

Aus der Universitätsklinik für Anaesthesiologie und Intensivmedizin Tübingen

Ärztlicher Direktor: Professor Dr. K. Unertl

**Untersuchung eines Kosten-Predictor-Scores auf der
Anaesthesiologischen Intensivstation des Universitätsklinikums
Tübingen**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Cyril Alexandre Thix
aus
Luxemburg

2007

Aus der Universitätsklinik für Anaesthesiologie und Intensivmedizin Tübingen

Ärztlicher Direktor: Professor Dr. K. Unertl

**Untersuchung eines Kosten-Predictor-Scores auf der
Anaesthesiologischen Intensivstation des Universitätsklinikums
Tübingen**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Cyril Alexandre Thix
aus
Luxemburg

2007

Dekan:

Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter:

Professor Dr. K. Unertl

2. Berichterstatter:

Professor Dr. R. Fretschner

Untersuchung eines Kosten-Predictor-Scores auf der Anaesthesiologischen Intensivstation des Universitätsklinikums Tübingen

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung, Zielsetzung (S. 5)

2. Methodik (S.7)

2.1. Studiendesign (S.7)

2.2. Setting und Patienten (S.9)

2.3. Datenerhebung (S.10)

2.3.1. Intensivstation- und Personalstruktur (S.10)

2.3.2. Patientenspezifische Daten (S.10)

2.3.2.1. Allgemeine Daten (S.10)

2.3.2.2. Tagesbezogene Daten (S.11)

(a) Ressourcenverbrauch / Leistungserhebung

(b) Scores

2.3.2.3. Erfassung der Beatmung (S.13)

2.3.3. Sach- und Personalkosten (S.15)

2.4. Kostenberechnung (S.15)

2.4.1. Direkte Behandlungskosten (S.15)

2.4.2. Fixkosten (S.16)

2.5. Statistik (S.16)

2.5.1. Plausibilitätskontrolle (S.16)

2.5.2. Deskriptive Statistik (S.16)

2.5.3. Analytische Statistik (S.16)

2.5.4. Beobachterbedingte Variabilität der Datenerfassung (S.17)

2.5.5. Repräsentativität des erhobenen Patientenkollektives (S.18)

2.6. Scoring in der Intensivmedizin (S.19)

2.6.1. Allgemeines über Scores in der Intensivmedizin (S.19)

2.6.2. TISS (S.22)

2.6.3. APACHE (S.24)

2.6.4. SAPS (S.29)

2.6.5. MPM (S.30)

2.6.6. Andere Scores (S.32)

2.7. Allgemeines zur DRG-Systematik (S.32)

3. Ergebnisse (S.35)

3.1. Deskriptive Statistik (S.35)

3.1.1. Intensivstation- und Personalstruktur (S.35)

3.1.2. Patienten (S.35)

3.1.2.1. Alter und Geschlecht (S.35)

3.1.2.2. Behandelnde chirurgische Abteilung (S.37)

3.1.2.3. Übernahmestanz (S.37)

3.1.2.4. Aufnahmegrund (S.39)

3.1.2.5. Verweildauer auf ITS (S.39)

3.1.2.6. Verweildauer am UKT nach ITS (S.41)

3.1.2.7. ITS-Mortalität (S.42)

3.1.2.8. Beatmung (S.42)

3.1.2.9. Scores (S.43)

3.1.2.10. DRG-Code-Unterteilung (S.45)

3.1.2.11. Uhrzeit der Aufnahmen auf ITS (S.51)

3.1.2.12. Uhrzeit der Entlassungen von ITS (S.52)

3.2. Analytische Statistik (S.53)

3.2.1. Cluster Analyse (S.53)

3.2.2. Bewertung der Korrelation zwischen Kosten und IKB (S.55)

3.3. Beobachterbedingte Variabilität der Datenerfassung (S.57)

3.4. Repräsentativität des erhobenen Patientenkollektives (S.57)

3.4.1. Resultate nach Abteilung (S.57)

3.4.2. Statistische Tests (S.60)

4. Diskussion (S.62)

4.1. Methodik (S.62)

4.1.1. Allgemeines (S.62)

4.1.2. Randomisierung (S.63)

4.1.3. Dokumentation des Ressourcenverbrauchs (S.63)

4.1.4. Dokumentation der Scores (S.64)

- 4.2. Deskriptive Statistik (S.65)
 - 4.2.1. Alter und Geschlecht (S.65)
 - 4.2.2. Verweildauer der Patienten (S.66)
 - 4.2.3. Mortalität (S.67)
 - 4.2.4. Scoringergebnisse unserer Studie (S.67)
 - 4.2.5. DRG-Unterteilung in unserer Studie (S.74)
 - 4.2.6. Aufnahme- und Entlassungsurzeiten (S.74)
- 4.3. Analytische Statistik (S.76)
 - 4.3.1. Cluster Analyse (S.76)
 - 4.3.2. Korrelationsbewertung zwischen Kosten und IKB (S.76)
- 4.4. Beobachterbedingte Variabilität der Datenerfassung (S.77)
- 4.5. Repräsentativität des erhobenen Patientenkollektives (S.79)
 - 4.5.1. Statistische Signifikanz (S.79)
 - 4.5.2. Praktische Relevanz (S.80)

5. Zusammenfassung (S.83)

6. Schlussfolgerung (S.84)

7. Abkürzungsverzeichnis (S.86)

8. Literaturverzeichnis (S.87-93)

Danksagung (S. 95)

Lebenslauf (S.97)

1. Einleitung, Zielsetzung

Die Intensivtherapie bildet in den industrialisierten Ländern den größten Kostenblock in der stationären Gesundheitsversorgung. In den USA sind 5 - 10% der Krankenhausbetten Intensivtherapiebetten, die jedoch bereits heute 30% der Krankenhauskosten verursachen und die Tendenz ist steigend. Dort betragen die Ausgaben für die Intensivtherapie 1992 mehr als 64 Milliarden Dollar (1 % des Bruttosozialprodukts) [100]. In Australien und Neuseeland werden die Ausgaben für die Intensivtherapie 2002/2003 auf 1% der nationalen Gesundheitsausgaben geschätzt [113].

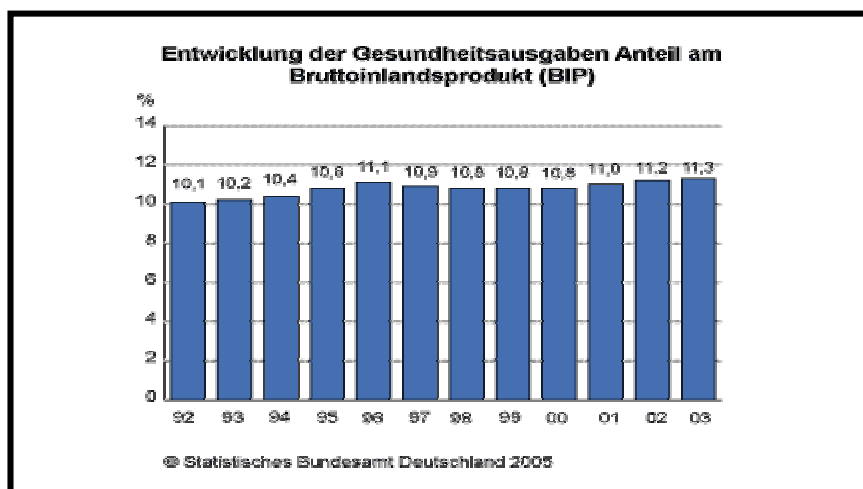
In Deutschland werden für 1998 die Kosten der Intensivmedizin auf 9,4 Mrd. DM geschätzt; das entspricht 2,3% der Ausgaben im Gesundheitswesen und 0,25% des Bruttoinlandproduktes. Die Intensivmedizin beansprucht je nach Literaturstelle 11- 25% des Krankenhausbudgets Deutschlands, aber nur etwa 3-4% der Krankenhausbetten sind der Versorgung kritisch kranker Patienten zuzuordnen [85, 103, 108, 100, 98].

Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes belief sich 2003 der Gesamtetat der Gesundheitsausgaben auf 240 Milliarden € (11,3% des BIP). Das entspricht 2900 € pro Einwohner. 38% der Gesundheitsausgaben (91 Milliarden €) entfiel hierbei auf den stationären Behandlungssektor. Hier nehmen die Intensivstationen eine Spitzenstellung sowohl im Sach- als auch im Personalkostenbedarf eines Krankenhauses ein. Ein Intensivbett ist ca. dreimal bis viermal teurer ist als ein Allgemeinbett [98].

Zwischen 1994 bis 1998 stieg die Zahl der Intensivbetten um 1562 Einheiten (+7,4%) an, während die Gesamtzahl der Krankenhausbetten um 46547 Einheiten (-7,5%) abnahm. Im gleichen Zeitraum in dem die Gesamtzahl der Pfl egetage abnahm, stieg die Zahl intensivtherapeutischer Pfl egetage um 8% an.

Die intensivmedizinischen Ausgaben sind demnach noch stärker gewachsen als die Gesamtausgaben im deutschen Gesundheitswesen. Zwischen 1992 und 2001 sind diese nominal (in jeweiligen Preisen) um insgesamt 62,8 Mrd. Euro angestiegen (+ 38,5%); real (in konstanten Preisen) erhöhten sie sich um 14,8%. Auch der Anteil der Gesundheitsausgaben am Bruttoinlandsprodukt stieg stetig an:

Abb.1: Entwicklung der Gesundheitsausgaben Anteil am Bruttoinlandsprodukt (BRD)



Die primären Finanzierer des Gesundheitswesens sind Arbeitgeber, öffentliche Haushalte, private Haushalte und private Organisationen ohne Erwerbszweck. Die privaten Haushalte und privaten Organisationen ohne Erwerbszweck trugen 2001 am stärksten zur Finanzierung des Gesundheitswesens mit insgesamt 138,6 Mrd. € (47%) bei. Insgesamt 115,5 Mrd. € (39% der Gesamtausgaben) finanzierten die öffentlichen und privaten Arbeitgeber. 39,3 Mrd. € (13% der Ausgaben des Gesundheitswesens) wurden von den öffentlichen Haushalten gezahlt.

Seit über 10 Jahren besteht der politische Wunsch, eine Begrenzung der stetigen Kostensteigerung und eine Beitragsstabilität zu erreichen. Mit dem Gesundheitsreformgesetz vom 22. Dezember 1999 fiel dann die Entscheidung, in Deutschland ein leistungsorientiertes Vergütungssystem einzuführen. Unter hohem Zeitdruck wurde in den Folgejahren versucht, diese Vorgabe zu

erreichen. Schließlich wurden mit dem Fallpauschalengesetz vom 23. April 2002 die rechtlichen Rahmenbedingungen geschaffen.

Damit wird während einer Konvergenzphase die bisherige krankenhauses- und abteilungsindividuelle Vergütung schrittweise durch ein bundesweit einheitliches Preissystem abgelöst. Es wird nicht mehr jeder stationäre Behandlungstag, sondern pauschal der Behandlungsfall vergütet. Jeder Behandlungsfall wird anhand der Haupt- und Nebendiagnosen sowie eventueller Prozeduren in eine Diagnosis-Related-Group (DRG) eingeordnet. Die Höhe der Vergütung einer DRG entspricht dann den Durchschnittskosten (Durchschnittspreis) eines bestimmten Behandlungsfalles.

Die Kostenkalkulation zur Erstellung dieser Einheitspreisliste erfolgte über ein nicht randomisiertes Kollektiv von Krankenhäusern aller Behandlungskategorien aus ganz Deutschland. Kostenneutral wirtschaftet also ein fiktives „durchschnittliches Krankenhaus“. Im Vergleich zu einem solchen Durchschnittskrankenhaus ist der finanzielle Bedarf bei Krankenhäusern der Maximalversorgung ungleich höher, bedingt durch eine ausgeprägte Risikoselektion und hohe personelle und apparative Vorhaltekosten [63].

In Funktion der Höhe der Versorgungsstufe des Krankenhauses steigen die Fallkosten kontinuierlich. Da der bisherige Versorgungsauftrag für Häuser der Maximalversorgung unverändert besteht, ist es nicht vertretbar, hier finanzielle Abschläge vorzunehmen und dagegen Häuser der Grund- und Regelversorgung, die mit dem bisherigen Budget ohne weitere zusätzliche Leistungen ausgekommen sind, finanziell besser zu vergüten.

Die Vorhaltekosten von Intensivtherapiestationen sind erheblich: Mit voller 24-stündiger ärztlicher und pflegerischer Präsenz, mit modernster technischer Infrastruktur, mit Schwerstkranken und mit multikomplizierten Fällen, welche in die Intensivtherapiestationen von Universitäten verlegt werden (Risikoselektion). Dies alles wird im aktuellen Fallpauschalensystem nicht

entsprechend berücksichtigt. Die reale Finanzierung eines Falles mit langer Liegedauer und erhöhtem Therapie- und Kostenaufwand, ist gegenwärtig nachweislich nicht gewährleistet [111, 106, 99].

Nicht nur die Versorgungsstufe, sondern auch die inhärenten und kostentreibenden Besonderheiten der Intensivmedizin werden zurzeit ungenügend berücksichtigt. Eine in den Jahren 2000 und 2001 an der Universitätsklinik Göttingen durchgeführte Pilotstudie an 1631 Behandlungsfällen hat gezeigt, dass nach den 2003er DRG-Regeln lediglich 47% der entstandenen Kosten vergütet worden sind [110]. Ein Grund für diese Misslage ist, dass der Unterschied zwischen Intensiv- und Regeltherapie nur auf wenigen Kriterien beruht, vor allem dem Vorliegen einer Beatmung.

Aus diesem Hintergrund heraus kam der Vorschlag der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensivmedizin (DIVI), die Intensivtherapie als eigene Prozedur im DRG-System zu berücksichtigen [105, 101, 109]. Ziel ist es eine qualitativ hochwertige Intensivmedizin auch an Zentren der Maximalversorgung zu gewährleisten. Die Daten zur Implementierung einer entsprechenden Prozedur sollen in einer, über ganz Deutschland auf 14 Intensivtherapiestationen verschiedener Ausrichtung geführten Studie (im folgenden DIVI-COST genannt) gesammelt werden.

Die vorliegende Arbeit ist Teil dieser Studie. Sie soll die Korrelation zwischen dem Kostenprädiktor der DRG-Prozedur „Intensivmedizinische Komplexbehandlung“ (auch mit „IKB“ abgekürzt) (Leistungsziffer 8-980) und den direkten, patientenbezogenen Kosten auf der Operativen Interdisziplinären Intensivstation des Universitätsklinikums Tübingen bestimmen und verschiedene Charakteristika dieser Intensivtherapiestation deskriptiv darstellen. Des weiteren soll die beobachterbedingte Variabilität der Datenerfassung beim Scoring quantifiziert und der Stellenwertes aktueller Scores in der Intensivmedizin erörtert werden.

2. Methodik

2.1. Studiendesign

Unsere Untersuchung war eine prospektive, randomisierte Beobachtungsstudie ohne Intervention in den Behandlungsprozess.

2.2. Setting und Patienten

Alle Patienten stammen von der Anaesthesiologischen Intensivtherapiestation (ITS) des Universitätsklinikums Tübingen (UKT). Patienten aus allen chirurgischen Fachdisziplinen werden hier behandelt. 2004 wurden auf 24 Betten insgesamt 1408 Patienten an 7298 Behandlungstagen versorgt (n.b.: Ab einer Verweildauer von 24 Stunden, versteht sich die Verweildauer hier als Differenz Verlegedatum – Aufnahmedatum, so dass der Verlegungstag nicht mitgerechnet wird). Alle 24 Plätze erlauben eine Maximalversorgung, mit unter anderem Beatmung und Dialyse. Die zahlenmäßig am stärksten vertretenen Abteilungen sind die Thorax-Herz-Gefäß-, die Allgemein- und die Neurochirurgie. Folgende Abteilungen sind ebenfalls vertreten: Ophtalmologie, Hals-Nasen-Ohren- und Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie, Orthopädie, Dermatologie, Gynäkologie, Urologie. Kinderchirurgische Patienten werden in der Regel auf der pädiatrischen ITS versorgt.

Einschlusskriterien

Eingeschlossen wurden volljährige Patienten mit wenigstens 24stündigem Aufenthalt. Ausschlusskriterien bestanden nicht. Diesen Kriterien entsprachen 2004 auf unserer anaesthesiologischen ITS 798 Patienten mit 6617 Behandlungstagen.

Randomisierung

10 randomisierte Intensivbetten wurden eingeschlossen: 4 Betten aus unseren vier 2-Bettzimmern und 6 Betten aus unseren vier 4-Bettzimmern.

Verteilung nach Fachabteilung

Auf den 10 randomisierten Plätzen wurden alle Patienten untersucht, welche die Einschlusskriterien erfüllten: 34 allgemein- und 34 neurochirurgische, 36 Thorax-Herz-Gefäßchirurgische und 10 sonstige Patienten. Insgesamt wurden 114 Patienten untersucht. Die Datenerhebung erfolgte vom 11.08.2004 bis zum 17.01.2005.

2.3. Datenerhebung

Ein elektronisches Erfassungsprogramm (CRF, clinical record form) im MS Access-Format von der Firma HealthEcon, Basel diente der Erhebung der meisten für die Analysen und Berechnungen benötigten Daten:

- Intensivstation- und Personalstruktur,
- Patientendaten,
- Ressourcenverbrauch,
- Scoringdaten.

Die dazugehörenden Kosten wurden separat erhoben.

2.3.1. Intensivstation- und Personalstruktur

Diese Daten wurden von der Verwaltung des Klinikums mitgeteilt.

2.3.2. Patientenspezifische Daten

Die DRG-relevanten Diagnosen wurden aus dem Datenerfassungs- und Kodierungsprogramm ISHmed von der Firma SAP entnommen. Die Kodierung erfolgte durch einen der ITS-Oberärzte. Alle anderen Patientendaten stammen aus dem Dokumentations- und Datenerfassungsprogramm „CareVue“ der Firma Philips.

2.3.2.1. Allgemeine Daten

- Geburtsdatum
- Alter am Aufnahmetag
- Geschlecht

- Aufnahme- und Entlassungsdatum und -uhrzeit auf der ITS, sowie im Krankenhaus
- ITS-Verweildauer: Wir übernahmen die Definition der Verweildauer, wie sie im bisherigen Vergütungssystem nach tagesgleichen Pflegesätzen Anwendung fand. Diese ergab sich durch die Differenz Entlassungsdatum – Aufnahmedatum. Nach dieser Berechnung wird der Verlegetag für die Verweildauer nicht berücksichtigt.
- etwaiger Exitus auf ITS oder im Krankenhaus
- etwaige Therapieeinschränkung
- Aufnahmegrund: Eine *geplante chirurgische Aufnahme* („*surgical scheduled*“) liegt vor, wenn der Operationstermin mindestens 24 Stunden vorher und eine postoperative Aufnahme auf der ITS geplant waren. Eine *ungeplante chirurgische Aufnahme* („*surgical unscheduled*“) liegt vor, wenn der Operationstermin erst in den letzten 24 Stunden geplant war oder postoperativ eine ungeplante Aufnahme auf Intensivstation erforderlich ist. Eine *medizinische Aufnahme* („*non-surgical*“) liegt vor, wenn keine Operation innerhalb einer Woche vor ITS-Aufnahme erfolgte oder die Aufnahme aus nichtoperativen Gründen (z.B. Herzinfarkt) erfolgt.
- Behandelnde chirurgische Abteilung
- Übernahmeinstanz: Die Behandlungseinheit, aus welcher, der Patient stammt: OP, andere ITS, Normalstation,

2.3.2.2. Tagesbezogene Daten

(a) Ressourcenverbrauch / Leistungserhebung

- Medikamente (Bezeichnung, Einheit, Einzeldosis und Anzahl, Applikationsweg, ggf. Trägerlösung)
- Perfusortherapie (Bezeichnung, Einheit, Anzahl Perfusorsätze, Gesamtdosis)
- Blutprodukte (Bezeichnung, Einheit, Einzeldosis und Anzahl)
- Infusionen (Bezeichnung, Einheit, Infusionsanzahl und Tagesdosis)

- Ernährung und Supplemente (Bezeichnung, Einheit, Einzeldosis und Anzahl, Applikationsweg)
- Beatmung (Invasivität, Modus, Dauer, Episoden, Anzahl von endotrachealem Absaugen, Neuanlagen von beatmungstechnischen Materialien)
- Invasives Monitoring (Zentrale Venendruckmessung, Messung des intrakraniellen Drucks, Diurese-Erhebung über einen Blasendauerkatheter, arterielle Blutdruckmessung, PICCO, Pulmonalis-Katheter, mechanische Kreislaufunterstützung, Nierenersatzverfahren mit den entsprechenden Mengen z.B. bei Neuanlage)
- Sonstige Maßnahmen und Diagnostik (pflegerische Maßnahmen wie z.B. Verbandwechsel, Physiotherapie, Spezialbett, Isolationspflege, selektive Darmdekontamination, externer Transport, diagnostische Untersuchungen mit Anzahl von Angiodynographie bis TTE)
- Labor (sämtliche Messgrößen)
- Mikrobiologie (Untersuchungsmaterial, Positivität, gefundene Erreger, ggf. Antibiotogramm und weitere Differenzierung)

(b) Scores / Sepsis

Alle Größen für folgende Scores wurden täglich erhoben:

- SAPS II, APACHE II und SOFA
- TISS-28
- Sepsis Screening nach den Kriterien der Internationalen Sepsis Definitionskonferenz von 2001 (Fachgesellschaften SCCM/ESICM/ACCPATS/SIS 2001)

Die Berechnung der Scores erfolgte nach Dateneingabe über das Aufrufen von Access-Makros im CRF.

