

Aus der Klinik für Anästhesiologie
mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin,
Campus Virchow-Klinikum und Campus Charité Mitte
der Medizinischen Fakultät Charité - Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Verbesserung der Implementierungsrate von
Key Performance Indikatoren zu Analgosedierung, Delir und
Respiration durch ein innovatives technisches Feedbacksystem

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité - Universitätsmedizin Berlin

von
Minna Johanne Nolting
aus Bielefeld

Gutachter/in: 1. Prof. Dr. med. C. Spies
 2. Prof. Dr. med. J. Martin
 3. Prof. Dr. med. C. Waydhas

Datum der Promotion: 24.02.2012

Veröffentlichungen:

Teilergebnisse dieser Promotion wurden vor Abschluss des Promotionsverfahrens mit Genehmigung des Promotionsausschusses der Charité - Universitätsmedizin Berlin in folgender Originalarbeit eingereicht:

M. Kastrup*, M. Nolting*, R. Ahlborn, J. Braun, H. Grubitzsch, K. Wernecke, C. Spies
*Geteilte Erstautorenschaft

An electronic tool for visual feedback to monitor the adherence to quality indicators in intensive care medicine

Eingereicht im Journal of International Medical Research, 2011, im Review-Prozess.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Abkürzungsverzeichnis	6
2 Einleitung	7
2.1 Intensivmedizin	7
2.2 Qualität	7
2.3 Evidenzbasierte Medizin	7
2.4 Leitlinien und Standardarbeitsanweisungen	8
2.5 Key Performance Indikatoren	10
2.5.1 Analgosedierung	11
2.5.2 Delir	12
2.5.3 Respiration	13
2.6 Feedback	14
2.7 Fragestellung der Arbeit	15
3 Material und Methoden	16
3.1 Ethikvotum	16
3.2 Patientenkollektiv	16
3.3 Morbiditätsscores	16
3.4 Patientendatenmanagementsystem	16
3.5 Kennzahlencockpit	17
3.6 Feedback	19
3.7 Die einzelnen Key Performance Indikatoren	19
3.7.1 Analgosedierung	19
3.7.2 Delir	21
3.7.3 Respiration	23
3.8 Statistik	25
4 Ergebnisse	27
4.1 Patientenkollektiv	27
4.1.1 Geschlechterverteilung	28
4.1.2 Altersverteilung	28
4.1.3 Morbiditätsscores	29
4.1.4 Intensivstationäre Behandlungs- und Beatmungsdauer	30
4.1.5 Delir	31

4.1.6 Mortalität	31
4.2 Implementierungsraten der einzelnen KPI	32
4.2.1 Analgosedierung	32
4.2.2 Delir	39
4.2.3 Respiration	41
4.3 Einfluss der KPI auf das Outcome der Patienten	42
4.3.1 Einfluss auf die intensivstationäre Mortalität	42
4.3.2 Einfluss auf die intensivstationäre Behandlungsdauer	42
5 Diskussion	44
5.1 Patientenkollektiv	44
5.2 Feedback	45
5.3 Implementierungsraten der einzelnen KPI	47
5.3.1 Analgosedierung	47
5.3.2 Delir	52
5.3.3 Respiration	54
5.4 Einfluss der KPI auf das Outcome der Patienten	56
5.4.1 Einfluss auf die intensivstationäre Mortalität	56
5.4.2 Einfluss auf die intensivstationäre Liegedauer	57
5.5 Limitationen	57
5.6 Ausblick	58
6 Zusammenfassung	60
6.1 Fragestellung und Ziel dieser Arbeit	60
6.2 Methodik	60
6.3 Ergebnisse	61
6.4 Schlussfolgerung	61
7 Literaturverzeichnis	62
8 Anhang	74
8.1 Danksagung	74
8.2 Lebenslauf	75
8.3 Erklärung an Eides statt	75

1 Abkürzungsverzeichnis

APACHE II	Acute Physiology and Chronic Health Evaluation
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften e.V.
BPS	Behavioral Pain Scale
CAM-ICU	Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit
DDS	Delirium Detection Score
DGAI	Deutsche Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin
DIVI	Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensivmedizin und Notfallmedizin
EbM	Evidenzbasierte Medizin
GEE	Generalized Estimating Equations
IOM	Institute of Medicine
ITS	Intensivstation
KPI	Key Performance Indikatoren (Schlüsselleistungsindikatoren)
NRS	Nummerische Ratingskala
PDMS	Patientendatenmanagementsystem
RASS	Richmond Agitation Sedation Scale
SAPS II	Severity of disease classification system
SBT	Spontanatmungsversuch
SOFA	Sequential Organ Failure Assessment
SOP	Standard Operating Procedures (Standardarbeitsanweisungen)
TISS-28	Therapeutic Intervention Scoring System
TV	Tidalvolumen
VAS	Visuelle Analogskala
95 % CI	95 %-Konfidenzgrenzen

2 Einleitung

2.1 Intensivmedizin

In Deutschland machen intensivmedizinisch betreute Betten rund 5 % aller Krankenhausbetten aus [1]. Demgegenüber entfallen circa 13 % der von den Krankenkassen jährlich aufgewandten Gesamtkosten an stationärer Krankenhausversorgung auf Intensivstationen (ITS) [2]. Intensivstationäre Tage, an denen Patienten maschinell beatmet werden, sind dabei besonders kostenintensiv [3]. Die durchschnittliche Mortalitätsrate auf Intensivstationen variiert zwischen 8 % und 33 % [4]. Es kommt bei intensivstationären Patienten häufig zu einem hohen Leiden, das sich auch auf Angehörige ausweitet [5]. Die klinische Arbeit in der Intensivmedizin unterscheidet sich von anderen Gebieten der Medizin durch die oft direkten Folgen für die Patienten [6]. Angesichts der hohen Morbidität und Mortalität intensivstationärer Patienten, der erheblichen finanziellen Kosten und der häufig unmittelbaren Bedeutung klinischer Arbeit ist höchste Qualität der Therapien und deren Bewahrung in der Intensivmedizin in besonderem Maße notwendig [7].

2.2 Qualität

Um die Qualität medizinischer Behandlungen zu verbessern, ist es notwendig, Qualität vorab zu definieren. Das amerikanische Institute of Medicine (IOM) sieht medizinische Qualität als „das Ausmaß an, mit dem das Gesundheitssystem die Wahrscheinlichkeit für erwünschte therapeutische Ergebnisse sowohl für Individuen als auch für die Bevölkerung vergrößert und dabei stets im Einklang mit aktuellen Standards des medizinischen Wissens steht“ [8]. Eine in der Medizin übliche Gliederung von Qualität in die Dimensionen Struktur, Prozess und Ergebnis stammt von Donabedian [9]. Hiermit sollen messbare und valide Informationen zur Qualität bereitgestellt werden. Prozessqualität in Krankenhäusern hängt vorrangig von der organisatorischen Struktur und den Möglichkeiten zur Durchführung der Behandlungen ab [10]. Neben ihrer Definition und Gliederung, muss die Qualität quantifiziert werden, um einen Anhaltspunkt zur Verbesserung zu bieten. Klar definierte, valide Indikatoren stellen eine Möglichkeit zur quantitativen Qualitätsbeurteilung dar [6]. Qualitätsindikatoren sollten dabei auf Grundlage von evidenzbasierter Medizin entwickelt werden.

2.3 Evidenzbasierte Medizin

„Unter Evidenzbasierter Medizin (EbM) oder evidenzbasierter Praxis im engeren Sinne versteht man eine Vorgehensweise des medizinischen Handelns, individuelle Patienten

auf der Basis der besten zur Verfügung stehenden Daten zu versorgen“ [11].

Die Umsetzung evidenzbasierter Therapiekonzepte in die klinische Praxis gelingt nicht immer [12-14]. Hierzu zeigten mehrere Studien auf, dass die Implementierung evidenzbasierten Wissens in der Akutmedizin in nur circa 55 % bis 70 % der Fälle erfolgte [15, 16]. Die größte Chance zur Verbesserung von Therapien in den nächsten Jahrzehnten könnte deshalb nicht in der Erfindung neuer Technologien, sondern in der effektiveren Anwendung von bereits existierenden Behandlungen liegen [8]. Daher sollten Forschungsanstrengungen zu evidenzbasierter Medizin immer auch die Implementierung dieser Therapien beinhalten [17]. Zur erfolgreichen praktischen Umsetzung von EbM gibt es viele Ansätze. Für jeden Ansatz sollte die historische Arzt-konzentrierte Einstellung aufgegeben werden, da aufgrund des großen medizinischen Wissensschatzes kein Arzt allein alle notwendigen Informationen ohne Außenhilfe jederzeit verfügbar haben und anhand dieser die richtigen Entscheidungen treffen kann [13]. Es sind somit die zentralen Strukturen und Prozessabläufe, die im Hinblick auf das Ziel, jeden Patienten jederzeit evidenzbasiert zu therapieren, organisiert und optimiert werden müssen [13]. Um dieses Ziel zu erreichen, sind Leitlinien eingeführt worden.

2.4 Leitlinien und Standardarbeitsanweisungen

Leitlinien medizinischer Fachgesellschaften sind „systematisch entwickelte Aussagen zur Unterstützung der Entscheidungsfindung von Ärzten, anderen im Gesundheitssystem tätigen Personen und Patienten. Das Ziel ist eine angemessene gesundheitsbezogene Versorgung in spezifischen klinischen Situationen“ [18]. Sie beruhen auf evidenzbasiertem Wissen. Standardarbeitsanweisungen (SOP) sind schriftlich fixierte standardisierte Behandlungspfade zu regelmäßig wiederkehrenden Therapien. Wie Leitlinien sollen sie dem Adressaten als Hilfestellung im Klinikalltag und als Qualitätssicherungsinstrument dienen. SOP unterscheiden sich von Leitlinien durch detaillierteres Eingehen auf Therapien und Berücksichtigung lokaler Ressourcen [19].

Die Einführung, Umsetzung und Einhaltung von Leitlinien und SOP hat in mehreren Studien durch Reduzierung der Variabilität zu einer gesteigerten Effizienz der Therapien und hierdurch zu einem patientenbezogenen sowie ökonomischen Vorteil geführt [20, 21]. Nachtigall et al. zeigten auf, dass eine 70 %ige Mindesteinhaltung der in unserer Klinik gültigen SOP zur Therapie von Pneumonien die Behandlungszeit der ersten Pneumonie-Episode ($10,11 \pm 7,95$ Tage versus $6,22 \pm 3,27$ Tage, $p < 0,001$), die Beatmungszeit ($317,59 \pm 336,18$ Stunden versus $178,07 \pm 191,33$ Stunden, $p = 0,02$)

und die intensivstationäre Verweildauer (20,24 Tagen \pm 16,59 versus 12,04 \pm 10,42 Tagen, $p < 0,001$) verkürzte [22]. Gelegentlich ist die Evidenz von Leitlinien und SOP so stark, dass deren Nichteinhaltung das optimale Patientenoutcome unmittelbar reduziert. In diesen Fällen kann das Quantifizieren der Leitlinien bzw. SOP-Einhaltung als direktes Maß für die Behandlungsqualität genutzt werden [23]. Im besten Fall können Leitlinien und SOP also für Patienten ein verbessertes Outcome und eine Hilfestellung in der „informed choice“ beinhalten, für die Krankenhausmitarbeiter als Entscheidungshilfen dienen und für die Gesundheitskostenträger finanzielle Ersparnisse einbringen [24]. Dennoch werden regelmäßig weder Leitlinien noch schriftlich fixierte SOP ebenso wenig wie EbM im Allgemeinen erfolgreich eingeführt. In einer ersten Umfrage von Martin et al. zur Analgosedierung auf deutschen Intensivstationen aus 2002 antworteten 84 % der angeschriebenen Klinikleiter ($n = 220/261$). Von diesen gaben 21 % an, eine gültige Standardarbeitsanweisung zur Analgosedierung in ihrer Klinik schriftlich fixiert zu haben [25], vier Jahre später bejahten dies 46 % der dann 82 % Antwortenden ($n = 214/261$) [26]. In 2001 veröffentlichte die American Society of Critical Care Leitlinien zur schweren Sepsis und zum septischen Schock [27]. Sieben Jahre später befragten Brunkhorst et al. die Verantwortlichen von insgesamt 454 deutschen Intensivstationen zur Einhaltung dieser Leitlinien und verglichen die Ergebnisse mit der zeitgleich gemessenen Einhaltung an insgesamt 415 septischen Patienten auf denselben ITS [28]. Die geschätzte Einhaltungsrage der Leitlinien lag bei den Tidalvolumina (TV) und Blutzuckern deutlich unter der tatsächlichen Einhaltung (geschätzt 79,9 % mit $TV < 6 \text{ ml/kg Predicted Body Weight}$, tatsächlich 2,6 %; geschätzt 65,9 % mit Blutzucker-Werten zwischen 4,4 und 6,1 mmol/l, tatsächlich 6,2 %). Neben den Limitationen der Leitlinien und SOP wie fehlende Evidenz, zu starke Beeinflussungen durch die Autoren oder den komplexen Anforderungen der Medizin nicht genügende Algorithmen sind mögliche Barrieren bei der praktischen Umsetzung zu berücksichtigen. Leitlinien und SOP können als zu einschränkend empfunden werden [24]. Ebenso kann die Unkenntnis ihrer Existenz, fehlende Vertrautheit, Zweifel am Erfolg und das Unvermögen, bisheriges Verhalten zu ändern, die Umsetzung erschweren [29]. Neben diesen, die Mitarbeiter betreffenden Aspekten, können Hindernisse durch Charakteristika der Institutionen, Patienten und Implementierungsprozesse hinzutreten [30].

Werden adäquate und evidenzbasierte Standardarbeitsanweisungen ein- und umgesetzt, können diese Indikatoren benennen, anhand derer der Erfolg eines Therapieverlaufes transparent dargestellt und somit verglichen werden kann [31]. Werden diese Indikatoren als Key Performance Indikatoren eingesetzt, können sie den Zielerreichungsgrad einer Therapie kontinuierlich und zeitnah darstellen.

2.5 Key Performance Indikatoren

Key Performance Indikatoren (KPI) gehören zu Managementsystemen, mit deren Hilfe Prozessabläufe gemessen und gesteuert werden können [32]. Sie drücken den Erfüllungsgrad hinsichtlich wichtiger Zielsetzungen aus. Idealerweise sind Veränderungen in der Effizienz der Prozessabläufe durch entsprechende Ausschläge der Kennzahlen begleitet. Da KPI abhängig von der Organisation und den zuvor ermittelten Zielen definiert werden, sind sie nur innerhalb einer Organisation gültig.

KPI in der Intensivmedizin einzusetzen, heißt, die Prozessqualität intensivtherapeutischer Interventionen darzustellen und zu optimieren [33, 34]. Grundvoraussetzung ist eine Standardisierung der Therapie mittels SOP sowie der KPI-Erfassung selbst. Außerdem muss jeder Indikator zeitnah an neue Erkenntnisse anzupassen sein [35]. Sind diese Voraussetzungen gegeben, komprimieren KPI Informationen unterschiedlicher Therapieaspekte, setzen diese als relative Kennwerte zum gewünschten Therapieereignis und können dadurch numerisch oder grafisch Informationen zur Bewertung, Vergleichbarkeit und Qualität der angewandten Behandlungspfade geben. Das Sammeln und Dokumentieren von Daten bedeutet dabei eine zusätzliche (finanzielle) Belastung für Ärzte und Krankenhäuser. Deshalb ist neben dem vorrangigen Gebrauch von bereits vorhandenen Daten die Optimierung des Nutzens unabdingbar [36]. So sollen KPI nicht nur den Therapieprozess widerspiegeln, sondern auch die Therapieergebnisse beeinflussen [37]. Innerhalb der letzten Jahre haben verschiedene Krankenhäuser über die Einführung und Kontrolle von Prozessindikatoren zur Verbesserung der Qualität ihrer Therapien und damit des therapeutischen Outcomes der Patienten berichtet [31]. Berentholtz et al. untersuchten 2001 anhand einer Literaturrecherche bereits in anderen Studien definierte Qualitätsindikatoren auf die Stärke ihrer Evidenz, ihre Übereinstimmung mit den vom IOM definierten Zielen, ihren Einfluss auf Morbidität, Tod und Kosten, ihre praktische Handhabung sowie auf mögliche Variabilität in der Messung [38]. Im Ergebnis wurden sechs auf einer starken Evidenz beruhende Prozessindikatoren von Experten in hohem

Maße empfohlen. Diese bezogen sich auf eine effektive Schmerzevaluierung, einen adäquaten Einsatz von Bluttransfusionen, die Prävention von beatmungsassoziierten Pneumonien, eine angemessene Sedierung, eine peptische Ulcera- sowie eine tiefe Venenthrombose-Prophylaxe. De Vos et al. unternahmen fünf Jahre später eine auf der Studie von Berentholtz et al. beruhende Literaturrecherche zu Qualitätsindikatoren [35]. Aus den 62 gefundenen Indikatoren wurden nach Auswahl durch eine Expertenrunde zwölf Indikatoren auf ihre Realisierbarkeit hin getestet, von denen elf Indikatoren empfohlen wurden, davon vier zum Prozess zugehörig: Liegedauer, Beatmungsdauer, Anteil an voll belegten Stationstagen und prozentualer Anteil an nicht-euglykämischen Werten. Diese Indikatoren wurden nicht gegen das Outcome der Patienten validiert. In einer retrospektiven Kohortenstudie unserer Klinik aus 2009 konnten SOP-basierte KPI als Einflussfaktoren auf das Outcome von intensivstationären Patienten identifiziert werden [33]: Eine fehlende regelmäßige Evaluation der Analgosedierung, ein mittlerer arterieller Druck ≥ 60 mmHg und ein Blutzucker ≥ 80 mg/dl erhöhten das Risiko der Mortalität, die regelmäßige Beurteilung der Analgesie sowie ein positiv inspiratorischer Druck ≤ 35 cm H₂O und ein TV ≤ 6 ml/kg verkürzten die Liegedauer. In 2010 wurden von der Deutschen Gesellschaft für Anästhesie und Intensivmedizin (DGAI) und der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensivmedizin und Notfallmedizin (DIVI) zehn Qualitätsindikatoren mit direkten Hinweisen auf ein verbessertes Outcome der Patienten mit zweijähriger Gültigkeit verabschiedet [6]. Diese beinhalten unter anderem die Beurteilung der Analgosedierung sowie eines möglichen Delirs alle acht Stunden anhand validierter Skalen und die tägliche Bearbeitung eines Weaningprotokolls.

In unserer Klinik bestehen zu sechs verschiedenen Kernbereichen in der Intensivmedizin SOP-basierte Key Performance Indikatoren. Gemäß den klinikinternen Maßgaben im Rahmen des zertifizierten Qualitätsmanagements (DIN EN ISO 9001:2008) und weiteren Studien zur Implementierung von Leitlinien [22] wird für jeden KPI eine Implementierungsrate von mindestens 70 % angestrebt. Diese Arbeit konzentriert sich auf die Bereiche Analgosedierung, Delir und Respiration.

2.5.1 Analgosedierung

Schwerkranke Patienten empfinden den Aufenthalt auf einer Intensivstation oft als anstrengend und leiden mitunter unter starken Schmerzen [39]. Die medikamentöse Analgosedierung ist häufiger Bestandteil der Therapie intensivmedizinischer Patienten. Mangelnde Analgosedierung kann unter anderem Schmerzen und Angst,

kardiovaskuläre Nebenwirkungen und erschwerte Beatmungsbedingungen hervorrufen [39]. Eine zu starke Analgosedierung kann die Extubation maschinell beatmeter Patienten jedoch auch verzögern, Komplikationen wie Pneumonien, die Entwicklung eines Delirs sowie Darmpassagestörungen hervorrufen und die intensivstationäre Liegedauer verlängern [39, 40]. Intensivmedizinische Patienten benötigen daher zur Schmerzlinderung, Beruhigung und hämodynamischen Stabilisierung eine angemessene medikamentöse Analgosedierung [41]. Eine gültige SOP mit einer zielgesteuerten Sedierung sowie häufigen Evaluationen der Analgosedierung kann diese Herausforderungen lösen [42, 43]. Zur Einschätzung der Sedierungstiefe und Schmerzstärke intensivmedizinischer Patienten werden neben physiologischen Parametern die kognitiven Funktionen beurteilt. Die nachfolgenden Scores stellen die KPI für die Analgosedierung in unserer Klinik dar. Sie schließen sich algorithmisch zusammen und stimmen mit der S3-Leitlinie zur Analgosedierung in der Intensivmedizin von der Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften e.V. (AWMF) sowie den von den intensivmedizinischen Fachgesellschaften in Deutschland empfohlenen Qualitätsindikatoren überein [6, 40].

2.5.1.1 Richmond Agitation Sedation Scale (RASS)

Mit dem RASS steht dem Behandlungsteam ein reliabler und valider Test zur Verfügung, anhand dessen eventuelle Agitationen eines Patienten beurteilt und der aktuelle Sedierungsstatus sowohl eingeschätzt als auch gesteuert werden kann, da der ermittelte RASS mit den applizierten Dosen an Analgetika und Sedativa korreliert [44].

2.5.1.2 Visuelle Analogskala (VAS)

Die Wahl des Analgetikums und die gewünschte Schmerzfreiheit müssen im Verlauf aufeinander abgestimmt werden. Der VAS stellt hierbei ein reliables und valides Hilfsmittel zur Erhebung der vom Patienten selbst berichteten Schmerzstärke dar [45].

2.5.1.3 Behavioral Pain Scale (BPS)

Mit Hilfe des BPS kann auch bei sedierten oder deliranten Patienten anhand äußerlich sichtbarer Kriterien ein Schmerzstatus reliabel und valide erhoben werden [46].

2.5.2 Delir

Das Auftreten eines Delirs im Verlauf eines Krankenhausaufenthalts ist eine häufige Komplikation. Die Prävalenz auf postoperativen Intensivstationen wird bei maschinell beatmeten Patienten mit bis zu 80 % angegeben [47]. Die Entwicklung eines Delirs ist mit einer Steigerung der intensivstationären Mortalität, Liegedauer und

Gesundheitskosten assoziiert [48]. Lundström et al. zeigten, dass die Früherkennung und Therapie des Delirs zu einer Verringerung der Delirdauer mit entsprechender Reduzierung der negativen Folgen führt [49]. Die Diagnose wird anhand der klinischen Untersuchung gestellt. Hierzu müssen jedoch valide Messinstrumente eingesetzt werden [50], die die KPI für den Bereich Delir in unserer Klinik darstellen.

2.5.2.1 Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit (CAM-ICU)

Der CAM-ICU wurde 2001 als reliabler und valider Test auf ein Delir eines Patienten von Ely et al. entwickelt, um diese Diagnose in kurzer Zeit auch durch nicht-spezialisiertes Personal in der Intensivmedizin stellen zu können [51].

2.5.2.2 Delirium Detection Score (DDS)

Der DDS wurde von Otter et al. erarbeitet, um den Schweregrad eines Delirs eines Patienten reliabel und valide zu beschreiben und symptomorientiert einzuschätzen [52].

2.5.3 Respiration

Ein wesentlicher Aspekt intensivtherapeutischer Maßnahmen ist die Behandlung pulmonaler Funktionsstörungen. Die maschinelle Beatmung nimmt eine zentrale Rolle ein. Metnitz et al. zeigten in der SAPS 3 Studie auf, dass von 13.322 intensivstationären Patienten verschiedener Länder 53 % bei Aufnahme maschinell beatmet wurden (48,8 % invasiv) [53]. Das Ergebnis der therapeutischen Beatmung wird von der Erkrankungsursache, von pharmakologischen und physiologischen Maßnahmen zur Förderung der Atmung, klinischen und apparativen Überwachungsmaßnahmen sowie der Beatmungsdauer bestimmt. Maschinelle Beatmung kann Pneumonien, Beeinträchtigungen der kardialen Leistung und eine erschwerte Sedierung hervorrufen [54]. Ein Weaningprotokoll stellt, in Kongruenz mit den Qualitätsindikatoren der deutschen intensivmedizinischen Fachgesellschaften [6], einen KPI unserer Klinik dar.

2.5.3.1 Weaningprotokoll

Im Weaningprotokoll werden Daten aus dem Beatmungsmonitoring zusammengefasst und anhand dieser ein aktueller Beatmungs- und Verlaufsstatus erhoben. Es zeigt den Entwöhnungserfolg eines Patienten an und kann so zur täglichen Entscheidung eines Spontanatmungsversuches (SBT) beitragen oder über Extubationskriterien den Zeitpunkt einer sicheren Extubation des Patienten markieren.

Robertson et al. verglichen Outcomeparameter von intensivstationär maschinell beatmeten Patienten in den ersten acht Wochen nach Einführung eines Protokolls mit täglichen SBTs mit den letzten acht Wochen der insgesamt gut einjährigen Studienzeit

[55]. Die mittlere Extubationsrate stieg von 27 % auf 42 % ($p < 0,02$) und die Beatmungsdauer fiel im Median von 5,0 Tagen auf 2,9 Tage ($p < 0,02$). Im Rahmen einer randomisiert klinischen Studie untersuchten Girard et al. 2008 ein Protokoll, das die Kombination aus SBTs und Aufwachversuchen beinhaltetete [56]. Sie zeigten auf, dass sieben Patienten anhand des Protokolls therapiert werden müssten, um ein Patientenleben zu retten (Number Needed to Treat 7,4, 95 % Konfidenzintervall (95 % CI) 4,2 bis 35,5). In unserer Klinik wurde ein von MacIntyre et al. vorgeschlagenes, an die Gegebenheiten unserer Klinik angepasstes Weaningprotokoll benutzt [57].

2.6 Feedback

In der Literatur sind zahlreiche Strategien zur Implementierung oder Verbesserung der Implementierungsraten von Qualitätsindikatoren beschrieben [31]. Neben anderen Möglichkeiten wie Schulungen, das Verteilen von Informationsmaterial und Erinnerungen stellt das von uns angewandte Feedback eine solche Strategie dar. Feedback ermöglicht es, ein System zu kontrollieren, indem Ergebnisse zur Leistung eines Systems in das System selbst wieder eingefügt werden [58]. Das Ziel ist es, dem Empfänger das eigene Verhalten und dessen Einfluss aufzuzeigen, um ihm zu ermöglichen, Entscheidungen bezüglich seines zukünftigen Verhaltens zu treffen [59].

