

## Bed management in intensive care – Prospective research into the organisational influences on intensive care bed allocation

J.-D. Sattler<sup>1</sup> · V. Ghezel-Ahmadi<sup>2</sup> · C. Denz<sup>3</sup> · A. Baumgart<sup>4</sup> ·  
A. Schleppers<sup>5</sup> · A. S. Welker<sup>2</sup>

- 1 Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin, Klinikum Worms (Chefarzt: Priv.-Doz. Dr. habil. E. Hüttemann DEAA)
- 2 Abteilung für Anästhesiologie, Intensivmedizin und Schmerztherapie, Dr.-Horst-Schmidt-Kliniken, Wiesbaden (Direktorin: Prof. Dr. G. Beck)
- 3 Stabsstelle des Ärztlichen Direktors OP-Management Universitätsklinikum Köln (Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. E. Schömig)
- 4 Mannheimer Institut für Public Health Universität Heidelberg, Universitätsmedizin Mannheim, Medizinische Fakultät Mannheim
- 5 Qualitätsmanager, Luzerner Kantonsspital, Luzern/Schweiz (Direktor: B. Fuchs)
- 6 Ärztlicher Geschäftsführer, Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin e.V. und Berufsverband Deutscher Anästhesisten e.V., Nürnberg

### Danksagung

Die Arbeit wurde durch abteilungsinterne Mittel vom Institut für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin der Universitätsmedizin Mannheim (Direktor: Prof. Dr. M. Thiel) unterstützt.

### Schlüsselwörter

Intensivstation – Ressourcenallokation – Bettenmanagement – Universitätsklinik – Deutschland

### Keywords

Intensive Care Unit – Allocation of Resources – Bed Management – University Hospital – Germany

### Zusammenfassung

**Hintergrund und Fragestellung:** Mit dem medizinischen Fortschritt ist auch der Einsatz der erforderlichen Ressourcen sprunghaft angestiegen. Neben rein medizinischen sind deshalb ökonomische Faktoren im Rahmen der Allokation von Intensivbetten zu berücksichtigen. Zu diesem Zweck wird das Bettenmanagement einer Intensive Care Unit (ICU) untersucht. Das Augenmerk richtet sich auf verschiedene Patientenkollektive und den Einfluss der Bettenvergabe auf organisatorische und medizinische Konsequenzen.

**Methodik:** In einem achtwöchigen Beobachtungszeitraum wurden prospektiv 197 Verlegungsprozesse der operativen ICU der Universitätsmedizin Mannheim erfasst. Dreimal täglich erfolgten die Erhebung der Belegungssituation, des Patientenzustandes, die Erstellung von drei Verlegungsoptionen und die Einteilung nach Verlegbarkeit mittels eines Ampelsystems.

**Ergebnisse:** Bei einem Großteil der hausintern zuverlegten Patienten wurde die Indikation zur Aufnahme auf die ICU durch die jeweilige Fachabteilung gestellt, meist vor einer geplanten Operation. An 74% aller Tage bestand eine Kapazitätsauslastung größer 90%. Freiwerdende Betten von hausinternen Verlegungen bei Langliegern wurden signifikant schneller wieder nachbelegt. Ungeplant hausintern verlegte Langlieger hatten einen signifikant erhöhten

## Bettenmanagement in der Intensivstation

### Prospektive Untersuchung organisatorischer Einflüsse auf Verlegungsplanungsprozesse

TISS-Wert bei Verlegung. Wiederaufgenommen wurden 11 Patienten, von diesen waren 10 beim ersten Aufenthalt Kurzlieger. In allen Fällen wurde das freigewordene Bett bei Erstentlassung überdurchschnittlich schnell wieder belegt. Beim zweiten Aufenthalt war die Liegedauer deutlich erhöht.

**Schlussfolgerungen:** Es existieren Hinweise auf einen permanenten Mangel an ICU-Betten. Dies führt über eine kompetitive Belegungsstrategie zu einer potenziell ineffektiven Allokation der Ressourcen. Es konnte gezeigt werden, dass eine transparente Aufnahme- und Verlegungsstrategie zur Identifikation und Reduzierung dieser Problematik beitragen kann. Es werden Schritte aufgezeigt, die den am Allokationsprozess beteiligten Personen auch in schwierigen Situationen eine konsistente Entscheidungsfindung zur Belegungssteuerung ermöglichen.

### Summary

**Background:** Medical progress has seen the utilisation of resources expand substantially. Consequently, both economic and medical factors have to be taken into account when allocating intensive care unit (ICU) beds. This study examines the bed management within an ICU; focusing on different patient populations and the influence that bed allocation has on organisational and medical processes.

**Methodology:** 197 allocation processes within the surgical ICU at Mannheim University Hospital were recorded pro-

spectively over an eight-week period. A traffic light system was used to measure the current utilisation, the condition of patients and the transfer and discharge options three times a day.