Der Kostenindikator und -prediktor der DRG-Prozedur „Intensivmedizinische Komplexbehandlung“ (Leistungsziffer 8-980), im Folgenden „(DIVI-COST)-Predictor-Score“ oder „Kosten-Predictor-Score“ genannt, errechnet sich aus

dem täglich bestimmten Schweregradscore SAPS II (allerdings ohne Bestimmung der Glasgow Coma Scale) und aus 10 besonders aufwändigen TISS-Werten. Die entsprechenden Aufwandspunkte werden über die gesamte Verweildauer auf der Intensivstation zu einem Gesamtaufwand summiert. Bei dieser Aufwandsdokumentation wird also der Zustand des Patienten ebenso wie die erforderliche Behandlungsdauer berücksichtigt. Die 10 berücksichtigten Merkmale des TISS im Prediktor-Score sind Folgende: apparative Beatmung, Infusion multipler Katecholamine (>1), Flüssigkeitsersatz in hohen Mengen (>5l /24St), peripherer arterieller Katheter, Linksvorhof-Katheter / Pulmonalis-Katheter, Hämofiltration / Dialyse, intrakranielle Blutdruckmessung, Behandlung einer metabolischen Azidose oder Alkalose, spezielle Interventionen auf der ITS (z.B. Tracheotomie, Kardioversion), Aktionen außerhalb der Station (Diagnostik / Operation).

2.3.2.3. Erfassung der Beatmung

Folgende Bedingungen und Definitionen fanden bei der Beatmungsdokumentation Anwendung:

1. Bei der Beatmung werden Gase mittels einer mechanischen Vorrichtung in die Lunge des Patienten bewegt.
2. Beatmung wird über einen definierten Zugangsweg unterhalten. Zugangswege sind:
 - a. Invasiv: Tubus (orotracheal, nasotracheal, bei Säuglingen auch nasopharyngeal), Trachealkanüle
 - b. Nichtinvasiv: Larynxmaske, Gesichtsmaske, Nasenmaske, Beatmungshelm
3. Die Beatmung beginnt mit der Schaffung eines Beatmungszuganges oder mit der Übernahme eines Patienten mit bereits liegendem Zugang.
4. Die Beatmung endet mit der endgültigen Trennung des Patienten vom mechanischen Beatmungsgerät, der externen Verlegung oder dem Tod des Patienten.

5. Die Beatmungsdauer wird in Stunden gezählt. Jede begonnene Beatmungsstunde wird als ganze Stunde gezählt, wenn mindestens 15 Minuten eine Beatmung nach den hier definierten Vorgaben stattgefunden hat.
6. Die Beatmung kann kontinuierlich (ohne Trennung des Patienten von der Beatmungsvorrichtung/gerät) oder diskontinuierlich (unterbrochen durch Phasen der Trennung von der Beatmungsvorrichtung/gerät) erfolgen. Eine diskontinuierliche Beatmung liegt dann vor, wenn eine Beatmung bis eine Stunde durchgeführt wird. Jede Beatmung (ohne Unterbrechung), die länger als eine Stunde andauert, wird als kontinuierliche Beatmung gezählt.
7. Die Beatmungsdauer wird ermittelt durch die Summe aller Beatmungsstunden. Wenn eine Beatmungsphase nur eine Stunde (oder mindestens 15 Minuten) stattfindet, wird diese Beatmungsstunde als eine ganze diskontinuierliche Beatmungsstunde gezählt. Die diskontinuierlichen Beatmungsstunden wurden ebenfalls addiert.

Reporting

1. Beatmungsdauer bei kontinuierlicher Beatmung (Ermittlung der reinen Maschinenbeatmungszeit)
2. Beatmungsdauer bei diskontinuierlicher Beatmung
 - a. jeweils Ermittlung der reinen Maschinenbeatmungszeit (wobei eine Beatmungsstunde dann vorliegt, wenn mind. 15 Minuten beatmet wurde).
 - b. Ermittlung der Anzahl von diskontinuierlichen Beatmungsphasen ist gleich der Summe der diskontinuierlichen Beatmungsstunden, wenn eine diskontinuierliche Beatmung immer nur jeweils eine Stunde anhält.
3. Der Zugangsweg der Beatmung entscheidet darüber, ob eine Beatmung invasiv oder nichtinvasiv ist.

2.3.3. Sach- und Personalkosten

a. Kosten von Verbrauchsgütern und therapeutischen oder diagnostischen Leistungen: Als Preisverzeichnis dieser Elemente wurde der uns zur Verfügung stehende, extensive Kostenkatalog des Universitätskrankenhauses Göttingen übernommen. Die Göttinger Basiskosten wurden ergänzt durch unsere zentrumsspezifischen Kosten der zehn teuersten sowie der zehn meistverwendeten Medikamente. Am Beispiel Göttingen wurde mit dieser Konfiguration festgestellt, dass die Medikamentenkosten zu über 90% genau abgebildet sind. Des weiteren kann angenommen werden, dass die Schwankungsbreite der krankenhausesbezogenen Einzelkosten zwischen den einzelnen Universitätskliniken vernachlässigt werden kann.

b. Personalkosten: Die Verwaltung des Klinikums lieferte uns den Betrag der Personalkosten sowie die Anzahl der Pfllegetage fürs Jahr 2004.

c. Overheadkosten: Diese „Hotelkosten“ beinhalten die Kosten, welche durch Investitionen in langfristige Wirtschaftsgüter auf der Intensivstation selbst (z.B. Abschreibungen von Beatmungsgeräten, Personalcomputern, etc.) oder in zentralen Einrichtungen der Klinik (z.B. Instandhalten der Klinikinfrastruktur) und durch nichtklinische Personaldienste (z.B. Reinigung, Küche, zentrale Klinikverwaltung) entstehen. Wir übernahmen den Kostenwert von Göttingen (97,46 €/Pfllegetag).

2.4. Kostenberechnung

2.4.1. Direkte, variable Behandlungskosten: In einem ersten Schritt, wurden die Häufigkeiten der Einzelleistungen (Medikamente, Blutprodukte, diagnostische und therapeutische Prozeduren, Röntgen und Computertomographie, Laborleistungen, incl. Mikrobiologie, Einmalmaterial) „bottom-up“ (d.h. patientenbezogen) mittels des CRF erfasst. In einem zweiten Schritt, wurden diese Häufigkeiten dann mittels des Kostenkatalogs in direkte Behandlungskosten umgerechnet (durch Verknüpfung von verbrauchter Menge und Kosten pro Einheit).

2.4.2. *Fixkosten*: Die Personalkosten 2004 wurden als direkte Fixkosten durch die Anzahl der geleisteten Pflage tage 2004 dividiert, um die durchschnittlichen Personalkosten pro Behandlungstag zu erhalten. Diese werden dann für jeden Behandlungsfall auf die entsprechende Verweildauer aufsummiert. Die Overheadkosten wurden als indirekte Fixkosten ebenfalls pro Pflage tag verrechnet.

Die effektiven Kosten der Patienten erhielten wir also durch eine gemischte bottom-up und top-down Rechnung.

2.5. Statistische Methodik

2.5.1. Plausibilitätsätskontrolle

Die Firma HealthEcon hat unsere Daten auf ihre Plausibilität kontrolliert. Real nicht mögliche Einträge in die Eingabemaske (wie Scorewerte über deren Maximum, Beatmungszeiten über 24 St. an einem Tag) oder ein unrealistischer Verbrauch von Medikamenten wurden so eliminiert.

2.5.2. Deskriptive Statistik

Die Daten wurden aus Access in die Datenbearbeitungsprogramme JMP und Excel kopiert und dort zur beschreibenden Darstellung bearbeitet.

2.5.3. Analytische Statistik

Mittels Cluster-Analyse (*k*-means) [45] wurden 3 Cluster von Patientengruppen errechnet, die jeweils hinsichtlich ihrer mittleren ITS-Verweildauer und ihren mittleren Gesamtkosten homogen waren.

Zur Evaluation des patientenbezogenen Aufwandmarkers wurde die Korrelation des Scores mit den ITS-Gesamtkosten nach Spearman [46] berechnet.

Die analytische Statistik wurde durch die Firma HealthEcon aus Basel durchgeführt. Weil ein Patient zum Zeitpunkt der Datenübermittlung nach Basel noch auf der ITS verweilte, wurde er hierbei nicht miteinbezogen. Dieser Teil der Studie wurde also an 113 Patienten durchgeführt. Die übrigen Resultate wurden an 114 Patienten ermittelt. Bei der Datenbearbeitung kam es im Baseler Datenset zu einer erst später bemerkten Datenveränderung bei den Verweildauern. Leider war es nachträglich nicht mehr möglich diesen Teil der Auswertung mit korrigierten Daten zu wiederholen. Wie in Kapitel 4 diskutiert, denken wir aber, dass diese ungewollte Zahlenveränderung keine Relevanz für die Schlussfolgerungen hat.

2.5.4. Beobachterbedingte Variabilität der Datenerfassung

Die Dokumentation der gleichen Behandlungsfälle durch zwei verschiedene Beobachter - einmal im Rahmen der COSt-Studie und einmal im Rahmen der routinemäßigen Datensammlung der ITS -, gab uns die Möglichkeit zu überprüfen, in wie fern die Erfassung der Daten untersucherabhängig war. Hierzu verglichen wir die Daten der 114 Behandlungsfälle des Studienkollektivs in unserer Erhebungsdatei mit den paarweise entsprechenden Daten der gleichen Behandlungsfälle im Datenerfassungsprogramm der ITS. Die Medianwerte der Differenzen zwischen den kontinuierlichen Paar-Parametern aus beiden Kollektiven erlaubten uns zu beurteilen, wie groß die Variabilität der Parametererfassung zwischen den Untersuchern war (sog. « inter-observer variability »). Bei den binären Variablen « Geschlecht » (männlich oder weiblich) und « verstorben » (ja oder nein) bedienten wir uns der einfachen Übereinstimmigkeitsprüfung (identisch oder nicht identisch).

Mit dieser Analyse konnten wir auch beurteilen, in wie fern ein « observer-bias » zu signifikanten Unterschieden bei der Repräsentativitätsprüfung (siehe 2.5.5.) beitragen kann.

2.5.5. Repräsentativität des erhobenen Patientenkollektives

Hierbei geht es um die Beantwortung der Frage: „Können die Resultate im analysierten Studienkollektiv (114 Patienten an 1053 Behandlungstagen) auf das Gesamtkollektiv der ITS im Jahr 2004 (798 Patienten an 6617 Behandlungstagen) ausgedehnt werden?“ Diese Frage kann bejaht werden, wenn beide Kollektive sich in ihren charakteristischen Parametern ähneln.

Wir haben folgende acht Parameter in beiden Kollektiven ausgewählt und miteinander verglichen:

- Geschlecht
- Tatsächliche Mortalität
- Alter
- Verweildauer
- Beatmungsdauer pro Behandlungsfall
- Scores pro Behandlungsfall: APACHE-II und SAPS-II über die ersten 24 St. ; Tages-TISS über die gesamte Verweildauer aufsummiert.

Der TISS wurde auf unserer ITS ab Mai 2004 mit 28 Parametern gemessen, vorher war noch der TISS-76 in Anwendung. Für die 4 ersten Monate 2004 wurde dieser Score anhand des entsprechenden Äquivalenzfaktors in TISS-28-Werte umgerechnet: $TISS-28 = 3.33 + 0.97 * TISS-76$, ($r = 0.93$, $r^2 = 0.86$).

Zum einen untersuchten wir die statistische Signifikanz der Unterschiede zwischen Studien- und Gesamtkollektiv. Bei den binären, unabhängigen Variablen « Geschlecht » und « Mortalität », wandten wir den Fisher's Exact Test an. Bei den restlichen (kontinuierlichen, nicht normalverteilten und unabhängigen) Variablen fand der Wilcoxon - Test sowie die Bonferroni-Holm-Korrektur Anwendung [114, 46].

Zum anderen diskutierten wir die konkrete Relevanz der bestehenden Unterschiede.

2.6. Scoring in der Intensivmedizin

2.6.1. Allgemeines über Scores in der Intensivmedizin

Die ersten intensivmedizinischen Scoring-Systeme wurden in den 70er Jahren entwickelt. Es handelt sich um Punktsummensysteme bei denen eine Reihe von zentral wichtigen, i.d.R. laborchemischen und pathophysiologischen Parametern einbezogen werden. Diese Parameter sollen bei Veränderung die Dysfunktion eines oder mehreren Organsystemen widerspiegeln und werden je nach dem Grad ihrer Abweichung vom Normalzustand gemäß einer Punkteskala bewertet. Die Summe der Werte der einzelnen Parameter ergibt den Scorewert, der somit mit der Schwere der Erkrankung korreliert.

Zum besseren historischen Verständnis der Score-Entwicklung in der Intensivmedizin ist Lemeshows und Le Galls Differenzierung von drei Scoresystemgenerationen nützlich [56].

Anfangs (APACHE 1981, TISS 1974, SAPS 1984, APACHE II 1985) beruhten diese Scoring-Systeme auf einer subjektiven Methode, bei der ein Gremium von Experten die einzubeziehenden Variablen und deren Gewichtungen definierten.

Die zweite Generation war geprägt durch die Vereinfachung bereits bestehender Scoringsysteme (TISS 1983 [9], APACHE II 1985 [17]) .

In der dritten Generation - beim Mortality Probability Model (MPM) 1985, bei APACHE III (1991), sowie bei SAPS II (1993) - wurden die Variablen mit signifikanter prognostischer Bedeutung und deren Gewichte anhand von statistischen Methoden objektiv definiert, und mittels einer multiplen logistischen Regression das Sterberisiko geschätzt.

Bezüglich der Qualität der Scoringsysteme sind prädiktive Modelle der dritten Generation (APACHE III, SAPS II, MPM II) den jeweiligen

Vorgängerversionen überlegen. Die Kosten (APACHE III ist nur kommerziell erhältlich) und der Erhebungsaufwand sind bei der Anwendung zu berücksichtigen.

Eine gesonderte Stellung nimmt das Therapeutic Intervention Score-System (TISS) ein, da es bereits 1974 [3] vorgestellt wurde und ausschließlich therapeutische Maßnahmen wie z.B. medikamentöse Therapie, maschinelle Beatmung, arterielle/zentralvenöse Druckmessung berücksichtigt.

Einige Score-Modelle (SAPS II und APACHE II) bewerten zusätzlich das Lebensalter, die Art des Grundleidens und den Aufnahmemodus auf die Intensivstation.

Es gibt jedoch, auch Scoringsysteme für spezielle Situationen und Krankheitsbilder, wie z. B. Scoringsysteme zur Abschätzung der Schwere des Multiorganversagens [14, 16, 65, 62, 71], des Lungenversagens [23] oder der Sepsis [8, 50, 40]. Für polytraumatisierte Patienten wurden Scoringsysteme zur Quantifizierung des Verletzungsschweregrades entwickelt [1, 20, 38, 6, 25, 2, 15, 53] und in der Pädiatrie wurden ebenfalls spezielle Scoring-Systeme evaluiert und validiert [67, 74, 24]. Inhaltlich können Scoring-Systeme an Hand der Art der bewerteten Parameter eingeteilt werden, d.h. ob der Score sich überwiegend aus physikalischen, biochemischen, therapeutischen oder demographischen Variablen zusammensetzt. Unertl und Kottler [76] teilten Scoringsysteme an Hand allgemeiner Aspekte in drei unterschiedliche Typen ein:

- Erkrankungsbezogene Scores (Sepsis, Trauma, Verbrennungen, usw.)
- Patientengruppenbezogene Scores (Kinder, Traumapatienten, usw.)
- Universell einsetzbare, krankheitsübergreifende Scores (APACHE, SAPS, MPM, usw.)

Letztere haben in der Regel eine bessere prognostische Performance als die derzeit verfügbaren erkrankungsbezogenen Scores [57].

Eines der Hauptanliegen bei der Ausarbeitung von Krankheitsschwere-Klassifikationssystemen, ist es den Vergleich verschiedener ITS-Patientenkollektive zu ermöglichen. In der Tat ist der Goldstandard der Beweisführung der medizinischer Effizienz einer Maßnahme, nämlich randomisierte Studien, in der Intensivmedizin aus ethischen und finanziellen Gründen oft nur schwer anzuwenden. Diese Situation erschwert das Finden von nützlichen medizinischen Neuerungen und deren Durchsetzung. Nach erweiterter, multizentrischer Validierung sollte ein breit angelegtes Krankheitsschwereklassifikationssystem die Fähigkeit von nichtrandomisierten Studiendesigns überzeugende Effektivitätsbeweise zu produzieren, verbessern. Und zwar durch die Beantwortung der kruzialen Frage, die bei den meisten nichtrandomisierten Studien auftritt: „Waren die zwei Patientengruppen vergleichbar?“

Zielsetzungen bei der Verwendung von Schweregradscores sind zusammenfassend :

- Abschätzung der Krankheitsschwere und der Morbidität [112, 17, 41, 7, 51, 10, 55, 22, 52]
- Stratifikation von Patientengruppen und standardisierte Klassifizierung des Krankheitsschweregrades
- Aussage hinsichtlich der Prognose einer Erkrankung bzw. der Wahrscheinlichkeit des Überlebens (Krankenhausletalität)
- Verlaufsbeurteilung, insbesondere Aussage hinsichtlich Ansprechen oder Nichtansprechen therapeutischer Maßnahmen
- Erfassung des Behandlungsaufwandes, objektive Personalbedarfsermittlung [3, 12, 66]
- Qualitätskontrolle (Ergebnisqualität)
- Kostenvorhersage, Kosten-Nutzen-Analyse
- Unterstützung ärztlicher therapeutischer Entscheidungen im Einzelfall
- Evaluierung neuer Therapieverfahren durch standardisierte Charakterisierung von Patienten (Stratifizierung)

2.6.2. TISS

Das Therapeutic Intervention Scoring System wurde 1974 von Cullen et al. [3] vorgestellt. Primäres Ziel war es „einen quantitativen Vergleich von Patientenbehandlung und von Forschungserfahrungen verschiedener Intensivpflegestationen zu ermöglichen“. Es wurde versucht die Krankheitsschwere nach Anzahl und Art der geleisteten therapeutischen Interventionen zu klassifizieren. 76 Interventionen, unter den vielen Aktivitäten die auf ITS durchgeführt werden, wurden von einem Expertenpanel in einem Katalog festgelegt und in Abhängigkeit ihrer Komplexität mit einem Wert von 1 bis 4 Punkten versehen. Das Expertenpanel verwendete dabei 2 Kriterien: a) das „Inventarskriterium“, mit dem sichergestellt werden soll, daß die wenigen ausgewählten Interventionen das breitere Arbeitsspektrum wiedergeben ; b) das „Darstellungskriterium“, das eine, dem Schweregrad entsprechende Gewichtung der verschiedenen TISS-Elementen verlangt [3, 68]. Zum Beispiel werden einer kardiopulmonalen Reanimation nach Herzstillstand in den letzten 48 St., der kontrollierten Beatmung und einem pulmonalerteriellen Katheter jeweils 4 Punkte zugeschrieben; die einfache nasale O₂-Gabe oder das EKG-Monitoring werden mit 1 Punkt bewertet. Die Summe der in 24 Stunden erhaltenen Punkten ergibt den TISS-Score für diesen Tag.

Um die Eignung des TISS als Klassifikationsystem von Krankheitsschwere zu testen, wurden unabhängig von der TISS-Erhebung, die Patienten je nach klinischer Krankheitsschwere in eine von vier Gruppen eingeteilt. Es zeigte sich, dass sich die durchschnittlichen TISS-Werte in diesen 4 Gruppen exzellent voneinander unterschieden [11, 3, 9, 5]. Gruppe I (Routine postoperative Überwachungspatienten, auf Normalstation verlegbar): <10 Punkte ; Gruppe II (Physiologisch stabile Patienten, die eine vorsorgliche Überwachung über Nacht benötigen, „Wachzimmer“) : 10-19 Punkte ; Gruppe III (Physiologisch stabile Patienten, die unter intensiver Pflege und Überwachung voraussichtlich stabil bleiben oder sich erholen, mit möglicher Verlegung am Folgetag): 20-39 Punkte ; Gruppe IV (Physiologisch instabile Patienten mit meistens einer oder

mehreren Organsystemstörungen, welche eine intensive Pflege, Überwachung und Therapie mit häufiger Befunderhebung und Diagnostik benötigen): >40 Punkte. Somit läßt sich der TISS als Klassifikationsystem von Krankheitsschwere verwenden.