Feedback wurde als alleinige Maßnahme oder in Kombination mit weiteren Strategien als Möglichkeit zur Verbesserung medizinischer Praxis eingesetzt [60, 61]. Die meisten Untersuchungen stellten Auswirkungen fest, ein konstant positiver Effekt wurde jedoch nicht eindeutig gezeigt [62, 63]. Jamtvedt et al. präsentierten in ihrem Review zum Effekt von Feedback nicht nur dichotome Ergebnisse (erfolgreich / nicht-erfolgreich), sondern zeigten auf, dass Feedback einen schwach negativen bis stark positiven Effekt auf die Einhaltung mit der jeweiligen Praxis nahm: Die angepasste Risikodifferenz der Einhaltung bei dichotomen Outcomeparametern variierte von einer 16 %igen Abnahme bis hin zu einer 70 %igen Zunahme (Median 0,05, IQR 0,03-0,11) [64].

Während viele Studien und Reviews dem Ansatz multipler Strategien keine nachhaltige Effektivität auf die EbM-Implementierung zuschreiben [62, 63], beschreiben de Vos et al. in einem Review aus 2011 [31] Feedback in Kombination u.a. mit Schulungen als effektivste Maßnahme zur Implementierung von Qualitätsindikatoren. Es ist dabei zu beachten, dass das Ausmaß des Einflusses auch vom Indikator selbst abhängt [65].

Feedback sollte den Empfängern möglichst zeitnah gegeben werden [66]. Durch ein computergestütztes System können solche kurzfristigen Rückmeldungen ermöglicht

werden. Wahl et al. untersuchten hierzu die Einhaltung von bereits implementierten Protokollen zur Venenthrombose- und Ulceraphylaxe, Weaning und Blutzuckerkontrolle vor und nach Einführung eines digitalen Dokumentationshilfswerkzeug mit Schulungen [67]. Den Mitarbeitern wurden für die Protokolle wichtige aktuelle Parameter der Patienten in ausgedruckter Form während der täglichen Visite gezeigt. Dabei stieg die Compliance mit den Protokollen von 32 % auf mehr als 95 %. Wahl et al. stellten dennoch keine Änderungen im Outcome (beatmungsassoziierte Pneumonie- und katheterassoziierte Sepsis-Rate) fest.

Feedback kann an einem Individuum oder einer Gruppe ausgerichtet sein. Hysong et al. verglichen sechs medizinische Einrichtungen, die Feedback in ungleicher Form erhielten und sich in der Einhaltung von Leitlinien unterschieden [68]. Das Feedback in den Einrichtungen mit hoher Einhaltung war zeitnah, nicht-bestrafend und individuell. Die Erfolgswahrscheinlichkeit von Feedback wird außerdem durch dessen Frequenz und Dauer beeinflusst [64].

2.7 Fragestellung der Arbeit

Key Performance Indikatoren auf Grundlage von Standardarbeitsanweisungen sind Teil des Qualitätsmanagements in der Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operativer Intensivmedizin der Charité. Sie stellen die Prozessqualität intensivtherapeutischer Interventionen als relative Kennwerte in Bezug zum gewünschten Therapieereignis dar. Eine wesentliche Erwartung liegt in der Prozessoptimierung evidenzbasierter Therapieformen und damit im verbesserten Outcome der Patienten. Sie stimmen mit der S3-Leitlinie zur Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin und den von der DGAI und DIVI in 2010 verabschiedeten Qualitätsindikatoren überein. Feedback ist eine mögliche Strategie zur Steigerung von Implementierungsraten. Bisher konnte hierzu kein konstanter und eindeutiger Nutzen von Feedback gezeigt werden. Primäres Ziel dieser Arbeit ist es, den Einfluss eines technischen Feedbacksystems auf die Implementierungsraten zuvor bereits eingeführter Key Performance Indikatoren bezüglich Analgosedierung, Delir und Respiration in einem intensivmedizinischen Patientenkollektiv aufzuzeigen. Dazu vergleichen wir einen dreimonatigen Zeitraum nach Einführung des technischen Feedbacksystems mit einem dreimonatigen Zeitraum davor. Für jeden Indikator wird eine Implementierungsrate von mindestens 70 % angestrebt. Sekundäres Ziel ist es, den Einfluss der Key Performance Indikatoren auf die Outcomekriterien intensivstationäre Mortalität und Liegedauer zu untersuchen.

3 Material und Methoden

3.1 Ethikvotum

Die Ethikkommission und die Datenschutzbeauftragten der Charité haben die anonymisierte Erhebung, Auswertung und Publikation der Studiendaten genehmigt.

3.2 Patientenkollektiv

Für diese Studie wurden alle Patienten berücksichtigt, die sich ausschließlich im Zeitraum vom 1.4.2008 bis zum 30.6.2008 oder vom 1.11.2008 bis zum 31.1.2009 in stationärer Behandlung auf der intensivmedizinischen Station 103i der Charité befanden. Diese von der Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operativer Intensivmedizin geführte Intensivstation versorgt hauptsächlich kardiochirurgische Patienten im postoperativen Verlauf. Bei Vorliegen folgender Kriterien wurden Patienten aus der Studie ausgeschlossen: Patienten unter 18 Jahren, Patienten mit Therapiebegrenzungen, Organspender zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme sowie Patienten mit einer stationären Aufenthaltsdauer von weniger als 24 Stunden.

3.3 Morbiditätsscores

Die Scores SOFA (Sequential Organ Failure Assessment), TISS-28 (Therapeutic Intervention Scoring System-28) und SAPS II (Simplified Acute Physiology Score II) sind Teil des Kerndatensatzes der Intensivmedizin nach den Leitlinien der DGAI [69] und werden, zusammen mit dem APACHE II (Acute and Chronic Health Evaluation Score II) bei allen intensivstationären Patienten unserer Klinik routinemäßig erfasst. Sie dienen als Ausdruck der Erkrankungsschwere eines Patienten. Der SOFA Score lässt den Grad der Organfehlfunktionen eines Patienten standardisiert abschätzen [70]. Der TISS-28 dient als Messinstrument für den pflegerischen und therapeutischen Aufwand in der intensivmedizinischen Versorgung [71]. Mit Hilfe des APACHE II und SAPS II kann anhand von physiologischen Parametern sowie unter Berücksichtigung von chronischen Vorerkrankungen, dem neurologischen Status, dem Alter des Patienten und für den SAPS II der Art der Aufnahme der akute Zustand eines Patienten beurteilt und die Prognose standardisiert werden [72, 73].

3.4 Patientendatenmanagementsystem

Für alle Patienten unserer Intensivstation wird eine elektronische Patientenakte mit Hilfe eines von der COPRA-System GmbH erarbeiteten Patientendatenmanagementsystems (PDMS) angelegt. PDMS sind elektronische Informations- und Kommunikationssysteme, die umfassende Informationen für Ärzte und Pflegekräfte

patienten- und problemorientiert erfassen. An jedem Krankenbett der Intensivstation ist eine PDMS-Arbeitsstation installiert. An dieser bettseitigen Station werden die medizinischen Geräte wie der Vitaldatenmonitor und das Beatmungsgerät direkt für die automatische Datenübernahme angeschlossen und ähnlich der klassischen Intensivkurve zur Verlaufskontrolle im PDMS dargestellt. Die respiratorischen Kennwerte werden kontinuierlich erhoben, alle 30 Minuten in das PDMS übertragen und nach einer manuellen Validierung durch die Pflegekräfte registriert. Neben dieser Basis- und Verlaufsdocumentation beinhaltet das PDMS zusätzlich die Dokumentation pflegerischer und ärztlicher Maßnahmen. Hierfür sind mehrere administrative PDMS-Arbeitsplätze an zentraler Stelle auf der Station aufgestellt. Die gesamten Informationen werden im PDMS auf 17 verschiedenen Formularseiten dargestellt. Das Manipulieren von Daten in der elektronischen Patientenakte nach Entlassung eines Patienten von der Intensivstation wird durch einen bei Entlassung aktivierten Schreibschutz verhindert.

3.5 Kennzahlcockpit

In den SOP, die von allen bettseitigen PDMS-Stationen unserer Klinik jederzeit für alle Mitarbeiter im Intranet abrufbar sind, sind alle in unserer Klinik gültigen Key Performance Indikatoren hinterlegt. Zusätzlich zur Aufführung in den SOP, wurde neben der gewöhnlichen elektronischen Patientenakte ein Kennzahlcockpit mit allen KPI als gesonderte Seite im PDMS eingerichtet (Abb. 1). Auf dieser Seite wurden keine zusätzlichen Informationen aufgeführt, sondern lediglich die KPI-relevanten Daten aus den ohnehin im PDMS gesammelten Informationen komprimiert wiedergegeben. Das Kennzahlcockpit umfasst, wie auch die restlichen Seiten der elektronischen Patientenakte, einen Zeitraum von sechs Uhr morgens bis zum jeweils nächsten Morgen um sechs Uhr. Diese 24 Stunden sind in drei Schichten à acht Stunden eingeteilt. Es werden sechs Kernbereiche der Intensivmedizin unterschieden: Analgosedierung und Delir, Respiration, Herz-Kreislauf, Renales System, Ernährung sowie Infektion. Jedem Bereich sind verschiedene Key Performance Indikatoren zugeordnet, die unter diesem aufgelistet sind. Für jeden Key Performance Indikator sind in der dazugehörigen Spalte Kästchen abgebildet, die bei Nichteinhalten der KPI-Voraussetzungen anzukreuzen sind.

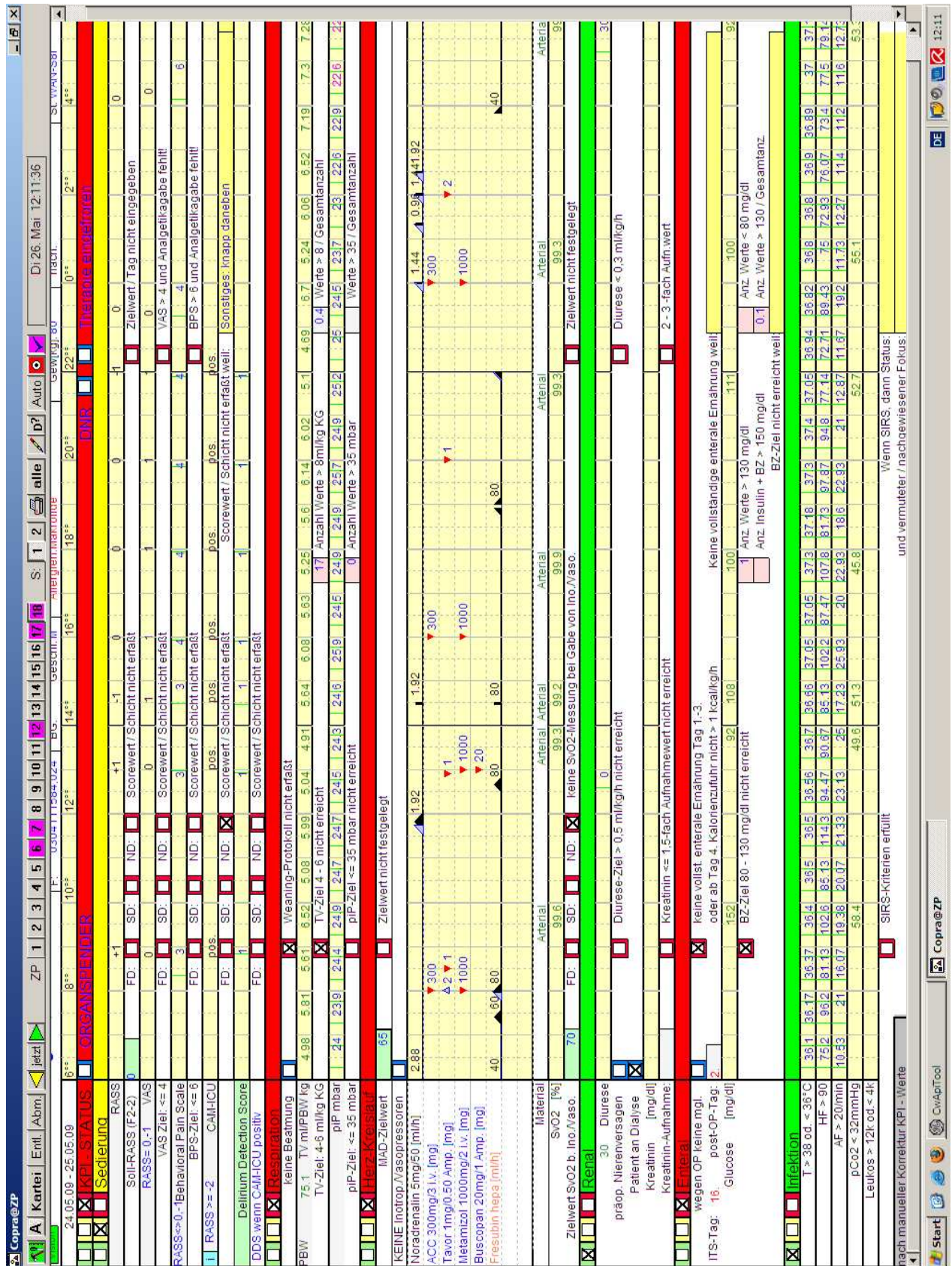


Abb. 1:
Kennzahlencockpit

3.6 Feedback

Im ersten Zeitraum vom 1.4.2008 bis zum 30.6.2008 füllten wir das Kennzahlcockpit manuell anhand der im PDMS an anderer Stelle dokumentierten Werte aus. Zeigten die hinterlegten Daten an, dass der Patient die Ziele des jeweiligen KPI erreicht hatte, wurde das jeweilige Kästchen für das Nicht-Erfüllen dieses KPI frei gelassen. Konnte ein KPI nicht erfüllt werden, kreuzten wir das hierfür vorgesehene Kästchen an. Den Mitarbeitern stand während dieses Zeitraums kein Feedback zur Verfügung. Das Ausfüllen des Kennzahlcockpits diente der reinen Datenerhebung. Im zweiten Zeitraum vom 1.11.2008 bis zum 31.1.2009 wurde die Auswertung der KPI durch Markierungen bzw. Freilassen der Kästchen in der Patientenakte jeweils am Übergang zum nächsten Tag automatisch durchgeführt. Außerdem wurde aus der Bilanz der einzelnen KPI der Gesamt-Status des jeweiligen Kernbereichs ähnlich einem Ampelsystem auf grün, sofern alle KPI erfüllt wurden, oder, falls ein KPI nicht erfüllt wurde, auf rot geschaltet. Das mit den angewählten oder freigelassenen Kästchen gekennzeichnete und farblich markierte Feedback zum jeweils vorherigen Tag stand damit allen Ärzten und Pflegekräften am nächsten Tag in der elektronischen Patientenakte zur Verfügung. Zusätzlich wurde am jeweiligen Monatsende die Einhaltung aller KPI ausgewertet und den Oberärzten der Station präsentiert.

Seit dem 1.6.2008 finden zweimal wöchentlich Schulungen zur Evaluierung von Analgosedierung und Delir für alle Pflegekräfte unserer Klinik statt. Hier werden die einzelnen Ziele für jeden KPI erklärt und die dafür nötigen Anforderungen theoretisch und praktisch unterrichtet. Zum Weaningprotokoll wurden bis zum Ende des zweiten Erhebungszeitraumes keine Schulungen durchgeführt.

3.7 Die einzelnen Key Performance Indikatoren

Diese Arbeit konzentriert sich ausschließlich auf die Bereiche Analgosedierung, Delir und Respiration.

3.7.1 Analgosedierung

3.7.1.1 RASS

Der RASS umfasst eine Skala von - 5 bis + 4. Aus Abb. 2 geht hervor, welchen Symptomen die jeweiligen Stufen entsprechen.

	Ausdruck	Beschreibung
+ 4	Streitlustig	Offene Streitlust, gewalttätig, unmittelbare Gefahr für das Personal.
+ 3	Sehr agitiert	Zieht oder entfernt Schläuche oder Katheter, aggressiv.
+ 2	Agitiert	Häufig ungezielte Bewegungen, maschinelle Beatmung dyssynchron.
+ 1	Unruhig	Ängstlich, Bewegungen jedoch weder aggressiv noch lebhaft.
0	Aufmerksam, ruhig	
- 1	Schläfrig	Nicht voll aufmerksam, aber wird durch Ansprache wach, hält Augenkontakt für >10 Sekunden.
- 2	Leichte Sedierung	Wird durch Ansprache wach, hält Augenkontakt für < 10 Sekunden.
- 3	Mäßige Sedierung	Bewegung durch Ansprache, jedoch kein Augenkontakt.
- 4	Tiefe Sedierung	Keine Reaktion auf Ansprache, jedoch Bewegung durch mechanischen Reiz.
- 5	Nicht erweckbar	Keine Reaktion auf Stimme oder körperlichen Reiz.

Abb. 2:
Beschreibung des Richmond Agitation Sedation Score [44]

Für jeden Patienten sollte einmal täglich bis spätestens 15 Uhr ein Sedierungsziel von den behandelnden Ärzten formuliert und als Ziel RASS in die Patientenakte eingegeben werden. Ist dieses nicht geschehen, wurde das Feld „Zielwert/Tag nicht eingegeben“ angekreuzt. Die tatsächliche Sedierungstiefe der Patienten sollte anhand des RASS mindestens einmal pro Schicht von Seiten der Pflege erhoben und im PDMS dokumentiert werden. War dem nicht so, wurde das Feld „Scorewert/Schicht nicht erfasst“ für die jeweilige Schicht markiert.

3.7.1.2 VAS

Um den VAS zu erheben, wird dem Patienten eine 100 mm lange Linie vorgelegt, bei der das eine Ende der Linie keinem Schmerz und das Andere dem stärksten vorstellbaren Schmerz entspricht (Abb. 3). Der Patient schätzt anhand dieser Linie seine Schmerzintensität ein und markiert diese. Die Markierung des Patienten wird daraufhin mittels einer definierten Skala von 0 bis 10 vom Untersucher quantifiziert.

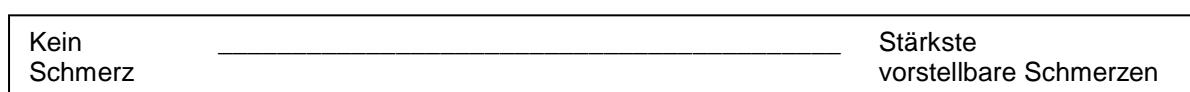


Abb. 3:
Beschreibung der Visuellen Analogskala [45]

Die Ermittlung des VAS setzt voraus, dass der Patient kooperativ und ansprechbar ist. Der VAS sollte deshalb nur dann einmal pro Schicht von Seiten der Pflege erhoben werden, wenn der Patient in dieser Schicht weder beatmet noch delirant war (entspricht einem RASS-Wert von 0 oder -1). War dies gegeben und der VAS wurde dennoch nicht erhoben, wurde das Feld „Scorewert/Schicht nicht erfasst“ angekreuzt.

3.7.1.3 BPS

Der BPS beinhaltet drei Merkmale, anhand derer jeweils bis zu vier Punkte vergeben werden (Abb. 4). Insgesamt umfasst der BPS somit eine Skala von zwölf Punkten.

Kriterium	Beschreibung	Punkte
Gesichtsausdruck	Entspannt	1
	Teilweise angespannt	2
	Stark angespannt	3
	Grimassieren	4
Obere Extremität	Keine Bewegung	1
	Teilweise Bewegung	2
	Anziehen mit Bewegung der Finger	3
	Ständiges Anziehen	4
Adaptation an das Beatmungsgerät	Tolerierung	1
	Seltenes Husten	2
	Kämpfen mit dem Beatmungsgerät	3
	Kontrollierte Beatmung nicht möglich	4

Abb. 4:
Beschreibung der Behavioral Pain Scale [46]

Der BPS sollte von der Pflege anstatt des VAS erhoben werden, wenn der Patient entweder beatmet und/oder delirant war (RASS ungleich 0 oder -1). Wurde der BPS in dieser Situation in der jeweiligen Schicht nicht erhoben, wurde das Kästchen „Scorewert/Schicht nicht erfasst“ markiert.

3.7.2 Delir

3.7.2.1 CAM-ICU

Der CAM-ICU beinhaltet vier Dimensionen (Abb. 5). Neben den vom Betreuer zu beantwortenden Fragen zum Bewusstsein des Patienten, werden dem Patienten selbst einfache Fragen oder Aufgaben gestellt. Das Ergebnis des CAM-ICU wird als positiv, negativ oder unmöglich angegeben.

Merkmal 1: Akuter Beginn oder schwankender Verlauf?

1 A: Ist der geistige Zustand des Pat. anders als vor der Erkrankung?

oder

1 B: Zeigt der Pat. in den letzten 24 Stunden Veränderungen in seinem Geisteszustand?

Merkmal 2: Aufmerksamkeitsstörung?

2 A: Attention Screening Examination mit Buchstaben

oder

2 B: Attention Screening Examination mit Bildern

Merkmal 3: Unorganisiertes Denken?

(Positiv, wenn die Summe aus Score 3A und 3B weniger als 4 Punkte ergibt, max. 5 Punkte)

3A: Vier Ja/Nein Fragen (max. 4 Punkte)

und

3B: Zwei Aufforderungen (max. 1 Punkt)

Merkmal 4: Bewusstseinsstörung?

Ist der aktuelle RASS des Patienten ungleich 0?

Gesamt CAM-ICU (Merkmale 1, 2 UND entweder 3 oder 4 positiv): positiv, negativ oder unmöglich

Abb. 5:

Beschreibung der Confusion Assessment Method für die Intensivmedizin [51]

Voraussetzung für die Durchführung dieses Scores ist, dass der Patient verbal oder nonverbal antworten kann. Der CAM-ICU sollte deshalb nur dann von den Pflegekräften einmal pro Schicht erhoben werden, wenn der RASS in der Schicht ≥ -2 betrug. Wurde der CAM-ICU in diesem Fall nicht erhoben, wurde das Feld „Scorewert/Schicht nicht erfasst“ angekreuzt.

3.7.2.2 DDS

Der DDS setzt sich aus fünf verschiedenen Merkmalen zusammen, die jeweils mit Punktwerten von 0, 1, 4 und 7 bewertet werden (Abb. 6). Ein Summenergebnis von ≥ 8 bedeutet ein positives Testergebnis. Die Einstufung der einzelnen Dimensionen erfolgt anhand einer Untersuchung bzw. Befragung des Patienten. Sie obliegt dem Untersucher.

Orientiertheit	
Orientiert zu Zeit, Ort und Person, Patient kann sich konzentrieren.	0
Patient kann sich nicht konzentrieren, unsicher zu Zeit und/oder Ort.	1
Patient nicht orientiert zu Zeit und/oder Ort.	4
Patient nicht orientiert zu Zeit, Ort und Person.	7
Halluzinationen	
Keine Halluzinationen.	0
Zeitweise leichte Halluzinationen.	1
Ständig leichte bis mittlere Halluzinationen.	4
Ständig schwere Halluzinationen.	7
Agitation	
Normale Aktivität.	0
Etwas gesteigerte Aktivität.	1
Moderate Unruhen oder Ruhelosigkeit.	4
Schwere Unruhe.	7
Angst	
Keine Angst in Ruhe.	0
Geringe Angst.	1
Zeitweise moderate Angst.	4
Akute Panikzustände.	7
Paroxysmales Schwitzen	
Keine Hyperhidrosis.	0
Kaum fassbar, meist nur an Handinnenflächen.	1
Schweißtropfen auf der Stirn.	4
Schwere Hyperhidrosis (nassgeschwitzt).	7
Delirium: positiv, wenn ≥ 8 Punkte	

Abb. 6:
Beschreibung der Delirium Detection Scale [52]

Der DDS sollte von den Pflegekräften nur dann erfasst werden, wenn der CAM-ICU in dieser Schicht positiv war. Wurde der DDS unter dieser Bedingung nicht erhoben, wurde das Feld „Scorewert/Schicht nicht erfasst“ markiert.

3.7.3 Respiration

Wurde der Patient in der jeweiligen Schicht nicht beatmet, wurde das Feld „keine Beatmung“ markiert.

3.7.3.1 Weaningprotokoll

Die algorithmische Bearbeitung des Weaningprotokolls zur Entwöhnung der Patienten vom Beatmungsgerät ist in Abb. 7 beschrieben.

Liegt eine Beatmung > 24 Stunden vor und entfällt die Indikation zur Beatmung?
Wenn Antwort „Ja“, nächste Frage. Wenn Antwortet „Nein“, Spontanatmungsversuch nicht möglich.

Liegt eine akute Myokardischämie oder ein kardiogener Schock vor?
Wenn Antwort „Nein“, nächste Frage. Wenn Antwort „Ja“, Spontanatmungsversuch nicht möglich.

Liegt eine neu aufgetretene hämodynamisch relevante Arrhythmie vor?
Wenn Antwort „Nein“, nächste Frage. Wenn Antwort „Ja“, Spontanatmungsversuch nicht möglich.

Sind alle Schutzreflexe vorhanden?
Wenn Antwort „Ja“, evaluieren, ob nachfolgend genannte Kriterien erfüllt sind. Wenn Antwortet „Nein“, Spontanatmungsversuch nicht möglich.

Folgende Kriterien müssen aus dem PDMS übernommen werden und erfüllt sein:

- Respiratorische Kriterien
 - o Fraktion des inspirierten O₂ ≤ 0,4
 - o Sauerstoffsättigung ≥ 90 %
 - o Positiv endexpiratorischer Druck ≤ 8 cm H₂O (> 1h)
 - o Atemminutenvolumen < 15 l/min
 - o Keine Katecholamine (erlaubt: Noradrenalin/Adrenalin ≤ 0,1 µg/kg/min, Dopamin oder Dobutamin ≤ 5 µg/kg/min)
- Kriterium Wachheit
 - o RASS = 0 oder -1
 - o Ggf. Glasgow Coma Scale ≥ 8 bei neurochirurgischen/neurologischen Patienten
- Metabolische Kriterien
 - o Temperatur < 38.5 °C

Wenn hierbei ein Kriterium nicht erfüllt ist, Spontanatmungsversuch nicht möglich.

