

**AUS DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG
PROF. DR. MED. CHRISTIAN WREDE
INNERE MEDIZIN**

**Prospektive Studie zur Monitoralarmierung
auf deutschen Intensivstationen
Users' opinions on intensive care unit alarms –
A survey of German intensive care units**

**Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin**

**der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg**

**Vorgelegt von
Felix Kollmann-Jehle**

2019

**AUS DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG
PROF. DR. MED. CHRISTIAN WREDE
INNERE MEDIZIN**

**Prospektive Studie zur Monitoralarmierung
auf deutschen Intensivstationen
Users' opinions on intensive care unit alarms –
A survey of German intensive care units**

**Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin**

**der
Fakultät für Medizin
der Universität Regensburg**

**Vorgelegt von
Felix Kollmann-Jehle**

2019

Dekan:	Prof. Dr. Dirk Hellwig
1. Berichterstatter:	Prof. Dr. Christian Wrede
2. Berichterstatter:	PD Dr. Markus Zimmermann
Tag der mündlichen Prüfung:	14.01.2020

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Material und Methoden	13
2.1 Stichprobengewinnung nicht-universitäre Kliniken	13
2.2 Stichprobengewinnung Universitätskliniken	16
2.3 Anschreiben	18
2.4 Fragebogen	18
2.5 Rücklauf der Briefe	21
3. Ergebnisse	22
3.1 Rücksendung	22
3.2 Charakterisierung des medizinischen Personals	23
3.3 Charakterisierung der Intensivstationen	25
3.4 Monitoring	27
3.5 Akzeptanz neuer Monitoringsysteme	37
4. Diskussion	43
5. Zusammenfassung	55
6. Literaturverzeichnis	57
7. Anlagen	60
8. Danksagung	63

Abkürzungen

A.	Arteria
Abb.	Abbildung
BGA	Blutgasanalyse
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
d.h.	das heißt
dB	Dezibel
EKG	Elektrokardiogramm
h	Stunde
HZV	Herzzeitvolumen
ITS	Intensivstation
mmHg	Millimeter-Quecksilbersäule
PiCCO	Pulse Contour Cardiac Output
SpO2	partielle Sauerstoffsättigung
u.a.	unter anderem
vs.	versus
z.B.	zum Beispiel
ZVD	Zentraler Venendruck

Einleitung

Im Rahmen der Überalterung der Gesellschaft und damit einhergehender Multimorbidität sowie zunehmenden technischen und apparativen Möglichkeiten der modernen Medizin wächst die Anzahl an Patienten, die auf Intensivstationen versorgt werden müssen, stetig.

Das Wort Monitor bzw. Monitoring leitet sich aus dem lateinischen Wort „monere“ (warnen, ermahnen) ab, und bedeutet im medizinischen Sinne die Überwachung der Vitalfunktionen von Patienten. Dies ist bei Narkoseverfahren und insbesondere auf Intensivstationen ein wesentlicher Bestandteil der Patientenversorgung, da durch eine kontinuierliche Überwachung die Veränderung des Gesundheitszustandes der Patienten frühzeitig erkannt und so eine adäquate medizinische Behandlung eingeleitet werden kann.

Das Monitoring findet normalerweise kontinuierlich in zeitlich festgelegten Abständen während der Behandlung statt. Hierbei werden Messwerte aufgezeichnet und bei Überschreitung von festgelegten Messgrenzen eine Meldung abgegeben. Die Alarmgrenzen können bei Bedarf an den jeweiligen Patienten, aber auch Benutzer angepasst werden. Für gewöhnlich werden Über- und Unterschreitungen der Alarmgrenzen mittels optischer oder akustischer Signale an den Anwender weitergegeben. Abstufungen der verschiedenen Signale in Korrelation zur Höhe der Abweichung sind möglich. Die erhobenen Daten bzw. Messwerte werden dann auf den meisten Intensivstationen an eine zentrale Monitorstation weitergeleitet, an der die Mitarbeiter die Vitalparameter der gesamten Patienten beobachten können. Zudem werden die Vitalparameter direkt am bettseitigen Patientenmonitor mit allen Details dargestellt, so dass die behandelnden Pfleger und Ärzte rasch und am Behandlungsort

darauf zugreifen können. Über eine zentrale Recheneinheit/Server können die medizinischen Daten gespeichert und über ein Netzwerk den verschiedenen Arbeitsplätzen zugänglich gemacht werden. So sind die während eines längeren Aufenthaltes erhobenen Befunde jederzeit abrufbar, um auch längerfristige Trendentwicklungen besser einschätzen zu können.

Für die medizinische Überwachung des Gesundheitszustandes ist die frühzeitige Erkennung von dauerhaften oder akuten Veränderungen der Vitalparameter essentiell. Im Rahmen des Monitorings werden die erhobenen Daten ausgewertet und interpretiert. Dies geschieht einerseits durch die Medizingeräte selbst, andererseits auch durch den Anwender. So soll eine möglichst genaue Einschätzung des Gesundheitszustandes der überwachten Patienten realisiert werden.

Im Folgenden werden die gebräuchlichen Monitorparameter vorgestellt (13):

Das Elektrokardiogramm (EKG) dient zur Erkennung der Herzfrequenz, des Herzrhythmus, sowie des Lagetyps des Herzens. Zudem können Erregungsleitungsstörungen, sowie pathologische Arrhythmien erkannt und klassifiziert werden. Man erfasst ebenfalls Myokardschädigungen und Störungen von Herzschrittmachern. In der Regel benutzt man hierfür die bipolaren Extremitätenableitungen I, II und III nach Einthoven und die unipolaren Extremitätenableitungen aVR, aVL und aVF nach Goldberger. Mit diesen kann man bei nicht-kardialen Intensivpatienten die Herzfrequenz und die häufigsten Herzrhythmusstörungen zuverlässig erkennen. Bei Verdacht auf myokardiale Schädigungen ist ein 12-Kanal-EKG notwendig. Hier werden die Brustwandableitungen V1-V6 nach Wilson ergänzt, so dass Erregungsrückbildungsstörungen diagnostiziert werden können. Es gibt mittlerweile immer zuverlässigere Software zur Interpretation des EKGs, die im Bereich des

Intensivmonitorings eingesetzt wird, um Herzrhythmusstörungen wie ventrikuläre Tachykardien, Vorhofflimmern und Kammerflimmern frühzeitig zu erkennen.

Mittels Pulsoximetrie kann kontinuierlich und nicht-invasiv der Anteil des oxygenierten Hämoglobins im Blut bestimmt werden. Dies erfolgt über eine photometrische, pulsatile Messung der Lichtabsorption im 660 nm- und 940 nm-Bereich, wobei das oxygenierte Blut im unteren Bereich das Licht absorbiert. So kann über einen Sättigungsaufnehmer am Finger, an der Zehe oder am Ohrläppchen die partielle Sauerstoffsättigung SpO₂ ermittelt werden. Diese gibt z. B. Hinweise auf Ventilationsstörungen der Lunge. Nebenbei kann durch den pulsierenden Blutstrom auch die Herzfrequenz ermittelt werden, falls kein EKG vorhanden ist.

Zum Standardmonitoring gehört ebenfalls die nicht-invasive bzw. invasive Messung des arteriellen Blutdrucks. Die nicht-invasive Messung erfolgt entweder palpatorisch oder oszillatorisch nach Riva-Rocci. Im Bereich der Intensivmedizin findet vor allem die oszillatorische Messung Anwendung, da diese automatisch in festgelegten Intervallen, üblicherweise alle zwei bis fünf Minuten, durch den Patientenmonitor erfolgt. Die invasive Messung des arteriellen Blutdrucks erfolgt über ein Schlauchsystem aus Kunststoff, welches unter sterilen Bedingungen per transkutaner Punktion typischerweise in die A. radialis oder femoralis eingebracht wird. Hierbei wird bei jedem Herzschlag der arterielle Druck gemessen. Das Schlauchsystem ist mit Flüssigkeit gefüllt und mit einem Druckaufnehmer verbunden. Dieser wird regelmäßig kalibriert und kann durch die kontinuierliche Messung auch eine Pulskontur abbilden, die Hinweise auf den Volumenstatus des Patienten geben kann. Ein weiterer Vorteil gegenüber der nicht-invasiven Messung ist die höhere Genauigkeit vor allem bei sehr niedrigen Blutdruckwerten. Ebenso ist es möglich, arterielles Blut abzunehmen, um arterielle Blutgasanalysen durchzuführen.

Zum weiteren Basismonitoring zählen die Erfassung der Ein- und Ausfuhr, regelmäßige Blutzuckerkontrollen und die Dokumentation der Körpertemperatur. Bei respiratorisch auffälligen Patienten sind zusätzlich regelmäßige Blutgasanalysen notwendig.

Vor allem bei hämodynamisch instabilen Patienten sowie kardial erkrankten Patienten ist es oftmals essentiell ein erweitertes hämodynamisches Monitoring durchzuführen. Dazu gehören die Erfassung des Zentralen Venendrucks ZVD, des Herzzeitvolumens HZV und weiterer Werte, die durch Anlage verschiedener invasiver Messverfahren wie den Pulmonalkatheter/Swan-Ganz-Katheter und das PiCCO-System gemessen werden können. Da diese Systeme durchaus relevante Komplikationen hervorrufen können (14), sind diese nur nach strenger Indikationsstellung anzuwenden und nicht Teil des Basismonitorings.

Bei intubierten Patienten ist es möglich, mittels Kapnometrie die Intubation zu überprüfen. Hierbei wird mittels Infrarotspektroskopie der endtidale Kohlenstoffdioxidgehalt der Atemluft gemessen. So können Rückschlüsse auf die Platzierung des Endotrachealtubus und die maschinelle Beatmung getroffen werden.

Insbesondere unter der kontinuierlichen Überwachung vital bedrohter Patienten steigt die Lärmbelastung für Patient und Personal stark an. Auch wenn es innerhalb des Personals starke Unterschiede in der Wahrnehmung und Einschätzung der Alarme gibt, bleibt der Stressfaktor sehr hoch. Nichtsdestotrotz ist es für die Behandlung von Intensivpatienten essentiell, die wichtigsten Vitalparameter zu erfassen und deren Veränderungen, insbesondere lebensbedrohliche Zustände, durch audio-visuelle Signale darstellen zu können.

Es zeigte sich, dass der durch das Monitoring verursachte Lärmpegel auf Intensivstationen auf Spitzenwerte bis über 80 dB steigen kann, was mit der Lautstärke einer stark befahrenen Straße vergleichbar ist (1). Mit ca. 50 % stellen Monitoralarme, neben anderen Faktoren wie z.B. Telefongespräche, Personal, Klingeltöne, Fernseh- und Radiolärm, eine der größten Quellen für die Geräusentwicklung auf einer Intensivstation dar (2) (3). Da mit fortschreitender Technik und weiterentwickelter Medizin immer mehr medizinische Geräte am Patientenbett vorhanden sind, nimmt der Lärmpegel seit den 60er Jahren kontinuierlich zu (4).

Dadurch kann es zu einer Akkumulierung von über 40 verschiedenen Alarmtönen kommen (5). Die große Variation unter den Alarmsignalen der verschiedenen Systeme führt dazu, dass nur ca. 50 % der potentiell lebensbedrohlichen Alarmierungen und ca. 40 % der nicht lebensbedrohlichen Alarmierungen durch das eingesetzte Personal korrekt erkannt werden. Hierbei zeigt sich ein Unterschied zwischen erfahrenem Personal und Berufseinsteigern. Unerfahrenere Mitarbeiter können die nicht-kritischen Alarme wesentlich ungenauer identifizieren (6) (7). Alarmierungen hoher Priorität wurden jedoch unabhängig von der klinischen Erfahrung gleich gut erkannt.

Jedoch stellt die Tatsache, dass die Monitoralarme in bis zu 90 % der Fälle keine klinische Relevanz haben, ein großes Problem dar. Die Monitoringsysteme weisen zwar eine sehr hohe Sensitivität bezüglich der Alarmgebung auf, allerdings bei einer sehr niedrigen Spezifität. Ursächlich für die Vielzahl von Alarmen sind hierbei Artefakte durch Alarmierungen aufgrund der Tätigkeit des Personals am Patienten oder Alarmierungen durch das Elektrokardiogramm und Pulsoximeter zumeist aufgrund von technischen Problemen mit den am Patienten befindlichen Elektroden oder Sensoren. Demgegenüber konnte kein falsch-negatives Monitoring beobachtet werden.

Insgesamt bedingen gerade mal bis zu 10 % der Alarmierungen eine therapeutische Konsequenz (2) (8) (9).

Diese Menge an klinisch nicht relevanten Alarmierungen führt zu einer schwindenden Aufmerksamkeit des auf der Intensivstation eingesetzten Personals. Zudem werden häufig die Alarmgrenzen des Monitorings verändert und Alarmierungen unnötig stummgeschaltet, was das Risiko einer fehlenden Erkennung von kritischen lebensbedrohlichen Ereignissen erhöht (3). Auch die Reaktionszeit des Personals kann durch die Manipulation der Alarmgrenzen verlängert werden und kann zu einer weiteren Desensibilisierung des Personals hinsichtlich der Alarmierungen führen.

Des Weiteren beeinflusst der hohe Lärmpegel durch die häufigen Alarme den Schlaf der Patienten selbst. Es kann hierbei zu häufigerem Schlafentzug, sowie einer Veränderung der Schlafphasen kommen. Dies beeinflusst die autoregulatorischen Möglichkeiten des Körpers und kann zu einer erhöhten Morbidität und Mortalität führen (10). Auch bei den Mitarbeitern der Intensivstationen kann der vermehrte Lärm zu Schlafstörungen und verminderter Arbeitsleistung führen (11). Die Fähigkeit bestimmte Maßnahmen korrekt durchzuführen wird negativ beeinflusst und kann so das Ergebnis der medizinischen Behandlung herabsetzen (12).

Insgesamt trägt die hohe Anzahl an irrelevanten Alarmen dazu bei, das Vertrauen des Personals in das Monitoring zu untergraben. Zudem fühlt sich ein Großteil des Personals durch das Monitoring nicht entlastet.

Eine richtige Einstellung der Monitoringsysteme führt bereits zu einer Reduktion von Alarmen und muss regelmäßig geschult werden. Bei richtiger Handhabung werden lebensbedrohliche Zustände zuverlässig entdeckt (8). Die Patientensicherheit kann

bei geeigneter Ausbildung des Personals und bei geeigneten Einstellungen der Systeme verbessert werden (12) (3).

Zudem gibt es bereits die Möglichkeit, weitere Technologien in die Alarmgebung zu implementieren. Die für die Studie relevanten, neueren Verfahren werden im Folgenden erklärt.

Eine Möglichkeit zur Verbesserung der Alarmgebung stellt die trendbasierte Alarmgebung dar. Diese nutzt im Gegensatz zu klassischen Monitoringsystemen keine festen Alarmgrenzen, die bei Über- oder Unterschreiten zu einer Alarmierung führen, sondern überwacht während eines festgelegten Zeitraums die Veränderung von Messgrößen z. B. die Veränderungen der Herzfrequenz während einer Minute im Vergleich zu den Veränderungen in der Vorminute. Infolgedessen werden bereits frühzeitig Änderungen des Zustandes des Patienten sichtbar und können zu zeitnahen Warnungen führen. Dies kann eine zielgerichtete Behandlung ermöglichen, noch bevor Alarmgrenzen überschritten werden (16) (24).