Der TISS wurde 1983 aktualisiert indem veraltete therapeutische Maßnahmen entfernt wurden, andere neu bewertet wurden oder neue hinzukamen [9]. Z.B. waren initial neurochirurgische Patienten unterbewertet, was durch die Aufnahme in den Katalog des Items „intrakranielle Druckmessung“ mit 4 Punkten verbessert wurde. 1996 vereinfachten Miranda et al. [66] den ursprünglichen TISS mit 76 Interventionen : durch eine multivariable Regressionsanalyse eines Datensatzes mit 10.000 TISS-76-Punktwerten, konnte der Interventionskatalog auf 28 Positionen gekürzt werden. Hiermit wurde der mit der Erhebung des TISS verbundene Zeitaufwand deutlich reduziert. Validiert wurde die neue Version des Scoringsystems an 1.820 TISS-76 und TISS-28 - Paaren: Der Korrelationskoeffizient lag bei 97%. 86% der Variationen im TISS-76 wurden durch den TISS-28 bestätigt. Die 28 bewerteten Aktivitäten lassen sich in 7 Gruppen gliedern: Basisaktivitäten, ventilatorische, kardiovaskuläre, renale, neurologische, metabolische Maßnahmen, spezifische Interventionen.

Neben seiner Krankheitsschwerekorrelation weist der TISS auch eine enge Beziehung zu den ITS-Kosten auf. Bereits 1974 zeigte Cullen et al. in einem Unterkollektiv von 40 Patienten die Korrelation zw. TISS und Kosten [3]. In mehreren Studien konnte durch eine Regressionsanalyse gezeigt werden, daß der TISS die Kosten einer ITS gut vorhersagt [43, 78, 61, 19]. Anhand von 1994er TISS-78 Daten zeigte Dickie et al [78], daß diese Kostenvorhersage exzellent für Patientengruppen zutrifft, jedoch weniger für einen einzelnen Patienten.

Trotz einiger Unterschiede in der Verteilung von patienten-spezifischen und nicht-patienten-spezifischen Kosten und unterschiedlichen

Patientenpopulationen schwanken die Kosten pro TISS-28-Punkt zwischen 35€ und 38€ in verschiedenen deutschen ITS und betragen anhand der Untersuchungen einer britischen Arbeitsgruppe umgerechnet 39,90€ pro TISS-28-Punkt. Die durchschnittlichen Tagestherapiekosten verschiedener deutscher ITS liegen zwischen 1334€ und 1444€. Größere Unterschiede sind im internationalen Vergleich zu beobachten, mit mittleren Tageskosten verschiedener britischer ITS von 1396€ bis 1647€ und 1007€ pro Patient und Tag einer kanadischen ITS [103].

Hauptanwendung des TISS ist zur Zeit die Erfassung des Pflege- und Behandlungsaufwandes von Intensivpatienten für administrative und qualitätssichernde Maßnahmen [86, 88, 44, 82, 66, 84]. Es lassen sich die TISS-Punkte pro Pflegekraft und Schicht bestimmen und mit in die Personalbedarfsberechnung einbeziehen. Eine ideale Pflegekraft sollte 40-50 TISS-Punkte über 8 St. bewältigen [39, 9, 68, 34]. Hieraus folgt dass das Pflege:Patienten-Verhältnis für Klasse IV 1:1 beträgt, für Klasse I lediglich 1:4. Ein TISS-Punkt entspricht in etwa 10 Minuten Pflege. Diese Werte wurden allerdings aus Daten von medizinischen, operativen und gemischten ITS unterschiedlicher Behandlungskategorien gewonnen. Sie stellen somit lediglich ein Anhaltspunkt dar. Besonders auf ITS der Maximalversorgung lassen sie sich nicht ohne weiteres übertragen [68].

Zur Analyse der Kosteneffektivität, bzw. –effizienz der Intensivmedizin bedarf es einer Beurteilung des Outcomes. Die TISS-Punkte pro Tag und pro ITS-Aufenthalt sind zwar auch proportional zur Mortalität [3], doch neuere Systeme zur Morbiditätsbeurteilung und Vorhersage der Letalität, wie z.B. der SAPS II, der APACHE oder der SOFA-Score, auf die in den nächsten Abschnitten eingegangen werden wird, eignen sich hierzu besser.

2.6.3. APACHE

Dieses Punktsystem gehört der ersten Generation an, da die Auswahl und die Bewertung der Scoringgrößen subjektiv vorgenommen

wurden, durch eine interdisziplinäre Gruppe des George Washington University Medical Center (GWUMC) in Washington, DC (7 Ärzte aus Anästhesiologie, Inneren Medizin und Chirurgie). Es wurde 1981 von Knaus et al. [7] vorgestellt. Um den praktischen Gegebenheiten des Scorings Rechnung zu tragen, waren nicht nur Experten an der Elaboration beteiligt, sondern auch weniger erfahrene Intensivmediziner.

Das APACHE besteht aus zwei Zeilen. Der erste Teil, der Acute Physiology Score (APS) besteht aus 34 Variablen aus 7 großen physiologischen Organsystemen (Neurologie, Kardiologie und Hämodynamik, Atmung, Magendarmtrakt, Niere, Metabolismus und Hämatologie) welche innerhalb der ersten 36 St nach ITS-Aufnahme gemessen werden. Bei mehreren Messungen soll diejenige beibehalten werden welche den höchsten Scorewert erzieht. Der APS soll den akuten Erkrankungsgrad repräsentieren. Die Erstellung der Bewertungstabelle erfolgte durch Konsensus im Gremium. Jede APS-Variable erhält eine Gewichtung von 0 bis 4, so daß deren Wert wiedergibt „wie krank“ der Patient ist. Der zweite Teil, die Chronic Health Evaluation (CHE), bezeugt den Gesundheitsstatus des Patienten vor Aufnahme und vor akuter Erkrankung. Die CHE wurde anhand eines Fragebogens entwickelt und unterteilt Patienten in die Kategorien A (gut) bis D (extrem schlecht). So ist der komplette Wert für den APACHE-Score eine Punktzahl, kombiniert mit einer Kategorie A-D (z.B. ist 33D kränker als 33C).

In die Studie eingeschlossen wurden 582 aufeinanderfolgende ITS-Aufnahmen aus dem GWUMC und 223 aus einem benachbarten, kommunalen Krankenhaus. Patienten mit akutem Myokardinfarkt, Verbrennungen und solche welche weniger als 16 h auf ITS stationär waren, wurden ausgeschlossen.

Durch eine statistische Regressionsanalyse des APACHE einerseits und zwei Variablen (TISS und Mortalität) andererseits, konnte die Vorhersagekraft des APACHE für Behandlungsaufwand (ermittelt durch den TISS) und Krankenhaussterblichkeit gezeigt werden. Ausdrücklich wird jedoch darauf

hingewiesen, daß dieser prädikativer Wert des APACHE nur für Patientengruppen gilt. Für einen einzelnen Patienten ergibt das APACHE-Mortalitätsrisiko 21% falsch positive und 10 % falsch negative. Solche Anwendungseinschränkungen auf Patientenebene gelten im Übrigen für alle derzeit verfügbaren prognostischen Scores.

1985 wurde der APACHE II vorgestellt [17]. Er ist ein Scoringsystem der zweiten Generation. Die zwei ersten Teile (APS und CHE) wurden aktualisiert und durch ein drittes Teil, bestehend aus dem einzelnen Parameter „Alter“, ergänzt. Die Anzahl der physiologische Variablen des APS wurden von 34 auf 12 reduziert, wobei vorwiegend unregelmäßig gemessene und redundante Parameter eliminiert wurden. Die Gewichtung dieser Variablen erfolgte hier anhand der statistischen Korrelation mit der Krankenhaussterblichkeit. Die Summe der am stärksten von der Norm abweichenden Variablen innerhalb der ersten 24 h entspricht dem APS. Auch der CHE wurde umgeändert: er berücksichtigt nun ausschließlich schwere Organdysfunktionen (Herz, Lunge, Leber, Niere) und immunokompromittierte Patienten, und weiterhin wurde die Aufnahmeart (postoperativ geplant postoperativ ungeplant, oder medizinisch) einbezogen. Der Maximalwert für den APACHE-II-Score ist 71, jedoch wurde noch nie ein Score über 55 gefunden [104].

Zur Berechnung des Sterberisikos müssen die Patienten jedoch zuvor mittels der für die Aufnahme auf die ITS primär verantwortlichen Diagnose gruppiert werden. Das Risiko zu sterben variiert mit der Diagnose. Bei gleichem APACHE-II-Score von 10 bis 19 hat zum Beispiel ein Patient mit einem kongestivem Herzversagen eine geringere Krankenhausletalität als ein Patient mit septischem Schock. Das APACHE-II-Sterberisiko wurde anhand einer Datenbasis von 5815 Patienten aus 13 Krankenhäusern validiert. Seine erklärende Güte ist gegenüber der Vorgängerversion verbessert (β -Wert von 0,863 vs. 0,851). Der APACHE-II-Score soll möglichst frühzeitig nach Aufnahme auf die Station erhoben werden, um ihn unabhängig von Therapiemaßnahmen zu machen.

Trotz einiger Kritik [42] (traumatisierte Patienten und Patienten im septischen Schock wurden unzureichend berücksichtigt, koronarchirurgische Patienten wurden ausgeschlossen) konnte die Eignung des Scores an Hand anderer Daten validiert werden [49, 27, 21]. In einer portugiesischen multizentrischen Studie [72, 73] konnte gezeigt werden, dass die Anwendung bei einer vom ursprünglichen Patientenkollektiv differierenden Population die prognostische Qualität negativ beeinflusst.

Im Jahr 1991 schließlich stellten Knaus et al. [41] den APACHE-III-Score vor. Der APACHE-III-Score wurde entwickelt um die Mängel des APACHE-II-Scores anzugehen. Zum einen basiert das APACHE-II -System auf Daten, die noch aus den Jahren 1979-1982 stammen. Man geht davon aus, dass diese Daten nicht mehr repräsentativ für die moderne Intensivmedizin sind. Weiterhin sind in der Datenbasis des APACHE-II-Scores chirurgische und Traumapatienten unterrepräsentiert, ein Mangel, der im APACHE-III-Score ausgeräumt wurde. Ebenfalls werden heute Patienten anders selektiert, wenn es um die Verlegung auf eine Intensivtherapiestation geht. Die 50 diagnostischen Kategorien des APACHE-II-Scores repräsentieren nicht ausreichend die Vielzahl der Bedingungen, die heutzutage zu einer Aufnahme auf die Intensivtherapiestation führen. Zusammengefasst kann man also sagen, der APACHE-II-Score ist veraltet.

Der APACHE-III-Score wurde mit objektiven statistischen Methoden an einer erweiterten, aktuellen Datenbasis entwickelt (17.440 Patienten aus 40 US-amerikanischen Krankenhäusern), die Selektion und Gewichtung der physiologischen Parameter wurde reevaluiert. Die physiologischen Variablen wurden von zwölf auf 16 erhöht und die Gewichtung der beibehaltenen Variablen adjustiert. Neu ist ebenfalls die Berücksichtigung einer eventuellen Vorbehandlung des Patienten sowie der Aufenthaltsort des Patienten unmittelbar vor Aufnahme auf die Intensivstation. Weiterhin wurde der CHE modifiziert und die Anzahl der spezifischen Diagnosekategorien auf 78 erhöht.

Der APACHE-III-Score wurde validiert, seit seiner Publikation 1991 aktualisiert und in regelmäßigen Abständen revalidiert. Aus diesen Gründen ist der APACHE III weitaus akkurater als der APACHE II, wenn es darum geht, für eine Gruppe von Patienten eine Wahrscheinlichkeit zu sterben vorherzusagen. Der APACHE III hat mit einem β -Wert von 0,88 eine bessere erklärende Güte (Power, Fläche unter der ROC-Kurve) als der APACHE-II-Score (β -Wert von 0,86) und der erste APACHE (β -Wert von 0,85) [59, 60, 104].

Wie für den APACHE-II konnte auch hier gezeigt werden, dass seine Anwendung in einem anderen Patientenkollektiv die prognostische Qualität negativ beeinflusst [89, 79].

Wie wird der APACHE-III-Score berechnet [26, 28-32, 41, 104, 35-37]?

Zunächst wird der Patient einer der 78 Krankheitskategorien zugeordnet. Berücksichtigt wird ob der Patient von einer nichtoperativen oder von einer operativen Station verlegt wurde und ob es sich um einen Notfall handelt.

Dann erfolgt eine Berechnung des APACHE- III -Score-Wertes für die 17 physiologischen Parameter. In den APACHE III gehen die jeweils schlechtesten Werte während der ersten 24 h auf der Intensivtherapiestation ein. Nun werden zusätzlich die Punkte für das Alter und die Begleiterkrankungen vergeben. Fehlende Parameter erhalten 0 Punkte. Ist ein Patient sediert oder relaxiert und kann der "Glasgow Coma Score" nicht erhoben werden, wird dieser als normal angesehen. Der Wert resultiert aus der Addition der drei Gruppen von Variablen (physiologische Parameter, Alter, chronische Gesundheitsevaluation) und ergibt eine Zahl zwischen 0 und 299.

Der APACHE III besteht aus 2 Optionen: zum einen aus dem Scorewert und zum Zweiten aus einer Reihe von prädiktiven Gleichungen, die mit einer Referenzdatenbank verbunden sind. Über diese Referenzdatenbank können Aussagen über das Risiko zu sterben auch für einzelne Patienten gemacht werden. Für die Berechnung des Risikos der Krankenhaussterblichkeit

benötigt man die Regressionskoeffizienten für die Krankheitskategorie und Informationen darüber, wo die Behandlung vor Überweisung auf die Intensivtherapiestation stattfand. Die Tatsache, dass die für die Berechnung des Letalitätsrisikos erforderliche Formel nur kommerziell erhältlich ist, hat sicherlich zu der bisher eingeschränkten Verbreitung und Anwendung des APACHE III beigetragen .

2.6.4. SAPS

Auf Grund der Kritik an dem Umfang und der Komplexität des APACHE I haben drei Jahre nach seiner Veröffentlichung Le Gall et al. [10, 13] 1983 den Simplified Acute Physiology Score (SAPS) vorgestellt. Dieser entstand durch die Reduktion der 34 Parameter des APACHE I auf 14 leicht zu erfassende Variablen und gehört somit zu den Scoring-Systemen der zweiten Generation. Jede dieser Variablen wird je nach Abweichung vom Normalwert mit null bis vier Punkten gewichtet. Nach 24 Stunden erfolgt die Aufsummierung zum endgültigen SAPS. Die Autoren konnten an Hand von 679 Aufnahmen auf 8 interdisziplinären Intensivstationen in Frankreich eine gute Korrelation mit der beobachteten Sterblichkeit nachweisen.

Bei der 1993 veröffentlichten Weiterentwicklung zum SAPS II wurde zur Modellierung des Scoring-Systems das Verfahren der logistischen Regression eingesetzt (Scoring-System der dritten Generation) [51]. Der SAPS II weist gewisse Ähnlichkeiten mit dem APACHE III auf. Wurden die Variablen der jeweiligen Vorgängerversionen noch von einer Expertenkommission ermittelt, werden beim SAPS II und APACHE II und III statistische Verfahren zur Selektion und Gewichtung der Variablen angewendet. Beide berücksichtigen pathologische Ergebnisse physiologischer Untersuchungen innerhalb der ersten 24 Stunden eines Intensivaufenthaltes (17 Variablen). Zudem wurde ebenfalls eine Gleichung präsentiert, die es ermöglicht, jedem berechneten Scorewert einem individuellen Letalitätsrisiko zuzuordnen.

Die Datenbank zur Entwicklung des Scores umfasste 13.152 Patienten von 137 Intensivtherapiestationen aus 10 europäischen Ländern, den USA und

Canada. Nicht eingeschlossen wurden Patienten <18 Jahre, herzchirurgische Patienten, Verbrennungspatienten, coronary care-Patienten. Fünfundsechzig Prozent der Datenbank wurde zur Entwicklung des Scores verwendet, die verbleibenden 35% zur Validierung. Es wurden 37 Variablen erhoben, 17 davon gingen letztendlich in den Score ein : 12 physiologische Variablen, Alter, Art der Überweisung auf die Intensivtherapiestation (geplant chirurgisch, ungeplant chirurgisch, medizinisch) und 3 spezifische nosologischen Einheiten (Aids, metastasierender Tumor, hämatologische Malignität). Die Punktzahl für die Variablen variiert von 0-3 (Temperatur) bis 0-26 (Glasgow Coma Scale). Es ist keine arterielle Blutgasanalyse notwendig, wenn die Patienten nicht maschinell beatmet werden. Die Glasgow Coma Scale wird für sedierte Patienten erhoben, indem man den Wert *vor* Beginn einer Sedierung zuordnet. Die Berechnung des Mortalitätsrisikos erfolgt ohne zusätzliche Variablen durch Einsetzen des SAPS-Scores in die entsprechende Gleichung.

Die statistische Güte, repräsentiert durch die Fläche unter der ROC-Kurve, liegt bei 0,88 im Datensatz zur Scoreentwicklung und bei 0,86 im Validierungsdatensatz. Dies sind sehr gute Werte für die Diskrimination des Scores. Der SAPS II stellt eine signifikante Verbesserung gegenüber dem SAPS dar. APACHE III und SAPS II besitzen eine gleichwertige statistische Güte.

Dass die bei der Entwicklung des SAPS II zugrundeliegende Datenbank auch Daten aus europäischen Intensivstationen beinhaltet, wird heute als Vorteil angesehen. In Europa gehört er derzeit zu den am weitesten verbreiteten prognostischen Scoring-Systemen [64, 77, 81, 72, 73, 34, 69, 70].

2.6.5. MPM

Die Urversion des Mortality Predicting Model (MPM) datiert von 1985 [18]. Der Unterschied zu den anderen, zeitgleich entwickelten Modellen APACHE und SAPS ist, dass der MPM die Variablen von Anfang an mit statistischen Methoden selektiert und auf eine Expertenkommission verzichtet. Die gleiche

Arbeitsgruppe um Lemeshow [52] legte dann 1993 eine gründlich überarbeitete Version des initialen MPM, den sog. MPM II, vor. Heutzutage handelt es sich neben dem APACHE II um eines der gebräuchlichsten Scoring-Systeme in den Vereinigten Staaten [48].

Der MPM-II ist der einzige der generellen Scoring-Systeme, der für das sequenzielle Testen zu 4 unterschiedlichen Zeitpunkten validiert ist :

Der MPM₀ II wird direkt bei Aufnahme auf die ITS erhoben, auf jeden Fall innerhalb der ersten 24 St.

Das MPM₂₄ II -Modell wurde entwickelt, um Patienten einzuschätzen, die länger als 24 h auf der Intensivtherapiestation verbleiben. Die Gruppe der Patienten, die für mindestens 24 h auf der Intensivtherapiestation verbleibt, unterscheidet sich erheblich von den Patientengruppen, die vorher versterben oder vor Ablauf der 24 h von der Intensivtherapiestation entlassen werden. Zum Beispiel liegt die Krankenhaussterblichkeit von Patienten, die vor Ablauf von 24 h lebend von der Intensivtherapiestation entlassen werden, mit nur 3% erheblich niedriger als die Sterblichkeit von 21,8% bei den Patienten, die noch auf der Intensivtherapiestation verbleiben müssen. Der MPM₂₄ II enthält 5 Variablen aus dem MPM₀ II und 8 Variablen, die 24 h nach Aufnahme auf die Intensivtherapiestation erhoben werden müssen. Beide MPM II -Scores enthalten nur relativ wenige Variablen, was die Scores einfach in der Anwendung macht und Fehlerquellen weitgehend ausschließt. Bei acht der zwölf Parameter handelt es sich um dichotome Variablen, die mit ja oder nein beantwortet werden. Alle Variablen sind klar und objektiv definiert, und die meisten werden bei der Routineversorgung eines Patienten automatisch erhoben. Fehlen Werte, so wird der Normalwert angenommen.

Der MPM₀ II ist der einzige Score, in den keine Behandlungsentscheidungen eingehen, da der Patient gleich bei Aufnahme auf die Intensivtherapiestation evaluiert wird. Ist ein Patient erst einmal 24 h auf der Intensivtherapiestation,

kann ein Therapieeffekt nicht mehr ausgeschlossen werden. MPM₀ II und MPM₂₄ II enthalten einige Diagnosen als Variablen, weil diese Bedingungen einen Einfluss auf die Krankenhaussterblichkeit haben, jedoch müssen die Anwender sich nicht für eine Hauptdiagnose für den Patienten entscheiden, um das Modell anzuwenden. Ein weiterer Unterschied zu anderen Scoring-Systemen der dritten Generation (APACHE III und SAPS II) ist, dass bei der Modellierung des MPM II auf eine klassische Score-Bildung verzichtet wurde. An Hand einer logistischen Regressions-Gleichung, die alle erhobenen Variablen beinhaltet, wird direkt eine Abschätzung des Letalitätsrisikos errechnet [52].

