

**Bitte beachten Sie:** Wenn Sie damit einverstanden sind, dass die Seiten 2 und 3 mitveröffentlicht werden, setzen Sie bitte das entsprechende Häkchen auf Seite 2 bzw. Seite 3. Sollten Sie nicht damit einverstanden sein, wird der Vorschlag ab Seite 4, also ab hier, veröffentlicht.

**3. Prägnante Kurzbeschreibung Ihres Vorschlags (max. 85 Zeichen inkl. Leerzeichen) \***

Einführung OPS für Elektrische Impedanztomographie zum Lungenfunktions-Monitoring

**4. Mitwirkung der Fachverbände \***

(siehe Hinweise am Anfang des Formulars)

- ☒ Dem/Der Vorschlagenden liegen schriftliche Erklärungen über die Unterstützung des Vorschlags oder Mitarbeit am Vorschlag seitens der folgenden Fachverbände vor. Sie werden dem DIMDI zusammen mit dem Vorschlag übersendet.

Bitte entsprechende Fachverbände auflisten:

Deutsche Gesellschaft für Internistische Intensivmedizin und Notfallmedizin

**5. Vorschlag betrifft ein Verfahren, das durch die Verwendung eines bisher nicht spezifisch kodierbaren Medizinproduktes charakterisiert ist \***

☐ Nein

☒ Ja

**a. Name des Medizinproduktes und des Herstellers (Ggf. mehrere. Falls Ihnen ähnliche Produkte bekannt sind, führen Sie diese bitte auch auf.)**

Elektrischer Impedanztomograph  
Produkte und Hersteller:  
- PulmoVista 500, Firma Dräger, Deutschland  
- Swisstom BB<sup>2</sup>, Firma Swisstom, Schweiz  
- Timpel 1800 bzw. Enlight 1800, Firma Timpel, Brasilien

**b. Datum der letzten CE-Zertifizierung und Zweckbestimmung laut Gebrauchsanweisung**

Daten für PulmoVista 500, Firma Dräger  
Datum der letzten CE-Zertifizierung: 25.-28. September 2017  
Zweckbestimmung  
PulmoVista 500 ist ein Monitoringgerät, mit dem es möglich ist, die Verteilung der Ventilation und die Änderungen des Lungenvolumens eines Patienten nicht-invasiv zu bestimmen und zu beurteilen. PulmoVista 500 dient der Messung der thorakalen Bioimpedanz mittels elektrischer Impedanztomographie (EIT).  
  
PulmoVista 500 stellt regionale Informationen zu ventilationsbedingten Änderungen des Luftgehalts in der Elektrodenebene dar. PulmoVista 500 stellt regionale Informationen zu Änderungen des endexpiratorischen Lungenvolumens in der Elektrodenebene dar.  
  
PulmoVista 500 stellt diese Informationen folgendermaßen dar:

- EIT Dynamic Images als Echtzeit-Querschnittsbilder
- EIT Status Images als Querschnittsbilder
- Echtzeit-Impedanzkurven
- Abgeleitete numerische Parameter
- Trenddaten

PulmoVista 500 ist für den Einsatz bei Patienten mit einem Brustumfang von 70 cm (27,6 in) bis 150 cm (59 in) konzipiert.

PulmoVista 500 darf nur von qualifiziertem medizinischem Fachpersonal bedient werden.

Die angezeigten Informationen dienen lediglich als zusätzliche Quelle zur Beurteilung der Lungenfunktion.

Daten für Swisstom BB<sup>2</sup>, Firma Swisstom

Datum der letzten CE-Zertifizierung: 17. April 2014

Zweckbestimmung

The Swisstom BB2 is intended for use under the direct supervision of a licensed healthcare practitioner or by personnel trained in its proper use. The Swisstom BB2 is a non-invasive device intended to measure and display the thoracic distribution of electrical impedance in adult, neonatal and pediatric patients within a hospital or facility providing patient care. The devices are intended to be used on patients with intact skin and continuously no longer than 30 days.

The Swisstom BB2 is a non-life support device and is not intended to monitor vital signs. No alarms are provided. The displayed information is only intended to serve as a supplementary source for the assessment of a patient's lung function.

Daten für Timpel Enlight 1800, Firma Timpel

Datum der letzten CE-Zertifizierung: 01. September 2017

Zweckbestimmung

The ENLIGHT 1800 is a non-invasive and radiation-free medical device which generates information and images of the distribution of the ventilation and perfusion within the lungs, through simple and ergonomic electrodes applied around the patients thorax. The ENLIGHT 1800 can be used in in hospital environments, in adult and pediatric patients.

## 6. Inhaltliche Beschreibung des Vorschlags \*

(ggf. inkl. Vorschlag für (neue) Schlüsselnummern, Klassentitel, Inklusiva, Exklusiva, Hinweise und Klassifikationsstruktur; bitte geben Sie ggf. auch Synonyme und/oder Neuuzuordnungen für das Alphabetische Verzeichnis an)

Bei der thorakalen Elektrischen Impedanztomographie (EIT) handelt es sich um ein Monitoring-Verfahren, bei dem mittels Bioimpedanz-Messungen des Thorax, Änderungen des Luftgehalts innerhalb der Lunge festgestellt werden und graphisch dargestellt werden können. Darüber hinaus erhält der Anwender Informationen über die Verteilung des Atemzugvolumens, Änderungen des end-expiratorischen Lungenvolumens und über dynamische Veränderungen der Lungenmechanik [1].

Die EIT ermöglicht es die Beatmungsstrategie bei invasiver, nicht-invasiver Beatmung und High-Flow Sauerstofftherapie zu individualisieren und personalisieren [2]. Zudem ermöglicht die EIT eine bislang nicht mögliche nicht-invasive dynamische lungenfunktionelle Messung ohne Strahlenbelastung. Bisher ist für dieses Verfahren kein OPS vorhanden, daher ist eine Klassifikation des Verfahrens im OPS Klassifikationssystem notwendig. Ein OPS für die EIT soll eine Möglichkeit schaffen, einzelne EIT-Messungen zu dokumentieren.

Alternativ wird die thorakale Elektrische Impedanztomographie auch als 'Thorax-EIT-Messung', 'EIT-Monitoring der Lunge' oder kurz als 'EIT-Messung' bezeichnet.