Wenn alle Kriterien erfüllt sind, wird der Spontanatmungsversuch für eine Stunde durchgeführt.

Dabei werden folgende Parameter jeweils nach 5, 10, 20, 30, 40, 50 und 60 Minuten dokumentiert:

- Assistierte Spontanbeatmung: 7 cm H₂O aktive Befeuchtung bzw. 10 cm H₂O mit Heat Moisture Exchanger
- Positiv endexpiratorischer Druck ≤ 8 cm H₂O
- Keine automatische Tubus-Kompensation
- Flowtrigger < 3 l/min

Wird der SBT für über eine Stunde erfolgreich durchgeführt und der PaO₂ beläuft sich auf > 60 mmHg, der pH-Wert auf > 7,32 und der Anstieg des PaCO₂ auf < 15 mmHg, wird eine Extubation angestrebt.

Der SBT muss abgebrochen werden wenn:

- Partielle Sauerstoffsättigung < 85 %
- Eines der folgenden Kriterien > 3 Minuten lang erfüllt ist
 - o Partielle Sauerstoffsättigung ≥ 85 % und ≤ 90 %
 - o Atemfrequenz > 35/min oder < 7/min
 - o Tidalvolumen < 5 ml/kg KG
 - o Tobin Index (Atemfrequenz / Tidalvolumen) > 105
 - o Herzfrequenz ≥ 120/min oder Herzfrequenzveränderung > 20 %
 - o Systolischer Blutdruck ≥ 180 mmHg oder Blutdruckveränderung > 20 %
 - o Vigilanzminderung mit einem RASS < - 2
 - o Stressreaktion mit einem RASS ≥ 2

Abb. 7:
Beschreibung des Weaningprotokolls [57]

Das Weaningprotokoll sollte von dem jeweils behandelnden Arzt für jeden über 24 Stunden lang maschinell beatmeten Patienten einmal täglich abgearbeitet werden. Wurde der Patient in der jeweiligen Schicht bereits über 24 Stunden beatmet und das

Weaningprotokoll nicht ausgefüllt, wurde das Feld „Weaningprotokoll nicht erfasst“ angekreuzt. Das Weaningprotokoll wurde als „erfasst“ angesehen, wenn der behandelnde Arzt aufgrund der Beantwortung der oben genannten Fragen und/oder aufgrund der automatisch im Weaningprotokoll gespiegelten Parameter bis 15 Uhr des jeweiligen Tages das Feld „Kriterien für SBT nicht erfüllt“ angekreuzt hat oder aber anhand der Fragen und Verlaufsdaten keine Einwände gegen einen SBT bestanden und dieser vom behandelnden Team durchgeführt und dokumentiert wurde. Konnte der Spontanatmungsversuch über eine Stunde erfolgreich durchgeführt werden, mussten anschließend die jeweils zutreffenden Felder für die Extubationskriterien vom behandelnden Arzt markiert und gegeben falls eine Extubation vorgenommen werden.

3.8 Statistik

Die Ergebnisse zur Charakterisierung der Patientenkollektive sind für kategoriale Variablen als absolute und relative Häufigkeiten angegeben, für kontinuierliche Größen als Mittelwert \pm Standardabweichung im Fall normalverteilter Merkmale, als Median [Interquartilsabstand] bei nicht-normalverteilten kontinuierlichen und ordinalen Merkmalen. Die Überprüfung der Normalverteilung erfolgte mit dem modifizierten Kolmogorov-Smirnov-Test (Lilliefors). Unterschiede in den allgemeinen Charakteristika beider Patientenkollektive (vor bzw. nach Einführung des Feedbacksystems) wurden bezüglich nicht-normalverteilter metrischer oder ordinaler Variablen mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Testes geprüft, bei normalverteilten metrischen Merkmalen mittels des t-Tests sowie für kategoriale Variablen anhand des Chi-Quadrat-Tests.

Um eventuelle Unterschiede in der Einhaltungsrates der KPI nach Einführung des Feedbacksystems analysieren zu können, wurden zunächst relative Häufigkeiten zur KPI-Einhaltung für jeden Patienten pro Tag in beiden Zeiträumen berechnet. Die relativen Häufigkeiten stellen das Verhältnis der am Patienten erfüllten KPI und den KPI, die laut SOP an dem Tag hätten erfüllt werden müssen (= 100 %), dar. Als Beispiel: Ein Patient lag einen Tag auf Station, so dass in jeder der drei Schichten mindestens einmal der Sedierungsstatus mittels RASS hätte ermittelt werden müssen. Tatsächlich wurde der RASS jedoch nur in zwei Schichten erhoben. Damit ergäbe sich für den Patienten an diesem Tag eine relative Häufigkeit von 0,66 für das Erheben des RASS. Diese prozentualen Anteile wurden jeweils über die betreffenden Patienten als arithmetischer Mittelwert \pm Standardabweichung angegeben.

Für die absoluten Werte der KPI-Scores RASS, VAS, BPS wurde ein Mittelwert pro

Patient und Tag aus den am Patienten an dem jeweiligen Tag erhobenen Werten, unabhängig von der Anzahl der Messungen, berechnet. Der Mittelwert der absoluten Höhe des erhobenen RASS pro Patient und Tag wurde vom Ziel RASS des Patienten am gleichen Tag subtrahiert, um die tägliche Differenz aus dem Sedierungsziel und dem tatsächlichen Status zu analysieren.

Um eine allgemeingültige Aussage über eventuelle Unterschiede in der KPI-Einhaltung sowie der absoluten Werte der Scores zwischen den zwei Zeiträumen über die Zeit hinweg (longitudinale Daten in stationären Aufenthaltstagen) treffen zu können, wurde im zweiten Schritt sowohl der gesamte zeitliche Verlauf der beobachteten KPI mittels einer nichtparametrischen multivariaten Varianzanalyse für wiederholte Messungen nach Brunner [74], als auch für Unterschiede an den einzelnen stationären Aufenthaltstagen als besonders wichtige Zeitpunkte (univariate post-hoc-Tests) sowohl innerhalb einer Gruppe (Wilcoxon-Tests) sowie zwischen den Gruppen (Mann-Whitney-Tests) analysiert. Um einen Kompromiss zwischen wenigen Fehlstellen (missings) und vielen Patienten für die multivariate Analyse zu finden, wurde der erste bis fünfte stationäre Aufenthaltstag zur statistischen Auswertung herangezogen. In der Analyse des KPI Weaningprotokoll wurde hingegen nur der zweite bis fünfte stationäre Tag berücksichtigt. Dies ergab sich aus der Bedingung, dass die Ärzte erst nach Ablauf der ersten 24 Stunden dazu angehalten waren, ein Weaningprotokoll für den jeweiligen Patienten zu bearbeiten.

Die angestrebte 70 %ige KPI-Einhaltungsrate ist deskriptiv in den Grafiken dargestellt. Abschließend wurden folgende Variablen mit (abhängigen) Messwiederholungen (longitudinale Merkmale) auf ihren Einfluss auf die intensivstationäre Mortalität und Liegedauer in multivariaten Regressionsanalysen mit Hilfe des Modells verallgemeinerter Schätzgleichungen (Generalized Estimating Equations, GEE) getestet: Mittlerer TISS-28, SOFA Score, SAPS II, APACHE II, die relative Häufigkeit der Ziel RASS-Dokumentation, der RASS-Erhebung, der BPS/VAS-Erhebung sowie die jeweiligen absoluten Werte dieser Scores, die relative Häufigkeit der CAM-ICU-Erhebung sowie der Bearbeitung des Weaningprotokolls.

Ein $p < 0,05$ wurde als statistisch signifikant definiert. Die Vielzahl vorgenommener statistischer Tests versteht sich als eine explorative Analyse ohne Adjustierung des Fehlers 1. Art. Zur statistischen Auswertung aller Parameter wurden die Statistikprogramme SPSS Inc. Version 15.0 und SAS Version 9.2 benutzt.

4 Ergebnisse

4.1 Patientenkollektiv

Unter Beachtung der Ausschlusskriterien wurden insgesamt 205 Patienten für die Auswertung dieser Studie berücksichtigt (Abb. 8). In dem Zeitraum vor der Einführung des technischen Feedbacksystems wurden 111 Patienten eingeschlossen, in dem Zeitraum danach 94 Patienten.

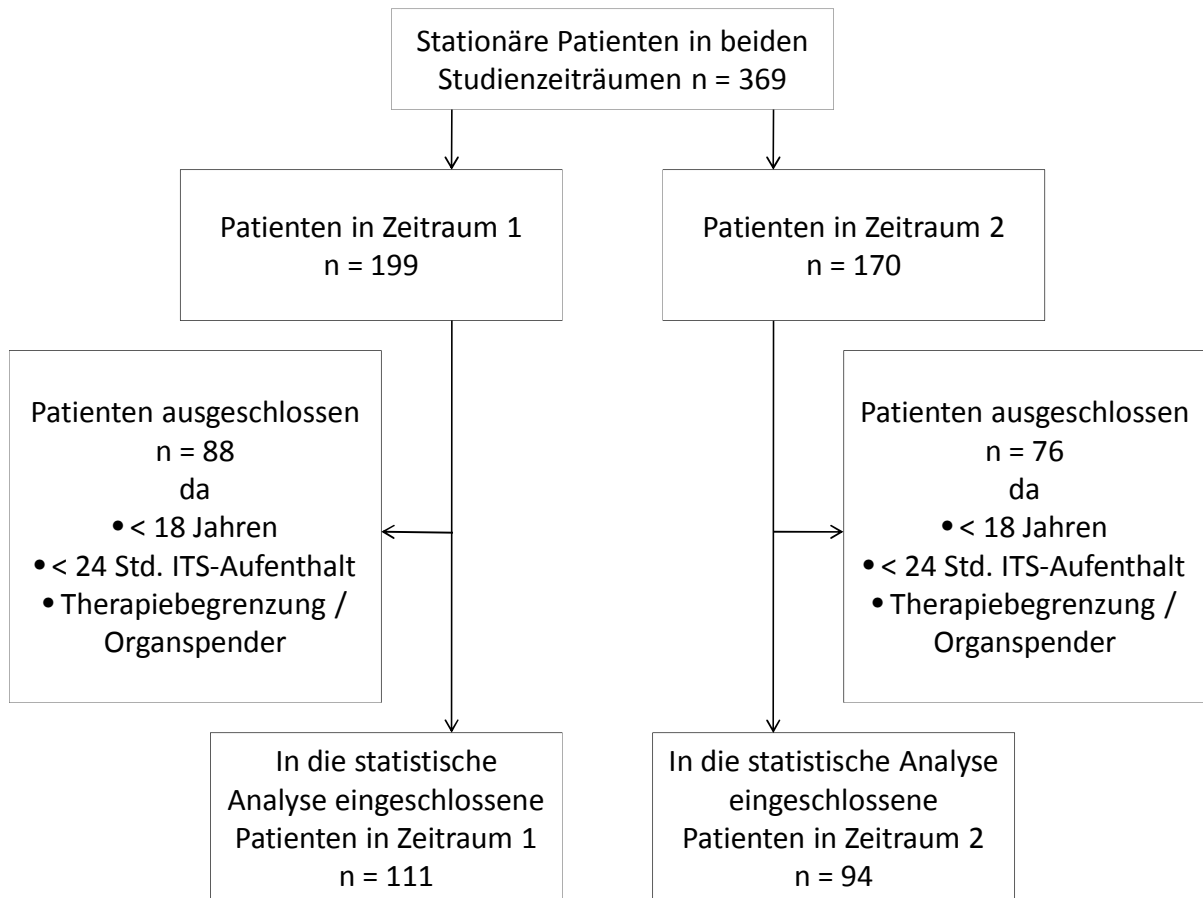


Abb. 8:

Flussdiagramm der Patientenkollektivgewinnung

Im Folgenden wird einfachheitshalber von Zeitraum 1 und 2 bzw. erstem und zweitem Zeitraum statt von „vor bzw. nach Einführung des technischen Feedbacksystems“ gesprochen.

4.1.1 Geschlechterverteilung

Die Auswertung der Geschlechterverteilung (Tab. 1) ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen Zeitraum 1 und 2 ($p = 0,52$). In beiden Zeiträumen lagen deutlich mehr männliche als weibliche Patienten auf Station.

Tab. 1:

Geschlechterverteilung pro Zeitraum

		Zeitraum 1 (n = 111)		Zeitraum 2 (n = 94)	
		Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Geschlecht	Weiblich	39	35,1 %	29	30,9 %
	Männlich	72	64,9 %	65	69,1%

4.1.2 Altersverteilung

Das durchschnittliche Alter aller Patienten lag bei 67,5 Jahren \pm 11,8. Im ersten Zeitraum betrug das mittlere Lebensalter 65,9 \pm 12,9 Jahre, im zweiten Zeitraum 69,3 \pm 10,1 Jahre. Die Verteilung der Altersklassen (Abb. 9) wies einen signifikanten Unterschied zwischen beiden Zeiträumen auf ($p = 0,04$). Während im ersten Zeitraum der größte prozentuale Anteil an Patienten in der Altersklasse von 61 bis 70 Jahren lag, war dieser im zweiten Zeitraum hingegen in der Altersklasse 71 bis 80 Jahre.

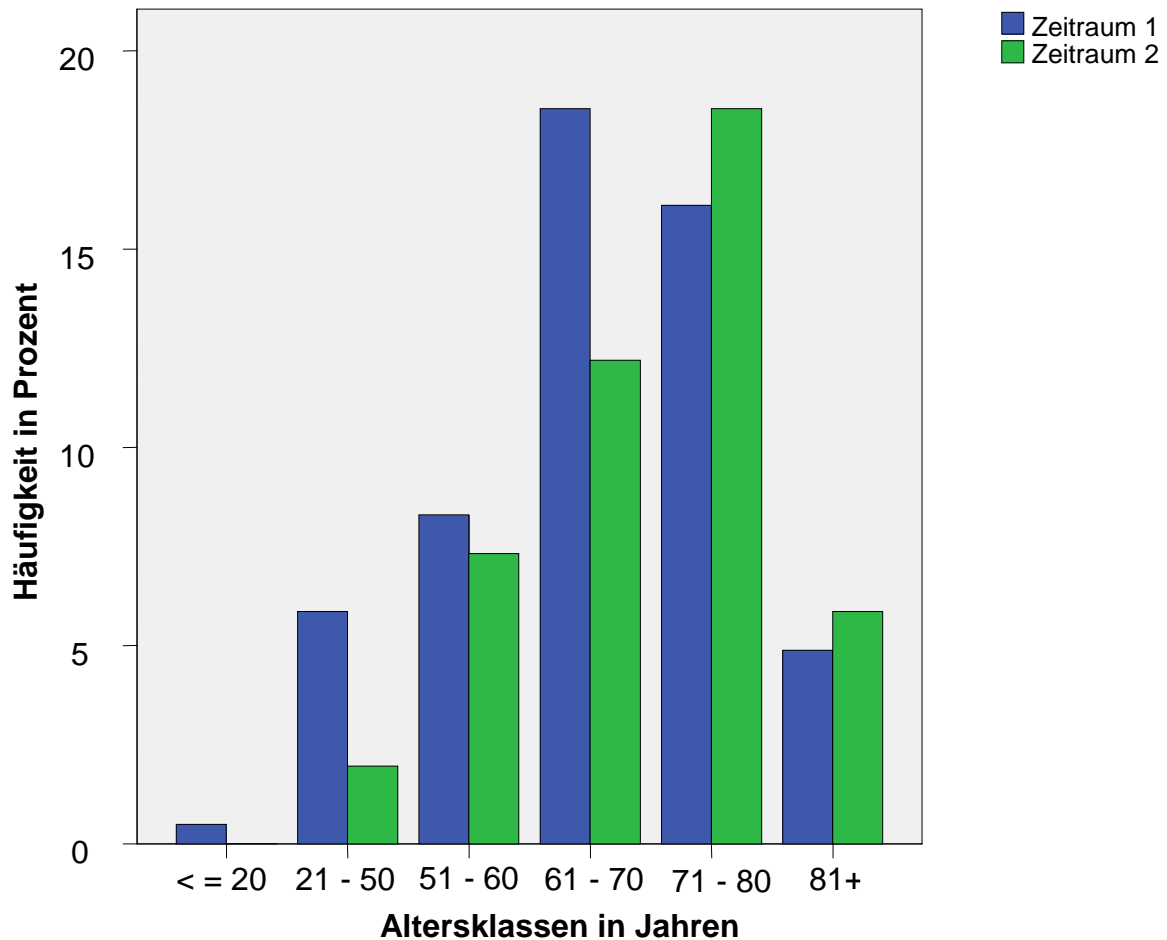


Abb. 9:
Prozentuale Verteilung der Altersklassen in Zeitraum 1 und 2

4.1.3 Morbiditätsscores

Die Scores (Median bzw. Mittelwert des Scores aller Patienten im jeweiligen Zeitraum) zur Charakterisierung kritisch kranker Patienten lagen im ersten Zeitraum nicht signifikant niedriger als im zweiten Zeitraum (Tab. 2).

Tab. 2:
SOFA Score, TISS-28, SAPS II, APACHE II pro Zeitraum

	Zeitraum 1 (n = 111)	Zeitraum 2 (n = 94)	p-Wert (exakt)
SOFA Score	6,7 [4,4]	6,7 [3,3]	0,65
TISS-28	36,0 ± 7,2	36,9 ± 7,3	0,29
SAPS II	41,9 ± 1,3	43,3 ± 1,4	0,67
APACHE II	21,3 ± 0,6	21,4 ± 0,7	0,85

4.1.4 Intensivstationäre Behandlungs- und Beatmungsdauer

Die mediane intensivstationäre Behandlungsdauer (Abb. 10) war in Zeitraum 2 um 0,3 Tage nicht signifikant länger als in Zeitraum 1 (2,8 [3,8] Tage versus 3,1 [4,6] Tage, $p = 0,14$). Ebenso war die Beatmungsdauer (Abb. 11) in Zeitraum 2 mit im Median 43,5 [74,5] Stunden nicht signifikant länger als in Zeitraum 1 mit 32,0 [62,0] Stunden ($p = 0,09$).

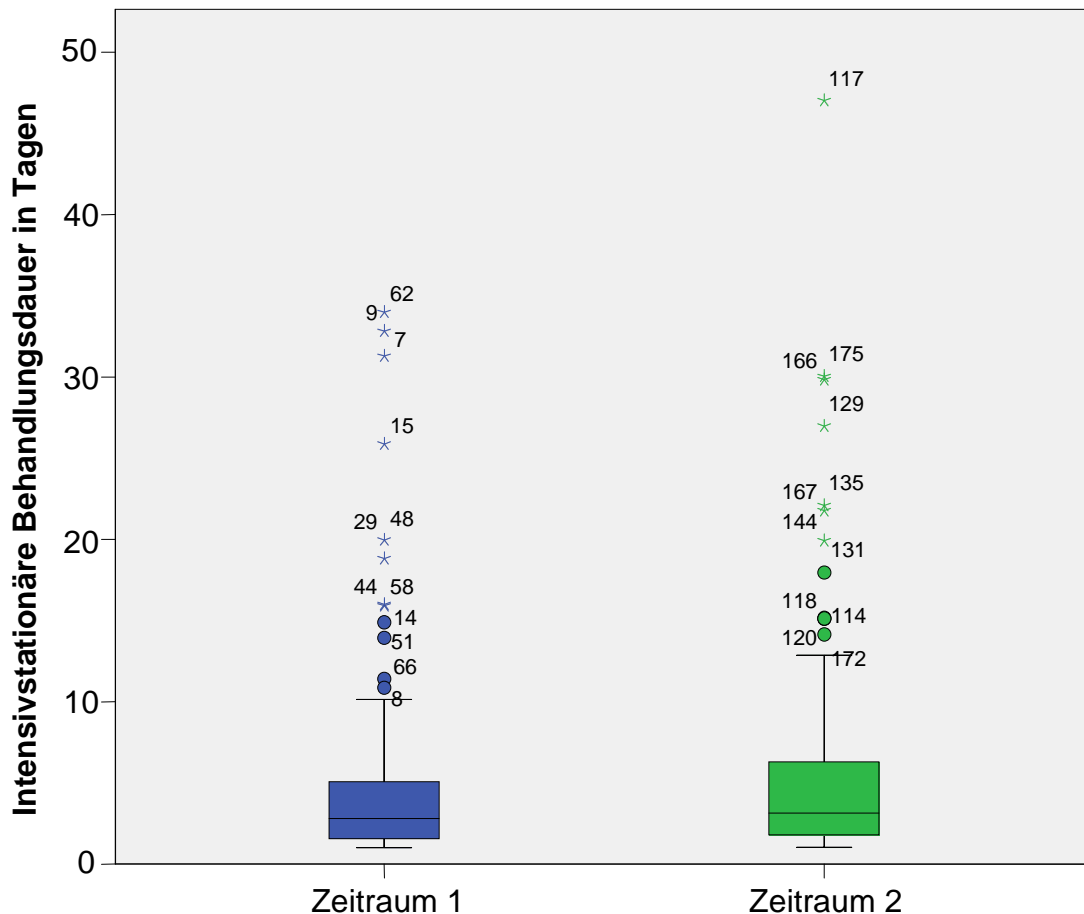


Abb. 10:
Intensivstationäre Behandlungsdauer in Tagen in Zeitraum 1 (n = 111) und 2 (n = 94)

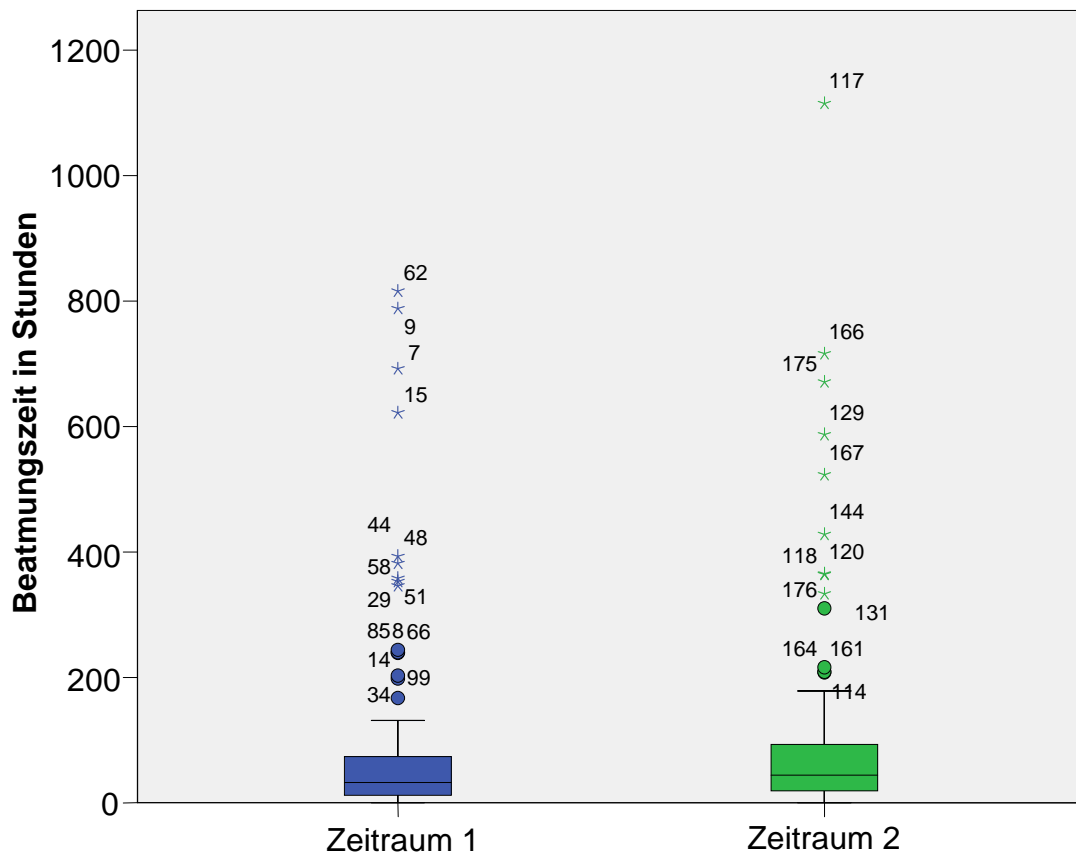


Abb. 11:
Intensivstationäre Beatmungsdauer in Stunden in Zeitraum 1 (n = 111) und 2 (n = 94)

4.1.5 Delir

Die Diagnose Delir wurde als mindestens ein positiver CAM-ICU pro Patient definiert. Aufgrund der im ersten Zeitraum geringen Implementierungsrate des CAM-ICU kann keine Prävalenz angegeben werden. Im zweiten Zeitraum lag die Prävalenz des Delirs unter allen Patienten mit mindestens einem erhobenen CAM-ICU bei 29 % (n = 20/69).

4.1.6 Mortalität

Von 205 Patienten starben 20 Patienten auf der ITS (Tab. 3). Die höhere Mortalität in Zeitraum 2 unterschied sich nicht signifikant von der in Zeitraum 1 (p = 0,182).

Tab. 3:
Mortalität pro Zeitraum

		Zeitraum 1 (n = 111)		Zeitraum 2 (n = 94)	
		Anzahl	Prozent	Anzahl	Prozent
Mortalität	Patient gestorben	8	7,2 %	12	12,8 %
	Patient überlebt	103	92,8 %	82	87,2 %

4.2 Implementierungsraten der einzelnen KPI

4.2.1 Analgosedierung

4.2.1.1 RASS

Im ersten Zeitraum wurde der Ziel RASS innerhalb der ersten fünf stationären Tage pro Patient und Tag von den behandelnden Ärzten signifikant häufiger festgelegt als im zweiten Zeitraum ($p = 0,04$) (Abb. 12). Der prozentuale Anteil an Patienten mit einem täglich festgelegtem Ziel RASS lag dabei in Zeitraum 1 zwischen $0,67 \pm 0,48$ und $0,90 \pm 0,30$, in Zeitraum 2 im Bereich von $0,61 \pm 0,49$ bis $0,83 \pm 0,38$.

