	30,31	23,86	14,98	11,88	12,39	25,48
2010							
5-311	0,61	1,24	6,91	26,67	35,20	33,71	11,18
5-312	0,52	1,11	2,35	7,24	10,02	10,30	3,49
8-701	56,79	65,10	64,64	50,18	41,66	41,63	56,88
8-704	0,24	0,27	0,40	0,27	0,30	0,51	0,30
8-706	41,84	32,28	25,69	15,64	12,82	13,85	28,15

Anmerkungen: **5-311:** Temporäre Tracheostomie, **5-312:** Permanente Tracheostomie, **8-701:** Einfache endotracheale Intubation, **8-704:** Intubation mit Doppellumentubus, **8-706:** Anlegen einer Maske zur maschinellen Beatmung

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Berechnungen

Tabelle 14: Verteilung der Beatmungsfälle nach gewähltem Beatmungszugang

Beatmungsweg	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Veränderung [%]
Intubation	65,4%	63,4%	61,4%	60,2%	58,9%	57,2%	-12,6
n	163.748	162.604	168.046	175.414	183.826	183.706	+12,2
Tracheotomie	16,4%	16,6%	16,4%	15,9%	15,6%	14,7%	-10,7
n	41.105	42.559	44.793	46.279	48.826	49.765	+21,1
Maskenbeatmung	18,2%	20,0%	22,2%	23,9%	25,5%	28,2%	+55,0
n	45.460	51.374	60.713	69.646	79.569	89.906	+ 97,8

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Berechnungen

4.8 Abbildung der Beatmung im DRG-System

Innerhalb des DRG-Systems finden sich beatmungsspezifische DRGs, also DRGs, in die eine Eingruppierung stattfindet, weil der Patient über eine definierte Zeit beatmet wird, sowohl in den Prä-DRGs als auch in den gewöhnlichen DRGs. Die Beatmung kann zum einen als gruppierungsrelevanter Parameter zum Tragen kommen, zum anderen als komplizierende Konstellation die Einordnung innerhalb einer Basis-DRG verändern.

Vergleich der Kodierrichtlinien 2005–2010

Die Kodierrichtlinien legen im Kapitel 10 „Krankheiten des Atmungssystems“ fest, wie die maschinelle Beatmung definiert ist, welche Voraussetzungen zur Kodierung erforderlich sind, wie die Berechnung der Dauer der Beatmung erfolgt und wie mit verlegten Patienten umzugehen ist. Weiterhin wird festgelegt, welche Codes zu verwenden sind, wenn ein Patient intubiert, aber nicht maschinell beatmet wird. Der Aufbau der verschiedenen Jahre ist weitgehend identisch, die Unterschiede sollen im folgenden dargestellt werden. (Version 2010 im Anhang). Von der Version 2005 zu 2006 sind keine Veränderungen festzustellen. 2007 erfolgte eine Spezifikation bezüglich der beatmungsfreien Intervalle in der Entwöhnungsphase von der maschinellen Beatmung, insofern als diese bei der Berechnung der Beatmungsdauer hinzuzuzählen sind. Im Jahr 2008 wurde der Code „8-711 – Maschinelle Beatmung bei

Neugeborenen“ ergänzt um „8-711 – Maschinelle Beatmung bei Neugeborenen und Säuglingen“, d. h. dass Säuglinge seitdem nicht mehr mit einem Erwachsenenkode verschlüsselt werden. 2009 wurden heimbeatmete Patienten, die über ein Tracheostoma beatmet wurden, in die Kodierrichtlinien aufgenommen. Es wurde festgelegt, dass die Beatmungszeiten bei dieser Patientengruppe nur dann zu erfassen sind, wenn sie intensivmedizinisch behandelt werden. Weiterhin wurden Beispiele aufgenommen, die die Berechnung der Entwöhnungszeiten genauer erläutern. 2010 wurde im Abschnitt „Kontinuierlicher positiver Atemdruck (CPAP)“ eine Ergänzung dahingehend vorgenommen, dass auch bei Jugendlichen die Codes 8-711.0 und 8-712.0 nicht zu verwenden sind und die Beatmungszeit nicht anzugeben ist, wenn zum Beispiel eine Schlafapnoe durch CPAP behandelt wird. Die Erläuterung, dass bei einer Beatmungsentwöhnung durch CPAP oder Masken-CPAP der Code 8-711.0 nicht zu verwenden ist, wurde durch den Code 8-712.0 ergänzt. Zusammenfassend wurden bis auf die sehr wichtige Definition der Entwöhnungszeit keine wesentlichen Änderungen in den Kodierrichtlinien vorgenommen.

Beatmungsspezifische DRGs

In Tabelle 15 ist die Anzahl der Beatmungs-DRGs mit der Unterteilung nach sicheren und unsicheren bzgl. der Dauer der Beatmung und unklaren hinsichtlich der Beatmung zusammengefasst. Bei der letzten Gruppe handelt es sich zumeist um Transplantations-DRGs – in dieser Gruppe stellt die Beatmung eine unter mehreren Möglichkeiten dar. Beispielfhaft seien hier aus dem Fallpauschalenkatalog 2006 die E08A „Strahlentherapie bei Krankheiten und Störungen der Atmungsorgane mit operativem Eingriff oder Beatmung > 24 Stunden“ und die A01B „Lebertransplantation mit Beatmung > 59 und < 180 Stunden oder mit Transplantatabstoßung“ genannt. Weiterhin ist der Gesamt-Casemix aufgeführt als Maßstab für den Erlös, der durch die Eingruppierung in die DRGs erzielt werden konnte. An dieser Stelle ist anzumerken, dass die Berechnung des Erlöses als *Relativgewicht x (Bundes-)Basisfallwert* nur im Fall der sogenannten Normallieger angewendet werden kann. Zusatzentgelte sowie Zuschläge, die durch das Überschreiten der oberen Grenzverweildauer erzielt werden, können aus den Daten des InEK nicht berechnet werden. Aus diesem Grund soll auf den Erlös im Weiteren nicht mehr eingegangen werden.

Tabelle 15: Beatmungsrelevante DRGs

		2005	2006	2007	2008	2009	2010
Beatmungs-DRGs gesamt	Gesamt	45	47	54	47	44	45
	Casemix	811.643	976.829	1.045.807	1.206.859	1.352.848	1473.163
Beatmung und -dauer sicher	Gesamt	31	38	41	37	36	36
	Casemix	745.613	916.045	940.765	1.146.152	1.306.706	1413.423
Unklare Beatmungsdauer	Gesamt	7	6	9	7	6	6
	Casemix	36.225	41.244	79.960	39.325	39.772	44.388
Beatmung unklar	Gesamt	7	3	4	3	2	3
	Casemix	29.805	19.540	25.082	21.382	6.371	15.353

Quelle: InEK, DRG-Browser 2005–2010, eigene Berechnungen

Aus Tabelle 15 ist ersichtlich, dass, abgesehen von dem Systemjahr 2007, in dem es 54 beatmungsrelevante DRGs gab, die Anzahl der DRGs, für die eine durchgeführte Beatmung eine Rolle spielt, seit Einführung der DRG relativ gleichförmig bei 44-47 DRGs liegt.

Analyse der Beatmungs-DRGs

Im Folgenden sollen die spezifischen Beatmungs-DRGs aus den Prä-MDC als „die Beatmungs-DRGs“ näher betrachtet werden. Als Beatmungs-DRGs im engeren Sinne innerhalb der Prä-MDC sind die A06, A07, A09, A11 und A13 zu nennen. Für diese DRGs ist die Beatmungsdauer das „Eintrittskriterium“. Während in der Systemversion 2003 lediglich zwei Beatmungs-DRGs existierten mit einer Unterscheidung „A07Z: 96–263 Stunden“ und „A06Z: > 263 Stunden“, gab es in der Systemversion 2004 bereits neun DRGs in der Prä-MDC, die eine Differenzierung mit Schwellenwerten bei 95 Stunden, 144 Stunden, 264 Stunden, 480 Stunden, 720 Stunden, 960 Stunden, 1.200 Stunden und > 1.799 Stunden vornahmen. Die derzeitige Einteilung mit Grenzen bei 95 Stunden, 250 Stunden, 500 Stunden, 1.000 Stunden und > 1.799 Stunden wird seit dem Systemjahr 2005 angewendet.

Veränderung der Definitionen der Beatmungs-DRGs 2005–2010

In Tabelle 16 ist die Entwicklung der Beatmungs-DRGs und ihrer Relativgewichte dargestellt. Neu eingeführte DRGs sind orange gekennzeichnet, im Vergleich zum Vorjahr identische definierte DRGs grün und veränderte grau. Eine Auflistung aller Beatmungs-DRG-Definitionen der Jahre 2005 bis 2010 findet sich im Anhang.

Tabelle 16: Veränderungen der DRG-Definitionen und Relativgewichte

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
A06A	52,59	54,37	53,91	62,28	60,11	68,29
A06B	37,51	48,52	50,83	49,73	46,81	46,38
A06C		31,68	40,98			
A07A	32,52	33,33	37,00	37,83	40,07	39,39
A07B	29,21	28,41	31,28	32,51	33,13	33,01
A07C	23,09	26,41	25,27	28,30	30,41	29,72
A07D		20,85	20,41	21,26	25,24	26,14
A07E					22,68	21,71
A09A	20,72	20,26	24,31	24,84	25,38	25,52
A09B	17,07	18,03	19,84	21,52	23,05	23,80
A09C	15,04	15,40	16,55	17,79	19,07	19,04
A09D	12,68	12,97	16,16	18,47	16,62	17,36
A09E			15,10	15,90	13,63	14,63
A09F			11,85	12,73	12,74	11,89
A11A	13,32	15,54	16,67	17,68	18,49	18,29
A11B	10,85	11,46	13,42	13,55	13,47	13,37
A11C	9,75	10,79	11,88	12,66	12,16	12,44
A11D	8,95	8,92	10,85	11,34	11,36	11,30
A11E	7,41	7,64	9,55	10,40	10,54	10,46

A11F			7,49	7,76	8,40	8,75
A11G					7,00	7,12
A13A	9,47	10,53	12,16	13,24	12,37	12,57
A13B	7,37	7,91	9,75	10,31	10,24	9,73
A13C	6,79	7,61	8,62	9,19	8,98	8,59
A13D	5,93	6,10	7,47	8,00	7,63	7,36
A13E	4,41	4,51	6,57	6,62	6,71	6,86
A13F			3,93	3,85	4,25	4,63
A13G					3,74	3,72

Quelle: InEK, DRG-Browser 2005–2010, eigene Darstellung

Durch Splittung der DRGs nahm die Graduierung und damit auch die Anzahl jährlich zu. Eine neu eingeführte DRG war in den meisten Fällen niedriger bewertet als die zuvor in dieser Basis-DRG niedrigste bzw. zweitniedrigste DRG: DRG A06C, A07D, A09E, A09F, A11F, A11G, A13F und A13G. Die einzige Ausnahme bildet die DRG A07E, diese ist höher bewertet als die DRG A07D.

Bei Gegenüberstellung der DRGs der einzelnen Jahre in Hinblick auf ihre Definition ist zu sehen, dass jedes Jahr Umbauten innerhalb der Beatmungs-DRGs stattgefunden haben, die jeweils mehr oder weniger umfangreich waren. Im Verlauf der sechs Jahre sind durch Splittungen zu den anfänglich 19 Beatmungs-DRGs in den Basis-DRGs A06, A07, A09, A11, A13 neun DRGs hinzugekommen; bei Streichung einer DRG im Jahr 2008 gab es somit 2010 insgesamt 27 Beatmungs-DRGs.

2006 wurde die intensivmedizinische Komplexbehandlung als gruppierungsrelevanter Parameter eingeführt. Hierdurch wurden 13 DRGs in ihrer Definition verändert (A06A-C, A07A-D, A11A-C, A13A-C). Weiterhin wurde ein Alterssplit eingeführt, der Auswirkungen auf sechs DRGs hatte (A06B, A06C, A09A, A09B, A13D, A13E).

2007 wurde für neun DRGs eine Alterssplittung durchgeführt bzw. das Alter als Kriterium in die Definition der DRG aufgenommen. Weiterhin wurde in fünf DRGs das Polytrauma als differenzierende Diagnose neu aufgenommen (A07B, A07C, A09A, A09E, A09F).

2008 wurden elf DRGs identisch aus dem Systemjahr 2007 übernommen, eine DRG wurde gestrichen (A06C). Umbauten bestanden bei fünf DRGs in der Aufnahme bzw. Streichung der intensivmedizinischen Komplexbehandlung als Zuordnungskriterium (A06B, A09C, A09D, A13A, A13C). Bei acht DRGs führt die Aufnahme des Alters oder eines Eingriffs bei angeborener Fehlbildung zu einer Veränderung der Definition (A09E, A09F, A11A, A11B, A13B, A13D, A13E, A13F).

2009 wurde in den Definitionen der Begriff der „komplizierenden Prozeduren“ ersetzt durch „komplizierende Konstellation“. Bei sieben DRGs wurde das Alter als zusätzliches Kriterium aufgenommen, bei vier DRGs wurde die intensivmedizinische Komplexbehandlung zusätzlich gruppierungsrelevant.

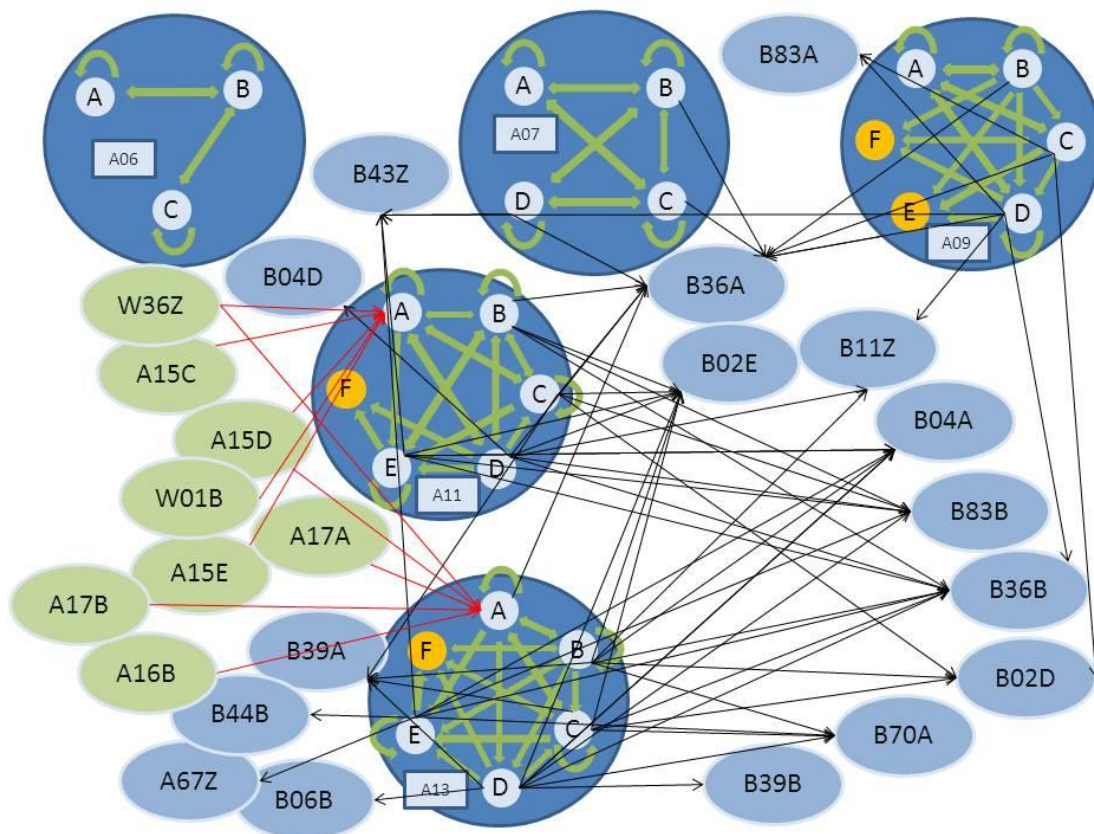
2010 wurden 21 DRGs identisch übernommen. Bei den sechs übrigen DRGs fanden nur geringfügige Änderungen statt, indem zu dem Ausdruck „mit/ohne komplizierende Diagnose“ noch die „komplizierende Prozedur“ hinzugefügt wurde („mit bzw. ohne komplizierende Diagnose oder Prozedur“).

Die dargestellten Veränderungen beziehen sich auf die Beatmungs-DRGs. Es ist jedoch nicht erkennbar, wie sich Veränderungen in der Definition der anderen DRGs auf die Eingruppierung in die Beatmungs-DRGs oder Nicht-Eingruppierung auswirken.

Seit 2006 erstellt das InEK Migrationstabellen, welche die Wanderung in den DRG-Fallgruppen darstellen. Seit 2008 werden die Migrationstabellen kommentiert, sodass nachvollziehbar ist, aufgrund welcher Umbauten und Änderungen die veränderte Eingruppierung erfolgt. Die nachfolgende Grafik macht exemplarisch die Wanderungen zwischen den Systemjahren 2006 und 2007 anschaulich. Die grünen Pfeile zeigen an, welche Wanderungen zwischen den Systemjahren stattfanden. Die großen blauen Kreise stellen die Beatmungs-Basis-DRGs dar, die kleinen Kreise innerhalb dieser symbolisieren die einzelnen Beatmungs-DRGs, wobei die orange unterlegten Kreise die 2007 neu eingeführten DRGs darstellen. Die hellblauen bzw. hellgrünen Ovale zeigen die DRGs an, in die (hellblau dargestellt) bzw. aus denen (grün dargestellt) Wanderungen aus bzw. in die Beatmungs-DRGs erfolgten.