Vorschlag für den neu zu definierenden OP-Schlüssel auf Grundlage der klinischen Therapieempfehlungen:  
 Einordnung im Kapitel 3 unter  
 'BILDGEBENDE DIAGNOSTIK' (3-03...3-99) und dort unter  
 'Andere bildgebende Verfahren' (3-90...3-90) als

3-903 Elektrische Impedanz Tomographie  
 (Hier ist auch die elektrische Impedanz-Spektroskopie zu finden)

- [1] T. Mauri et al., 'Bedside assessment of the effects of positive end-expiratory pressure on lung inflation and recruitment by the helium dilution technique and electrical impedance tomography,' Intensive Care Med., vol. 42, no. 10, pp. 1576–1587, Oct. 2016.
- [2] I. Frerichs et al., 'Chest electrical impedance tomography examination, data analysis, terminology, clinical use and recommendations: consensus statement of the TRanslational EIT developmeNt stuDy group,' Thorax, vol. 72, no. 1, pp. 83–93, Jan. 2017.

## 7. Problembeschreibung und Begründung des Vorschlags

### a. Problembeschreibung \*

Es hat sich gezeigt, dass die mechanische Beatmung mit Beatmungseinstellungen, die nicht auf die individuellen Bedürfnisse der erkrankten Lunge zugeschnitten sind, zur Schädigung der zellulären Strukturen des Lungengewebes führen kann [3]–[7]. Unerwünscht wirken hauptsächlich drei verschiedene mechanische Phänomene auf das Lungengewebe, von denen jeweils unterschiedliche Lungenregionen betroffen sind [4]:

1. Kollaps von Lungenbereichen, in denen der Atemwegsdruck nicht ausreicht, um diese offen zu halten.
2. Überdehnung von Alveolen bei zu hoch gewähltem Atemwegsdruck was zu einer Reduzierung der lokalen Compliance der betroffenen Areale führt.
3. Zyklisches Öffnen und Schließen im Grenzbereich zwischen kollabierten und geöffneten Alveolen, wenn in den betroffenen Alveolen erst während jeder Inspiration der Öffnungsdruck erreicht und bei jeder Expiration der Verschlussdruck unterschritten wird.

Es besteht eine vermehrte Aufmerksamkeit für die Risiken der mechanische Beatmung, welche eine Suche nach einer verbesserten Beatmungsstrategie (z.B. Lungenprotektive Beatmung, um schädigende Effekte der Beatmung zu reduzieren) und Beatmungs-Monitoring Technologien fördert [8].

Durch eine solche lungenprotektive Beatmung können mechanische Lungenschädigungen minimiert werden. Ebenso kann hierdurch das Risiko eines 'Biotraumas' reduziert werden [9]. Beim sogenannten Biotrauma handelt es sich um die biologische Antwort des Körpers auf eine Lungenschädigung durch unphysiologischen 'stress and strain', die in eine Inflammation resultieren und dadurch zu einem Multiorganversagen bis hin zum Tod führen kann [4].

Inhomogene Ventilation der Lungen kann bei ARDS Patienten zu einer erhöhten Mortalität führen [10], [11]. Daher ist es wichtig Inhomogenitäten in der Lunge frühzeitig zu erkennen und bei der Beatmung zu berücksichtigen. In einer experimentellen Studie wurde gezeigt, dass auch während Spontanatmung eine unerwartete Überdehnung der Lunge auftreten kann [12].

Selbst kleine Tidalvolumina gemäß heutigen Empfehlungen können bei sehr inhomogen beatmeten Patienten zu einer Lungenschädigung führen [13]. Diese Effekte treten auf, wenn die Größe der normal beatmeten Lunge viel kleiner ist als die prognostizierte Lungengröße auf Basis des idealen Körpergewichts (ideal body weight).

Das akute Lungenversagen (ARDS) ist eine häufige Komplikation bei mechanisch beatmeten Intensivpatienten und eine primäre Folge von verschiedenen Vorerkrankungen wie Pneumonien oder Trauma. Bis zu 10% aller Intensivpatienten weltweit entwickeln ARDS, dessen Mortalität je nach Schweregrad bei 35% bis 45% liegt [10], [14], [15].

Eine größere Gruppe beatmeter Patienten mit einem erhöhten Risiko für Lungenschäden wird durch postoperative Patienten dargestellt (geschätzte Anzahl chirurgischer Eingriffe weltweit liegt bei 234 Millionen pro Jahr) [16].

Die LAS VEGAS Studie von 2017 untersuchte die Auswirkungen chirurgischer Patienten mit einem Risiko für postoperative Lungenkomplikationen (postoperative pulmonary complications, PPCs) [16]. Diese Untersuchungen ergaben eine Inzidenz von 28,4% für Patienten mit erhöhtem Risiko für PPCs. Diese Patienten entwickelten häufiger eine PPCs, welche mit einer längeren Krankenhaus Verweildauer und erhöhter Mortalität verbunden ist.

Auch während der Entwöhnung können Beatmungskomplikationen entstehen, da es schwierig ist den Entwöhnungserfolg vorauszusagen [17], wodurch Patienten zu früh oder zu spät entwöhnt werden könnten. Eine zu frühe Entwöhnung kann zu einer Re-intubation führen (Komplikationen treten signifikant häufiger bei re-intubierten Patienten auf als bei erst-intubierten Patienten [18]). Außerdem erhöhen verlängerte Beatmungszeiten das Risiko für Ventilator-assoziierte Krankheiten (z.B. Ventilator-assoziierte Pneumonie oder VALI).

Insbesondere bei der nicht-invasiven Beatmung und der High-Flow Sauerstofftherapie besteht im Gegensatz zur invasiven Beatmung eine Unsicherheit bezüglich des wahren Ausmaßes der Therapieeffekte auf Grund eines nicht ausreichenden Monitorings. Hier bietet die EIT Messung erstmals die Möglichkeit die Veränderung der Lungenmechanik nicht-invasiv zu erfassen.

Das EIT-Monitoring ist die erste Untersuchungsmethode, mit der am Krankenbett eine kontinuierliche, nicht-invasive und insbesondere strahlenfreie Darstellung der regionalen Lungenfunktion möglich ist [19].

Aktuell gilt die Computer Tomographie (CT) als Goldstandard bei der Lungen-Bildgebung [19]. Allerdings ist für eine CT-Untersuchung ein aufwändiger Transport zur Radiologie notwendig, welches ein großes Risiko möglicher Transportkomplikationen für den intensivmedizinischen Patienten darstellt [20]. Dies gilt ebenso für eine MRT-Untersuchung. Beide Untersuchungsmethoden sind zusätzlich kostspielig und ermöglichen keine kontinuierliche Darstellung der Lunge und ihrer Funktion. Während einer CT-Aufnahme werden Patienten schädlicher ionisierender Strahlung ausgesetzt [19], [21]. Der zeitliche Verlauf der Lungenerkrankung kann nur bedingt durch eine Abfolge mehrerer CT-Bilder dargestellt werden, was mit weiteren gesundheitlichen Belastungen für den Intensivpatienten verbunden wäre (wiederholter Transport und akkumulierte Strahlenbelastung) [22]. Somit stellen weder die CT- noch die MRT- Bildgebung eine Alternative zur EIT dar.

