

Ressourcenverbrauch Intensivstation: Eine Kostenanalyse in der operativen Intensivmedizin*

Resource use in intensive care unit: A cost analysis in surgical intensive care medicine

R. Feyrer¹, W. Koppert², M. Kirmse², Ch. Mehl¹, M. Weyand¹, J. Schüttler² und U. Kunzmann³

¹ Herzchirurgische Klinik, Universitätsklinikum Erlangen (Direktor: Prof. Dr. M. Weyand)

² Anästhesiologische Klinik, Universitätsklinikum Erlangen (Direktor: Prof. Dr. Dr. h.c. J. Schüttler)

³ Fachabteilung Entgelte, DRG-Koordination, Kaufmännische Direktion, Universitätsklinikum Erlangen (Kaufmännischer Direktor: A. Gebhard)

► **Zusammenfassung: Hintergrund:** Stationäre medizinische Leistungen werden in Deutschland auf der Basis von „Diagnosis-Related-Groups“ (DRG) finanziert. Mit diesem pauschalen Entgelt sind alle erbrachten Leistungen unabhängig von deren Gesamtkosten abgegolten. Ziel dieser Studie war es, mittels detaillierter Kostenanalyse zu untersuchen, welchen Anteil die Intensivmedizin an den Gesamtkosten darstellt und welche Faktoren die Intensivkosten beeinflussen.

Methodik: Im Rahmen einer patientenbegleitenden Untersuchung wurden auf einer Interdisziplinären Operativen Intensivstation 104 Patienten über 309 Belegungstage analysiert. Erfasst wurden computergestützt pro Patient täglich alle verabreichten Medikamente, Ernährung, Blut- und Gerinnungsprodukte, invasive Maßnahmen und Monitoring, Beatmungsparameter und Diagnostik sowie vier Scoring-Verfahren (SAPS II, APACHE II, SOFA, TISS 28). Weiterhin wurden Patienten- und Strukturdaten sowie Personal- und Materialkosten evaluiert und hinsichtlich der entstandenen Kosten und deren verursachenden Faktoren analysiert.

Ergebnisse: Die Gesamtkosten bei 309 Belegungstagen (n=104) betragen 457.564,11 €, die durchschnittlichen Tageskosten 1.480,78 € (SD 438,23) und die mittleren Fallkosten 4.747,48 € (SD 3.071,96). Anteilig wurden 49 % der Gesamtkosten durch Personal und je 18 % durch Medikamente und Material verursacht. Innerhalb der Personalkosten berechneten sich 70 % für den Pflegedienst, 22 % für den ärztlichen Dienst sowie 8 % für sonstiges Personal. Im zeitlichen Verlauf des Aufenthaltes zeigte sich eine nicht signifikante Zunahme der Personalkosten. Es bestand eine lineare Korrelation zwischen kumuliertem TISS 28 und den mittleren Fallkosten. Während kein signifikanter Zusammenhang zwischen individuellen Scorewerten und Einzelfallkosten bestand, zeigte sich eine hochsignifikante Korrelation zwischen Aufenthaltsdauer und Fallkosten.

Schlussfolgerungen: Entscheidender Faktor im Rahmen der Kostenkalkulation Intensivmedizin sind die

Personalkosten. Die Gesamtkosten werden im Wesentlichen durch die Aufenthaltsdauer bestimmt, Begleitfaktoren (z.B. Alter, Diagnose etc.) spielen keine signifikante Rolle.

► **Schlüsselwörter:** Diagnosis-Related-Groups – Intensivmedizin – Kostenkalkulation.

► **Summary: Background:** Since 2004 surgical procedures done in German hospitals have been paid for by a flat-rate reimbursement scheme based on diagnosis-related groups (DRGs). The aim of the present detailed cost analysis study was to identify the major factors that determine the costs of intensive care medicine.

Methods: In a patient-based investigation lasting 6 months, 104 patients (mean age 64.6 years) on an interdisciplinary surgical intensive care unit were analyzed over 309 hospital occupancy days. Demographic data, drugs administered, infusions, nutrition, blood and coagulation products, invasive measures and monitoring, artificial respiration parameters, other measures and diagnostic services (laboratory, microbiology, x-ray, etc.), as well as four intensive scores (SAPS II, APACHE II, SOFA, TISS 28) were recorded daily.

Results: The overall cost of 309 occupancy days (n=104) amounted to 457,564.11 euros, the average cost per day being 1,480.78 euros, and the mean case-specific cost 4,747.48 euros. 49 % of the overall cost was generated by medical staff, with medication and material each accounting for 18 %. Of the personnel costs, 70 % were caused by the nursing staff, 22 % by the medical staff and 8 % by cleaning and other personnel. During the course of hospitalisation, an non-significant increase in the costs generated by personnel was observed. A linear correlation was found between cumulated TISS 28 and the mean case costs. While there was no significant relationship be-

* Rechte vorbehalten

▶ tween patient-specific score levels and individual case cost, the correlation between length of stay (LOS) and case cost was highly significant.

Conclusions: The determining factor in the cost calculation of intensive care medicine are personnel costs. Overall cost is determined largely by the LOS, with such additional factors as age, diagnosis, comorbidity, etc. playing only an insignificant role.

▶ **Keywords:** Diagnosis-Related Groups – Intensive Care Medicine – Cost Calculation.