Eine weitere Optimierung stellt das Filtern von Messartefakten und die konsekutive Signalglättung dar, d. h. offensichtliche Messfehler oder unplausible, einzelne, nicht wiederkehrende Messwerte werden in Echtzeit als Artefakte herausgefiltert und führen so nicht mehr zu einer unnötigen Alarmierung. Hierdurch kann die Anzahl unnötiger Alarmierungen deutlich gesenkt werden (16) (24).

Ein weiterer Ansatz zur Verbesserung des Monitorings kann die Kombination mehrerer Messungen eines Vitalparameters (z. B. Herzfrequenz von EKG + Pulsoximetrie + arterielle Blutdruckmessung) sein, da dann eine Validierung der einzelnen Messwerte in Echtzeit mit den anderen Messwerten erfolgt und bei unplausiblen Ergebnissen keine Alarmierung resultiert. „Intelligente“ Monitoringsysteme nutzen dieses

Validierungsverfahren bereits, indem z. B. der Sättigungsabfall in der Pulsoxymetrie am Finger bei zeitgleich stattfindender, nicht invasiver Blutdruckmessung als Fehlmessung interpretiert und dementsprechend nicht als Alarm weitergegeben wird (16) (24).

Zudem gibt es zunehmend die Möglichkeit, mehrere einzelne Monitoringsysteme in einem gemeinsamen Monitoringsystem zusammenzufassen. Durch die Kombination von respiratorischem Monitoring, kardiovaskulärem Monitoring und z. B. Nierenersatzverfahren in einem gemeinsamen Monitoringsystem ist es möglich, die Alarme besser im Kontext erfassen und interpretieren zu können (24).

Bei allen Vor- und Nachteilen ist das Monitoring essentieller Bestandteil einer intensivmedizinischen Behandlung. Die Akzeptanz neuer Technologien hängt unter anderem davon ab, wie die Mitarbeiter Alarmierungen wahrnehmen und diese bewerten. Zusätzlich müssen sie von der Nützlichkeit im klinischen Alltag überzeugt sein. Dies kann von der Krankenhausgröße, der Fachrichtung der Intensivstation, ebenso aber auch von der Erfahrung des medizinischen Personals abhängig sein. Ebenfalls kann es eine Rolle spielen, ob das Personal eine ärztliche oder pflegerische Tätigkeit ausübt. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, im Rahmen einer prospektiven Studie mehr über das Alarmempfinden und die klinische Einschätzung der Alarmierungen des eingesetzten Personals auf den verschiedenen Intensivstationen deutscher Krankenhäuser zu erfahren. Zudem soll durch die Studie eruiert werden, welche Verbesserungsvorschläge und Wünsche die Befragten für zukünftige Monitoringsysteme haben. Dies soll helfen, die Anzahl der Alarmierungen und den auf Intensivstationen herrschenden Lärmpegel zu senken und konsekutiv die Patientensicherheit zu erhöhen.

Material und Methoden

Stichprobengewinnung nicht-universitäre Kliniken

Zur Auswahl der anzuschreibenden Kliniken wurde das Krankenhausverzeichnis des statistischen Bundesamtes der Bundesrepublik Deutschland vom 31.12.2003 genutzt. Das Verzeichnis enthält Informationen zu Namen und Adresse, Telefon- und Telefaxnummern, E-Mail- und Internetadressen der Einrichtungen, Namen und Art des Trägers sowie Anzahl der Betten, nach Fachabteilungen gegliedert (bei Krankenhäusern zusätzlich Anzahl der Tages- und Nachtambulanzplätze), basierend auf den Meldungen zur amtlichen Krankenhausstatistik für das Berichtsjahr 2003.

Dieses Verzeichnis listete insgesamt 2152 Krankenhäuser auf. Um eine bessere Einteilung der Krankenhäuser in Bezug auf die Studie zu treffen, wurden diese in drei Gruppen eingeteilt:

- Universitätskliniken, Gruppe (a)
- Kliniken mit einer Bettenanzahl über 600 Betten, Gruppe (b)
- Kliniken mit 300-600 Betten, Gruppe (c)

Kliniken mit einer Bettenanzahl unter 300 Betten wurden nicht berücksichtigt, da Kliniken dieser Größe zumeist nicht über eine Intensivstation verfügen.

So ergaben sich in den drei Gruppen folgende Zahlen:

- Universitätskliniken n = 35
- Kliniken über 600 Betten n = 119
- Kliniken 300-600 Betten n = 473

Aus den vorliegenden Daten des Krankenhausverzeichnisses war jedoch nicht ersichtlich wie viele Intensivstationen an den jeweiligen Krankenhäusern vorhanden waren. Daher konnte man auch keine Aussage darüber treffen in welchem Verhältnis die Intensivstationen auf die drei Gruppen verteilt waren. Ziel der gesamten Stichprobenauswahl war es, eine proportional korrekte Verteilung der Anschreiben an die unterschiedlichen Krankenhäuser anhand der Verteilung der Intensivstationen zu erreichen. Damit dies für die folgenden Stichproben besser eingeschätzt werden konnte, wurde Initial eine erste zufällige Stichprobe erhoben.

In Zusammenarbeit mit der statistischen Fakultät der Universität Dortmund wurde ein Plan entwickelt, mit Hilfe dessen eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Intensivstationen gewährleistet werden konnte. Zunächst wurden nach Vorgaben der statistischen Fakultät in der ersten Stichprobe per Zufallsauswahl 22 Krankenhäuser der Gruppe (b) und 57 Krankenhäuser der Gruppe (c) aus dem Krankenhausverzeichnis des statistischen Bundesamtes ausgewählt. Diese wurden per Telefon oder Email kontaktiert. Die 22 Krankenhäuser der Gruppe (b) hatten 55 Intensivstationen, die Krankenhäuser der Gruppe (c) hatten 88 Intensivstationen.

Nachdem nun eine erste Einschätzung zu dem Verteilungsmuster der Intensivstationen in Bezug auf die Krankenhausgröße getroffen werden konnte, wurde der Stichprobenumfang erweitert und weitere 27 Krankenhäuser der Gruppe (b) und 46 Krankenhäuser der Gruppe (c) kontaktiert. An den Kliniken der Gruppe (b) waren 72 Intensivstationen, an den Kliniken der Gruppe (c) waren 85 Intensivstationen vorhanden.

Nach Ermittlung der ersten beiden Teilstichproben konnte nun eine genaue Berechnung der Verteilung der Intensivstationen auf die verschiedenen Krankenhausgruppen erfolgen. Hierzu wurde die Anzahl der kontaktierten

Krankenhäuser und die Anzahl der jeweiligen Intensivstationen in der Gruppe in Relation gesetzt. Die Krankenhäuser mittlerer Größe hatten im Durchschnitt weniger Intensivstationen pro Krankenhaus als die großen Krankenhäuser. Insgesamt sind laut Krankenhausregister die mittleren Krankenhäuser in Deutschland öfter vorhanden.

Abb. 1: Berechnung der Verteilung der Intensivstationen bezogen auf die Krankenhausgröße

$$\hat{I}_{\text{mittel},2} = 473 \cdot (88 + 72) / (46 + 57) = 473 \cdot 160 / 103 \approx \mathbf{735}$$

$$\hat{I}_{\text{groß},2} = 119 \cdot (55 + 85) / (27 + 22) = 119 \cdot 140 / 49 \approx \mathbf{340}$$

$$\hat{I}_{\text{ges},2} = \mathbf{1075}$$

So wurde die dritte und letzte Stichprobe dementsprechend ausgewählt, dass 68 % der zu kontaktierenden Intensivstationen Krankenhäusern der Gruppe (c) und 32 % der Intensivstationen Krankenhäusern der Gruppe (b) angehören sollten. Hierbei wurden 37 Kliniken der Gruppe (c) und 17 Kliniken aus der Gruppe (b) kontaktiert.

Abb. 2: Ergebnis der Größenrelation der Verteilung der Intensivstationen innerhalb der Krankenhäuser

$$\hat{A}_{\text{klein},3} = \hat{I}_{\text{klein},2} / \hat{I}_{\text{ges},2}$$

$$\hat{A}_{\text{mittel},3} = \hat{I}_{\text{mittel},2} / \hat{I}_{\text{ges},2} = 735 / 1075 \approx \mathbf{0,68}$$

$$\hat{A}_{\text{groß},3} = \hat{I}_{\text{groß},2} / \hat{I}_{\text{ges},2} = 340 / 1075 \approx \mathbf{0,32}$$

Es konnten nicht alle Kliniken und Intensivstationen wie geplant kontaktiert werden, da sich in der ursprünglichen Auswahl auch Fachkliniken für Psychiatrie ohne eigene Intensivstation befanden. Zudem gaben mehrere Kliniken über das Telefon keine Auskunft zu internen Informationen. Des Weiteren waren einige Kliniken bereits geschlossen oder umstrukturiert.

Aus der finalen Stichprobe wurden gemäß Vorgaben der statistischen Fakultät der Universität Dortmund die endgültig anzuschreibenden Intensivstationen der einzelnen Krankenhäuser ermittelt. Dies erfolgte per Auswahl anhand eines Kish-Selection-Grid, d. h. je nach Anzahl der vorhandenen Intensivstationen eines Krankenhauses wurden diese alphabetisch geordnet und nummeriert. Gemäß des Kish-Selection-Grid wurde dann die zu kontaktierende Intensivstation, wie exemplarisch in Abbildung 3 dargestellt, festgelegt.

Abb. 3: Kish-Selection-Grid

	Anzahl Intensivstationen						
	1	2	3	4	5	6	7
Klinik Nr.							
18	1	1	1	4	3	3	3

Stichprobengewinnung Universitätskliniken

Für die Stichprobengewinnung der Kliniken der Gruppe (a) wurde ein anderes System benutzt, da an den Universitätskliniken viele spezialisierte Intensivstationen der verschiedenen Fachrichtungen vorgehalten werden. Zunächst musste eine Aufstellung aller Intensivstationen der insgesamt 35 Universitätskliniken erfolgen. Hierfür wurden die Universitätskliniken telefonisch kontaktiert und aus den so gewonnenen Daten Anzahl und Fachrichtungen der vorhandenen ITS dokumentiert. Um eine gleichmäßige Verteilung zu erreichen, wurde festgesetzt, dass in jeder Klinik zwei Intensivstationen angeschrieben wurden. Zugleich sollten die einzelnen Fachrichtungen proportional zu ihrem Anteil an der Gesamtzahl der ITS vertreten sein. Ebenfalls mussten, um eine ausreichende Heterogenität zu erreichen, an jeder Universitätsklinik zwei Intensivstationen aus jeweils unterschiedlichen Fachgebieten ausgewählt werden. Insgesamt ergab sich eine Gesamtanzahl an 251 Intensivstationen (Tab. 1). Der Großteil davon waren chirurgisch ($n = 73$) oder

internistisch (n = 57), gefolgt von den Fachrichtungen Pädiatrie (n = 27), Neurologie (n = 27) und Anästhesie (n = 24). Die restlichen Fächer bewegten sich im einstelligen Bereich.

Tabelle 1: Übersicht der universitären Intensivstationen

Fachrichtung	Gesamtanzahl	Prozent	Anzahl Stichprobe
Chirurgie	73	29,1	19
Innere	57	22,7	15
Pädiatrie	27	10,8	7
Neurologie	27	10,8	7
Anästhesie	24	9,6	6
Herz-Thorax.	2	0,8	1
Neonatologie	8	3,2	2
Neurochirurgie	6	2,4	2
Urologie	4	1,6	1
HNO	4	1,6	1
Gynäkologie	5	2,0	1
MKG	1	0,4	0
Verbrennungsmedizin	2	0,8	1
Kardiologie	1	0,4	0
Gastroenterologie	1	0,4	0
Interdisziplinär	9	3,6	2
Gesamt	251		65

Durchschnittlich hatten die Universitätskliniken je 7,2 ITS. Für die Stichprobe wurden aus den 251 Intensivstationen 65 ausgewählt.

Insgesamt wurden per Zufallsauswahl aus den Stichproben aller Krankenhausgruppen 183 Intensivstationen kontaktiert

Anschreiben

In einem Briefkuvert wurde initial ein Begrüßungsschreiben an die jeweiligen Leiter der Intensivstationen versandt, in dem diese gebeten wurden, die beigelegten fünf identischen Fragebögen an das Personal zur Beantwortung weiterzuleiten. Einer der Bögen sollte vom Leiter der Intensivstation, zwei von dem ärztlichen und weitere zwei von dem pflegerischen Personal ausgefüllt werden. Den Fragebögen lagen jeweils vorfrankierte Briefumschläge bei, mit denen die ausgefüllten Bögen zur Universitätsklinik beziehungsweise an das Studienbüro zurückgesendet werden konnten. Auf diese Weise sollte eine möglichst gute Mitarbeit an der Fragebogenaktion gewährleistet werden.

Fragebogen

Der Fragebogen „Intensiv-Monitor der Zukunft“ bestand aus 24 teils geschlossenen und teils offenen Fragen zu folgenden drei Themenbereichen: A Persönliche Informationen/Charakteristika der Intensivstation, B Fragen zum kardiopulmonalen Monitoring und C Kritik und Anregung für zukünftige Monitor-Systeme. Er wurde in Kooperation mit erfahrenen Intensivmedizinern des Universitätsklinikums Regensburg entwickelt. Zur Testung und Optimierung wurde er initial den Mitarbeitern der internistischen Intensivstation des Universitätsklinikums Regensburg vorgelegt. Basierend auf Verbesserungsvorschlägen und Kommentaren der Teilnehmer wurde er überarbeitet und optimiert. Ferner war der Fragebogen anonym zu beantworten, um eine möglichst hohe Beteiligung zu erreichen und eine Unbefangenheit der Teilnehmer zu gewährleisten.

Teil A des Fragebogens bestand vor allem aus Fragen zur Person und der Art und Größe des Klinikums. Die Fragen zur Person umfassten zuerst die Beschäftigung in Hinsicht auf eine ärztliche oder pflegerische Tätigkeit, sowie die jeweilige Funktion bzw. Fachrichtung. Dann folgten offene Fragen zur Dauer der bisherigen Tätigkeit auf der Intensivstation sowie zur durchschnittlichen Arbeitszeit in Stunden pro Tag. Die Art des Klinikums konnte in geschlossenen Fragen beantwortet werden. Hierbei war die Trägerschaft ausschlaggebend. Anschließend wurde die Fachrichtung der Intensivstation abgefragt. In offenen Fragen konnten Angaben zur Bettenanzahl, den fest eingeteilten Mitarbeitern und zur Anzahl der durchschnittlichen Aufnahmen pro Jahr gemacht werden. Zum Abschluss wurden Fragen zum eingesetzten Pflegeschlüssel, d. h. Pflegekraft pro Patienten und pro Schicht, auf der Station gestellt.

Teil B des Fragebogens behandelte mehrere Fragen zum derzeitigen Monitoringsystem auf der jeweiligen Intensivstation, sowie die Alarmierung und deren Auswirkung auf die Mitarbeiter.