Thorax-Röntgen und Ultraschall sind bestehende Bildgebungsverfahren, die am Krankenbett durchführbar sind. Doch auch bei diesen Methoden ist die zeitliche Auflösung auf eine Momentaufnahme begrenzt. Kontinuierliche Veränderungen des Lungenzustands können daher nicht dargestellt werden. Beim Ultraschallbild ist nur ein Ausschnitt der Lunge abgebildet und die Beurteilung der Lungenfunktion erfolgt in erster Linie indirekt über die Interpretation der Darstellung von Artefakten [19].

Ein Summationsbild des Thorax-Röntgen in anterior-posterior Richtung kann bei liegenden Patienten nicht die schwerkraftbedingten Veränderungen der Lunge erfassen, hierfür wäre ein transversales Schnittbild erforderlich.

Aufgrund vorher genannten Einschränkungen können aktuelle Bildgebungsverfahren eine EIT Messung nicht ersetzen.

Blutgasanalysen messen den PO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub> und PH-Wert des Blutes. Diese Ergebnisse enthalten wertvolle Informationen über die Oxygenierung, Gasaustausch, Ventilation und den Säure-Base Haushalt des Patienten [23]. Allerdings geben Monitoring Möglichkeiten, die vom Beatmungsgerät zur Verfügung gestellt werden, sowie Blutgasanalysen, keinen Aufschluss über die regionale Belüftung der Lunge. Diese regionalen Informationen sind essentiell um potenzielle beatmungsbedingte Lungenschäden zu reduzieren oder ganz zu vermeiden [10], [24].

Die EIT ersetzt kein bestehendes Verfahren, sondern schließt eine Lücke in den aktuellen Monitoring Modalitäten (globale Parameter und Bildgebungsverfahren). Es ist die einzige nicht-invasive, am Krankenbett durchführbare und strahlungsfreie Methode mit kontinuierlicher und regionaler Darstellung der Lungenfunktion [3]. Die EIT bietet grafische Informationen zur regionalen Verteilung der Ventilation und der Veränderung des endexpiratorischen Lungenvolumens [2].

Zur Durchführung der Bioimpedanzmessungen des Thorax wird ein Elektrodengürtel mit 16 oder 32 integrierten Elektroden (Anzahl variiert je Hersteller) um den Brustkorb des Patienten gelegt.

Durch Anlegen eines geringen Wechselstroms an ein erstes Elektrodenpaar werden an den verbleibenden Elektrodenpaaren die resultierenden Spannungen gemessen. Hieraus wird die elektrische intrathorakale Bioimpedanz zwischen den Strom einspeisenden und den messenden Elektrodenpaaren ermittelt. Daraufhin wechselt die Stromeinspeisung zum nächsten Elektrodenpaar bis sie von allen 16 (bzw. 32) Elektrodenpaaren erfolgt ist. Dieser Strom ist medizinisch unbedenklich (5-10 mA).

Ein vollständiger Umlauf ergibt ein Spannungsprofil, aus dem, ähnlich wie bei einer Computertomographie (CT) Querschnittsbilder rekonstruiert werden. Die Impedanz des Lungengewebes und damit die intrathorakalen Stromflüsse variieren mit dem Luftgehalt und führen dadurch zu entsprechenden Änderungen im Spannungsprofil. Anders als beim CT, in welchem der absolute Luftgehalt der Lunge dargestellt wird, werden mit der EIT die Änderungen des Luftgehaltes in Folge der Ventilation bzw. Änderungen des Lungenvolumens dargestellt.

Durch diese spezifischen Eigenschaften, empfiehlt sich der Einsatz der EIT vor allem bei Patienten mit eingeschränkter respiratorischer Funktion unter invasiver, nicht-invasiver Beatmung und High-Flow Sauerstofftherapie [1], [25], um die Ursachen des insuffizienten Gasaustausches näher zu untersuchen und die Wirksamkeit therapeutischer Maßnahmen zeitnah bewerten zu können. Klinische Studien haben aufgezeigt, dass EIT-Monitoring die Beatmungstherapie unterstützen kann. Dies gilt insbesondere bei Patienten mit schwerwiegenden Lungenerkrankungen, wie:

- Atelektasen [6], [24], [26], [27]
- ARDS [22], [28]–[31]
- Lungenödem [32], [33]
- Pneumothorax [26], [30], [32]
- Pneumonie [34]
- Pleuraerguss [32], [34]–[36]
- COPD [37]
- Übergewichtige Patienten mit einem hohen intra-abdominalen Druck während Allgemeinanästhesie [38], [39]
- Postoperative Patienten [24]

Darüber hinaus ist die EIT beispielsweise bei folgenden Maßnahmen zur Beurteilung des Behandlungserfolges und der Lungenmechanik einsetzbar:

- Recruitment Maneuver [3], [22], [40]–[42]
- PEEP Titration [1], [19], [24], [25], [28], [43]–[46]
- Patientenumlagerung [5], [47]–[50]
- Entwöhnung [12], [17], [51], [52]
- Bronchoskopie und Lungenabsaugung [26], [45]
- ECMO [45]
- Lungenfunktionsmessung [37]

In mehreren Studien konnte gezeigt werden, dass durch den Einsatz von EIT die Beatmung individualisiert werden kann [25], [53], [54]. Die Personalisierung der Beatmungseinstellungen kann unmittelbar die Lungenmechanik verbessern, was zu einer höheren Oxygenierung des Blutes führt

[25], [54]. Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass eine EIT gestützte PEEP Wahl zu niedrigeren 'Driving pressures' führen kann [25]. Niedrigere 'Driving pressures' sind deutlich mit einer Reduzierung der Mortalität bei ARDS Patienten assoziiert [55]. In einer experimentellen Studie konnte das Potential der EIT aufgezeigt werden, beatmungsinduzierte Komplikationen zu verringern und somit Lungenschäden (VILI) zu reduzieren [27].

Die EIT wird seit 2015 weltweit vermehrt in der klinischen Routine eingesetzt.

Eine nicht-invasive, zeitlich hochauflösende Methode zur Darstellung der regionalen Lungenfunktion am Krankenbett ist aktuell nicht im OPS-Klassifikationssystem abgebildet.