Einleitung

Intensivstationen haben in den deutschen Kliniken eine zentrale Stellung im Bereich der Krankenhauswirtschaft. Derzeit existieren ca. 1.400 Intensivstationen im Bundesgebiet mit einem Kostenvolumen von mehr als fünf Milliarden Euro pro Jahr. Dies entspricht ca. 13 % des Gesamtbudgets der von den Krankenkassen jährlich für die Krankenhausbehandlung ausgegebenen 43 Milliarden Euro [1]. Seit 2004 werden stationäre medizinische Leistungen in deutschen Kliniken nach einem pauschalierten System auf der Basis von DRGs finanziert. Die Folgen einer pauschalierten Vergütung der Intensivmedizin nach dem DRG-System sind schwer abzuschätzen [2,3]. In der Literatur werden für chirurgische Intensivstationen die Kosten der Intensivtherapie pro Fall zwischen 1.000 \$ und 50.000 \$ angegeben, wobei hier beträchtliche Schwankungen zu verzeichnen sind [4,5]. Die Intensivmedizin steht ganz besonders im Brennpunkt der ökonomischen Diskussion, weil sie bei einem Anteil von 5 % der Krankenhausbetten einen Anteil von 20 % an den Krankenhauskosten verursacht. Dieser überproportionale Anteil an den Krankenhaus-Gesamtkosten kann nur im Gesamtkontext der operativen Disziplinen eingeordnet werden [2]. Mehrere Studien sehen Zusammenhänge zwischen den Therapie- und Pflegekosten und dem Schweregrad einer Erkrankung, gemessen mittels Scoring-Verfahren. Andere beschreiben Korrelationen mit Primärdiagnosen und Begleiterkrankungen [6,7]. Obwohl es offensichtlich erscheint, dass durch komplexere Behandlungsverläufe höhere Kosten entstehen, ist bisher nicht untersucht, welche Parameter die Kosten ursächlich bestimmen. Gerade in spezialisierten Disziplinen wie der Herzchirurgie wird häufig der Einsatz von „High Tech“ im OP auch mit erhöhtem Ressourcenverbrauch in der postoperativen Intensivmedizin gleichgesetzt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde deshalb eine detaillierte Dokumentation und Analyse aller kostenverursachenden Parameter einer interdisziplinären

operativen Intensivstation (IOI) durchgeführt, um zu evaluieren, welche Faktoren die Kosten der Intensivmedizin entscheidend beeinflussen.

Methodik

Die Studie wurde auf einer Interdisziplinären Operativen Intensivstation einer Universitätsklinik der Maximalversorgung mit 1.410 Betten durchgeführt. Sie steht unter der Leitung der Anästhesiologischen Klinik und hat 25 belegbare Betten mit 4-Bett-Behandlungseinheiten und 1- bzw. 2-Bett-Isolierbereichen. Der Stellenplan beschreibt 16 ärztliche (3 Oberärzte, 2 Fachärzte und 11 Ärzte in der Weiterbildung, davon 3 Rotationsassistenten) und 76 pflegerische (58 Fachpflegekräfte) Planstellen. Des Weiteren sind 6,5 Planstellen für die Raumpflege, 0,5 Planstellen für eine Sekretärin, 0,5 Planstellen für die EDV und 0,25 Planstellen für einen Techniker vorgesehen. Belegende Abteilungen auf dieser Station sind neben der Chirurgischen Klinik und der Unfallchirurgischen Abteilung hauptsächlich die Herzchirurgische Klinik, die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgische Klinik, die Hand- und Plastische Chirurgische Klinik, die Urologische Klinik sowie die Gynäkologische Klinik. Die durchschnittliche Behandlungskapazität der Station (2001-2006) betrug 2.005 Patienten/Jahr mit einer durchschnittlichen Verweildauer von 3,5 Tagen.

Die Untersuchung wurde prospektiv über 6 Monate durchgeführt. Erfasst wurden 104 Patienten (57 ♂, 47 ♀, Durchschnittsalter 64,6 Jahre, Spannweite 20-95 Jahre) mit insgesamt 309 Belegungstagen (Tab.1). Aufgrund des erheblichen Dokumentationsaufwandes wurde die Patientenaquisition auf jeweils zwei zeitgleich erfasste Patienten festgelegt. Nach Verlegung und Abschluss einer Patientendokumentation wurde der als nächstes auf die IOI aufgenommene Patient in die Studie aufgenommen. Durch dieses Verfahren wurde eine repräsentative Auswahl des Patientenkollektivs sichergestellt.

Die durchschnittliche Liegedauer betrug 2,96 Tage (Spannweite 1-12 Tage). 96 Patienten (93%) wurden postoperativ (73 elektiv, 23 Notfall) auf die Station übernommen, die übrigen Patienten wurden über die Notaufnahme, über die Normalstation, über die Intermediate Care Station oder aus peripheren Kliniken verlegt. 8 Patienten des untersuchten Kollektivs verstarben während des Beobachtungszeitraumes.

Die primäre Datenerfassung erfolgte computergestützt mittels eines speziell entwickelten elektronischen CRF/ERE-Programms, welches auf MS®Access basiert. Dieses Programm wird auch im Rahmen der multizentrischen DIVI-Cost-Study (Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensivmedizin und Notfallmedizin) verwendet. Zur weiteren Daten-

Tab. 1: Patientenkollektiv und Subgruppen.