**Results:** Most in-house patient admissions were initiated by the respective surgical department, usually before planned surgeries. On 74% of all days, the utilisation of beds exceeded 90%. Those beds vacated as a result of the in-house discharging of long-term patients were re-assigned significantly faster. TISS values for long-term patients with unplanned discharges were significantly larger. 11 patients had to be readmitted, 10 of whom were short-term patients during their first stay. In all cases the vacated bed was re-assigned faster than usual. During the second stay, the length of stay was significantly increased.

**Conclusions:** Evidence points to a permanent shortage of ICU beds. This causes a potentially ineffective allocation of resources due to a more competitive assignment strategy. It could be demonstrated that a transparent admission and discharge strategy could help to resolve this situation. Measures have been highlighted which allow for consistent decision-making within the allocation process, even in difficult situations.

## Einleitung

Die Geschichte der Intensivmedizin ist geprägt von einer vergleichsweise kurzen, aber rasanten Entwicklung. Erst Anfang der 1960er Jahre wurden sprunghafte Fortschritte in Überwachung und Therapie erzielt [1]. Mit dem medizinischen Fortschritt ist allerdings auch der Einsatz der hierfür erforderlichen Ressourcen sprunghaft angestiegen [2]. Neben der rein medizinischen Betrachtungsweise sind deshalb auch ökonomische Faktoren in steigendem Maße zu berücksichtigen [2,3]. Mittlerweile machen Intensivstationen in Deutschland etwa 5% der insgesamt verfügbaren Betten in Krankenhäusern aus, sind dabei jedoch für bis zu 20% der Krankenhauskosten verantwortlich [4]. Eine Umkehrung dieses Trends ist nicht

absehbar [5]. Betrachtet man die anfallenden Kosten systematisch, so werden etwa 20% der entstehenden Kosten für Verbrauchsmaterial aufgewendet. Personalkosten machen jedoch 50-60% der Gesamtkosten aus [6-9]. Einerseits resultieren aus einem Bettenleerstand somit hohe Kosten bei fehlenden Einnahmen. Andererseits müssen für schwerstkranke Patienten Kapazitäten vorgehalten werden, da in diesem Bereich der Hochleistungsmedizin nur bedingt vorgeplant werden kann und eine schnelle Verfügbarkeit von Intensivkapazität medizinisch relevant ist [10]. Sichtbar wird dieser medizinisch-ökonomische Konflikt beispielsweise dann, wenn eine Anfrage nach einem Intensivbett zu einem Kapazitätsengpass führt, der nur durch Abweisung oder Verlegung eines Patienten gelöst werden kann. Umso wichtiger ist es, dass schriftlich fixierte Aufnahme- und Entlasskriterien sowie eine interdisziplinäre Abstimmung zur Belegung von Intensivbetten existieren [11-16]. Nur so kann auch in schwierigen Situationen eine konsistente und nachvollziehbare Entscheidungsfindung zur Belegung von Intensivbetten stattfinden [17,18]. Der Fokus ist deshalb auf die entscheidende Frage zu richten, ob die „richtigen“ Patienten für den „richtigen“ Zeitraum auf der Intensivstation verbleiben, ob also eine möglichst passgenaue Allokation des knappen Gutes „Intensivbett“ gewährleistet wird.

Zu diesem Zweck werden in dieser Arbeit die Patientenflüsse und das Bettenmanagement einer Intensivstation untersucht. Das Augenmerk richtet sich hierbei insbesondere auf verschiedene Patientenkollektive und den Einfluss der Bettenvergabe auf die daraus resultierenden organisatorischen und medizinischen Konsequenzen.

## Methodik

Nach Durchführung eines zweiwöchigen Pretests mit simulierter Datenerhebung zur Überprüfung auf Praktikabilität wurde in einem achtwöchigen Beobachtungszeitraum eine prospektive Beobachtungsstudie initiiert. Es wurden alle Patienten der operativen Intensivstation der Universitätsmedizin Mannheim (16 Planbetten) in die Untersuchung eingeschlossen. Es existierten keine Ausschlusskriterien. Somit konnten insgesamt 197 Verlegungsprozesse erfasst werden. Dreimal täglich erfolgten die Erhebung der Belegungssituation, des Patientenzustandes (Therapeutic Intervention Scoring System TISS, Simplified Acute Physiology Score SAPS, Intensivpflege und Leistungserfassungssystem INPULS) sowie die Analyse routinemäßig erfasster administrativer Daten (CareVue®, Philips Medical Systems, USA). Die Belegung wurde fortlaufend erhoben (Gesamtliegedauer Patient / 24 Stunden / 16 Betten). Zu jeder der drei täglichen Übergaben wurden drei kon-

**Tabelle 1**

Ampelsystem zur Priorisierung der Verlegung.

Ampelfarbe	Entlassart	Erläuterung	Potentiell verlegbar auf	Nicht verlegbar auf
Rot	Ungeplant	Intensivpflicht	Andere ICU	IMC Normalstation
Orange		Überwachungspflicht	ICU IMC	Normalstation
Gelb		Nicht zwingende Intensiv- oder Überwachungspflicht	ICU IMC Normalstation	–
Grün	Geplant	Verlegung innerhalb 12 Stunden geplant	Keine Aussage über Gesundheitszustand (Kategorie beinhaltet auch geplante Verlegungen auf andere ICU)	

ICU = Intensive Care Unit (Intensivstation); IMC = Intermediate Care (Wachstation).

krete, priorisierte Verlegungsoptionen erstellt, und es erfolgte die Einteilung der Patienten nach Verlegbarkeit mittels eines neu entwickelten Ampelsystems (Tab. 1).