Die Anwendung der EIT kann nach aktuellem Stand nicht adäquat in der Gruppierung der pauschalierenden Entgelte für die Abrechnung und Dokumentation im stationären Bereich berücksichtigt werden.

[3] S. K. Sahetya, E. C. Goligher, and R. G. Brower, 'Fifty years of Research in ARDS. Setting Positive End-Expiratory Pressure in Acute Respiratory Distress Syndrome,' *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, vol. 195, no. 11, pp. 1429–1438, Jun. 2017.

[4] A. S. Slutsky and V. M. Ranieri, 'Ventilator-Induced Lung Injury,' *N. Engl. J. Med.*, vol. 369, no. 22, pp. 2126–2136, Nov. 2013.

[5] J. Spaeth, K. Daume, U. Goebel, S. Wirth, and S. Schumann, 'Increasing positive end-expiratory pressure (re-)improves intraoperative respiratory mechanics and lung ventilation after prone positioning,' *Br. J. Anaesth.*, vol. 116, no. 6, pp. 838–846, Jun. 2016.

[6] S. Wirth, M. Kreysing, J. Spaeth, and S. Schumann, 'Intraoperative compliance profiles and regional lung ventilation improve with increasing positive end-expiratory pressure,' *Acta Anaesthesiol. Scand.*, vol. 60, no. 9, pp. 1241–1250, Oct. 2016.

[7] S. C. Bergard, J. R. Beitler, and A. Malhotra, 'Personalizing mechanical ventilation for acute respiratory distress syndrome,' *J. Thorac. Dis.*, vol. 8, no. 3, pp. E172–E174, Mar. 2016.

[8] A. Adler et al., 'Whither lung EIT: Where are we, where do we want to go and what do we need to get there?,' *Physiol. Meas.*, vol. 33, no. 5, pp. 679–694, May 2012.

[9] N. Petrucci and W. Iacovelli, 'Lung protective ventilation strategy for the acute respiratory distress syndrome,' in *Cochrane Database of Systematic Reviews*, The Cochrane Collaboration, Ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2007.

[10] M. Cressoni et al., 'Lung Inhomogeneity in Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome,' *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, p. 131121141258006, Nov. 2013.

[11] G. Bellani et al., 'Epidemiology, Patterns of Care, and Mortality for Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome in Intensive Care Units in 50 Countries,' *JAMA*, vol. 315, no. 8, p. 788, Feb. 2016.

[12] T. Yoshida et al., 'Spontaneous Effort Causes Occult Pendelluft during Mechanical Ventilation,' *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, vol. 188, no. 12, pp. 1420–1427, Dec. 2013.

[13] P. P. Terragni et al., 'Tidal Hyperinflation during Low Tidal Volume Ventilation in Acute Respiratory Distress Syndrome,' *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, vol. 175, no. 2, pp. 160–166, Jan. 2007.

[14] G. Bellani, J.-J. Rouby, J.-M. Constantin, and A. Pesenti, 'Looking closer at acute respiratory distress syndrome: the role of advanced imaging techniques,' *Curr. Opin. Crit. Care*, vol. 23, no. 1, pp. 30–37, Feb. 2017.

[15] A. Walkey, Summer, Ho, and Alkana, 'Acute respiratory distress syndrome: epidemiology and management approaches,' *Clin. Epidemiol.*, p. 159, Jul. 2012.

[16] The LAS VEGAS investigators, 'Epidemiology, practice of ventilation and outcome for patients at increased risk of postoperative pulmonary complications: LAS VEGAS - an observational study in 29 countries,' *Eur. J. Anaesthesiol.*, vol. 34, no. 8, pp. 492–507, Aug. 2017.

[17] J. Bickenbach, M. Czaplik, M. Polier, G. Marx, N. Marx, and M. Dreher, 'Electrical impedance tomography for predicting failure of spontaneous breathing trials in patients with prolonged weaning,' *Crit. Care*, vol. 21, no. 1, Jul. 2017.

[18] J. Elmer, S. Lee, J. C. Rittenberger, J. Dargin, D. Winger, and L. Emlet, 'Reintubation in critically ill patients: procedural complications and implications for care,' *Crit. Care*, vol. 19, no. 1, p. 12, 2015.