Es wird deutlich, dass die Umbauten im DRG-System zu sehr komplexen Wanderungen führten. Auch identische Definitionen stellten nicht sicher, dass die Eingruppierung der des Vorjahres entsprach. Für die DRGs A09C, A11D und A13D führte der Umbau dazu, dass keiner der im Jahr 2006 in diese DRGs gruppierten Patienten im Jahr 2007 wieder in dieselbe DRG eingruppiert wurde.

Abbildung 5: DRG-Wanderungen 2006/2007 auf Basis der InEK- Migrationstabellen



Quelle: InEK, Migrationstabellen 2006/07, eigene Darstellung

Veränderung der Relativgewichte 2005–2010

In Tabelle 17 sind die Basis-DRGs mit ihrem durchschnittlichen Relativgewicht, der Anzahl der Patienten, die in diese Basis-DRG gruppiert wurden und dem Gesamt-Casemix der jeweiligen Basis-DRG aufgeführt.

In der Zusammenfassung am Ende der Tabelle sind die Summe des Casemix, die Gesamtanzahl der in eine Beatmungs-DRG Fälle, die durchschnittliche Fallschwere und die Spreizung der DRG, d. h. der Abstand zwischen der am niedrigsten und der am höchsten bewerteten Beatmungs-DRG aufgeführt. Im Verlauf der sechs betrachteten Jahre hat das durchschnittliche Relativgewicht einer Basis-DRG kontinuierlich zugenommen. Am geringsten war der Anstieg in der Basis-DRG A07 mit 6,1 %, am höchsten in der Basis-DRG mit 27,3 %. Auch die Anzahl der in den Basis-DRGs kodierten Patienten nahm zum Teil deutlich zu. Der stärkste Anstieg ist in der Gruppe der mehr als 1.799 Stunden beatmeten Patienten zu beobachten: Hier beträgt der Anstieg 240 %, gefolgt von der Basis-DRG A07 mit 200 %. Am geringsten war der Anstieg in der niedrigsten bewerteten Beatmungs-DRG. In der Gruppe A13 stieg die Anzahl lediglich um 20,6 %.

Der Gesamt-Casemix der Beatmungs-DRGs hat sich zwischen 2005 und 2010 mit einer Zunahme von 86 % nahezu verdoppelt. Der stärkste Anstieg ist vom Systemjahr 2006 zum Systemjahr 2007 zu beobachten. Der Casemix nahm in diesem Jahr um 41 % zu. Der geringste Anstieg mit 5,8 % besteht zwischen den Jahren 2009 und 2010.

Betrachtet man die Spreizung der Beatmungs-DRGs, sieht man auch hier eine Zunahme. Während der Abstand zwischen der am niedrigsten und der am höchsten bewerteten DRG 2005 noch 48,2 Punkte betrug, erhöhte er sich bis 2010 um 21 % auf 58,4 Punkte.

Tabelle 17: Darstellung Beatmungs-DRGs (Quelle: InEK, DRG-Browser 2005–2010, eigene Berechnungen)

		2005	2006	2007	2008	2009	2010
A13	Ø RG	6,79	7,3	8,1	8,5	7,7	7,6
95-249 Std.	Anzahl	39.635	25.550	45.892	30.406	45.385	47.799
	CM	242.254,0	209.180,5	304.052,2	223.243,9	281.277,9	310.834,5
A11	Ø RG	10,05	10,9	11,6	12,2	11,6	11,7
250-499 Std.	Anzahl	19.910	17.167	26.976	20.603	27.374	28.544
	CM	187.883,9	201.208,3	291.591,9	241.590,0	298.466,2	317.641,2
A09	Ø RG	16,38	16,7	17,3	18,5	18,4	18,7
500-999 Std.	Anzahl	11.897	10.651	17.167	19.067	21.040	21.799
	CM	184.365,7	195.891,5	299.398,8	343.060,9	405.714,6	398.202,3
A07	Ø RG	28,27	27,2	28,5	30	30,3	30
1000-1799 Std.	Anzahl	2.157	4.245	4.705	4.466	5.909	6.487
	CM	605.40,0	116.819,7	136.116,0	143.257,2	175.695,0	195.115,4
A06	Ø RG	45,05	44,9	48,6	56	53,3	57,3

>1799 Std.	Anzahl	446	918	956	1.190	1.301	1.518
	CM	22.791,9	45.365,7	51.907,6	60.413,9	68.158,9	78.323,8
CM gesamt		697.835	7684.65	1.083.066	1011565	1.229.312	1.300.117
Anzahl Patienten		74.045	58.530	95.696	75.732	101.009	106.147
Ø Fallschwere		9,42	13,13	11,32	13,36	12,17	12,25
Spreizung RG		48,2	49,9	50,0	58,4	56,4	58,4

Abkürzungen: RG: Relativgewicht; CM: Casemix

Relative Häufigkeit der Beatmungs-DRGs 2005–2010

In der Tabelle 18 ist die prozentuale Verteilung der Basis-DRGs im jeweiligen Systemjahr dargestellt. 2005 wurden prozentual die meisten Patienten in der Basis-DRG A13 eingruppiert. Im Verlauf verschob sich das Verhältnis hin zu den höher bewerteten DRGs. Seit 2008 wird etwa ein Drittel der Patienten mit der Basis-DRG A09 kodiert und jeweils 22–24 % mit den Basis-DRGs A13 und A11.

Tabelle 18: Prozentuale Verteilung der Basis-DRGs innerhalb eines Jahres

		2005	2006	2007	2008	2009	2010
	95–249 Std.	34,72	27,22	28,07	22,07	22,88	23,91
A11	250–499 Std.	26,92	26,18	26,92	23,88	24,28	24,43
A09	500–999 Std.	26,42	25,49	27,64	33,91	33,00	30,63
A07	1000–1799 Std.	8,68	15,20	12,57	14,16	14,29	15,01
A06	> 1799 Std.	3,27	5,90	4,79	5,97	5,54	6,02

Quelle: InEK, DRG-Browser 2005–2010, eigene Berechnungen

Gegenüberstellung von beobachteten und erwarteten Häufigkeiten

In Tabelle 19 sind die beobachteten Häufigkeiten den erwarteten Häufigkeiten nach Standardisierung auf die Bevölkerung des Jahres 2005 gegenübergestellt. Den Berechnungen liegen die Daten von Destatis zugrunde, beziehen sich also auf alle Beatmungspatienten. Die Anzahl der Beatmungspatienten hat zwischen den Jahren 2005 und 2010 um 13,4 % zugenommen. Unter der Annahme gleichbleibender altersspezifischer Beatmungsraten wäre für das Jahr 2010 ein Anstieg der Beatmungspatienten um 4,5 % zu erwarten gewesen. Das bedeutet, dass die Differenz von 9 % der Alterung der Bevölkerung zuzuschreiben ist. Für 4,5 % des Anstieges sind andere Faktoren verantwortlich.

Die prozentuale Abweichung zwischen den beobachteten und erwarteten Häufigkeiten beträgt zwischen minus 2,2 % und 8,5 % Prozent, wobei auch hier – bis auf das Jahr 2005/06 – ein jährlicher Anstieg zu beobachten ist.

Tabelle 19: Gegenüberstellung beobachtete - erwartete Häufigkeiten

	Beobachtete Häufigkeiten	Erwartete Häufigkeiten	Prozentuale Abweichung
2005	325963	325963	0,0
2006	321721	328828	-2,2
2007	332798	332072	0,2
2008	344416	334517	3,0
2009	358910	337210	6,4
2010	369730	340735	8,5

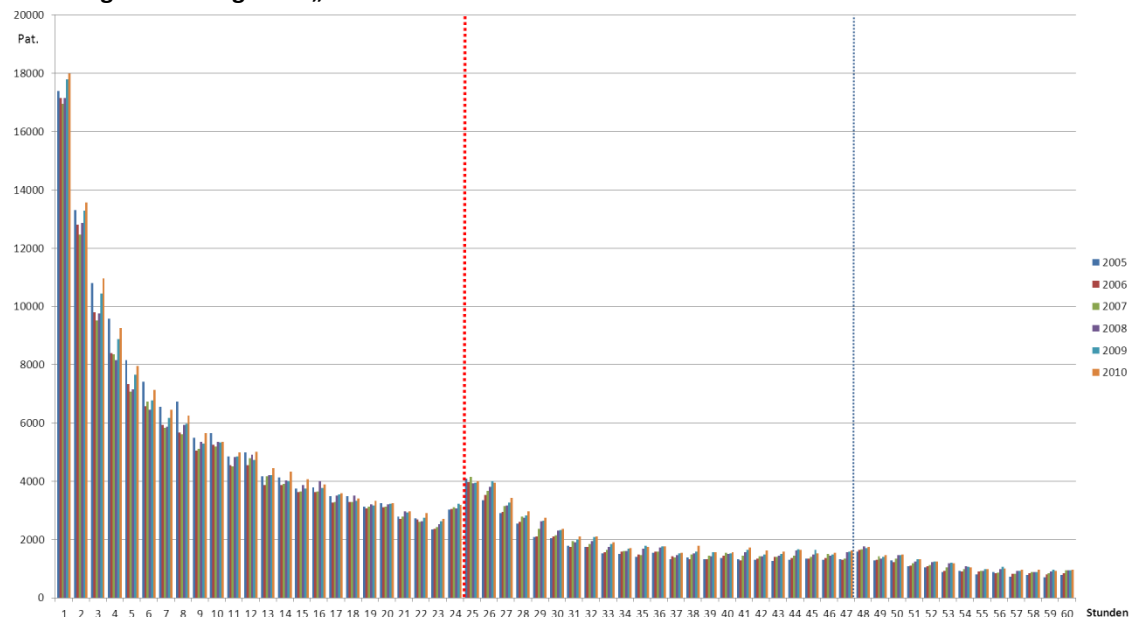
Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Berechnungen

Betrachtung der gruppierungsrelevanten Intervallgrenzen

Um der Frage nachzugehen, ob sich das medizinische Handeln an bestimmten DRG-Kriterien orientiert, wurden die definitorischen Grenzen der einzelnen Beatmungs-DRGs näher betrachtet. Die folgenden Diagramme zeigen jeweils die Verteilung der Beatmungspatienten über die Beatmungsstunden. Zur besseren Übersicht ist jede Intervallgrenze in einem eigenen Diagramm dargestellt. Auf die Darstellung der Intervallgrenze „1800 Stunden“ wurde aufgrund der geringen Fallzahl verzichtet. Die senkrechten rot-gestrichelten Linien markieren die Intervallgrenzen „24 Stunden“, „96 Stunden“, „250 Stunden“, „500 Stunden“ und „1.000 Stunden“. Die blau-gestrichelten, senkrechten Linien begrenzen Intervalle von jeweils 24 Stunden.

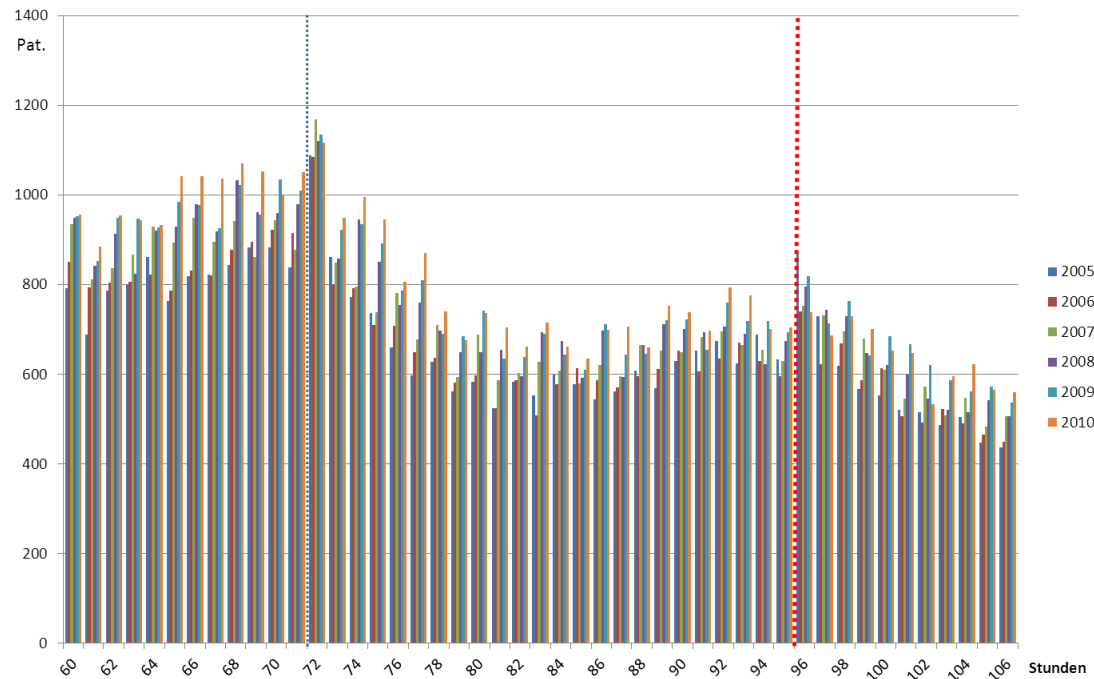
Bei Betrachtung der Diagramme fallen mehrere Phänomene auf: Zum einen ist regelhaft ein Anstieg zu beobachten, wenn ein Vielfaches von 24 Stunden erreicht wird. Weiterhin fällt eine überlagernde, sinusoidal konfigurierte Verteilung mit einer Intervalldauer von ebenfalls 24 Stunden auf, die ihr Maximum fast regelhaft vor einem 24-Stunden-Maximum erreicht, also 72 Stunden, 96 Stunden, 120 Stunden usw. Ein sprunghafter Anstieg unmittelbar nach einer Intervallgrenze tritt bei 24 Stunden und 96 Stunden auf.

Abbildung6: Intervallgrenze „24 Stunden“



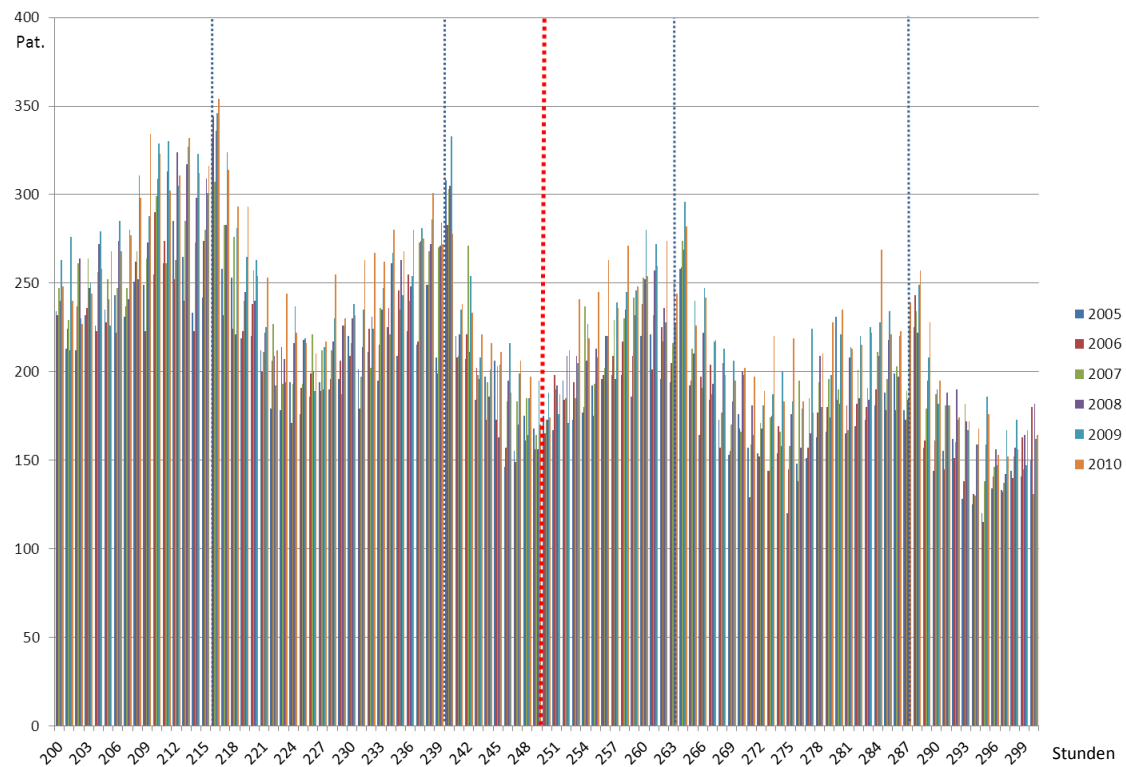
Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Darstellung