	Anzahl der Patienten	Mittlere Liegedauer (Tage)	Mittleres Alter (Jahre)
gesamt	104	2,9	64,6
Männer	46	2,9	63,7
Frauen	58	3,0	69,6
Diabetiker	29	2,9	70,2
Chirurg. Pat.	45	2,8	63,1
Herzchirurg. Pat	58	2,9	67,3
Pat. > 75 Jahre	25	3,1	80,5
Pat. < 50 Jahre	9	4,9	34,2

Tab. 2: Ermittelte Zeitwerte der ärztlichen und pflegerischen patientenbezogenen Leistungen (gerundet auf 5 Minuten).

Ärztliche Leistungen		Pflegerische Leistungen	
Maßnahme	Dauer in Minuten	Maßnahme	Dauer in Minuten
arteriellen Zugang entfernen	10	Anus. Pr. Versorgung	20
Art. Blutdruckmessung	20	Augenpflege	10
Arteriellen Zugang legen	30	Bair Hugger	15
Blasenkatheter legen	20	Bauchbinde anlegen	10
Blasenkatheter suprapubisch legen	45	Bauchumfang messen	10
CT/MRT/ usw. Begleitung	100	Beine wickeln	15
Drainage legen	45	Blutentnahme	10
Drainage entfernen	15	DMS Kontrolle	10
Thoraxdrainage legen	45	Ganzkörperwäsche	30
Duodenalsonde legen	50	Gehübungen	30
Externer Schrittmacher	20	Hautpflege	15
Hämofiltrationsfilter	15	Hydrokolloidverband	15
Hämofiltrationskatheter	20	Intertrigoproph.	10
IABP entfernen	30	Kältebehandlung	15
Infusionsfilterwechsel	10	Kontrakturproph.	30
Jejunalsonde legen	40	Lagerung	20
Konsil	20	Mobilisation	30
Magensonde legen	20	Mundpflege	10
Magensonde entfernen	5	Nasenpflege	10
Passagerer Pacemaker	30	Rasur/Haarpflege	15
PEG-Sonde legen	30	Rucksandverband	20
Periduralkatheter Anlage	45	Teilwäsche	20
Periduralkatheter entfernen	10	Vakuumfolienverband	30
PICCO-Anlage	30	Verbandwechsel	15
PICCO entfernen	10	Verbandwechsel Arterie	10
Pulmonalkatheter legen	30	Verbandwechsel DK	10
Pulmonalkatheter entfernen	10	Verbandwechsel Drainage	10
Salem-Sonde	10	Verbandwechsel Kopf	10
Schleuse legen	15	Verbandwechsel Magensonde	10
Schleuse entfernen	10	Verbandwechsel Novalung	10
Sheldon-Katheter legen	20	Verbandwechsel Picco	10
Swan-Ganz-Katheter legen	30	Verbandwechsel Pulmonalis	10
Venösen Zugang legen	10	Verbandwechsel Shaldon	10
Venösen Zugang entfernen	5	Verbandwechsel SM	10
Zentraler Venenkatheter, 1-lumig	20	Verbandwechsel spf	10
		Verbandwechsel Wunde	10
		Verbandwechsel ZVK	10
		Warmtouch	15
		Wäschewechsel	20

► verarbeitung wurden die Daten in MS® EXCEL-Dateien formatiert und aufbereitet.

Dokumentiert wurden pro Patient täglich alle i.v., i.m., s.c., rektal oder inhalativ verabreichten Medikamente als Einzeldosis, Infusionen (Gesamtdosis, Gebindegröße, Perfusorenansätze), Ernährung (oral, Sonde, parenteral), Blut- und Gerinnungsprodukte, invasive Maßnahmen und Monitoring (intravasale Katheter, Ableitungssysteme etc.), Beatmungsparameter (Dauer, Modi, invasive Maßnahmen), sonstige Maßnahmen und Diagnostik (ärztliche und pflegerische Aktivitäten nach Zeitwerten, Labor, Mikrobiologie, Röntgen usw., sowie vier etablierte Scoresysteme (SAPS II, APACHE II, SOFA, TISS 28). Weiterhin wurden Patientendaten, Strukturdaten sowie Personal- und Materialkosten evaluiert.

Die Erfassung aller direkt am Patienten erbrachten pflegerischen und ärztlichen Leistungen erfolgte nach für die Station ermittelten Durchschnittszeitwerten. Hierzu wurde im Vorfeld der Studie an jeweils 10 Patienten der IOI die benötigte Zeit aller durchgeführten Tätigkeiten gemessen, gemittelt und gerundet (Tab. 2). Diesen Zeitwerten konnten dann direkte Kosten als berechnete Kosten pro Minute zugeordnet werden.

Als Grundlage der Kostenkalkulation wurde ein Modell verwendet, welches in unserer Klinik auf der Basis klinischer Behandlungspfade entwickelt und validiert wurde. Es folgt dem Prinzip der Prozesskostenrechnung (activity based costing) als Vollkostenrechnung mit variablen und fixen Kosten.

Die Berechnungen der Personalkosten pro Minute wurden nach folgendem Schema durchgeführt. Personalkosten getrennt nach Pflegedienst und ärztlichem Dienst dividiert durch Jahresminuten (errechnet aus der Anzahl der Mitarbeiter multipliziert mit der durchschnittlichen Arbeitszeit) ergibt die Kosten pro Minute für ärztlichen Dienst und Pflegedienst, berechnet auf Grundlage der entsprechenden Tarifgruppen. Medikamenten-, Material- und Sachkosten wurden soweit möglich patientenbezogen als Einzelleistungen erfasst und zugeordnet. Die entsprechenden Preise wurden den Verbrauchslisten (Einzelaufstellung) und Kostenkatalogen der Materialwirtschaft und der Apotheke entnommen. Die verbleibenden Kosten wurden über die Anzahl der Patienten als allgemeine Personalkosten pro Patient und Tag gemittelt. Die allgemeinen Materialkosten für Verbrauchsmittel (z.B. Desinfektionsmittel, Verbandsmaterial) wurden über die Liegedauer umgerechnet. Ermittelte Personal- und Sachkosten wurden mit den Kostenstellenberichten abgeglichen.