Beginnend wurde offen nach der Firma und der Typbezeichnung des benutzten kardiopulmonalen Monitoringsystems, sowie geschlossen nach dem Vorhandensein einer Monitoringzentrale gefragt. Weiter wurde eruiert, ob das pflegerische Personal, das ärztliche Personal oder beide zusammen die Alarmgrenzen des Monitoringsystems einstellten. Unabhängig von der vorherigen Antwort wurde noch die Häufigkeit der Einstellung der Alarmgrenzen erfragt. Die restlichen Fragen im Teil B thematisierten die klinische Relevanz der Alarmierungen und die daraus resultierenden Konsequenzen in Bezug auf das weitere klinische Procedere, sowie die Häufigkeit der Alarmierung.

Hierbei wurde in drei Einfachauswahlfragen Folgendes erfragt:

- Der Prozentzahl der Alarmierungsfälle des kardiopulmonalen Monitorings mit klinischer Konsequenz nach Ansicht des Befragten (unter 25 %, 25-50 %, 50-75 % und über 75 %)
- Der Häufigkeit der Alarmierung des kardiopulmonalen Monitoringsystems (viel zu oft, zu oft, genau richtig, zu selten und viel zu selten)
- Der Belastung beziehungsweise Entlastung durch das Monitoringsystem (entlastet, belastet, weder noch)

Dadurch konnte der Einfluss der Monitoringsysteme auf die klinische Arbeit eingeschätzt werden.

Im dritten Abschnitt des Fragebogens wurden die Teilnehmer zu möglichen Verbesserungen und Änderungen des zukünftigen Monitorings befragt, konnten aber auch eigene Vorschläge nennen. Hierzu wurden vier Fragen mit je vier Antwortmöglichkeiten (überhaupt nicht sinnvoll, eher nicht sinnvoll, eher sinnvoll und sehr sinnvoll) gestellt. Zuerst wurde nach dem Nutzen einer trendbasierten Alarmierung im Gegensatz zu einer Alarmierung zu einem fest eingestellten Wert gefragt. Anschließend wurde der Wunsch nach einer Alarmierung durch ein geglättetes Signal zur Filterung von Messartefakten eruiert.

Ebenfalls musste die Kombination mehrerer Vitalparameter (z. B. Anstieg der Herzfrequenz mit gleichzeitigem Abfall des arteriellen Mitteldruckes) zur Alarmgebung bewertet werden.

Zuletzt sollte der Partizipant entscheiden, ob es von Vorteil sei, mehrere Monitoring-Systeme (z. B. Beatmung, kardiopulmonales Monitoring, sowie kontinuierliches Nierenersatzverfahren) in einem einzigen Monitoringsystem kombiniert

zusammenzufassen. Anschließend wurden die Teilnehmer in einer offenen Frage zu eigenen Vorschlägen und Anregungen für ein innovatives, zukünftiges Monitoringsystem befragt.

Zum Abschluss konnten noch Angaben zu Geschlecht und Alter des Teilnehmers gemacht werden.

Rücklauf der Briefe

Die Versendung der Fragebögen fand zwischen Mai 2006 und Juni 2007 statt. Insgesamt wurden 915 Fragebögen verschickt. Hiervon wurden 325 Bögen an die Gruppe (a) mit 65 Intensivstationen, 205 Bögen an die Gruppe (b) bei 41 ausgewählten Intensivstationen und 385 Bögen an die 77 Intensivstationen der Gruppe (c) gesendet. 274 der 915 Fragebögen wurden ausgefüllt zurückgeschickt. Dies entspricht einem prozentualen Anteil von 29,9 %. Die letzten Antworten gingen im November 2007 im Studienbüro ein.

Ergebnisse

Rücksendung

Insgesamt wurden von 915 versendeten Fragebögen insgesamt 274 beantwortet und zurückgeschickt. Der größte Anteil kam aus der Gruppe der nicht universitären Krankenhäuser mit einer Bettenkapazität zwischen 300 und 600 Betten (39,1 %), gefolgt von der Gruppe der Universitätskliniken (36,5 %) und den Häusern mit einer Bettenanzahl über 600 (24,4 %). Die Rücksendungsquote war innerhalb der Gruppen ähnlich.

Tabelle 2: Verteilung der zurückgesendeten Briefe

	Anzahl ITS	Briefe versendet	Briefe zurückgeschickt	Prozent
Gruppe (a)	65	325	100	30,8
Gruppe (b)	41	205	67	32,7
Gruppe (c)	77	385	107	27,8
Gesamt	183	915	274	29,9

Tabelle 3: Verteilung der Rücksendungen auf die Krankenhausgruppen

	Anzahl der Briefe	Prozent
Gruppe (a)	100	36,5
Gruppe (b)	67	24,4
Gruppe (c)	107	39,1

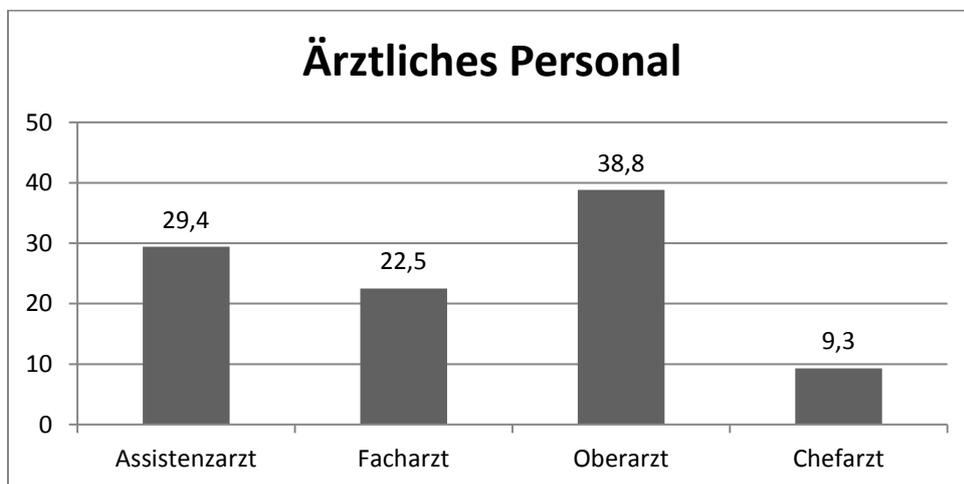
Charakterisierung des medizinischen Personals

Von den 274 Fragebögen wurden insgesamt 160 durch ärztliches Personal beantwortet (58,4 %) und 114 durch Pflegekräfte (41,6 %).

Qualifikation

Das ärztliche Personal wurde nochmals bezüglich der Qualifikation beziehungsweise der Stellung innerhalb der Klinik aufgeschlüsselt.

Abb. 4: Verteilung des ärztlichen Personals nach Stellung in Prozent



Bei der Gruppe der Krankenpfleger gaben von den 114 Mitarbeitern insgesamt 43 an, als Stationsleitung zu arbeiten, was einem Anteil von 37,7 % entspricht.

Fachgebiet

Des Weiteren wurde bei der Gruppe der Ärzte unterschieden in welchem Fachgebiet die Befragten arbeiteten. Hierbei zeigte sich, dass über die Hälfte der Teilnehmer (51,6 %) im Fachgebiet der Anästhesiologie arbeitet, gefolgt von der Inneren Medizin (27,1 %) und weiteren Fachrichtungen.

Tabelle 4: Verteilung der ärztlichen Fachgebiete

Fachrichtung	n	Prozent
Anästhesie	83	51,6
Innere Medizin	42	27,1
Pädiatrie	19	11,6
Chirurgie	7	4,5
Andere	9	5,2
Gesamt	160	

Geschlecht

Es antworteten insgesamt 92 weibliche und 180 männliche Mitarbeiter. Hierbei zeigte sich kein signifikanter Unterschied bei der Geschlechterverteilung bezogen auf die Größe des Krankenhauses.

Tabelle 5: Geschlechterverteilung der Teilnehmer

Geschlecht	gesamt	Universitäts- kliniken	Kliniken >600 Betten	Kliniken 300- 600 Betten
weiblich	92 (33,8%)	34 (34,0%)	20 (30,3%)	38 (35,8%)
männlich	180 (66,2%)	66 (66,0%)	46 (69,7%)	68 (64,2%)

Alter

Bei der Altersverteilung zeigte sich kein Unterschied in den verschiedenen Krankenhausgruppen. Insgesamt lag das Durchschnittsalter der antwortenden Teilnehmer bei 40 ± 8 Jahren.

Tabelle 6: Durchschnittliches Alter

	gesamt	Universitätskliniken	Kliniken >600 Betten	Kliniken 300- 600 Betten
Alter in Jahren	40 ± 8	39 ± 7	41 ± 8	41 ± 8

Durchschnittliche Tätigkeitsdauer

Die medizinischen Mitarbeiter arbeiteten zum Zeitpunkt der Beantwortung im Durchschnitt seit 125 ± 95 Monaten auf der Intensivstation. Der höchste Durchschnittswert zeigte sich in der Gruppe der kleineren Krankenhäuser mit 300-600 Betten.

Tabelle 7: Durchschnittliche Tätigkeitsdauer auf der Intensivstation in Monaten

	gesamt	Universitäts- kliniken	Kliniken >600 Betten	Kliniken 300- 600 Betten
Tätigkeitsdauer	125 ± 95	109 ± 87	126 ± 89	138 ± 103

Charakterisierung der Intensivstationen

Art der Intensivstationen

Die Intensivstationen wurden in verschiedene Fachrichtungen unterteilt. Hierbei war die größte Gruppe die der interdisziplinären Intensivstationen, gefolgt von internistischen und anästhesiologischen Intensivstationen.

Tabelle 8: Aufteilung der unterschiedlichen Fachrichtungen der ITS

Art ITS	n	Prozent
Interdisziplinär	106	38,7
Anästhesie	35	12,8
Innere Medizin	52	19,0
Pädiatrie	31	11,3
Chirurgie	18	6,6
Kardiochirurgisch	2	0,7
Neuro(chirurgisch)	20	7,3
sonstige	10	3,7
Gesamt	274	

Die Gruppe der interdisziplinären Intensivstationen ist vor allem an Krankenhäusern mit einer Bettenzahl zwischen 300-600 überdurchschnittlich häufig mit 71,7 % vertreten.

Größe der Intensivstationen

Im Durchschnitt hatten die Intensivstationen der Teilnehmer eine Bettenkapazität von $13,7 \pm 7,3$ Betten. Die durchschnittliche Anzahl der Aufnahmen pro Jahr lag bei 1261 ± 1203 .

Tabelle 9: Durchschnittliche Betten- und Aufnahmeanzahl

	gesamt	Universitäts- kliniken	Kliniken >600 Betten	Kliniken 300- 600 Betten
Bettenanzahl	$13,7 \pm 7,3$	$15,6 \pm 10,3$	$12,1 \pm 4,3$	$13,0 \pm 4,6$
Aufnahmen/Jahr	1261 ± 1203	1234 ± 1045	1525 ± 1916	1132 ± 684

Anzahl der Mitarbeiter

Die durchschnittliche Anzahl an festen, ärztlichen Mitarbeitern pro Intensivstation betrug $6,5 \pm 5,6$.

Tabelle 10: Durchschnittliche Anzahl der ärztlichen ITS-Mitarbeiter

	gesamt	Universitäts- kliniken	Kliniken >600 Betten	Kliniken 300- 600 Betten
Anzahl Ärzte/ITS	$6,5 \pm 5,6$	$9,7 \pm 6,9$	$4,8 \pm 2,6$	$4,6 \pm 4,1$

Der am häufigsten Anwendung findende Pflegeschlüssel der antwortenden Intensivstationen hatte ein Verhältnis von Pflege zu Patient von 1:2.

Tabelle 11: Aufteilung des Pflegeschlüssels

Pflegeschlüssel	1:1	1:2	1:3	1:4	k.A.
Anteil (Prozent)	1,1%	44,2%	42,3%	5,9%	6,5%

Monitoring

Insgesamt 94,2 % der Befragten gaben an, dass die Intensivstation, auf der sie tätig waren, über ein zentrales Monitoringsystem verfügte. Hinsichtlich der Krankenhausgröße zeigte sich, dass insbesondere in den kleineren Krankenhäusern auf fast allen Intensivstationen und bei den übrigen Krankenhäusern auf über 90 % der Intensivstationen zentrale Monitoringsysteme vorhanden waren. Auf pädiatrischen Intensivstationen lag der Anteil bei 77,4 %.

Tabelle 12: Vorhandensein eines zentralen Monitoringsystem bezogen auf die Krankenhausgröße

Zentr. Monitoring	Gesamt	Unikliniken	Kliniken >600 Betten	Kliniken 300-600 Betten
Ja	94,2%	93,0%	90,8%	99,1%

Tabelle 13: Vorhandensein eines zentralen Monitoringsystem bezogen auf die Fachrichtung der ITS

Art ITS	Prozent
Interdisziplinär	98,1
Anästhesie	94,3
Innere Medizin	92,3
Pädiatrie	77,4
Chirurgie	94,4
Kardiochirurgisch	100
Neuro(chirurgisch)	100
sonstige	100
Gesamt	94,2

Der Großteil der Teilnehmer, insgesamt 93,3 %, benutzte ein Monitoringsystem dreier Hersteller: Dräger/Siemens, Philips, oder HP. Des Weiteren wurden Systeme der Firmen Datex, GE, Nellcor und anderen benutzt. Hierbei zeigte sich kein Unterschied in der Nutzerzufriedenheit.

Alarmgrenzen

Im Rahmen des Fragebogens wurde eruiert, welches Personal im Normalfall die Alarmgrenzen einstellt. Betrachtet man die Gesamtheit der Rücksendungen, so zeigt sich, dass die Einstellung der Alarmgrenzen in 1,5 % der Fälle nur durch die Ärzte, in 26,0 % nur durch die Pflege und in 72,5 % durch Pflege und Ärzte gemeinsam erfolgt. Es besteht jedoch ein deutlicher Unterschied in der Wahrnehmung zwischen Krankenpflegern und Ärzten. In der Gruppe des Pflegepersonals gaben 52,2 % an, dass die Pflegekräfte die einzigen seien, die die Alarmgrenzen einstellen würden, 47,8 % waren der Meinung, sowohl Pflegekräfte als auch ärztliches Personal würde die Alarmgrenzen gemeinsam modifizieren. Dem entgegen antwortete das ärztliche Personal, dass in 90,0 % die Veränderung der Alarmgrenzen gemeinsam durch Ärzte und Pflege stattfinden würde ($p < 0,001$). 2,5 % der Ärzte waren der Meinung, sie wären die einzigen, die die Alarmgrenzen kontrollieren, 7,5 % sagten hingegen nur die Pflege würde diese kontrollieren. Keiner der Pflegekräfte gab an, dass nur Ärzte die Grenzen einstellen würden. Nur jüngere Ärzte, also Assistenzärzte und Fachärzte, waren der Meinung, dass nur das ärztliche Personal das Monitoring modifizieren würde. Keiner der Ober- und Chefärzte machte diese Aussage. In der Annahme, dass beide Berufsgruppen gemeinsam für die Alarmgrenzen verantwortlich sind, zeigten sich keine Unterschiede.

Berücksichtigt man die Berufserfahrung, so sind noch 79,4 % der Befragten mit einer Berufserfahrung unter fünf Jahren auf einer Intensivstation der Meinung, Ärzte und Pflegepersonal würden gemeinsam die Alarmgrenzen modifizieren, während dies nur noch 64,2 % der Befragten mit einer Berufserfahrung über 12 Jahre auf einer Intensivstation glaubten. 17,5 % der Berufseinsteiger gaben an, die Pflege würde die

Alarmgrenzen alleine modifizieren, wohingegen 35,8 % der erfahrenen Mitarbeiter eine alleinige Einstellung durch die Pflege für realistisch hielten (Abbildung 7).