Ergänzend kamen 1994 der MPM₄₈ II und der MPM₇₈ II [55] dazu. Es handelt sich dabei um Modelle, die nach 48- bzw. 72-stündigem Intensivstationsaufenthalt eine Prognose der Krankenhausletalität ermöglichen.

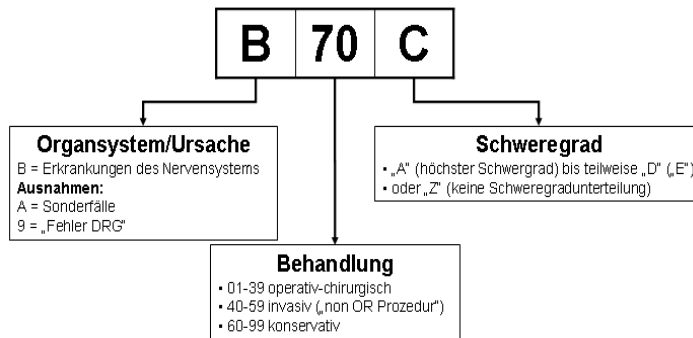
2.6.6. Andere Scores

Im praktischen Alltag hat sich die ASA-Klassifikation auf Grund ihrer Einfachheit und schnellen Durchschaubarkeit weltweit durchgesetzt.

2.7. Allgemeines zur DRG-Systematik

Die DRGs werden als eine vierstellige Kombination aus Buchstaben und Ziffern dargestellt (siehe Abb. 2), beispielsweise F60B für Kreislauferkrankungen mit akutem Myokardinfarkt, ohne invasive kardiologische Diagnostik ohne äußerst schwere Begleiterkrankungen.

Abb. 2: DRG-Code



Die erste Stelle des DRG-Codes bezeichnet das Kapitel (so genannte Hauptdiagnosegruppe, aus dem englischen "Major Diagnostic Category" (MDC)) nach Organsystem (z.B. MDC 1: Erkrankungen des Nervensystems = "B") bzw. Ursache der Erkrankung (z.B. MDC 21: Verletzungen = "X") unterteilt. Zusätzlich gibt es Sonderfälle (Beatmungsfälle, Transplantationen usw. = "A") sowie so genannte Fehler-DRGs (Falsche Hauptdiagnose, OP passt nicht zur Diagnose usw. = "9").

Liste der Hauptdiagnosegruppen:

- Pre Sonderfälle (Transplantationen, Tracheostomie) - A
- 01 Erkrankungen des Nervensystems - B
- 02 Erkrankungen der Augen - C
- 03 Erkrankungen im HNO-, Mund-, Kiefer-Bereich - D
- 04 Erkrankungen der Atemwege - E
- 05 Erkrankungen des Kreislaufsystems - F
- 06 Erkrankungen des Verdauungssystems - G
- 07 Erkrankungen von Leber, Gallenwegen, Pankreas - H
- 08 Erkrankungen von Muskeln, Skelett, Bindegewebe - I
- 09 Erkrankungen von Haut, subkut. Gewebe, Brust - J
- 10 Hormonelle und Stoffwechselkrankheiten - K
- 11 Erkrankungen von Nieren und Harnwegen - L
- 12 Erkrankungen der männlichen Geschlechtsorgane - M
- 13 Erkrankungen der weiblichen Geschlechtsorgane - N
- 14 Schwangerschaft, Entbindung, Wochenbett - O
- 15 Neugeborene - P
- 16 Erkrankungen des Blutes, der blutbildenden Organe - Q

17 Neoplastische Erkrankungen (hämat. und solide NP) - R
 18 Infektionen und parasitäre Erkrankungen bei HIV - S
 18 Infektionen und parasitäre Erkrankungen ohne HIV - T
 19 Psychiatrische Erkrankungen - U
 20 Erkrankungen durch Alkohol und Drogen - V
 21 Verletzungen, Vergiftungen, toxische Arzneimittelfolgen in Verbindung mit Polytrauma-W
 21 Verletzungen, Vergiftungen, toxische Arzneimittelfolgen ohne Polytrauma - X
 22 Verbrennungen - Y
 23 Sonstige Faktoren, die den Gesundheitszustand beeinflussen oder Kontakte mit dem
 Gesundheitssystem - Z
 Fehler-DRGs - 9
 901Z Ausgedehnte Prozedur ohne Bezug zur Hauptdiagnose
 902Z Nicht ausgedehnte Prozedur ohne Bezug zur Hauptdiagnose
 903Z Prostata-Prozedur ohne Bezug zur Hauptdiagnose
 960Z Nicht gruppierbar
 961Z Nicht akzeptable Hauptdiagnose
 962Z Nicht akzeptable geburtshilfliche Diagnose-Kombination
 963Z Neonatale Diagnose mit nicht konsistenter Alters- oder
 Gewichtsangabe

Die zweite und dritte Stelle des DRG-Codes bezeichnet die Art der
 Behandlung (sog. "Partition"). Im australischen Originalsystem bezeichnet 01-
 39 eine operative Behandlung, 40-59 bezeichnet eine nichtoperative, jedoch
 invasive Behandlung (z.B. Darmspiegelung) und 60-99 bezeichnet eine rein
 medizinische Behandlung ohne Eingriffe. In der deutschen Anpassung wurden
 für das G-DRG-System 2005 die Grenze zwischen der operativen und der "non-
 OR" Partition, also zwischen den Ziffern 01-39 und 40-59, aufgeweicht, so dass
 jetzt auch DRGs, die eine operative Behandlung voraussetzen, mit Ziffern
 größer 39 existieren.

Die letzte Stelle des DRG-Codes bezeichnet den (ökonomischen)
 Schweregrad der DRG. Buchstabe "A" kennzeichnet eine aufwändige (teure)
 Behandlung. Nach unten sind je nach Basis-DRG verschiedene
 Differenzierungen, derzeit bis zum Buchstaben "G", möglich. Der Buchstabe "Z"
 kennzeichnet DRGs, die nicht weiter differenziert sind.

3. Ergebnisse

3.1. Deskriptiv

3.1.1. Intensivstation- und Personalstruktur (Bezugsjahr 2004)

Zugrundgelegte Personalkosten-Berechnung

(Bezugsjahr 2004)

Station:

Operative ITS mit insgesamt 24 Betten: 7298 Pflege tage

Pflegedienst:

Schichtdienst, 80,40 Vollzeitstellen \Rightarrow 4.109.448 € / Jahr

\Rightarrow 563,09 € pro Pflege tag

Ärztlicher Dienst:

Schichtdienst, 21 Stellen \Rightarrow 1.625.000 € / Jahr

\Rightarrow 222,66 € pro Pflege tag

Sonstige (Geräteaufbereitung / MTA / Sekretariat):

Insgesamt: 315.593,47 € / Jahr \Rightarrow 43,24 € pro Pflege tag

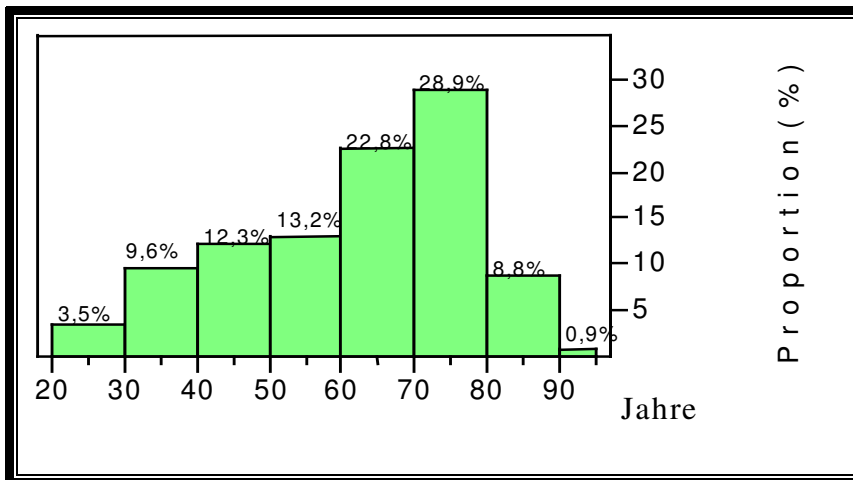
Gesamt: 824,83 € pro Pflege tag

3.1.2. Patienten

3.1.2.1 Alter und Geschlecht:

Das Durchschnittsalter lag bei 61 Jahren, der Medianwert bei 65 Jahren. Die 25%- und 75%-Quartile waren 49 und 74 Jahre. Ein Viertel aller Patienten war also älter als 74 Jahre. 10% der Patienten waren jünger als 34 Jahre, 10% älter als 80 Jahre (Abb.3). Bei den Männern lag das Alter im Mittel bei 60,5 Jahren und im Median bei 64 Jahren. Bei den Frauen lag das Mittel bei 61,7 und der Median bei 67,5 Jahren (Abb.4). Das Verhältnis männlich/weiblich war im Gesamten 3 zu 2 (Abb.5).

Abb. 3: Alter im Gesamtkollektiv

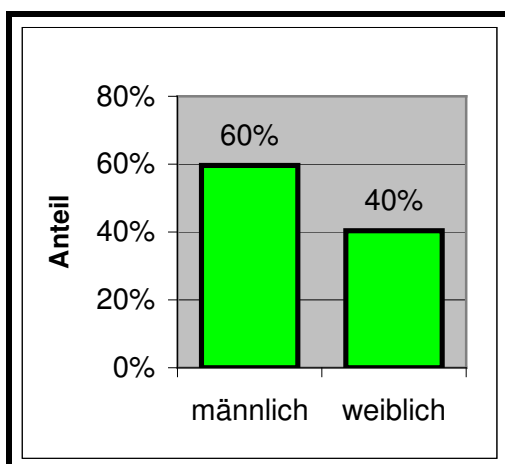


| | Quartile | | | Min | Max | Mittel | Std. Dev. |
|-------|----------|--------|-----|-----|-----|--------|-----------|
| | 25% | Median | 75% | | | | |
| Jahre | 49 | 65 | 74 | 23 | 90 | 61 | 16 |

Abb. 4: Alter nach Geschlecht

| | Jahre | Quartile | | | Min | Max | Mittel | Std. Dev. |
|--------|-------|----------|--------|-----|-----|-----|--------|-----------|
| | | 25% | Median | 75% | | | | |
| Männer | Jahre | 49 | 64 | 72 | 23 | 85 | 60 | 15 |
| Frauen | Jahre | 45 | 67 | 76 | 25 | 90 | 62 | 18 |

Abb. 5: Geschlechterverteilung

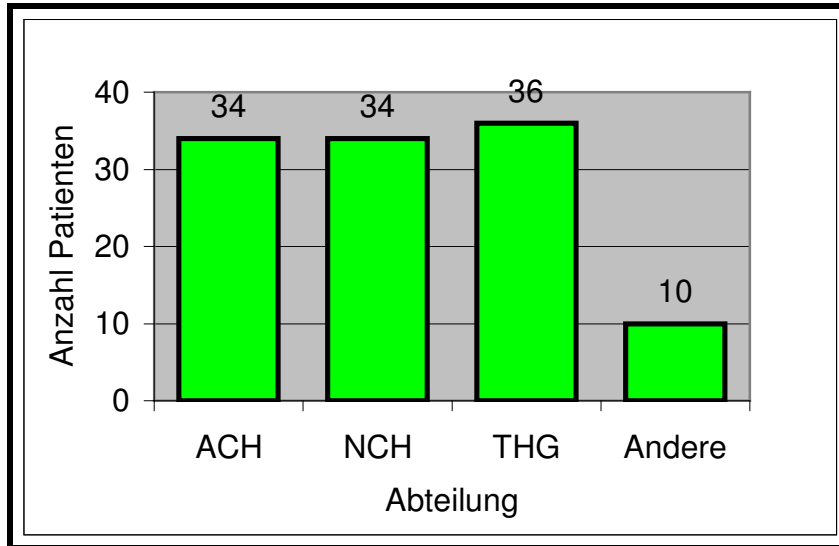


| Geschlecht | Anzahl | Anteil |
|------------|--------|--------|
| männlich | 68 | 60% |
| weiblich | 46 | 40% |
| Total | 114 | 100% |

3.1.2.2. Behandelnde chirurgische Abteilung

Untersucht wurden 34 allgemeinchirurgische, 34 neurochirurgische, 36 Thorax-Herz-Gefäßchirurgische und 10 sonstige Patienten (Gesamt: 114).

Abb.6: Patientenverteilung nach Abteilung

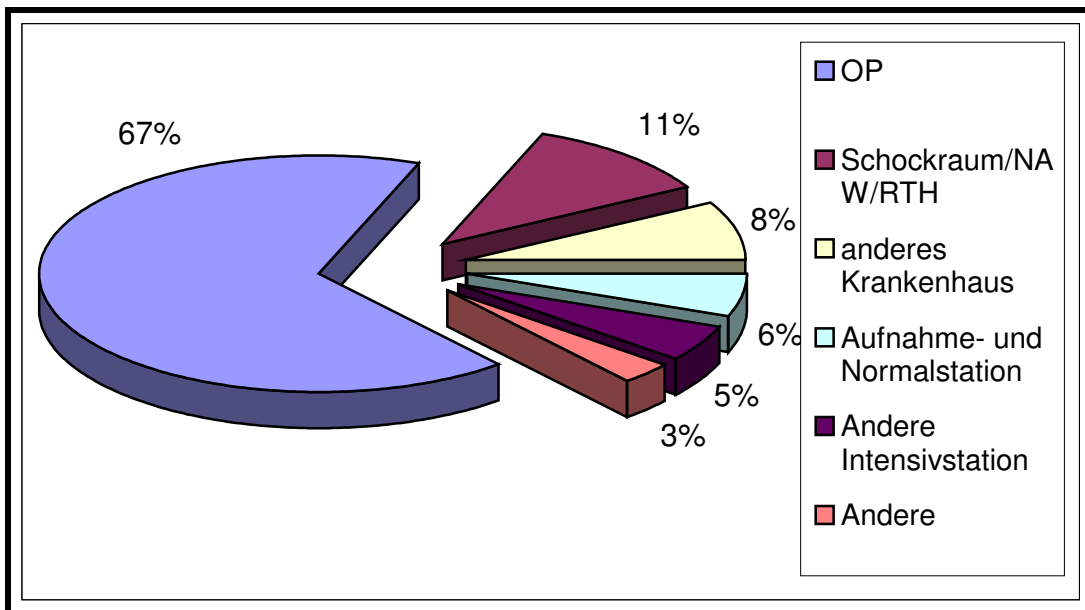


| Abteilung | Anzahl | Anteil |
|--------------------|--------|--------|
| Allgemeinchirurgie | 34 | 30% |
| Neurochirurgie | 34 | 30% |
| THG-Chirurgie | 36 | 32% |
| Andere | 10 | 9% |
| Total | 114 | 100% |

3.1.2.3. Übernahmeinstanz

Rund zwei Drittel der Patienten wurden postoperativ aus einem der OP-Säle des UKT übernommen. 11% übernahmen wir aus dem Schockraum. 11% wurden aus einer anderen ITS oder einem anderen Krankenhaus übernommen. 5% kamen direkt von Normalstation. (siehe Abb. 7).

Abb. 7: Übernahmeinstanz der Patienten

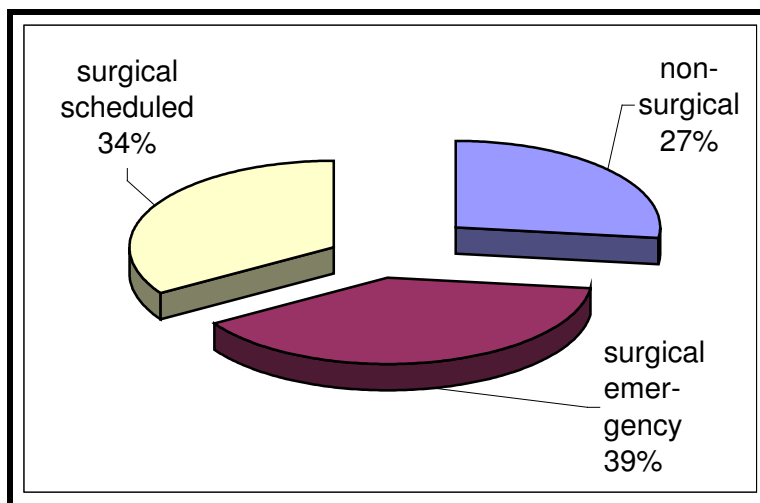


| Übernahmeinstanz | Anzahl | Anteil |
|-----------------------------|--------|--------|
| OP | 77 | 68% |
| Schockraum/NAW/RTH | 13 | 11% |
| anderes Krankenhaus | 9 | 8% |
| Aufnahme- und Normalstation | 6 | 6% |
| Andere Intensivstation | 6 | 5% |
| Andere | 3 | 3% |
| Total | 114 | 100% |

3.1.2.4. Aufnahmegrund:

Die Definitionen dieser Unterteilung sind die des SAPS-Schweregradscores. Rund ein Viertel aller Patienten bedurften keiner Operation, und waren auch eine Woche nach Aufnahme nicht operiert worden. Die operierten Patienten waren nur zur Hälfte 24 Stunden vor OP auf der ITS angemeldet (siehe Abb.8). Dieser Zeitraum definiert im SAPS ob eine OP als geplant oder als Notfall gilt.

Abb. 8: Aufnahmegrund



| Aufnahmegrund | Anzahl | Anteil |
|--------------------|--------|--------|
| non-surgical | 30 | 26% |
| surgical emergency | 44 | 39% |
| surgical scheduled | 40 | 35% |
| Total | 114 | 100% |

Bei den THG-Patienten waren nur 11% nicht operativ versorgt. Die allgemein- und neurochirurgischen Kranken waren zu ca. 30% nicht operiert.

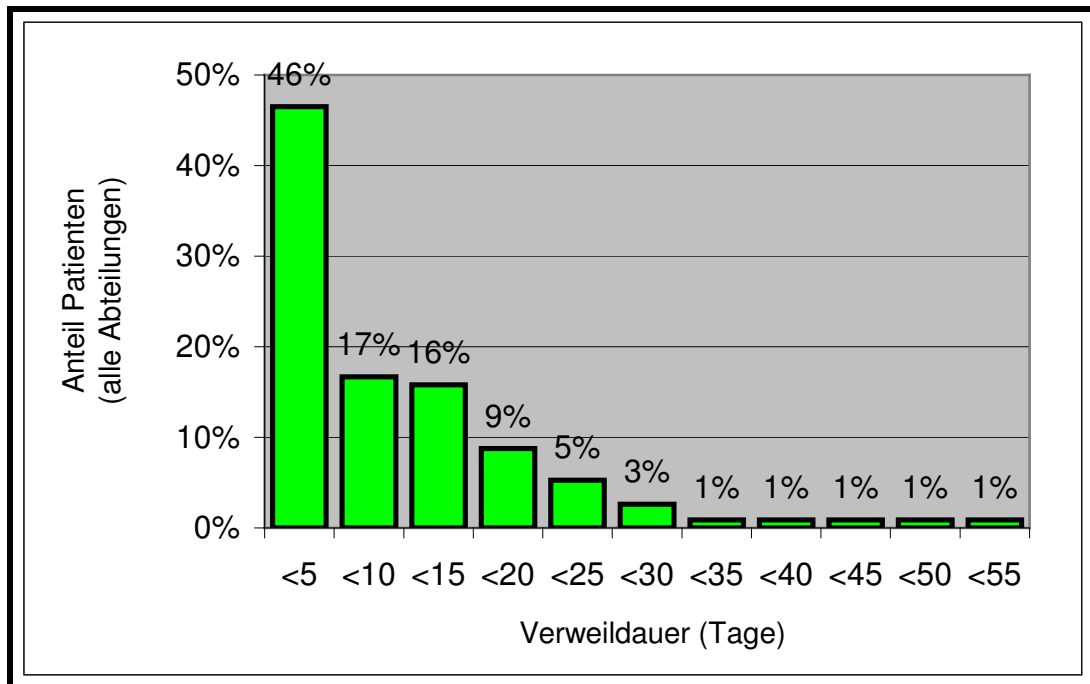
3.1.2.5. Verweildauer auf der ITS

Die stundengenaue Präsenzzeit der 114 untersuchten Patienten belief sich auf 25048 Stunden entsprechend 1044 voller Tage (im Sinne von 24 Stunden). Üblicherweise werden in Deutschland zu Buchführungszwecken, die Verweildauern von Patienten als Differenz Verlegungstag-Aufnahmetag berechnet. Vor der DRG-Einführung erfolgte die Vergütung nach tagesgleichen Pflegesätzen ebenfalls auf diese Art. Aufnahme- und Verlegungstag werden so

zusammen pauschal 24 Stunden angerechnet. Bei Anwendung dieser konventionellen Verweildauerberechnung kommen wir in unserem Studienkollektiv auf insgesamt 1053 Tage. So ergab sich eine mittlere Verweildauer von 9,2 Tagen. Der Medianwert betrug 6,0 Tage. Die Standardabweichung betrug 9,8 Tage.