Die statistischen Auswertungen erfolgten mittels multivariater Regressions- und Clusteranalysen (H-Test nach Kruskal-Wallis, U-Test nach Mann-Whitney,

Spearman Rangkorrelation, Korrelationskoeffizient nach Pearson, SPSS). Als Signifikanzniveau wurde ein P-Wert $\leq 0,05$ angenommen.

Um die Beziehung zwischen den Kosten (total ICU costs) als abhängige Variable und den beiden unabhängigen Variablen Aufenthaltsdauer LOS (length of stay) und Scores darzustellen, wurde ein Regressionsmodell entwickelt, das die Streuung der abhängigen Variablen Y (total ICU costs) zu einem möglichst großen Anteil erklärt. Zentrales Vorgehen stellt hier die Streuungszersetzung dar.

Die Gesamtstreuung setzt sich aus den Bereichen „sum of square error“ und „sum of square regression“ (SSE + SSR) zusammen. Der Bereich SSR gibt den Anteil der erklärten Streuung, der Bereich SSE den Anteil der unerklärten Streuung an der Gesamtstreuung wieder. Die erklärte Streuung lässt sich weiter aufteilen in die beiden Anteile TOTAL LOS und TOTAL SCORE (z.B. APACHE II).

Summiert man über alle Fälle und quadriert die Differenzen, ergibt sich:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2 + \sum_{i=1}^n (\hat{y} - \bar{y})^2$$

Auf dieser Streuungszersetzung basiert das Bestimmtheitsmaß r^2 , das die Güte des Modells zum Ausdruck bringt:

$$r^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y} - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \frac{\text{erklärte Streuung}}{\text{Gesamtstreuung}}$$

Ergebnisse

Personal- und Materialkosten

Die Jahrespersonalkosten der IOI im Jahre 2006 betragen 5.528.504 € (davon 1.183.100 € = 21,4 % ärztliche Kosten). Bei der angegebenen Personalverteilung von 16 ärztlichen Mitarbeitern ergibt sich bei einer wöchentlichen Arbeitszeit von 38,5 Stunden ein Betrag von 0,79 € pro Minute für den ärztlichen Dienst; bei 76 besetzten Pflegestellen berechnet sich die Minute Pflegedienst mit 0,49 € pro Minute. Abzüglich der direkt pro Fall zuordenbaren Personalkosten durch die ärztlichen und pflegerischen Aktivitäten nach Zeitwerten ergeben sich zusätzlich allgemeine Personalkosten im ärztlichen Dienst von 159,54 €, im Pflegedienst von 320,63 € sowie sonstige Personalkosten von 52,87 €, insgesamt 533,04 € pro Patient und Tag. Analog dazu belaufen sich die allgemeinen Materialkosten auf 215 € pro Fall und Belegungstag. ►

► **Analyse der Ist-Kosten**

Für den Untersuchungszeitraum von 309 Belegungstagen ergeben sich erfasste Gesamtkosten von 457.564,11 €. Daraus berechnen sich mittlere Tageskosten von 1.480,78 € (SD 438,23) pro Patient bzw. mittlere Fallkosten von 4.747,48 € (SD 3.741,96). Anteilig wurden 49 % der Gesamtkosten durch Personal (davon 70 % Pflegedienst, 22 % ärztlicher Dienst, 8 % sonstiges Personal) und je 18 % durch Medikamente und Material verursacht (Abb. 1). Die Analyse der Subgruppen nach Alter, Geschlecht, Fachrichtung und Nebendiagnosen zeigt keine signifikanten Unterschiede, die höheren Fallkosten der allgemein-chirurgischen Patienten und der Patienten unter 50 Jahren werden durch die verlängerte Liegedauer verursacht. (Abb. 2). Im zeitlichen Verlauf des stationären Aufenthaltes finden sich keine signifikanten Unterschiede bzgl. der anfallenden Tageskosten (Abb. 3). Der relative Anteil der Personalkosten steigt mit zunehmender Liegedauer, allerdings nicht signifikant. Es besteht eine positive Korrelation zwischen den Gesamtkosten und der Liegedauer ($r = 0,922$). In der Gruppe der über 75-jährigen findet sich ein signifikant höherer Anteil an Kosten für Blutprodukte ($p = 0,046$). Die Gesamtkosten für verbrauchte Arzneimittel sind bei den unter 50-jährigen schwach signifikant geringer ($p = 0,05$).