Abbildung 7: Intervallgrenze „96 Stunden“



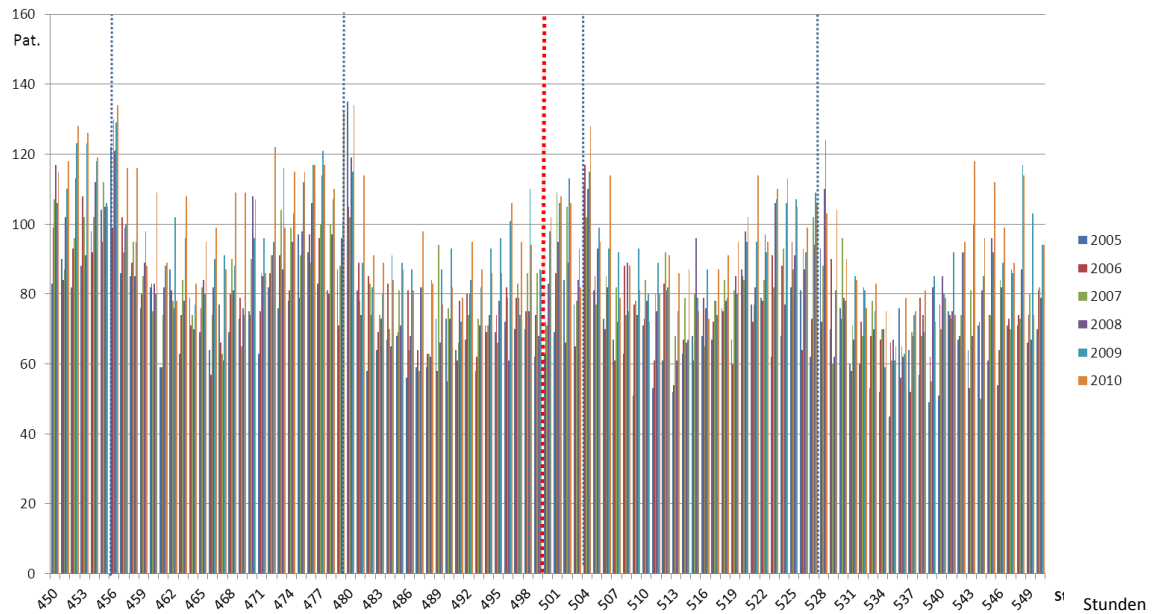
Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Darstellung

Abbildung 8: Intervallgrenze „250 Stunden“



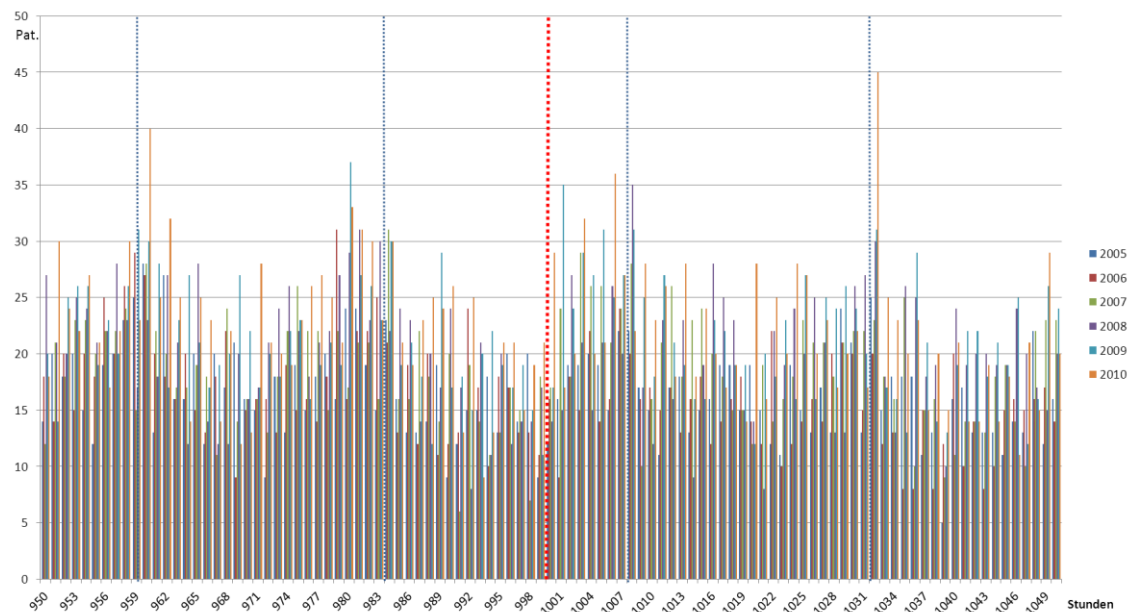
Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Darstellung

Abbildung 9: Intervallgrenze „500 Stunden“



Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Darstellung

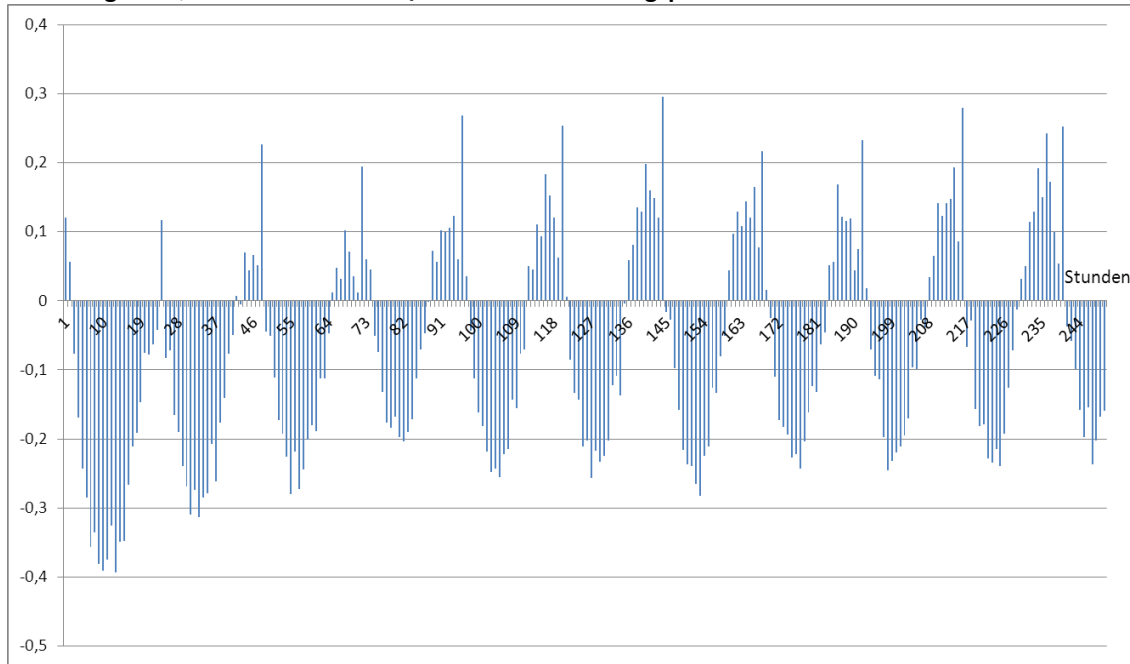
Abbildung 10: Intervallgrenze „1.000 Stunden“



Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Darstellung

Von Interesse bei Betrachtung der Verteilungen ist weiterhin, ob die Anzahl der beobachteten Patienten auch den erwarteten entspricht. Unter Anwendung des gleitenden Mittelwertes als Filterverfahren wurden die Erwartungswerte berechnet. Im nächsten Schritt wurde der Quotient aus beobachteten und erwarteten Beatmungspatienten gebildet und auf den Nullwert adjustiert. Dieser bedeutet, dass genauso viele Patienten beatmet wurden, wie der Verteilungsfunktion nach zu erwarten war, ein Wert unter null zeigt an, dass weniger und ein Wert über Null entsprechend, dass mehr Patienten beatmet wurden als erwartet (Abbildung 11). Die aus den Verteilungen berechneten Funktionen sind im Anhang aufgeführt. Ebenso ist in Abbildung 11 zu sehen, wie sich innerhalb einer vierundzwanzigstündigen Rhythmik die Intervalle abwechseln, die mehr Patienten als erwartet und weniger Patienten als erwartet enthalten.

Abbildung 11: Quotient beobachtete/ erwartete Beatmungspatienten



Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, Darstellung aufgrund eigener Berechnungen

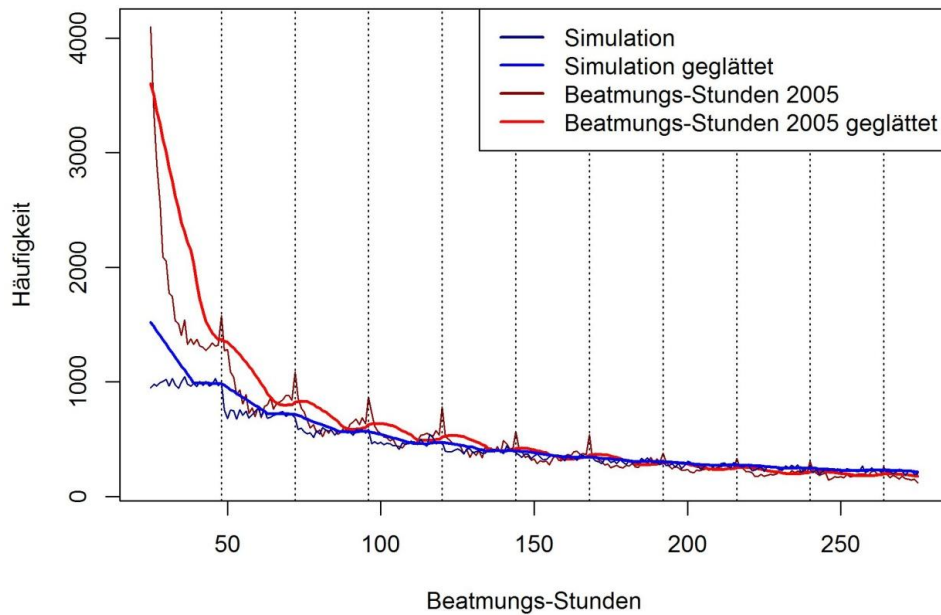
Um die beobachteten Phänomene weiter zu analysieren, wurde im nächsten Schritt ein Modell entwickelt, das die klinikinternen Abläufe berücksichtigt.

Die von Destatis vorliegenden Daten zur Anzahl der Beatmungspatienten geben die Anzahl der Patienten innerhalb eines Beatmungsintervalls wieder. Damit zeigen sie gleichzeitig auch den Zeitpunkt an, an dem die Beatmung beendet wurde. Das Ende der Beatmung – sofern nicht der Tod des Patienten eingetreten ist – ist eine aktive ärztliche Entscheidung, die voraussetzt, dass der Patient nach abgeschlossener Beatmungsentwöhnung erstens klinisch stabil ist und zweitens eine engmaschige Überwachung nach Trennen von dem Beatmungsgerät möglich ist. Aus diesem Grund muss die Beendigung der Beatmung mit den Stationsabläufen abgestimmt werden. Bestimmte Zeiten wie die Nachtstunden oder Übergabezeiten würden daher nicht dafür in Frage kommen. Wäre die Beendigung der Beatmungsbehandlung dagegen normalverteilt, würde man eine gleichmäßig fallende Verteilung ohne überlagernde weitere Rhythmen erwarten.

Unter dieser Hypothese wurde ein Modell entwickelt, in dem für eine Anzahl von 325.000 Patienten unter der Annahme einer Normalverteilung ein zufälliger Anfangszeitpunkt im Tagesverlauf gewählt wurde. Im nächsten Schritt wurde die Beatmungsdauer unter der Annahme einer hyperbolen Verteilung für den Beatmungszeitraum bis zu 10.000 Stunden zufällig bestimmt. Im letzten Schritt wurde das Ende der Beatmung festgelegt. Unter der Annahme, dass die Wahrscheinlichkeit für die Beendigung der Beatmung nicht zu allen Zeiten gleich groß ist, wurden zwei Zeitintervalle (10 bis 12 Uhr und 15 bis 19 Uhr) festgelegt, in die das Beatmungsende fallen kann. Auch hier wurde wiederum eine Normalverteilung angenommen.

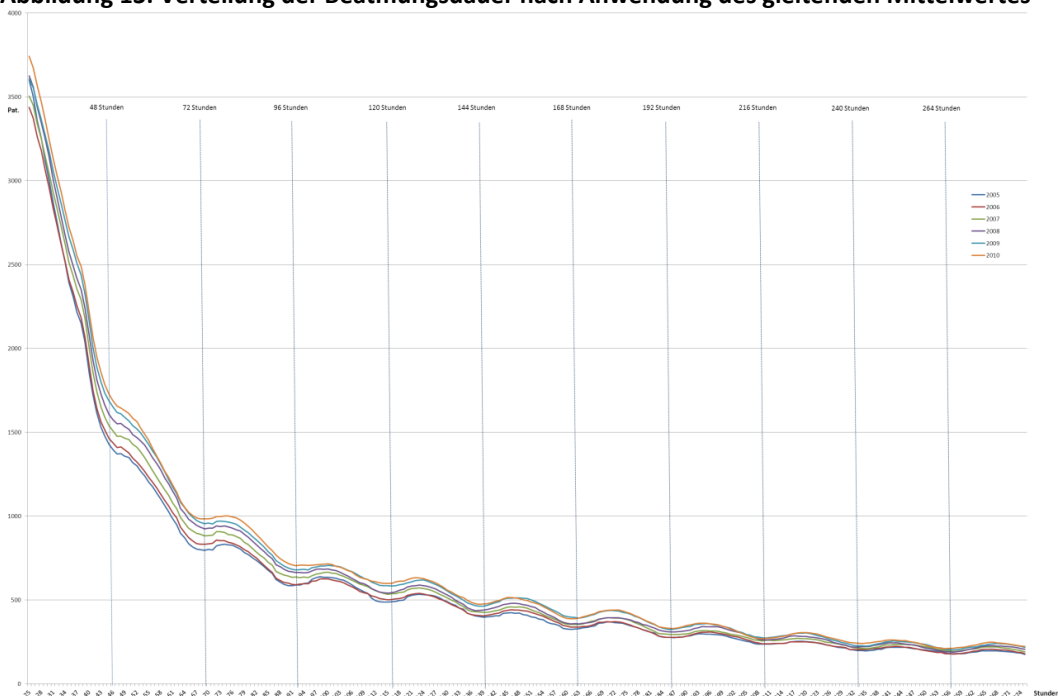
Die auf diese Weise gewonnene Verteilung ist in Abbildung 12 dargestellt und beispielhaft der Verteilung des Jahres 2005 gegenübergestellt. Es ist deutlich, dass die zugrunde gelegten Annahmen im Modell zu einer ähnlich rhythmischen Verteilung führen wie sie hier beispielhaft für das Jahr 2005 zu sehen ist.

Abbildung 12: Simulation Beatmungsstunden



Die Abbildung 13 zeigt die reale Verteilung der Beatmungsdauer der Jahre 2005 bis 2010 unter Anwendung des gleitenden Mittelwertes. Um eine gute Übersicht zu gewährleisten, wurde die Darstellung auf das Intervall 25–275 Stunden eingegrenzt. Diese Abbildung zeigt zum einen die Zunahme der Beatmungspatienten im Verlauf der sechs Beobachtungsjahre, zum anderen die durchgängige 24-Stunden-Rhythmik.

Abbildung 13: Verteilung der Beatmungsdauer nach Anwendung des gleitenden Mittelwertes

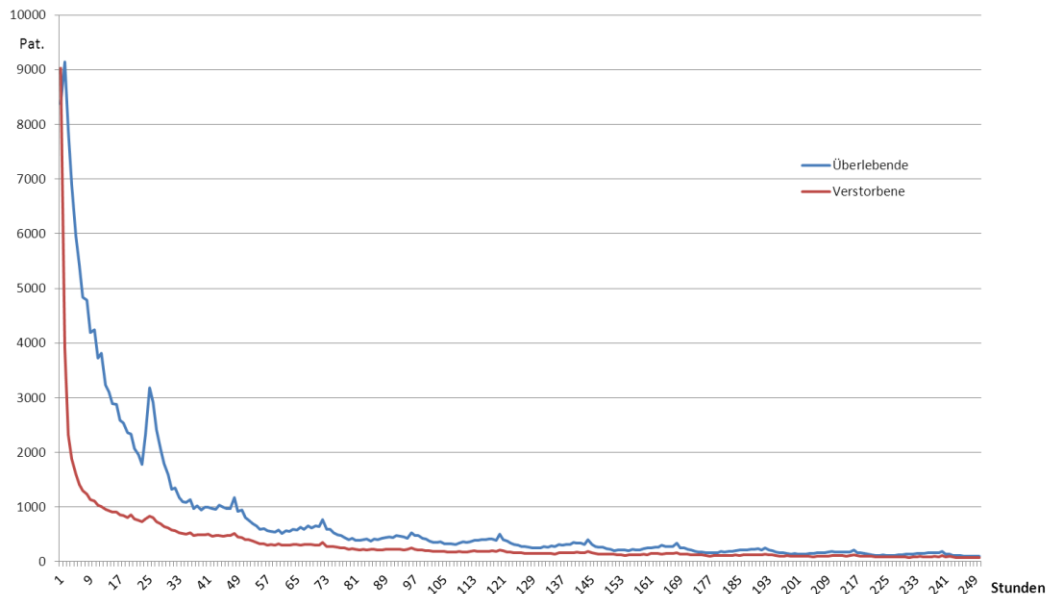


Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, Darstellung aufgrund eigener Berechnungen

Deutliche Unterschiede der Verteilungsform fallen auf, wenn man die Verteilungen der Überlebenden und der Verstorbenen gegenüberstellt. Während bei den Überlebenden sowohl eine 24-Stunden-Rhythmik als auch der Ausschlag bei den Vielfachen von 24 Stunden bestehen, sind bei den Verstorbenen lediglich die Maxima bei den Vielfachen

von vierundzwanzig Stunden nachweisbar. Diese unterschiedlichen Verteilungsformen legen den Einfluss unterschiedlicher Faktoren nahe (Abbildung 14), Mittelwerte Überlebende 2005–2010 und Verstorbene 2005–2010).