Die erhobenen Daten wurden in einer Microsoft Office Access® (2007)-Datenbank mit den aus CareVue-Chart extrahierten Daten zusammengeführt und mittels integrierter automatisierter semantischer Prüfung zur Detektion von Fehleingaben und Inkonsistenzen überprüft. Die statistische Auswertung erfolgte mit Microsoft Excel® (2007).

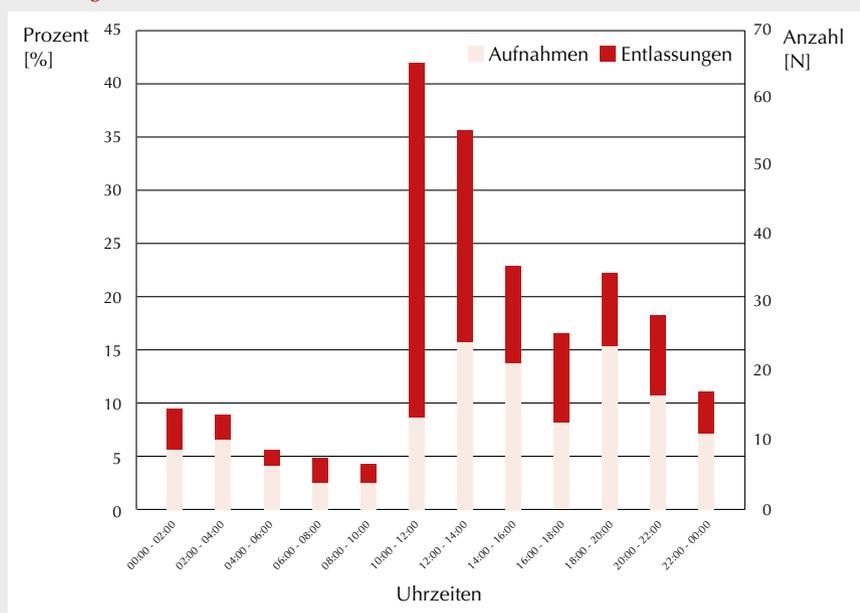
## Ergebnisse

Die Altersverteilung ergab einen statistisch signifikanten Altersunterschied zwischen Männern ( $57,1 \pm 16,2$  Jahre) und Frauen ( $61,8 \pm 15,1$  Jahre) ( $p=0.01$ ). Bei zwei Patienten waren Geburtsdatum und Alter unbekannt. Abbildung 1 zeigt die tageszeitliche Verteilung der Aufnahmen und Entlassungen. Der Hauptanteil der Entlassungen findet um die Mittagszeit statt (10:00-14:00 Uhr). Die Aufnahmen hingegen sind eher über

den Nachmittag und Abend hinweg verteilt. Tabelle 2 zeigt die Verteilung der Patienten nach Indikationsstellung durch die verschiedenen Fachabteilungen und die Aufteilung nach bereits vor dem Intensivstations-Aufenthalt in der Klinik stationär aufgenommenen (internen) und von extern aufgenommenen (externen) Patienten. Bei einem Großteil der internen Patienten wurde die Indikation für die Aufnahme auf die Intensivstation durch die jeweilige Fachabteilung gestellt. Die Entscheidung wurde meist im Vorfeld einer geplanten Operation getroffen ( $n=53$ , 52,5%). Im Gegensatz hierzu standen die externen Patienten, bei denen die Aufnahme aufgrund einer geplanten Operation in den Hintergrund trat. Führende Aufnahmegründe waren hier ungeplante Operationen ( $n=43$ , 21,8%) sowie medizinische Gründe ( $n=42$ , 21,3%). Zusätzlich wird in Tabelle 2 die Splittung der Patienten nach Ampelfarbe und die Verlegung in der darauffolgenden Schicht dargestellt. Hier zeigt sich, dass von 69 „Gelb“ markierten Patienten (3,1%) mit nicht zwingender Intensivpflichtigkeit nur 17