Abb. 5: Modifizierung der Alarmgrenzen bezogen auf die Berufsgruppe (Selbsteinschätzung)

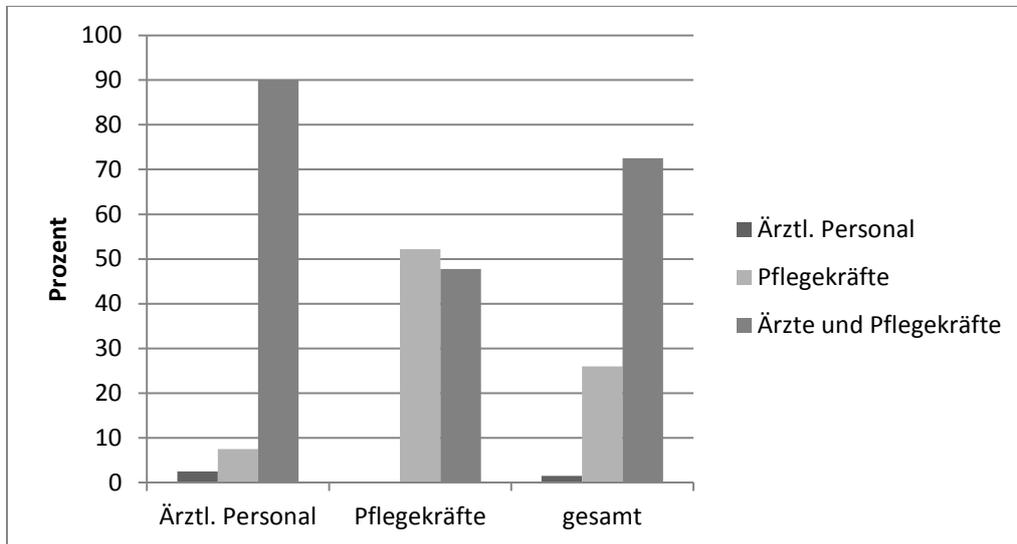


Abb. 6: Modifizierung der Alarmgrenzen bezogen auf die Arztposition (Selbsteinschätzung)

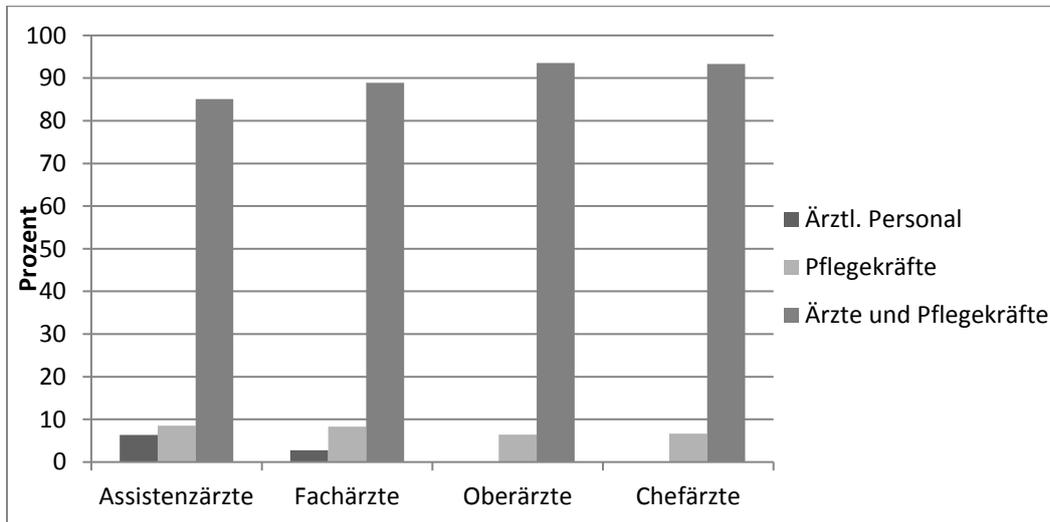
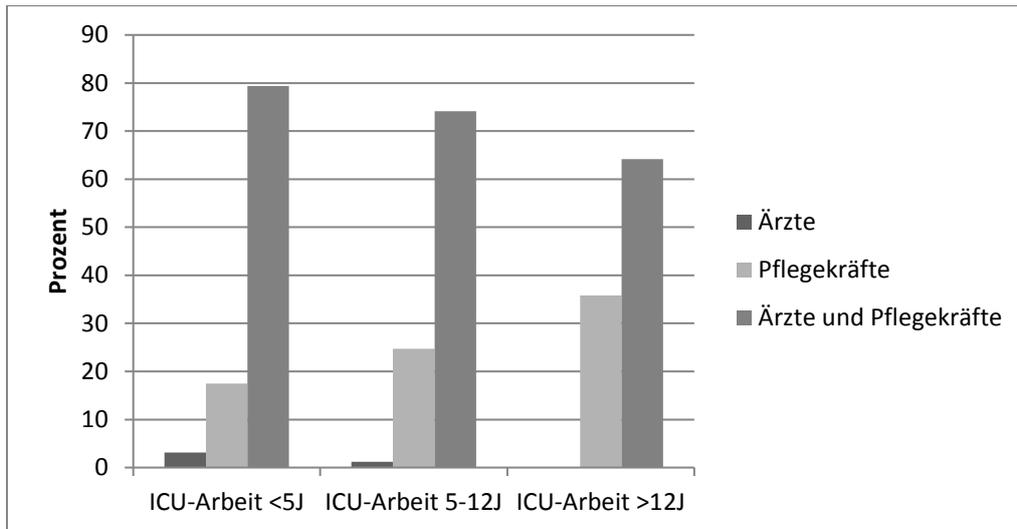
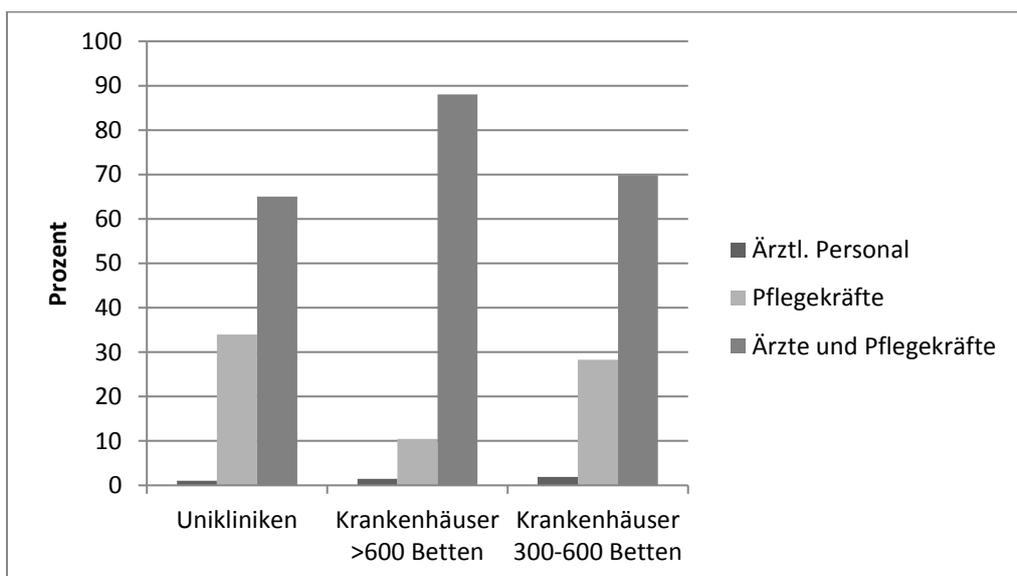


Abb. 7: Modifizierung der Alarmgrenzen bezogen auf die berufliche Erfahrung



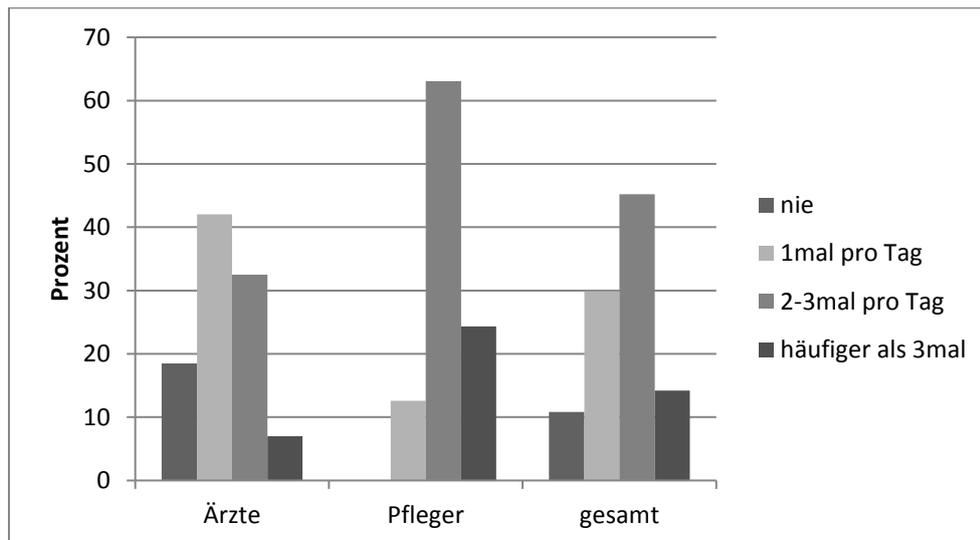
In der Gruppe der Unikliniken und Krankenhäusern mit 300-600 Betten war die Verteilung der Antworten ähnlich, in der Gruppe der Krankenhäuser mit > 600 Betten war der Anteil der Antworten, dass sowohl Pflege als auch Ärzteschaft die Grenzen einstellen würden, deutlich höher.

Abb. 8: Modifizierung der Alarmgrenzen bezogen auf die Krankenhausgröße



Die Überprüfung der Alarmgrenzen fand bei 45,2 % der Befragten 2-3 x am Tag, bei 29,9 % einmal am Tag, bei 14,2 % häufiger als 3 x pro Tag und bei 10,8 % nie statt. Es zeigte sich, dass im Vergleich die ärztlichen Mitarbeiter deutlich weniger Kontrollen der Alarmgrenzen durchführten als die pflegerischen Mitarbeiter.

Abb. 9: Häufigkeit der Alarmgrenzenüberprüfung bezogen auf die Berufsgruppe



Einfluss der Alarme auf die klinische Tätigkeit

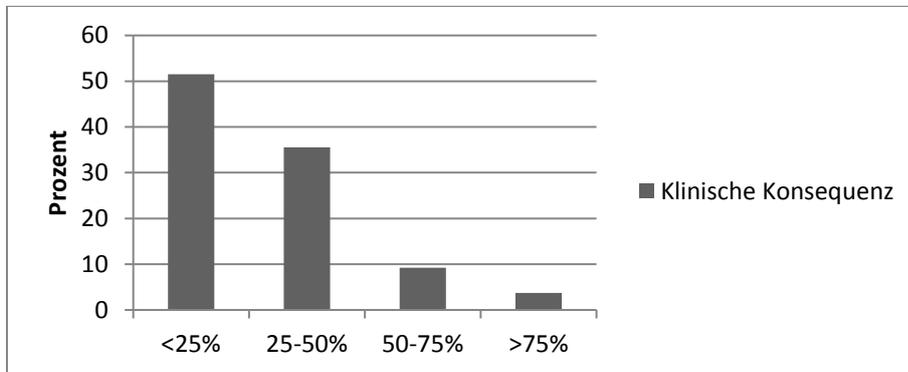
Klinische Konsequenz

Als einer der Schwerpunkte der Fragenbogenaktion wurde die klinische Relevanz der Alarme abgefragt. Zudem sollten die Befragten eine Einschätzung abgeben, ob das Monitoringsystem adäquat alarmiert und ob die klinische Tätigkeit hierdurch erleichtert oder gar erschwert wird.

Die große Mehrheit der Befragten, nämlich 87,0 %, gab an, dass die Alarme in weniger als 50 % der Fälle eine klinische Konsequenz hätten. Mehr als die Hälfte der Antwortenden (51,5 %) war sogar der Meinung, dass die Alarme nur in < 25 % der

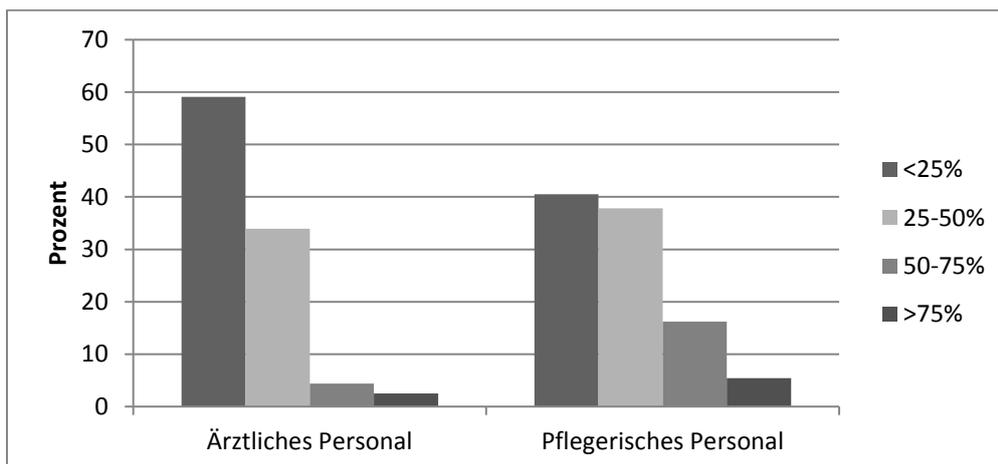
Fälle eine klinische Konsequenz gehabt hätte. Nur 12,9 % waren der Meinung, dass die Alarme in über der Hälfte der Fälle eine medizinische Sinnhaftigkeit hatten.

Abb. 10: Klinische Konsequenz der Alarmierungen



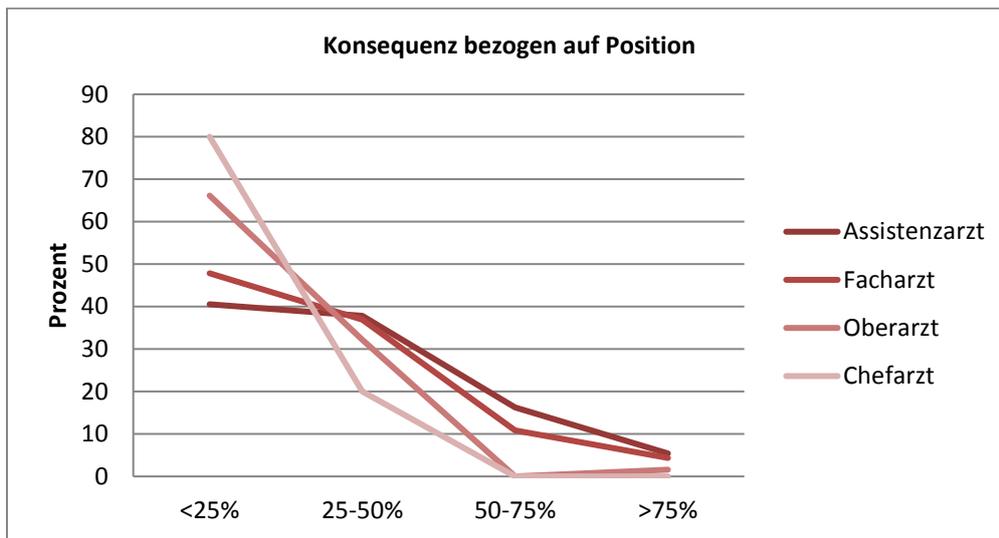
Im Vergleich zeigte sich, dass die ärztlichen Mitarbeiter die Relevanz und damit auch die klinischen Konsequenzen der Alarme geringer einschätzen als die Gruppe des pflegerischen Personals.