Im zeitlichen Verlauf nahm die Häufigkeit der Festlegung eines täglichen Ziel RASS signifikant ab ($p < 0,01$).

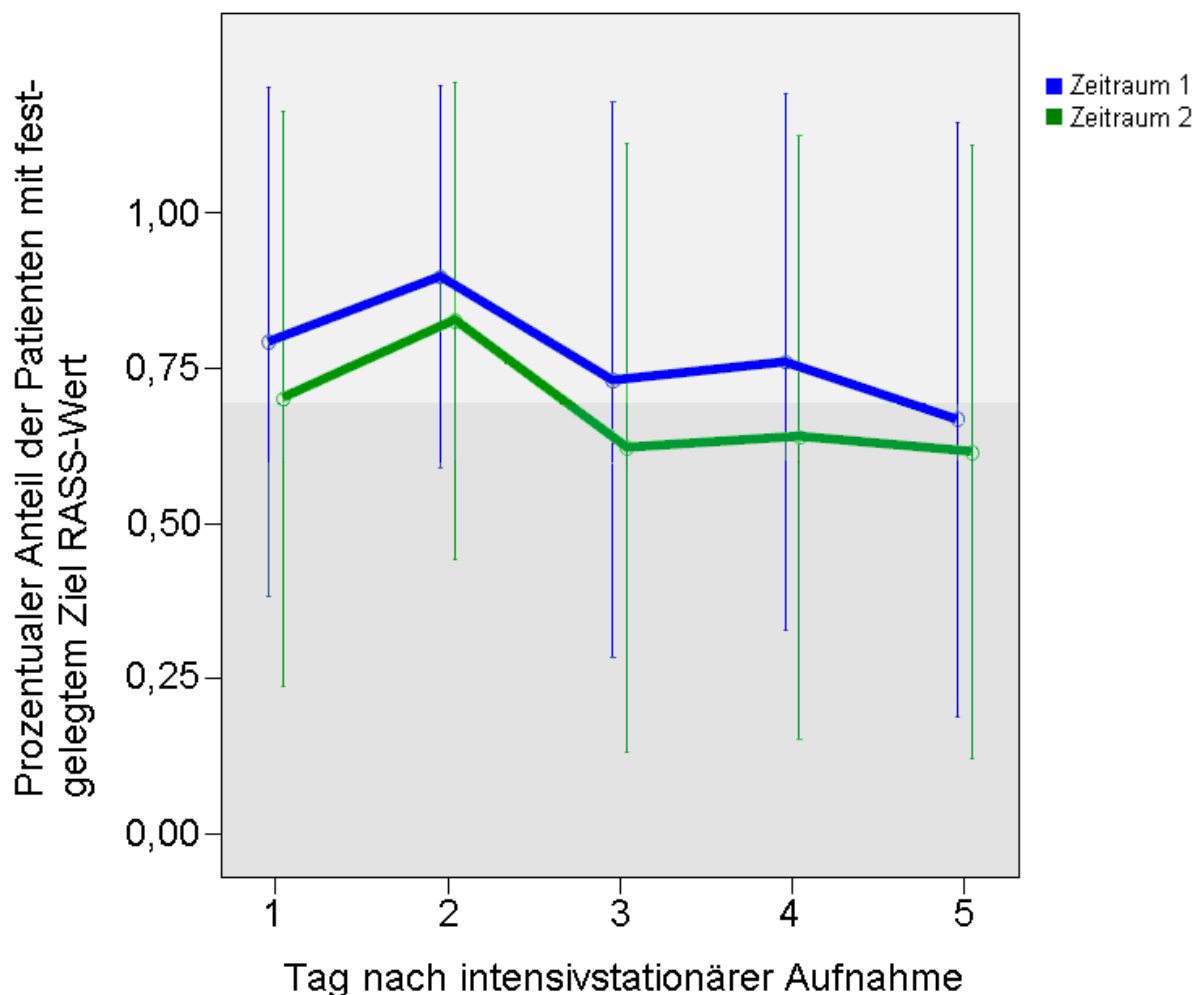


Abb. 12:

Tägliche Festlegung eines Ziel RASS-Wertes als prozentualer Anteil (1,0 = 1 Wert pro Patient und Tag) im Verlauf der ersten fünf stationären Tage in Zeitraum 1 und 2. Mittelwerte mit Darstellung der Standardabweichung. Signifikanter Unterschied zwischen beiden Zeiträumen sowie im zeitlichen Verlauf ($p < 0,05$).

Hinsichtlich der absoluten Höhe der Ziel RASS-Werte unterschieden sich die beiden Zeiträume innerhalb der ersten fünf stationären Tage signifikant voneinander ($p = 0,02$) (Abb. 13). In Zeitraum 2 lagen die mittleren Ziel RASS-Werte mit $-2,5 \pm 1,9$ bis $-0,6 \pm 1,3$ deutlich tiefer als in Zeitraum 1 mit $-1,0 \pm 1,4$ bis $-0,6 \pm 1,2$. Die Patienten sollten somit im zweiten Zeitraum tiefer sediert werden als im ersten Zeitraum. In beiden Zeiträumen nahm die absolute Höhe der Ziel RASS-Werte über die ersten fünf intensivstationären Tage im Mittel zu ($p < 0,01$), d.h. die Patienten sollten im zeitlichen Verlauf weniger tief sediert werden.

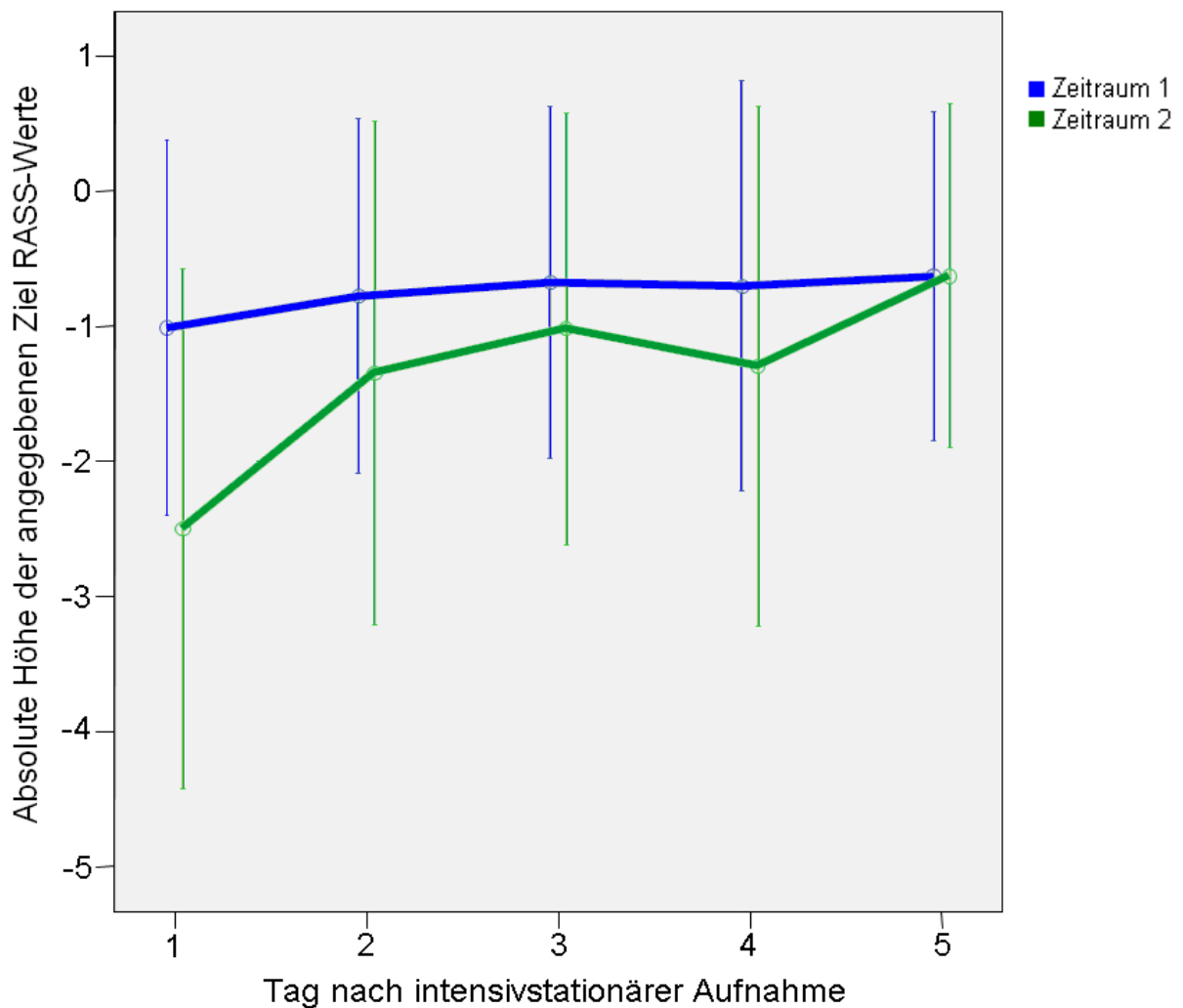


Abb. 13:

Absolute Höhe der täglich angegebenen Ziel RASS-Werte im Verlauf der ersten fünf intensivstationären Tage in Zeitraum 1 und 2. Mittelwerte mit Darstellung der Standardabweichung. Signifikanter Unterschied zwischen beiden Zeiträumen sowie im zeitlichen Verlauf ($p < 0,05$).

Bezüglich der relativen Häufigkeit der RASS-Evaluierung innerhalb der ersten fünf stationären Tage unterschieden sich die beiden Zeiträumen nicht signifikant voneinander ($p = 0,35$) (Abb. 14): Während die prozentualen Anteile an der laut SOP vollständigen RASS-Erhebung am ersten Tag mit $0,54 \pm 0,36$ in Zeitraum 1 und $0,65 \pm 0,33$ in Zeitraum 2 noch differierten, glichen sie sich über die nächsten vier Tage an. Im zeitlichen Verlauf nahm die Häufigkeit der RASS-Evaluierung im Verhältnis zu der Anzahl der Evaluierungen, die hätte durchgeführt werden müssen, mit einem Maximum am fünften Tag (erster Zeitraum $0,73 \pm 0,36$, zweiter Zeitraum $0,71 \pm 0,30$) signifikant zu ($p = 0,02$).

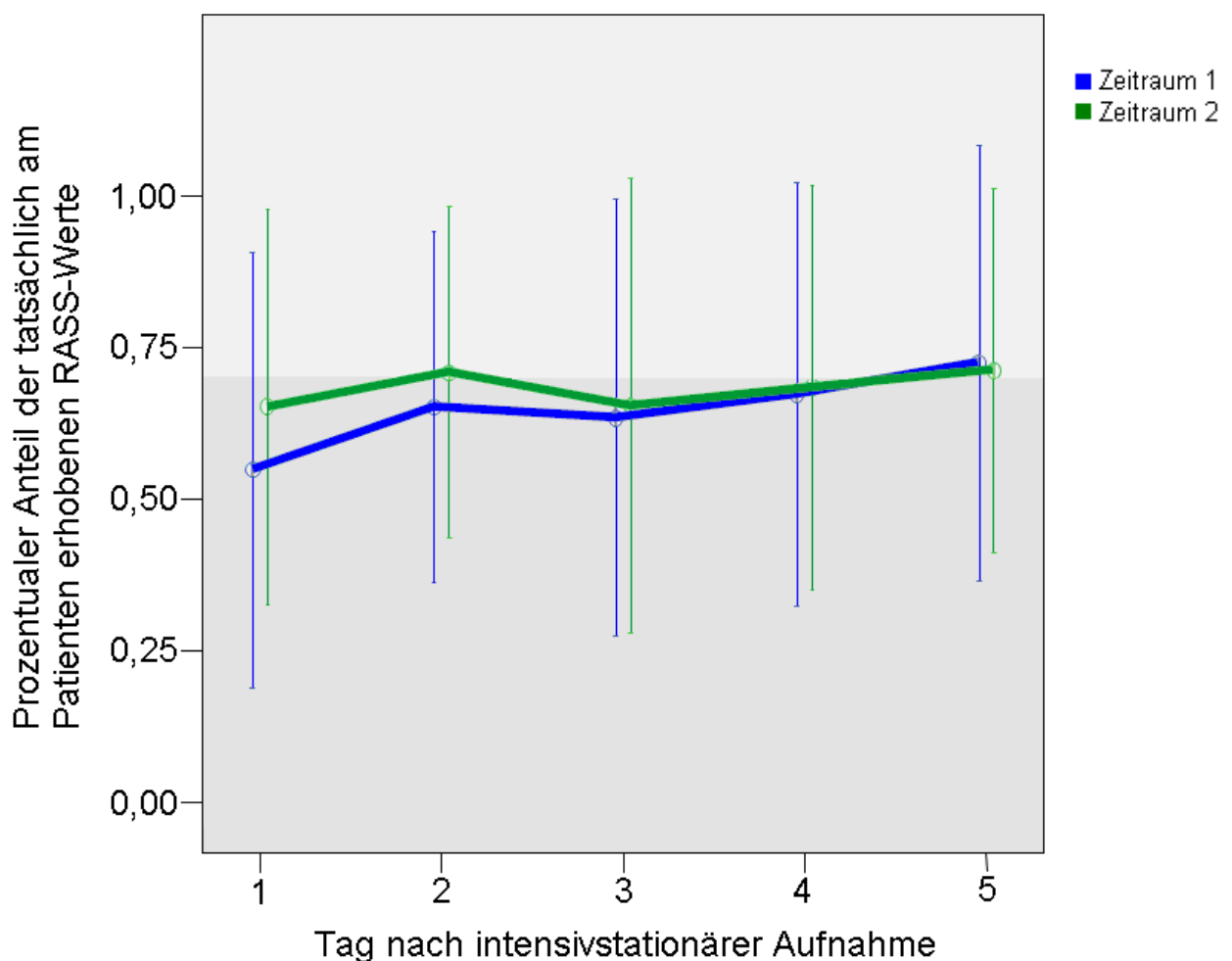


Abb. 14:

Erhebung des RASS-Wertes als prozentualer Anteil (1,0 = 1 Wert pro Patient und Schicht) im Verlauf der ersten fünf intensivstationären Tage in Zeitraum 1 und 2. Mittelwerte mit Darstellung der Standardabweichung. Signifikanter Unterschied im zeitlichen Verlauf ($p < 0,05$).

Die im Mittel absolute Höhe der an den Patienten erhobenen RASS-Werte betrug in Zeitraum 1 ($-2,7 \pm 1,6$ bis $-0,9 \pm 1,8$) signifikant weniger als in Zeitraum 2 ($-3,4 \pm 1,9$ bis $-1,6 \pm 2,1$, $p = 0,03$) (Abb. 15). Die Pflegekräfte schätzten die Patienten innerhalb der ersten fünf Tage demnach im zweiten Zeitraum tiefer sediert ein als im ersten Zeitraum. Im zeitlichen Verlauf der ersten fünf Tage nahm die anhand der RASS-Werte kodierte Sedierungstiefe der Patienten in beiden Zeiträumen signifikant ab ($p < 0,01$).

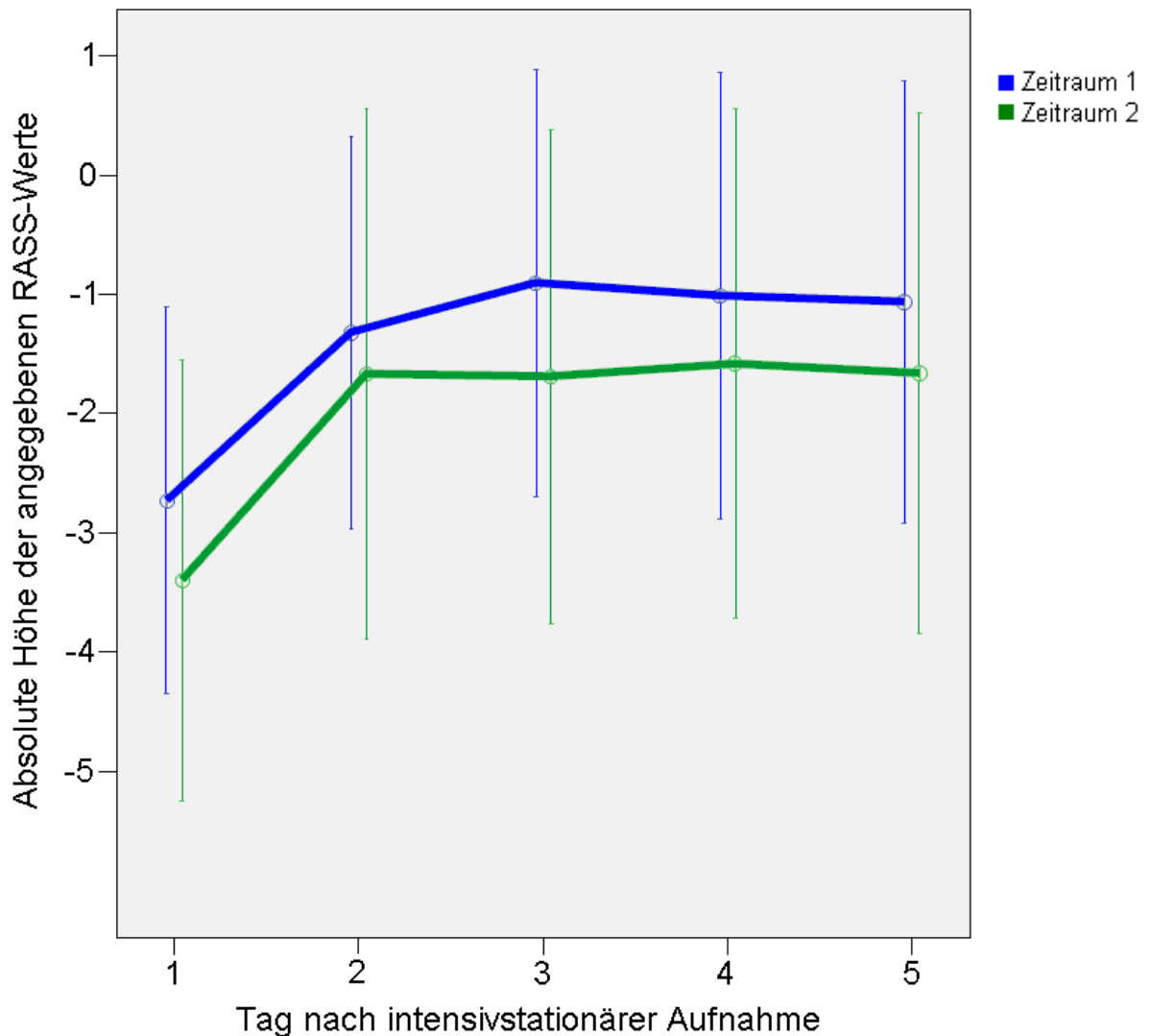


Abb. 15:

Absolute Höhe der täglich an den Patienten erhobenen RASS-Werte im Verlauf der ersten fünf intensivstationären Tage in Zeitraum 1 und 2. Mittelwerte mit Darstellung der Standardabweichung. Signifikanter Unterschied zwischen beiden Zeiträumen sowie im zeitlichen Verlauf ($p < 0,05$).

Die beiden Zeiträume unterschieden sich hinsichtlich der Differenz zwischen der von den Ärzten festgelegten Höhe der Ziel RASS-Werte als tägliches Sedierungsziel eines Patienten und der im Mittel absoluten Höhe der an den Patienten von den Pflegekräften erhobenen RASS-Werte nicht signifikant voneinander ($p = 0,96$) (Abb. 16).

Im zeitlichen Verlauf hingegen nahm die Differenz signifikant ab ($p < 0,01$) mit einem Maximum in beiden Zeiträumen am ersten Tag ($1,4 \pm 1,4$ bzw. $1,0 \pm 1,5$) und einem Minimum an Differenz zwischen Sedierungsziel und tatsächlicher Sedierung am dritten Tag in Zeitraum 1 ($0,2 \pm 1,0$) und vierten Tag in Zeitraum 2 ($0,4 \pm 1,0$).

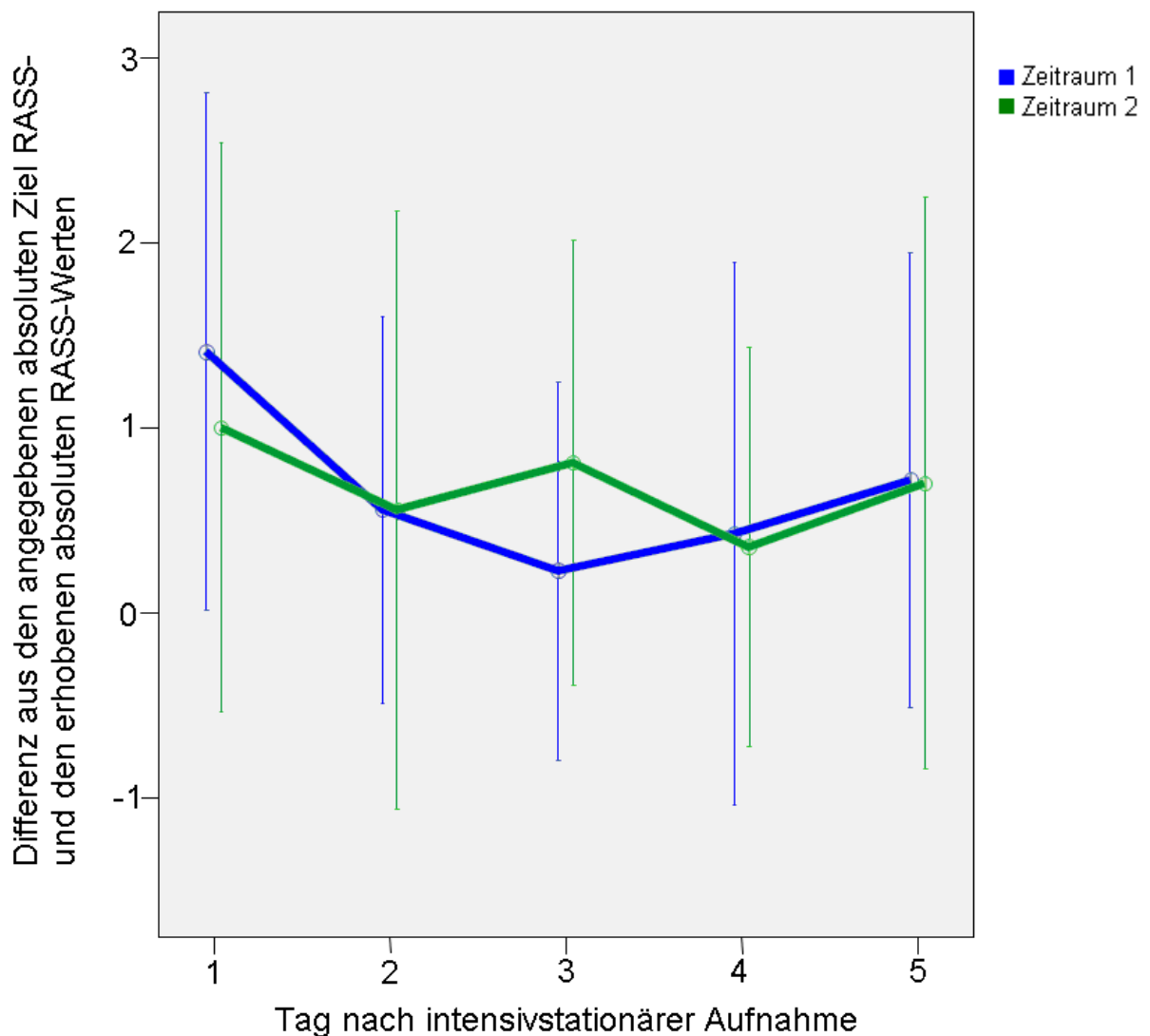


Abb. 16:

Differenz aus den Mittelwerten der angegebenen absoluten Ziel RASS- und den der erhobenen absoluten RASS-Werte im Verlauf der ersten fünf intensivstationären Tage in Zeitraum 1 und 2. Mittelwerte mit Darstellung der Standardabweichung. Signifikanter Unterschied im zeitlichen Verlauf ($p < 0,05$).

4.2.1.2 VAS oder BPS

Der prozentuale Anteil von erhobenen VAS- oder BPS-Werten an den jeweiligen VAS- oder BPS-Werten, die laut SOP hätten erhoben werden sollen, lag innerhalb der ersten fünf stationären Tage im zweiten Zeitraum signifikant höher als im ersten Zeitraum ($p = 0,04$) (Abb. 17). Die relative Häufigkeit schwankte in Zeitraum 1 zwischen $0,56 \pm 0,38$ und $0,69 \pm 0,35$, in Zeitraum 2 zwischen $0,65 \pm 0,35$ und $0,72 \pm 0,39$. Im zeitlichen Verlauf der ersten fünf Tage ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in der relativen Häufigkeit des Erhebens von VAS- oder BPS-Werten ($p = 0,37$).