Abbildung 14: Gegenüberstellung der Verteilung Überlebende – Verstorbene



Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Darstellung

4.9 Veränderungen der Beatmungsbehandlung im Beobachtungszeitraum

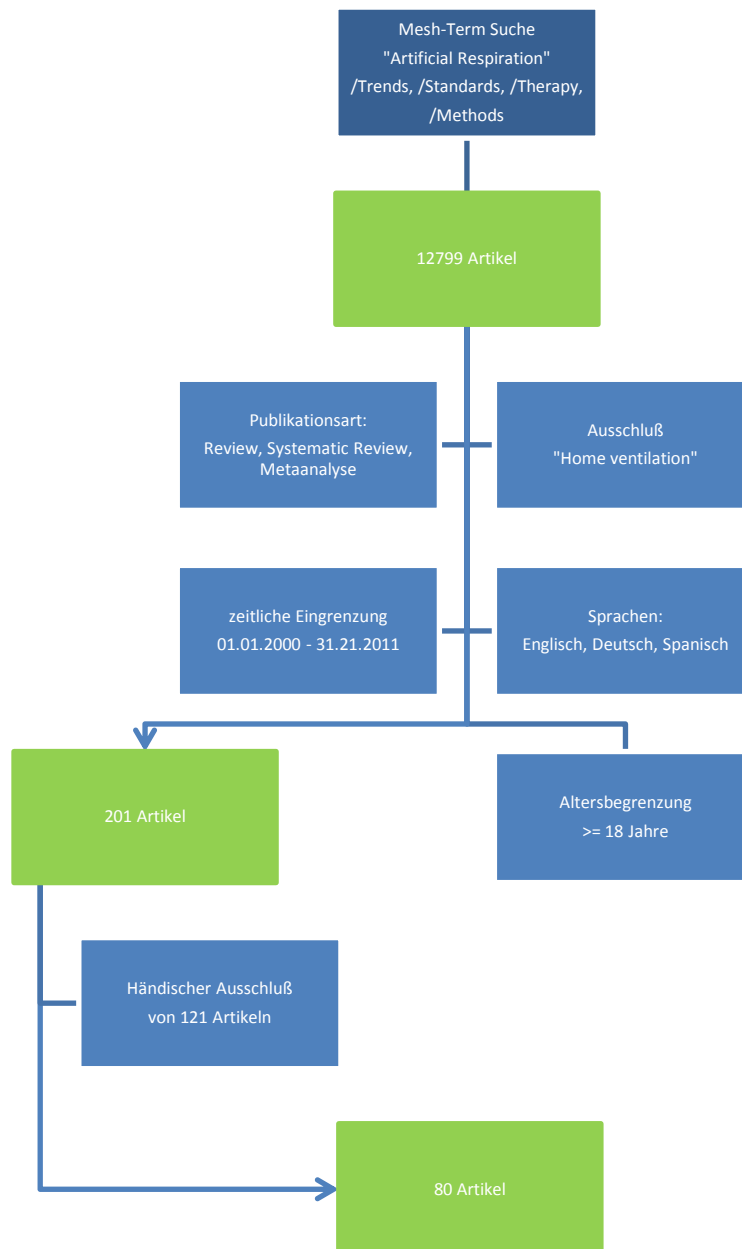
Um abzuschätzen, ob im beobachteten Zeitraum eine Veränderung der Beatmungstechnik bzw. der Indikation zur Beatmung stattgefunden hat, wurde eine systematische Literaturrecherche durchgeführt.

Hierzu wurde eine PubMed-Suche mit den Mesh-Term-Suchwörtern „Artificial Respiration/Trends“, "Respiration, Artificial/Methods", "Respiration, Artificial/ Standards", "Respiration, Artificial/Therapy" durchgeführt. Diese ergab 12.799 Artikel. Anschließend wurde die Suche eingegrenzt auf Reviews, Systematic Reviews und Metaanalysen, da diese am besten eine Übersicht über grundsätzliche Trends und Veränderungen bieten können. Zeitlich wurde die Suche unter der Überlegung, dass es zum einen erfahrungsgemäß einige Jahre dauert, bis sich wissenschaftliche Erkenntnisse im klinischen Alltag durchsetzen und zum Standard werden, und zum anderen viele Neuerungen erst in der Zusammenschau betrachtet und beurteilt werden können, auf den Zeitraum 01.01.2000 bis 31.12.2011 eingegrenzt. Es wurden englische, deutsche und spanische Artikel ausgewählt. Die Suche wurde weiterhin beschränkt auf Erwachsene. In der Schlagwortsuche wurden Artikel ausgeschlossen, die den Begriff „home ventilation“ beinhalten. Mit dieser Suchstrategie konnten 201 Artikel identifiziert werden, die die Trends und Neuerungen in der Beatmungsmedizin in dem genannten Zeitraum darstellen.

Durch die anschließende Handsuche wurden 121 Artikel ausgeschlossen, da diese die Beatmungsmedizin bei speziellen Patientengruppen, die Beatmungsbehandlung in der Schlafmedizin oder die Heimbeatmung behandeln, sodass insgesamt 80 Artikel in die Auswertung eingingen.

Die so identifizierten Publikationen lassen sich nach den behandelten Schwerpunkten unterteilen. Eine Tabelle mit allen Veröffentlichungen findet sich im Anhang (Tabelle). Bei fünf Artikeln stehen die Einschätzung der Atemfunktion und die Indikationsstellung zur Beatmung im Mittelpunkt (Sigillito et al. 2003; Nielson und Wingett 2004; Reith und Werdan 2004; Moore 2007; Winters und Reiff 2010). Sigillito et al. betonen zum einen die Notwendigkeit evidenzbasierter Empfehlungen für die Beatmung, zum anderen sollte der behandelnde Arzt in der Lage sein, mögliche Schwierigkeiten bei der Beatmung eines Patienten zu antizipieren und entsprechend Alternativen zu entwickeln (Sigillito et al. 2003).

Abbildung 15: Systematische Literaturrecherche "Neue medizinische Methoden"



In ähnlicher Weise beklagen auch Winters und Reiff das Fehlen klarer Indikationen sowohl für die Einleitung als auch die Beendigung der Beatmungsbehandlung (Winters und Reiff 2010). Nielson et al. betrachteten in ihrer Untersuchung ältere Patienten (> 65 Jahre), da bei einer zunehmenden Anzahl an Begleiterkrankungen ein erhöhtes

Risiko besteht intensivmedizinisch behandelt zu werden. Als wichtige Begleiterkrankungen, die das Risiko zur Beatmungsbehandlung erhöhen, werden die chronisch obstruktive Lungenerkrankung und das ARDS (adult respiratory distress syndrome) genannt (Nielson et al. 2004). Beide Erkrankungen zeigen mit zunehmendem Alter steigende Prävalenzen und erhöhte Mortalität. In ihrer Übersicht über den Stand und die Neuerungen in der Intensivmedizin in Deutschland für das Jahr 2004 stellen Reit und Werdan insbesondere die nicht-invasive Beatmung als günstige Therapiemöglichkeit der akuten respiratorischen Insuffizienz heraus. Sie zeigen außerdem die Vorteile einer lungenprotektiven Beatmung mit hohem post-expiratorischen Druck und niedrigem Beatmungsvolumen auf (Reith und Werdan 2004). Die Vorteile für den Patienten, die sich ergeben, wenn auch das Pflegepersonal in die Einschätzung der klinischen Situation eines Patienten einbezogen wird, stellt Moore in ihrem 2004 erschienenen Aufsatz dar (Moore 2004).

Ein sehr großer Anteil der Veröffentlichungen beschäftigt sich mit der Behandlung der akuten respiratorischen Insuffizienz, welche die häufigste Ursache für die Beatmungsbehandlung darstellt. In diesem Rahmen ist auch die große Anzahl der Artikel zu sehen, die sich mit der nicht-invasiven Beatmung beschäftigen. Im Laufe der Jahre hat sich die nicht-invasive Beatmung als geeignete Beatmungsform zur Behandlung der akuten respiratorischen Insuffizienz insbesondere auf dem Boden einer chronisch respiratorischen Insuffizienz etabliert. Ein wichtiger Aspekt für den Einsatz der nicht-invasiven Beatmungsformen ist die Vermeidung der Intubation (Ram et al. 2004), die ihrerseits mit erhöhten Risiken wie beispielsweise der beatmungsassoziierten Pneumonie einhergeht (Nava und Hill 2009), was insbesondere bei älteren Patienten die Mortalität zusätzlich erhöht (Lunghar und D'Ambrosio 2007). Obwohl der Nutzen der nicht-invasiven Beatmung in vielen randomisiert-kontrollierten Studien dargelegt werden konnte (Ram et al 2004 und 2005), findet diese Beatmungsform im internationalen Durchschnitt zum Teil nur zögerlich Eingang in den medizinischen Alltag (Esteban et al. 2008).

Ein weiterer Schwerpunkt der veröffentlichten Literatur ist die Beatmungsentwöhnung. Der Beendigung der Beatmung widmen sich insgesamt neun Artikel, von denen sich wiederum drei Veröffentlichungen eines Autorenteam (davon zwei Cochrane-Reviews) mit der non-invasiven Beatmung als Möglichkeit für die Beatmungsentwöhnung insbesondere für Patienten mit einer chronisch obstruktiven Lungenerkrankung beschäftigen. Während vor dem Jahr 2000 nur wenige randomisierte Studien für die Beatmungsentwöhnung mit der nicht-invasiven Beatmung vorlagen (Burns et al. 2003), konnten zehn Jahre später bei Nachweis einer reduzierten Mortalität, einer gesunkenen Zahl an beatmungsassoziierten Pneumonien und einer verkürzten Verweildauer auf der Intensivstation durch die Verwendung der nicht-invasiven Beatmung deutlich gesichertere Empfehlungen für die Anwendung dieser Methode gegeben werden (Burns et al. 2010).

Ein anderer Aspekt der Beatmungsentwöhnung, auf den die Reviews Bezug nehmen, ist die Evaluation von Parametern, die eine zuverlässige Einschätzung des Erfolgs der Entwöhnung erlauben (Alia und Esteban 2000; Nemer und Barbas 2011). Blackwood et al. zeigen in drei Veröffentlichungen (davon zwei Cochrane Reviews) den positiven Effekt auf den Outcome, wenn eine protokollgestützte Entwöhnung durchgeführt wird (Blackwood et al. 2009/2010/2011).

Eine der möglichen lungenprotektiven Beatmungsformen stellt die Permissive Hyperkapnie dar, also die Akzeptanz einer erhöhten CO₂-Konzentration durch Beatmung mit niedrigem Volumen und niedrigem Druck. Hierzu existieren drei Veröffentlichungen aus den Jahren 2001 (Bigatello et al.), 2002 (Thome und Carlo) und 2005 (Ni Chonghaile et al.). Während diese Beatmungsform als Strategie zur Vermeidung einer Lungenschädigung durch einen hohen Beatmungsdruck bereits häufig zur Behandlung der akuten respiratorischen Insuffizienz eingesetzt wird, ist die theoretische Basis noch nicht ausreichend erforscht (Ni Chonghaile et al. 2005).

Einen ähnlichen lungenprotektiven Ansatz verfolgt die Hochfrequenzbeatmung (englisch *High Frequency Oscillation Ventilation*, HFOV). Auch hier wird mit niedrigem Volumen und niedrigem Druck beatmet, um das Lungengewebe zu schonen. Zur Vermeidung einer Hyperkapnie wird dafür die Atemfrequenz erhöht, die bei dieser Beatmungsform über 500 Atemzüge pro Minute liegen kann (Salim und Martin 2005). Diese Form der Beatmung, die über den kontinuierlich leicht erhöhten endexpiratorischen Druck mehr Lungengewebe für die Atmung rekrutieren kann (Chan et al. 2007: 1910), wurde ursprünglich bei der Beatmung von Brandopfern mit Rauchgasinhalation (Paulsen et al. 2002) und Kindern (Derdak 2003) erfolgreich angewendet. In weiteren Studien konnte auch die Anwendbarkeit für die akute respiratorische Insuffizienz dargestellt werden (Paulsen et al. 2002; Derdak 2003; Singh und Stewart 2003; Chan 2007; David und Werner 2007).

Eine weitere neue Art der Beatmung stellt NAVA, der *neurally adjusted ventilatory assist*, dar. Bei dieser Methode werden über eine Sonde elektrische Impulse des Zwerchfells gemessen und als Trigger für die Auslösung der Inspiration durch die Maschine genutzt (Sinderby 2002). Aufgrund dieses individuellen patientenzentrierten Ansatzes eignet sich diese neue Form der Beatmungsunterstützung vor allem für Kinder und Patienten mit asynchroner Atmung (Verbrugghe und Jorens 2011).

Neben den technischen Details der Beatmung selbst hat auch die Sedierung einen großen Einfluss auf den Behandlungserfolg. Hier muss regelmäßig die Balance gefunden werden zwischen einer ausreichenden Sedierungstiefe, sodass die mechanische Beatmung vom Patienten toleriert werden kann, und einer ausreichenden Wachheit, die diagnostische Tests am Patienten ermöglicht (Olson et al. 2005). Entsprechend sind über- wie untermäßige Sedierung des Patienten festzustellen und zu vermeiden. Ein hilfreicher Weg, um dieses Ziel zu erreichen, kann in der Intensivmedizin die Verwendung von Scores sein (Elliott et al. 2006), wobei diese für eine erfolgreiche Anwendung benutzerfreundlich sein sollten (Feeley und Gardner 2006). Weitere Empfehlungen, die gemäß Literaturanalyse ausgesprochen wurden, sind eine adäquate Behandlung von Schmerz- und Unruhezuständen sowie die Gabe von Sedativa im Bolus statt kontinuierlich (Feeley und Gardner 2006).

4.10 Altersstruktur der Beatmungspatienten

In Tabelle 20 ist die Altersstruktur der Beatmungspatienten nach Quartilen dargestellt. Das durchschnittliche Alter ist zwischen 2005 und 2010 um 1,3 Jahre auf 58,8 Jahre angestiegen. Das mediane Alter betrug 2005 64 Jahre und 2010 66 Jahre. Der Interquartilsabstand hat sich zwischen den Jahren 2005 und 2010 um ein Jahr auf 25 Jahre reduziert. Es liegt eine linksschiefe Verteilung vor. Die Alterszunahme der Beatmungspatienten entspricht im Wesentlichen der Alterung der in Deutschland lebenden Menschen innerhalb desselben Zeitraumes.

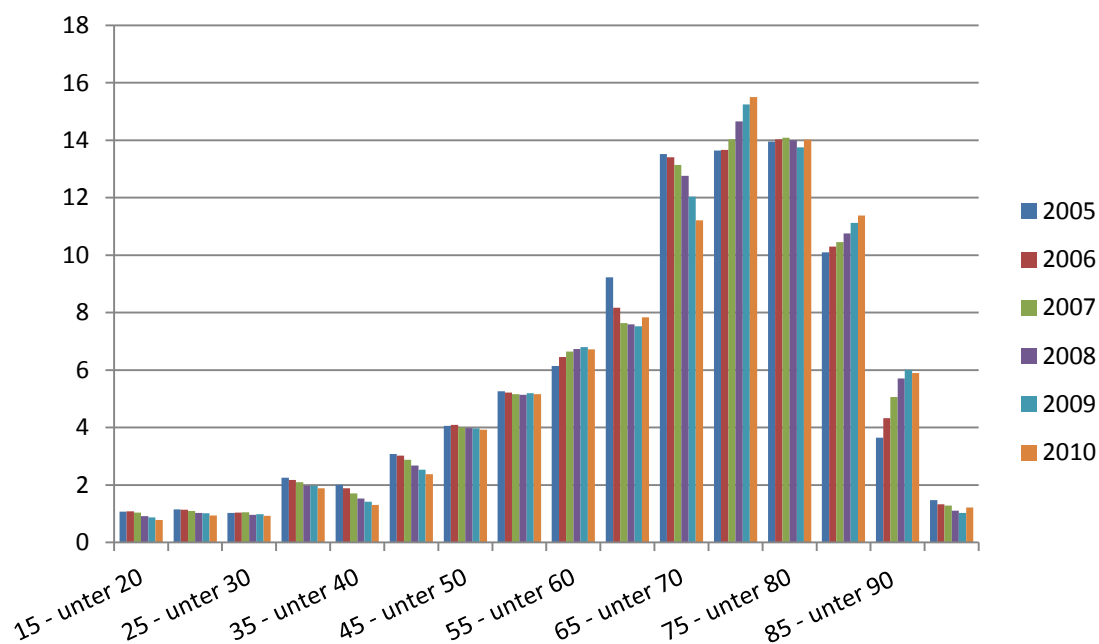
Tabelle 20: Altersstruktur der Beatmungspatienten

	1. Quartil	Median	3. Quartil	Mittelwert	Mittlere Beatmungsdauer [Std.]
2005	48	64	74	57,55	142,1
2006	49	65	75	58,49	149,9
2007	49	65	75	57,99	155,9
2008	50	65	75	58,57	158,7
2009	50	66	75	58,76	162,7
2010	50	66	75	58,84	165,1

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Berechnungen

In Abbildung 16 ist die Altersverteilung der Beatmungspatienten in 5-Jahres-Intervallen dargestellt. Da es sich insbesondere bei den Neugeborenen um eine spezifische Patientengruppe mit anderen Beatmungsgründen handelt, wurden nur die Altersgruppen ab 15 Jahren dargestellt. Während in den unteren Altersgruppen bis 70 Jahre der Anteil der Beatmungspatienten insgesamt abgenommen hat, kehrt sich dieser Trend in den Altersgruppen ab 70 Jahre um: Hier sind, insbesondere bei den Hochbetagten, deutliche Zunahmen der Beatmung zu verzeichnen.