Abb. 11: Klinische Konsequenz der Alarme bezogen auf die Berufsgruppe



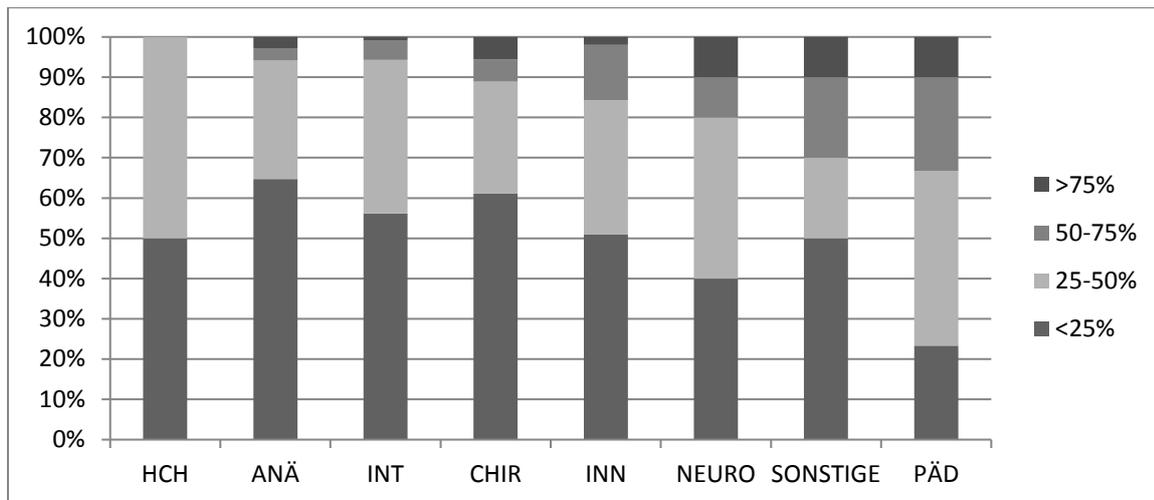
Wenn man den Erfahrungsgrad der ärztlichen Mitarbeiter betrachtet zeigt sich, dass mit der steigenden Erfahrung auch die Relevanz der Alarme als geringer empfunden wird.

Abb. 12: Klinische Konsequenz der Alarme bezogen auf die Arztposition



Bei der Auswertung zeigte sich, dass es Unterschiede beim Alarmempfinden innerhalb der einzelnen Fachrichtungen der Intensivstationen gibt. Während die interdisziplinären, internistischen, chirurgischen und anästhesiologischen Intensivstationen die große Mehrheit der Alarme (> 80 %) mit einer klinischen Konsequenz von unter 50 % bewertet hat, gaben die Mitarbeiter der pädiatrischen Intensivstationen dies nur mit 66 % an. Hier zeigt sich eine signifikante Abweichung.

Abb. 13: Klinische Konsequenz der Alarme bezogen auf die Fachdisziplin



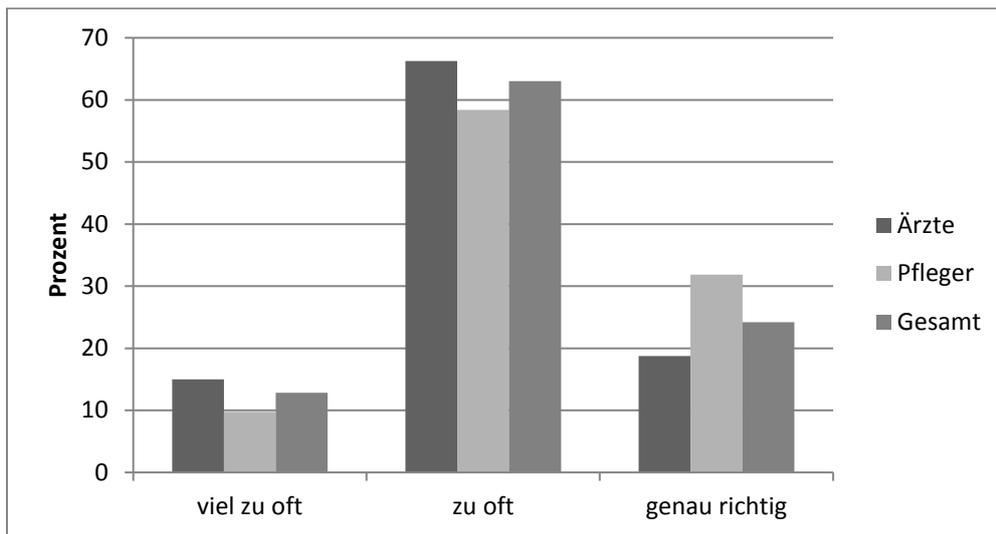
Frequenz der Alarmierungen

Auf die Frage wie oft das kardiopulmonale Monitoringsystem das Personal alarmiere antworteten insgesamt 75,8 %, dass sie zu oft benachrichtigt würden. Hiervon sagten 12,8 %, dass sie viel zu oft alarmiert würden. Knapp ein Viertel (24,2 %) war der Meinung, genau richtig oft alarmiert zu werden. Keiner der Befragten wurde nach Angaben auf den Fragebögen zu selten oder viel zu selten alarmiert.

Betrachtet man die Gruppe der Ärzte ist die Zahl derer, die den Grad der Benachrichtigungen als zu hoch empfinden etwas höher, und liegt bei 81,3 %. Der Prozentsatz derjenigen, die die Frequenz der Alarme als genau richtig einschätzen ist etwas geringer (18,8 %).

Bei den Pflegekräften verhält es sich umgekehrt. Ein größerer Anteil empfindet die Anzahl der Alarmierungen als genau richtig (31,9 %), während ein geringerer Anteil von 68,1 % die Alarmierung als zu zahlreich empfindet.

Abb. 14: Frequenz der Alarmierungen bezogen auf die Berufsgruppe



Zudem zeigte sich, dass die Erfahrung der Ärzte mit der Alarmierungsunzufriedenheit korreliert.

Tabelle 14: Frequenz der Alarmierungen bezogen auf die Arztposition in Prozent

Alarmierung	Assistenzarzt	Facharzt	Oberarzt	Chefarzt
Viel zu oft	4,3	19,4	16,1	33,3
Zu oft	59,6	63,9	72,6	66,7
Genau richtig	36,2	16,7	11,3	0
Viel zu oft + zu oft	63,8	83,3	88,7	100

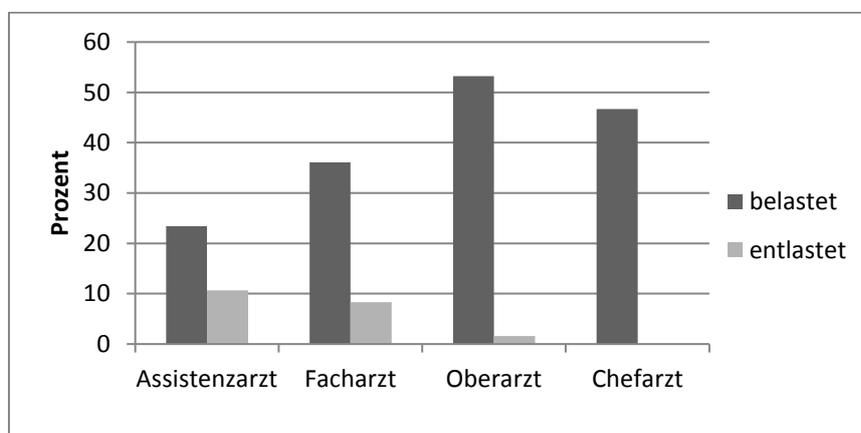
Belastung durch Alarme

Mittels Fragebogen sollte ferner evaluiert werden, inwiefern die Anzahl der Alarme das Personal be- oder entlastet. Nur 8,0 % der Befragten fühlten sich durch das derzeitige Monitoring mit den vorhandenen Alarmierungen entlastet. 44,5 % gaben an sich durch die Alarme belastet zu fühlen. Knapp die Hälfte (47,5 %) hatten das Gefühl weder be- noch entlastet zu sein.

Die ärztlichen Mitarbeiter waren zwar weniger belastet als die pflegerischen Mitarbeiter (40,0 % vs. 50,9 %), aber auch weniger entlastet (5,6 % vs. 11,4 %).

Vergleicht man die Erfahrung der Mitarbeiter mit der angegebenen Be- und Entlastung, stellt sich heraus, dass mit steigender medizinischer Erfahrung die Belastung durch das Monitoring steigt und parallel dazu die Entlastung abnimmt.

Abb. 15: Belastung durch Alarmierungen bezogen auf die Arztposition



Betrachtet man die verschiedenen Fachdisziplinen, so sind die Unterschiede nur gering. Lediglich die Mitarbeiter von pädiatrischen Intensivstationen sind vom Monitoring weniger belastet als alle anderen Fachdisziplinen.

Tabelle 15: Belastung durch Alarmierungen bezogen auf die Fachrichtung

Art der ITS	ANA	INT	CHIR	INN	PÄD
belastet	48,6%	46,2%	44,4%	42,3%	38,7%

Akzeptanz neuer Monitoringsysteme

Trenderkennung

Unter Punkt vier des Fragebogens wurde gefragt, ob eine trendbasierte Alarmierung für sinnvoll erachtet würde. Insgesamt stimmten dem 56,4 % der Befragten zu. Hierbei ist die Akzeptanz bzw. die Wertschätzung einer solchen Signalgebung in der Gruppe der Ärzte deutlich höher ausgeprägt als in der Gruppe der Krankenpfleger.

Tabelle 16: Trenderkennung bezogen auf die Berufsgruppe in Prozent

	Ärzte		Pfleger		Gesamt	
sehr sinnvoll	11,3	64,4	5,3	40,1	8,8	54,1
eher sinnvoll	53,1		34,2		45,3	
eher nicht sinnvoll	30,6	35,0	44,7	58,7	36,5	44,9
nicht sinnvoll	4,4		14,0		8,4	

Die Einführung einer solchen trendbasierten Alarmierung wird mit zunehmender klinischer Erfahrung auch mehr geschätzt. Ärzte in der Position eines Facharztes befürworten eine solche Trenderkennung mehr als ein Assistenzarzt.

Tabelle 17: Trenderkennung bezogen auf die Arztposition in Prozent

	Assistenzarzt		Facharzt		Oberarzt		Chefarzt	
sehr sinnvoll	8,5	63,8	17,1	68,5	3,2	59,7	40,0	80,0
eher sinnvoll	55,3		51,4		56,5		40,0	
eher nicht sinnvoll	34,0	36,2	25,7	31,5	37,1	40,3	6,67	20,0
nicht sinnvoll	2,2		5,8		3,2		13,3	

Unter den verschiedenen Fachdisziplinen erachtet das Personal der interdisziplinären (55,2 %), chirurgischen (61,1 %), internistischen (53,9%), neurologischen (66,7 %) und anästhesiologischen Intensivstationen (54,3 %) ein trendbasiertes Monitoring als sinnvoll. Das Personal der pädiatrischen ITS ist hiervon weniger überzeugt (35,5 %).

Filterung von Artefakten zur Signalglättung

Auf die Frage, ob eine Filterung von z. B. Messartefakten zur Glättung des Signals, welches zur Alarmierung führt, sinnvoll sei, antworteten insgesamt 77,2 % mit ja. Hierbei zeigte sich kein relevanter Unterschied zwischen Ärzten und Pflegepersonal. In der Gruppe der Ärzte waren es 75,2 %, in der Gruppe der Krankenpfleger 80,0 %.

Die Erfahrung des Personals hat ebenfalls keinen Einfluss auf die Beurteilung. Es zeigte sich kein Unterschied ob die Antwortenden Assistenz-, Fach-, Ober- oder Chefarzt waren. Die Akzeptanz einer solchen Signalextraktion ist ähnlich.

Tabelle 18: Signalextraktion bezogen auf die Arztposition

Signalextraktion	Gesamt	Assistenzarzt	Facharzt	Oberarzt	Chefarzt
sinnvoll	77,2%	68,1%	88,2%	73,8%	73,3%

Auch die Fachrichtung der Intensivstation zeigt mit Ausnahme der pädiatrischen ITS eine gleichmäßige Akzeptanz einer solchen Alarmierung.

Tabelle 19: Signalextraktion bezogen auf die Fachrichtung

Art der ITS	ANA	INT	CHIR	INN	NEURO	PÄD
sinnvoll	88,6%	78,6%	77,8%	76,0%	73,7%	58,1%

Zusammenspiel mehrerer Vitalparameter

Zusätzlich zur Trendalarmierung und Signalextraktion wurde nach der Sinnhaftigkeit einer Kombination verschiedener Vitalparameter für die Alarmgebung gefragt. Insgesamt 59,7 % der Befragten hielten dies für sinnvoll. Es besteht eine deutlich größere Akzeptanz seitens der Ärzte als der Krankenpfleger.

Tabelle 20: Zusammenspiel von Vitalparametern bezogen auf die Berufsgruppe in Prozent

	Ärzte		Pfleger		Gesamt	
sehr sinnvoll	19,4	70,7	7,0	43,0	14,2	59,5
eher sinnvoll	51,3		36,0		45,3	
eher nicht sinnvoll	25,6	28,7	40,4	53,2	31,8	40,2
nicht sinnvoll	3,1		15,8		8,4	

Die Erfahrung des ärztlichen Personals hatte bezüglich dieser Fragestellung keinen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis. Auch die Dauer der Arbeit auf einer Intensivstation hatte bei allen Mitarbeitern keinen Einfluss.

Tabelle 21: Zusammenspiel von Vitalparametern bezogen auf die Arztposition in Prozent

	Assistenzarzt		Facharzt		Oberarzt		Chefarzt	
sehr sinnvoll	12,8	66,0	34,3	74,3	12,9	72,6	33,3	73,3
eher sinnvoll	53,2		40,0		59,7		40,0	
eher nicht sinnvoll	27,6	34,0	22,9	25,7	25,8	27,4	26,7	26,7
nicht sinnvoll	6,4		2,8		1,6		0	

Tabelle 22: Zusammenspiel Vitalparameter bezogen auf die berufliche Erfahrung in Prozent

Arbeitszeit auf ITS	< 5 Jahre		5-12 Jahre		> 12 Jahre	
sehr sinnvoll	15,6	62,5	14,8	56,8	12,5	59,4
eher sinnvoll	46,9		42,0		46,9	
eher nicht sinnvoll	31,3	37,5	33,3	43,2	31,2	40,6
nicht sinnvoll	6,2		9,9		9,4	

Zusammenführung von Monitoringsystemen

Die letzte geschlossene Frage des Fragebogens befasste sich mit der Zusammenfassung mehrerer Monitoringsysteme in einem einheitlichen Monitoringsystem, um z. B. Beatmung, kardiopulmonales Monitoring und kontinuierliches Nierenersatzverfahren auf einem Monitor darstellen zu können.