In den Abteilungen für ACH, für NCH und für THG betragen die mittleren und medianen ITS-Behandlungsdauern jeweils beziehungsweise 8,4 und 4 ; 12,9 und 9 ; 7,6 und 4 Tage. In den anderen Abteilungen betragen die mittleren und medianen ITS-Behandlungsdauern 5,6 und 3 Tage.

Abb. 9: Verweildauer auf der ITS

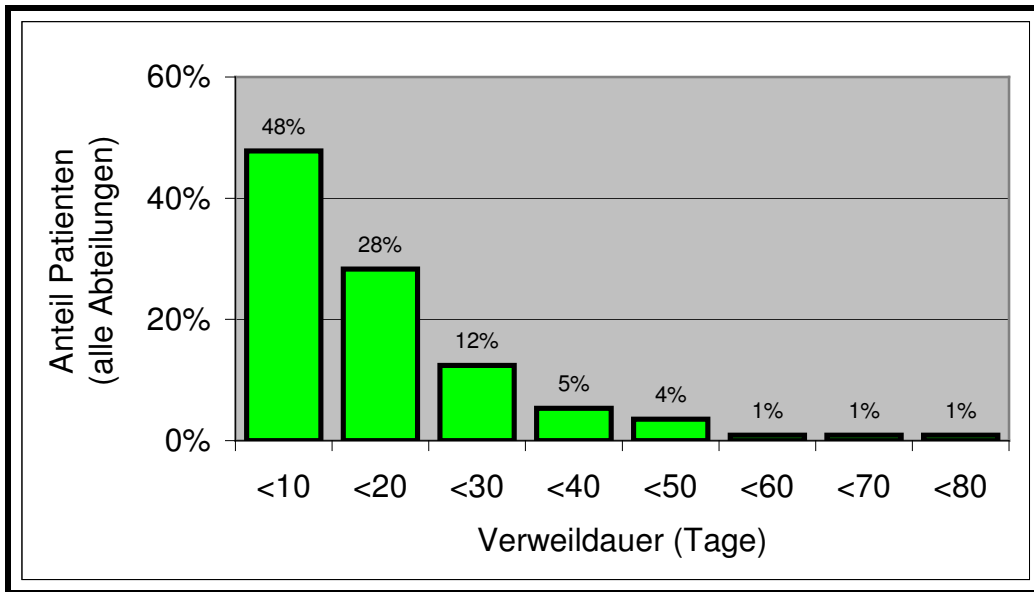


| | | Quartile | | | Min | Max | Mittel | Std. Dev. |
|--------|------|----------|--------|------|-----|-----|--------|-----------|
| | | 25% | Median | 75% | | | | |
| Alle | Tage | 2 | 6 | 13,2 | 1 | 52 | 9,2 | 9,7 |
| ACH | Tage | 2 | 4 | 14 | 1 | 38 | 8,4 | 8,5 |
| NCH | Tage | 4,8 | 9 | 19,3 | 1 | 45 | 12,9 | 10,9 |
| THG | Tage | 2 | 3,5 | 11 | 1 | 52 | 7,6 | 10,9 |
| Andere | Tage | 2 | 3 | 9,5 | 1 | 14 | 5,6 | 4,7 |

3.1.2.6. Verweildauer im UKT nach ITS

Nach der Entlassung von unserer ITS wurden unsere Patienten im Mittel noch 13 Tage (im Median 10 Tage) stationär im Klinikum versorgt. Die mittleren und medianen Verweildauern im UKT nach ITS betragen in der ACH 10,1 und 5,5 Tage, in der NCH 11,1 und 2 Tage und in der THG 16,9 und 12,5 Tage. In den anderen Abteilungen fanden wir 15 und 13,5 Tage.

Abb. 10: Verweildauer im UKT nach Entlassung von der ITS

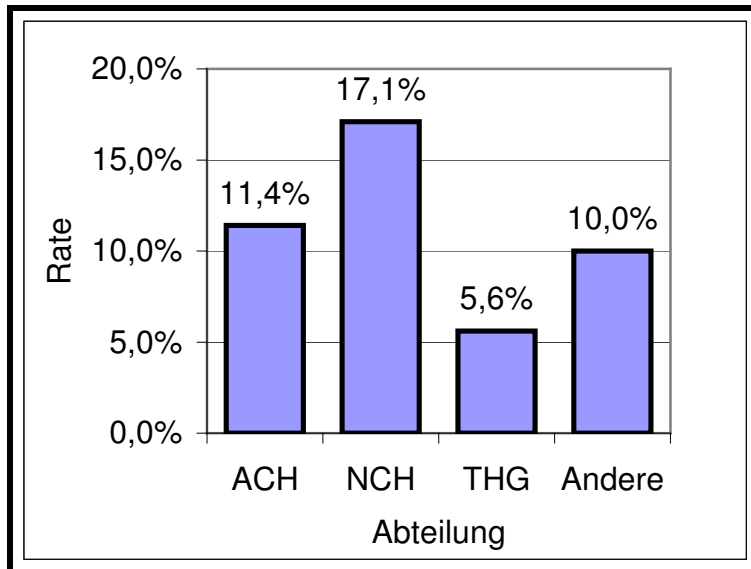


| | | Quartile | | | Min | Max | Mittel | Std. Dev. |
|--------|------|----------|--------|------|-----|-----|--------|-----------|
| | | 25% | Median | 75% | | | | |
| Alle | Tage | 1 | 10 | 19 | 0 | 72 | 13 | 14,2 |
| ACH | Tage | 0 | 5,5 | 15,8 | 0 | 66 | 10,1 | 14,4 |
| NCH | Tage | 0,5 | 2 | 20 | 0 | 72 | 11,1 | 15,9 |
| THG | Tage | 10 | 12,5 | 23,5 | 0 | 52 | 16,9 | 13 |
| Andere | Tage | 8,3 | 13,5 | 19 | 3 | 37 | 15 | 10,5 |

3.1.2.7. ITS-Mortalität

Von den 114 untersuchten Patienten, verstarben 13 auf der Intensivtherapiestation. Die ITS-Gesamtmortalität lag somit bei rund 11%. In den einzelnen Abteilungen war die Sterblichkeit folgende:

Abb. 11: Mortalität nach Abteilung



| Mortalität | | |
|------------|--------|-------|
| Abteilung | Anzahl | Rate |
| ACH | 4 | 11,4% |
| NCH | 6 | 17,1% |
| THG | 2 | 5,6% |
| Andere | 1 | 10,0% |
| Gesamt | 13 | 11,2% |

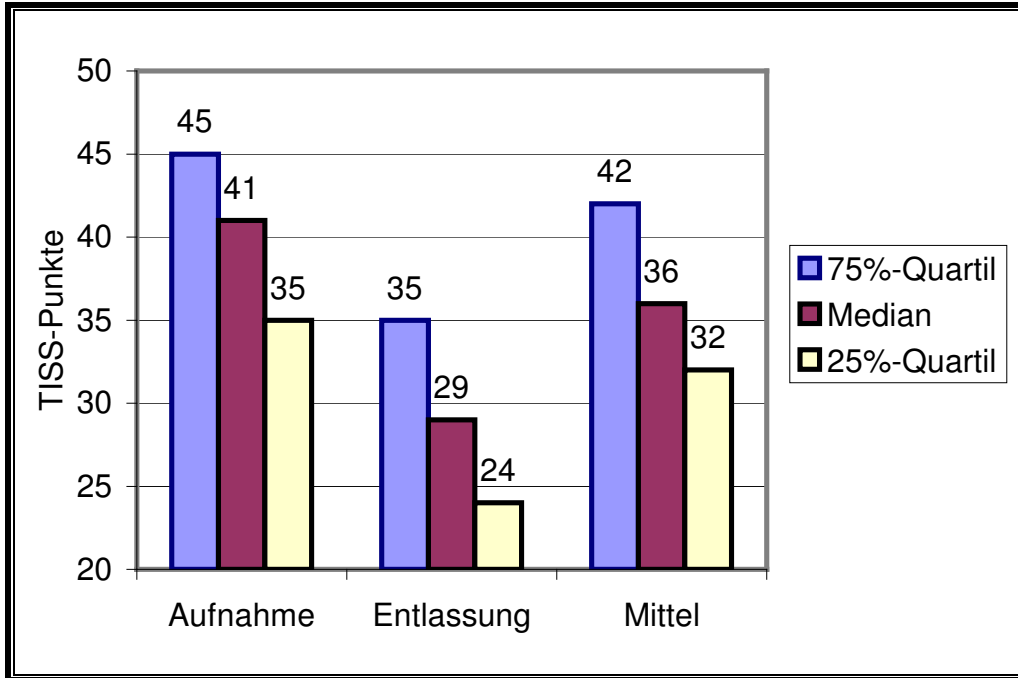
3.1.2.8. Beatmung

Die Beatmungszeit aller untersuchten Patienten auf der ITS lag bei insgesamt 17596 Stunden. Bei einer Gesamtpräsenzzeit von 25048 Stunden waren somit 70% der ITS-Verweilzeit Beatmungszeit. Über den gesamten Aufenthalt ergaben sich 154,4 Stunden Beatmungszeit pro Patient. Lediglich 8 Patienten (7%) waren zu keinem Zeitpunkt beatmet.

3.1.2.9. Scores

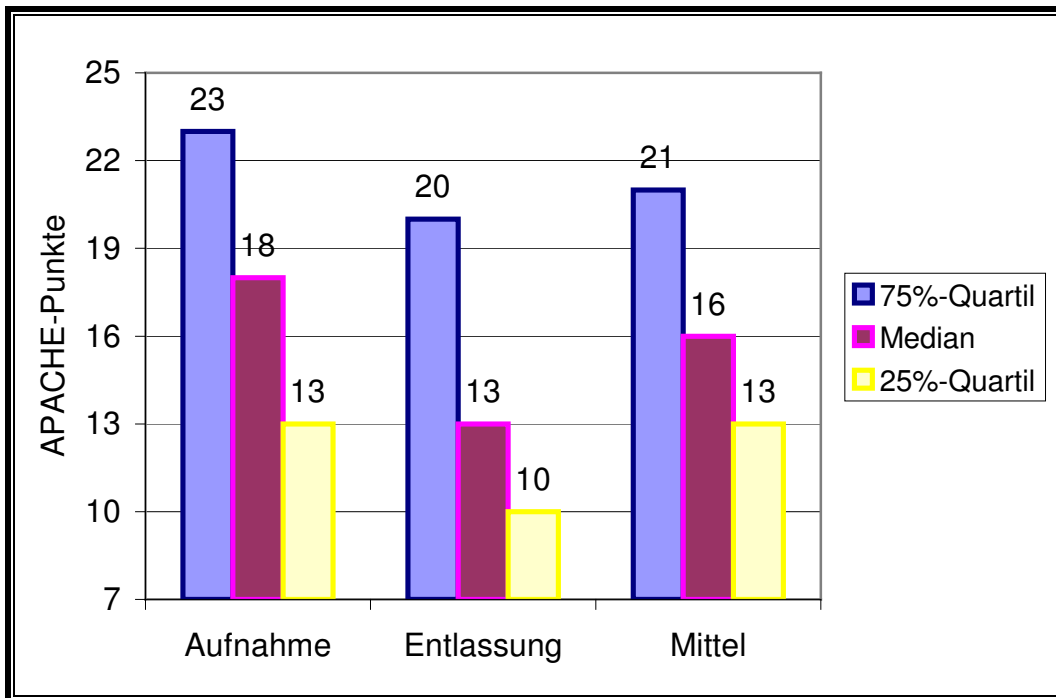
Die Abbildungen 12 bis 14 zeigen grafisch und tabellarisch den zeitlichen Verlauf von drei intensivmedizinischen Scores (TISS, APACHE-II, SAPS-II).

Abb. 12: Entwicklung der TISS-Werte über die Verweildauer



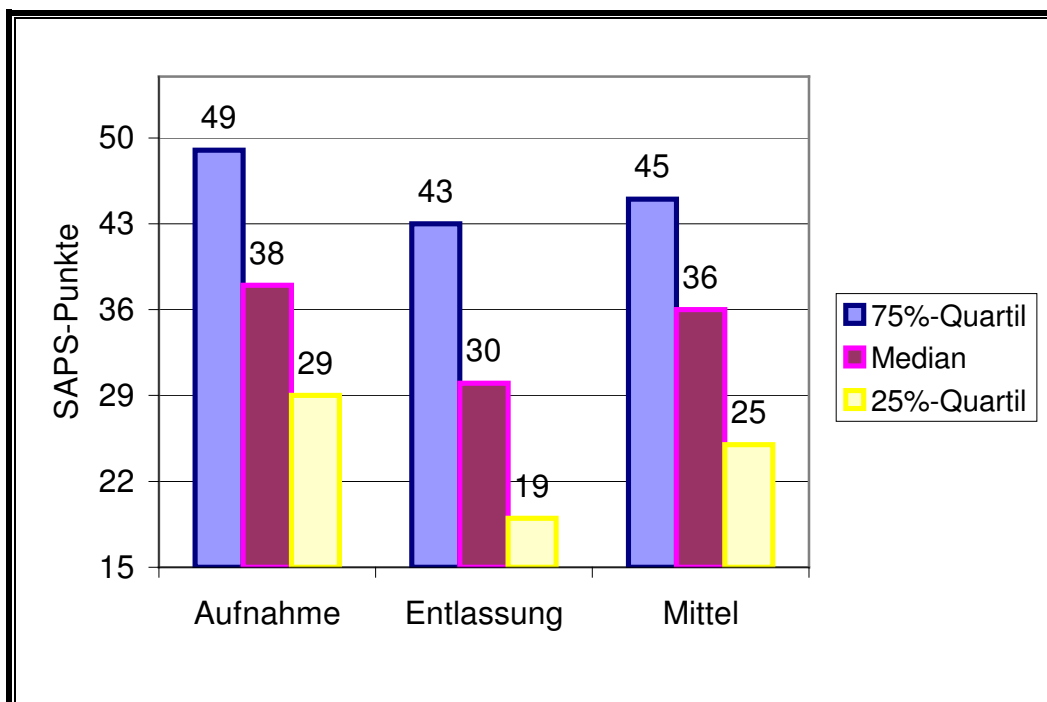
| | Aufnahme | Entlassung | Mittel |
|-------------|----------|------------|--------|
| 25%-Quartil | 35 | 24 | 32 |
| Median | 41 | 29 | 36 |
| 75%-Quartil | 45 | 35 | 42 |

Abb. 13: Entwicklung der APACHE II-Werte über die Verweildauer



| | Aufnahme | Entlassung | Mittel |
|-------------|----------|------------|--------|
| 25%-Quartil | 13 | 10 | 13 |
| Median | 18 | 13 | 16 |
| 75%-Quartil | 23 | 20 | 21 |

Abb. 14: Entwicklung der SAPS-Werte über die Verweildauer



| | Aufnahme | Entlassung | Mittel |
|-------------|----------|------------|--------|
| 25%-Quartil | 29 | 19 | 25 |
| Median | 38 | 30 | 36 |
| 75%-Quartil | 49 | 43 | 45 |

DIVI-COST-Prediktor Score

Unserer mittlerer Prediktor-Score betrug 474 Punkte. Die ihn zusammensetzenden Scores TISS-10 und SAPS II (ohne GCS als Parameter) betragen im Durchschnitt 147 Punkte, beziehungsweise 328 Punkte.

3.1.2.10. DRG-Unterteilung

Hauptdiagnosegruppe (MDC), 1. Unterteilung des DRG-Codes

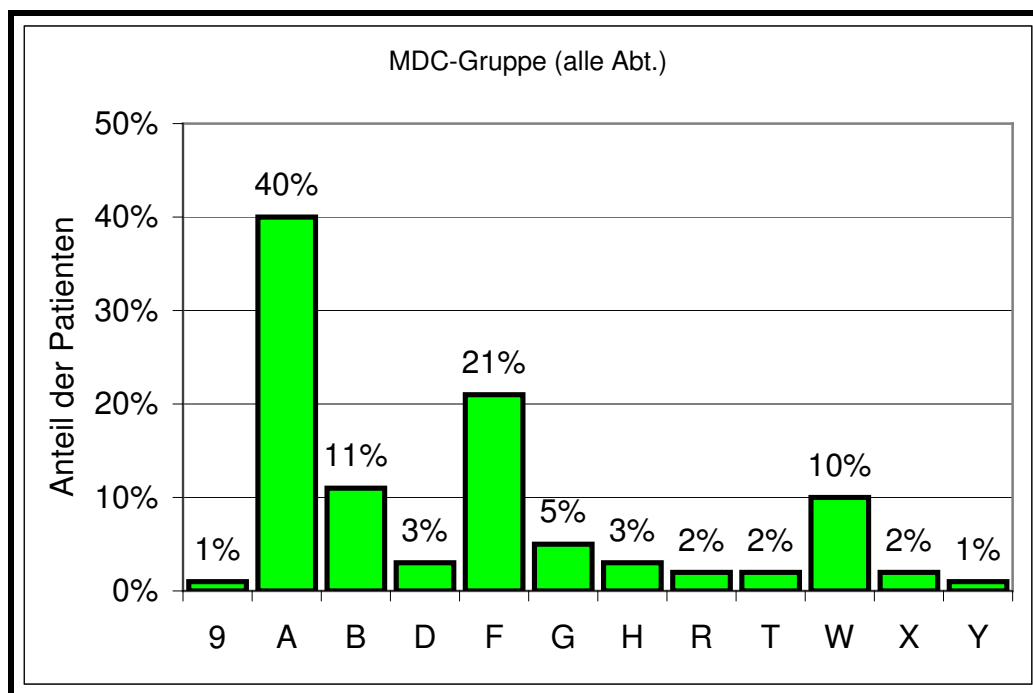
80% der Patienten gehörten einer der 4 Hauptdiagnosegruppen (oder MDC für Mean Diagnosis Category) A, F, B oder W an.

Auf die Gruppe A „Sonderfälle“ entfielen 40% der Patienten, auf die Gruppe F „Erkrankungen des Kreislaufsystems“ 21%, auf die Gruppe B „Erkrankungen des Nervensystems“ 11% und auf W „Verletzungen, Vergiftungen, toxische Arzneimittelfolgen in Verbindung mit Polytrauma“ ca. 10% der Fälle.

Die restlichen 20% wurden den Erkrankungen des Verdauungssystems (MDC G) (5%), des HNO-, Mund-, Kiefer-Bereichs (MDC D) (2,6%), den neoplastischen Erkrankungen (hämatopoietische und solide Neoplasmen, MDC R) (1,8%), und Infektionen und parasitäre Erkrankungen ohne HIV (MDC T) (1,8%) zugegliedert.

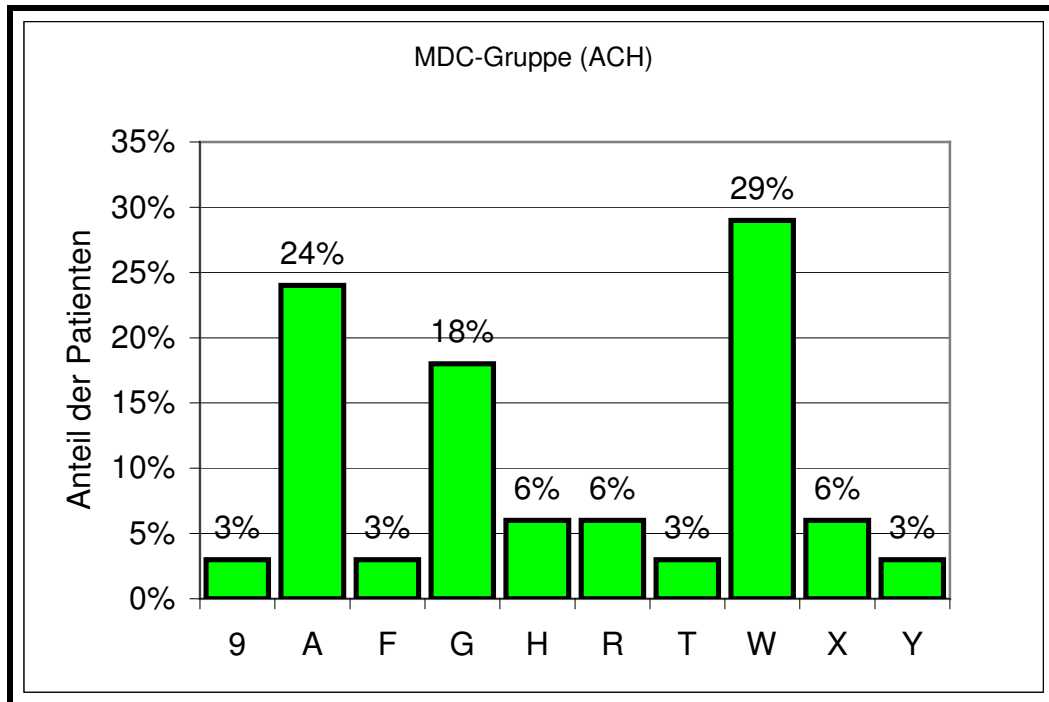
Abbildungen 15 bis 19 zeigen tabellarisch und grafisch die Aufteilung unserer Patienten in MDC-Gruppen.