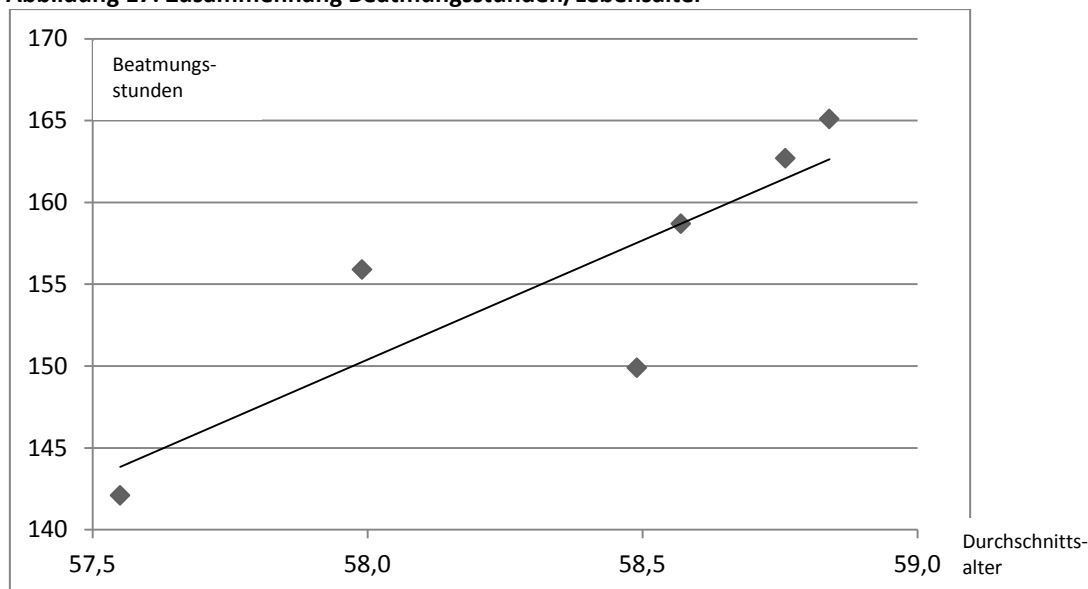
Abbildung 16: Altersverteilung in 5-Jahres-Intervallen



Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Darstellung

In Abbildung 17 ist der Zusammenhang zwischen Beatmungsstunden und Lebensalter dargestellt. Wie deutlich zu sehen ist, nimmt im Verlauf der sechs Jahre mit zunehmendem Lebensalter auch die durchschnittliche Beatmungsdauer stetig zu. Zwischen beiden Variablen scheint ein enger, linearer Zusammenhang zu bestehen. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson beträgt 0,85.

Abbildung 17: Zusammenhang Beatmungsstunden/Lebensalter



Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), DRG-Statistik, eigene Berechnungen

Tabelle 21 stellt das Durchschnittsalter innerhalb der Beatmungs-Basis-DRGs dar. Auch hier ist zu sehen, dass das Durchschnittsalter vom Jahr 2005 bis zum Jahr 2010 in vergleichbarem Maße zugenommen hat (1,5 Jahre; 0,9–2,6 Jahre).

Tabelle 4-1: Durchschnittsalter nach DRG (Alter in Jahren)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
A06	63,8	66,1	64,7	66,4	66,3	66,4
A07	64,9	65,4	65,5	65,3	65,6	65,8
A09	64,6	64,6	66,3	65,9	66,6	66,1
A11	65,4	64,0	65,1	64,6	65,5	65,6
A13	63,0	62,0	62,2	64,4	64,9	65,4
Durchschnittsalter aller DRGs	64,34	64,42	64,76	65,32	65,80	65,86
Durchschnittsalter in Deutschland	42,4	42,6	42,9	43,1	43,4	43,6

Quelle: InEK, DRG-Browser 2005–2010, eigene Berechnungen

5 Diskussion

5.1 Limitationen

Ziel der vorliegenden Analyse war es, den Einfluss der DRG-Einführung auf die Anzahl der Beatmungspatienten sowie die Beatmungsdauer zu untersuchen. Da keine Daten

zur Beatmungssituation und -dauer vor Einführung der DRGs vorliegen, konnte kein direkter Vergleich vorgenommen werden. So können nur indirekte Schlussfolgerungen gezogen werden, indem die Veränderungen im Verlauf der Einführungsphase betrachtet werden.

Weitere Limitationen bestehen darin, dass innerhalb der Daten sowohl von Destatis als auch vom InEK verschiedene Patientenkollektive nicht klar abgegrenzt werden können. So schließen die Daten von Destatis alle beatmeten Patienten ein, also auch Kinder und Neugeborene. Aus diesem Grund ist das Durchschnittsalter dieses Patientenkollektivs deutlich niedriger als das der Patienten in den InEK-Daten, da hier Neugeborene in einer eigenen DRG geführt werden. Die Beatmungs-DRGs sind innerhalb der Basis-DRGs lediglich nach Stundenintervallen unterteilt, eine stundengenaue Betrachtung ist daher nicht möglich.

Die Daten von Destatis und vom InEK sind daher bezüglich der Beatmungsbehandlung nur eingeschränkt vergleichbar. Weiterhin kann in beiden Datenquellen nicht bzw. nur eingeschränkt nach weiteren Variablen, wie beispielsweise Altersgruppen und Schwere der Begleiterkrankungen differenziert werden.

5.2 Anzahl der Beatmungspatienten und der Beatmungsdauer

Die Zahlen des Statistischen Bundesamtes belegen in einer kürzlich durchgeführten Untersuchung eine kontinuierliche Zunahme der Intensivbetten und deren Auslastung in Deutschland (Thattil et al. 2012). Die Untersuchung der Daten des Statistischen Bundesamtes und des InEK ergab eine Zunahme der Anzahl der beatmeten Patienten und der Beatmungstunden sowie der durchschnittlichen Beatmungsdauer. Die durchschnittliche Beatmungsdauer des einzelnen Patienten erhöhte sich im Verlauf der sechs Beobachtungsjahre um 23 Stunden, d. h. von 5,9 auf 6,8 Tage. Das entspricht einem Anstieg um rund 15 %.

Eine vergleichbare Zunahme der Beatmungsdauer wird auch in anderen Studien berichtet: So beobachteten Esteban et al. bei der Gegenüberstellung einer intensivmedizinischen Patientenkohorte aus dem Jahr 1998 mit einer Kohorte aus dem Jahr 2004 eine Verlängerung der medianen Intubationszeit von drei auf vier Tage, wobei auf die Beatmungsentwöhnung in der 2004er-Kohorte im Mittel nur noch ein Tag im Vergleich zu zwei Tagen in der 1998er-Kohorte entfielen (Esteban et al. 2008).

In Deutschland betrug die bevölkerungsbezogene Zunahme der Beatmungsinzidenz 12,5 % innerhalb der Jahre 2005 bis 2010. Eine ähnliche Zunahme fanden Carson et al. mit 11 % in ihrer Studie von 2006. Zwar war die altersspezifische Inzidenz in der Gruppe der über 65-Jährigen am höchsten, die größte absolute Zunahme fand sich jedoch in der Gruppe der unter 65-Jährigen. Unter Berücksichtigung der Begleiterkrankungen sprachen ihre Beobachtungen dafür, dass die zunehmende Beatmungsinzidenz zwar auch von der zunehmenden Alterung beeinflusst wird, dass aber der wichtigste Faktor die zunehmend schwereren Begleiterkrankungen – insbesondere Nierenerkrankungen – sind (Carson et al. 2006). Eine vergleichbar gute Übereinstimmung in Hinblick auf die Zunahme der Beatmungspatienten findet sich beim Vergleich mit der aktuellen Studie von Zilberberg et al. (2012). Sie prognostizierten in ihrer ebenfalls auf administrativen Daten beruhenden Prognose für die USA einen jährlichen Anstieg der beatmeten Patienten um 5,2 % bis zum Jahr 2020. Dieser prognostizierte Anstieg stimmt mit der in dieser Untersuchung beobachteten Zunahme um durchschnittlich 4,9 % pro Jahr gut überein.

5.3 Mortalität der Beatmungspatienten

Die in dieser Untersuchung gefundene durchschnittliche Mortalität von 31,3 % entspricht der Mortalität, die Esteban et al. in ihrer internationalen Studie aus dem Jahre 2002 berichten (30,7 %) (Esteban et al. 2002). In dieser Untersuchung war bei Betrachtung aller Patienten kein wesentlicher Rückgang der Mortalität zu verzeichnen. Nach Stratifizierung entsprechend der Beatmungsdauer ist hingegen für die mehr als 24 Stunden beatmeten Patienten zwischen den Jahren 2005 und 2010 ein Rückgang von 34,8 % auf 32,6 %, entsprechend 6,3 %, zu beobachten. Ein Rückgang der Mortalität fand sich auch in einer großen australischen Studie (Moran und Salomon 2012), die den Zusammenhang zwischen dem Behandlungsvolumen einer Intensivstation und der Mortalität untersucht. Hier sank die Gesamtmortalität zwischen 1995 und 2009 von 27,8 % auf 19,4 %, wobei sich die Mortalität lediglich auf die Intensivstation bezieht und keine Angaben über die Krankenhausmortalität gemacht werden. Für Deutschland wurde 2007 in einer nationalen Prävalenzstudie eine Mortalität auf den Intensivstationen von 12,1 % berichtet (Moerer et al 2007:). Der Rückgang der Mortalität gibt einen Hinweis darauf, dass die Beatmungstechnik im Verlauf so verändert bzw. angepasst wurde, dass bei rückläufigen Komplikationen das Überleben verbessert ist.

Bei Patienten, die weniger als 24 Stunden beatmet wurden, hat in dieser Untersuchung die Mortalität von 25,2 % auf 27,4 % zugenommen. Das entspricht 8,3%. Ein Grund für den Anstieg der Mortalität dieser Patientengruppe könnte sein, dass mit der Entwicklung neuer, nicht-invasiver Beatmungstechniken nun auch die Patienten beatmet werden, die früher für eine invasive Beatmung nicht in Frage gekommen wären.

5.4 Veränderungen in der Beatmungsmedizin

Die nicht-invasive Beatmung, die nach Entwicklung der Larynxmaske 1981 seit Anfang 1990 Einzug in die intensivmedizinische Behandlung gehalten hat und seitdem in der Beatmungsmedizin fest etabliert ist, bietet sowohl dem beatmungspflichtigen Patienten als auch dem anwendenden Arzt viele Vorteile, die sich in einem besseren Behandlungsergebnis und einer erhöhten Überlebensrate widerspiegeln. Für COPD-Patienten, die akut ateminsuffizient werden, konnte gezeigt werden, dass durch die Anwendung der nicht-invasiven Beatmung häufig eine Intubation vermieden werden kann (Brochard et al. 1995). Durch Vermeidung der Intubation bzw. Verkürzung der Intubationszeit durch Anwendung der NIV zum Beispiel bei der Beatmungsentwöhnung vermeidet man die mit einer Intubation assoziierten Komplikationen wie Druckläsionen und die beatmungsassoziierte Pneumonie.

Die gewählte Beatmungsform lässt sich in dieser Untersuchung anhand des OPS-Kodes identifizieren. Der häufigste Beatmungszugang ist durchgehend die einfache endotracheale Intubation (OPS 8-701) mit einem Anteil von 65 % an der Beatmung im Jahr 2005. Bis zum Jahr 2010 ist ein deutlicher Rückgang um acht Prozentpunkte auf 57 % zu verzeichnen. Diesem Rückgang der endotrachealen Intubation steht ein ebenso deutlicher Anstieg der Maskenbeatmung (OPS 8-706) gegenüber: Die Maskenbeatmung stieg im gleichen Zeitraum um zehn Prozentpunkte von einem Anteil von 18 % auf 28 % an. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Maskenbeatmung entsprechend der Kodierrichtlinien nur verschlüsselt werden darf, wenn sie im Rahmen der intensivmedizinischen Behandlung erfolgt. Daher ist unter der Annahme, dass die Anwendung der NIV die Intubation vermeidet, eher von einer Unterschätzung der

Maskenbeatmung auszugehen, da möglicherweise die Fälle nicht erfasst werden, in denen der Patient zwar über eine Maske beatmet, aber anschließend nicht mehr intensivmedizinisch versorgt wurde. Der Anteil der Patienten, die eine Tracheotomie erhielten, blieb hingegen mit 14,5 % bis 16,5 % relativ stabil.

5.5 Abbildung der Beatmung in den DRGs

Im DRG-System wird die Beatmung innerhalb der Prä-MDC abgebildet, insbesondere in den Basis-DRGs A06, A07, A09, A11 und A13 als spezifische Beatmungs-DRGs. Für die Eingruppierung in diese DRGs ist die Beatmung die gruppierungsrelevante Variable. Jede DRG ist mit einem bestimmten Relativgewicht versehen, das der Differenzierung in Bezug auf die Fallschwere und den Ressourcenaufwand dient. Über das Relativgewicht wird durch Multiplikation mit dem Landesbasisfallwert der Erlös (ohne Zu- und Abschläge oder Sonderentgelte) ermittelt. Die Addition aller Relativgewichte ergibt den Casemix. In Hinblick auf die Beatmungs-DRGs gibt dieser Aufschluss darüber, wie viele Fälle mit den Beatmungs-DRGs verschlüsselt wurden. Das Relativgewicht der Beatmungs-DRGs ist entsprechend dem mit der intensivmedizinischen Behandlung verbundenen hohen Ressourcenverbrauch vergleichsweise hoch. Zwischen 2005 und 2010 hat sich der Casemix mit einer Zunahme um 86 % nahezu verdoppelt. Bei alleiniger Betrachtung der Gruppe der Beatmungs-DRGs ist wegen der umfangreichen Umbauten, die jedes Jahr im DRG-System vorgenommen wurden, keine Aussage darüber möglich, aus welchen DRGs die Patienten in die Beatmungs-DRGs gewandert sind. Eine Möglichkeit ist, dass es sich um neu erkrankte Patienten handelt, eine andere, dass diese Patienten im alten DRG-System aufgrund anderer Gruppierungsalgorithmen in einer anderen Basis-DRG eingruppiert wurden.

5.6 Fehlanreize im DRG-System

Ein wichtiger Anspruch an das DRG-System ist, Vergütungsgerechtigkeit herzustellen, indem „gleiche Leistung mit gleichem Geld“ vergütet wird. Die Kalkulation der tatsächlich entstehenden Kosten erfolgt auf der Grundlage der von den sogenannten Kalkulationskrankenhäusern mitgeteilten Kostendaten auf Basis eines Ist-Kosten-Ansatzes auf Vollkostenbasis. Bei Betrachtung der Relativgewichte fällt auf, dass die Spreizung des Relativgewichtes innerhalb einer Basis-DRG im Verlauf der sechs Jahre deutlich zugenommen hat. Diese zunehmende Spreizung spricht unter Berücksichtigung der umfangreichen Umbauten im DRG-System vor allem für eine zunehmende Differenzierung. Diese ist auf der einen Seite dem lernenden System in Hinblick auf die zu schaffende Verteilungsgerechtigkeit zuzuschreiben. Auf der anderen Seite ist sie notwendig, weil auch das DRG-System unerwünschte Anreize schafft, die nach Möglichkeit unterbunden werden sollen. In Hinblick auf die Beatmung könnte ein unerwünschter Anreiz sein, einen Patienten länger zu beatmen als notwendig, um dann die Eingruppierung in eine höher vergütete DRG zu erreichen. In der Einführungsphase der DRGs wurde diese Möglichkeit unter Intensivmedizinern als ungünstiger Fehlanreiz angesehen (Friedrich und Günster 2006). Diesem Anreiz wurde in späteren Umbauten insofern Rechnung getragen, als neben den Beatmungsstunden zusätzliche Variablen eingeführt wurden, die über den Aufwand die Fallschwere abbilden. Das bedeutet, dass zwar weiterhin die Zahl der Beatmungsstunden entscheidend dafür ist, in welche Basis-DRG die Eingruppierung erfolgt. Die anschließende Eingruppierung entsprechend der Fallschwere erfolgt über die intensivmedizinische Komplexbehandlung bzw. die komplizierenden Prozeduren.

Ein weiteres Merkmal des DRG-Systems ist, dass fallweise ressourcenaufwändige Leistungen höher vergütet werden als weniger aufwändige Leistungen. Das kann einen Anreiz bieten, zum einen möglichst viele Patienten zu behandeln, also die Fallzahl auszuweiten, zum anderen aufwändige Leistungen zu erbringen und zu verschlüsseln, um eine Eingruppierung in eine höher bewertete DRG zu erreichen. Da in dieser Untersuchung nur ein Ausschnitt des DRG-Systems betrachtet wurde, kann keine Aussage darüber getroffen werden, ob die Zunahme der Beatmungspatienten Folge eines Fehlanreizes oder einer veränderten Eingruppierung ist. Die allgemeine Zunahme der Krankenhausfälle spricht jedoch mehr für eine tatsächliche Zunahme als für eine bloße Verschiebung.

5.7 Demographischer Faktor und Altersverteilung

Die Zunahme der Krankenhausfälle wird häufig mit der zunehmenden Alterung der Bevölkerung begründet. Um den Anteil des Alters auf die Zunahme zu bestimmen, wurden die Daten des InEk auf die Bevölkerung von 2005 standardisiert. Auf dieser Grundlage wäre unter der Annahme einer gleichbleibenden Altersverteilung eine Zunahme um 36 % zu erwarten gewesen. Da jedoch zwischen den Jahren 2005 und 2010 die Anzahl der Beatmungspatienten um 43 % zugenommen hat, bedeutet das, dass 7% der Alterung zuzuschreiben sind und für 36% andere Faktoren als die Alterung verantwortlich sind. Vorstellbar wären hier eine Zunahme der Begleiterkrankungen, eine Veränderung des Kodierverhaltens, Umbauten im DRG-System, die zu einer veränderten Eingruppierung führen oder eine Änderung des medizinischen Standards.