Clusteranalyse

Zur Gruppenbildung und Identifizierung der in einer oder mehreren Dimensionen sehr homogenen Patientengruppen wurden die Daten mit den Determinantengruppen „total length of stay“ und „total ICU costs“ einer Clusteranalyse nach dem Ward-Verfahren unterzogen. Bzgl. intensivtherapeutischer Maßnahmen erfolgte keine Clusteranalyse. Als optimale Anzahl der Cluster erwies sich dabei die Einteilung in drei Gruppen. Gruppe I = 0–5.000 €, Gruppe II = 5.000–10.000 € und Gruppe III = 10.000–15.000 € total ICU costs. (Abb. 4). 77,8 % der Patienten finden sich in Gruppe I, 15,4 % in Gruppe II und 6,8 % in Gruppe III. Nach Hauptdiagnosen analysiert besteht Gruppe I zu 55 % aus herzchirurgischen Patienten. 84 % aller ACVB- und 80 % aller AKE-Patienten gehören dieser Gruppe an, innerhalb der allgemein-chirurgischen Patientengruppe findet sich keine Häufung bestimmter Diagnosen. Gruppe II und III zeigen eine homogene Verteilung aller chirurgischen und herzchirurgischen Diagnosen. Anteilig an den Gesamtkosten entfallen 46 % auf Gruppe I, 31 % auf Gruppe II und 23 % auf Gruppe III, d.h. 23 % der Gesamtkosten werden von 6,8 % der Patienten verursacht.

Zusammenhang Scores und Kosten

Die Berechnung des Korrelationskoeffizienten nach

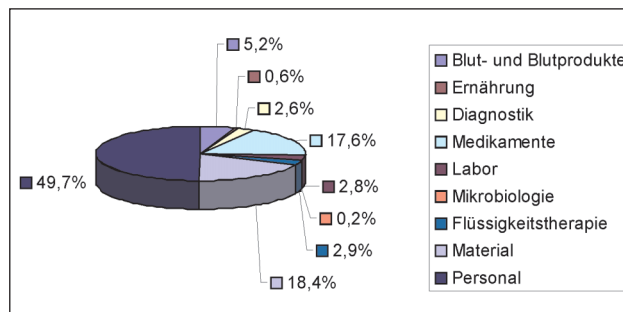


Abb. 1: Verteilung der angefallenen Gesamtkosten der IOI. Entscheidender Kostenfaktor sind mit 49 % der Gesamtkosten die Personalkosten.

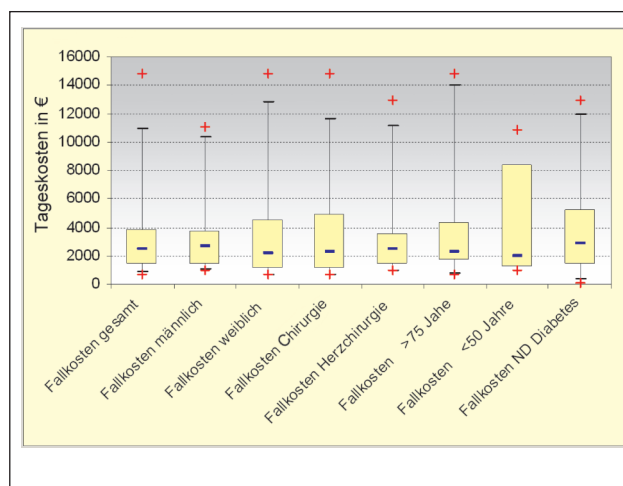


Abb. 2: Die Subgruppenanalyse zeigt keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen. Die höheren Fallkosten der Gruppe <50 Jahre ($p = 0,04$) wird durch die längere Liegedauer bestimmt.

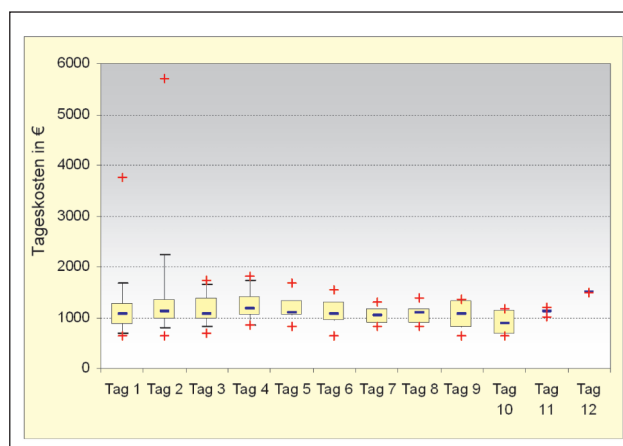


Abb. 3: Im zeitlichen Ablauf finden sich keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der verursachten Tageskosten ($p = 0,56$).

Pearson zeigt bei allen erfassten Scores keine Abhängigkeit der Tageskosten von den ermittelten Scorewerten ($r = 0,42$ bei TISS 28). Eine lineare Abhän- ►

- ▶ gigkeit der Gesamtkosten von der Höhe der Scorewerte findet sich bei der Gegenüberstellung der Kosten mit den kumulierten Score-Werten (SAPS II $r = 0,89$, SOFA $r = 0,88$), insbesondere bei TISS 28 und APACHE II ($r = 0,94$ bzw. $0,90$) (Abb.5).

Regressionsanalyse

Die Regressionsanalyse zur Erklärung der Streuung der abhängigen Variablen „total ICU costs“ zeigt jedoch, dass diese Abhängigkeit der Kosten zu mehr als 90 % durch die Gesamtliegedauer der Patienten (LOS) und nur zu etwas mehr als 1 % durch die Höhe der Scores verursacht wird. Ein Einflussanteil von ca. 8 % bleibt unerklärt (Tab.3). Das Bestimmtheitsmaß r^2 ist in allen Modellen größer 0,9, dies beweist eine gute Anpassung des Modells.