- [19] L. Ball, V. Vercesi, F. Costantino, K. Chandrapatham, and P. Pelosi, 'Lung imaging: how to get better look inside the lung,' *Ann. Transl. Med.*, vol. 5, no. 14, pp. 294–294, Jul. 2017.
- [20] U. Beckmann, D. Gillies, S. Berenholtz, A. Wu, and P. Pronovost, 'Incidents relating to the intra-hospital transfer of critically ill patients: An analysis of the reports submitted to the Australian Incident Monitoring Study in Intensive Care,' *Intensive Care Med.*, vol. 30, no. 8, Aug. 2004.
- [21] W. Huda, E. M. Scalzetti, and M. Roskopf, 'Effective doses to patients undergoing thoracic computed tomography examinations,' *Med. Phys.*, vol. 27, no. 5, pp. 838–844, 2000.
- [22] T. Meier et al., 'Assessment of regional lung recruitment and derecruitment during a PEEP trial based on electrical impedance tomography,' *Intensive Care Med.*, vol. 34, no. 3, pp. 543–550, Mar. 2008.
- [23] B. Venkatesh, 'Continuous intra-arterial blood gas monitoring,' *Crit. Care Resusc.*, vol. 1, no. 2, p. 140, 1999.
- [24] J. Karsten, C. Grusnick, H. Paarmann, M. Heringlake, and H. Heinze, 'Positive end-expiratory pressure titration at bedside using electrical impedance tomography in post-operative cardiac surgery patients,' *Acta Anaesthesiol. Scand.*, vol. 59, no. 6, pp. 723–732, Jul. 2015.
- [25] N. Eronia et al., 'Bedside selection of positive end-expiratory pressure by electrical impedance tomography in hypoxemic patients: a feasibility study,' *Ann. Intensive Care*, vol. 7, no. 1, Jul. 2017.
- [26] S. Leonhardt and B. Lachmann, 'Electrical impedance tomography: the holy grail of ventilation and perfusion monitoring?,' *Intensive Care Med.*, vol. 38, no. 12, pp. 1917–1929, Dec. 2012.
- [27] G. K. Wolf et al., 'Mechanical Ventilation Guided by Electrical Impedance Tomography in Experimental Acute Lung Injury\*,' *Crit. Care Med.*, vol. 41, no. 5, pp. 1296–1304, May 2013.
- [28] J.-M. Constantin, S. Perbet, J. Delmas, and E. Futier, 'Electrical impedance tomography: so close to touching the holy grail,' *Crit. Care*, vol. 18, no. 4, p. 164, 2014.
- [29] S. Pullett et al., 'Dynamics of regional lung aeration determined by electrical impedance tomography in patients with acute respiratory distress syndrome,' *Multidiscip. Respir. Med.*, vol. 7, no. 1, p. 44, 2012.
- [30] J. A. Victorino et al., 'Imbalances in Regional Lung Ventilation: A Validation Study on Electrical Impedance Tomography,' *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, vol. 169, no. 7, pp. 791–800, Apr. 2004.
- [31] T. Becher et al., 'Influence of tidal volume on ventilation inhomogeneity assessed by electrical impedance tomography during controlled mechanical ventilation,' *Physiol. Meas.*, vol. 36, no. 6, pp. 1137–1146, Jun. 2015.
- [32] B. K. Walsh and C. D. Smallwood, 'Electrical Impedance Tomography During Mechanical Ventilation,' *Respir. Care*, vol. 61, no. 10, pp. 1417–1424, Oct. 2016.
- [33] C. J. C. Trepte et al., 'Electrical impedance tomography (EIT) for quantification of pulmonary edema in acute lung injury,' *Crit. Care*, vol. 20, no. 1, Dec. 2015.
- [34] B. Gong, S. Krueger-Ziolek, K. Moeller, B. Schullcke, and Z. Zhao, 'Electrical impedance tomography: functional lung imaging on its way to clinical practice?,' *Expert Rev. Respir. Med.*, vol. 9, no. 6, pp. 721–737, Nov. 2015.
- [35] S. H. S. Alves, M. B. P. Amato, R. M. Terra, F. S. Vargas, and P. Caruso, 'Lung Reaeration and Reventilation after Aspiration of Pleural Effusions. A Study Using Electrical Impedance Tomography,' *Ann. Am. Thorac. Soc.*, vol. 11, no. 2, pp. 186–191, Feb. 2014.
- [36] D. Bläser et al., 'Unilateral empyema impacts the assessment of regional lung ventilation by electrical impedance tomography,' *Physiol. Meas.*, vol. 35, no. 6, pp. 975–983, Jun. 2014.
- [37] B. Vogt et al., 'Spatial and temporal heterogeneity of regional lung ventilation determined by electrical impedance tomography during pulmonary function testing,' *J. Appl. Physiol.*, vol. 113, no. 7, pp. 1154–1161, Oct. 2012.
- [38] L. Eichler, K. Truskowska, A. Dupree, P. Busch, A. E. Goetz, and C. Zöllner, 'Intraoperative Ventilation of Morbidly Obese Patients Guided by Transpulmonary Pressure,' *Obes. Surg.*, Jul. 2017.
- [39] C. Nestler et al., 'Individualized positive end-expiratory pressure in obese patients during general anaesthesia: a randomized controlled clinical trial using electrical impedance tomography,' *BJA Br. J. Anaesth.*, Oct. 2017.
- [40] L. Yun, H. He, K. Möller, I. Frerichs, D. Liu, and Z. Zhao, 'Assessment of Lung Recruitment by Electrical Impedance Tomography and Oxygenation in ARDS Patients,' *Medicine (Baltimore)*, vol. 95, no. 22, p. e3820, May 2016.

- [41] R. G. Rosa et al., 'Use of thoracic electrical impedance tomography as an auxiliary tool for alveolar recruitment maneuvers in acute respiratory distress syndrome: case report and brief literature review,' *Rev. Bras. Ter. Intensiva*, vol. 27, no. 4, 2015.
- [42] T. Godet, J.-M. Constantin, S. Jaber, and E. Futier, 'How to monitor a recruitment maneuver at the bedside,' *Curr. Opin. Crit. Care*, vol. 21, no. 3, pp. 253–258, Jun. 2015.
- [43] P. Blankman, A. Shono, B. J. M. Hermans, T. Wesselius, D. Hasan, and D. Gommers, 'Detection of optimal PEEP for equal distribution of tidal volume by volumetric capnography and electrical impedance tomography during decreasing levels of PEEP in post cardiac-surgery patients,' *Br. J. Anaesth.*, vol. 116, no. 6, pp. 862–869, Jun. 2016.
- [44] G. Zick et al., 'Effect of PEEP and Tidal Volume on Ventilation Distribution and End-Expiratory Lung Volume: A Prospective Experimental Animal and Pilot Clinical Study,' *PLoS ONE*, vol. 8, no. 8, p. e72675, Aug. 2013.
- [45] G. Francheineau et al., 'Bedside Contribution of Electrical Impedance Tomography to Set Positive End-Expiratory Pressure for ECMO-Treated Severe ARDS Patients,' *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, Jan. 2017.
- [46] X. He et al., 'Electrical Impedance Tomography-guided PEEP Titration in Patients Undergoing Laparoscopic Abdominal Surgery,' *Medicine (Baltimore)*, vol. 95, no. 14, p. e3306, Apr. 2016.
- [47] T. Kotani, H. Tanabe, H. Yusa, S. Saito, K. Yamazaki, and M. Ozaki, 'Electrical impedance tomography-guided prone positioning in a patient with acute cor pulmonale associated with severe acute respiratory distress syndrome,' *J. Anesth.*, vol. 30, no. 1, pp. 161–165, Feb. 2016.
- [48] S. Lehmann et al., 'Electrical Impedance Tomography as possible guidance for individual positioning of patients with multiple lung injury: Fast Track: 'EIT for individual positioning,' *Clin. Respir. J.*, Apr. 2016.
- [49] K. Ramanathan et al., 'Single-Lung Transplant Results in Position Dependent Changes in Regional Ventilation: An Observational Case Series Using Electrical Impedance Tomography,' *Can. Respir. J.*, vol. 2016, pp. 1–6, 2016.
- [50] K. Pfurtscheller et al., 'Effect of body position on ventilation distribution during PEEP titration in a porcine model of acute lung injury using advanced respiratory monitoring and electrical impedance tomography,' *Intensive Care Med. Exp.*, vol. 3, no. 1, Dec. 2015.
- [51] Z. Zhao et al., 'Spontaneous breathing trials after prolonged mechanical ventilation monitored by electrical impedance tomography: an observational study,' *Acta Anaesthesiol. Scand.*, Aug. 2017.
- [52] Y.-L. Hsu et al., 'Regional ventilation redistribution measured by electrical impedance tomography during spontaneous breathing trial with automatic tube compensation,' *Physiol. Meas.*, vol. 38, no. 6, pp. 1193–1203, Jun. 2017.
- [53] J. Dmytrowich, T. Holt, K. Schmid, and G. Hansen, 'Mechanical ventilation guided by electrical impedance tomography in pediatric acute respiratory distress syndrome,' *J. Clin. Monit. Comput.*, Jul. 2017.
- [54] G. Cinnella et al., 'Physiological effects of the open lung approach in patients with early, mild, diffuse acute respiratory distress syndrome: an electrical impedance tomography study,' *Anesthesiol. J. Am. Soc. Anesthesiol.*, vol. 123, no. 5, pp. 1113–1121, 2015.
- [55] M. B. P. Amato et al., 'Driving Pressure and Survival in the Acute Respiratory Distress Syndrome,' *N. Engl. J. Med.*, vol. 372, no. 8, pp. 747–755, Feb. 2015.