(0,8%) in der nächsten Schicht verlegt werden konnten. Die Wahrscheinlichkeit einer Verlegung nimmt jedoch mit dem Ampelstatus zu (rot 1,4%, orange 15,1%, gelb 24,6% und grün 78,2%). Auch die Wahrscheinlichkeit, auf eine Normalstation verlegt zu werden, korreliert mit der Ampelfarbe (nicht gezeigte Werte). Tabelle 3 zeigt die Auslastung der Intensivstations-Bettenkapazität, wobei evident wird, dass an dreiviertel aller Tage eine Auslastung von größer 90% bestand. Abbildung 2 verdeutlicht die Korrelation der SAPS- und TISS-Werte mit den jeweilig vergebenen Ampelfarben. Signifikant erhöhte Werte zeigen sich insbesondere in der Gruppe der Ampelfarbe „Rot“. In Tabelle 4 wird deutlich, dass Patienten, die bereits vor ihrer Aufnahme auf die Intensivstation stationär aufgenommen worden waren, schneller wieder verlegt werden konnten. Ein besonders ausgeprägter Unterschied ergab sich bei Patienten, die durch die Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin auf die Intensivstation eingewiesen worden waren. Allerdings wurde dieser Wert nur durch  $n=4$  Patienten generiert. Die Auswirkungen einer geplanten versus einer ungeplanten Entlassung auf die Zeit des Bettenleerstandes und die bei Entlassung vorherrschenden SAPS II- und TISS-10-Werte werden in Tabelle 5 verdeutlicht. Es zeigt sich, dass freiwerdende Betten nach hausinternen Verlegungen bei Langliegern signifikant schneller wieder nachbelegt werden als bei Kurzliegern. Dieser Unterschied ist insbesondere im Bereich der geplanten hausinternen Verlegungen evident. Werden Langlieger hingegen ungeplant hausintern verlegt, zeigt sich ein signifikant erhöhter TISS-Wert bei Verlegung. Die SAPS-Werte unterscheiden sich nicht signifikant. Im Bereich der Verlegung in externe Häuser werden die Betten bei Kurzliegern schneller wieder nachbelegt, wobei dies insbesondere für geplante Entlassungen gilt. Bei Verlegungen in externe Häuser konnten keine signifikanten Unterschiede der SAPS- und TISS-Werte zwischen den einzelnen Gruppen nachgewiesen werden. Im Verlauf wieder auf-

Abbildung 1



Tageszeitliche Erfassung der Aufnahmen und Entlassungen.

Linke y-Achse = Angaben in Prozent; Rechte y-Achse = Angabe in Zahlen; x-Achse = Splittung der Tageszeiten in 2-Stunden-Blöcke nach Uhrzeiten.

**Tabelle 2**

Indikationsstellung für ICU-Aufenthalt und Spaltung nach Ampelfarben.

Indikationsstellung		Klinik									
		ACh		NCh		OUZ		andere		Gesamt	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
ZNA	Intern	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Extern	5	2,5	27	13,7	9	4,6	7	3,6	48	24,4
Anästhesie	Intern	6	3,0	5	2,5	0	0	4	2,0	15	7,6
	Extern	3	1,5	1	0,5	0	0	0	0	4	2,0
Fachabteilung	Intern	33	16,8	39	19,8	6	3,0	8	4,1	86	43,7
	Extern	3	1,5	30	15,2	3	1,5	8	4,1	44	22,3
<b>Gesamt</b>		<b>50</b>	<b>25,4</b>	<b>102</b>	<b>51,8</b>	<b>18</b>	<b>9,1</b>	<b>27</b>	<b>13,7</b>	<b>197</b>	<b>100</b>

Ampelfarben (Verlegung nächste Schicht)		ACh		NCh		OUZ		andere		Gesamt	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Rot		634 (3)	28,4 (0,1)	647 (11)	29,0 (0,5)	125 (3)	5,6 (0,1)	212 (6)	9,5 (0,3)	1618 (23)	72,5 (1,0)
Orange		174 (22)	7,8 (1,0)	262 (41)	11,7 (1,8)	33 (6)	1,5 (0,3)	20 (5)	0,9 (0,2)	489 (74)	21,9 (3,3)
Gelb		11 (3)	0,5 (0,1)	43 (8)	1,9 (0,4)	4 (1)	0,2 (0,0)	11 (5)	0,5 (0,2)	69 (17)	3,1 (0,8)
Grün		14 (10)	0,6 (0,4)	23 (19)	1,0 (0,9)	7 (6)	0,3 (0,3)	11 (8)	0,5 (0,4)	55 (43)	2,5 (1,9)
<b>Gesamt</b>		<b>833 (38)</b>	<b>37,3 (1,7)</b>	<b>975 (79)</b>	<b>43,7 (3,5)</b>	<b>169 (16)</b>	<b>7,6 (0,7)</b>	<b>254 (24)</b>	<b>11,4 (1,1)</b>	<b>2231 (157)</b>	<b>100 (7,0)</b>

**Intern** = Patienten; die sich vor der Verlegung auf die ICU bereits stationär in der Klinik befunden hatten (auch aus anderen Gründen); **Extern** = Patienten ohne direkt vorhergehenden Aufenthalt in der Klinik; **n** = numerische Anzahl (Patienten); % = prozentuale Angabe bezogen auf Gesamtpatientenzahl; **ACh** = Klinik für Allgemeinchirurgie; **NCh** = Klinik für Neurochirurgie; **OUZ** = Orthopädisch – Unfallchirurgisches Zentrum; **andere** = Patienten der HNO (11); Gynäkologie (3) und unbekannter / anderer Fachrichtung (13); **Ampel** = insgesamt 2.231 vergebene Ampelfarben im gesamten Untersuchungszeitraum; **Werte in Klammern** = in der nach Aufnahme direkt folgenden Schicht von Station verlegte Patienten.

**Tabelle 3**

Auslastung der ICU-Bettenkapazität.