Die Mehrheit der Befragten (65,6 %) hielt dies für sinnvoll, über ein Viertel (28,2 %) sogar für sehr sinnvoll. Hierbei zeigte sich, dass ein größerer Teil der Ärzte solch ein Monitoring akzeptieren würde als es bei der Gruppe der Krankenpfleger der Fall war (72,3 % vs. 56,2 %).

Tabelle 23: Zusammenführung von Monitoringsystemen bezogen auf die Berufsgruppe in Prozent

	Ärzte		Pfleger		Gesamt	
Sehr sinnvoll	30,8	72,3	24,5	56,1	28,2	65,6
Eher sinnvoll	41,5		31,6		37,4	
Eher nicht sinnvoll	20,1	27,7	29,0	43,9	23,8	34,4
Nicht sinnvoll	7,6		14,9		10,6	

Bezüglich der ärztlichen Position bzw. der klinischen Erfahrung der Ärzte zeigte sich keine Korrelation mit der Akzeptanz. Betrachtet man die Gesamtheit der Mitarbeiter nimmt die Akzeptanz mit steigender Erfahrung ab.

Tabelle 24: Zusammenführung von Monitoringsystemen bezogen auf die Arztposition in Prozent

	Assistenzarzt		Facharzt		Oberarzt		Chefarzt	
Sehr sinnvoll	19,5	65,2	38,9	77,8	29,0	72,6	53,3	80,0
Eher sinnvoll	45,7		38,9		43,6		26,7	
Eher nicht sinnvoll	28,3	34,8	19,4	22,2	17,7	27,4	6,7	20,0
Nicht sinnvoll	6,5		2,8		9,7		13,3	

Tabelle 25: Zusammenführung von Monitoringsystemen bezogen auf die berufliche Erfahrung in Prozent

Arbeitszeit auf ITS	< 5 Jahre		5-12 Jahre		> 12 Jahre	
Sehr sinnvoll	29,2	71,9	28,4	63,0	27,1	61,5
Eher sinnvoll	42,7		34,6		34,4	
Eher nicht sinnvoll	22,9	28,1	21,0	37,0	27,1	38,5
Nicht sinnvoll	5,2		16,0		11,5	

Die Fachrichtung der Intensivstation hatte keinen Einfluss auf die Akzeptanz eines einheitlichen bzw. zusammengefassten Monitoring.

Neue wünschenswerte Funktionen

Zuletzt sollten die Befragten angeben, welche neuen Funktionen sie sich bei einem neuen „intelligenten“ Monitoringsystem wünschen würden. Diese Möglichkeit wurde von 41,2 % der Befragten genutzt.

Am häufigsten mit 22,1 % wurden hierbei Verbesserungen im Bereich der Artefakterkennung genannt. Ebenso wurden der Wunsch nach einem kabellosen System (12,4 %) und die Möglichkeit der Implementierung von Befunden und Diagnosen in das System (9,7 %) geäußert.

Tabelle 26: Vorschläge der Befragten hinsichtlich zukünftiger Monitoringsysteme

Kategorie	Vorschläge	n
Monitoring User Interface	Touchscreen	2
	Kabelloses System	14
	Implementierung einer Eingabemöglichkeit für Diagnosen, Konsile etc.	11
	andere	5
Charakteristik der Alarmgebung	Melodie statt Pieptöne	2
	„Fernbedienung“ zur Stummschaltung von Alarmen	3
	Patientenspezifische Alarme	1
	Verschiedene Lautstärken am Patienten – und Zentralmonitor	6
	Sprachbefehle	1
Verarbeitung der Parameter	Verbesserung der Artefakterkennung	25
	Alarme basierend auf Signalextraktion, trendbasiert etc.	7
	„lernende“ Alarmsysteme	1

Diskussion

Aufgrund des technischen Fortschritts der letzten Jahre wurde das Patientenmonitoring auf Intensivstationen kontinuierlich ausgeweitet. Dies führte zu einer Zunahme der akustischen Alarme auf den Intensivstationen. Seit den 1960er Jahren kam es zu einem Anstieg des durchschnittlichen Lärmpegels von 57 dB auf heute durchschnittlich 72 dB (11).

Auf einer durchschnittlichen Intensivstation kommen bis zu 40 verschiedene Alarmsignale z. B. durch kardiorespiratorisches Monitoring, Perfusoren, kontinuierliche Nierenersatzverfahren etc. zum Einsatz. Diese haben eine durchschnittliche kumulative Dauer von 37 Minuten pro Patient pro Stunde (8). Alarmierungen treten zwischen 1,6 und 14,6 mal pro Stunde auf (15) (8) (9) (16).

In mehreren Studien wurde die geringe Spezifität der derzeitigen Alarmgebung der Monitoringsysteme gezeigt (5) (9) (16). Zudem wurde mehrfach die Notwendigkeit neuer Verfahren zur Signalextraktion und des Monitorings beschrieben, diese sind jedoch auch weiterhin nicht kommerziell verfügbar (16) (17).

Um zukünftige Monitoringsysteme unter Zuhilfenahme neuer Verfahren wie multifaktoriellen Alarmierungen, Signalextraktion, Signalglättung d. h. das Bearbeiten und Prozessieren der ursprünglichen Daten, zu etablieren, ist eine breite Akzeptanz unter den Anwendern unabdinglich.

Daher sollte mehr über die Wahrnehmung der optischen und akustischen Alarme durch das Personal der Intensivstationen in Erfahrung gebracht werden. Das Personal erlebt in seiner täglichen Arbeit sowohl die positiven als auch die negativen Auswirkungen des Monitorings. Kenntnis von Problemen und Hindernisse aktueller

Monitoringsysteme zu erlangen und zu evaluieren ist ein wichtiger Schritt, um zukünftige Systeme und Verbesserungen zielführend entwickeln zu können.

Daher wurde diese prospektive Studie zur Wahrnehmung der Effektivität aktueller Monitoringsysteme und zur Unterbreitung von Vorschlägen zur Verbesserung zukünftiger Systeme durchgeführt.

Um repräsentative Aussagen treffen zu können, wurde bei der Auswahl der Stichprobe auf eine möglichst breite und differenzierte Verteilung der Fragebögen innerhalb der Krankenhauslandschaft Deutschlands geachtet. Auf Basis des Krankenhauszentralregisters konnte eine Differenzierung der Intensivstationen erfolgen, so dass alle relevanten Fachdisziplinen erreicht werden konnten. Die Gruppe der interdisziplinär geführten Intensivstationen stellte erwartungsgemäß mit knapp 39 % den größten Anteil dar, gefolgt von den rein anästhesiologischen und internistischen Intensivstationen. Die Intensivstationen waren gleichmäßig auf die drei verschiedenen Krankenhausgrößen verteilt. Ein Viertel befand sich in Krankenhäusern mit einer Größe über 600 Betten, 37 % der Intensivstationen befanden sich in Universitätskliniken und 39 % in Krankenhäusern mit einer Bettenzahl zwischen 300 bis 600 Betten. Knapp über die Hälfte der Antwortenden (58 %) waren Ärzte, der durchschnittliche Teilnehmer war 40 Jahre alt und arbeitete seit ca. 10 Jahren auf einer Intensivstation. Man kann daher von einem repräsentativen Charakter der Stichprobe ausgehen.

Um wie zuvor erwähnt eine breite Akzeptanz neuer Monitoringsysteme gewährleisten zu können, musste zunächst evaluiert werden, welche der auf einer Intensivstation tätigen Berufsgruppen die Monitore vorwiegend bedient und die Alarmgrenzen festlegt.

Während 90 % des befragten ärztlichen Personals annahmen, dass Ärzte und Pfleger gemeinsam die Alarmgrenzen des Monitoringsystems einstellen würden, waren dies in der Gruppe der Pflegekräfte nur 48 %. Über die Hälfte war sogar der Meinung, dass nur die Pflegekräfte die Grenzen modifizieren würden. Hier zeigte sich ein deutlicher Widerspruch in der Wahrnehmung des klinischen Alltags. Dies könnte dadurch bedingt sein, dass das pflegerische Personal deutlich mehr Zeit am Patienten und dementsprechend am Patientenmonitor verbringt als das ärztliche Personal.

Zur Abschätzung des Optimierungsbedarfes des aktuell bestehenden Monitorings auf Intensivstationen musste ferner untersucht werden, wie häufig Monitoralarmierungen im klinischen Alltag tatsächlich zu klinischen Konsequenzen führten.

Die große Mehrheit der Befragten (87 %) waren der Meinung, dass die Alarmierungen auf ihrer Intensivstation in fast der Hälfte der Fälle keine klinische Konsequenz hätten. Mehr als die Hälfte (51 %) konnte nur in weniger als einem Viertel der Alarmierungen eine therapeutische Konsequenz erkennen. Diese Meinung war über alle Berufsgruppen und Arten von Intensivstationen hinweg, unabhängig von der Größe der Krankenhäuser und der klinischen Erfahrung ähnlich. Ärzte waren häufiger der Meinung, dass die Alarmierungen ohne Konsequenz seien. Je höher die Position des Arztes, desto geringer wurde die klinische Konsequenz erachtet. Nichtsdestotrotz beschrieben alle Ärzte die therapeutischen Konsequenzen als sehr gering und hoben sich hierbei von den Krankenpflegern nicht ab.

Dies deckt sich mit den Ergebnissen anderer Studien. In diesen wird die Anzahl der Alarmierungen ohne klinische Konsequenzen mit über 90 % beschrieben (16) (9) (8) (18).

Um die Wahrnehmung der Alarme durch das Personal der Intensivstationen besser einschätzen zu können, wurde dieses zur Bewertung der Häufigkeit von Alarmierungen aufgefordert.

Hier stellte sich bei den Befragten ein eindeutiges Bild dar. Insgesamt 78 % waren der Meinung, zu oft von ihrem derzeitigen Monitoringsystem alarmiert zu werden. Bei den Ärzten korreliert der Erfahrungsgrad mit dem Häufigkeitsempfinden. Der Großteil der Oberärzte und alle Chefärzte empfanden die Anzahl der Alarmierung als zu häufig. Dies spricht dafür, dass mit steigender Berufserfahrung auch das Patientenmonitoring vermehrt auf Intuition und klinischem Wissen basiert als auf rein apparativer Basis.

Andere Studien bestätigen die sehr hohe Anzahl an Alarmen. Diese werden mit Werten von 1,6 bis zu 14,6 Alarmen pro Stunde pro Patient angegeben (8) (19) (16) und werden dementsprechend vom Personal als zu häufig empfunden.

Die hohe Anzahl an Alarmen in Verbindung mit einer niedrigen Spezifität führt zu einer starken Belastung des Personals. Nur 8 % der Befragten gaben an, dass sie sich durch die Alarmierungen in ihrer Arbeit entlastet fühlten. 45 % fühlten sich sogar durch das Monitoring belastet. Knapp die Hälfte (47 %) konnte keinen Vor- oder Nachteil für ihre Tätigkeit erkennen. Innerhalb der verschiedenen Fachdisziplinen zeigte sich ein homogenes Bild. Lediglich die Mitarbeiter pädiatrischer Intensivstationen waren etwas weniger belastet als die anderer Intensivstationen. Die ärztlichen Mitarbeiter fühlten sich insgesamt weniger be- und entlastet als die pflegerischen Mitarbeiter (40 % vs. 51 % und 6 % vs. 11 %). Dies könnte daran liegen, dass das Pflegepersonal im Arbeitsalltag öfter direkt am Patienten arbeitet und dementsprechend häufiger durch die akustischen Signale am Patientenbett in ihrer Arbeit unterbrochen wird. Mit zunehmender klinischer Erfahrung nimmt die Entlastung durch Alarme ab, während die Belastung durch Alarme zunimmt.

Andere Studien bestätigen dies. Zum einen können die Mitarbeiter auf den Intensivstationen unterschiedliche Alarme mit steigender Erfahrung (Tätigkeit auf ITS > 1 Jahr) besser differenzieren und können so die Dringlichkeit besser einschätzen. Dadurch werden Ressourcen zielgerichteter eingesetzt. Zum anderen ist das Personal durch die Alarmierungen, insbesondere durch Störmeldungen der Geräte stark belastet und müssen durch Fehlalarme die Arbeit am Patienten unterbrechen. Dadurch wird die Arbeitsleistung der Mitarbeiter gemindert. Ebenso treten aufgrund der Masse an Alarmen gesundheitliche Störungen wie Kopfschmerzen, Schlafstörungen und Konzentrationsstörungen auf. Zudem wird das Vertrauen in das Monitoring durch zu häufige und insbesondere Fehlalarme untergraben (6) (12) (4).

Diese entstehen unter anderem dadurch, dass die meisten kommerziell verfügbaren Monitoringsysteme ihre Alarme anhand starrer, fest eingestellter Alarmgrenzen basierend auf einem physiologischen Parameter generieren (5) (16). Um die Rate falscher Alarmierungen zu senken, wird in der Literatur die Möglichkeit einer trendbasierten Alarmierung diskutiert (9) (17).

Über die Hälfte der Befragten (56 %) gab in dieser Studie an, eine trendbasierte Alarmierung für sinnvoll zu erachten. Hierbei zeigte sich eine deutlich größere Akzeptanz in der Gruppe der ärztlichen Mitarbeiter (64 %). Nur 40 % der Krankenpfleger hielten dies für eine sinnvolle Maßnahme. Die klinische Erfahrung spielte hierbei eine Rolle. Mit zunehmender Erfahrung wurde ein solches Verfahren als Erleichterung für den Arbeitsalltag empfunden. Unter den verschiedenen Fachdisziplinen war die Akzeptanz ähnlich gut. Lediglich die Mitarbeiter pädiatrischer Intensivstationen hielten eine trendbasierte Alarmierung für eher weniger nützlich. Dies lässt sich dadurch erklären, dass sie sich im Allgemeinen durch die Alarmierungen

seltener gestört fühlen und damit weniger Verbesserungsbedarf sehen als die Kollegen anderer Fachrichtungen.

Neben den starren, fest eingestellten Alarmgrenzen führen auch Messartefakte, die ohne Manipulation seitens des Personals entstehen, zur hohen Anzahl an falsch positiven Alarmen. Messartefakte werden mit einem Anteil von bis zu 74 % beschrieben (8) (9). Als mögliche Ursachen werden Bewegungsartefakte patientenseitig bei den EKG-Elektroden und Sättigungsclips der pO₂-Messung genannt. Zudem gibt es falsch positive Alarmierungen durch Manipulationen der Mitarbeiter am Patienten wie z. B. Anlage eines Zentralvenenkatheters oder Lagerungen. Der Anteil der interventionsbedingten falsch-positiven Alarme an der Gesamtzahl aller Alarme liegt bei bis zu 86 % (8) (9). Aufgrund der hohen Belastung des Personals durch häufige Alarme durch Artefakte wird dementsprechend in Studien auch regelmäßig der Wunsch nach Reduzierung dieser Artefakte und weitere Verbesserungsvorschläge geäußert (12) (16) (19) (20) (21).

Auch diese Studie bestätigt diesen Wunsch. Die Mehrheit der Befragten (77 %) gab an, eine Filterung von Messartefakten und eine Alarmierung basierend auf einem geglätteten Signal für sinnvoll zu halten. Hierbei zeigten sich keine Unterschiede, ob es sich um ärztliches oder pflegerisches Personal handelte (75 % vs. 80 %). Auch die Berufserfahrung änderte das Antwortverhalten nicht. Die verschiedenen Fachdisziplinen waren sich mit Ausnahme der pädiatrischen Intensivstationen, die hiervon weniger überzeugt waren (58 %), einig, dass dies eine sinnvolle Maßnahme sei.