Abb. 15: Patientenverteilung nach MDC-Gruppen (alle Abt.)



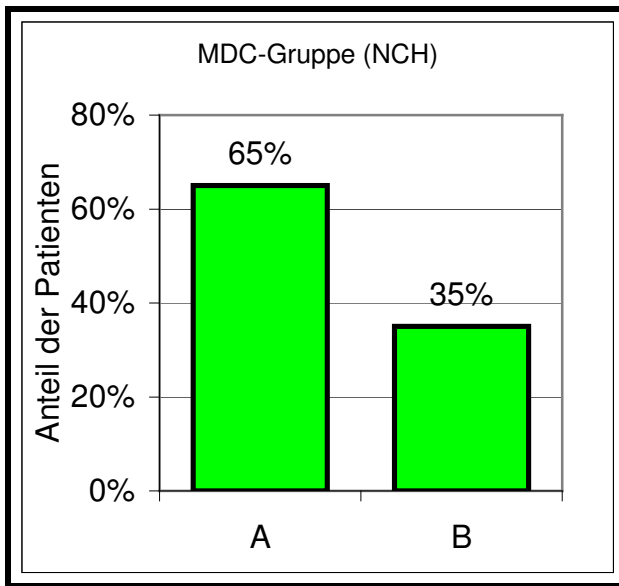
| MDC-Gruppe (alle Abt.) | Anzahl | Proportion | Inhalt |
|------------------------|--------|------------|---|
| 9 | 1 | 1% | Fehler-DRGs |
| A | 46 | 40% | Sonderfälle (Transplantationen, Tracheostomie) |
| B | 13 | 11% | Erkrankungen des Nervensystems |
| D | 3 | 3% | Erkrankungen im HNO-, Mund-, Kiefer-Bereich |
| F | 24 | 21% | Erkrankungen des Kreislaufsystems |
| G | 6 | 5% | Erkrankungen des Verdauungssystems |
| H | 3 | 3% | Erkrankungen von Leber, Gallenwegen, Pankreas |
| R | 2 | 2% | Neoplastische Erkrankungen (hämat. und solide NP) |
| T | 2 | 2% | Infektionen und parasitäre Erkrankungen ohne HIV |
| W | 11 | 10% | Polytrauma |
| X | 2 | 2% | Verletzungen, Vergiftungen, toxische Arzneimittelfolgen ohne Polytrauma |
| Y | 1 | 1% | Verbrennungen |

Abb. 16: Patientenverteilung nach MDC-Gruppen (ACH)



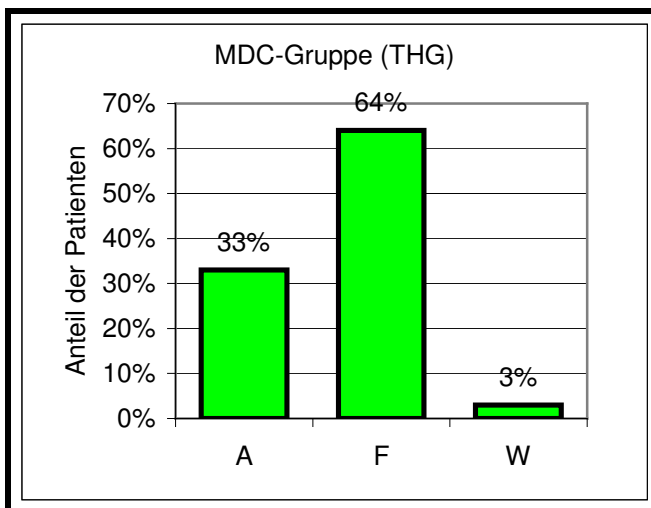
| MDC-Gruppe (ACH) | Anzahl | Proportion | Inhalt |
|------------------|--------|------------|---|
| 9 | 1 | 3% | Fehler-DRGs |
| A | 8 | 24% | Sonderfälle (Transplantationen, Tracheostomie) |
| F | 1 | 3% | Erkrankungen des Kreislaufsystems |
| G | 6 | 18% | Erkrankungen des Verdauungssystems |
| H | 2 | 6% | Erkrankungen von Leber, Gallenwegen, Pankreas |
| R | 2 | 6% | Neoplastische Erkrankungen (hämat. und solide NP) |
| T | 1 | 3% | Infektionen und parasitäre Erkrankungen ohne HIV |
| W | 10 | 29% | Polytrauma |
| X | 2 | 6% | Verletzungen, Vergiftungen, toxische Arzneimittelfolgen ohne Polytrauma |
| Y | 1 | 3% | Verbrennungen |

Abb. 17: Patientenverteilung nach MDC-Gruppen (NCH)



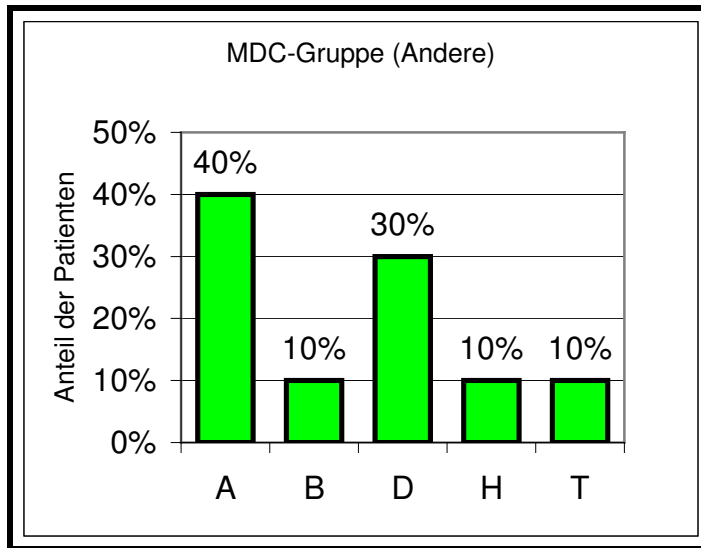
| MDC-Gruppe (NCH) | Anzahl | Proportion | Inhalt |
|------------------|--------|------------|--|
| A | 22 | 65% | Sonderfälle (Transplantationen, Tracheostomie) |
| B | 12 | 35% | Erkrankungen des Nervensystems |

Abb. 18: Patientenverteilung nach MDC-Gruppen (THG)



| MDC-Gruppe (THG) | Anzahl | Proportion | Inhalt |
|------------------|--------|------------|--|
| A | 12 | 33% | Sonderfälle (Transplantationen, Tracheostomie) |
| F | 23 | 64% | Erkrankungen des Kreislaufsystems |
| W | 1 | 3% | Polytrauma |

Abb. 19: Verteilung in den MDC-Gruppen (andere)



| MDC-Gruppe (Andere) | Anzahl | Proportion | Inhalt |
|---------------------|--------|------------|--|
| A | 4 | 40% | Sonderfälle (Transplantationen, Tracheostomie) |
| B | 1 | 10% | Erkrankungen des Nervensystems |
| D | 3 | 30% | Erkrankungen im HNO-, Mund-, Kiefer-Bereich |
| H | 1 | 10% | Erkrankungen von Leber, Gallenwegen, Pankreas |
| T | 1 | 10% | Infektionen und parasitäre Erkrankungen ohne HIV |

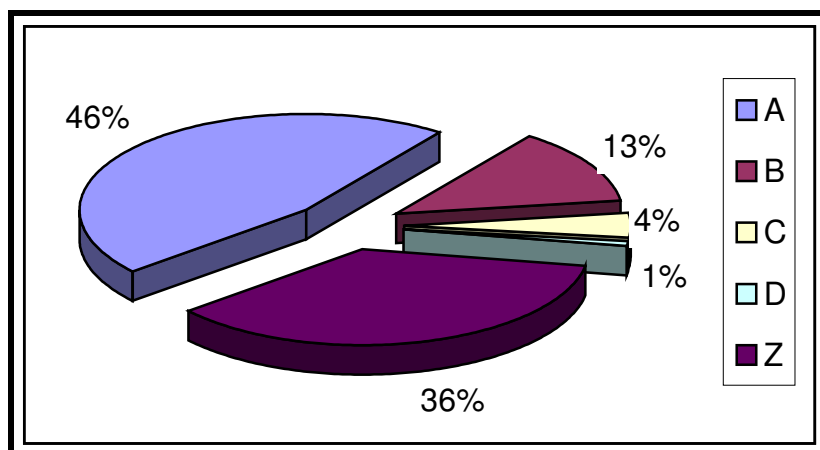
2. Unterteilung des DRG-Code

91 % der Patienten (104 Patienten) entsprachen einer operativen DRG. 9% (10 Patienten) waren einer medizinischen DRG zugeordnet. Hierunter befanden sich 3 Patienten mit einer Pathologie des Zentralen Nervensystems, 2 Patienten bei denen eine schwere Sepsis im Vordergrund stand und 2 Polytraumen.

3. Unterteilung: Ökonomischer Schweregrad im DRG

2004 haben viele DRGs keinen Split, das heißt keine Aufteilung nach ökonomischem Schweregrad, und enden mit dem Buchstaben "Z". In unserem Patientengut sind dies 36% der Patienten. Wenn ein Split vorhanden ist, dann waren unsere Patienten meist der Gruppe A mit höchstem Resourceverbrauch zugeordnet (71% der nicht Z-DRGs). Zu bemerken ist, dass bei den DRGs B02 (Kraniotomie, 9 Patienten) und W01 (Polytrauma mit maschineller Beatmung oder Kraniotomie, 9 Patienten) die Zuteilung zum ökonomischen Schweregrad A nur bei Frührehabilitation möglich ist, welche auf unserer ITS nicht durchgeführt wird. Deshalb waren diese entweder der Gruppe B (13 Patienten) oder C (5 nicht langzeitbeatmete Polytraumapatienten) zugeordnet. (siehe Abb. 20).

Abb. 20: Ökonomischer Schweregrad im DRG (3. Unterteilung im DRG-Code)

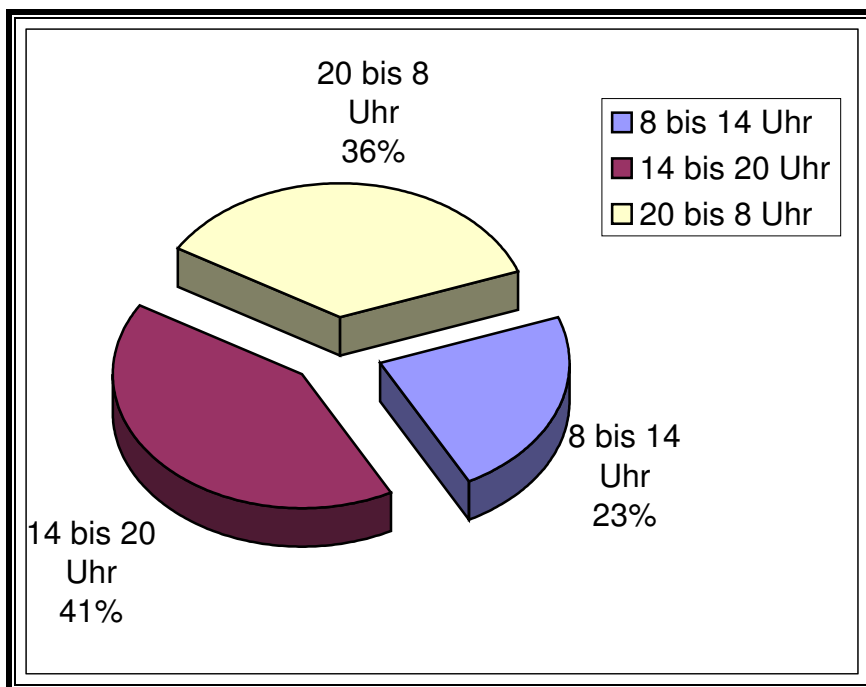


| Ökonomischer Schweregrad im DRG | | |
|---------------------------------|--------|------------|
| | Anzahl | Proportion |
| A | 52 | 46% |
| B | 15 | 13% |
| C | 5 | 4% |
| D | 1 | 1% |
| Z | 41 | 36% |

3.1.2.11. Uhrzeit Aufnahme ITS

Die meisten Patienten (41%) wurden am Nachmittag aufgenommen. Mehr als ein Drittel aller Aufnahmen fand am späten Abend und nachts statt (siehe Abb.21).

Abb. 21: Uhrzeit der Aufnahme auf die ITS

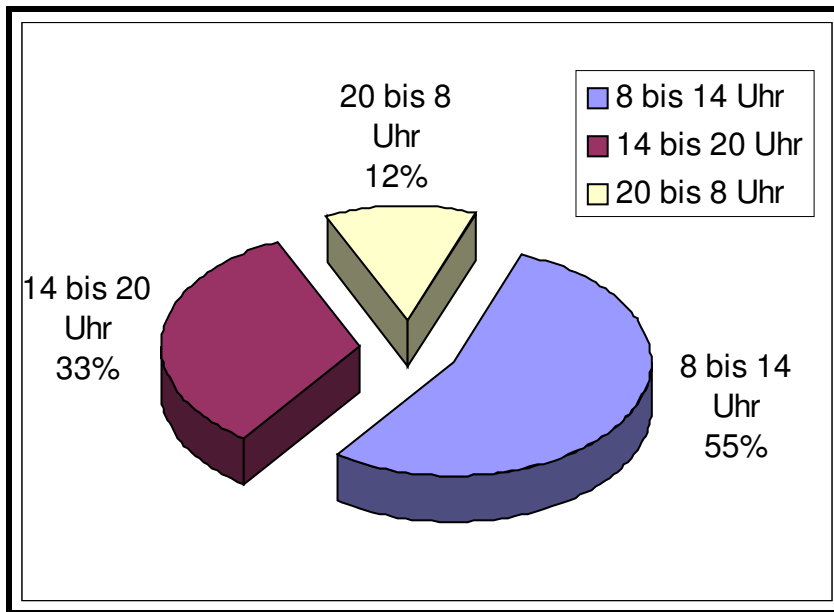


| Aufnahme-Uhrzeit | Anzahl Patienten | Proportion |
|------------------|------------------|------------|
| 8 bis 14 | 26 | 23% |
| 14 bis 20 | 47 | 41% |
| 20 bis 8 | 41 | 36% |

3.1.2.12. Uhrzeit Verlegung von ITS

Die Hälfte der Patienten (54%) wurde am Vormittag und Mittag verlegt, ein Drittel Nachmittags. Nächtliche Verlegungen betrafen 12% unserer Intensivpatienten.

Abb. 22: Uhrzeit der Verlegung von ITS



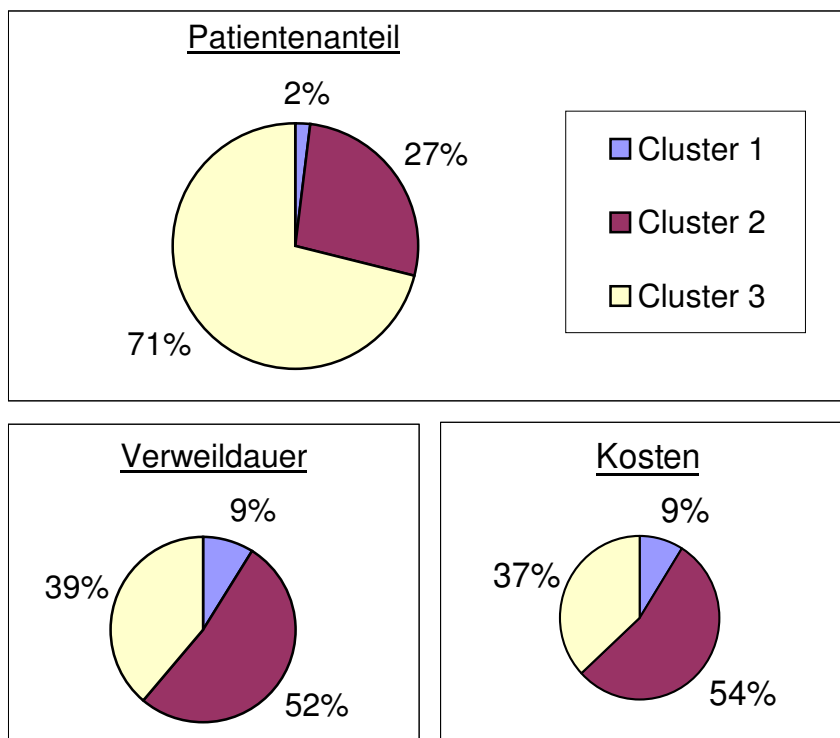
| Aufnahme-Uhrzeit | Anzahl Patienten | Proportion |
|------------------|------------------|------------|
| 8 bis 14 | 62 | 54% |
| 14 bis 20 | 38 | 33% |
| 20 bis 8 | 14 | 12% |

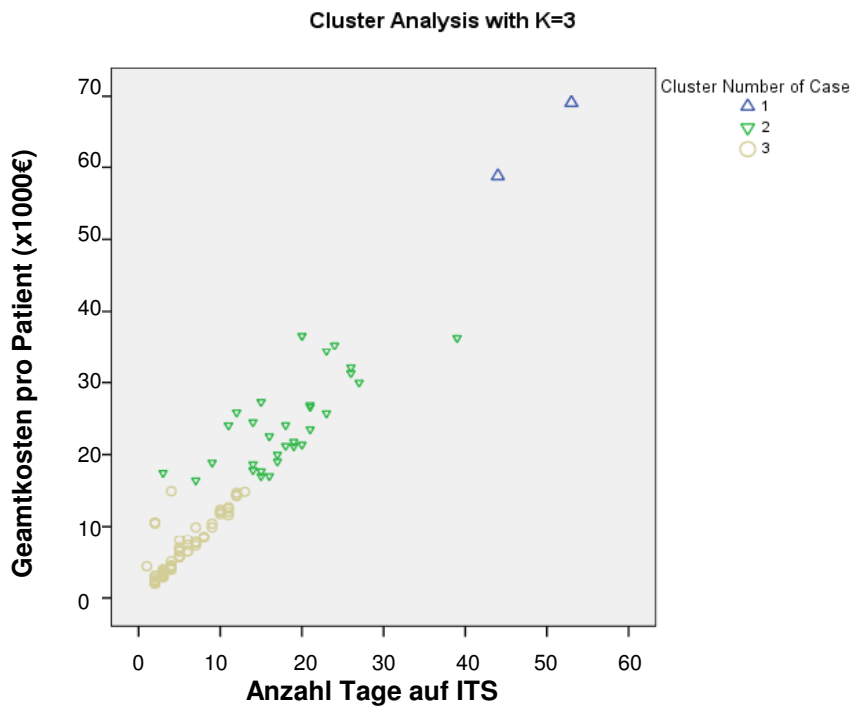
3.2. Analytische Statistik

3.2.1. Cluster Analyse bezüglich Kosten und Verweildauer

Cluster 1 beinhaltete 2% der Patienten, und entsprach ca. 10% der Gesamtkosten und 10% der Gesamt-ITS-Verweildauer. Cluster 2 regruppierete ca. ein Viertel aller Patienten, welche ca. die Hälfte der Gesamtkosten und Gesamtverweildauer verursachten. Rund zwei Drittel der Patienten befanden sich in Cluster 3, benötigten jedoch lediglich ein Drittel der Gesamtkosten und der Gesamtbehandlungszeit. Von den Gesamtkosten her, war ein Cluster-1-Patient zehn mal teurer als ein Cluster-3-Patient, und fast drei mal teurer als ein Cluster-2-Patient. Die mittleren Gesamtkosten pro Fall betragen clusterübergreifend 12317 €. Ein ITS-Behandlungstag kostete clusterübergreifend durchschnittlich 1374 ± 816 (min. 931 –max. 5819) €. Abb. 23 resümiert diese Resultate.

Abb. 23: Cluster Analyse bezüglich Kosten und Verweildauer





Werte pro Cluster: *insgesamt*

| | Anzahl Fälle (%) | Gesamtkosten, € (%) | Gesamt ITS-Verweildauer, Tage |
|------------|------------------|---------------------|-------------------------------|
| Alle Fälle | 113 (100%) | 1'391'816 (100%) | 1'077 (100%) |
| Cluster 1 | 2 (2%) | 127'883 (9%) | 97 (9%) |
| Cluster 2 | 31 (27%) | 752'662 (54%) | 560 (52%) |
| Cluster 3 | 80 (71%) | 511'271 (37%) | 420 (39%) |

Im Mittel 1374 ± 816 (min. 931 –max. 5819) € pro ITS-Behandlungstag.