Die Gegenüberstellung von Alter und Beatmungsdauer zeigt eine hohe Korrelation zwischen beiden, sodass dem zunehmenden Alter eine gewisse Bedeutung zuzukommen scheint. Da mit zunehmendem Alter jedoch auch das Risiko für Begleiterkrankungen steigt, handelt es sich beim Alter möglicherweise um einen Confounder und die Beatmungsdauer wird in Wirklichkeit nicht so sehr durch das Alter, sondern vielmehr durch das Vorhandensein von Begleiterkrankungen beeinflusst. Diese Erklärung wird unterstützt durch die Untersuchung von Carson et al., die vor allem eine Zunahme der Nierenerkrankungen nachweisen konnten (Carson et al. 2006). Hier könnten auch die neu entwickelten Beatmungsmethoden eine Rolle spielen, indem nun auch Patienten beatmet werden können, die zuvor aufgrund ihrer Begleiterkrankungen oder ihres Alters nicht beatmet werden konnten bzw. aufgrund der Invasivität zusätzlich geschädigt wurden (z. B. durch eine beatmungsassoziierte Pneumonie) und verstorben sind.

Eine Erklärung für die Verschiebung der Beatmung in höhere Altersgruppen könnte auch sein, dass sich die Gesundheit der Bevölkerung insgesamt verbessert hat und dass Zustände, die eine Beatmung erforderlich machen, zu einem späteren Zeitpunkt im Leben eintreten.

5.8 DRG-Anpassungen und Veränderungen bei Beatmungspatienten

Seit der Einführung des DRG-Systems ist eine zunehmende Eingruppierung in höherwertige DRGs zu beobachten. Hiermit verbunden ist auch ein kontinuierlich steigender Casemix, also eine Zunahme des Produktes *Relativgewichte x Anzahl der Patienten*. Für diesen Anstieg kann es verschiedene Ursachen geben. Ein Grund für den Anstieg kann sein, dass die Patienten schwerer erkrankt sind und deshalb eine Eingruppierung in aufwändigere DRGs erfolgt. Eine andere Möglichkeit ist, dass die

Abbildung dieser aufwändigen Patienten im DRG-System differenzierter geworden ist und dass diese Patienten deshalb aus anderen DRG-Gruppen in die beatmungsrelevanten DRGs migriert sind. Eine weitere Möglichkeit ist, dass von Seiten der Leistungserbringer besser kodiert wird und durch vollständige Eingabe aller Prozeduren und Nebendiagnose eine höherwertige Eingruppierung erfolgt.

Aufgrund der eingeschränkten Vergleichbarkeit der einzelnen DRG-Systeme kann keine Aussage darüber gemacht werden, ob diese Verschiebungen medizinischen oder ökonomischen Gesichtspunkten geschuldet sind. Verschiedene Veröffentlichungen zeigten vor allem in den ersten Jahren nach der Einführung eine Unterfinanzierung der Intensivmedizin (Billing et al. 2004) auf. In den folgenden Jahren fanden u. a. mit Einführung der intensivmedizinischen Komplexpauschale erhebliche Umbauten im DRG-System statt, die dafür sorgten, dass die Intensivmedizin im DRG-System inzwischen angemessener abgebildet wird (Franz et al. 2010). Insofern kann angenommen werden, dass die Anhebung und Differenzierung der intensivmedizinischen Relativgewichte einer Anpassung an die realen Aufwendungen im Sinne der Vergütungsgerechtigkeit entspricht. Auf der anderen Seite ermöglichen die medizinischen Fortschritte zunehmend die Behandlung auch schwerer kranker Patienten, sodass die zunehmende Fallschwere auch einer Zunahme von Begleiterkrankungen entsprechen kann wie von Nielson und Winget (2004) dargestellt.

5.9 Beatmungsdauer und Intervallgrenzen im DRG-System

Die Abrechnung nach DRG-basierten Fallpauschalen könnte einen Anreiz darstellen, die Beatmung der Patienten an die abrechnungsrelevanten Beatmungszeitgrenzen anzupassen, also länger als medizinisch notwendig zu beatmen. Als Effekt eines derartigen Verhaltens wäre zu erwarten, dass die Beatmung kurz nach Erreichen der Beatmungsgrenze bei mehr Patienten beendet wird, sich also in grenznahen Beatmungsstunden mehr Patienten befinden als der Verteilungsfunktion nach zu erwarten wären. Es wären also deutliche Schwankungen respektive Anstiege um die Beatmungsgrenzen herum zu erwarten. Anhand der Analyse mittels SMR kann diese Vermutung nicht bestätigt werden. Da sich die beobachteten Anstiege einerseits bei den Vielfachen von 24 Stunden finden, ist eine ungenaue Kodierung, d. h. nur tagesgenaue Übermittlung der Beatmungsstunden anstelle der geforderten stundengenauen Angabe anzunehmen. Bei den Grenzen „24 Stunden“ und „96 Stunden“ fallen, anders als bei anderen gruppierungsrelevanten Grenzen, deutliche Anstiege nach Erreichen der Intervallgrenze auf. Das könnte ein Hinweis darauf sein, dass hier die Patienten mit dem Ziel der höheren Eingruppierung möglicherweise länger als notwendig beatmet wurden. Da hier jedoch Beatmungsintervalle und 24-Stunden-Intervalle zusammenfallen, können die verschiedenen Effekte nicht differenziert werden. Insofern kann nicht klar interpretiert werden, ob der unerwartet hohe Anstieg zu den Zeitpunkten „24 Stunden“ und „96 Stunden“ dem ungenauen Kodieren oder einer bewussten Verlängerung der Beatmung mit dem Ziel, eine höher vergütete DRG-Kategorie zu erreichen, zuzuschreiben ist. Die Tatsache, dass übermäßige Steigerungen auch zu anderen, nicht gruppierungsrelevanten Zeitpunkten zu beobachten sind, kann die Hypothese der vorsätzlichen Verlängerung der Beatmung bzw. einer systematischen Angabe von mehr Beatmungsstunden als erbracht nicht ohne weiteres stützen – ein Vorwurf wie er unter anderem von Kölbel geäußert wurde (Kölbel 2010). Wie die Simulation zeigt, sind organisatorische und medizinische Gründe als Ursache der Schwankungen wahrscheinlicher.

6 Schlussfolgerungen

In dieser Untersuchung konnte auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes und des InEK gezeigt werden, dass seit der DRG-Einführung zunehmend mehr Patienten beatmet wurden. Während die Beatmungsdauer zunimmt ist gleichzeitig die Mortalität rückläufig.

Im gleichen Zeitraum sind auch große Fortschritte in der Beatmungsbehandlung erzielt worden, vor allem in Hinblick auf die Invasivität der Beatmungsbehandlung. Durch die nicht-invasive Behandlung wird Beatmung erleichtert und das Risiko der beatmungsassoziierten Pneumonie ist deutlich reduziert. Die Fortschritte in der Beatmungsmedizin machen es auf der einen Seite möglich, Patienten mit schweren Begleiterkrankungen zu beatmen, und tragen auf der anderen Seite auch dazu bei, eine längerfristige Beatmung zu vermeiden.

Auf Basis der zugrundeliegenden Daten finden sich keine sicheren Hinweise dafür, dass die gruppierungsrelevanten Zeitpunkte einen erheblichen Einfluss auf die Beatmungsdauer ausüben. Wie die Simulation zeigt, spielen die stationsspezifischen Abläufe eine größere Rolle. In Hinblick auf den Zusammenhang zwischen DRG-System und medizinischem Handeln ist zu berücksichtigen, dass sich das DRG-System in Deutschland für den Untersuchungszeitraum noch in der Einführungsphase befand. Stabile Definitionen für die beatmungsspezifischen DRGs bestanden erstmals im Systemjahr 2010 (Tabelle 15). Wie dargestellt, fanden bis dahin jährlich umfangreiche Umbauten statt mit dem Ziel, Behandlungen und Vergütung aufwandsgerecht abzubilden. Ein weiterer Grund für die Anpassungen waren die sich aus den Eigenschaften des DRG-Systems ergebenden Fehlanreize.

Weitere Untersuchungen sollten durchgeführt werden, um den Einfluss von Alter und Begleiterkrankungen auf die Beatmungsdauer zu untersuchen. Um Erkenntnisse zu gewinnen, ob das medizinische Handeln mehr ökonomisch als medizinisch determiniert ist, könnten Untersuchungen weiteren Aufschluß geben, die sowohl die DRG-Eingruppierung als auch die angegebene Beatmungsdauer berücksichtigen.

7 Literaturverzeichnis

- Abholz HH, Gillissen A, Magnussen H, Schott G, Schultz K, Ukena D, Worth H (2010): Nationale Versorgungsleitlinien COPD Version 1.7. URL <http://www.versorgungsleitlinien.de/methodik/nvl-archiv/vorversionen-copd/nvl-copd-lang-1.7.pdf>, zuletzt abgerufen am 23.01.2013.
- Abler S, Verde P, Stannigel H, Mayatepek E, Hoehn T (2011): Effect of the introduction of diagnosis related group systems on the distribution of admission weights in very low birthweight infants. In: Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 96 (3), S. F186–9.
- Agro FE, Cataldo R, Mattei A (2009): New devices and techniques for airway management. In: Minerva Anesthesiol 75 (3), S. 141–149.
- Alia I; Esteban A (2000): Weaning from mechanical ventilation. In: Crit Care 4 (2), S. 72–80.
- Arbeitsgruppe Erhebung und Nutzung von Sekundärdaten (AGENS) (2008): Gute Praxis Sekundärdatenanalyse (GPS), Leitlinien und Empfehlungen, 3. Fassung 2012. URL <http://www.dgms.de/assets/pdf/GPS3Fassung2012.pdf>, zuletzt abgerufen am 20.01.2013.
- Bach JR, Tuccio MCh (2011): Mechanical ventilation, paradigm shifts, and the prefrontal cortex. In: Am J Phys Med Rehabil 90 (9), S. 781–787.
- Baumann H, Kemei C, Kluge S (2010): Die Tracheotomie auf der Intensivstation. In: Pneumologie 64 (12), S. 769–776.
- Bigatello L M, Patroniti N, Sangalli F (2001): Permissive hypercapnia. In: Curr Opin Crit Care 7 (1), S. 34–40.
- Billing A, Thalhammer M, Eissner H-J, Jauch K-W, Inthorn D (2004): Ökonomische Aspekte in der Intensivmedizin: Kosten und Reimbursement unter DRG-Bedingungen 2004. In: Zentralblatt für Chirurgie 129 (6): S. 440–446.
- Blackwood B, Alderdice F, Burns K E A., Cardwell ChR, Lavery GG, O'Halloran P (2009): Protocolized vs. non-protocolized weaning for reducing the duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients: Cochrane review protocol. In: J Adv Nurs 65 (5), S. 957–964.
- Blackwood B, Alderdice F, Burns K E A., Cardwell ChR, Lavery GG, O'Halloran P (2010): Protocolized versus non-protocolized weaning for reducing the duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients. In: Cochrane Database Syst Rev (5), S. CD006904.
- Blackwood B, Alderdice F, Burns K E A., Cardwell ChR, Lavery GG, O'Halloran P (2011): Use of weaning protocols for reducing duration of mechanical ventilation in critically ill adult patients: Cochrane systematic review and meta-analysis. In: BMJ 342, S. c7237.
- Braun U, Goldmann K, Hempel V et al (2004): Airway Management. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie. In: Anaesth Intensivmed 2004; 45: 302-306 45, S. 302–306.
- Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, Lofaso F, Conti G, Rauss Aet al. (1995): Noninvasive Ventilation for Acute Exacerbations of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. In: N Engl J Med 333 (13), S. 817–822.
- Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF). Nationale VersorgungsLeitlinie Asthma – Langfassung, 2. Auflage. Version 1.3, 2011. URL http://www.versorgungsleitlinien.de/themen/asthma/pdf/nvl_asthma_lang.pdf, zuletzt abgerufen am 23.01.2013
- Burns KEA., Adhikari NKJ, Meade MO (2003): Noninvasive positive pressure ventilation as a weaning strategy for intubated adults with respiratory failure. In: Cochrane Database Syst Rev (4), S. CD004127.
- Burns KEA, Adhikari NKJ, Keenan SP, Meade MO (2010): Noninvasive positive pressure ventilation as a weaning strategy for intubated adults with respiratory failure. In: Cochrane Database Syst Rev (8), S. CD004127.

Carson SS, Cox ChE, Holmes GM, Howard A, Carey T S (2006): The changing epidemiology of mechanical ventilation: a population-based study. In: J Intensive Care Med 21 (3), S. 173–182.

Carson SS, Kahn JM, Hough CL, Seeley EJ, White DB, Douglas I S et al. (2012): A multicenter mortality prediction model for patients receiving prolonged mechanical ventilation. In: Crit Care Med 40 (4), S. 1171–1176.

Chan KPW, Stewart ThE, Mehta S (2007): High-frequency oscillatory ventilation for adult patients with ARDS. In: Chest 131 (6), S. 1907–1916.

Clec'h Ch, Alberti C, Vincent F, Garrouste-Orgeas M, Lassence A, Toledano, Dany et al. on behalf of the OUTCOMEREA study group (2007): Tracheostomy does not improve the outcome of patients requiring prolonged mechanical ventilation: A propensity analysis*. In: Critical Care Medicine 35 (1), S. 132–138.

Combes A, Luyt Ch-E, Nieszkowska A, Trouillet J-L, Gibert C, Chastre J (2007): Is tracheostomy associated with better outcomes for patients requiring long-term mechanical ventilation? In: Crit. Care Med. 35 (3), S. 802–807.

Cox ChE, Carson SS, Holmes GM, Howard A, Carey T S (2004): Increase in tracheostomy for prolonged mechanical ventilation in North Carolina, 1993–2002. In: Crit Care Med 32 (11), S. 2219–2226.

Dasta JF, McLaughlin TP, Mody SH, Piech CT. (2005): Daily cost of an intensive care unit day: the contribution of mechanical ventilation. In: Crit Care Med. 33 (6): S. 1266–71.

David M, Werner C (2007): High-frequency oscillatory ventilation. Ventilation procedure for adults with acute lung failure. In: Anaesthesist 56 (5), S. 485–490.

Derdak St (2003): High-frequency oscillatory ventilation for acute respiratory distress syndrome in adult patients. In: Crit Care Med 31 (4 Suppl), S. S317–23.

Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e. V. (2009): S2-Leitlinie Nichtinvasive und invasive Beatmung als Therapie der chronischen respiratorischen Insuffizienz. http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/020-008_S2_Nichtinvasive_und_invasive_Beatmung_als_Therapie_der_chronischen_respiratorischen_Insuffizienz_12-2009_12-2012.pdf, zuletzt abgerufen am 28.12.2012.

Deutscher Bundestag (2001): Entwurf eines Gesetzes zur Einführung des diagnose-orientierten Fallpauschalensystems für Krankenhäuser (Fallpauschalengesetz-FPG) vom 11.09.2001. Drucksache 14/6893.

Deutscher Bundestag (2011): Entwurf eines Gesetzes zur Verbesserung der Versorgungsstrukturen in der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV-Versorgungsstrukturgesetz GKV-VStG) vom 05.09.2011 (BT-Drucksache 17/6906)

Durbin ChG., JR (2010): Tracheostomy: why, when, and how? In: Respir Care 55 (8), S. 1056–1068.

Eckardt J und Stausberg J (2000): Konsequenzen der German Diagnosis Related Groups (G-DRGs) für Dokumentation und Medizin-Controlling. In: Forum der Medizin-Dokumentation und Medizin-Informatik 2 (4), 116–123.

Elliott R, McKinley S, Aitken L (2006): Adoption of a sedation scoring system and sedation guideline in an intensive care unit. In: J Adv Nurs 54 (2), S. 208–216.

Esteban A, Anzueto A, Alía I, Gordo F, Apezteguía C, Pálizas F et al. (2000): How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. In: Am. J. Respir. Crit. Care Med. 161 (5), S. 1450–1458.

Esteban A, Anzueto A, Frutos F, Alía I, Brochard L, Stewart ThE et al. (2002): Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. In: JAMA 287 (3), S. 345–355.

Esteban A, Ferguson N D, Meade M O, Frutos-Vivar F, Apezteguia C, Brochard Let al. (2008): Evolution of mechanical ventilation in response to clinical research. In: Am J Respir Crit Care Med 177 (2), S. 170–177.

Feeley K, Gardner A (2006): Sedation and analgesia management for mechanically ventilated adults: literature review, case study and recommendations for practice. In: Aust Crit Care 19 (2): 73–77.

Fenstermacher D, Hong D (2004): Mechanical ventilation: what have we learned? In: Crit Care Nurs Q 27 (3), S. 258–294.

Fiori W, Bunzemeier JH: Bilanz der G-DRG-Katalogweiterentwicklung. In: Rau F, Roeder N, Hensen P (Hrsg.) (2009): Auswirkungen der DRG-Einführung in Deutschland. Standortbestimmung und Perspektiven. 1. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer, S. 155–172.

Fleßa St (2010): Grundzüge der Krankenhausbetriebslehre. 2. Aufl. München: Oldenbourg.

Fränkel P, Hemicker G, Brost H, Behrendt W (2005): Beatmen, dokumentieren, kodieren, abrechnen – Langzeitbeatmung im G-DRG-System. In: Das Krankenhaus 1/2005, S. 15–18.

Franz D, Bunzemeier H, Roeder N, Reinecke H (2010): Krankenhausfinanzierung unter DRG-Bedingungen. In: Med Klin 105 (1), S. 13–19.

Freeman BD, Morris PE (2012): Tracheostomy practice in adults with acute respiratory failure. In: Crit. Care Med. 40 (10), S. 2890–2896.

Friedrich J, Günster Ch (2005): Determinanten der Casemixentwicklung in Deutschland während der Einführung von DRGs (2002 bis 2004). In: Klauber, J.; Robra, B.P.; Schellschmidt, H. (Hrsg.) (2005): Krankenhausreport 2005. Schattauer: Stuttgart, 153–204.

Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Esteban A (2009): Mechanical ventilation: quo vadis? In: Intensive Care Med 35 (5), S. 775–778.