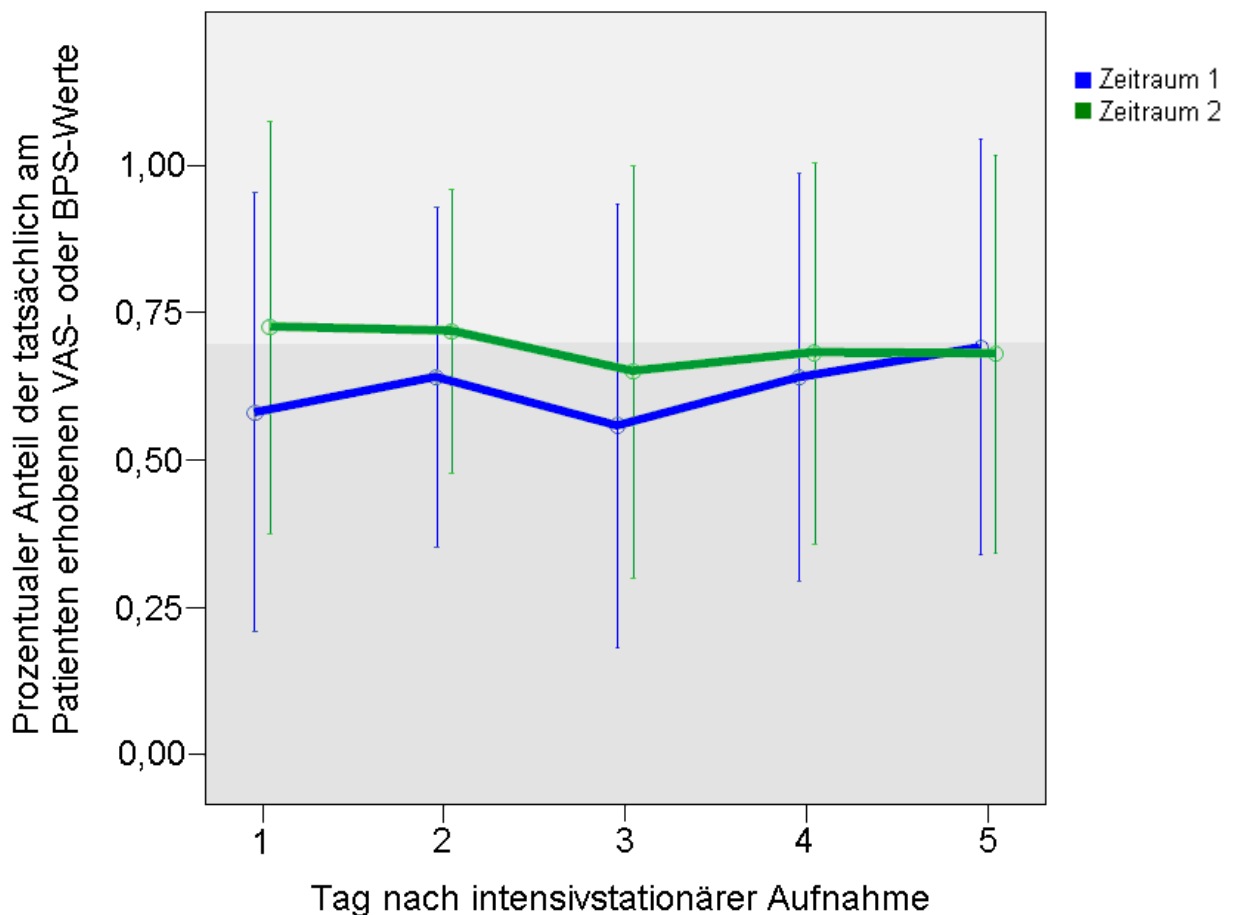


Abb. 17:

Erhebung von VAS- oder BPS-Werten als prozentualer Anteil (1,0 = 1 Wert pro Patient und Schicht) im Verlauf der ersten fünf intensivstationären Tage in Zeitraum 1 und 2. Mittelwerte mit Darstellung der Standardabweichung. Signifikanter Unterschied zwischen den beiden Zeiträumen ($p < 0,05$).

Die beiden Zeiträume unterschieden sich in der im Mittel berechneten absoluten Höhe der VAS- sowie der BPS-Werte nicht signifikant voneinander ($p = 0,21$). Die absolute Höhe der Schmerzscores änderte sich jedoch im Verlauf der ersten fünf stationären Tage ($p < 0,01$) (Abb. 18, 19): Die absoluten Werte des VAS nahmen im zeitlichen Verlauf ab (von maximal $1,8 \pm 1,8$ in Zeitraum 1 bzw. $1,5 \pm 2$ in Zeitraum 2 auf minimal $0,4 \pm 0,6$ bzw. $0,3 \pm 0,7$), die des BPS zu (von minimal $3,7 \pm 1,3$ in Zeitraum 1 bzw. $3,7 \pm 1,4$ in Zeitraum 2 auf maximal $5,0 \pm 2,0$ bzw. $4,8 \pm 1,9$). Die deutlichste Steigerung in den BPS-Werten fiel dabei auf den Übergang vom ersten auf den zweiten Tag.

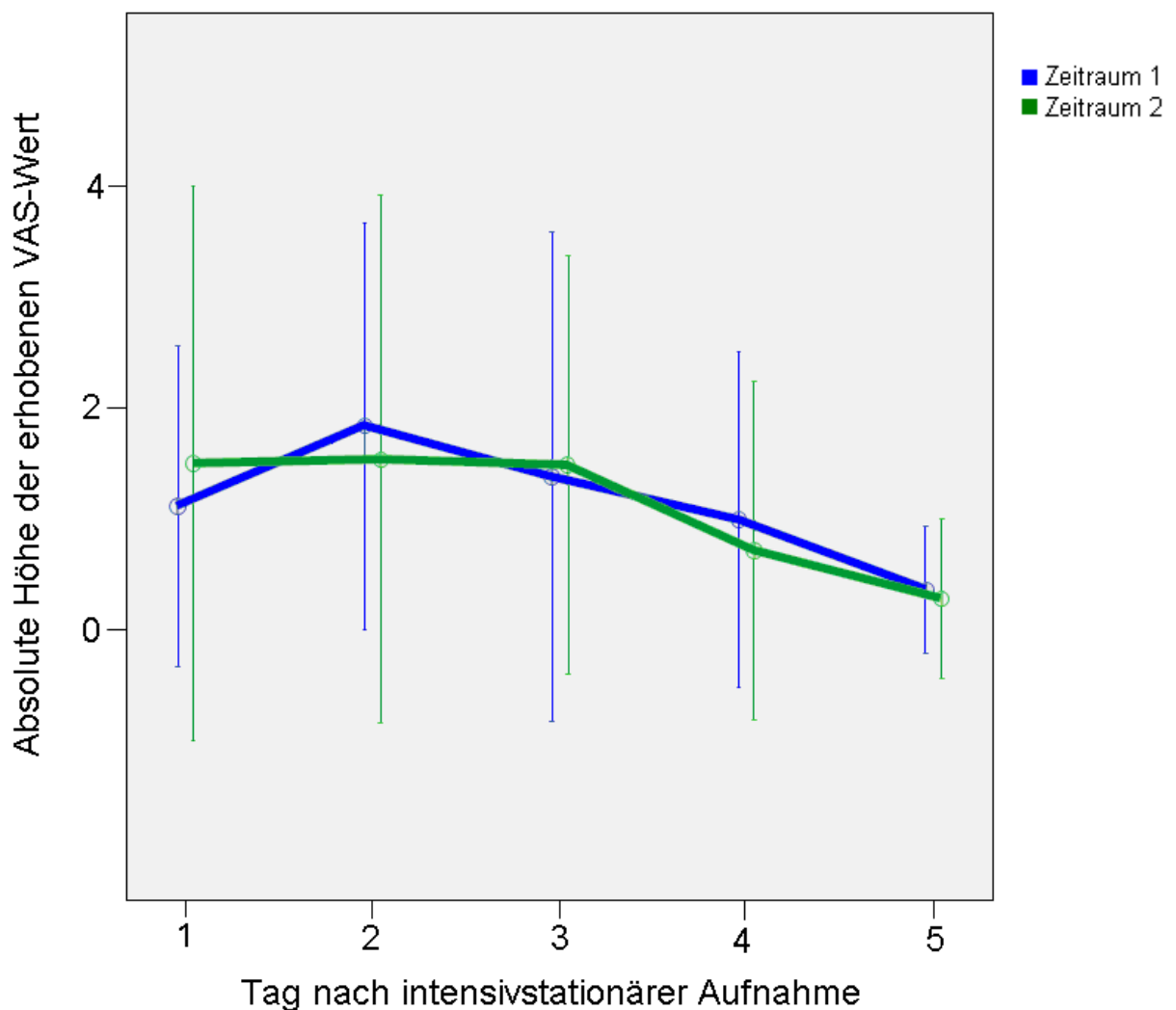


Abb. 18:

Absolute Höhe der täglich an den Patienten erhobenen VAS-Werte im Verlauf der ersten fünf intensivstationären Tage in Zeitraum 1 und 2. Mittelwerte mit Darstellung der Standardabweichung. Signifikanter Unterschied im zeitlichen Verlauf ($p < 0,05$).

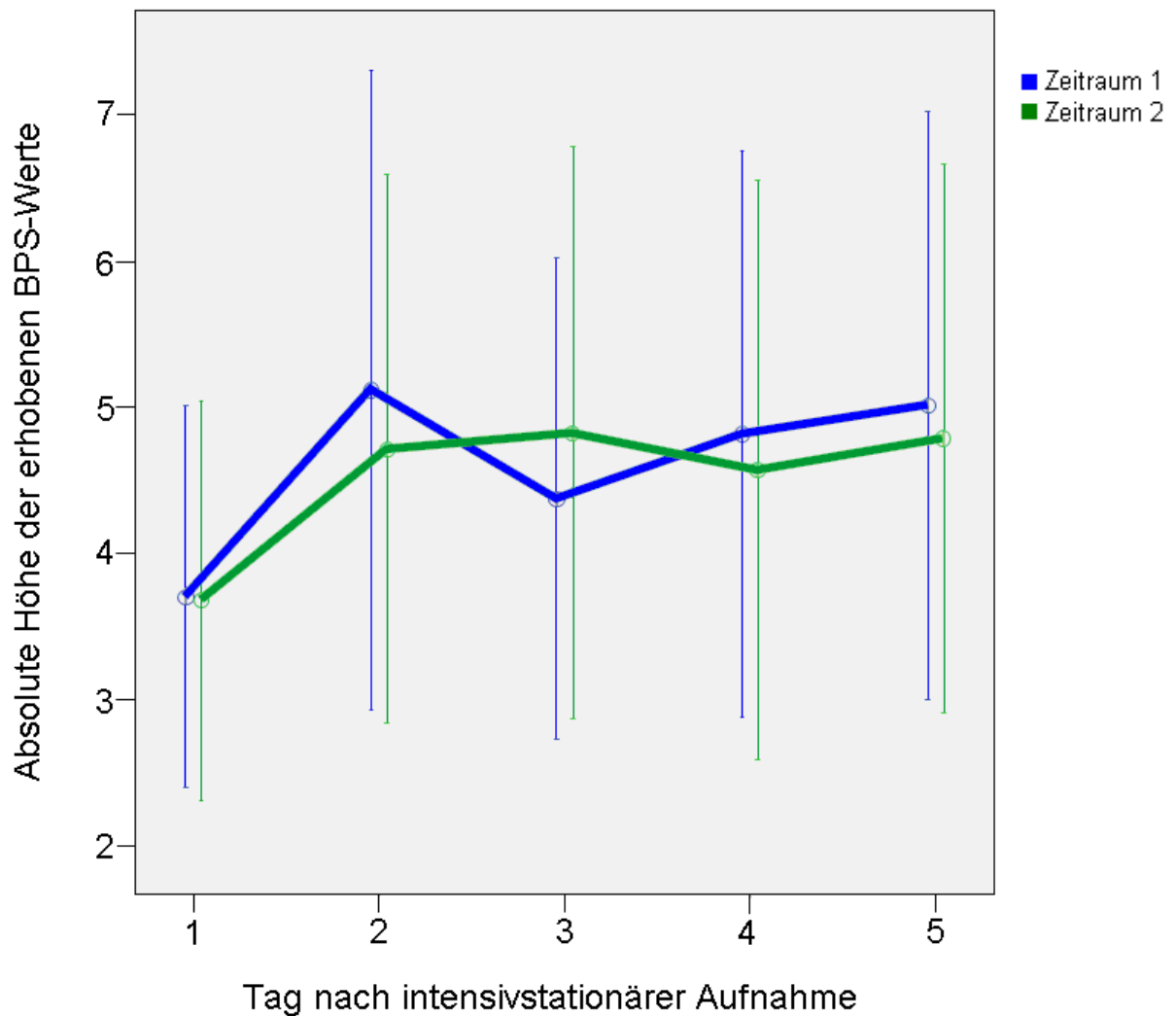


Abb. 19:

Absolute Höhe der täglich an den Patienten erhobenen BPS-Werte im Verlauf der ersten fünf intensivstationären Tage in Zeitraum 1 und 2. Mittelwerte mit Darstellung der Standardabweichung. Signifikanter Unterschied im zeitlichen Verlauf ($p < 0,05$).

4.2.2 Delir

4.2.2.1 CAM-ICU

Der CAM-ICU wurde im zweiten Zeitraum innerhalb der ersten fünf stationären Tage relativ häufiger durchgeführt als im ersten Zeitraum ($p < 0,01$) (Abb. 20). Während der prozentuale Anteil von erhobenen CAM-ICU an der laut den SOP vollständigen Evaluierung im ersten Zeitraum bei $0,00$ bis $0,04 \pm 0,18$ lag, wurde der CAM-ICU im zweiten Zeitraum mit einer relativen Häufigkeit von $0,29 \pm 0,40$ bis $0,64 \pm 0,38$ innerhalb der ersten fünf Tage nach Aufnahme erhoben.

Auch über die Zeit hinweg veränderte sich die relative Häufigkeit der CAM-ICU-Evaluierung signifikant ($p < 0,01$): Sie nahm über die fünf Tage hinweg zu.

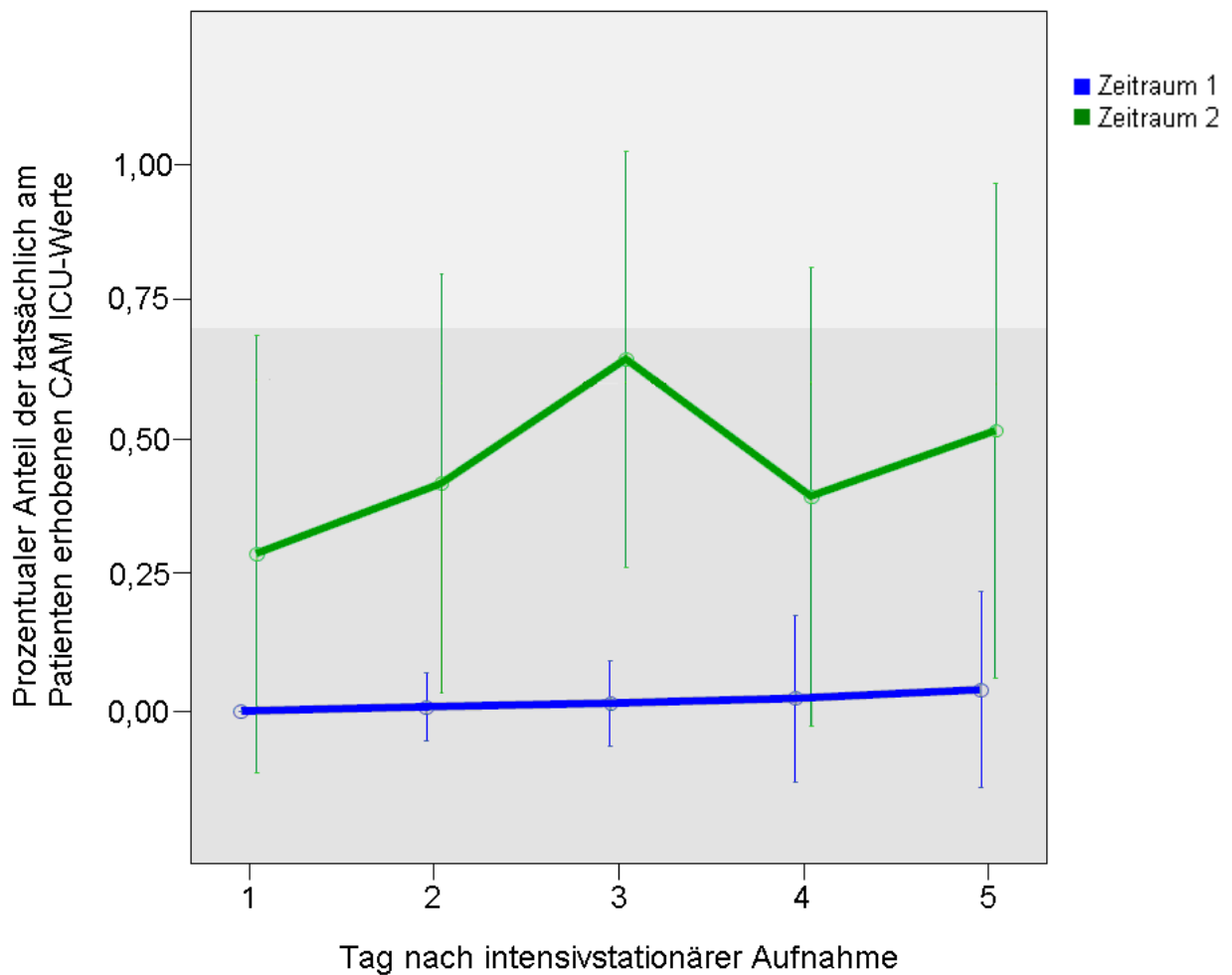


Abb. 20:

Erhebung von CAM-ICU-Werten als prozentualer Anteil (1,0 = 1 Wert pro Patient und Schicht falls RASS \geq -2) im Verlauf der ersten fünf intensivstationären Tage in Zeitraum 1 und 2. Mittelwerte mit Darstellung der Standardabweichung. Signifikanter Unterschied zwischen beiden Zeiträumen sowie im zeitlichen Verlauf ($p < 0,05$).

4.2.2.2 DDS

Da der DDS nur erhoben werden sollte, wenn zunächst der CAM-ICU positiv ausfiel und das Erheben des CAM-ICU an einen zuvor erhobenen RASS-Wert geknüpft war, wurde eine Indikation zur Erhebung des DDS zu keinem Zeitpunkt im ersten Zeitraum und im zweiten Zeitraum nur an vereinzelt stationären Tagen gestellt. Daher war eine statistische Auswertung zur Erhebung von DDS-Werten in unserer Stichprobe nicht möglich.

4.2.3 Respiration

4.2.3.1 Weaningprotokoll

Im zweiten Zeitraum wurde das Weaningprotokoll für Patienten mit mindestens 24-stündiger maschineller Beatmung relativ häufiger von den behandelnden Ärzten vom zweiten bis vierten Tag nach Aufnahme bearbeitet als im ersten Zeitraum ($p < 0,01$) (Abb. 21). Der prozentuale Anteil an beatmeten Patienten mit einem pro Tag bearbeiteten Weaningprotokoll lag in Zeitraum 1 zwischen 0,00 und $0,03 \pm 0,16$, in Zeitraum 2 hingegen zwischen $0,30 \pm 0,47$ und $0,41 \pm 0,50$.

Im zeitlichen Verlauf vom zweiten bis vierten Tag nach Aufnahme änderte sich die relative Häufigkeit des Bearbeitens eines Weaningprotokolls nicht signifikant ($p = 0,32$).

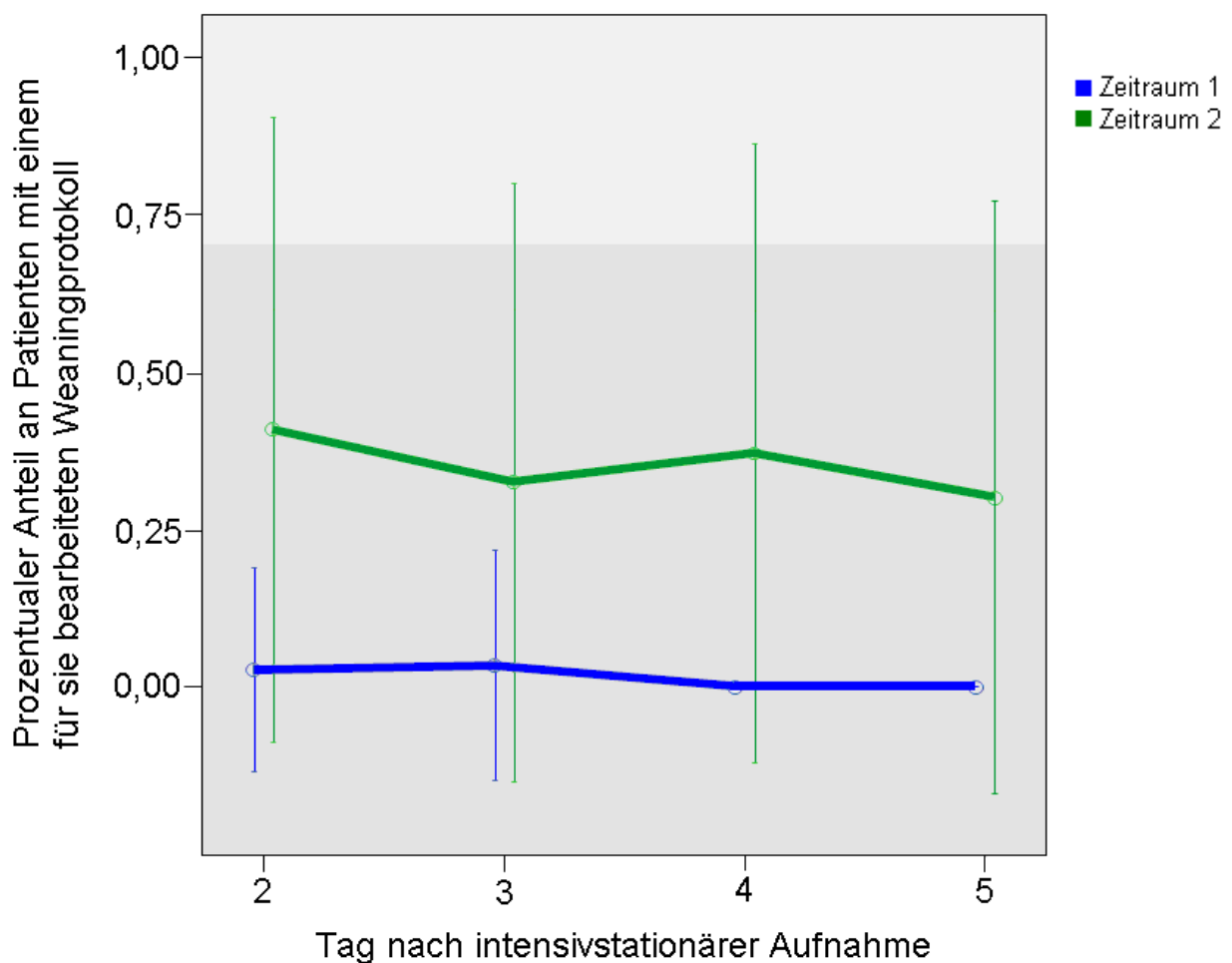


Abb. 21:

Tägliche Bearbeitung des Weaningprotokolls bei maschinell beatmeten Patienten als prozentualer Anteil ($1,0 =$ Bearbeitetes Weaningprotokoll pro ≥ 24 Stunden beatmeten Patienten und Tag) im Verlauf des zweiten bis fünften stationären Tages in Zeitraum 1 und 2. Mittelwerte mit Darstellung der Standardabweichung. Signifikanter Unterschied zwischen beiden Zeiträumen ($p < 0,05$).

4.3 Einfluss der KPI auf das Outcome der Patienten

4.3.1 Einfluss auf die intensivstationäre Mortalität

In der multivariaten Regressionsanalyse nach GEE resultierten der SOFA-Wert sowie die absolute Höhe des Ziel RASS-Wertes als signifikante Einflussfaktoren auf das intensivstationäre Mortalitätsrisiko (Tab. 4): Es zeigte sich, dass die Sterbewahrscheinlichkeit für einen Patienten umso größer war, je höher die absoluten Punktwerte der täglich erhobenen SOFA-Werte dieses Patienten lagen ($p = 0,03$). Die Sterbewahrscheinlichkeit verringerte sich hingegen umso stärker, je höher für einen Patienten die absoluten Werte des Ziel RASS von den Ärzten festgelegt wurden, d.h. je weniger tief der Patient sediert werden sollte ($p = 0,04$).

Tab. 4:

Einfluss der Variablen auf die intensivstationäre Mortalität

	Schätzwert	Standardfehler	95 % - CI		p-Wert
			unteres	oberes	
TISS-28	0,0014	0,0018	-0,0022	0,0050	0,45
SOFA Score	0,0111	0,0049	0,0014	0,0208	0,03
SAPS	0,0000	0,0016	-0,0030	0,0031	0,97
APACHE	-0,0001	0,0024	-0,0048	0,0045	0,96
Absolute Höhe des Ziel RASS	-0,0148	0,0071	-0,0288	-0,0008	0,04

4.3.2 Einfluss auf die intensivstationäre Behandlungsdauer

In der multivariaten Regression nach GEE zur Prüfung möglicher Einflussfaktoren auf die intensivstationäre Liegedauer nahm, wie in der Regressionsanalyse zur Mortalität, der SOFA-Wert und die absolute Höhe der Ziel RASS-Werte einen signifikanten Einfluss (Tab. 5): Hier zeigte sich, dass der intensivstationäre Aufenthalt eines

Patienten umso länger andauerte, je höher die täglich erhobenen SOFA-Werte des Patienten waren ($p = 0,01$) und je tiefer die täglichen Sedierungsziele eines Patienten anhand des Ziel RASS festgesetzt wurden ($p = 0,03$).

Tab. 5:

Einfluss der Variablen auf die intensivstationäre Behandlungsdauer

	Schätzwert	Standardfehler	95 % - CI		p-Wert
			unteres	oberes	
TISS-28	0,0003	0,0002	-0,0001	0,0007	0,15
SOFA Score	0,0016	0,0007	0,0003	0,0029	0,01
SAPS II	-0,0003	0,0002	-0,0006	0,0001	0,10
APACHE II	0,0002	0,0003	-0,0003	0,0007	0,41
Absolute Höhe des Ziel RASS	-0,0034	0,0016	-0,0065	-0,0003	0,03
RASS- Erhebung	0,0020	0,0036	-0,0050	0,0090	0,57
Absolute Höhe des RASS	-0,0009	0,0008	-0,0025	0,0007	0,29
VAS- oder BPS- Erhebung	-0,0035	0,0033	-0,0099	0,0030	0,29

5 Diskussion

5.1 Patientenkollektiv

Die Zeiträume vor bzw. nach Einführung des Feedbacksystems unterschieden sich in den allgemeinen Charakteristika der Patienten, mit Ausnahme der Verteilung der Altersklassen, nicht signifikant voneinander. Dennoch zeigten die Basisdaten eine einheitliche Tendenz einer höheren Morbidität der Patienten im zweiten Zeitraum an.