**b. Inwieweit ist der Vorschlag für die Weiterentwicklung der Entgeltsysteme relevant? \***

Aktuell existiert kein alternatives Verfahren zur EIT, welches ähnliche Einblicke in die Dynamik der Lungenventilation bietet [17], [19], [43].

Durch die fehlende Kodierbarkeit gibt es aktuell keine Möglichkeit, den Einsatz von EIT zu dokumentieren und entstehende Mehrkosten für den Einsatz des neuen Verfahrens abzudecken. Aktuelle Fallzahlen können nicht bestimmt werden. Der klinische Einsatz der EIT ist durch das fehlende Entgelt eingeschränkt, obwohl durch die Verwendung der EIT eine schonendere Beatmungsstrategie für den individuellen Patienten möglich wäre [2], [17], [19], [35], [43].

Aus diesem Grund wird hiermit die notwendige, neu zu definierende OPS-Klassifikation für die Messung der thorakalen Bioimpedanz mittels elektrischer Impedanz Tomographie (EIT) zur Überwachung der regionalen Lungenfunktion beantragt.

[2] I. Frerichs et al., 'Chest electrical impedance tomography examination, data analysis, terminology, clinical use and recommendations: consensus statement of the TRanslational EIT developmeNt stuDy group,' Thorax, vol. 72, no. 1, pp. 83–93, Jan. 2017.

[17] J. Bickenbach, M. Czaplik, M. Polier, G. Marx, N. Marx, and M. Dreher, 'Electrical impedance tomography for predicting failure of spontaneous breathing trials in patients with prolonged weaning,' Crit. Care, vol. 21, no. 1, Jul. 2017.

[19] L. Ball, V. Vercesi, F. Costantino, K. Chandrapatham, and P. Pelosi, 'Lung imaging: how to get better look inside the lung,' Ann. Transl. Med., vol. 5, no. 14, pp. 294–294, Jul. 2017.

[35] S. H. S. Alves, M. B. P. Amato, R. M. Terra, F. S. Vargas, and P. Caruso, 'Lung Reaeration and Reventilation after Aspiration of Pleural Effusions. A Study Using Electrical Impedance Tomography,' Ann. Am. Thorac. Soc., vol. 11, no. 2, pp. 186–191, Feb. 2014.

[43] P. Blankman, A. Shono, B. J. M. Hermans, T. Wesselius, D. Hasan, and D. Gommers, 'Detection of optimal PEEP for equal distribution of tidal volume by volumetric capnography and electrical impedance tomography during decreasing levels of PEEP in post cardiac-surgery patients,' Br. J. Anaesth., vol. 116, no. 6, pp. 862–869, Jun. 2016.

**c. Verbreitung des Verfahrens \***

☐ Standard (z.B., wenn das Verfahren in wissenschaftlichen Leitlinien empfohlen wird)

☒ Etabliert (z.B., wenn der therapeutische Stellenwert in der Literatur beschrieben ist)

☐ In der Evaluation (z.B., wenn das Verfahren neu in die Versorgung eingeführt ist)

☐ Experimentell (z.B., wenn das Verfahren noch nicht in die Versorgung eingeführt ist)

☐ Unbekannt

Falls für die Bearbeitung des Vorschlags relevant: Angaben zu Leitlinien, Literatur, Studienregistern usw. (maximal 5 Angaben)

• Frerichs et al., 'Chest electrical impedance tomography examination, data analysis, terminology, clinical use and recommendations: consensus statement of the TRanslational EIT developmeNt stuDy group,' Thorax, vol. 72, no. 1, pp. 83–93, Jan. 2017.

• J. Kobylanski, A. Murray, D. Brace, E. Goligher, and E. Fan, 'Electrical impedance tomography in adult patients undergoing mechanical ventilation: A systematic review,' J. Crit. Care, vol. 35, pp. 33–50, Oct. 2016.

• N. Eronia et al., 'Bedside selection of positive end-expiratory pressure by electrical impedance tomography in hypoxemic patients: a feasibility study,' Ann. Intensive Care, vol. 7, no. 1, Jul. 2017.

• Z. Zhao et al., 'Spontaneous breathing trials after prolonged mechanical ventilation monitored by electrical impedance tomography: an observational study,' Acta Anaesthesiol. Scand., Aug. 2017.

• S3-Leitlinie Invasive Beatmung und Einsatz extrakorporaler Verfahren bei akuter respiratorischer Insuffizienz, AWMF Leitlinien-Register Nr. 001/021, vom 04.12.2017 - Seite 113

#### d. Kosten (ggf. geschätzt) des Verfahrens \*

Abgesehen von den Investitionskosten für einen Elektrischen Impedanztomographen entstehen Mehrkosten im Personalbereich und anteilige Kosten am Verschleiß des Patienteninterface:

##### Sachkosten

Investitionskosten für einen Elektrischen Impedanz-Tomographen werden in der aufgeführten Berechnung der Sachkosten nicht mit einbezogen. Das EIT Gerät kann, ähnlich wie ein mobiles Sonographie Gerät, täglich für mehrere Messungen an verschiedenen Patienten genutzt werden.

Für eine EIT Messung ist zusätzlich zum Hauptgerät ein Patienteninterface notwendig. Je nach Hersteller können die Elektrodengürtel mehrfach verwendet werden (z.B. PulmoVista 500, Dräger) oder sind für eine einmalige Benutzung vorgesehen.