Geissler A, Quentin W, Scheller-Kreinsen D und Busse R (2011): Introduction to DRGs in Europe: Common objectives across different hospital systems. In: Busse R, Geissler A, Quentin W, Wiley M (Hg.) (2011): Diagnosis related groups in Europe. Moving towards transparency, efficiency and quality in hospitals. Open University Press: Berkshire, 9–21.

Geissler A, Wörz M und Busse R (2010): Deutsche Krankenhauskapazitäten im internationalen Vergleich. In: Klauber J, Geraedts M, Friedrich J (Hrsg.) (2010): Krankenhausreport 2010. Schattauer: Stuttgart, S. 25–40.

GKV-Spitzenverband (2011): Argumentationspapier für eine symmetrische Aufwandspauschale, Berlin, 16. August 2011. URL http://www.gkv-spitzenverband.de/media/dokumente/presse/pressemitteilungen/2012/2011-08-16_Krankenhausabrechnungen_17741.pdf, zuletzt geprüft am 28.12.2012

GMDS-Arbeitsgruppe Qualitätsmanagement in der Medizin (Hrsg.) (2007): Begriffe und Konzepte des Qualitätsmanagements. 3. Auflage. URL www.egms.de/http://www.egms.de/tools/download.jsp?path=journals/mibe/2007-3/mibe000053.1a.pdf&mime=application/pdf&name=GMS-QM-Glossar-Auflage3.pdf, zuletzt abgerufen am 30.01.2013.

Griffiths J, Barber V S, Morgan L, Young JD (2005): Systematic review and meta-analysis of studies of the timing of tracheostomy in adult patients undergoing artificial ventilation. In: BMJ 330 (7502), S. 1243.

Hayes B (1982): Ventilation and ventilators. In: J Med Eng Technol 6 (5), S. 177–192.

Hernandez MR., Klock PA, Ovassapian A (2012): Evolution of the extraglottic airway: a review of its history, applications, and practical tips for success. In: Anesth Analg 114 (2), S. 349–368.

Hess DR (2012): The growing role of noninvasive ventilation in patients requiring prolonged mechanical ventilation. In: Respir Care 57 (6), S. 900–18; discussion 918–20.

Higgins KM, Punthakee X (2007): Meta-Analysis Comparison of Open Versus Percutaneous Tracheostomy. In: The Laryngoscope 117 (3), S. 447–454.

http://drg.uni-muenster.de/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=2, zuletzt abgerufen am 15.01.2013.

http://www.g-drg.de/cms/G-DRG-Vorschlagsverfahren/Aktuelles_G-DRG-Vorschlagsverfahren, zuletzt abgerufen am 15.01.2013.

http://www.g-drg.de/cms/Kalkulation2/DRG-Fallpauschalen_17b_KHG, zuletzt abgerufen am 15.01.2013.

Humpich M, Byhahn Ch (2011): Atemwegsmanagement – Invasives Atemwegsmanagement Update 2011. In: Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 46 (09), S. 608–616.

IGES Institut GmbH (2011): G-DRG-Begleitforschung gemäß § 17 Abs. 8 KHG, Endbericht des zweiten Forschungszyklus (2006 bis 2008). URL <http://www.g-drg.de/cms/content/view/full/2944>, zuletzt abgerufen am 20.01.2013.

Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus (2004): Deutsche Kodierrichtlinien. Allgemeine und spezielle Kodierrichtlinien für die Verschlüsselung von Krankheiten und Prozeduren. URL http://g-drg.de/cms/Archiv/Systemjahr_2005_bzw._Datenjahr_2003#sm3. Stand 16.09.2004, zuletzt abgerufen am 15.01.2013.

Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus (2004): G-DRG, German diagnosis related groups. Definitions-Handbuch. URL http://g-drg.de/cms/Archiv/Systemjahr_2005_bzw._Datenjahr_2003#sm3. Stand 07.12.2004, zuletzt abgerufen am 15.01.2013.

Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus (2005): Deutsche Kodierrichtlinien. Allgemeine und spezielle Kodierrichtlinien für die Verschlüsselung von Krankheiten und Prozeduren. URL http://g-drg.de/cms/Archiv/Systemjahr_2006_bzw._Datenjahr_2004#sm3. Stand 08.09.2005, zuletzt abgerufen am 15.01.2013.

Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus (2005): G-DRG, German diagnosis related groups. Definitions-Handbuch. URL http://g-drg.de/cms/Archiv/Systemjahr_2006_bzw._Datenjahr_2004#sm3. Stand 02.12.2005, zuletzt abgerufen am 15.01.2013.

Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus (2006): Deutsche Kodierrichtlinien. Allgemeine und spezielle Kodierrichtlinien für die Verschlüsselung von Krankheiten und Prozeduren. URL http://g-drg.de/cms/Archiv/Systemjahr_2007_bzw._Datenjahr_2005#sm3. Stand 19.09.2006, zuletzt abgerufen am 15.01.2013.

Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus (2006): G-DRG, German diagnosis related groups. Definitions-Handbuch. URL http://g-drg.de/cms/Archiv/Systemjahr_2007_bzw._Datenjahr_2005#sm3. Stand 11.12.2006, zuletzt abgerufen am 15.01.2013.

Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus (2007): Deutsche Kodierrichtlinien. Allgemeine und spezielle Kodierrichtlinien für die Verschlüsselung von Krankheiten und Prozeduren. URL http://g-drg.de/cms/Archiv/Systemjahr_2008_bzw._Datenjahr_2006#sm3. Stand 21.09.2007, zuletzt abgerufen am 15.01.2013.

Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus (2007): G-DRG, German diagnosis related groups. Definitions-Handbuch. URL http://g-drg.de/cms/Archiv/Systemjahr_2008_bzw._Datenjahr_2006#sm3. Stand 11.12.2007, zuletzt abgerufen am 15.01.2013.

Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus (2008): Deutsche Kodierrichtlinien. Allgemeine und spezielle Kodierrichtlinien für die Verschlüsselung von Krankheiten und Prozeduren. URL http://g-drg.de/cms/Archiv/Systemjahr_2009_bzw._Datenjahr_2007#sm3. Stand 24.09.2008, zuletzt abgerufen am 15.01.2013.

Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus (2008): G-DRG, German diagnosis related groups. Definitions-Handbuch. URL http://g-drg.de/cms/Archiv/Systemjahr_2009_bzw._Datenjahr_2007#sm3. Stand 12.12.2008, zuletzt abgerufen am 15.01.2013.

Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus (2009): Deutsche Kodierrichtlinien. Allgemeine und spezielle Kodierrichtlinien für die Verschlüsselung von Krankheiten und Prozeduren. URL http://g-drg.de/cms/Archiv/Systemjahr_2010_bzw._Datenjahr_2008#sm3. Stand 25.11.2009, zuletzt abgerufen am 15.01.2013.

Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus (2009): G-DRG, German diagnosis related groups. Definitions-Handbuch. URL http://g-drg.de/cms/Archiv/Systemjahr_2010_bzw._Datenjahr_2008#sm3. Stand 14.12.2009, zuletzt abgerufen am 15.01.2013.

Kapadia FN, Bajan KB, Raje KV (2000): Airway accidents in intubated intensive care unit patients: an epidemiological study. In: Crit. Care Med. 28 (3), S. 659–664.

Karcz M, Vitkus A, Papadakos PJ, Schwaiberger D, Lachmann B (2012): State-of-the-art mechanical ventilation. In: J. Cardiothorac. Vasc. Anesth. 26 (3), S. 486–506.

- Kölbel R: Unternehmensdelinquenz im Gesundheitssystem. Zu Abrechnungsverstößen bei der stationären Versorgung. In: Bannenberg B und Jehle J-M (Hrsg.) (2010): Wirtschaftskriminalität. Mönchengladbach: Forum Verlag Godesberg GmbH, S. 221–240.
- Larsen R, Ziegenfuss Th (2009): Beatmung. Grundlagen und Praxis. 4. Aufl. Heidelberg: Springer.
- Leu HS, Kaiser DL, Mori M, Woolson RF, Wenzel RP. (1989): Hospital-acquired pneumonia. Attributable mortality and morbidity. In: Am J Epidemiol. 129 (6), S. 1258–67.
- Leyn P de, Bedert L, Delcroix M, Depuydt P, Lauwers G, Sokolov Y et al. (2007): Tracheotomy: clinical review and guidelines. In: European Journal of Cardio-Thoracic Surgery 32 (3), S. 412–421.
- Lunghar L, D'Ambrosio CM (2007): Noninvasive ventilation in the older patient who has acute respiratory failure. In: Clin Chest Med 28 (4), S. 793–800, vii.
- MacIntyre NR (2005): Management of Patients Requiring Prolonged Mechanical Ventilation*Report of a NAMDRC Consensus Conference. In: CHEST 128 (6), S. 3937.
- Mansky T, Nimptsch U (2010): Notwendigkeit eines ungehinderten Zugangs zu sozial- und krankheitsbezogenen Versichertendaten für die Bundesärztekammer und andere ärztliche Körperschaften sowie wissenschaftliche Fachgesellschaften zur Optimierung der ärztlichen Versorgung. Expertise im Rahmen der Förderinitiative zur Versorgungsforschung der Bundesärztekammer. URL http://www.seqmgw.tu-berlin.de/fileadmin/fg241/Mansky_Datenzugang_BAEK_Expertise_20101219.pdf, zuletzt abgerufen am 20.01.2013.
- Meininger D, Walcher F, Byhahn C (2011): Tracheotomie bei intensivmedizinischer Langzeitbeatmung. In: Chirurg 82 (2), S. 107–115.
- Moerer O, Plock , Mgbor U, Schmid A, Schneider H, Wischnowsky MB, Burchardi H (2007): A German national prevalence study on the cost of intensive care: an evaluation from 51 intensive care units. In: Crit Care 11 (3), S. R69.
- Moore T (2007): Respiratory assessment in adults. kein Artikel erhältlich. In: Nurs Stand 21 (49), S. 48–56; quiz 58.
- Moran JL, Solomon PJ (2012): Mortality and intensive care volume in ventilated patients from 1995 to 2009 in the Australian and New Zealand binational adult patient intensive care database*. In: Crit Care Med 40 (3), S. 800–812.
- Nava S, Hill N (2009): Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. In: Lancet 374 (9685), S. 250–259.
- Nemer SN, Barbas CSV (2011): Predictive parameters for weaning from mechanical ventilation. In: J Bras Pneumol 37 (5), S. 669–679.
- Ni Chonghaile M, Higgins B, Laffey JG (2005): Permissive hypercapnia: role in protective lung ventilatory strategies. In: Curr Opin Crit Care 11 (1), S. 56–62.
- Nielson C, Wingett D (2004): Intensive care and invasive ventilation in the elderly patient, implications of chronic lung disease and comorbidities. In: Chron Respir Dis 1 (1), S. 43–54.
- Paulsen SM, Killyon GW, Barillo DJ (2002): High-frequency percussive ventilation as a salvage modality in adult respiratory distress syndrome: a preliminary study. In: Am Surg 68 (10), S. 852-6; discussion 856.
- Plummer A, Gracey D (1989): Consensus conference on artificial airways in patients receiving mechanical ventilation. In: Chest 96 (1), S. 178–180.
- Ram FSF, Picot J, Lightowler J, Wedzicha JA (2004): Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. In: Cochrane Database Syst Rev (3), S. CD004104.
- Ram FSF, Wellington S, Rowe BH, Wedzicha JA (2005): Non-invasive positive pressure ventilation for treatment of respiratory failure due to severe acute exacerbations of asthma. In: Cochrane Database Syst Rev (1), S. CD004360.
- Rau F (2004): Start in die Konvergenzphase auf Kompromissweg. In: Das Krankenhaus, 12, S. 979–985.

- Rau F, Roeder N, Hensen P: Zum Stand der deutschen DRG-Einführung: Erkenntnisse, Erfahrungen und Meinungen. In: Rau F, Roeder N, Hensen P (Hrsg.) (2009): Auswirkungen der DRG-Einführung in Deutschland. Standortbestimmung und Perspektiven. 1. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer, S. 9–22.
- Reith S, Werdan K (2004): Intensive care medicine 2004. In: Med Klin (Munich) 99 (10), S. 603–612.
- Rello J, Ollendorf DA, Oster G, Vera-Llonch M, Bellm L, Redman R, Kollef MH (2002): Epidemiology and outcomes of ventilator-associated pneumonia in a large US database. In: Chest 122 (6), S. 2115–2121.
- Richter T, Sutarski S (2009): Tracheostoma. Handhabung und Komplikationen. In: Anaesthesist 58 (12), S. 1261–72.
- Roeder N, Fiori W, Bunzemeier H (2007): Anpassungsbedarf der Vergütung von Krankenhausleistungen für 2008. Gutachten im Auftrag der Deutschen Krankenhausgesellschaft. DRG-Research-Group. Münster, Mai 2007. URL http://www.dkgev.de/media/file/3641.Roeder-Gutachten_Anpassungsbedarf_der_Verguetung_von_Krankenhausleistungen_fuer_2008.pdf, zuletzt abgerufen am 13.01.2013.
- Roeder N, Fiori W, Bunzemeier H (2008): Anpassungsbedarf der Vergütung von Krankenhausleistungen für 2009. Gutachten im Auftrag der Deutschen Krankenhausgesellschaft. DRG-Research-Group Universitätsklinikum Münster : Westfälische Wilhelms-Universität, 2008
- Roeder N, Fiori W, Bunzemeier H (2010): DRG-Katalogeffekte. Bewertung von Katalogeffekten und Beschreibung ihrer Einflussfaktoren im G-DRG-System. Expertise im Auftrag des Zentralinstituts für die kassenärztliche Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland. URL http://195.149.76.250/cms/fileadmin/images/content/PDFs_alle/Expertise_G-DRG-Katalogeffekt.pdf, zuletzt abgerufen am 20.01.2013.
- Salim A, Martin M (2005): High-frequency percussive ventilation. In: Crit Care Med 33 (3 Suppl), S. S241–5.
- Schmidt K (ohne Jahresangabe): Klassifikationen. URL <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/8305/klassifikationen-v8.html>, zuletzt abgerufen am 20.12.2012.
- Schönhofer B, Kuhlen R, Neumann P, Westhoff M, Berndt C (2008a): S3-Leitlinie NIV bei akuter respiratorischer Insuffizienz. In: Pneumologie 2008; 62: 449–479.
- Schönhofer B, Kuhlen R, Neumann P, Westhoff M, Berndt C, Sitter H (2008): Clinical practice guideline: non-invasive mechanical ventilation as treatment of acute respiratory failure. In: Dtsch Arztebl Int 105 (24), S. 424–433.
- Shuster M, Nolan J, Barnes TA (2002): Airway and ventilation management. In: Cardiol Clin 20 (1), S. 23–35.
- Sigillito RJ, DeBlieux PM (2003): Evaluation and initial management of the patient in respiratory distress. In: Emerg Med Clin North Am 21 (2), S. 239–258 (Abstract).
- Silbernagl S, Despopoulos A, Gay W-R (1988): Taschenatlas der Physiologie. 3. Aufl. Stuttgart, New York, München: G. Thieme; Deutscher Taschenbuch Verl.
- Sinderby C (2002): Neurally adjusted ventilatory assist (NAVA). In: Minerva Anesthesiol. 68 (5), S. 378–80.
- Singh JM, Stewart TE (2003): High-frequency oscillatory ventilation in adults with acute respiratory distress syndrome. In: Curr Opin Crit Care 9 (1), S. 28–32.
- Snider GL (1983): Thirty years of mechanical ventilation. Changing implications. In: Arch. Intern. Med. 143 (4), S. 745–749.
- Snider GL (1989): Historical perspective on mechanical ventilation: from simple life support system to ethical dilemma. In: Am. Rev. Respir. Dis. 140 (2 Pt 2), S. S2–7.
- Stausberg J (2005): Die Kodierqualität in der stationären Versorgung. In: Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 50 (8): S. 1039–46.
- Stewart NI, Jagelman TAJ, Webster NR (2011): Emerging modes of ventilation in the intensive care unit. In: Br J Anaesth 107 (1), S. 74–82.

- Storre JH, Schönhofer B (2008): Noninvasive mechanical ventilation in chronic respiratory failure: ventilators and interfaces. In: Muir J, Ambrosino N, Simonds AK (Hrsg.) (2008): Noninvasive Ventilation (European Respiratory Monograph). European Respiratory Society Journals Ltd: Sheffield, S. 319–337.
- Terragni PP, Antonelli M, Fumagalli R, Faggiano C, Berardino M, Pallavicini FB et al. (2010): Early vs Late Tracheotomy for Prevention of Pneumonia in Mechanically Ventilated Adult ICU Patients: A Randomized Controlled Trial. In: JAMA: The Journal of the American Medical Association 303 (15), S. 1483–1489.
- Thattil R, Klepzig D, Schuster M (2012): Intensivkapazitäten in Deutschland - Vorhaltung und Nutzung zwischen 1991 und 2009. In: Anaesthesist 61 (1), S. 56–62.
- Thews G (1990): Lungenatmung. In: Schmidt RF, Thews G (1990): Physiologie des Menschen. Springer: Berlin, Heidelberg, New York, 574–609.
- Thome UH, Carlo WA (2002): Permissive hypercapnia. In: Semin Neonatol 7 (5), S. 409–419.
- Tuschen KH, Trefz U (2010): Krankenhausentgeltgesetz. Kommentar mit einer umfassenden Einführung in die Vergütung stationärer Krankenhausleistungen. 2. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer.
- Unroe M, Kahn JM, Carson SS, Govert JA, Martinu T, Sathy SJ et al. (2010): One-year trajectories of care and resource utilization for recipients of prolonged mechanical ventilation: a cohort study. In: Ann Intern Med 153 (3), S. 167–175.
- Verbrugghe W, Jorens PG (2011): Neurally adjusted ventilatory assist: a ventilation tool or a ventilation toy? In: Respir Care 56 (3), S. 327–335.
- White AC (2012): Long-term mechanical ventilation: management strategies. In: Respir Care 57 (6), S. 889–97; discussion 898–9.
- Windisch W, Walterspercher S, Siemon K, Geiseler J, Sitter H (2010): Guidelines for non-invasive and invasive mechanical ventilation for treatment of chronic respiratory failure. Published by the German Society for Pneumology (DGP). In: Pneumologie 64 (10), S. 640–652.
- Winters RG, Reiff DA (2010): Mechanical ventilation in adults who need respiratory assistance. In: JAAPA 23 (5), S. 42, 44–5, 64.
- Von Wichert P (2009): Auswirkungen auf Diagnostik und Therapie. In: Rau F, Roeder N, Hensen P (Hrsg.) (2009): Auswirkungen der DRG-Einführung in Deutschland. Standortbestimmung und Perspektiven. 1. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer, S. 231–236.
- Zilberberg MD, Kramer AA, Higgins TL, Shorr AF (2009): Prolonged acute mechanical ventilation: implications for hospital benchmarking. In: Chest 135 (5), S. 1157–1162.
- Zilberberg MD, Wit M de, Shorr AF (2012): Accuracy of previous estimates for adult prolonged acute mechanical ventilation volume in 2020. In: Critical Care Medicine 40 (1), S. 18–20.