Werte pro Cluster: *fallbezogen*

| | Anzahl Fälle (%) | Mittlere Gesamtkosten pro Fall \pm SD, € | ITS-Verweildauer pro Fall, Tage Mittel, Median, (min / max) | | |
|------------|------------------|--|--|----|-----------|
| Alle Fälle | 113 | $12'317 \pm 11'542$ | 10 | 6 | (1 / 53) |
| Cluster 1 | 2 (2%) | $63'941 \pm 7'285$ | 49 | 49 | (44 / 53) |
| Cluster 2 | 31 (27%) | $24'279 \pm 6'145$ | 18 | 18 | (3 / 39) |
| Cluster 3 | 80 (71%) | $6'391 \pm 3'830$ | 5 | 4 | (1 / 13) |

3.2.2. Korrelation zwischen Kosten und IKB

Abbildung 24 veranschaulicht die Beziehung zwischen Predictor Score und Gesamtkosten. Der Korrelationskoeffizient nach Spearman betrug in der von uns untersuchten Gruppe auf der anaesthesiologischen ITS des UKT 0,89, und ist damit etwas besser als in der Gesamt-COSt-Studie, in der er 0,84 betrug. Man sieht in Abb. 25, dass der originale, vollständige TISS-Score besser, der originale, vollständige SAPS-Score schlechter mit den Kosten korreliert, als der komposite Predictor Score. Die Unterschiede sind jedoch vernachlässigbar, und die Vorteile des Predictor Scores bei der Praktikabilität überwiegen.

Abb. 24: Grafik: Predictor Score in Abhängigkeit der Gesamtkosten

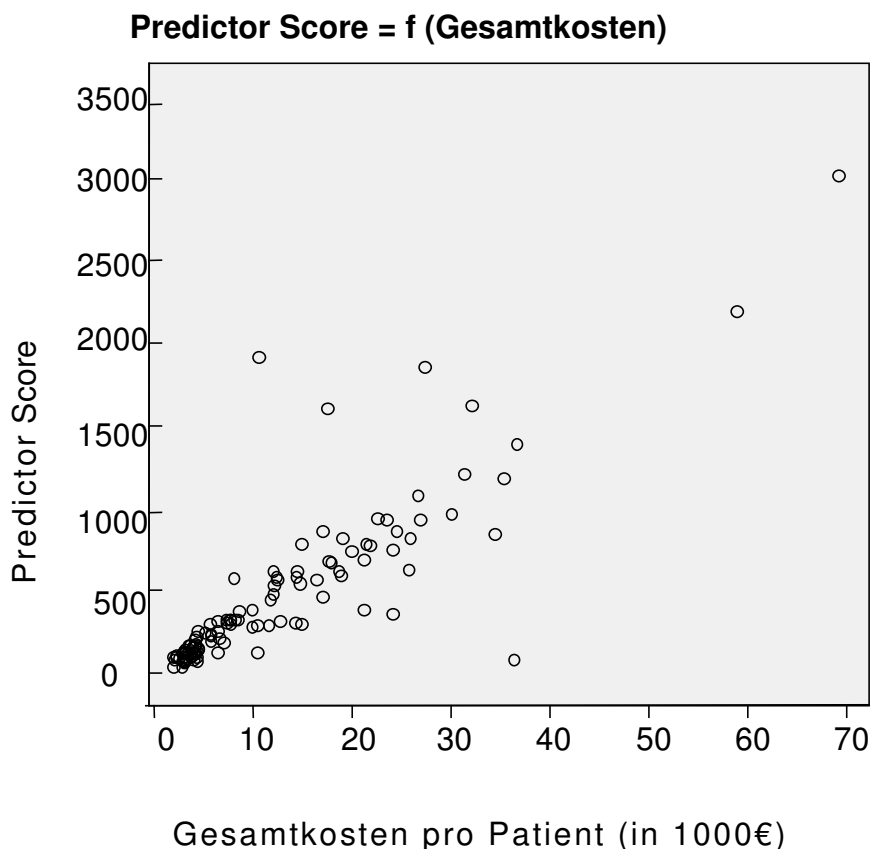


Abb. 25: Korrelationen verschiedener „severity of illness“-Scores mit ITS Gesamtkosten

(Spearman) Korrelationen: Scores vs. direkte ITS Gesamtkosten (variable & fixe Kosten); alle Korrelationen sind signifikant (0.01 level, 2-tailed)

| Verwendeter Score | COST-Gesamt-Studie (2'983 Patienten aus 14 ITS) | Tübinger COST- Patienten (113 Patienten aus 1 ITS) |
|--|---|---|
| Total SAPS II a) | 0.829 | 0.874 |
| Total TISS b) | 0.866 | 0.912 |
| Total TISS plus SAPS II | 0.871 | 0.900 |
| Total SAPS II ohne GCS c) | 0.817 | 0.870 |
| Total TISS plus total SAPS II ohne GCS | 0.867 | 0.902 |
| Core 10 TISS d) | 0.781 | 0.890 |
| Total SAPS II plus Core 10 TISS | 0.846 | 0.891 |
| Predictor Score (Total SAPS II w/o GCS plus Core 10 TISS) | 0.838 | 0.891 |

Erläuterungen:

- a) Total SAPS II: Schweregradscore SAPS II, täglich gemessen und über die ITS-Liegedauer aufsummiert
- b) Total TISS: Leistungsscore TISS-28
- c) w/o GCS: SAPS II ohne Glasgow Coma Scale (da bei sedierten Patienten unsicher zu bestimmen)
- d) Core 10 TISS: 10 aufwändige Leistungen aus dem TISS-Katalog:
- Apparative Beatmung
 - Infusion multipler Katecholamine
 - Flüssigkeitsersatz in hohen Mengen
 - Peripherer arterieller Katheter
 - Linksvorhof-Katheter / Pulmonalis-Katheter
 - Hämofiltration / Dialyse
 - Intrakranielle Druckmessung
 - Behandlung einer metabolischen Azidose / Alkalose
 - Multiple Aktionen innerhalb der ITS
 - Aktionen außerhalb der Station (Diagnostik/Operation)

3.3. Beobachterbedingte Variabilität der Datenerfassung

Die Medianwerte der Differenzen zwischen den Daten unseres Studienkollektivs und den Daten der ITS A5N/O bezüglich der gleichen Behandlungsfälle betragen beim Alter -0,42 Jahre, bei der Verweildauer und der Beatmungsdauer je 0,00 Tage, bzw. Stunden, beim APACHE II in den ersten 24 St. 1,00 Punkt, beim SAPS über die ersten 24 St. 2,50 Punkte, beim über die gesamte Verweildauer aufsummierten TISS -18,00 Punkte. In 2 Fällen waren die Geschlechter im Stationskollektiv falsch dokumentiert. Die Übereinstimmung bei der Mortalität war 100%ig. (siehe Abb. 26).

Abb. 26: Medianwerte der Differenzen zw. Stichprobe und Gesamtheit bei identischen Patienten

| COSSt-A5N_O | Alter | Verweildauer | Beatmung | Apache | SAPS | TISS_sum |
|---|--------------|---------------------|-----------------|---------------|-------------|-----------------|
| <i>Medianwerte der Differenzen</i> | <i>-0,42</i> | <i>0,00</i> | <i>0,00</i> | <i>1,00</i> | <i>2,50</i> | <i>-18,00</i> |

3.4. Repräsentativität des erhobenen Patientenkollektivs

3.4.1. Resultate nach Abteilung

Folgende Tabellen (Abb. 27-30) geben abteilungsgetreunt die Medianwerte (in Klammern die Quartile) der Vergleichsvariablen in Stichprobe und Gesamtkollektiv an.

Legende der Tabellen:

- „Geschlecht M/W“: Verhältnis männlich/weiblich.
- „Mortalität“: tatsächliche Mortalität in beiden Gruppen.
- „Alter“: selbsterklärend.
- „Verweildauer“: Differenz Entlassungsdatum – Aufnahmedatum (der Verlegetag wird so für die Verweildauer nicht berücksichtigt).
- „Beatmungsdauer_ges.LOS“: Summe der täglichen Beatmungszeiten eines Behandlungsfalles.
- „APACHE (1. 24 St)“: APACHE-II-Wert des ersten Behandlungstages, d.h. von der Aufnahme bis 24Uhr.

- „SAPS (1. 24 St)“: SAPS-II-Wert des ersten Behandlungstages, d.h. von der Aufnahme bis 24Uhr.
- „TISS_SUM_gesamteLOS“: Summe der täglichen TISS-Werte eines Behandlungsfalles.

Abb. 27: Medianwerte (und IQR) der Vergleichsvariablen aus Stichprobe und Gesamtheit bei verschiedenen Patienten

| Allgemeinchirurgische Patienten | | Einheit (ggf) | COST | A5N_O |
|--|------------------------|---------------|----------------|---------------|
| Medianwerte (Interquartilen Range) | Geschlecht M/W | | 1,6 | 1,5 |
| | Mortalität | | 11,8% | 9,6% |
| | Alter | Jahre | 63 (38-71) | 64 (48-78) |
| | Verweildauer | Tage | 4,0 (2,0-14,0) | 4,0 (2,0-9,0) |
| | Beatmungsdauer_ges.LOS | Stunden | 51 (1-238) | 31 (5-143) |
| | APACHE (1. 24 St) | Punkte | 17,5 (13-22) | 15 (12-18) |
| | SAPS (1. 24 St) | Punkte | 35 (26-50) | 31 (22-40) |
| | TISS_SUM_gesamteLOS | Punkte | 204 (101-520) | 258 (133-507) |

(Mittlere Verweildauer: 8,4 Tage)

Abb. 28:

| Neurochirurgische Patienten | | Einheit (ggf) | COST | A5N_O |
|--|------------------------|---------------|----------------|----------------|
| Medianwerte (Interquartilen Range) | Geschlecht M/W | | 1,1 | 1,2 |
| | Mortalität | | 17,6% | 9,3% |
| | Alter | Jahre | 61 (49-74) | 56 (44-68) |
| | Verweildauer | Tage | 9,0 (4,8-19,3) | 9,0 (3,0-21,0) |
| | Beatmungsdauer_ges.LOS | Stunden | 158 (63-354) | 113 (27-421) |
| | APACHE (1. 24 St) | Punkte | 21 (18-24) | 18 (12-23) |
| | SAPS (1. 24 St) | Punkte | 48 (40-55) | 35 (24-46) |
| | TISS_SUM_gesamteLOS | Punkte | 382 (208-654) | 439 (193-1003) |

(Mittlere Verweildauer: 12,9 Tage)

Abb. 29:

| |
|---|
| Thorax-Herz-Gefäßchirurgische Patienten |
|---|

| | | Einheit (ggf) | COS _t | A5N _O |
|--|------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Medianwerte (Interquartilen Range) | Geschlecht M/W | | 2,0 | 1,7 |
| | Mortalität | | 5,9% | 7,5% |
| | Alter | Jahre | 72 (60-76) | 69 (60-76) |
| | Verweildauer | Tage | 3,5 (2,0-11,0) | 2,0 (1,0-4,0) |
| | Beatmungsdauer_ges.LOS | Stunden | 34 (14-173) | 15 (9-60) |
| | APACHE (1. 24 St) | Punkte | 15 (12-22) | 16 (13-19) |
| | SAPS (1. 24 St) | Punkte | 34 (29-41) | 28 (22-36) |
| | TISS_SUM_gesamteLOS | Punkte | 188 (117-450) | 186 (117-321) |

(Mittlere Verweildauer: 7,6 Tage)

Abb.30:

| |
|------------------|
| Andere Patienten |
|------------------|

| | | Einheit (ggf) | COS _t | A5N _O |
|--|------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Medianwerte (Interquartilen Range) | Geschlecht M/W | | 1,0 | 1,9 |
| | Mortalität | | 10,0% | 4,3% |
| | Alter | Jahre | 58 (44-69) | 65,1 (52-73) |
| | Verweildauer | Tage | 3,0 (2,0-9,5) | 3,0 (2,0-5,0) |
| | Beatmungsdauer_ges.LOS | Stunden | 36 (8-165) | 23 (9-63) |
| | APACHE (1. 24 St) | Punkte | 15 (12-26) | 14 (11-18) |
| | SAPS (1. 24 St) | Punkte | 32 (21-47) | 26 (19-36) |
| | TISS_SUM_gesamteLOS | Punkte | 118 (71-426) | 158 (108-320) |

(Mittlere Verweildauer: 5,6 Tage)

3.4.2. Statistische Tests

Die Tabellen aus Abbildung 31 stellen die p-Werte der Vergleichsparameter in aufsteigender Reihenfolge dar, sowie die α -Werte nach Bonferroni-Holm:

Abb. 31: p- und α -Werte

Erläuterungen:

Bei Geschlecht und Sterblichkeit: 2-tailed Fisher's exact test

Bei anderen Parametern: Wilcoxon-Test (Chisquare Approximation)

Schattiert: $p < \alpha$, also Unterschied nach Bonferroni-Holm-Korrektur signifikant

Umrahmt: $p < 0,05$, aber nach der Bonferroni-Holm-Korrektur nicht mehr als signifikant angesehen.

| Abt | Variable | p-Wert | α -Wert |
|-----|--------------|--------|----------------|
| ACH | SAPS | 0,062 | 0,006 |
| ACH | APACHE | 0,103 | 0,007 |
| ACH | TISS_Sum | 0,300 | 0,008 |
| ACH | Alter | 0,305 | 0,010 |
| ACH | Verweildauer | 0,598 | 0,013 |
| ACH | Mortalität | 0,748 | 0,017 |
| ACH | Beatmung | 0,763 | 0,025 |
| ACH | Geschlecht | 1,000 | 0,050 |

| Abt | Variable | p-Wert | α -Wert |
|-----|--------------|--------|----------------|
| NCH | SAPS | 0,000 | 0,006 |
| NCH | APACHE | 0,004 | 0,007 |
| NCH | Alter | 0,212 | 0,008 |
| NCH | Mortalität | 0,216 | 0,010 |
| NCH | Beatmung | 0,245 | 0,013 |
| NCH | TISS_Sum | 0,387 | 0,017 |
| NCH | Verweildauer | 0,624 | 0,025 |
| NCH | Geschlecht | 1,000 | 0,050 |

| Abt | Variable | p-Wert | α -Wert |
|-----|--------------|--------|----------------|
| THG | SAPS | 0,002 | 0,006 |
| THG | Beatmung | 0,002 | 0,007 |
| THG | Verweildauer | 0,011 | 0,008 |
| THG | TISS_Sum | 0,475 | 0,010 |
| THG | Geschlecht | 0,713 | 0,013 |
| THG | Alter | 0,763 | 0,017 |
| THG | APACHE | 0,923 | 0,025 |
| THG | Mortalität | 1,000 | 0,050 |

| Abt | Variable | p-Wert | α -Wert |
|--------|--------------|--------|----------------|
| Andere | SAPS | 0,262 | 0,006 |
| Andere | Alter | 0,270 | 0,007 |
| Andere | APACHE | 0,320 | 0,008 |
| Andere | Geschlecht | 0,324 | 0,010 |
| Andere | TISS_Sum | 0,385 | 0,013 |
| Andere | Mortalität | 0,389 | 0,017 |
| Andere | Verweildauer | 0,504 | 0,025 |
| Andere | Beatmung | 0,562 | 0,050 |

4. Diskussion

4.1. Methodik

4.1.1. Allgemeines

Bislang gibt es nur einzelne monozentrische Studien [54, 110], mit denen die patienten- bzw. diagnosebezogenen Kosten der Intensivbehandlung in Deutschland erfasst wurden. Eine genaue Kenntnis der Leistungs- und Kostenbeziehungen ist aber unerlässlich für eine „evidenz-basierte“ Implementierung eines leistungsgerechten Vergütungssystems der Intensivtherapie. Idealerweise werden zur fallbezogenen Kostenermittlung alle Kostenarten (Personal, Material, Overheads) prospektiv bottom-up, von jedem Patienten ausgehend bestimmt.

Die Gemeinkosten (Overheads) beinhalten Aufwendungen für langfristige Wirtschaftsgüter wie Infrastruktur und Mobiliar, sowie für klinikfernes Personal (Technik, Reinigung, Küche, Wäscherei, etc.). Diese Kostenart ist weitgehend fallunabhängig und kann somit grundsätzlich pauschal pro Behandlungstag oder pro Behandlungsstunde („top-down“) verrechnet werden. Die Overheads verursachen etwa 15% der ITS-Kosten [98, 115]. Es besteht die Möglichkeit, dass die Göttinger Gemeinkosten mit 97,46€/Pflegetag unter den unseren liegen. Weiss et al. [115] z.B. rechneten mit einem Betrag von ca. 200€/Tag. Da der genaue Wert uns aber nicht zur Verfügung stand, haben wir uns für die konservativere Variante Göttingens entschieden.

Es ist prinzipiell möglich die Personalkosten fallbezogen zu ermitteln [115]. Weil die meisten Intensivstationen kein spezielles Programm (z.B. GISI [75] oder LEP [94]) zur Erhebung der patientenbezogenen Personalbeschäftigung besitzen, und auch die Personalkosteneinschätzung über den TISS [78, 96] sich nicht durchgesetzt hat, beruhen die meisten Studien zur Behandlungskostenermittlung bei den Personalkosten von Pflege und

ärztlichem Dienst auf einer top-down Methodik [54, 97, 110, 98, 75, 58]. Für diese haben auch wir uns entschieden (siehe 2.4.2.).

Als variable Kosten wurden die Verbrauchsgüter wie in Kapitel 2.4.1. beschrieben ermittelt.

4.1.2. Randomisierung

Es war zeitlich und organisatorisch nicht möglich alle 24 Betten der ITS täglich abzubilden. Aus diesem Grund wurden alle Patienten von lediglich 10 randomisierten Intensivbetten eingeschlossen. Diese Bettenzahl entsprach den realen Möglichkeiten zur täglichen Datenerfassung. Ohne eine solche Randomisierung hätten wir eine nicht-repräsentative Selektion von „Langliegern“ ermittelt. Da die Patientenakten nur 2 Wochen nach Verlegung des Patienten in Care-Vue abrufbar blieben, war ein retrospektiver Abbau des Erfassungstaus nicht möglich.

Auf unserer ITS sind alle Plätze gleichartig und die Vergabe der Betten erfolgt gleichmäßig über die ganze Station verteilt. Jediglich die isolationspflichtigen Patienten werden spezifisch in einem der vier 2-Bettzimmer untergebracht. Um also einen Selektionsfehler hinsichtlich der kostenintensiven Isolation zu vermeiden, wurde so weit wie möglich das Verhältnis der 2-Bettzimmerplätze zu den 4-Bettzimmerplätzen auf unserer ITS (8 zu 16) in den 10 untersuchten Bettenplätzen beibehalten. Von den 10 in der Studie berücksichtigten Betten kamen 4 aus den 2-Bettzimmern, 6 aus den 4-Bettzimmern.

4.1.3. Dokumentation des Ressourcenverbrauchs

In das Datenerfassungsprogramm CareVue, unsere Datenquelle, werden lediglich die tatsächlich verabreichten Mengen eingetragen. Medikamente und Verbrauchsgüter welche zwar angebrochen oder bereitgestellt wurden, aber nicht tatsächlich verabreicht wurden, gehen somit für die Kostenberechnung verloren. Hierdurch werden die realen Kosten unterdokumentiert. Es ist schwer

einzuschätzen wie hoch diese Art von Vorhaltekosten sind. Beeinflussende Faktoren sind rationeller Umgang der jeweiligen Mitarbeiter mit Verbrauchsgütern (z.B. Verteilen des Inhaltes einer Ampulle auf zwei Spritzen und zwei Patienten wenn voraussehbar ist, dass die gesamte Menge nicht gebraucht werden wird), und die Aufmachung des Medikamentes (d.h. je angepasster die Menge des Arzneimittels in einer Verbrauchseinheit an den Bedarf ist, umso kosteneffizienter ist es). Die Erfassung der verworfenen Verbrauchsgüter wäre nur sehr zeitnah möglich, sehr aufwändig und somit auch sehr fehleranfällig.

4.1.4. Dokumentation der Scores

Bei der Erhebung der Scores waren wir ebenfalls abhängig von der Richtigkeit der Abbildung im EDV-Dokumentationssystem CareVue. Welches sind die möglichen Fehlerquellen?

Die physiologischen Werte der Patienten, wie Monitoringsparameter (Herzfrequenz, Blutdruck, SaO₂, etc.) und Laborparameter werden automatisch in CareVue gesammelt. Diese Werte werden jedoch nicht kontinuierlich abgespeichert, sondern zu festgelegten Intervallzeiten. Bei den Scores soll aber der schlechteste Wert innerhalb von 24 St. eingetragen werden. Es besteht also die Möglichkeit, dass dieser Wert verloren geht, weil er kürzer andauerte als die Erhebungsintervalle. An jedem Verweiltag und für jeden Patienten wurde dann der schlechteste Wert manuell ermittelt. Hierbei bestand ein gewisses Risiko, dass Werte nicht korrekt erfasst wurden.