Das Patientenkollektiv im zweiten Zeitraum, welcher die Monate November bis Januar umfasste, wies nicht signifikant eine längere Beatmungs- und Liegedauer sowie eine höhere Mortalitätsrate auf. Diese Faktoren könnten ein Hinweis auf saisonale Besonderheiten sein und ähneln Ergebnissen einer Studie von Shuhaiber et al. aus 2008 [75]. In dieser wurden saisonale Unterschiede in der risiko-adjustierten Mortalität und Liegedauer an 16.920 kardiochirurgischen Patienten untersucht. Intensivstationäre Patienten nach einer koronaren Bypass-Operation waren im Winter älter ($p = 0,03$) und wiesen einen längeren Aufenthalt (4 % länger als durchschnittlich, 95 % CI 1 % bis 6 %, $p = 0,003$) sowie ein höheres Mortalitätsrisiko (1,29-mal höher als durchschnittlich, 95 % CI 1,01 bis 1,63, $p = 0,04$) als in den anderen Jahreszeiten auf. Die nicht signifikant höhere Mortalitätsrate in Zeitraum 2 könnte auch durch das höhere Alter der Patienten bedingt worden sein, da die intensivstationäre Mortalität mit zunehmenden Alter steigt [76], auch wenn das chronologische Alter per se kein verlässlicher Prädiktor für Mortalität ist [77]. Außerdem lagen der APACHE II, SAPS II und TISS-28, die die Risikostruktur eines Patienten widerspiegeln und Prädiktoren für das Mortalitätsrisiko darstellen [78], in Zeitraum 2 im Mittel nicht signifikant höher als in Zeitraum 1.

Aufgrund des kaum erhobenen CAM-ICU im ersten Zeitraum sind hier keine Aussagen über die Häufigkeit des Delirs und damit kein Vergleich zum zweiten Zeitraum möglich. Im zweiten Zeitraum lag die Prävalenz eines Delirs bei 29 %. Dies ist mit den Ergebnissen von Balas et al. aus 2007 vergleichbar. Hier wurden im Rahmen einer prospektiven Observationsstudie 114 über 65-jährige Patienten auf einer chirurgischen ITS mit Hilfe des CAM-ICU auf ein Delir getestet, die Prävalenz lag bei 28,3 % [79].

Die aufgeführten Unterschiede zwischen den Patientenkollektiven müssen bei der Ergebnisinterpretation beachtet werden und limitieren diese in der Aussagekraft des Feedbacksystems zur Verbesserung der KPI-Implementierung, da die Leistung von Ärzten und Pflegekräften durch demografische Daten der Patienten, der Art und Schwere der akuten Erkrankungen sowie der Komorbiditäten beeinflusst wird [80].

5.2 Feedback

Wir konnten signifikante Steigerungen der KPI-Implementierungsraten zu Analgesie, Delir und Respiration nach Einführung eines technischen Feedbacksystems erzielen.

Um einen maximalen Effekt zu erlangen [31], wurden zusätzlich zum Feedback kontinuierliche Schulungen zur Qualitätssicherung durchgeführt. Dennoch haben wir zu keinem KPI konstant die von uns angestrebte Mindesteinhaltungsrate von 70 % erreicht. Es folgten also weder auf das Feedback noch auf die Schulungen ausreichende Konsequenzen in den klinischen Handlungen der Ärzte und Pflegekräfte.

Vergleichbar mit der Meta-Analyse von Jamtvedt et al. aus 2006 zu potentiellen Effekten durch Feedback [64] variierten unsere Ergebnisse von einem auf die Implementierungsrate des Ziel RASS negativen Effekt bis hin zu einem deutlich positiven Erfolg auf die Implementierungsraten des CAM-ICU und des Weaningprotokolls. Diese unterschiedlichen Effekte lassen sich auch durch die ungleiche Ausgangssituation der einzelnen KPI erklären. In der Meta-Analyse von Jamtvedt et al. wurden 118 randomisierte klinische Studien berücksichtigt [64]. Als Einschlusskriterium wurde Feedback als „jegliche Zusammenfassung klinischer Performance der Gesundheitsbringer über einen bestimmten Zeitraum“ genannt. 72 Studien verglichen Feedback allein oder in Kombination mit anderen Strategien im Gegensatz zu keiner Intervention. Die Studien wurden nach dichotomen und kontinuierlichen Ergebnisparametern unterteilt. In den 49 Studien mit dichotomen Ergebnissen zeigte sich in der multivariaten linearen Regressionsanalyse, dass der Effekt von Feedback umso größer war, je geringer die Ausgangscompliance mit der erwünschten Praxis war (geschätzter Koeffizient für die Ausgangscompliance 0,005, $p = 0,05$). Diese Hypothese wird auch durch eine Studie von Scales et al. zum Effekt einer multiplen Implementierungsstrategie, einschließlich Feedback, auf ein ganzes Netzwerk von Intensivstationen unterstützt [61].

Das Feedback stand den ärztlichen und pflegerischen Mitarbeitern für jeden Patienten als Kennzahlcockpit im PDMS zeitversetzt ab dem jeweils nächsten Tag zur Verfügung. So konnte das Feedback zeitnah, jedoch nicht unmittelbar nach Ablauf des Handlungsspielraums der Mitarbeiter dargestellt werden. Eine direkte Änderung des Verhaltens und so eine eventuell weitere Steigerung der KPI-Implementierungsraten könnte durch eine Technologie erzielt werden, die das Feedback in einem Zeitrahmen anbietet, in dem die zu kommentierende Tätigkeit noch andauert [66]. Abella et al.

zeigten 2007, dass bei 101 kardiopulmonalen Reanimationen ein audio-visuelles Feedback in Echtzeit (im Gegensatz zu 55 Reanimationen ohne Feedback) die Variabilität von Thoraxkompressionen ($p = 0,003$) und Beatmungsfrequenzen ($p = 0,04$) senken und so ihre Qualität verbessern konnte [81]. Ein solches Feedback war aus technischen Gründen in unserer Klinik nicht möglich. Zusätzliche Erinnerungen am Patientenbett in Echtzeit könnten den Mitarbeitern die Last abnehmen, jederzeit alle Therapieaspekte präsent zu haben, und so auch zu erfolgreichen Veränderungen in den Behandlungsergebnissen beitragen, wie Meyfroidt et al. anhand von im PDMS am Patientenbett sich öffnenden Dialogfeldern bezüglich der aktuellen Blutzuckerwerte der Patienten zeigten [82].

Mittels des technischen Feedbacksystems wurde den Mitarbeitern das Feedback anders als in vielen Studien nicht individuell gegeben [68, 83], sondern war für das gesamte Personal sichtbar. Durch klare Zuweisung der Patienten unter den Mitarbeitern und durch die grafisch sichtbare Einteilung des Feedbacks in Schichten konnten die Mitarbeiter von einer eindeutigen Zuweisung des Feedbacks profitieren und sich das Feedback zu den in ihrer Schicht von ihnen versorgten Patienten im PDMS ansehen. Es ist in der Literatur umstritten, ob Feedback individuell und damit den Aspekt der Teamarbeit vernachlässigend, oder einer ganzen Gruppe (Stationsteam, Klinik, etc.) und so den Einfluss der Individuen vernachlässigend gegeben werden sollte [84]. Duncan et al. untersuchten 2001 die Effekte von individuellem, an Pflegekräfte gerichtetem Feedback zur Einhaltung der bestehenden Leitlinien in der Schmerztherapie [83]. Den Pflegekräften wurde in einer zweistündigen Sitzung einzeln ein verschlossener Umschlag überreicht, der ihren individuellen Erreichungsgrad von einer 100 %igen Leitlinieneinhaltung in den letzten siebzehn Monaten als Feedback beinhaltete. 15 Wochen im Anschluss an diese Intervention wurden alle drei in dieser Studie verfolgten Arbeitsanweisungen öfter durchgeführt: die vollständige Schmerzevaluierung alle vier Stunden stieg von 71,6 % der Fälle vor auf 82,6 % nach Intervention, die komplette Reevaluierung nach Analgetikagabe im vorgegebenen Zeitintervall von 42,7 % auf 63,9 % und die Rate an vollständigen Nachverfolgungen bei zu hohen Schmerzstärken von 28,6 % auf 44,2 %. Individuelles Feedback ist persönlicher und damit für das Individuum eventuell relevanter und überzeugender. Foy et al. hingegen kamen 2005 im Rahmen einer Meta-Analyse von Studien, die Feedback zur vermehrten Leitlinieneinhaltung bei chronischen Krankheiten einsetzten, zu einem

anderen Ergebnis [62]. Sie führten an, dass vier von zehn Studien individuelles Feedback nutzten und keinen Effekt erzielten, während zwei Studien mit an Gruppen gerichtetem Feedback Steigerungen der Einhaltungsraten verzeichneten. Als Erklärung hierfür gaben Foy et al. Gruppendruck mit größerer Einstimmigkeit in der Gruppe an.

Das Feedback in unserer Klinik wurde ausschließlich aus ohnehin schon vorhandenen Daten in der elektronischen Patientenakte zusammengestellt. Ärzten und Pflegekräften wurde somit kein zusätzlicher Arbeitsaufwand aufgebürdet [85], so dass keine weitere Barriere bestand, sich vorrangig um die Patienten und deren Therapien zu kümmern. Auf dieser Grundlage kann Feedback am fruchtbarsten eingesetzt werden [67].

Die Intensität des Feedbacks kann entscheidenden Einfluss auf die Effektivität haben. Zu den Charakteristika der Intensität gehört laut Jamtvedt et al. neben dem Format, Inhalt, Empfänger, der Quelle und Dauer auch die Häufigkeit des Feedbacks [64]. Sie teilten die in ihrem Review zu Feedback berücksichtigten Studien nach hoher, mäßiger und geringer Intensität ein und zeigten in einer daraufhin durchgeführten multiplen linearen Regression, dass die Intensität des Feedbacks einen signifikanten Einfluss auf deren Erfolgswahrscheinlichkeit nimmt ($p = 0,01$), ohne jedoch genauere Definitionen der Ausprägungsgrade der Intensität anzugeben [64]. In unserer Klinik wurde das Feedback täglich angeboten. Falls den Mitarbeitern das Feedback dreimal täglich, d.h. nach jeder Schicht zur Verfügung stünde, wäre ein größerer Effekt denkbar.

Sofern die Implementierungsrate eines KPI nach Einführung des Feedbacksystems gesteigert werden konnte, war die Zunahme bereits am ersten bzw. bezüglich der Respiration am zweiten stationären Tag in Zeitraum 2 zu verzeichnen. Zu beachten ist, dass an diesem Tag noch kein Feedback im PDMS verfügbar war (erst ab dem zweiten bzw. zur Beatmung ab dem dritten Tag). Das Verhalten eines Beobachteten kann sich jedoch allein durch die Beobachtung selbst ändern (Reaktivität) [86].

5.3 Implementierungsraten der einzelnen KPI

5.3.1 Analgosedierung

5.3.1.1 RASS

Für jeden Patienten unserer Klinik soll anhand des RASS ein tägliches Sedierungsziel festgelegt sowie die aktuelle Sedierungstiefe pro Schicht evaluiert werden. Damit soll zum Einen eine zu tiefe Sedierung und die damit einhergehenden Komplikationsrisiken vermieden werden, zum Anderen sollen die Patienten aus psychischen und vegetativen Überlegungen ausreichend sediert und so von der Außenwelt abgeschirmt werden [41].

Ein Ziel RASS, der dem täglichen Sedierungsziel eines Patienten entspricht, wurde von den Ärzten im zweiten Zeitraum trotz Einführung des technischen Feedbacksystems relativ seltener als im Ersten angegeben. Die Sedierungstiefe wurde anhand des RASS nach Einführung des Feedbacks lediglich nicht signifikant relativ häufiger evaluiert.

Die möglichen Ursachen für den fehlenden positiven Effekt des Feedbacksystems auf die KPI der Sedierung müssen näher beleuchtet werden. Zunächst sind organisatorische Einflüsse anzuführen, denen ein Feedbacksystem nichts entgegensetzen kann: In einer US-amerikanischen Umfrage zur Praxis der Sedierungs- und Delirevaluierung von Pun et al. aus 2005 stellte unter den 55 teilnehmenden Pflegekräften Zeitmangel die größte Barriere für die regelmäßige Evaluierung dar [87]. Weiterhin ist zu beachten, dass sowohl die Implementierungsrate des Ziel RASS als auch des RASS bereits vor der Einführung des Feedbacksystems auf einem hohem Niveau lag. Im ersten Zeitraum wurde für bis zu 90 % aller Patienten ein tägliches Sedierungsziel formuliert. Ein kontinuierliches Aufrechterhalten dieser hohen relativen Häufigkeit oder weitere Steigerungen sind schwer zu erreichen. Der prozentuale Anteil von RASS-Erhebungen an dem hierzu laut SOP vollständigen Evaluierungsumfang belief sich nach Intervention auf 0,65 bis 0,71 und lag damit im Bereich der von uns angestrebten 70 % Grenze. Im Vergleich zu den Resultaten deutschlandweiter Umfragen zur Praxis der Sedierung lagen unsere Ergebnisse damit über dem nationalen Durchschnitt [25, 26]: In der Umfrage zur Analgosedierung von Martin et al. aus 2006 [26] gaben 51 % der 214 teilnehmenden Klinikleiter anästhesiologisch geführter Intensivstationen an, die Sedierungstiefe der Patienten werde anhand eines Sedierungsscores in ihrer Klinik erhoben. Bis auf eine Klinik, welche die Sedierungstiefe anhand des RASS bestimme, nannten alle anderen den bisher nicht validen [88] Ramsay Score. DeGrado et al. berichteten aus Boston, USA hingegen von einer sehr viel häufigeren Sedierungsevaluierung auf ihren Intensivstationen [89]. Sie verzeichneten 2007, ein Jahr nach Einführung von Leitlinien zur Sedierung, anhand einer retrospektiven Datenerhebung eine Steigerung von 4,7 auf 11,4 RASS-Evaluierungen pro 24 Stunden ($p < 0,001$). Die Leitlinien beinhalteten umfassende Anweisungen zur Evaluierung der Analgosedierung und Delir sowie detaillierte pharmazeutische Therapieanweisungen, weswegen auch Pharmazeuten in die regelmäßigen Schulungen zu den Leitlinien einbezogen wurden. Diese Ergebnisse

zeigen, dass eine häufigere RASS-Erhebung praktisch möglich ist, gerade oder auch wenn zahlreiche Aspekte der Analgosedierung und Delirs mitberücksichtigt werden.

Im zeitlichen Verlauf der ersten fünf intensivstationären Tage nahm die absolute Höhe der Sedierungsziele und tatsächlichen Sedierungstiefen ab. Ähnliche Ergebnisse zeigten De Wit et al. in einem Vergleich verschiedener Sedierungsregimes: Hier stieg unabhängig vom Sedierungsregime der an den Patienten erhobene RASS-Wert während des stationären Aufenthaltes der Patienten an ($p = 0,02$) [90]. Dieser Verlauf entspricht einer unkomplizierten postoperativen Entwicklung. Neben der Abnahme des absoluten Sedierungsziels und der tatsächlichen Sedierungstiefe nahm auch die relative Häufigkeit der Ziel RASS-Festlegung über die Zeit hinweg ab. Dieser zeitlich parallele Verlauf könnte darauf zurückzuführen sein, dass Ärzten das Angeben von Sedierungszielen bei bewusstseinsklarerer Patienten weniger wichtig erschien. Durch die relative Zunahme der RASS-Evaluierung über die Zeit und damit häufigere Rückmeldung über die Sedierungstiefe kann die Abnahme der Ziel RASS-Dokumentation weiter provoziert worden sein.

Die absolute Höhe sowohl des Ziel RASS als auch des RASS lagen im zweiten Zeitraum signifikant niedriger. Durch das in diesem Zeitraum insgesamt älteren und morbider scheinenden Patientenkollektiv lassen sich die erwünscht niedrigen Sedierungstiefen am ehesten erklären. Da der Ziel RASS im zweiten Zeitraum allerdings seltener angegeben wurde, könnte die tiefere Sedierung der Patienten auch durch ein vermehrtes Fehlen vorgegebener Sedierungsziele unterstützt worden sein, so dass Patienten unnötig lange tief sediert wurden. Agarwal et al. zeigten auf einer pädiatrischen Station in 2008, dass nach Einführung täglich neu formulierter Therapieziele für jeden Patienten sowohl Ärzte, als auch Pflegepersonal anhand einer Skala (1 = Ziel gar nicht verstanden, 5 = Ziel komplett verstanden) angaben, ein deutlich besseres Verständnis für die täglichen Therapieziele und die dafür notwendigen Aufgaben zu haben (vor Intervention $4,0 \pm 0,6$ bei Assistenzärzten und $4,2 \pm 0,8$ bei Pflegekräften, nach Intervention $4,7 \pm 0,5$ bzw. $4,5 \pm 0,6$, $p < 0,01$) [91].

Die RASS-Werte, die den Ist-Zustand der Sedierung des Patienten darstellen und weder im ersten noch im zweiten Zeitraum über 1,4 bzw. 1,0 vom Ziel RASS abwichen, zeigten eine gute Umsetzung des in der Theorie formulierten Sedierungsziels in die Praxis. Dabei nahm die Differenz über die ersten fünf stationären Tage noch weiter ab und sank im ersten Zeitraum bis auf 0,2 am dritten Tag und im zweiten Zeitraum auf 0,4

am vierten Tag. Der absolute RASS-Wert lag an diesen beiden Tagen am höchsten. Es ließe sich schlussfolgern, dass eine geringere Sedierungstiefe der Patienten in der Praxis leichter gesteuert werden konnte als eine tiefere Sedierung.

5.3.1.2 VAS oder BPS

Intensivmedizinische Patienten leiden ohne ausreichende Analgesie oft unter starken Schmerzen. Diese können nachteilige Effekte wie Tachykardien und einen erhöhten myokardialen Sauerstoffverbrauch, Immunsuppression, Hyperkoaguabilität sowie eine katabole Stoffwechsellage provozieren. Eine effektive Schmerzbekämpfung kann diese Stressantwort reduzieren [39]. Um eine ausreichende Analgesie in unserer Klinik zu gewährleisten sollen Patienten anhand des VAS oder BPS mindestens dreimal täglich auf Schmerzen untersucht werden.

Der VAS oder BPS wurde ohne Feedback mit einer relativen Häufigkeit von $0,56 \pm 0,38$ bis $0,69 \pm 0,35$ dreimal pro Tag erhoben. Payen et al. erfassten 2007 ebenfalls ohne Intervention die Praxis der Analgosedierung auf französischen ITS an insgesamt 1.381 Patienten [92]. Sie hielten fest, dass zwischen dem zweiten und sechsten stationären Tag 37 % bis 42 % der Patienten anhand verschiedener Schmerzscores evaluiert wurden. Es geht nicht hervor, wie oft ein Schmerzscore erhoben werden musste.

Im zweiten Zeitraum wurde der Schmerzstatus der Patienten pro Schicht mit einem prozentualen Anteil von $0,65 \pm 0,35$ bis $0,72 \pm 0,39$ signifikant häufiger evaluiert als im ersten Zeitraum. Einen positiven Effekt von Feedback auf die Optimierung der Schmerzevaluierung konnte bereits in mehreren Studien aufgezeigt werden [83, 93, 94]. Morrison et al. untersuchten in einer kontrollierten klinischen Studie die relative Häufigkeit von Schmerzmessungen nach unterschiedlichen Interventionen zur Verbesserung dieser [94]. Das Therapieziel stellte, wie in unserer Klinik, drei Messungen pro 24 Stunden dar. Es wurden dazu zwei Blöcke aus jeweils drei unterschiedlichen Stationen eines Krankenhauses zusammengestellt, in beiden Blöcken verschiedene Interventionen stufenweise durchgeführt und anschließend miteinander verglichen. Stationen, auf denen Schmerz anhand eines Scores evaluiert wurde und deren Mitarbeiter hierzu Feedback erhielten wurden dabei Stationen gegenübergestellt, auf denen lediglich der gleiche Score zur Schmerzevaluierung benutzt wurde. Feedback wurde in Form eines monatlichen Berichtes ausgehändigt, in dem aufgezeigt wurde, wie viel Prozent des Therapieziels auf der gesamten Station erreicht wurde. Auf den Stationen, deren Mitarbeitergruppe Feedback erhielt, wurde eine signifikant höhere

Rate an Messungen durchgeführt (85 % versus 64 %, $p < 0,001$). Auch Duncan et al. erzielten durch individuelles Feedback eine Implementierungsrate von über 80 % in der Schmerzevaluierung (alle vier Stunden) [83]. Beide Ergebnisse liegen deutlich über der von uns angestrebten 70 %igen Einhaltungrate, um dessen Grenzwert sich die von uns erzielte Implementierungsrate in Zeitraum 2 konzentrierte. Die stärkere Umsetzung lässt sich, neben der Individualität des Feedbacks bei Duncan et al., eventuell auch durch den alleinigen Fokus auf die Verbesserung der Schmerzevaluierung erklären.

Angesichts der im Durchschnitt signifikant stärkeren Sedierungstiefe im zweiten Zeitraum und den damit eingeschränkteren Kommunikationsmöglichkeiten mit den Patienten kann davon ausgegangen werden, dass in diesem Zeitraum das Häufigkeitsverhältnis BPS zu VAS höher als im ersten Zeitraum war [92]. Es ist daher zu bedenken, dass mögliche Präferenzen der Pflegekräfte bezüglich des Erhebens von VAS oder BPS die Steigerung der Implementierungsrate mit beeinflusst haben könnten. Es wurden weder beim VAS noch BPS signifikante Unterschiede in der absoluten Höhe der Scores zwischen erstem und zweitem Zeitraum verzeichnet. Auch bei Morrison et al. konnte keine der Interventionen, einschließlich Feedback, die absolute Höhe der Schmerzscores mindern [94], wohingegen Chanques et al. in einer zweiphasigen, prospektiven kontrollierten Studie durch Steigerung der Implementierungsrate systematischer Schmerz- und Agitationsevaluierungen mit Hilfe des RASS, der numerischen Ratingskala (NRS) und BPS eine verminderte Schmerzinzidenz unter den beobachteten Patienten erzielen konnten (Schmerzinzidenz von 63 % auf 42 %, $p = 0,002$) [95]. Dabei definieren Chanques et al. Schmerzinzidenz als mindestens ein Schmerzereignis pro Patient mit einem BPS > 5 und/oder NRS > 3 . Spies et al. berichteten in einer Studie zu den Effekten von Remifentanyl gegenüber Fentanyl an 60 maschinell beatmeten Patienten, dass bei 50 % bzw. 63 % der von ihnen berücksichtigten Patienten an jedem der alle acht Stunden gemessenen Zeitpunkten der VAS ≤ 3 und BPS ≤ 6 dokumentiert wurde [96]. In unserer Studie lagen die Mittelwerte des VAS und BPS in Zeitraum 2 zwischen $0,3 \pm 0,7$ und $1,5 \pm 2$ bzw. $3,7 \pm 1,4$ und $4,8 \pm 1,9$ und sind so nur eingeschränkt mit Chanques et al. und Spies et al. vergleichbar.

Die absoluten BPS-Werte eines Patienten auf nozizeptive Reize fallen umso niedriger aus, je größer die dem Patienten verabreichte Dosis an Analgosedativa ist [46]. Dieser Sachverhalt spiegelt sich eventuell in unserer Studie in den signifikanten Änderungen der absoluten RASS- und BPS-Werte im zeitlichen Verlauf wider: Die absolute Höhe

des BPS nahm im Verlauf der ersten fünf intensivstationären Tage signifikant zu, mit einem erheblichen Anstieg vom ersten auf den zweiten Tag. Die objektive Sedierungstiefe, gemessen anhand des RASS, nahm hingegen parallel deutlich ab.

Der VAS nahm insgesamt im Verlauf der fünf Messwiederholungen signifikant ab. Diese Entwicklung spricht für eine über die Zeit hinweg abnehmende Schmerzempfindung der Patienten oder für eine adäquatere Schmerzbehandlung.

5.3.2 Delir

5.3.2.1 CAM-ICU

Wird ein Delir eines Patienten frühzeitig erkannt und entsprechend therapiert, können die sonst beschriebenen Komplikationen wie eine verlängerte Liegedauer sowie das erhöhte Mortalitätsrisiko reduziert werden [49]. Um diese Früherkennung in unserer Klinik zu ermöglichen, sollen mäßig bis nicht sedierte Patienten ($RASS \geq -2$) mindestens dreimal täglich anhand des CAM-ICU auf ein mögliches Delir untersucht werden. Klugkist et al. zeigten 2008, dass der CAM-ICU an einem Kollektiv von 194 intensivmedizinischen Patienten nach kardiochirurgischen Eingriffen, vergleichbar mit unserem Patientenkollektiv, einfach angewandt werden konnte [97].

Der CAM-ICU wurde nach Einführung des Feedbacksystems prozentual deutlich häufiger in Schichten mit einem $RASS \geq -2$ evaluiert (von $0,00$ bis $0,04 \pm 0,18$ auf $0,29 \pm 0,40$ bis $0,64 \pm 0,38$). In dieser erheblichen Steigerung der Implementierungsrate wird die von Jamtvedt et al. in ihrer Meta-Analyse zu Feedback formulierte Hypothese besonders anschaulich [64]: Da der CAM-ICU vor Einführung des Feedbacksystems nicht bis kaum evaluiert wurde, konnte eine umso größere Zunahme der Compliance nach Intervention erzielt werden. Dennoch wurde die von uns geforderte Mindesteinhaltungsrate von 70 % zu keinem Zeitpunkt auf unserer Station erreicht.