Auslastung	n	%
< 80%	1	1,8
80% ≤ x < 85%	3	5,4
85% ≤ x < 90%	10	17,9
90% ≤ x < 95%	17	30,4
≥ 95%	25	44,6
<b>Gesamt</b>	<b>56</b>	<b>100</b>
<b>Mw. ± Std.</b>	<b>93% ± 6%</b>	

**n** = numerische Anzahl (Tage); % = prozentuale Angabe, bezogen auf Gesamttagesszahl; **Mw. ± Std.** = Mittelwert ± Standardabweichung.

genommen wurden 11 Patienten (8,2%; nach Fachrichtung: 1 Orthopädie/Unfallchirurgie, 5 Neurochirurgie, 5 Allgemeinchirurgie). Von diesen waren 10 beim ersten Aufenthalt Kurzlieger. Vor der ersten Verlegung waren die Patienten mit den Ampelfarben „Rot“ n=1, „Orange“

**Tabelle 4**

Aufenthaltsdauer nach indikationsstellender Abteilung und Aufnahmeart.

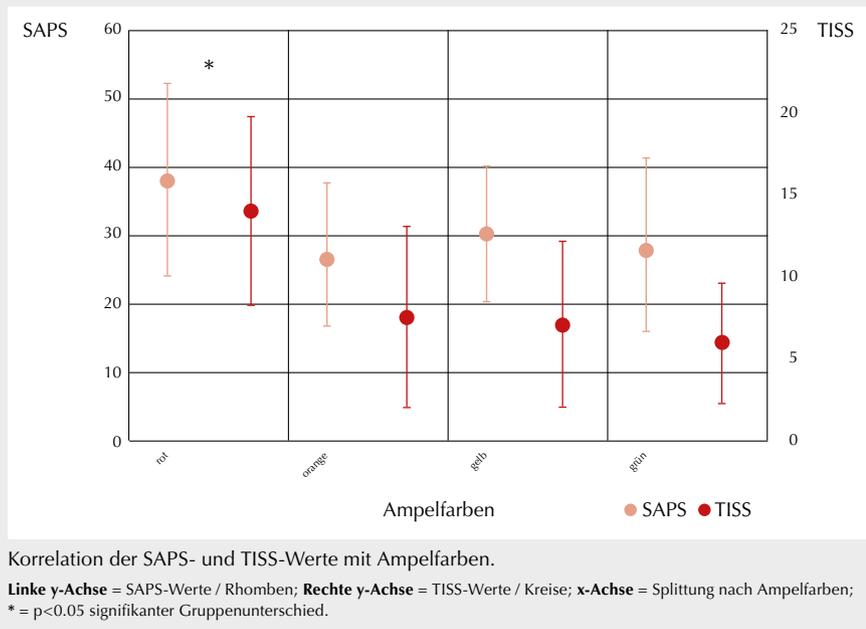
Aufenthaltsdauer (d; Mw. ± Std.)	Patientenherkunft		
	Intern	Extern	Gesamt
<b>Indikationsstellung</b>			
ZNA	–	5,54 ± 7,60	5,54 ± 7,60
Anästhesie	1,89 ± 1,65	19,79 ± 26,36	5,66 ± 13,20
Fachabteilungen	4,34 ± 11,63	5,98 ± 6,86	4,90 ± 10,25
<b>Gesamt</b>	<b>3,97 ± 10,75*</b>	6,34 ± 8,96	5,13 ± 9,95

**Intern** = Patienten, die sich vor der Verlegung auf die ICU bereits stationär in der Klinik befunden hatten (auch aus anderen Gründen); **Extern** = Patienten, ohne direkt vorhergehenden Aufenthalt in der Klinik; **d** = Tage; **Mw. ± Std.** = Mittelwert ± Standardabweichung; \* = signifikantes Ergebnis (p ≤ 0,05).

n=7, „Gelb“ n=1 und „Grün“ n=2 klassifiziert. Die Aufenthaltsdauer war gegenüber den übrigen Patienten deutlich erniedrigt (2,1 ± 3,3 Tage vs. 5,4 ± 10,4 Tage, p<0,01). Nur einer der Patienten wurde geplant entlassen. In allen Fällen wurde das freigewordene Bett überdurchschnittlich schnell wieder belegt (3,3 ± 2,2 h vs. 9,1 ± 12,9 h, p<0,001).

Beim zweiten Aufenthalt war die Liegedauer von 4 der wiederaufgenommenen Patienten mit 4-12 Tagen gegenüber dem ersten Aufenthalt deutlich erhöht. Ebenso waren die SAPS- und TISS-Werte deutlich höher im Gegensatz zur ersten Aufnahme. Aufgrund der geringen Fallzahl ist die statistische Aussagekraft jedoch eingeschränkt.