Sachkosten beispielhaft für PulmoVista 500:

- Bei PulmoVista 500 besteht das Patienteninterface aus Patientenkelabel und Elektrodengürtel in 5 verschiedenen Größen: S - XXL
- Der Elektrodengürtel sowie das dazugehörige Patientenkelabel unterliegen einer natürlichen Abnutzung.
- Pro Messzeitraum entstehen deshalb anteilige Kosten aufgrund von Verschleiß.
- In der Gebrauchsanweisung wird eine Lebensdauer der Elektrodengürtel von einem Jahr angegeben.
- Ein Elektrodengürtel und ein dazugehöriges Patientenkelabel haben durchschnittliche Anschaffungskosten von 3000 €. Um alle Patientengruppen zu versorgen müssen 5 verschiedene Größen angeschafft werden. Dies führt zu jährlichen Kosten für Verbrauchsgüter in Höhe von 15.000 €.
- Pro Jahr und Intensivtherapiestation werden durchschnittlich 100 EIT Messungen durchgeführt.
- Damit entstehen pro Messzeitraum Sachkosten für Verbrauchsgüter in Höhe von 150 €.

Ein alternatives System der Firma Swisstom ist nur für die Anwendung an einem Patienten vorgesehen. Hier die liegen die Verbrauchskosten bei bis zu 600 € pro Einsatz.

##### Personalkosten

Das Anlegen des Patientengürtels erfordert zwei geschulte Pflegekräfte für ca. 10 Min. Die Befundung der EIT Bilder und die daraus folgende Intervention erfordert eine geschulte ärztliche Fachkraft für min. 0,5h pro EIT Messung.

Die Gesamtkosten pro EIT Messung setzen sich aus den anteiligen Sachkosten, den Personalkosten für den ärztlichen Dienst und den Personalkosten für den Pflegedienst zusammen.

Für die Kosten des ärztlichen Dienstes wird der Bruttostundensatz, ausgehend vom Tariflohn für Ärztinnen und Ärzte an Universitätskliniken für die Entgeltgruppe Ä2, Facharzt (<https://www.praktischerarzt.de/arzt/tv-aerzte-tarifvertraege/>; aufgerufen am 19.09.2017) berechnet. Die Aufstellung der Kosten für den Pflegedienst erfolgt mit Hilfe der entsprechenden Entgeltabelle des öffentlichen Dienstes (<http://www.oeffentlichen-dienst.de/images/pdf/TVoeD-B-VKA.pdf>; geltend für 2017; heruntergeladen 09/2017).

- Aus dem monatlichen Bruttogehalt und durchschnittlichen Arbeitszeiten resultiert ein Bruttostundenlohn von 35€ für einen Facharzt im 3. Jahr.
- Bei einem Einsatz von 0,5h pro EIT Messung ergeben sich Kosten für den ärztlichen Dienst von 18€.
- Nach dem Tariflohn des öffentlichen Dienstes ergibt sein ein durchschnittliches Bruttoentgelt von 20€ pro Stunde für den Pflegedienst.
- Bei einem Einsatz von 0,3h pro EIT Messung ergeben sich Kosten für den Pflegedienst von 7€.
- Es entstehen insgesamt Personalkosten in Höhe von 25€ pro EIT Messung.

Die Gesamtkosten einer EIT-Messung belaufen sich somit auf ca. 175€.

Typischerweise dauern therapeutische Interventionen bis zu 15 Minuten. In vielen Fällen

(beispielsweise bei Rekrutierungs-Manövern) kann ein längerer Nachbeobachtungszeitraum von ca. 60 Minuten zur Beurteilung des Behandlungserfolges oder eine Wiederholung der Messung notwendig sein. Die Gesamtkosten für eine Beatmungsstrategie/-therapie mit EIT bei einem Patienten können folglich stark variieren.

Zur Überwachung von medizinischen Maßnahmen, wie beispielsweise der Entwöhnung vom Beatmungsgerät (Weaning), sollten kürzere Überwachungsintervalle gewählt werden. In der Studie von Bickenbach J. et al. [17] werden 3 Messungen innerhalb einer Stunde während der verschiedenen Entwöhnungsstufen empfohlen.

[17]J. Bickenbach, M. Czaplik, M. Polier, G. Marx, N. Marx, and M. Dreher, 'Electrical impedance tomography for predicting failure of spontaneous breathing trials in patients with prolonged weaning,' Crit. Care, vol. 21, no. 1, Jul. 2017.

**e. Fallzahl (ggf. geschätzt), bei der das Verfahren zur Anwendung kommt \***

Die EIT kann an einer sehr breiten Patientenpopulation eingesetzt werden. Von der EIT profitieren unter Anderem Intensivpatienten unter mechanischer Beatmung, deren regionale Ventilationsverteilung von klinischem Interesse ist. Dies schließt die invasive sowie nichtinvasive Beatmung mit ein und generell alle Patienten, welche in die MDC Gruppe 04, Krankheiten und Störungen der Atmungsorgane (G-DRG System, Version 2017) fallen. Weiterhin kann die EIT-Messung zur lungenfunktionellen Beurteilung bei Erkrankungen der Lunge eingesetzt werden.

Im Jahr 2010 wurden insgesamt 323.377 Beatmungsfälle im deutschen DRG System kodiert (davon 183.706 intubierte, 48.7655 tracheotomierte und 89.906 per Maske beatmete Patienten) [56]. Abhängig vom vorliegenden Krankheitsbild könnte ein Großteil dieser Patienten vom Einsatz der EIT profitieren.

Die Elektrische Impedanz-Tomographie wird derzeit in ca. 70-100 Kliniken in Deutschland angewendet. Leider gibt es keine übergreifende Dokumentation der Fallzahlen (mangels OPS). Aktuell werden pro Klinik ca. 100 Messungen pro Jahr durchgeführt.

Bei beispielhaft 5 Messungen pro Patient wird das Verfahren bei ca. 2000 Fällen angewendet.

Es wird davon ausgegangen, dass die Fallzahlen deutlich steigen werden, sobald eine Dokumentation und Vergütung für das Verfahren möglich ist.

[56]A. Biermann and A. Geissler, Beatmungsfälle und Beatmungsdauer in deutschen Krankenhäusern: eine Analyse von DRG-Anreizen und Entwicklungen in der Beatmungsmedizin. Berlin: Univ.-Verl. der TU, 2013.

**f. Kostenunterschiede (ggf. geschätzt) zu bestehenden, vergleichbaren Verfahren (Schlüsselnummern) \***

Ein direkter Kostenvergleich zu bestehenden Verfahren ist nicht möglich, da die EIT kein bestehendes Verfahren ablöst sondern die lungendiagnostischen Methoden um ein weiteres Monitoring Verfahren ergänzt, welches die Lungenfunktion dynamisch in einer hohen zeitlichen Auflösung darstellen kann [2], [19].