Viele Umfragen zur Diagnostik des Delirs lassen auf eine Zunahme der CAM-ICU-Implementierung innerhalb der letzten Jahre schließen, die tatsächliche Praxis ist anhand dieser Ergebnisse jedoch nicht sicher zu beurteilen: Ely et al. befragten 2001 bis 2002 insgesamt 912 im US-amerikanischen Gesundheitswesen tätige Menschen (83 % Ärzte und 12 % Pflegekräfte) zur Handhabung der Delirdiagnostik [47]. 27 % der Auskunftgebenden teilten mit, ihre Patienten täglich auf ein Delir zu untersuchen. 0,4 % von allen 912 Antwortenden gaben an, ihre Patienten anhand des CAM-ICU regelmäßig zu evaluieren. 2008 führten Devlin et al. eine Umfrage im Raum Boston, USA durch [98]. Hier gaben 47 % der 331 teilnehmenden Pflegekräfte an, die Patienten mindestens

alle zwölf Stunden auf ein Delir zu untersuchen, 36 % mittels CAM-ICU. Die aktuellsten Daten aus 2011 liefern Luetz et al. anhand einer eintägigen Beobachtungsstudie zur Prävalenz der Delirdiagnostik [99]. Sie luden alle Mitglieder der Europäischen Gesellschaft für Intensivmedizin mittels mehrfacher Emails zu einem Online-Fragebogen ein. Von den 101 Intensivstationen, die diesen Fragebogen komplettierten, gaben 55 % an, einen validen Delir-Score, vorrangig den CAM-ICU, in ihrer Klinik zu nutzen, 30 % teilten mit, ihre Patienten alle acht Stunden auf ein Delir zu untersuchen. Diese Ergebnisse zeigen, vergleichbar mit unseren Ergebnissen, einen positiven Trend in der Delirdiagnostik, jedoch noch keine ausreichende Implementierung.

Trotz dieser noch unbefriedigenden Ergebnisse wurden bisher wenige Anstrengungen unternommen, die Delirdiagnostik durch Interventionen in der Praxis zu verbessern. In einer Studie von Young et al. wurden Leitlinien zur Diagnostik und Therapie des Delirs mit unterschiedlichem Aufwand eingeführt und deren Effekt auf die klinische Arbeit untersucht [100]. In zwei Krankenhäusern, in denen Schulungen, das Verteilen von Informationsmaterial und Feedback zu Basisdaten der Patienten und deren Therapien eingesetzt wurden, konnte die Häufigkeit des vollständigen Erhebens eines psychologischen Tests zur Delirdiagnostik lediglich nicht signifikant von 16,8 % vor der Intervention auf 27,9 % danach gesteigert werden ($p = 0,07$). Es wurde weder angegeben, welcher psychologische Test angewandt wurde, noch welche Anzahl an erhobenen Scores pro 24 Stunden als vollständig galt. Page et al. konnten nach Einführung des CAM-ICU mit zweimonatigen Schulungen eine im Verlauf sehr viel häufigere Evaluierung des CAM-ICU erzielen [101]. Sie gaben anhand retrospektiver Akteneinsicht von 60 beatmeten Patienten an, dass in 92 % aller Patiententage mindestens ein CAM-ICU pro Tag erhoben wurde. In unserer Klinik soll der CAM-ICU in jeder Schicht erhoben werden, so dass die Ergebnisse nur bedingt mit unseren zu vergleichen sind. Es wurden außerdem keine Ausgangswerte über die Häufigkeit der Delirdiagnostik angegeben, so dass man den Schulungseffekt nicht abschätzen kann.

Die nach Einführung des Feedbacksystems weiterhin ungenügende Implementierungsrate des CAM-ICU in unserer Klinik kann an dem sehr niedrigen Erfüllungsgrad vor der Intervention gelegen haben. Es gibt jedoch weitere Barrieren, die zu beachten sind: Obwohl in den letzten Jahren zunehmend Studien veröffentlicht worden sind, die einen eindeutig negativen Effekt des Delirs auf das Outcome der Patienten aufzeigten [102, 103], kann ein weiterhin ungenügendes Bewusstsein für die

durch ein Delir provozierten Komplikationen, insbesondere auch bei jüngeren Patienten, die Implementierung der regelmäßigen Delirdiagnostik erschweren [47]. Ferner stellt Zeitmangel eine subjektiv wichtige Barriere für die regelmäßige Evaluierung der Sedierung sowie eines möglichen Delirs dar [48, 87]. Außerdem kann die vollständige Erhebung des CAM-ICU bei Patienten mit, wenn auch nur mäßiger, Sedierung ($RASS \geq -2$) erschwert sein, so dass man eventuell mehrere Versuche benötigt. In der Umfrage von Devlin et al. aus 2008 gaben 38 % der 331 antwortenden Pflegekräfte an, eine Intubation des Patienten hindere sie an einer Delirevaluierung, für 34 % waren die Scores zur Delirtestung zu komplex und 13 % sahen eine Delirtestung an sedierten Patienten als unmöglich an [98]. In diesem Zusammenhang könnte die in unserer Studie signifikant abnehmende Sedierung der Patienten im Verlauf der fünf stationären Tage die parallel verlaufende relative Zunahme der CAM-ICU-Evaluierung erklären. Klinikmitarbeiter setzen neue Hilfsmittel, mit deren Umgang sie noch nicht geübt sind, oft nur sehr langsam in die Praxis um, besonders wenn sich diese als sehr komplex darstellen [48]. Um die Implementierungsrate des CAM-ICU weiter zu steigern, ist somit neben Implementierungsstrategien auch die schlichte Gewinnung von Routine nötig.

5.3.3 Respiration

5.3.3.1 Weaningprotokoll

Anhand von täglichen Beatmungsprotokollen zur Spontanatemkapazität kann die Extubationsrate erhöht und die Beatmungsdauer verkürzt werden [55]. Mit verlängerter Beatmung einhergehende Komplikationen wie Pneumonien und Beeinträchtigungen der kardialen Leistung [54] können so reduziert werden. In unserer Klinik soll für jeden beatmeteten Patienten täglich ein Weaningprotokoll von den Ärzten bearbeitet werden. Das Weaningprotokoll wurde in Zeitraum 2 prozentual deutlich häufiger pro ≥ 24 Stunden beatmeteten Patienten und Tag bearbeitet (zwischen $0,30 \pm 0,47$ und $0,41 \pm 0,50$) als in Zeitraum 1 (bis $0,03 \pm 0,16$). Diese erhebliche Steigerung in der Implementierungsrate führen wir auf das Feedbacksystem zurück. Zu keinem Zeitpunkt der Studie wurden Schulungen zu diesem KPI durchgeführt.

Während die positiven Auswirkungen auf das Outcome beatmeter Patienten durch die tägliche Nutzung eines Weaningprotokolls bereits in vielen Studien nachgewiesen werden konnte [104-106], variiert die tatsächliche Implementierungsrate eines Weaningprotokolls zwischen den Kliniken stark. Sie liegt zwischen 10 % und 100 % [107], ohne dass in allen Studien angegeben wurde, wie diese Implementierungsraten

erzielt wurden. Burns et al. konnten durch Schulungen die Implementierungsrate ihres Weaningprotokolls von 10 % auf 30 % steigern [108], McLean et al. erhöhten mit Hilfe des „Modells für schrittweise Verbesserung“ die Implementierungsrate ihres Protokolls von 1,6 % auf 21,2 % [107]. Diese Studien zeigen, unserem Ergebnis ähnelnd, dass trotz Schulungen und eines etablierten Modells zwar gute Verbesserungen in der Implementierung erzielt werden konnten, diese jedoch die 70 % Mindesteinhaltungsrate noch nicht erreichen. Krishnan et al. [109] sowie Duane et al. [110] hingegen erarbeiteten eine Compliance mit der täglichen Bearbeitung eines Weaningprotokolls von 86,1 % bzw. 50 % bis 100 %. In beiden Kliniken wurden, gegensätzlich zu unserer Studie, zusätzlich Beatmungstherapeuten sowie bei Krishnan et al. weitere Pflegekräfte eingesetzt, die die zuvor fürs Weaning verantwortlichen Ärzte ablösten.

Die in unserer Klinik ungenügende Implementierungsrate könnte auch durch die Form des Protokolls selbst bedingt worden sein, das dem Adressaten, in unserem Fall dem behandelnden Arzt, zwingend Entscheidungen vorgibt und so als Einschränkung der Autonomie empfunden werden kann. Viele Ärzte stehen dieser Art von „Kochbuch-Medizin“ skeptisch gegenüber [111]. Chan et al. zeigten jedoch, dass ein Weaningprotokoll von Ärzten und Pflegekräften auch positiv angenommen und als Erweiterung ihrer Autonomie angesehen werden kann, wenn ihnen, nachdem sie zuvor nicht in den Weaningprozess einbezogen waren, anhand des Protokolls die Möglichkeit gegeben wird, hieran aktiv mitzuarbeiten [112].

In unserer Klinik wurde das Weaningprotokoll ohne Aufwachversuche, d.h. ohne komplette Unterbrechung der Sedativazufuhr abgearbeitet. Eine multizentrische randomisierte kontrollierte Studie von Girard et al. zeigte Unterschiede im Outcome von nicht-chirurgischen intensivstationären Patienten zwischen der Behandlung anhand eines Weaningprotokolls, das die Kombination eines täglichen Aufwach- und Spontanatmungsversuchs beinhaltete (n = 168), und einem regulären Weaningprotokoll mit ausschließlich spontanen Atmungsversuchen (n = 168) auf [56]. Hierbei führte das Kombinationsprotokoll u.a. zu einer eindeutig verkürzten Beatmungsdauer während des 28-tägigen Studienzeitraumes (14,7 Tage versus 11,6 Tage, 95 % CI 0,7 bis 5,6, p = 0,02), zu einer verkürzten ITS-Liegedauer (9,1 Tage versus 12,9 Tage, p = 0,01) sowie zu einer verringerten Ein-Jahres-Mortalitätsrate (Hazard Ratio 0,68, 95 % CI 0,5 bis 0,92, p = 0,01). Zu beachten ist, dass bei Girard et al. Patienten nach den Aufwachversuchen für mindestens vier Stunden von intensivmedizinischen Mitarbeitern

oder Studienpersonal beobachtet wurden und sich dies ohne zusätzliches Personal nur schwierig in anderen Kliniken realisieren lässt. Ein weiterer Aspekt zur fehlenden Umsetzung dieses Kombinationsprotokolls in unserer Klinik ist unser vornehmlich chirurgisches Patientenkollektiv, für das dieser positive Effekt noch nicht gezeigt wurde.

5.4 Einfluss der KPI auf das Outcome der Patienten

In den multiplen Regressionsanalysen zur intensivstationären Mortalität und Liegedauer stellten sich in unserer Studie der SOFA Score sowie die absolute Höhe des Ziel RASS als signifikante Einflussfaktoren heraus. Wir gehen davon aus, dass ein Einfluss der KPI-Implementierungsraten auf das Patientenoutcome nicht nachgewiesen werden konnte, weil zu keinem KPI konstant eine 70 %ige Einhaltungsrates erreicht wurde.

5.4.1 Einfluss auf die intensivstationäre Mortalität

Je höher der mittlere SOFA-Wert eines Patienten lag, desto signifikant größer stellte sich das intensivstationäre Mortalitätsrisiko für diesen Patienten dar. Der SOFA Score beschreibt und quantifiziert Organdysfunktionen anhand sechs einfacher physiologischer Parameter. Mit Zunahme der Punktezahl drückt er eine stärkere Erkrankungsschwere aus. Eine positive Korrelation mit der Mortalität auf einer Intensivstation sowie im Krankenhaus wurde in mehreren Studien belegt [78, 113].

Es zeigte sich in unserer Studie außerdem, dass einem Patienten ein umso größeres Mortalitätsrisiko zugeschrieben werden musste, je tiefer die Ziel RASS-Werte für ihn festgelegt wurden. Die Sedierung eines Patienten soll eventuelle „zusätzliche Belastungen durch dessen Erkrankung selbst und/oder durch anstehende diagnostische, therapeutische und pflegerische Maßnahmen reduzieren“ [114]. Diese Belastungen treten häufiger bei schwerwiegenden als bei milden Erkrankungen auf. Es ließe sich folgern, dass das Sedierungsziel für einen Patienten umso tiefer festgelegt wurde, je kränker der Patient von Ärzten eingeschätzt wurde und vermutlich war.

Der tatsächlich an den Patienten erhobene RASS-Wert nahm in unseren Analysen hingegen keinen Einfluss auf die Mortalität. Da der RASS-Wert in unseren Ergebnissen im Mittel jedoch nicht signifikant vom Ziel RASS-Wert abwich, ist auch die absolute Höhe des RASS-Wertes, d.h. die tatsächliche Sedierungstiefe des Patienten als Einflussfaktor in Betracht zu ziehen. Es gibt mehrere Studien, die eine unangemessen starke Sedierung mit einer verlängerten maschinellen Beatmung und Liegedauer aufzeigen konnten [115]. Nach unserem Wissensstand fehlt jedoch bisher der Beweis für den Einfluss auf das Mortalitätsrisiko eines Patienten.

5.4.2 Einfluss auf die intensivstationäre Liegedauer

Auch hinsichtlich der intensivstationären Liegedauer stellte sich in unseren Regressionsanalysen die Höhe des SOFA- und Ziel RASS-Wertes als Einflussfaktor heraus. Die Korrelation zwischen der Zunahme des SOFA-Wertes und der Verlängerung der intensivstationären Verweildauer konnte in früheren Studien gezeigt werden [116]. Engel et al. führten an, dass der delta SOFA-Wert (SOFA-Wert bei Aufnahme - täglich maximaler SOFA-Wert) die engste Korrelation mit der Liegedauer aufweist [116]. Wie auch das Mortalitätsrisiko, nahm die intensivstationäre Liegedauer mit der ärztlich festgelegten Sedierungstiefe zu. Diese Korrelation lässt sich mit der eigentlichen Funktion der Sedierung erklären: Wenn ein Patient tief sediert werden soll, ist dies u.a. auf die Erkrankungsschwere, geplante Maßnahmen oder Agitationen des Patienten zurückzuführen, die jeweils alle die Liegedauer verlängern [117].

Wir konnten nicht zeigen, dass die Häufigkeit des Festlegens eines Sedierungsziels oder das häufigere Erfassen der Sedierungstiefe am Patienten Einfluss auf die intensivstationäre Liegedauer nimmt. Ähnliche Ergebnisse führten Robinson et al. an, als sie nach Einführung eines Protokolls, welches die tägliche Dokumentation eines Ziel RASS-Wertes zwischen -1 und +1 sowie die Erhebung des RASS-, VAS/OPAS- und CAM-ICU-Wertes alle vier Stunden beinhaltete, die intensivstationäre Liegedauer nicht signifikant reduzieren konnten (4,1 (2,5 bis 8,3) Tage in der Protokollgruppe versus 5,9 (2,3 bis 18,2) Tage in der Kontrollgruppe, $p = 0,21$) [43].

5.5 Limitationen

Neben den KPI-spezifischen Einschränkungen in der Ergebnisinterpretation müssen weitere Limitationen beachtet werden.

In unsere Studie wurden nur Patienten eingeschlossen, die sich länger als 24 Stunden auf der ITS befanden. Patienten, die innerhalb der ersten 24 Stunden entlassen wurden oder starben, blieben unberücksichtigt. Die KPI-Implementierungsraten dieser Patienten sind somit unbekannt und können von den hier vorgestellten Ergebnissen abweichen.

Aufgrund der retrospektiven Datenanalyse konnten wir individuelle Begründungen für ein im Einzelfall gerechtfertigtes Abweichen der KPI-Erfüllung nicht berücksichtigen.

Das observative Studiendesign kann die tatsächliche Praxis widerspiegeln, aufgrund des Fehlens einer Kontrollgruppe war es jedoch nicht möglich, die Veränderungen ausschließlich auf das Feedbacksystem und die Schulungen zurückzuführen. Es muss also beachtet werden, dass die Veränderungen in den Implementierungsraten auch

durch andere Größen (mit)verursacht worden sein könnten: Zum Einen muss aufgrund der hohen Mitarbeiterzahl unserer Klinik davon ausgegangen werden, dass es sowohl während als auch zwischen den Erhebungszeiträumen zu Veränderungen in der Personalzusammensetzung kam. Soziale Aspekte, wie das Zusammenspiel im Team und der Einfluss von Kollegen, wirken sich ebenfalls auf die Effektivität der Leitlinienumsetzung aus [118]. Zum Anderen könnte auch die in der Literatur andauernde Präsenz der KPI bzw. der Leitlinien das Bewusstsein der Mitarbeiter für Qualitätssicherung in der Intensivmedizin geschärft und damit ebenfalls zur Steigerung der Implementierungsrate der KPI beigetragen haben. Außerdem kann durch die transparente Beobachtung der Hawthorne-Effekt eine Rolle gespielt haben [119].

Die aufgezeigten Veränderungen in den KPI-Implementierungsraten umfassen die jeweils ersten fünf intensivstationären Patiententage innerhalb eines dreimonatigen Zeitraumes nach Einführung des Feedbacksystems. Kurzfristige Veränderungen dürfen dabei nicht überbewertet werden [120].

Da die von uns formulierten KPI auf Grundlage der in unserer Klinik gültigen SOP erarbeitet worden sind, ist fraglich, inwieweit die Umsetzung und die damit einhergehenden Ergebnisse auf andere Kliniken übertragbar sind.

5.6 Ausblick

Nicht zuletzt wegen des steigenden Kostendrucks im Gesundheitswesen und der gleichzeitig zunehmenden Evidenz von Therapien ist es von hoher Bedeutung, die Qualität medizinischer Praxis zu erhöhen bzw. zu erhalten. Hierzu kann die Verbesserung von Implementierungsraten gültiger Leitlinien durch Interventionen wie Feedback und Schulungen einen wichtigen Beitrag leisten.

Um einen konstanten und ausreichend positiven Einfluss auf die KPI-Compliance durch Feedback und Schulungen zu erreichen, müssen weiterführende Untersuchungen eindeutige Empfehlungen zur Gestaltung dieser Interventionen klären und publizieren.

Ergebnisse aus Bereichen mit geringer KPI-Einhaltung müssen allen Mitarbeitern deutlich präsentiert werden, um Schwächen und Verbesserungspotential aufzuzeigen, welches in einem nächsten Schritt durch vermehrte Aufmerksamkeit ausgeschöpft werden muss [6]. Jedoch müssen auch Erfolge in der KPI-Implementierung ausreichend gewürdigt werden, um die Motivation der Mitarbeiter zu erhalten und zu steigern [121].

Außerdem sind zur Verbesserung der KPI-Einhaltung Implementierungsstrategien zu überlegen, die an die unterschiedlichen Berufsgruppen auf einer Intensivstation

angepasst sind: De Vos et al. führten 2007 bis 2008 eine Umfrage unter 142 auf dänischen Intensivstationen arbeitenden Ärzten, Pflegekräften und Managern zu Barrieren und möglichen Erleichterungen für die Implementierung von Qualitätsindikatoren [122] durch. Dabei differierten die Aspekte, die die Berufsgruppen als Unterstützung in der Implementierung ansahen. Die Gruppe der Mediziner sahen vor allem in einer administrativen Unterstützung eine weitere Erleichterung, die Pflegekräfte in Schulungen und die Manager in Feedback.

Die Implementierung der KPI durch Feedback könnte dadurch unterstützt werden, dass das Kennzahlencockpit auch als Checkliste zur täglichen Visite ausgegeben wird [123]. Zu beachten ist hierbei jedoch der weitere administrative Aufwand.

Ferner könnte das Feedback zusätzlich zum motivierenden Vergleich zwischen einzelnen ITS oder anderen Kliniken herangezogen werden [60, 61].

Überdies muss den Ärzten und Pflegekräften die für ihre Patienten prognostische Relevanz der KPI stärker bewusst gemacht werden, damit sich weitere Behandlungskonsequenzen im Klinikalltag ergeben können.

6 Zusammenfassung

6.1 Fragestellung und Ziel dieser Arbeit

Evidenzbasierte Medizin (EbM) in Form von Leitlinien und Standardarbeitsanweisungen (SOP) nimmt einen positiven Einfluss auf diagnostische und therapeutische Ergebnisse in der Intensivmedizin. Sie wird jedoch nur teilweise in die Praxis umgesetzt. Feedback ist eine Möglichkeit, die Anwendung von EbM im Klinikalltag zu steigern.

In unserer Klinik bestehen SOP-basierte Key Performance Indikatoren (KPI), die die Prozessqualität wichtiger intensivtherapeutischer Interventionen als relative Kennwerte darstellen können. Die KPI unserer Klinik sind neben weiteren die tägliche Ziel RASS-Dokumentation, die RASS-, VAS- oder BPS- sowie CAM-ICU-Evaluierung alle acht Stunden und die tägliche Bearbeitung eines Weaningprotokolls. Sie stimmen mit der S3-Leitlinie zur Analgesie, Sedierung und Delirmanagement in der Intensivmedizin und den Qualitätsindikatoren von der DGAI und DIVI aus 2010 überein.

Primäres Ziel dieser Arbeit war es, die Implementierungsraten von den zuvor bereits eingeführten KPI zu Analgosedierung, Delir und Respiration durch die Einführung eines technischen Feedbacksystems auf mindestens 70 % im klinischen Alltag zu steigern. Sekundäres Ziel war, den Einfluss der KPI auf die patientenbezogenen Outcomekriterien intensivstationäre Mortalität und Liegedauer zu analysieren.

6.2 Methodik

Als technisches Feedbacksystem arbeiteten wir ein Kennzahlencockpit, das den Erfüllungsgrad aller KPI anzeigt, in Form einer gesonderten Seite in die elektronische Patientenakte ein. In einem ersten Erhebungszeitraum vom 1.4.2008 bis 30.6.2008 wurde dieses Kennzahlencockpit allein zur Datenerhebung ausgefüllt, die Mitarbeiter erhielten kein Feedback. In einem weiteren Erhebungszeitraum vom 1.11.2008 bis 31.1.2009 stand das Kennzahlencockpit allen Mitarbeitern jeweils am nächsten Tag ausgefüllt und grafisch hervorgehoben als Feedback zur Verfügung. Während und zwischen beiden Zeiträumen fanden regelmäßig Schulungen zu den KPI Analgosedierung und Delir statt. Unterschiede in den Patientenkollektiven analysierten wir mittels Mann-Whitney-U-Test, t-Test bzw. Chi-Quadrat-Test, Abweichungen in den Implementierungsraten der KPI während der ersten fünf intensivstationären Tage (zum KPI der Respiration vom zweiten bis fünften Tag) anhand nichtparametrischer multivariater Varianzanalysen für wiederholte Messungen. Mögliche Einflüsse der KPI auf das Patientenoutcome untersuchten wir mittels Regressionsanalysen nach GEE.

6.3 Ergebnisse

Es wurden insgesamt 205 Patienten in diese Studie eingeschlossen. Die jeweiligen Patientenkollektive der beiden Erhebungszeiträume unterschieden sich in ihren Basisdaten nicht signifikant voneinander.

Die Implementierungsraten aller KPI mit Ausnahme derjenigen zur Sedierung konnten deutlich gesteigert werden. Es wurde jedoch zu keinem KPI konstant eine Implementierungsrate von 70 % und mehr erreicht. Deskriptiv zeigte sich, dass die Steigerung der Implementierungsrate eines KPI umso höher ausfiel, je niedriger dessen Ausgangscompliance war.

In den Regressionsanalysen stellten sich der mittlere SOFA-Wert sowie die mittlere Höhe der von den Ärzten festgelegten Sedierungsziele eines Patienten als Einflussfaktoren auf die intensivstationäre Mortalität und Liegedauer heraus.

6.4 Schlussfolgerung

Nach Einführung des technischen Feedbacksystems lagen die Implementierungsraten der KPI in unserer Klinik trotz noch insgesamt unzureichender Einhaltung im (inter)nationalen Vergleich eher hoch.

Die vorliegende Arbeit zeigt in Kongruenz mit der aktuellen Literatur einen positiven, jedoch weder konstanten noch zufriedenstellenden Effekt von Feedback auf die Implementierungsraten der KPI. Der Einfluss hängt neben den Charakteristika des Feedbacksystems sowie organisatorischen und personellen Faktoren in der Klinik auch von dem jeweiligen KPI selbst und dessen Einhaltung in der Ausgangssituation ab.

Es besteht Klärungsbedarf, wie Feedback am effektivsten gestaltet werden kann.

Ein Einfluss der Schulungen konnte aufgrund ihrer Kontinuität nicht ermittelt werden.

Wir konnten keinen Einfluss der KPI-Evaluierungshäufigkeit auf das therapeutische Ergebnis der Patienten feststellen. Es sind in unserer Klinik sowie generell im Gesundheitssystem weitere Anstrengungen zur Identifizierung der KPI als Einflussfaktoren auf das Patientenoutcome notwendig, um das Bewusstsein für die therapeutische Relevanz der KPI-Umsetzung bei Ärzten und Pflegekräften zu schärfen. Dieses Bewusstsein könnte in einem nächsten Schritt zu weiteren Handlungen in der Praxis führen und dadurch eine höhere Implementierungsrate von KPI erzielen, von der sowohl Patienten als auch die medizinische Versorgung insgesamt profitieren.