Diskussion

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden die Kosten einer interdisziplinären operativen Intensivstation ermittelt und analysiert. Insbesondere galt es, jene Faktoren zu evaluieren, die maßgeblich zu dem doch erheblichen Anteil der Intensivmedizin an den chirurgischen Gesamtbehandlungskosten beitragen und eventuelle Zusammenhänge zwischen Kosten und klinischen Parametern zu eruieren.

Die mittleren Tageskosten pro Fall errechnen sich mit 1.480,78 €. Dies stimmt im Wesentlichen mit den Angaben in der Literatur überein, wengleich hier eine große Spannweite zu verzeichnen ist [7,8,9]. Mit 49 % der Gesamtkosten stellen die Personalkosten den größten Einzelfaktor dar, wobei innerhalb der Personalkosten die Pflegekosten mit 70 % entscheidend für die Höhe der Gesamtkosten verantwortlich sind. Diese Angaben liegen im Literaturvergleich im unteren Bereich der angegebenen Zahlen, die Personalkosten bis zu 60 % ausweisen. Die Ursachen dieser breiten Varianz sind multifaktoriell, ein Hauptgrund sind sicher die unterschiedlichen Personalkostenstrukturen in den verschiedenen Ländern. So sind z.B. die Pflegedienstkosten in den skandinavischen Ländern deutlich höher als in den übrigen europäischen Ländern [10,11,12].

Die Kosten für verabreichte Medikamente betragen als zweitgrößter Kostenfaktor 18 %. Bei der Kalkulation der Kosten für Medikamente hat sich besonders der gewählte „Bottom up“-Ansatz bewährt. Dabei wurden pro Patient täglich alle i.v., i.m., s.c., rektal oder inhalativ verabreichten Medikamente als Einzeldosen dokumentiert, die Erfassung aller direkt am Patienten erbrachten pflegerischen und ärztlichen Leistungen erfolgte nach für die Station ermittelten Durchschnittszeitwerten. Da nicht die Gesamtkosten

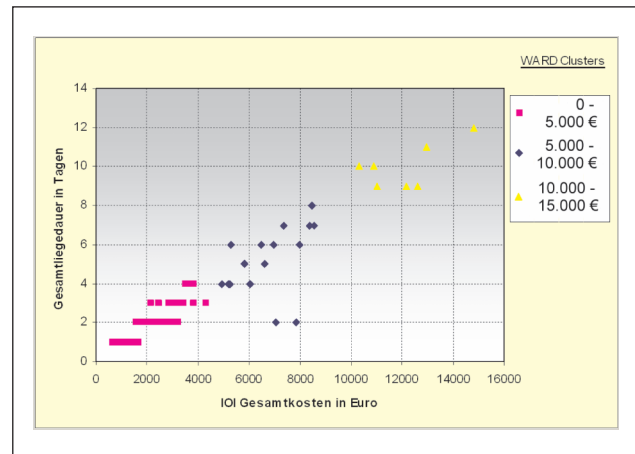


Abb. 4: Die Clusteranalyse nach Ward zeigt eine sinnvolle Einteilung in drei verschiedene Kostencluster. Gruppe I = 0–5.000 €, Gruppe II = 5.000–10.000 € und Gruppe III = 10.000–15.000 €. Die Fallkosten steigen linear mit der Anzahl der Liegetage ($r = 0,92$).

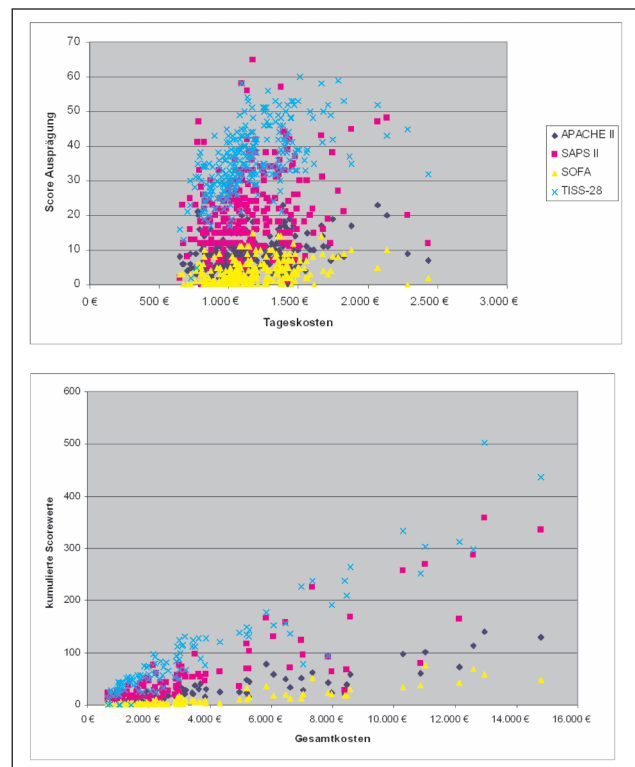


Abb. 5: Die kumulierten Scorewerte zeigen eine positive Korrelation mit den Gesamtkosten (TISS 28 $r = 0,94$ und APACHE II $r = 0,90$). Keine Korrelation findet sich bei der Gegenüberstellung der Tageskosten mit den jeweiligen Tagesscores (TISS 28 $r = 0,42$).

über die Fallzahl gemittelt, sondern jedes Medikament pro einzelnen Patienten erfasst wurde, war es möglich, die Medikamentenkosten pro Patient oder auch pro Diagnosegruppe zu ermitteln und somit die ▶

Tab. 3: Die Streuungserlegung zeigt, dass die abhängige Variable „total ICU costs“ zu mehr als 90 % durch die unabhängige Variable „LOS“ und nur zu ca. 1 % durch die unabhängige Variable „scores“ beeinflusst wird.