Für den Transport und für die CT- Bildgebung entstehen Kosten von mindestens 450€ pro CT-Bild: 68,88€ pro CT-Bild (<https://diego.one/ebm/34330>; 19.09.2017) und Kosten für den Transport von 377€ (berechnet von Waydhas et al. 1999 für das Jahr 1992) [57]. Durch den Einsatz der EIT besteht das Potential, je nach vorliegender Pathologie und Krankenhausstandard, einzelne Röntgen- und CT-Aufnahmen zu reduzieren [2]. Hierdurch könnten entsprechende Kosten für diese Aufnahmen eingespart werden, sowie Risiken durch Strahlung und Transport des Patienten vermieden werden [20], [22].

Die Ventilator-assoziierte Pneumonie (VAP) ist mit einem verlängerten Aufenthalt auf der Intensivstation, höheren Krankenhauskosten und erhöhter Mortalität assoziiert [58], [59]. Safdar et al. errechneten eine durchschnittlich höhere Liegedauer auf der Intensivstation von zusätzlich 6,1 Tagen

und zusätzlichen Krankenhauskosten von mehr als 10.000\$ (≈8.580€) pro Patient mit einer Ventilator-assoziierten Pneumonie [58]. Da mit EIT eine schonendere und individualisierte Beatmungsstrategie möglich ist [19], [60] und die Liegedauer dadurch reduziert werden könnte, besteht das Potential das Risiko für Ventilator-assoziierte Lungenschäden (VALI) [27] und VAP zu reduzieren [61]. Dies wäre mit reduzierten Kosten und einer reduzierten Verweildauer assoziiert.

Erste Studien zeigen, dass mit EIT der Weaning-Prozess (Entwöhnung vom Beatmungsgerät) überwacht werden kann und durch eine Beurteilung von Spontanatemversuchen der Erfolg des Weanings vorausgesagt werden könnte [17], [51], [52]. Durch eine schnellere Entwöhnung kann das Risiko für Folgekomplikationen (z.B. Pneumonien) reduziert werden und damit könnte der Behandlungsverlauf deutlich verbessert werden [62]. Außerdem besteht das Potential, durch die Vorhersage des Entwöhnungserfolges eine Re-intubation zu vermeiden, welche sonst mit weiteren Risiken für den Patienten verbunden wäre (z.B. erhöhte Mortalität) [63].

Wenn Patienten durch die Beurteilung der Spontanatemversuche früher entwöhnt werden können, könnten Kosten von mindestens 1.500€ pro Tag auf der Intensivstation eingespart werden [64].

[2] I. Frerichs et al., 'Chest electrical impedance tomography examination, data analysis, terminology, clinical use and recommendations: consensus statement of the TRanslational EIT developmeNt stuDY group,' Thorax, vol. 72, no. 1, pp. 83–93, Jan. 2017.

[17] J. Bickenbach, M. Czaplik, M. Polier, G. Marx, N. Marx, and M. Dreher, 'Electrical impedance tomography for predicting failure of spontaneous breathing trials in patients with prolonged weaning,' Crit. Care, vol. 21, no. 1, Jul. 2017.

[19] L. Ball, V. Vercesi, F. Costantino, K. Chandrapatham, and P. Pelosi, 'Lung imaging: how to get better look inside the lung,' Ann. Transl. Med., vol. 5, no. 14, pp. 294–294, Jul. 2017.

[20] U. Beckmann, D. Gillies, S. Berenholtz, A. Wu, and P. Pronovost, 'Incidents relating to the intra-hospital transfer of critically ill patients: An analysis of the reports submitted to the Australian Incident Monitoring Study in Intensive Care,' Intensive Care Med., vol. 30, no. 8, Aug. 2004.

[22] T. Meier et al., 'Assessment of regional lung recruitment and derecruitment during a PEEP trial based on electrical impedance tomography,' Intensive Care Med., vol. 34, no. 3, pp. 543–550, Mar. 2008.

[27] G. K. Wolf et al., 'Mechanical Ventilation Guided by Electrical Impedance Tomography in Experimental Acute Lung Injury\*,' Crit. Care Med., vol. 41, no. 5, pp. 1296–1304, May 2013.

[51] Z. Zhao et al., 'Spontaneous breathing trials after prolonged mechanical ventilation monitored by electrical impedance tomography: an observational study,' Acta Anaesthesiol. Scand., Aug. 2017.

[52] Y.-L. Hsu et al., 'Regional ventilation redistribution measured by electrical impedance tomography during spontaneous breathing trial with automatic tube compensation,' Physiol. Meas., vol. 38, no. 6, pp. 1193–1203, Jun. 2017.

[58] N. Safdar, C. Dezfulian, H. R. Collard, and S. Saint, 'Clinical and economic consequences of ventilator-associated pneumonia: A systematic review,' Crit. Care Med., vol. 33, no. 10, pp. 2184–2193, Oct. 2005.

[59] J.-M. Forel et al., 'Ventilator-associated pneumonia and ICU mortality in severe ARDS patients ventilated according to a lung-protective strategy,' Crit. Care, vol. 16, no. 2, p. R65, 2012.

[60] S. Białka, M. Copik, K. Rybczyk, and H. Misiólek, 'Tomografia impedancyjna w diagnostyce i monitorowaniu zaburzeń funkcji płuc na oddziale intensywnej terapii — opis przypadku i przegląd piśmiennictwa,' Anestezjol. Intensywna Ter., vol. 49, no. 3, pp. 222–226, Aug. 2017.

[61] T. Bauer, 'Ventilator-associated pneumonia: Incidence, risk factors, and microbiology1,' Semin. Respir. Infect., vol. 15, no. 4, pp. 272–279, Dec. 2000.

[62] E. W. Ely et al., 'Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously,' N. Engl. J. Med., vol. 335, no. 25, pp. 1864–1869, Dec. 1996.

[63] K. E. Burns, M. O. Meade, A. Premji, and N. K. Adhikari, 'Noninvasive ventilation as a weaning strategy for mechanical ventilation in adults with respiratory failure: a Cochrane systematic review,' Can. Med. Assoc. J., p. cmaj-130974, 2013.

[64] M. J. Hewitt, M. Martinson, and N. Martinson, 'The Cost of Mechanical Ventilation: Reductions Due to the Use of a Simple Endotracheal Tube Fastener,' Hollister, 11-Aug-2011.

**g. Inwieweit ist der Vorschlag für die Weiterentwicklung der externen Qualitätssicherung relevant? \***

(Vorschläge, die die externe Qualitätssicherung betreffen, sollten mit der dafür zuständigen Organisation abgestimmt werden.)

nicht zutreffend

**8. Sonstiges**

(z.B. Kommentare, Anregungen)