7 Literaturverzeichnis

1. Statistisches Bundesamt Deutschland: **Grunddaten der Krankenhäuser - Fachserie 12 Reihe 6.1.1 - 2009** (Aufgerufen im März 2011 unter <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/Gesundheit/Krankenhaeuser/GrunddatenKrankenhaeuser,templateId=renderPrint.psmI>)
2. Clade H: **Krankenhaus-Management: Kompetenzzentren sind zukunftssträftig.** *Deutsches Ärzteblatt* 2004, **101(41):2724.**
3. Martin J, Neurohr C, Bauer M, Weiss M, Schleppers A: **Kosten der intensivmedizinischen Versorgung in einem deutschen Krankenhaus: Kostenträgerstückrechnung basierend auf der InEK-Matrix.** *Anaesthesist* 2008, **57(5):505-512.**
4. Williams TA, Dobb GJ, Finn JC, Webb SA: **Long-term survival from intensive care: a review.** *Intensive Care Med* 2005, **31(10):1306-1315.**
5. Peris A, Bonizzoli M, Iozzelli D *et al.*: **Early intra-intensive care unit psychological intervention promotes recovery from post traumatic stress disorders, anxiety and depression symptoms in critically ill patients.** *Crit Care* 2011, **15(1):R41.**
6. Braun JP, Mende H, Bause H *et al.*: **Qualitätsindikatoren in der Intensivmedizin: wozu? Nutzen oder Last für Intensivmediziner.** *Ger Med Sci* 2010, **8:Doc22.**
7. Najjar-Pellet J, Jonquet O, Jambou P, Fabry J: **Quality assessment in intensive care units: proposal for a scoring system in terms of structure and process.** *Intensive Care Med* 2008, **34(2):278-285.**
8. Pronovost PJ, Nolan T, Zeger S, Miller M, Rubin H: **How can clinicians measure safety and quality in acute care?** *Lancet* 2004, **363(9414):1061-1067.**
9. Donabedian A: **Evaluating the quality of medical care.** *Milbank Mem Fund Q* 1966, **44(3):Suppl:166-206.**
10. Weiner BJ, Alexander JA, Shortell SM, Baker LC, Becker M, Geppert JJ: **Quality improvement implementation and hospital performance on quality indicators.** *Health Serv Res* 2006, **41(2):307-334.**

11. Deutsches Netzwerk Evidenzbasierte Medizin e.V.: **EbM Glossar** (Aufgerufen im Juni 2009 unter <http://www.ebm-netzwerk.de/grundlagen/glossar#ebm>)
12. Levy MM: **Finding out what we do in the ICU**. *Crit Care Med* 2006, **34**(1):227-228.
13. Garland A: **Improving the ICU: part 2**. *Chest* 2005, **127**(6):2165-2179.
14. Gaddis GM, Greenwald P, Huckson S: **Toward improved implementation of evidence-based clinical algorithms: clinical practice guidelines, clinical decision rules, and clinical pathways**. *Acad Emerg Med* 2007, **14**(11):1015-1022.
15. Schuster MA, McGlynn EA, Brook RH: **How good is the Quality of Health Care in the United States**. *The Milbank Quarterly* 1998, **76**(4):517-563.
16. McGlynn EA, Asch SM, Adams J *et al*: **The Quality of Health Care Delivered to Adults in the United States**. *N Engl J Med* 2003, **348**:2635-2645.
17. Grol R: **Personal paper. Beliefs and evidence in changing clinical practice**. *BMJ* 1997, **315**(7105):418-421.
18. Das deutsche Cochrane Zentrum: **Leitlinien** (Aufgerufen im Juni 2009 unter www.cochrane.de/de/guidelines.htm)
19. Roeder N, Hensen P, Hindle D, Loskamp N, Lakomek HJ: **Instrumente zur Behandlungsoptimierung - Klinische Behandlungspfade**. *Chirurg* 2003, **74**(12):1149-1155.
20. Pronovost PJ, Berenholtz SM, Ngo K *et al*: **Developing and pilot testing quality indicators in the intensive care unit**. *J Crit Care* 2003, **18**(3):145-155.
21. Holcomb BW, Wheeler AP, Ely EW: **New ways to reduce unnecessary variation and improve outcomes in the intensive care unit**. *Curr Opin Crit Care* 2001, **7**(4):304-311.
22. Nachtigall I, Tamarkin A, Tafelski S *et al*: **Impact of adherence to standard operating procedures for pneumonia on outcome of intensive care unit patients**. *Crit Care Med* 2009, **37**(1):159-166.
23. Spertus JA, Eagle KA, Krumholz HM, Mitchell KR, Normand SL: **American College of Cardiology and American Heart Association methodology for the selection and creation of performance measures for quantifying the quality of cardiovascular care**. *J Am Coll Cardiol* 2005, **45**(7):1147-1156.

24. Woolf SH, Grol R, Hutchinson A, Eccles M, Grimshaw J: **Clinical guidelines: potential benefits, limitations, and harms of clinical guidelines.** *BMJ* 1999, **318**(7182):527-530.
25. Martin J, Parsch A, Franck M, Wernecke KD, Fischer M, Spies C: **Practice of sedation and analgesia in German intensive care units: results of a national survey.** *Crit Care* 2005, **9**(2):R117-123.
26. Martin J, Franck M, Sigel S, Weiss M, Spies C: **Changes in sedation management in German intensive care units between 2002 and 2006: a national follow-up survey.** *Crit Care* 2007, **11**(6):R124.
27. **Guidelines for the management of severe sepsis and septic shock. The International Sepsis Forum.** *Intensive Care Med* 2001, **27** Suppl 1:S1-134.
28. Brunkhorst FM, Engel C, Ragaller M *et al*: **Practice and perception - a nationwide survey of therapy habits in sepsis.** *Crit Care Med* 2008, **36**(10):2719-2725.
29. Cabana MD, Rand CS, Powe NR *et al*: **Why don't physicians follow clinical practice guidelines? A framework for improvement.** *JAMA* 1999, **282**(15):1458-1465.
30. Cahill NE, Suurdt J, Ouellette-Kuntz H, Heyland DK: **Understanding adherence to guidelines in the intensive care unit: development of a comprehensive framework.** *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2010, **34**(6):616-624.
31. De Vos M, Graafmans W, Kooistra M, Meijboom B, Van Der Voort P, Westert G: **Using quality indicators to improve hospital care: a review of the literature.** *Int J Qual Health Care* 2009, **21**(2):119-129.
32. Wikipedia: **Key Performance Indicator** (Aufgerufen im Februar 2008 unter http://de.wikipedia.org/wiki/Key_Performance_Indicator)
33. Kastrup M, von Dossow V, Seeling M *et al*: **Key performance indicators in intensive care medicine. A retrospective matched cohort study.** *J Int Med Res* 2009, **37**(5):1267-1284.
34. Campbell SM, Braspenning J, Hutchinson A, Marshall MN: **Research methods used in developing and applying quality indicators in primary care.** *BMJ* 2003, **326**(7393):816-819.

35. de Vos M, Graafmans W, Keesman E, Westert G, van der Voort PH: **Quality measurement at intensive care units: which indicators should we use?** *J Crit Care* 2007, **22**(4):267-274.
36. Davis DA, Taylor-Vaisey A: **Translating guidelines into practice. A systematic review of theoretic concepts, practical experience and research evidence in the adoption of clinical practice guidelines.** *CMAJ* 1997, **157**(4):408-416.
37. Pronovost PJ, Miller MR, Dorman T, Berenholtz SM, Rubin H: **Developing and implementing measures of quality of care in the intensive care unit.** *Curr Opin Crit Care* 2001, **7**(4):297-303.
38. Berenholtz SM, Dorman T, Ngo K, Pronovost PJ: **Qualitative review of intensive care unit quality indicators.** *J Crit Care* 2002, **17**(1):1-12.
39. Burchardi H: **Aims of sedation/analgesia.** *Minerva Anesthesiol* 2004, **70**(4):137-143.
40. Martin J, Heymann A, Basell K *et al*: **S3-Leitlinie zu Analgesie, Sedit und Delirmanagement in der Intensivmedizin - Kurzversion.** *Ger Med Sci* 2010, **8**:Doc02.
41. Martin J, Basell K, Bürkle H *et al*: **S2-Leitlinien: Analgesie und Sedierung in der Intensivmedizin.** *Anästh Intensivmed* 2005, **46**(1):1-20.
42. Elliott R, McKinley S, Aitken LM, Hendrikz J: **The effect of an algorithm-based sedation guideline on the duration of mechanical ventilation in an Australian intensive care unit.** *Intensive Care Med* 2006, **32**(10):1506-1514.
43. Robinson BR, Mueller EW, Henson K, Branson RD, Barsoum S, Tsuei BJ: **An analgesia-delirium-sedation protocol for critically ill trauma patients reduces ventilator days and hospital length of stay.** *J Trauma* 2008, **65**(3):517-526.
44. Ely EW, Truman B, Shintani A *et al*: **Monitoring sedation status over time in ICU patients: reliability and validity of the Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS).** *JAMA* 2003, **289**(22):2983-2991.
45. Bijur PE, Silver W, Gallagher EJ: **Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain.** *Acad Emerg Med* 2001, **8**(12):1153-1157.
46. Payen JF, Bru O, Bosson JL *et al*: **Assessing pain in critically ill sedated patients by using a behavioral pain scale.** *Crit Care Med* 2001, **29**(12):2258-2263.

47. Ely EW, Stephens RK, Jackson JC *et al*: **Current opinions regarding the importance, diagnosis, and management of delirium in the intensive care unit: a survey of 912 healthcare professionals.** *Crit Care Med* 2004, **32**(1):106-112.
48. Devlin JW, Fong JJ, Fraser GL, Riker RR: **Delirium assessment in the critically ill.** *Intensive Care Med* 2007, **33**(6):929-940.
49. Lundstrom M, Edlund A, Karlsson S, Brannstrom B, Bucht G, Gustafson Y: **A multifactorial intervention program reduces the duration of delirium, length of hospitalization, and mortality in delirious patients.** *J Am Geriatr Soc* 2005, **53**(4):622-628.
50. Spronk PE, Riekerk B, Hofhuis J, Rommes JH: **Occurrence of delirium is severely underestimated in the ICU during daily care.** *Intensive Care Med* 2009, **35**(7):1276-1280.
51. Ely EW, Inouye SK, Bernard GR *et al*: **Delirium in mechanically ventilated patients: validity and reliability of the confusion assessment method for the intensive care unit (CAM-ICU).** *JAMA* 2001, **286**(21):2703-2710.
52. Otter H, Martin J, Basell K *et al*: **Validity and reliability of the DDS for severity of delirium in the ICU.** *Neurocrit Care* 2005, **2**(2):150-158.
53. Metnitz PG, Metnitz B, Moreno RP *et al*: **Epidemiology of mechanical ventilation: analysis of the SAPS 3 database.** *Intensive Care Med* 2009, **35**(5):816-825.
54. Pinhu L, Whitehead T, Evans T, Griffiths M: **Ventilator-associated lung injury.** *Lancet* 2003, **361**(9354):332-340.
55. Robertson TE, Sona C, Schallom L *et al*: **Improved extubation rates and earlier liberation from mechanical ventilation with implementation of a daily spontaneous-breathing trial protocol.** *J Am Coll Surg* 2008, **206**(3):489-495.
56. Girard TD, Kress JP, Fuchs BD *et al*: **Efficacy and safety of a paired sedation and ventilator weaning protocol for mechanically ventilated patients in intensive care (Awakening and Breathing Controlled trial): a randomised controlled trial.** *Lancet* 2008, **371**(9607):126-134.
57. MacIntyre NR, Cook DJ, Ely EW, Jr. *et al*: **Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American College of Chest Physicians; the American**

- Association for Respiratory Care; and the American College of Critical Care Medicine. *Chest* 2001, 120(6 Suppl):375S-395S.**
58. Ende J: **Feedback in clinical medical education.** *J Am Med Assoc* 1983, **250**:777-781.
 59. Buntinx F, Winkens R, Grol R, Knottnerus JA: **Influencing diagnostic and preventive performance in ambulatory care by feedback and reminders. A review.** *Fam Pract* 1993, **10**(2):219-228.
 60. Sinuff T, Cahill NE, Dhaliwal R, Wang M, Day AG, Heyland DK: **The value of audit and feedback reports in improving nutrition therapy in the intensive care unit: a multicenter observational study.** *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2010, **34**(6):660-668.
 61. Scales DC, Dainty K, Hales B *et al*: **A multifaceted intervention for quality improvement in a network of intensive care units: a cluster randomized trial.** *JAMA* 2011, **305**(4):363-372.
 62. Foy R, Eccles MP, Jamtvedt G, Young J, Grimshaw JM, Baker R: **What do we know about how to do audit and feedback? Pitfalls in applying evidence from a systematic review.** *BMC Health Serv Res* 2005, **5**:50.
 63. Grimshaw J, Eccles M, Thomas R *et al*: **Toward evidence-based quality improvement. Evidence (and its limitations) of the effectiveness of guideline dissemination and implementation strategies 1966-1998.** *J Gen Intern Med* 2006, **21 Suppl 2**:S14-20.
 64. Jamtvedt G, Young JM, Kristoffersen DT, O'Brien MA, Oxman AD: **Does telling people what they have been doing change what they do? A systematic review of the effects of audit and feedback.** *Qual Saf Health Care* 2006, **15**(6):433-436.
 65. Arnold DM, Lauzier F, Whittingham H *et al*: **A multifaceted strategy to reduce inappropriate use of frozen plasma transfusions in the intensive care unit.** *J Crit Care* 2011.
 66. Kahn JM, Fuchs BD: **Identifying and implementing quality improvement measures in the intensive care unit.** *Curr Opin Crit Care* 2007, **13**(6):709-713.
 67. Wahl WL, Talsma A, Dawson C *et al*: **Use of computerized ICU documentation to capture ICU core measures.** *Surgery* 2006, **140**(4):684-689; discussion 690.

68. Hysong SJ, Best RG, Pugh JA: **Audit and feedback and clinical practice guideline adherence: Making feedback actionable.** *Implement Sci* 2006, 1:9.
69. Martin J, Schleppers A, Fischer K *et al*: **Der Kerndatensatz Intensivmedizin: Mindestinhalte der Dokumentation im Bereich der Intensivmedizin.** *Anästh Intensivmed* 2004, 45:207-216.
70. Vincent JL, Moreno R, Takala J *et al*: **The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. On behalf of the Working Group on Sepsis-Related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine.** *Intensive Care Med* 1996, 22(7):707-710.
71. Miranda DR, de Rijk A, Schaufeli W: **Simplified Therapeutic Intervention Scoring System: the TISS-28 items - results from a multicenter study.** *Crit Care Med* 1996, 24(1):64-73.
72. Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE: **APACHE II: a severity of disease classification system.** *Crit Care Med* 1985, 13(10):818-829.
73. Le Gall JR, Lemeshow S, Saulnier F: **A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study.** *JAMA* 1993, 270(24):2957-2963.
74. Brunner E, Domhof S, Langer F: **Nonparametric Analysis of Longitudinal Data in Factorial Experiments.** New York: Wiley & Sons; 2002.
75. Shuhaiber JH, Goldsmith K, Nashef SA: **The influence of seasonal variation on cardiac surgery: a time-related clinical outcome predictor.** *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008, 136(4):894-899.
76. Nicolas F, Le Gall JR, Alperovitch A, Loirat P, Villers D: **Influence of patients' age on survival, level of therapy and length of stay in intensive care units.** *Intensive Care Med* 1987, 13(1):9-13.
77. Oh TE, Hutchinson R, Short S, Buckley T, Lin E, Leung D: **Verification of the Acute Physiology and Chronic Health Evaluation scoring system in a Hong Kong intensive care unit.** *Crit Care Med* 1993, 21(5):698-705.
78. Minne L, Abu-Hanna A, de Jonge E: **Evaluation of SOFA-based models for predicting mortality in the ICU: A systematic review.** *Crit Care* 2008, 12(6):R161.

79. Balas MC, Deutschman CS, Sullivan-Marx EM, Strumpf NE, Alston RP, Richmond TS: **Delirium in older patients in surgical intensive care units.** *J Nurs Scholarsh* 2007, **39**(2):147-154.
80. Garland A: **Improving the ICU: part 1.** *Chest* 2005, **127**(6):2151-2164.
81. Abella BS, Edelson DP, Kim S *et al*: **CPR quality improvement during in-hospital cardiac arrest using a real-time audiovisual feedback system.** *Resuscitation* 2007, **73**(1):54-61.
82. Meyfroidt G, Wouters P, De Becker W, Cottem D, Van den Berghe G: **Impact of a computer-generated alert system on the quality of tight glycemetic control.** *Intensive Care Med* 2011, **37**(7):1151-1157.
83. Duncan K, Pozehl B: **Effects of individual performance feedback on nurses' adherence to pain management clinical guidelines.** *Outcomes Manag Nurs Pract* 2001, **5**(2):57-62.
84. DeShon RP, Kozlowski SW, Schmidt AM, Milner KR, Wiechmann D: **A multiple-goal, multilevel model of feedback effects on the regulation of individual and team performance.** *J Appl Psychol* 2004, **89**(6):1035-1056.
85. Vagts DA, Bauer M, Martin J: **(Un-)Sinn von Zertifizierung in der Intensivmedizin. Problematik der Detektion geeigneter Indikatorsysteme.** *Anaesthesist* 2009, **58**(1):81-87.
86. Ebster C, Stalzer L: **Wissenschaftliches Arbeiten für Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler**, 3. Auflage; Wien: Facultas Verlags- und Buchhandels AG; 2008.
87. Pun BT, Gordon SM, Peterson JF *et al*: **Large-scale implementation of sedation and delirium monitoring in the intensive care unit: a report from two medical centers.** *Crit Care Med* 2005, **33**(6):1199-1205.
88. Devlin JW, Tanios MA, Epstein SK: **Intensive care unit sedation: waking up clinicians to the gap between research and practice.** *Crit Care Med* 2006, **34**(2):556-557.
89. Degrado JR, Anger KE, Szumita PM, Pierce CD, Massaro AF: **Evaluation of a local ICU sedation guideline on goal-directed administration of sedatives and analgesics.** *J Pain Res* 2011, **4**:127-134.

90. de Wit M, Gennings C, Jenvey WI, Epstein SK: **Randomized trial comparing daily interruption of sedation and nursing-implemented sedation algorithm in medical intensive care unit patients.** *Crit Care* 2008, **12**(3):R70.
91. Agarwal S, Frankel L, Tourner S, McMillan A, Sharek PJ: **Improving communication in a pediatric intensive care unit using daily patient goal sheets.** *J Crit Care* 2008, **23**(2):227-235.
92. Payen JF, Chanques G, Mantz J *et al*: **Current practices in sedation and analgesia for mechanically ventilated critically ill patients: a prospective multicenter patient-based study.** *Anesthesiology* 2007, **106**(4):687-695; quiz 891-682.
93. Gordon DB, Rees SM, McCausland MR *et al*: **Improving reassessment and documentation of pain management.** *Jt Comm J Qual Patient Saf* 2008, **34**(9):509-517.
94. Morrison RS, Meier DE, Fischberg D *et al*: **Improving the management of pain in hospitalized adults.** *Arch Intern Med* 2006, **166**(9):1033-1039.
95. Chanques G, Jaber S, Barbotte E *et al*: **Impact of systematic evaluation of pain and agitation in an intensive care unit.** *Crit Care Med* 2006, **34**(6):1691-1699.
96. Spies C, Macguill M, Heymann A *et al*: **A prospective, randomized, double-blind, multicenter study comparing remifentanil with fentanyl in mechanically ventilated patients.** *Intensive Care Med* 2010, **37**(3):469-476.
97. Klugkist M, Sedemund-Adib B, Schmidtke C, Schmucker P, Sievers HH, Huppe M: **Confusion Assessment Method for the Intensive Care Unit (CAM-ICU): Diagnostik des postoperativen Delirs bei kardiochirurgischen Patienten.** *Anaesthesist* 2008, **57**(5):464-474.
98. Devlin JW, Fong JJ, Howard EP *et al*: **Assessment of delirium in the intensive care unit: nursing practices and perceptions.** *Am J Crit Care* 2008, **17**(6):555-565; quiz 566.
99. Luetz A, Balzer F, Radtke F *et al*: **International multicenter study one day prevalence observational study for delirium on ICU (Improve-ICU) - supported by the European Critical Care Research Network.** Eingereicht: *24th Annual Congress of the European Society of Intensive Care Medicine,*

2011. A-386-0035-00389. (Aufgerufen im Juli 2011 unter https://www.sugarsync.com/pf/D866454_6093376_727879)
100. Young LJ, George J: **Do guidelines improve the process and outcomes of care in delirium?** *Age Ageing* 2003, **32**(5):525-528.
 101. Page VJ, Navarange S, Gama S, McAuley DF: **Routine delirium monitoring in a UK critical care unit.** *Crit Care* 2009, **13**(1):R16.
 102. Ely EW, Gautam S, Margolin R *et al*: **The impact of delirium in the intensive care unit on hospital length of stay.** *Intensive Care Med* 2001, **27**(12):1892-1900.
 103. Ely EW, Shintani A, Truman B *et al*: **Delirium as a predictor of mortality in mechanically ventilated patients in the intensive care unit.** *JAMA* 2004, **291**(14):1753-1762.
 104. Ely EW, Baker AM, Dunagan DP *et al*: **Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously.** *N Engl J Med* 1996, **335**(25):1864-1869.
 105. Marelich GP, Murin S, Battistella F, Inciardi J, Vierra T, Roby M: **Protocol weaning of mechanical ventilation in medical and surgical patients by respiratory care practitioners and nurses: effect on weaning time and incidence of ventilator-associated pneumonia.** *Chest* 2000, **118**(2):459-467.
 106. Kollef MH, Shapiro SD, Silver P *et al*: **A randomized, controlled trial of protocol-directed versus physician-directed weaning from mechanical ventilation.** *Crit Care Med* 1997, **25**(4):567-574.
 107. McLean SE, Jensen LA, Schroeder DG, Gibney NR, Skjodt NM: **Improving adherence to a mechanical ventilation weaning protocol for critically ill adults: outcomes after an implementation program.** *Am J Crit Care* 2006, **15**(3):299-309.
 108. Burns SM, Earven S, Fisher C *et al*: **Implementation of an institutional program to improve clinical and financial outcomes of mechanically ventilated patients: one-year outcomes and lessons learned.** *Crit Care Med* 2003, **31**(12):2752-2763.
 109. Krishnan JA, Moore D, Robeson C, Rand CS, Fessler HE: **A prospective, controlled trial of a protocol-based strategy to discontinue mechanical ventilation.** *Am J Respir Crit Care Med* 2004, **169**(6):673-678.

110. Duane TM, Riblet JL, Golay D, Cole FJ, Jr., Weireter LJ, Jr., Britt LD: **Protocol-driven ventilator management in a trauma intensive care unit population.** *Arch Surg* 2002, **137**(11):1223-1227.
111. Wall RJ, Dittus RS, Ely EW: **Protocol-driven care in the intensive care unit: a tool for quality.** *Crit Care* 2001, **5**(6):283-285.
112. Chan PK, Fischer S, Stewart TE *et al*: **Practising evidence-based medicine: the design and implementation of a multidisciplinary team-driven extubation protocol.** *Crit Care* 2001, **5**(6):349-354.
113. Rivera-Fernandez R, Nap R, Vazquez-Mata G, Reis Miranda D: **Analysis of physiologic alterations in intensive care unit patients and their relationship with mortality.** *J Crit Care* 2007, **22**(2):120-128.
114. Barandun Schafer U, Massarotto P, Lehmann A, Wehrmuller C, Spirig R, Marsch S: **Übersetzungsverfahren eines klinischen Assessmentinstruments am Beispiel der Richmond Agitation-Sedation Scale (RASS).** *Pflege* 2009, **22**(1):7-17.
115. Treggiari MM, Romand JA, Yanez ND *et al*: **Randomized trial of light versus deep sedation on mental health after critical illness.** *Crit Care Med* 2009, **37**(9):2527-2534.
116. Engel JM, Junger A, Zimmer M *et al*: **Korrelation eines automatisch generierten SOFA-Scores und seiner abgeleiteten Größen mit der Liegedauer auf einer postoperativen Intensivstation.** *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2003, **38**(6):397-402.
117. Jacobi J, Fraser GL, Coursin DB *et al*: **Clinical practice guidelines for the sustained use of sedatives and analgesics in the critically ill adult.** *Crit Care Med* 2002, **30**(1):119-141.
118. Oxman A, Flottorp S: **An overview of strategies to promote implementation of evidence-based health care.** In: Silagy C, Haines A (Hrsg.): *Evidence-based practice in primary care*. 2. Auflage; London: BMJ books; 2001.
119. Berthelot JM, Le Goff B, Maugars Y: **The Hawthorne effect: Stronger than the placebo effect?** *Joint Bone Spine* 2011, **78**(4):335-336.
120. Pronovost PJ, Goeschel CA, Colantuoni E *et al*: **Sustaining reductions in catheter related bloodstream infections in Michigan intensive care units: observational study.** *BMJ* 2010, **340**:c309.

121. Weireter LJ, Jr., Collins JN, Britt RC, Reed SF, Novosel TJ, Britt LD: **Impact of a monitored program of care on incidence of ventilator-associated pneumonia: results of a longterm performance-improvement project.** *J Am Coll Surg* 2009, **208**(5):700-704; discussion 704-705.
122. de Vos ML, van der Veer SN, Graafmans WC *et al*: **Implementing quality indicators in intensive care units: exploring barriers to and facilitators of behaviour change.** *Implement Sci* 2010, **5**:52.
123. Byrnes MC, Schuerer DJ, Schallom ME *et al*: **Implementation of a mandatory checklist of protocols and objectives improves compliance with a wide range of evidence-based intensive care unit practices.** *Crit Care Med* 2009, **37**(10):2775-2781.

8 Anhang

8.1 Danksagung

Ich danke Frau Professor Dr. med. Claudia Spies, Direktorin der Klinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin, Charité sehr herzlich für die freundliche Überlassung des Dissertationsthemas, die umfangreichen konstruktiven Diskussionen, die sehr zügige und kritische Durchsicht sowie die engagierte Förderung zur Fertigstellung dieser Arbeit.

Ganz besonders danke ich meinem Betreuer Herrn Dr. med. Marc Kastrup, der mich mit viel Motivation in die Thematik eingeführt hat und mir im weiteren Verlauf das selbstständige Arbeiten mit intensivem und wertvollem Austausch ermöglicht hat.

Bedanken möchte ich mich ebenfalls bei allen Mitarbeitern, die an diesem Projekt mitgewirkt haben, stellvertretend Herrn Reinhard Schmitt und Herrn Robert Ahlborn.

Herrn Professor Dr. rer. nat. Wernecke, dem emeritierten Direktor des Institutes für Medizinische Biometrie, möchte ich sehr für die Unterstützung in statistischen Fragestellungen danken.

Meiner groß(artig)en Familie und meinen liebenswerten Freunden danke ich für ihren Glauben an mich und die Fertigstellung dieser Arbeit.

Zuletzt danke ich von ganzem Herzen meinem Ehemann Christian Voigtländer, der mich in dieser Arbeit sowie in meinem Medizinstudium unermüdlich unterstützt hat – beides vom ersten Tag an. Ich freue mich auf unsere gemeinsame Zukunft.

8.2 Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

8.3 Erklärung an Eides statt

„Ich, Minna Johanne Nolting, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Verbesserung der Implementierungsraten von Key Performance Indikatoren zu Analgosedierung, Delir und Respiration durch ein innovatives technisches Feedbacksystem“ selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die unzulässige Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Berlin, 21.10.2011

Minna Nolting