Streuungsanteil	Einflussvariablen	Quadratsumme	Anteil an Gesamtstreuung	Bestimmtheitsmaß r^2
SSR	TOTAL LOS	890513561	90,75 %	0,9198
	TOTAL APACHE II	12032452	1,23 %	
SSE	RESIDUAL	78699129	8,02 %	
SST		981245142	100 %	
SSR	TOTAL LOS	890513561	90,75 %	0,9188
	TOTAL SAPS II	11037120	1,12 %	
SSE	RESIDUAL	79694460	8,12	
SST		981245141	100%	
SSR	TOTAL LOS	890513561	90,75 %	0,9318
	TOTAL SOFA	23852122	2,43 %	
SSE	RESIDUAL	66879459	6,82 %	
SST		981245142	100 %	
SSR	TOTAL LOS	890513561	90,75 %	0,9209
	TOTAL TISS 28	13134666	1,34 %	
SSE	RESIDUAL	77596914	7,91 %	
SST		981245141	100 %	

► Wertigkeit der Analyse zu erhöhen. Interessant ist hierbei, dass nicht teure Einzelprodukte (z.B. Blut- und Gerinnungsprodukte), sondern die Gesamtheit der Basismedikation die Mehrheit der Kosten verursachen.

Die Subgruppenanalysen zeigen weder bei Differenzierung nach Alter und Geschlecht noch nach Fachrichtung oder Diagnose signifikante Unterschiede in den Gesamtkosten.

Einzig signifikanter Faktor, der die entstehenden Kosten beeinflusst, ist die Liegedauer der Patienten. Als ursächlich dafür muss der hohe Anteil der Personalkosten angesehen werden. Mit ca. 50 % der Gesamtkosten stellen die Personalkosten kaum veränderbare Fixkosten dar, die unabhängig von anderen Variablen entstehen. Zu überlegen wäre nun, ob durch Personaleinsparung eine sinnvolle Kostenreduktion erreicht werden kann. Deutschland steht allerdings hinsichtlich des Pflegepersonalschlüssels im europäischen Vergleich ungünstig da. Während in England und Frankreich das Patient-zu-Pflegekraft-Verhältnis im landesweiten Durchschnitt bei 1:2 liegt, beträgt es in Deutschland 1:1,5. Dabei ist trotz einer Erhöhung in den letzten Jahren der Anteil von Fachschwestern und Fachpflegern weiterhin im europäischen Vergleich niedrig. Die vorhandene und je nach Versorgungsauftrag notwendige Personalstruktur wird in den derzeitigen Vergütungsstrukturen auf der Basis der DRGs nicht ausreichend berücksichtigt. Nach einer Untersuchung von Dick ist in Deutschland v.a. auf Intensivstationen der Großkliniken eher eine Personalsteigerung notwendig, um der steigenden Morbidität und des damit verbundenen gesteigerten Aufwandes gerecht zu werden [13].

Methoden der Clusteranalyse werden vor allem dazu eingesetzt, eine vorgegebene Objektmenge in homogene Klassen zu zerlegen. Ziel eines Einsatzes dieser Methoden ist es, eine unübersichtliche Menge von Objekten auf wenige, besser überschaubare und besser interpretierbare Klassen (Teilmengen von Objekten) zu reduzieren [14]. Hinsichtlich der verursachten Kosten gelingt in dieser Untersuchung eine Eingruppierung in drei homogene Cluster, eine signifikante Abhängigkeit entsprechender Patienten- oder Diagnosegruppen besteht jedoch nicht. D.h. sowohl in der Gruppe I als auch in der Gruppe III finden sich Patienten der gleichen Diagnosegruppe mit erheblich voneinander abweichenden Kosten. Lediglich koronarchirurgische Elektivpatienten sind im Wesentlichen der Gruppe I zuzuordnen. Interessant in diesem Zusammenhang ist die Tatsache, dass herzchirurgische Operationen im Vergleich zu allgemeinchirurgischen Eingriffen bei annähernd gleichen Intensivkosten im DRG-System hinsichtlich der Vergütung deutlich besser abgebildet sind.

Die Verwendung von Scoresystemen zur Vorhersagbarkeit anfallender Kosten wird in der Literatur mehrfach beschrieben [5,7,10,15,16]. Dickie et al. beschreiben in ihrer Untersuchung zu TISS und ICU costs einen Zusammenhang zwischen total TISS and total variable costs jedoch keinen Zusammenhang für den einzelnen Patienten und TISS [7]. Dies entspricht unseren Ergebnissen. Interessant ist diesbezüglich, dass das Regressionsmodell zur Erklärung der Streuung der abhängigen Variablen Y (total ICU costs) die Abhängigkeit der Gesamtkosten vom Schweregrad der Scores relativiert. Da die unabhängigen Variablen kumulierten Scorewerte und LOS zu mehr als 90 % ►

► durch die Aufenthaltsdauer beeinflusst werden, wird diese zum entscheidenden Parameter für die entstehenden Gesamtkosten. Dieser Aspekt wird in der vorliegenden Literatur nicht in Betracht gezogen. Somit müssen strategische Planungen zur Kostenreduktion auf den Intensivstationen vor allem eine Verkürzung der Liegedauer in den Mittelpunkt stellen. Es ist zu analysieren, ob z.B. nicht einige Patientengruppen auf kostengünstigeren Einheiten wie einer Intermediate-Care-Station versorgt werden können. Diese Maßnahmen dürfen selbstverständlich nicht zu Lasten der medizinischen Qualität gehen. Die dadurch freierwerdenden Ressourcen könnten dann zur Versorgung definitiv intensivpflichtiger perioperativer Patienten genutzt werden, um Engpässe der intensivmedizinischen Kapazitäten für die postoperative Versorgung chirurgischer Patienten zu vermeiden.