Gesetze

- GKV-VStG – Gesetz zur Verbesserung der Versorgungsstrukturen in der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV-Versorgungsstrukturgesetz – GKV-VStG) vom 22. Dezember 2011 (BGBl. I S. 2983).
- KHEntG – Krankenhausentgeltgesetz vom 23. April 2002 (BGBl. I S. 1412, 1422), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 21. Juli 2012 (BGBl. I S. 1613).
- KHG – Gesetz zur wirtschaftlichen Sicherung der Krankenhäuser und zur Regelung der Krankenhauspflegeplätze (Krankenhausfinanzierungsgesetz KHG) vom 10. April 1991 (BGBl. S. 886), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 21.07.2012 (BGBl. I S. 1613).
- SGB V – Sozialgesetzbuch (SGB) Fünftes Buch (V) – Gesetzliche Krankenversicherung vom 20. Dezember 1988 (BGBl. I S. 2477), zuletzt geändert durch Art. 4 G v. 21.7.2012 I 1613.

8 Anhang

Tabelle A1: Verteilungsfunktion für die Beatmungspatienten

2005: $y = 64112.872 / (2.706 + x)$
 2006: $y = 59992.930 / (2.629 + x)$
 2007: $y = 62134.332 / (2.873 + x)$
 2008: $y = 64403.777 / (2.978 + x)$
 2009: $y = 65756.051 / (2.875 + x)$ 2010:
 2012: $y = 68665.151 / (2.969 + x)$

Tabelle A2: Beatmungs-DRGs 2005–2010

Siehe Online-Version der vorliegenden Arbeit

Tabelle A3: Literaturrecherche "Neue medizinische Methoden"

Thema	Jahr	Autor(en)
ARDS (22)	2000	Medoff, B. D.; Harris, R. S.; Kesselman, H.; Venegas, J.; Amato, M. B.; Hess, D
	2000	Shapiro, M. B.; Anderson, H. L. 3rd; Bartlett, R. H.
	2002	Atabai, K.; Matthay, M. A.
	2002	Mortelliti, Michael P.; Manning, Harold L.
	2002	Pelosi, P.; Brazzi, L.; Gattinoni, L.
	2002	Raghavendran, Krishnan; Kulaylat, Mahmoud N.; Thompson, Burke; Ambrus, Julian L.
	2002	Ward, Nicholas S.
	2002	Zimmerman, Janice L.
	2004	Al-Mutairi, Sana S.; Al-Deen, Jehan S.
	2004	Paus-Jensen, Elizabeth S.; Reid, John K.; Cockcroft, Donald W.; Laframboise, Karen; Ward, Heather A.
	2004	Reith, Sebastian; Werdan, Karl
	2007	Chan, Kenneth P. W.; Stewart, Thomas E.; Mehta, Sangeeta
	2007	Lunghar, Layola; D'Ambrosio, Carolyn M.
	2007	Petrucci, N.; Iacovelli, W.
	2007	Siner, Jonathan M.; Pisani, Margaret A.
	2008	Goldring, J. J. P.; Wedzicha, J. A.
	2009	Nava, Stefano; Hill, Nicholas
	2009	Putensen, Christian; Theuerkauf, Nils; Zinserling, Jörg; Wrigge, Hermann; Pelosi, Paolo
	2010	Bosma, Karen J.; Taneja, Ravi; Lewis, James F.
	2010	Soo Hoo, Guy W.
	2011	Kluge, S.; Muller, T.; Pfeifer, M.
	2011	Nava, Stefano; Schreiber, Ania; Domenighetti, Guido
NIV (14)	2003	Ram, F. S.; Lightowler, J. V.; Wedzicha, J. A.
	2004	Chmielewski, Carrie; Snyder-Clickett, Suzanne
	2004	Keenan, Sean P.; Sinuff, Tasnim; Cook, Deborah J.; Hill, Nicholas S.

	2004	Ram, F. S. F.; Picot, J.; Lightowler, J.; Wedzicha, J. A.
	2004	Al-Mutairi, Sana S.; Al-Deen, Jehan S.
	2004	Paus-Jenssen, Elizabeth S.; Reid, John K.; Cockcroft, Donald W.; Laframboise, Karen; Ward, Heather A.
	2005	Ram, F. S. F.; Wellington, S.; Rowe, B. H.; Wedzicha, J. A.
	2007	Lunghar, Layola; D'Ambrosio, Carolyn M.
	2008	Gaitini, L.; Madrid, V.; Capdevila, M.; Arino, J. J.
	2008	Goldring, J. J. P.; Wedzicha, J. A.
	2009	Nava, Stefano; Hill, Nicholas
	2010	Soo Hoo, Guy W.
	2009	Gray, A. J.; Goodacre, S.; Newby, D. E.; Masson, M. A.; Sampson, F.; Dixon, S.; Crane, S.; Elliott, M.; Nicholl, J.
	2011	Diaz Lobato, Salvador; Mayoralas Alises, Sagrario; Montiel, Guillermo
	2011	Nava, Stefano; Schreiber, Ania; Domenighetti, Guido
Weaning (6)	2000	Alia, I.; Esteban, A.
	2001	Chan, P. K.; Fischer, S.; Stewart, T. E.; Hallett, D. C.; Hynes-Gay, P.; Lapinsky, S. E.; MacDonald, R.; Mehta, S.
	2033	Burns, K. E. A.; Adhikari, N. K. J.; Meade, M. O.
	2009	Burns, Karen E. A.; Adhikari, Neill K. J.; Keenan, Sean P.; Meade, Maureen
	2009	Blackwood, Bronagh; Alderdice, Fiona; Burns, Karen E. A.; Cardwell, Chris R.; Lavery, Gavin G.; O'Halloran, Peter
	2010	Burns, Karen Ea; Adhikari, Neill Kj; Keenan, Sean P.; Meade, Maureen O.
	2010	Blackwood, Bronagh; Alderdice, Fiona; Burns, Karen Ea; Cardwell, Chris R.; Lavery, Gavin; O'Halloran, Peter
	2011	Blackwood, Bronagh; Alderdice, Fiona; Burns, Karen; Cardwell, Chris; Lavery, Gavin; O'Halloran, Peter
	2011	Nemer, Sergio Nogueira; Barbas, Carmen Silvia Valente
Permissive Hyperkapnie (3)	2001	Bigatello, L. M.; Patroniti, N.; Sangalli, F.
	2002	Thome, Ulrich H.; Carlo, Waldemar A.
	2005	Ni Chonghaile, Martina; Higgins, Brendan; Laffey, John G.
Hochfrequenzbeatmung (7)	2002	Paulsen, Stephen M.; Killyon, Garry W.; Barillo, David J.
	2003	Derdak, Stephen
	2003	Ritacca, Frank V.; Stewart, Thomas E.
	2003	Singh, Jeffrey M.; Stewart, Thomas E.
	2005	Salim, Ali; Martin, Matthew
	2007	Chan, Kenneth P. W.; Stewart, Thomas E.; Mehta, Sangeeta
	2007	David, M.; Werner, C.
Flüssigkeitsbeatmung (3)	2000	Multz, A. S.
	2004	Davies, M. W.; Fraser, J. F.
	2005	Hamilton, Mark C. K.; Peek, Giles J.; Dux, Anthony E. W.
Einschätzung der Atmungssituation (5)	2003	Sigillito, Robert J.; DeBlieux, Peter M.
	2004	Nielson, C.; Wingett, D.
	2004	Reith, Sebastian; Werdan, Karl
	2007	Moore, T.
	2010	Winters, Richard G.; Reiff, Donald A.
Beatmungsassoziierte Pneumonie (2)	2007	Tolentino-DelosReyes, Arlene F.; Ruppert, Susan D.; Shiao, Shyang-Yun Pamela K.
	2010	Diaz, Luis Aurelio; Llauro, Mireia; Rello, Jordi; Restrepo, Marcos I.
NAVA (1)	2011	Verbrugghe, Walter; Jorens, Philippe G.
Beatmungstechnik (12)	2000	Medoff, B. D.; Harris, R. S.; Kesselman, H.; Venegas, J.; Amato, M. B.; Hess, D.

	2003	Petrucci, N.; Iacovelli, W.
	2004	Petrucci, N.; Iacovelli, W.
	2004	Petrucci, Nicola; Iacovelli, Walter
	2005	Hess, Dean R.
	2006	Yu, G.; Yang, K.; Baker, A. B.; Young, I.
	2007	Colebourn, C. L.; Barber, V.; Young, J. D.
	2008	Kohler, D.; Dellweg, D.; Barchfeld, T.; Klauke, M.; Tiemann, B.
	2009	Hodgson, Carol; Keating, Jennifer L.; Holland, Anne E.; Davies, Andrew R.; Smirneos, Lorena; Bradley, Scott J.; Tuxen, David
	2009	Putensen, Christian; Theuerkauf, Nils; Zinserling, Jörg; Wrigge, Hermann; Pelosi, Paolo
	2010	Briel, Matthias; Meade, Maureen; Mercat, Alain; Brower, Roy G.; Talmor, Daniel; Walter, Stephen D.; Slutsky, Arthur S.; Pullenayegum, Eleanor; Zhou, Qi; Cook, Deborah; Brochard, Laurent; Richard, Jean-Christophe M.; Lamontagne, Francois; Bhatnagar, Neera; Stewart, Thomas E.; Guyatt, Gordon
	2010	Kelly, Margaret; Gillies, Donna; Todd, David A.; Lockwood, Catherine
Tracheotomie (3)	2002	Phelan, Barbara A.; Cooper, Dawn A.; Sangkachand, Prasama
	2007	Leyn, Paul de; Bedert, Lieven; Delcroix, Marion; Depuydt, Pieter; Lauwers, Geert; Sokolov, Youri; van Meerhaeghe, Alain; van Schil, Paul
	2011	Wang, Fei; Wu, Youping; Bo, Lulong; Lou, Jingsheng; Zhu, Jiali; Chen, Feng; Li, Jinbao; Deng, Xiaoming
Asthma (2)	2005	Ram, F. S. F.; Wellington, S.; Rowe, B. H.; Wedzicha, J. A.
	2009	Holley, Anthony D.; Boots, Robert J.
Bauchlagerung (3)	2002	Pelosi, P.; Brazzi, L.; Gattinoni, L.
	2002	Ward, Nicholas S.
	2009	Kopterides, Petros; Siempos, Ilias I.; Armaganidis, Apostolos
Sedierung (5)	2002	Izurieta, Ricardo; Rabatin, Jeffrey T.
	2005	Olson, Daiwai M.; Graffagnino, Carmelo; King, Kenneth; Lynch, John R.
	2006	Elliott, Rosalind; McKinley, Sharon; Aitken, Leanne
	2006	Feeley, Kathy; Gardner, Anne
	2007	Pun, Brenda T.; Dunn, Jan

Auszug aus dem Quellcode des Modells (Kapitel 4)

// (...)

```
private List<Double> _24StundenMultiplikator;
private int anzahlPatienten;
private int[] beginnBeatmung = { 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,
    9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21,
    22, 23 };
private Random beginnBeatmungNormalVerteiler = new Random(
    21);
private List<Integer> endeBeatmung;
private Random endeBeatmungNormalVerteiler = new Random(21);

/**
 * Diese Methode erzeugt die (Modell-) Patienten und simuliert somit die
 * Beatmungsdauer.
 */
public List<Patient> simulierenDerBeatmungsdauer() {
    List<Patient> modellPatienten = new ArrayList<>();

    endeBeatmung = new ArrayList<>();
    endeBeatmung.add(Integer.valueOf(10));
    endeBeatmung.add(Integer.valueOf(11));
    endeBeatmung.add(Integer.valueOf(12));
    endeBeatmung.add(Integer.valueOf(15));
    endeBeatmung.add(Integer.valueOf(16));
    endeBeatmung.add(Integer.valueOf(17));
    endeBeatmung.add(Integer.valueOf(18));
    endeBeatmung.add(Integer.valueOf(19));

    // die Anzahl der Patienten wurde mit 325000 festgelegt
    _24StundenMultiplikator = new ArrayList<>({
        anzahlPatienten});

    int stunde = 0;
    boolean anzahlPatientenErreicht = false;

    // einen 24h-Multiplikator für jeden Patienten erzeugen
    while (true) {
        double häufigkeitDerBeatmungsstunde;

        // das 1/x Modell des Jahres 2005
        häufigkeitDerBeatmungsstunde = 64112.872 / (2.706 + stunde - 1);

        // nun wird die aktuelle Beatmungsdauer entsprechend der errechneten
        // Häufigkeit gespeichert, aber nur wenn die Häufigkeit > 0 ist
        if (häufigkeitDerBeatmungsstunde > 0.0) {

            for (int i = 0; i < häufigkeitDerBeatmungsstunde; i++) {
                _24StundenMultiplikator.add(Double
                    .valueOf(stunde));

                // nur genau so viele Multiplikatoren wie es Patienten
                // gibt, dann wird das Hinzufügen von Stunden
                // abgebrochen
                if (_24StundenMultiplikator.size() == anzahlPatienten)
                {
                    anzahlPatientenErreicht = true;
                    break;
                }
            }

            // sollte die berechnete Häufigkeit schon > 0 sein, wird die
            // entsprechende Stunde nur einmal hinzugefügt, für das gewählte 1/x
            // Modell und die gewählte Anzahl von Patienten, kam das nicht vor
            else {
                _24StundenMultiplikator.add(Double
                    .valueOf(stunde));
            }
        }
    }
}
```

```

        if (anzahlPatientenErreicht
            || _24StundenMultiplikator.size() == anzahlPatienten)
            break;

        stunde++;
    }

    // nun werden die Modell-Patienten generiert
    for (int patient = 0; patient < anzahlPatienten; patient++) {
        int beginnDerBeatmung, endeDerBeatmung;
        double der24StundenMultiplikator;

        beginnDerBeatmung = beginnBeatmung[beginnBeatmungNormalVerteiler
            .nextInt(beginnBeatmung.length)];
        endeDerBeatmung = endeBeatmung.get(
            endeBeatmungNormalVerteiler
                .nextInt(endeBeatmung.size()))
            .intValue();
        der24StundenMultiplikator = _24StundenMultiplikator
            .get(patient).doubleValue();

        // hier wird die Liste mit allen Patienten erzeugt
        // für jeden Patient kann die Beatmungsdauer mittels der Methode
        // public int getBeatmungsdauer() der Klasse Patient ermittelt
        // werden, dieses Dauern können dann gespeichert werden und mit
        // einer einer Statistik-Software weiterverarbeitet werden
        modellPatienten.add(new Patient(beginnDerBeatmung,
            endeDerBeatmung, (int) Math
                .round(der24StundenMultiplikator)));
    }
    return modellPatienten;
}

// (...)

```


Bisher erschienene Bände der Schriftenreihe

Working Papers in Health Policy and Management

ISSN 2197-8123 (print)

ISSN 2196-3606 (online)

Band 01

Sundmacher, Leonie; Scheller-Kreinsen, David:

Revisiting health inequalities in Germany. - 2009

ISBN (online) 978-3-7983-2167-0

Band 02

Sundmacher, Leonie; Jones, Andrew; Price, Nigel:

The role of health shocks in quitting smoking. - 2009

ISBN (online) 978-3-7983-2182-3

Band 03

Street, Andrew; Scheller-Kreinsen, David; Geissler, Alexander; Busse, Reinhard:

Determinants of hospital costs and performance variation: Methods, models and variables for the EuroDRG project. - 2010

ISBN (online) 978-3-7983-2124-3

Band 04

Ginneken, Ewout van:

Implications of future EU policy on the provision of medicines and on actors in the European pharmaceutical sector. - 2010

ISBN (online) 978-3-7983-2235-6

Band 05

Weid, Sabrina; Geissler, Alexander:

Möglichkeiten leistungsorientierter Vergütung von nicht angestellten Ärzten im stationären Sektor: Eine Prozesskostenrechnung am Beispiel von Varizenpatienten. - 2011

ISBN (online) 978-3-7983-2279-0

Band 06

Zentner, Annette; Velasco Garrido, Marcel; Busse, Reinhard:

Aktuelle internationale Initiativen der evidenzbasierten Bewertung von Arzneimitteln. - 2011

ISBN (online) 978-3-7983-2297-4

ISBN (print) 978-3-7983-2298-1

Universitätsverlag der Technischen Universität Berlin

ISBN 978-3-7983-2630-9 (print)

ISBN 978-3-7983-2631-6 (online)