Abbildung 2



## Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss verschiedener Faktoren auf das Bettenmanagement einer Intensivstation untersucht. Die Untersuchung wurde monozentrisch prospektiv in einem achtwöchigen Beobachtungszeitraum durchgeführt. Alle registrierten Verlegungsprozesse ( $n=197$ ) konnten einer Auswertung zugeführt werden. Das für diese Untersuchung entwickelte Ampelsystem diente zur Sichtbarmachung der Priorisierung bei ungeplanten und geplanten Verlegungen. Bereits in mehreren anderen Studien zum Thema der Priorisierung von Intensivkapazitäten wird eine erhöhte Transparenz und wissenschaftliche Nachvollziehbarkeit von Verlegungsprozessen gefordert [11,14,19-21]. Die hier eingesetzte Methodik erwies sich im Untersuchungszeitraum als äußerst praktikabel. Patienten, welche von extern direkt auf die Intensivstation zuverlegt worden waren, wiesen andere Aufnahmegründe auf als die hausintern aufgenommenen Patienten. Dies deckt sich mit den bereits bekannten Literaturdaten und lässt sich auch durch die operative Ausrichtung der untersuchten Intensivstation

erklären, da Patienten von intern häufig nach geplanten operativen Eingriffen auf die Intensivstation verlegt werden. Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass die von hausintern aufgenommenen Patienten signifikant früher verlegt werden können, sodass bei Identifizierung dieser Patienten, die teilweise komplett therapiefrei verlegt wurden, größere freie Intensivkapazitäten generiert werden können [8]. Ebenfalls zeigte sich, dass die Klassifikation nach einem Ampelsystem gut mit den Verlegungsprozessen, sowohl der Geschwindigkeit der Weiterverlegung als auch der Verlegbarkeit auf eine Normalstation, korreliert. Allerdings ist auch anzunehmen, dass diese Planbarkeit von Verlegungsprozessen im Bereich der Intensivmedizin gewissen Einschränkungen unterliegt [22]. Der mittlere SAPS-II-Wert lag bei Aufnahme bei  $32,6 \pm 16,3$ . Die Literaturdaten des nationalen Registers der DIVI (Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin) ergaben einen Wert von 26,8. Vergleichbar sind auch die Anzahl der beatmeten Patienten, da der Wert der untersuchten Intensivstation mit 45,7% nur gering von den Registerdaten (47,9%) abweicht [23]. Die Auslastung der untersuchten Intensivsta-

tion ist mit einem Durchschnittswert von 93% konstant hoch. Dieser Wert liegt über den in der Literatur beschriebenen durchschnittlichen Auslastungen von rund 85% [5]. Was aus rein betriebswirtschaftlicher Perspektive einen positiven Aspekt darstellt, muss im Rahmen intensivmedizinischer Versorgung kritisch hinterfragt werden. Verschiedene Studien zeigen, dass bereits ab einer Auslastung von 80-85% Engpässe bei der Notfallversorgung auftreten; spätestens ab einer Auslastung von 90% müssen regelmäßig Patienten abgewiesen oder elektive Operationen verschoben werden [24-26]. Umso relevanter erscheint hier die korrekte Allokation des knappen „Gutes“ Intensivbett.

In der weiteren Betrachtung zeigt sich, dass es bei Verlegungen von Langliegern zu einer schnelleren Wiederbelegung kommt. Weiterhin fällt hierbei auf, dass Langlieger, die ungeplant verlegt wurden, einen signifikant höheren TISS-Score aufwiesen. Generell zeigt sich, dass bei ungeplanter Verlegung eine schnellere Wiederbelegung erfolgte. Die schnelle Neubelegung der Betten insbesondere derjenigen Patienten, die im weiteren Verlauf erneut auf die Intensivstation aufgenommen wurden, resultiert möglicherweise aus kapazitätsbedingten Entlassungen. Es gilt als gesichert, dass die Wiederaufnahme eines zuvor entlassenen Patienten mit einem schlechteren Outcome einhergeht. Dies schlägt sich in einem verlängerten Klinikaufenthalt, einem verlängerten Intensivstationsaufenthalt oder in einer erhöhten Sterblichkeitsrate nieder [13,27]. Transparente Aufnahme- und Entlasskriterien sind in diesem Zusammenhang bereits als Qualitätsindikatoren für Intensivstationen diskutiert worden [28]. Durch eine ungeplante Wiederaufnahme entstehen relevante Mehrkosten sowie verlängerte Verweildauern. Hieraus können Kapazitätsengpässe für nachfolgende Fälle resultieren, die relevante negative Auswirkungen auf medizinische und wirtschaftliche Ressourcen haben könnten [12].

Es existieren somit deutliche Hinweise auf einen permanenten Mangel an Intensivstationsbetten. Dieser Engpass führt

Tabelle 5

Scores und Zeit des Bettenleerstands bei Entlassung.