Literatur

1. Kostentreibsatz Intensivmedizin, drg_zeitung_08_10_2004.pdf in: DRG-Zeitung, www.myDRG.de.
2. **Martin E, Bach A.** Ökonomische Aspekte in der Anästhesie: Kostenkontrolle in der klinischen Anästhesie. 1998;33:133-134.
3. **Billing A, Thalhammer M, Eissner HJ, Jauch KW, Inthorn D.** Ökonomische Aspekte in der Intensivmedizin: Kosten und Reimbursement unter DRG-Bedingungen 2004. Zentralbl Chir 2004;129:440-444.
4. **Wilke M.** Abbildung der Intensivmedizin im DRG-System. http://www.medizinimdialog.com/mid3_02/DRG.html.
5. **Nilsson J, Algotsson L, Hoglund P, Luhrs C, Brandt J.** EuroSCORE predicts intensive care unit stay and costs of open heart surgery. Ann Thorac Surg 2004;78:1534-1535.
6. **Thierolf C, Klepzig H, Görge G, Zimmermann K, Ruffing M, Brodt HR, et al.** Krankengut, Behandlungsaufwand und Ergebnisse der Intensivmedizin: Daten dreier internistischer Intensivstationen. Intensivmed 1996;33:472-481.
7. **Dickie H, Vedio A, Dundas R, Treacher DF, Leach RM.** Relationship between TISS and ICU cost. Intensive Care Med 1998;24:995-996.
8. **Prien T, Groll O, Geldner G, Martin J, Weiler T, Dahmen KG, et al.** Ist-Kosten Intensivmedizin deutscher Anästhesieabteilungen Bezugsjahr 1999. Arbeitskreis „Anästhesie und Ökonomie“, Arbeitspapier 2002.
9. **Noseworthy TW, Konopad E, Shustack A, Johnston R, Grace M.** Cost accounting of adult intensive care: methods and human and capital inputs. Crit Care Med 1996;24:1168-1172.
10. **Moran JL, Peisach AR, Solomon PJ, Martin J.** Cost calculation and prediction in adult intensive care: a ground-up utilization study. Anaesth Intensive Care 2004;32:787-797.
11. **Iapichino G, Radrizzani D, Simini B, et al.** Effectiveness and efficiency of intensive care medicine: variable costs in different diagnosis groups. Acta Anaesthesiol Scand 2004;48(7):820-826.
12. **Flaatten H, Kvåle R.** Cost of intensive care in a Norwegian University hospital 1997-1999. Crit Care 2003;7:72-78.
13. **Rossi C, Simini B, Brazzi L, et al.** Variable costs of ICU patients: a multicenter prospective study. Intensive Care Med 2006;32(4):545-552.
14. **Gaul W, Baier D.** <http://marketing.wiwi.uni-karlsruhe.de/kaiman/kaiman/cluster/index.xml> 27_07_2005.
15. **Graf J, Graf C, Koch KC, Hanrath P, Janssens U.** Kostenanalyse und Prognoseabschätzung internistischer Intensivpatienten mittels des "Therapeutic Intervention Scoring System (TISS and TISS-28)". Med Klin (Munich) 2003;98:123-132.
16. **Malstam J, Lind L.** Therapeutic intervention scoring system (TISS) - a method for measuring workload and calculating costs in the ICU. Acta Anaesthesiol Scand 1992;36:758-763.
17. **Neilson AR, Moerer O, Burchardi H, Schneider H.** A new concept for DRG-based reimbursement of services in German intensive care units: results of a pilot study. Intensive Care Med 2004;30(6):1220-1223.
18. **Martin J, Neurohr C, Bauer M, Weiss M, Schleppers A.** Kosten der intensivmedizinischen Versorgung in einem deutschen Krankenhaus Anaesthesist. 2008;57(5):505-512.
19. **Billing A, Thalhammer M, Eissner HJ, Jauch KW, Inthorn D.** Ökonomische Aspekte in der Intensivmedizin: Kosten und Reimbursement unter DRG-Bedingungen 2004. Zentralbl Chir 2004;129(6):440-446.
20. **Stricker K, Rothen HU, Takala J.** Resource use in the ICU: short- vs. long-term patients. Acta Anaesthesiol Scand 2003;47(5):508-515.
21. **Brazzi L, Bertolini G, Arrighi E, et al.** Top-down costing: problems in determining staff costs in intensive care medicine. Intensive Care Med 2002;28(11):1661-1663.
22. **Feyrer R, Rösch J, Weyand M, Kunzmann U.** Cost Unit Accounting Based on a Clinical Pathway: A practical tool for DRG Implementation. Thorac Cardiovasc Surg 2005;53:261-266.

Korrespondenzadresse:

PD Dr. med. Richard Feyrer (MBA)
Herzchirurgische Klinik
Universitätsklinikum Erlangen
Krankenhausstraße 12
91054 Erlangen, Deutschland
Tel.: 09131 85 33217
Fax: 09131 85 36088
E-Mail: richard.feyrer@uk-erlangen.de