Häufig wird zudem ein Zusammenspiel verschiedener Parameter als Möglichkeit zur Verbesserung des Monitorings auf Intensivstationen diskutiert (22). Dies kann eine Kombination aus z. B. invasiver Blutdruckmessung in Verbindung mit dem

Elektrokardiogramm sein. Die Kopplung der EKG-Alarmierung an die Verlaufskurve invasiver arterieller Blutdruckmessung kann die Anzahl der falsch-positiven Arrhythmiealarme von 47 % auf 22 % reduzieren (23). Weiterhin wird der Einsatz automatisierter, intelligenter Monitoringsysteme diskutiert. So ist es bereits möglich, dass bei nicht-invasiver Blutdruckmessung an einem Arm der Abfall der am selben Arm gemessenen Sauerstoffsättigung mittels Fingerclip automatisch als Fehlalarm interpretiert und dementsprechend kein Signal an das Personal gegeben wird (24).

Der Wunsch und die Notwendigkeit der Zusammenführung verschiedener Parameter für die Alarmgebung werden in dieser Studie bestätigt. Knapp 60 % der Befragten gaben, an ein solches Verfahren für sinnvoll zu erachten. Hierbei sah die Gruppe der Ärzte eine deutlich höhere Notwendigkeit mit 71 % als die Gruppe der Krankenpfleger mit 43 %. Die Erfahrung des ärztlichen Personals hatte hierbei keinen Einfluss auf das Umfrageergebnis. Auch die Fachdisziplin bewirkte keine größeren Unterschiede. Betrachtet man die Erfahrung aller Mitarbeiter, lässt sich kein Unterschied feststellen.

In Fachkreisen wird zudem die Zusammenfassung mehrerer Monitoringsysteme in ein einziges Monitoringsystem als Möglichkeit sowohl zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen der Mitarbeiter als auch für die Optimierung der Patientensicherheit diskutiert. Auf Intensivstationen gibt es bislang eine große Anzahl an verschiedenen Monitoringsystemen wie z. B. kardiopulmonales Monitoring, Beatmungssysteme, kontinuierliche Nierenersatzverfahren, extrakorporale Membranoxygenierung usw. All diese Systeme senden akustische und visuelle Signale als Hinweis auf eine kritische Veränderung der überwachten Parameter. Oft ist es für das eingesetzte Personal jedoch schwierig, diese überhaupt korrekt zu erfassen (1) oder adäquat zu differenzieren (6). Das kann am Signal selbst, dem Personal (25) oder der Überlagerung der Signale (7) liegen.

In der vorliegenden Studie hielten 65 % der Befragten die Zusammenführung verschiedener Monitoringsysteme in ein einziges für sinnvoll, über ein Viertel der Befragten (28 %) sogar für sehr sinnvoll. In der Gruppe der Ärzte war die Zustimmung deutlich höher als in der Gruppe der Krankenpfleger (72 % vs. 56 %). Ein Zusammenhang der klinischen Erfahrung der ärztlichen Mitarbeiter mit der Zustimmung konnte nicht nachgewiesen werden. Vergleicht man alle Mitarbeiter, nimmt die Zustimmung mit zunehmender Arbeitsdauer auf der Intensivstation ab. Gründe könnten hierfür der gewohntere Umgang mit den Monitoringsystemen sein, so dass nicht alle Befragten eine Verbesserung in einer Zusammenführung sehen. Es gilt als erwiesen, dass mit zunehmender Erfahrung auch die Fähigkeit steigt, akustische Alarme besser zu differenzieren (6).

Zuletzt konnten am Ende des Fragebogens eigene Vorschläge für die Verbesserung der Monitoringsysteme formuliert werden. Drei größere Themengebiete wurden genannt: Die Interaktion mit dem System, d. h. das Monitoring User Interface, die Verarbeitung der Parameter, sowie die Charakteristik der Alarmgebung.

Bei den Befragten war der Wunsch nach Implementierung neuer Verfahren zur Verbesserung der Artefakterkennung besonders groß. Dies ist auch in der Literatur ein häufiger Vorschlag zur Anhebung der Alarmspezifität. Sei es auf pädiatrischen (9), postoperativen (26) oder interdisziplinären Intensivstationen (8), der Großteil der Alarme ist durch Artefakte verursacht und dementsprechend falsch-positiv. Die Anwendung von entsprechenden Filtern kann die Anzahl der falsch-positiven Alarmierungen um bis zu zwei Drittel reduzieren (20) (27). Dementsprechend bestätigt diese Umfrage die Ergebnisse anderer Studien.

An zweiter Stelle steht der Wunsch nach einer kabellosen Lösung der Patientenüberwachung. Gerade für den Transport intensivpflichtiger Patienten wäre dies eine deutliche Verbesserung, denn der Transport kritisch kranker Patienten auch innerhalb der Klinik stellt einen großen Risikofaktor dar. Bis zu 39 % der klinisch relevanten Vorfälle während des innerklinischen Transports sind durch das medizinische Equipment verursacht (28). Zur Reduzierung dieser Risiken gilt der Einsatz kabelloser Systeme als geeignet (29).

Zudem wurden noch Vorschläge zur Implementierung der Eingabe von Konsilen, Befunde etc. in das Monitoringsystem gemacht. Dies ist bereits in kommerziell verfügbaren Systemen möglich. Des Weiteren wurde noch eine Touchscreen-basierte Eingabemöglichkeit genannt. Auch dies ist mittlerweile verfügbar.

Neben der verbesserten Artefakterkennung wurden trendbasierte Algorithmen und „lernende“ Alarmsysteme als Verbesserung des Monitorings vorgeschlagen. Eine Verbesserung der Algorithmen ist ein essentieller Bestandteil zur Weiterentwicklung in der monitorbasierten Patientenüberwachung (20) (16). Eine trendbasierte Alarmierung ist hierbei ein vielversprechender Ansatz (9) (17) (30) der schon seit längerer Zeit verfolgt wird (5) (31) (32). In kleineren Studien wurde bereits darauf hingewiesen, dass durch den Einsatz eines geeigneten Filters falsch-positive Alarme um 95 % reduziert werden können (33).

Ein weiterer Ansatz zur Reduzierung der monitorbasierten Belastung des Personals ist es die Charakteristik der Alarmierungen zu verändern. Es wurde nachgewiesen, dass durch die Häufigkeit der akustischen Alarmierungen eine Desensibilisierung des Personals stattfindet und dementsprechend die Qualität der medizinischen Versorgung abnimmt (12). Ebenso beeinflusst die Lautstärke auf den Intensivstationen den Schlaf der Patienten und kann so die Behandlung negativ beeinflussen (34) (35).

Ein Anstieg der Rehospitalisationsrate (36) und Verweildauer (37) von Patienten konnte nachgewiesen werden. Dementsprechend ist es wichtig, dass Verbesserungen angestrebt werden.

Ein Vorschlag seitens der Anwender in dieser Studie war es, die verwendeten Töne in Melodien umzuwandeln. Die in Studien beschriebene Rate der seitens des Personals nicht korrekt erkannten Alarmtöne liegt bei bis zu 50 % (6). Eine genauere Differenzierung der Alarme könnte das Stresslevel des Personals senken und helfen kritische Alarme besser von Alarmierungen niedrigerer Priorität zu unterscheiden (8).

Ein Teil des Personals gab an aufgrund der häufigen Alarmierungen gelegentlich die akustischen Alarmierungen der Monitoringsysteme zu deaktivieren (3) (12), um den Workflow am Patienten zu verbessern. Es hat sich gezeigt, dass eine Verzögerung in der Alarmgebung um 14 s die Anzahl der unnötigen Alarme um 50 % und eine Verzögerung um 19 s um 67 % verringern würde (15). Dies müsste jedoch für jeden Patienten individuell abgewogen werden. Derzeitige industrielle Standards sehen eine Verzögerung über 10 s nicht vor. Dies ist nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich, da ein lebensbedrohlicher Arrhythmie- oder Asystoliealarm sofort erfolgen muss (24).

Ein weiterer Vorschlag der Befragten war die Benutzung einer Fernbedienung, um Alarme stummzuschalten.

Zudem wurde die Einführung von patientenspezifischen Alarmen als Option genannt. Dies könnte sowohl die individuelle Anpassung von Alarmgrenzen für den Patienten oder Mitarbeiter, als auch die individuelle akustische Alarmierung für den Patientenmonitor beinhalten. Bei einer für jeden Patienten individuellen Einstellung der Parameter sollte jedoch auch die adäquate Schulung des Personals in der

Handhabung der Medizingeräte erfolgen. Dies ist für eine Verbesserung der Alarmgebung zur Verringerung der Fehlalarme wichtig (12) (38). Individuelle Alarmsignale für die Patienten sind auch eine Möglichkeit die Effektivität zu verbessern. Eine Abstufung der akustischen Signale hinsichtlich ihrer Priorität und Dringlichkeit wurde bereits früh gefordert und implementiert (5). Hierbei muss jedoch in Betracht gezogen werden, dass bei einer zu hohen Zahl an unterschiedlichen Alarmtönen die Wahrscheinlichkeit abnimmt, dass das Personal diese auch richtig interpretieren und zuordnen kann (6).

Der Wunsch nach einer unterschiedlichen Lautstärke an Patientenmonitor und Zentralmonitor war ebenfalls Gegenstand der Antworten. Da der Großteil der Intensivstationen dieser Studie, nämlich 94 %, über ein zentrales Monitoring verfügt, ist dies eine mögliche Verbesserung. Durch eine Reduzierung der Lautstärke am bettseitigen Monitor würde das Personal, das am Patienten arbeitet, dementsprechend deutlich weniger durch Lärm belastet. Dies gilt ebenso für den Patienten. Vor allem im japanischen und amerikanischen Raum ist das bereits üblich. Dort wird medizinisches Fachpersonal als „Observer“ an der zentralen Monitoringstation eingesetzt und kann über gezielte Kontaktaufnahme entsprechendes Personal bei einer adäquaten Alarmierung koordinieren (12) (24).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Antworten der Befragten mit vergleichbaren Studienergebnissen international übereinstimmen. Die von den Antwortenden gemachten Vorschläge zur Verbesserung des Monitorings auf Intensivstationen sind entweder Gegenstand der Forschung oder bereits teilweise implementiert.

Limitierend muss erwähnt werden, dass in dieser prospektiven Studie lediglich knapp 30 % der versendeten Fragebögen beantwortet wurden. Dies gilt für eine Umfrage mittels Postsendungen als ausreichend. Nichtsdestotrotz kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein besonders großer Anteil an unzufriedenen Nutzern der Monitoringsysteme auf die Anschreiben reagiert hat. Ein zufriedener Nutzer würde für Verbesserungsvorschläge wahrscheinlich weniger Zeit aufwenden.

Zusammenfassung

Das maschinelle Monitoring auf Intensivstationen stellt einen essentiellen Bestandteil der medizinischen Versorgung lebensbedrohlich erkrankter Patienten dar. Hierbei werden durch die Medizingeräte bis zu 40 verschiedene akustische Signale mit einer Lautstärke von bis zu 40 dB generiert. Jedoch haben bis zu 90 % der vorliegenden Alarmierungen keine klinische Relevanz und mindern sogar die Effektivität der medizinischen Behandlung und belasten das Personal. Auch für die zu versorgenden Patienten stellen die unnötige Geräuschbelastung und eine mögliche Desensibilisierung des Personals ein relevantes Gesundheitsrisiko dar.

In der vorliegenden Arbeit wurde daher eine prospektive Studie zur Evaluierung der vorherrschenden Meinung des betroffenen Personals auf deutschen Intensivstationen hinsichtlich der Effektivität der vorhandenen Monitoringsysteme und die dadurch entstehende Be- und Entlastung der Mitarbeiter im Alltag durchgeführt. Zudem sollte in Erfahrung gebracht werden, welche Verbesserungsvorschläge und Wünsche die Befragten für zukünftige Monitoringsysteme haben.

Hierzu wurde auf Basis des deutschen Krankenhausregisters eine repräsentative Stichprobe von 183 Intensivstationen unterschiedlicher Bettenkapazität ausgewählt. Mittels mehrerer Fragebögen konnten insgesamt 915 Mitarbeiter befragt werden.

Neben Angaben zur beruflichen Stellung und Erfahrung, Größe und Art der Intensivstation sowie des Klinikums wurden vor allem Fragen zum bestehenden Monitoringsystem, die Häufigkeit und klinische Konsequenz der Alarmierung einschließlich der dadurch entstandenen Belastung gestellt. Anschließend wurden Vorschläge zur Reduzierung von Monitoringalarmen für eine Evaluation zukünftiger Monitoringsysteme gemacht.

An der Studie beteiligten sich 160 Ärzte/-innen und 114 Krankenpfleger/-innen. Die überwiegende Mehrheit der Befragten gab an, dass weniger als die Hälfte der Alarmierungen eine klinische Konsequenz hätten. Der Großteil des Intensivpersonals empfand die Anzahl an Alarmierungen als zu häufig und lediglich ein sehr kleiner Anteil fühlte sich durch das bestehende Monitoringsystem entlastet.

Die Mehrheit der Befragten stimmte den Verbesserungsvorschlägen zukünftiger Monitoringsystem zu (trendbasierte Alarmer, Signalglättung zur Artefaktvermeidung, Zusammenfassung von Vitalparametern und Zusammenfassung von Monitoringsystemen).

Für neue Monitoringsysteme wünschten sich die Befragten vor allem bessere Möglichkeiten zur Artefakterkennung, kabellose Systeme und eine Verbesserung des Monitor User Interface.

Im Vergleich mit bereits durchgeführten Studien bestätigt diese Studie die Unzufriedenheit des medizinischen Personals auf deutschen Intensivstationen in Bezug auf die Alarmhäufigkeit und die Spezifität der derzeit eingesetzten Monitoringsysteme. Der Großteil der Befragten würde neue Alarmalgorithmen, denen eine Signalglättung zur Artefakterkennung oder trendbasierte Analysen zugrunde liegen, zur Verbesserung der Alarmgebung und dementsprechend auch zur Reduzierung der Alarmierungen begrüßen.