		Kurzlieger ( $\leq 2$ Tage)			Langlieger ( $> 2$ Tage)		
		Zeit (h; Mw. $\pm$ Std.; n)	TISS-10 (n)	SAPS II (n)	Zeit (h; Mw. $\pm$ Std.; n)	TISS-10 (n)	TISS-10 (n)
Nach Extern	Geplant	16,2 $\pm$ 17,8 (22)*#	7,5 $\pm$ 3,5 (2)	14,0 $\pm$ 9,9 (2)	5,1 $\pm$ 4,6 (4)#	5,1 $\pm$ 4,6 (4)#	3,3 $\pm$ 2,9 (3)*
	Ungeplant	8,5 $\pm$ 12,3 (67)*#	7,6 $\pm$ 3,7 (18)	28,3 $\pm$ 15,0 (15)	4,5 $\pm$ 6,0 (38)#	4,5 $\pm$ 6,0 (38)#	8,3 $\pm$ 4,4 (33)*
	<b>Gesamt</b>	<b>10,4 <math>\pm</math> 14,1 (89)*#</b>	7,6 $\pm$ 3,6 (20)	26,6 $\pm$ 15,0 (17)	<b>4,5 <math>\pm</math> 5,9 (42)*#</b>	<b>4,5 <math>\pm</math> 5,9 (42)*#</b>	7,9 $\pm$ 4,5 (36)
Nach Extern	Geplant	2,4 $\pm$ 1,5 (4)*#	10,0 $\pm$ 0,0 (2)	36,0 $\pm$ 12,7 (2)	17,0 $\pm$ 21,0 (10)#	17,0 $\pm$ 21,0 (10)#	5,0 $\pm$ 3,5 (9)
	Ungeplant	20,9 $\pm$ 14,1 (5) *	10,0 (1)	40,0 (1)	16,1 $\pm$ 12,7 (4)	16,1 $\pm$ 12,7 (4)	7,5 $\pm$ 5,0 (4)
	<b>Gesamt</b>	12,7 $\pm$ 14,0 (9)	10,0 $\pm$ 0,0 (3)	37,3 $\pm$ 9,3 (3)	16,7 $\pm$ 18,5 (14)	16,7 $\pm$ 18,5 (14)	5,8 $\pm$ 4,0 (13)
verstorben		16,6 $\pm$ 16,6 (6)	–	–	8,3 $\pm$ 9,4 (24)	–	–

**Nach Intern** = Patienten, die auf hauseigene Stationen verlegt wurden; **Nach Extern** = Patienten, die in andere Häuser verlegt wurden; **h** = Stunden; **Mw.  $\pm$  Std.** = Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung; **n** = Anzahl der erhobenen Datensätze; \* = signifikantes Ergebnis ( $p \leq 0.05$ ) bei Vergleich geplante vs. ungeplante Entlassungen; # = signifikantes Ergebnis ( $p \leq 0.05$ ) bei Vergleich Kurz- vs. Langlieger; ## = signifikantes Ergebnis ( $p \leq 0.01$ ) bei Vergleich Kurz- vs. Langlieger.

über eine kompetitive Belegungsstrategie zu einer ineffektiven Allokation der zur Verfügung stehenden Ressourcen.

Diese Ergebnisse können auf andere Intensivstationen übertragen werden:

- Die Identifikation der ohne Therapie verlegbaren Patienten generiert mehr Intensivbettenkapazität.
- Eine überdurchschnittlich hohe Auslastung erzeugt Engpässe in der Notfallversorgung.
- Kapazitätsbedingte, frühe Entlassungen schwer erkrankter Patienten erzeugen ungeplante Wiederaufnahmen mit schlechterem Outcome.

Einschränkend muss erwähnt werden, dass aufgrund der Untersuchungsdauer, der Kollektivgröße und der Monozentrität sicher weitere Untersuchungen und größer angelegte Studien zur Validierung der Ergebnisse sinnvoll sind.

Folgende Fragen müssen zusätzlich in weiteren Untersuchungen beantwortet werden:

- Kann eine Rangliste der Einflussfaktoren auf ungeplante Entlassungen aufgestellt werden?
- Welche Faktoren führen zu ungeplanten Wiederaufnahmen und inwiefern lassen sich diese verhindern?
- Kann eine Aufwertung der nachgeordneten Stationen in der Verlegungskette das Ressourcenproblem effektiv lösen?

## Schlussfolgerung

**Es konnte gezeigt werden, dass eine transparente Aufnahme- und Verlegungsstrategie zur Identifikation von Problemen in der Ressourcenallokation beitragen kann. Die vorliegende Arbeit zeigt somit Schritte in Richtung eines Prozesses auf, an dessen Ende dem an Allokationsprozess beteiligten Personen in Zukunft auch in schwierigen Situationen eine konsistente und nachvollziehbare Entscheidungsfindung zur Belegungssteuerung von Intensivbetten ermöglicht wird.**

## Literatur

1. Janssens U, Hanrath P: [History of the development of intensive care medicine, Part 10: Medical method development and monitoring]. *Anaesthesist*. 1999;48(10):733-43
2. Pastores SM, Dakwar J, Halpern NA: Costs of Critical Care Medicine. *Critical Care Clinics* [Internet]. 2012;28(1):1-10. Available from: <http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed&id=22123095&retmode=ref&cmd=prlinks>
3. Zilberberg M: Understanding Cost-Effectiveness in the ICU. *Semin Respir Crit Care Med* [Internet]. 2010; 25;31(01):013-8. Available from: <http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed&id=20101543&retmode=ref&cmd=prlinks>
4. Chalfin DB: Cost-effectiveness analysis in health care. *Hosp Cost Manag Account* [Internet]. 1995;7(4):1-8. Available from:

<http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed&id=10143321&retmode=ref&cmd=prlinks>

5. Thattil R, Klepzig D, Schuster M: [Intensive care capacities in Germany: provision and usage between 1991 and 2009]. *Anaesthesist* 2012;61(1):56-62
6. Martin J, Neurohr C, Bauer M, Weiß M, Schleppers A: [Cost of intensive care in a German hospital: cost-unit accounting based on the InEK matrix]. *Anaesthesist* 2008;57(5):505-12
7. Moerer O, Plock E, Mgbor U, Schmid A, Schneider H, Wischniewsky MB, et al: A German national prevalence study on the cost of intensive care: an evaluation from 51 intensive care units. *Crit Care* 2007;11(3):R69
8. Stricker K, Rothen HU, Takala J: Resource use in the ICU: short- vs. long-term patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 2003;47(5):508-15.
9. Talmor D, Shapiro N, Greenberg D, Stone PW, Neumann PJ: When is critical care medicine cost-effective? A systematic review of the cost-effectiveness literature. *Crit Care Med* 2006;34(11):2738-47.
10. Cline SD, Schertz RAK, Feucht EC: Expedited admission of patients decreases duration of mechanical ventilation and shortens ICU stay. *Am J Emerg Med* 2009;27(7):843-6
11. Heidegger C-P, Treggiari MM, Romand J-A, and the Swiss ICU Network: A nationwide survey of intensive care unit discharge practices. *Intensive Care Med* 2005;31(12):1676-82
12. Edbrooke DL, Minelli C, Mills GH, Iapichino G, Pezzi A, Corbella D, et al: Implications of ICU triage decisions on patient mortality: a cost-effectiveness analysis. *Crit Care* 2011;15(1):R56

13. Cooper GS, Sirio CA, Rotondi AJ, Shepardson LB, Rosenthal GE: Are readmissions to the intensive care unit a useful measure of hospital performance? *Med Care* 1999;37(4):399-408
14. Cooper AB, Joglekar AS, Gibson J, Swota AH, Martin DK: Communication of bed allocation decisions in a critical care unit and accountability for reasonableness. *BMC Health Serv Res* 2005;5:67
15. Ward NS, Levy MM: Rationing and critical care medicine. *Crit Care Med* 2007;35(2 Suppl):S102-5
16. Truog RD, Brock DW, Cook DJ, Danis M, Luce JM, Rubenfeld GD, et al: Rationing in the intensive care unit. *Crit Care Med* 2006;34(4):958-63-quiz971
17. Giannini A, Consonni D: Physicians' perceptions and attitudes regarding inappropriate admissions and resource allocation in the intensive care setting. *Br J Anaesth* 2006;96(1):57-62
18. Skowronski GA: Bed rationing and allocation in the intensive care unit. *Curr Opin Crit Care* 2001;7(6):480-4
19. Young MJ, Brown SES, Truog RD, Halpern SD: Rationing in the intensive care unit: to disclose or disguise? *Crit Care Med* 2012;40(1):261-6
20. Teres D: Civilian triage in the intensive care unit: the ritual of the last bed. *Crit Care Med* 1993;21(4):598-606
21. Kohn R, Rubenfeld GD, Levy MM, Ubel PA, Halpern SD: Rule of rescue or the good of the many? An analysis of physicians' and nurses' preferences for allocating ICU beds. *Intensive Care Med* 2011;37(7):1210-7
22. Salomonsen MR, Bailey MJ, Salomonsen RF: Can ICU stay be predicted accurately enough for fast-tracking cardiac surgical patients? *Crit Care Resusc* 2008;10(3):194-201
23. Lefering R: Erste Ergebnisse des nationalen Registers zum externen Qualitätsvergleich der Intensivmedizin. *Intensivmed Notfallmed* 2002;39(4):334-40
24. Bagust A, Place M, Posnett JW: Dynamics of bed use in accommodating emergency admissions: stochastic simulation model. *BMJ* 1999 17;319(7203):155-8
25. McManus ML, Long MC, Cooper A, Litvak E: Queuing theory accurately models the need for critical care resources. *Anesthesiology* 2004;100(5):1271-6
26. Wasserfallen J-B, Revely J-P, Moro D, Gilliard N, Rouge J, Chioléro R: Can the impact of bed closure in intensive care units be reliably monitored? *Intensive Care Med* 2004;30(6):1134-9
27. Baker DR, Pronovost PJ, Morlock LL, Geocadin RG, Holzmueller CG: Patient flow variability and unplanned readmissions to an intensive care unit. *Crit Care Med* 2009;37(11):2882-7
28. Braun J-P, Mende H, Bause H, Bloos F, Geldner G, Kastrup M, et al: Quality indicators in intensive care medicine: why? Use or burden for the intensivist. *Ger Med Sci* 2010;8:Doc22.

### Korrespondenz- adresse



**Dr. med.  
Andreas Stefan  
Welker**

Im Weiher 71  
69121 Heidelberg, Deutschland  
Tel.: 06221 7251726  
Fax: 06221 7251726  
E-Mail: awelker@hotmail.com