Literaturverzeichnis

1. **Balogh D, Kittinger E, Benzer A, Hackl JM.** Noise in the ICU. *Intensive Care Med.* 1993, 19(6), S. 343-346.
2. **Kahn D, Cook T.** Identification and Modification of Environmental Noise in an ICU Setting. *Chest.* 1998, 114, S. 535-540.
3. **Valentin A, Capuzzo M, Guidet B, Moreno RP, Dolanski L, Bauer P, Metnitz PG.** Patient safety in intensive care: results from the multinational Sentinel Events Evaluation (SEE) study. *Intensive Care Med.* 2006, 32(10), S. 1591-1598.
4. **Ryherd EE, Waye KP, Ljungkvist L.** Characterizing noise and perceived work environment in a neurological intensive care unit. *J Acoust Soc Am.* Feb, 2008, Bd. 132(2), 747-756.
5. **Chambrin MC.** Alarms in the Intensive Care Unit: How can the number of false alarms be reduced. *Crit Care.* 2001, 5(4), S. 184-188.
6. **Cropp AJ, Woods LA, Raney D, Bredle DL.** Name that Tone. The proliferation of alarms in the intensive care unit. *Chest.* 1994, 105(4), S. 1217-1220.
7. **Momtahan K1, Hétu R, Tansley B.** Audibility and identification of auditory alarms in the operating room and intensive care unit. *Ergonomics.* 1993. Oct, 1993, Bd. 36(10), 1159-1176.
8. **Chambrin MC, Ravaux P, Calvelo-Aros D, Jaborska A, Chopin C, Boniface B.** Multicentric study of monitoring alarms in the adult intensive care unit (ICU): a descriptive analysis. *Intensive Care Med.* 1999, 25(12), S. 1360-1366.
9. **Tsien CL, Fackler JC.** Poor prognosis for existing monitors in the intensive care unit. *Crit Care Med.* 1997, 25(4), S. 614-619.
10. **Pulak LM, Jensen L.** Sleep in the Intensive Care Unit: A Review. *J Intensive Care Med.* 2014, 0885066614538749.
11. **Ryherd EE, Waye KP, Ljungkvist L.** Characterizing noise and perceived work environment in a neurological intensive care unit. *J Acoust Soc Am.* 2008, 123(2), S. 747-756.
12. **Korniewicz DM, Clark T, David Y.** A national online survey on the effectiveness of clinical alarms. *AM J Crit Care.* 2008, 17(1), S. 36-41.
13. **Baars T, Erbel R.** *Internistische Intensiv- und Notfallmedizin.* 1.Edition. s.l. : Deutscher Ärzte-Verlag GmbH, 2011.
14. **Kearney TJ, Shabot MM.** Pulmonary artery rupture associated with the Swan-Ganz catheter. *Chest.* 1995, 108(5), S. 1349-1352.
15. **Görges M, Markewitz BA, Westenskow DR.** Improving alarm performance in the medical intensive care unit using delays and clinical context. *Anesth Analg.* . May, 2009, Bd. 108(5), 1546-1452.

16. **Imhoff M, Kuhls S.** Alarm algorithms in critical care monitoring. *Anesth Analg.* 2006, 102(5):1525-1537.
17. **DeGerogia M, Kaffashi F, Jacono F.** Information Technology in Critical Care: Review of Monitoring and Data Acquisition Systems for Patient Care and Research. *The scientific world journal.* 2015, 2015, Bd. 1, 1-9.
18. **ST, Lawless.** Crying wolf, false alarms in a pediatric intensive care unit. *Crit Care Med.* Jun, 1994, Bd. 22(6), 981-5.
19. **Siebig S, Wrede C, Schölmerich J.** Intensive care units alarms - how many do we need. *Crit Care Med.* Feb, 2010, Bd. 38 (2), 451-6.
20. **Mäkivirta A, Koski E, Kari A.** The median filter as a preprocessor for a patient monitor limit alarm system in intensive care. *Comput Methods Programs Biomed.* . Feb-Mar, 1991, Bde. 34(2-3), 139-144.
21. **Schettlinger K, Fried R, Gather U.** Robust filters for intensive care monitoring: beyond the running median. *Biomed Tech.* Jul, 2006, Bd. 51 (2), 49-56.
22. **Crew AD, Stoodley KD, Lu R, Old S, Ward M.** Preliminary clinical trials of a computer-based cardiac arrest alarm. *Intensive Care Med.* 1991;17(6):359-64. 17(6), 1991, 359-364.
23. **Aboukhalil A, Nielsen L, Saeed M, Mark RG, Clifford GD.** Reducing false alarm rates for critical arrhythmias using the arterial blood pressure waveform. *J Biomed Inform.* Jun, 2008, Bd. 41(3), 442-451.
24. **Borowski M, Görges M, Fried R, Such O, Wrede C, Imhoff M.** Medical device alarms. *Biomed Tech (Berl).* Apr, 2011, Bd. 56(2), 73-83.
25. **Simons KS, Park M, Kohlrausch A, van den Boogaard M, Pickkers P, de Bruijn W, de Jager CP.** Noise pollution in the ICU: time to look into the mirror. *Crit Care.* . Aug, 2014, Bd. 18(4), 493.
26. **Koski EM, Mäkivirta A, Sukuvaara T, Kari A.** Frequency and reliability of alarms in the monitoring of cardiac postoperative patients. *Int J Clin Monit Comput.* 1990 Apr;7(2):129-33. Apr, 1990, Bd. 7(2), 129-133.
27. **Borowski M, Siebig S, Wrede C, Imhoff M.** Reducing False Alarms of Intensive Care Online-Monitoring Systems: An Evaluation of Two Signal Extraction Algorithms. *Comput Math Methods Med.* 2011.
28. **Beckmann U, Gillies DM, Berenholtz SM, Wu AW, Pronovost P.** Incidents relating to the intra-hospital transfer of critically ill patients. *Intensive Care Med.* 30, 2004, 1579-1585.
29. **Wallin MK, Wajntraub S.** Evaluation of Bluetooth as a replacement for cables in intensive care and surgery. *Anesth Analg.* 2004 Mar;98(3):763-7. Mar, 2004, Bd. 98(3), 763-767.
30. **Schettlinger K, Fried R, Gather U.** Robust filters for intensive care monitoring: beyond the running median. *Biomed Tech 2006.* 2006, Bd. 51, 49-56.

31. **Charbonnier S, Becq G, Biot L.** On-line segmentation algorithm for continuously monitored data in intensive care units. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2004 Mar;51(3):484-92. Mar, 2004, Bd. 51(3), 484-492.
32. **Charbonnier S, Gentil S.** A trend-based alarm system to improve patient monitoring in intensive care units. *Contr Eng Practice.* 15(9), 2007, 1039-1050.
33. **Schoenberg R, Sands D, Safran C.** Making ICU Alarms meaningful: a comparison of traditional and trend-based algorithms. *Proc AMIA Symp.* 1999, 379-383.
34. **Friese RS, Diaz-Arrastia R, McBride D, Frankel H, Gentilello LM.** Quantity and quality of sleep in the surgical intensive care unit: are our patients sleeping? *J Trauma.* Dec, 2007, Bd. 63(6), 1210-1214.
35. **RS, Friese.** Sleep and recovery from critical illness and injury: a review of theory, current practice, and future directions. *Crit Care Med.* Mar, 2008, Bd. 36(3), 697-705.
36. **Hagerman I, Rasmanis G, Blomkvist V, Ulrich R, Eriksen CA, Theorell T.** Influence of intensive coronary care acoustics on the quality of care and physiological state of patients. *Int. J. Cardiol.* . 98, 2005, 267-270.
37. **Fife D, Rappaport E.** Noise and hospital stay. *Am J Public Health.* Jul, 1976, Bd. 66(7), 680-681.
38. **Graham KC, Cvach M.** Monitor alarm fatigue: standardizing use of physiological monitors and decreasing nuisance alarms. *Am J Crit Care.* Jan, 2010, Bd. 19(1), 28-34.
39. **Garg R, Bhalotra A.** Attitude of resident doctors towards intensive care units alarm settings. *IndJ Anaes.* 2010, Bd. 54, Issue 6, 522-524.

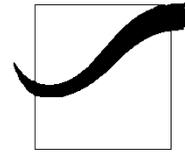
Anlage 1



Klinikum der Universität Regensburg
Franz-Josef-Strauß-Allee 11
D-93042 Regensburg

UNIVERSITÄT
REGENSBURG

KLINIKUM



KLINIK UND POLIKLINIK FÜR INNERE MEDIZIN I
Direktor: Prof. Dr. med. J. Schölmerich

An

Dr. med. Sylvia Siebig

Tel: +49-941-944-7079

Fax: +49-941-944-7365

Regensburg, XX.XX.20XX

Betreff: Fragebogenaktion: „Intensiv-Monitor der Zukunft“

Sehr geehrte/r xx,

Unsere Klinik untersucht derzeit zusammen mit dem Sonderforschungsbereich 475 des Fachbereichs Statistik der Universität Dortmund die Häufigkeit von Alarmen auf Intensivstationen, sowie mögliche mathematische Algorithmen um die Alarmhäufigkeit zu reduzieren, ohne bedrohliche Situationen zu übersehen.

Als Leiter einer Intensivstation kennen Sie sicher den Lärmpegel, den die unterschiedlichen Alarme verursachen. Diese Lärmbelastung entspricht mit teilweise über 80dB der einer Hauptverkehrsstrasse. Da in einigen Studien nur auf etwa 10% der Alarme klinisch reagiert wurde, kann eine solche häufige Alarmierung neben der Lärmbelastung zu einer gefährlichen Desensibilisierung der Mitarbeiter auf der Intensivstation führen.

Fernziel unserer Studien ist die Entwicklung eines „intelligenten“ Monitorsystems. Hierzu würde es uns interessieren, wie zufrieden Sie und Ihre Mitarbeiter mit ihrem derzeitigen Monitorsystem sind und welche Anforderungen/Wünsche Sie an ein neues System haben.

Wir wären Ihnen daher sehr verbunden, wenn Sie den beiliegenden Fragebogen ausfüllen, und die restlichen Fragebögen an jeweils zwei weitere Ärztinnen/-ärzte bzw. Pflegekräfte ihrer Intensivstation weiterreichen würden. Über die Rücksendung der ausgefüllten Bögen per Fax (0941/944 7021) oder mit dem beiliegenden frankierten Rückumschlag würden wir uns sehr freuen. Vielen Dank für Ihre Mühe!

Mit freundlichen Grüßen,

Dr. med C. E. Wrede
Oberarzt der Klinik

Dr. med S. Siebig
Assistenzärztin der Klinik

F.Kollmann-Jehle
Doktorand der Klinik

- Intensiv-Monitor der Zukunft -

Bitte kreuzen Sie bei jeder Frage das für Sie Zutreffende an oder tragen Sie die gewünschten Angaben ein

1. Ihre Position

Sie sind

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Fachärztin / -arzt für _____
<input type="checkbox"/> Assistenzärztin /-arzt für _____
<input type="checkbox"/> (Fach-)Pflegekraft | <input type="checkbox"/> Chefärztin / -arzt für _____
<input type="checkbox"/> Oberärztin / -arzt für _____
<input type="checkbox"/> Stationsleiterin /-leiter Pflege |
|---|---|

Wie lange arbeiten Sie bereits auf einer Intensivstation (ICU)? _____

Wie viele Stunden pro Tag arbeiten Sie durchschnittlich auf der ICU? _____ Stunden

2. Klinikum und Intensivstation

Bei Ihrer Klinik handelt es sich um ein

- Universitätsklinikum
 Städtisches Haus
 Privates Haus
 mir unbekannt

Auf welcher Art von Intensivstation (ICU) arbeiten Sie?

- | | | |
|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> Interdisziplinäre ICU | <input type="checkbox"/> Chirurgische ICU | <input type="checkbox"/> Internistische ICU |
| <input type="checkbox"/> Neuro(-chirurgische) ICU | <input type="checkbox"/> Anästhesiologische ICU | <input type="checkbox"/> Kardiochirurgische ICU |
| <input type="checkbox"/> Pädiatrische ICU | <input type="checkbox"/> sonstige ICU, und zwar _____ | |

Wie viele Betten hat Ihre ICU? _____

Wie viele ärztliche Mitarbeiter arbeiten derzeit fest auf der ICU? _____

Wie viele Aufnahmen haben Sie ca. pro Jahr auf der ICU? _____

Welchen Pflegeschlüssel haben Sie ca. pro Intensivpatient (Pflegekraft pro Patient pro Schicht)?

- 1:1
 1:2
 1:3
 1:4
 mir unbekannt

3. Monitoring-System

Welches Monitoring-System für kardiopulmonale Parameter wird auf Ihrer Station derzeit verwendet? (Wenn möglich, bitte Firma und Typbezeichnung angeben)

Firma: _____ Typ: _____

- Gibt es eine Monitoringzentrale? ja nein
- Wer stellt die Alarmgrenzen ein? nur Ärzte nur Pflegekräfte Ärzte und Pflegekräfte
- Wie oft überprüfen Sie die Einstellung der Alarmgrenzen? nie 1x/Tag 2-3x/Tag öfter als 3x/Tag
-
- In wie viel Prozent der Fälle haben Ihrer Erfahrung nach Alarme des kardiopulmonalen Monitorings eine klinische Konsequenz? < 25% 25-50% 50-75% > 75%
-
- Ihr derzeitiges kardiopulmonales Monitoring-System alarmiert Sie viel zu oft zu oft genau richtig zu selten viel zu selten
-
- Sie fühlen sich durch die Anzahl der Alarme entlastet belastet weder noch
-

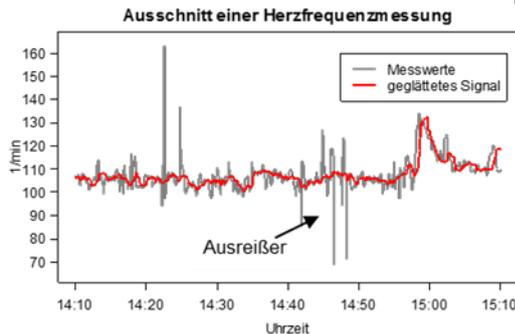
4. Monitoring der Zukunft

Bisher hören Sie einen Alarm, wenn der Messwert eines Vitalparameters einen Grenzwert erreicht. Halten Sie auch eine Alarmierung bei einem Trend für sinnvoll?

Beispiel: Herzfrequenz steigt von initial 80/min im Lauf von 5 Minuten beständig auf 120/min.
 überhaupt nicht sinnvoll eher nicht sinnvoll eher sinnvoll sehr sinnvoll

Halten Sie es für sinnvoll, dass das Monitoring-System Ausreißer (z.B. Messartefakte) herausfiltert und der Alarmierung ein geglättetes Signal zugrunde legt?

Beispiel: überhaupt nicht sinnvoll eher nicht sinnvoll eher sinnvoll sehr sinnvoll



Halten Sie es für sinnvoll, das Zusammenspiel mehrerer Vitalparameter für die Alarmgebung zu nutzen?

Beispiel: Herzfrequenz steigt um 15 Schläge/Minute, gleichzeitig sinkt art. Mitteldruck um 10 mmHg
 überhaupt nicht sinnvoll eher nicht sinnvoll eher sinnvoll sehr sinnvoll

Halten Sie es für sinnvoll, mehrere Monitoring-Systeme in einem einheitlichen Monitoring zusammenzufassen?

Beispiel: Beatmung, kardiopulmonales Monitoring, kont. Nierenersatzverfahren
 überhaupt nicht sinnvoll eher nicht sinnvoll eher sinnvoll sehr sinnvoll

Welche neuen Funktionen wünschen Sie sich für ein innovatives, „intelligentes“ Monitoring-System?

5. Zum Abschluss

Wir würden uns freuen, wenn Sie auch die folgenden Fragen zu Ihrer Person beantworten.

Sie sind weiblich männlich

Ihr Alter: _____ Jahre

Fax.: 0941-944 7021
Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

Danksagung

Mein Dank gilt Herrn Prof. Dr. Wrede und Frau PD Dr. Pemmerl für die Geduld und Unterstützung bei dieser Arbeit. Ebenso möchte ich mich bei meiner Familie, meiner Frau Sarah und meinen beiden Kindern für die Hilfe und Entbehrung während der entscheidenden Phase der Erstellung meiner Doktorarbeit bedanken.