Auch bei der Erhebung der Verbrauchsgüter und Leistungen kann es zum Übersehen von Einträgen oder Doppeldokumentationen kommen.

Eine Studie zeigte, dass höhere Datenerfassungsfrequenzen (über das Patienten-Monitoring oder über Laboruntersuchungen) höhere APACHE II und SAPS II ergeben [91]. Intensivtherapiestationen mit niedrigen

Datenerfassungsfrequenzen können so möglicherweise falsch niedrige Scores aufweisen.

Eine Reihe von Scoringparameter sind interpretationsanfällig. Bei den physiologie-basierten Scores APACHE und SAPS sind es vor allem der Aufnahmemodus, die Beurteilung des Glasgow Coma Score [47, 60, 33, 4], des Vorliegens einer schweren Organinsuffizienz oder einer Immunosuppression. Beim TISS handelt es sich um die Definition der scoringrelevanten Interventionen. Im Zweifelsfall wurde der Einzelfall mit einem Oberarzt oder –ärztin geklärt.

Da das Scoring einerseits im Rahmen dieser Studie und andererseits in CareVue unabhängig erfolgte, bietet der Vergleich beider Werte beim gleichen Patienten eine Rückschluss auf die Scoringqualität. Vor allem die interindividuelle Reproduzierbarkeit ist mit diesem Vergleich beurteilbar. Mehr hierzu im nächsten Abschnitt.

4.2. Deskriptive Statistik

4.2.1. Alter und Geschlecht

Die Geschlechterverteilung in unserer Studie deckt sich mit der bevölkerungsbezogenen Erhebung zur intensivmedizinischen Versorgung im Saarland durch Feldmann et al. 2003 [102]. Bei uns lag das Medianalter bei 65. An den saarländischen operativen, universitären ITS fanden Feldmann et al. ebenfalls 65 Jahre. Bei uns lag das Alter der Männer im Median 3,5 Jahre niedriger als das der Frauen. In der Gesamt-DIVI-COST-Studie lag dieser Altersunterschied bei 4 Jahren im Mittel. Feldmann et al. fanden einen solchen Unterschied nur auf interdisziplinären und konservativen ITS.

4.2.2. Verweildauer der Patienten

Bei stundengenauer Berechnung der Präsenzzeit ergab sich bei unseren 114 Patienten eine um neun Tage geringere Gesamtverweildauer als bei der üblichen tagesbezogenen Berechnung. Das entspricht einem Unterschied von lediglich 1,9 Stunden pro Patientenaufenthalt. Dieser Umstand wurde auch durch Feldmann et al. diskutiert [102]. In dieser Studie wurde die Verweildauer während der Intensivperiode auf Minutenbasis exakt erfasst. Mit steigenden Versorgungstagen verringerte sich der Unterschied zwischen erfassten Versorgungstagen und der exakten Verweildauer auf Minutenbasis.

Wir beobachten im Allgemeinen kleinere Median- als Mittelwerte bei der Verweildauer der Patienten sowohl auf der ITS als auch im UKT nach Entlassung von ITS. Dies erklärt sich durch die asymmetrische, exponentielle Verteilung der Verweildauern (siehe Histogramme der Verweildauern unter 3.2.2.5. und 3.2.2.6.). Besonders fällt dies bei den neurochirurgischen Patienten auf, die nach der Verlegung von unserer ITS im Median nur 2 Tage stationär im Klinikum versorgt werden, im Mittel aber 11,1 Tage. Der Medianwert erklärt sich dadurch, daß viele Patienten gleich nach ITS in eine Rehaklinik verlegt werden. Der höhere Mittelwert entsteht durch wenige Patienten mit erheblich längeren Hospitalisationszeiten außerhalb unserer ITS, u.a. auf der neurochirurgischen ITS.

Die Neurochirurgie weist auch deutlich längere ITS-Behandlungszeiten als die anderen Gruppen auf: im Mittel 1,5 mal länger als die Allgemein Chirurgie, 1,7 mal länger als die THG-Chirurgie, und 2,3 mal länger als die anderen operativen Abteilungen. Im Median verstärkt sich noch diese Tendenz: 2,3 mal länger als die Allgemein Chirurgie und die THG-Chirurgie, 3 mal länger als die anderen operativen Abteilungen. Dies unterstreicht den aufwändigen postoperativen Verlauf von neurochirurgischen Patienten. Wegen der kruzialen Rolle des zentralen Nervensystems (ZNS) in der Regulation von Atmung, Kreislauf und humoraler Homöostase hat eine operationsbedürftige Pathologie

des ZNS oft gravierende Folgen auf die Lebensqualität der betroffenen Patienten.

Bei den Patienten der THG fallen unterdurchschnittliche ITS-Behandlungszeiten und überdurchschnittliche post-ITS-Verweilzeiten auf. Das erklärt sich dadurch, dass diese Patienten relativ früh von unserer ITS entlassen werden und anschliessend auf der Intermediate Care Station der THG weiterversorgt werden.

Die mittlere Verweildauer auf den 14 Intensivstationen der DIVI-COST-Studie lag bei 5,8 Tagen, der Medianwert bei 3 Tagen (Daten von 2004, nicht veröffentlicht). Auf der anästhesiologischen Intensivstation der Universitätsklinik Regensburg lagen die Intensivbehandlungsdauern im Mittel bei 9,9 (SD +/- 12,6) und im Median bei 5 Tagen (Studie an 150 Patienten zwischen Juni 1992 und Juli 1993, [60]).

4.2.3. Mortalität

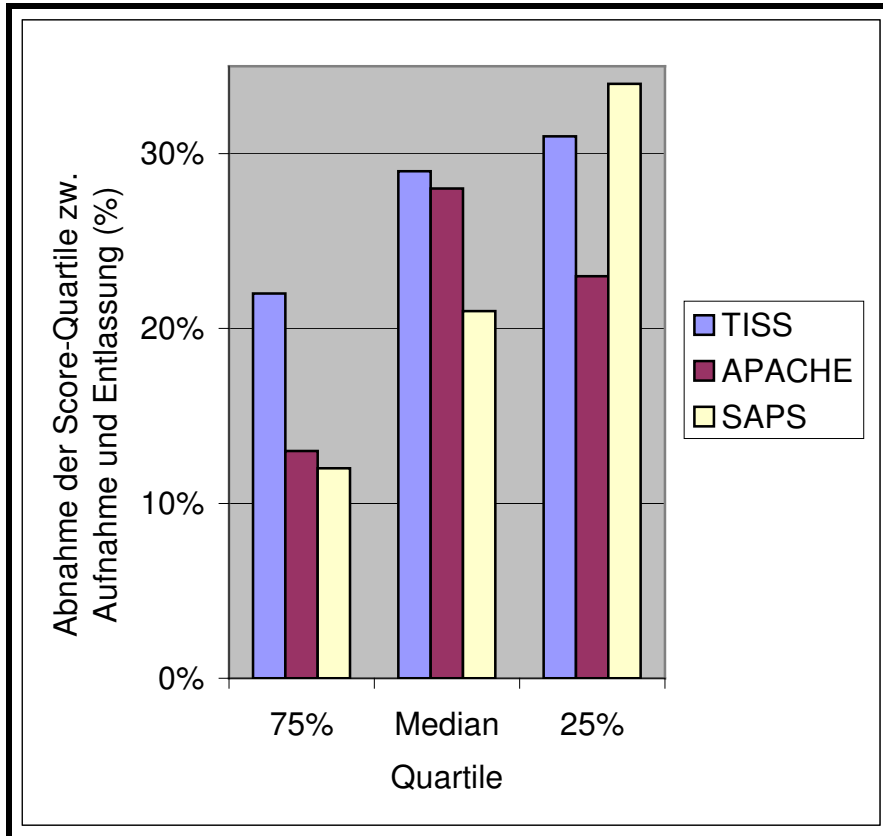
In der Gesamt-DIVI-COST-Studie betrug die Mortalität 8,3%, in unserem Unterkollektiv 11%. Auf der anästhesiologischen Intensivstation der Universitätsklinik Regensburg lag sie 1992-1993 bei 22,7 % [60]. Eine multizentrische Studie aus England [87] an über 20.000 Patienten in den Jahren 1988-90 und an über 10.000 Patienten in den Jahren 1995-98 zeigten ITS-Sterblichkeitsraten von 21,0% und 21,1%.

4.2.4.. Scoringergebnisse unserer Studie

Die Quartile der Medianwerte wichen von denen der Mittelwerte nicht oder kaum ab. In der Tat ähnelte die Häufigkeitsverteilung der Tagesscorewerte eines Patienten einer Normalverteilung. Die Werte veränderten sich in der Regel allmählich, extreme Abweichungen, welche den Mittelwert in die entsprechende Richtung ziehen würden, waren selten.

Alle Scores wiesen im Gesamten eine stetige Abnahme über die Aufenthaltsdauer auf. Die Scores nahmen jedoch weniger im oberen Quartil (75%-Quartil) ab, wie es Abbildung 32 darstellt:

Abb. 32:



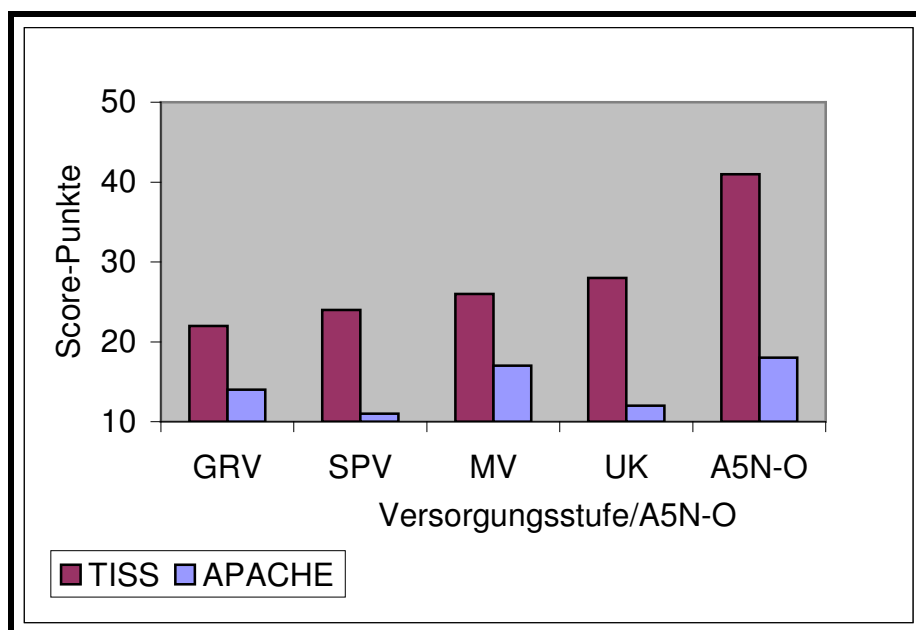
| Abnahme der Scores zw. Aufnahme und Entlassung | | | | |
|--|--------|----|---------|------------------------|
| Quartile | | | absolut | i.V. zum Aufnahmescore |
| | | | 25% | TISS |
| Median | APACHE | 3 | 23% | |
| | SAPS | 10 | 34% | |
| | TISS | 12 | 29% | |
| 75% | APACHE | 5 | 28% | |
| | SAPS | 8 | 21% | |
| | TISS | 10 | 22% | |
| | APACHE | 3 | 13% | |
| | SAPS | 6 | 12% | |

Anders ausgedrückt : die bei Aufnahme am kränksten (Apache > 23 / Saps > 49) und behandlungsaufwändigsten (TISS > 45) Patienten erfuhren eine geringere Verbesserung des physiologischen Zustandes (siehe Apache und Saps) und bedurften auch am Entlassungstag eines hohen Therapieeinsatzes (siehe TISS). Dabei war die Abnahme des Aufwandsmarker TISS in dieser Gruppe mit 22% stärker als bei den physiologischen Scores Saps und Apache (je 12 und 13%). Eine Erklärung für diesen Umstand ist, dass unsere Aufnahme-TISS-Werte außergewöhnlich hoch sind. Die Abnahme der TISS-Werte ist deswegen relativ ausgeprägter als die der anderen Scores.

Die bereits angesprochene Studie im Saarland 2003 [102] liefert rezente Vergleichsdaten (allerdings ohne SAPS), die wir als nächstes darstellen.

In folgender Tabelle (Abb. 33) sind die Quartile der Aufnahmescores bei intensivtherapierten Patienten der Kliniken des Saarlandes nach Versorgungsstufe aufgezeichnet, die unserer ITS (A5N-O) zum Vergleich:

Abb. 33: Aufnahmescores nach Versorgungsstufe und in A5N-O



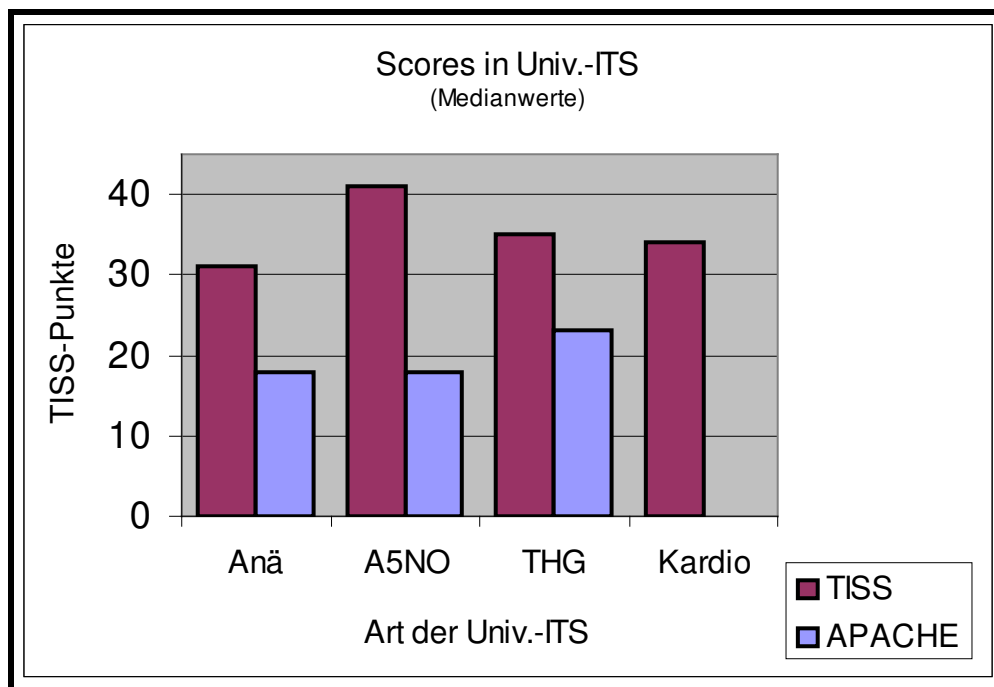
| | | Aufnahme | Saarland nach Versorgungsstufe | | | | |
|----------|--------|----------|--------------------------------|-----|----|----|-------|
| | | | GRV | SPV | MV | UK | A5N-O |
| Quartile | 25% | TISS | 18 | 19 | 20 | 21 | 35 |
| | | APACHE | 9 | 7 | 11 | 7 | 13 |
| | Median | TISS | 22 | 24 | 26 | 28 | 41 |
| | | APACHE | 14 | 11 | 17 | 12 | 18 |
| | 75% | TISS | 28 | 30 | 32 | 33 | 45 |
| | | APACHE | 20 | 16 | 24 | 24 | 23 |

Legende: GRV= Grund- und Regelversorgung
 SPV= Schwerpunktversorgung
 MV= Maximalversorgung
 UK= Universitätsklinik

Man erkennt den deutlichen Trend zu höheren Scorewerten mit steigender Versorgungsstufe. Unsere ITS verzeichnet höhere Aufnahmescores als die anderen ITS, selbst im Vergleich zu ITS von Universitätsklinik. Beim APACHE finden wir diesen Unterschied vor allem im unteren Quartil, d.h. die Gruppe von physiologisch gesünderen Patienten ist bei uns kleiner als an anderen Uniklinika. Dies lässt sich auch am durch den TISS übersetzten Therapieaufwand erkennen.

Die nächste Grafik und Tabelle (Abb. 34) zeigt die Quartile der Aufnahmescores bei intensivtherapierten Patienten von der anästhesiologischen, kardiologischen und herzchirurgischen ITS der Universitätsklinik des Saarlandes, die unserer ITS (A5N-O) wieder zum Vergleich.

Abb. 34: Aufnahmescores in verschiedenen Univ.-ITS



| | | Scores bei Aufnahme | nur Universitätsklinika | | | |
|----------|--------|---------------------|-------------------------|------|-----|--------|
| | | | Anä | A5NO | THG | Kardio |
| Quartile | 25% | TISS | 27 | 35 | 34 | 30 |
| | | APACHE | 9 | 13 | 20 | n.v. |
| | Median | TISS | 31 | 41 | 35 | 34 |
| | | APACHE | 18 | 18 | 23 | n.v. |
| | 75% | TISS | 36 | 45 | 38 | 41 |
| | | APACHE | 24 | 23 | 26 | n.v. |

Legende: Anä = Anästhesiologische ITS
 THG = ITS Herzchirurgie
 Kardio = ITS der Kardiologie
 A5NO = Anästhesiologische ITS des Univ.-Klinikums Tübingen
 n.v. = nicht verfügbar

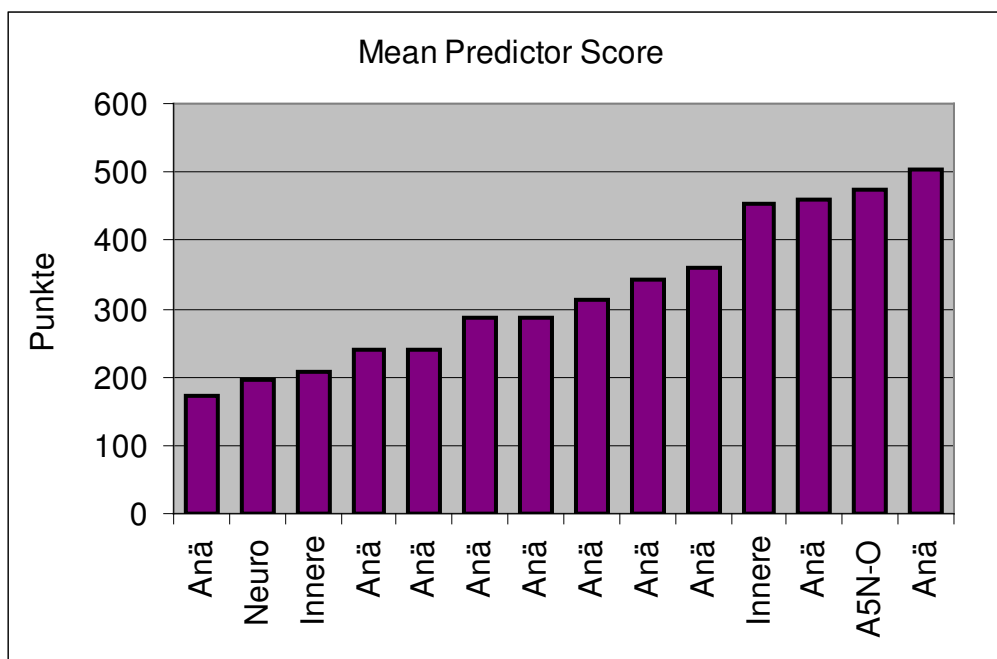
des Univ.-Klinikums des Saarlandes

Zu bemerken ist, dass die anästhesiologische, kardiologische und herzchirurgische ITS der Universitätsklinik des Saarlandes die höchsten Aufnahmescores in der Studie hatten. Man sieht also, dass die APACHE-Aufnahmewerte unserer ITS mit am obersten Ende liegen. Die TISS-Werte lassen erkennen, dass unsere Patienten in allen Quartilen besonders behandlungsintensiv sind. Leider liegen keine Daten zu den Scores am Entlassungstag vor, was den Versuch eines Outcome-Vergleiches verhindert.

Die Summe aller TISS-28-Werte je Tag aller Patienten unserer Studie betrug 41.470 Punkte. Bei einem Gesamtkostenbetrag von 1.391.816 € ergibt sich also ein Wert von 33,6 € je TISS-28-Punkt. Mit diesem Wert befinden wir uns etwas unterhalb der Werte wie sie auf anderen deutschen ITS (zwischen 35 und 38 € pro TISS-28-Punkt) und auf einer britischen ITS (39,9 € pro TISS-28-Punkt) gefunden wurden [103].

Die Prediktor-Score-Werte der 14 Intensivstationen in der Gesamt-DIVI-COST-Studie sind in Abbildung 35 aufsteigend dargestellt:

Abb. 35: Mittlerer Predictor Scores



| Code des Zentrums | Art der ITS | Anzahl Patienten | Mean Predictor Score | Mean TISS 10 | Mean Total SAPS II |
|-------------------|-------------|------------------|----------------------|--------------|--------------------|
| K | Anä | 39 | 174 | 66 | 109 |
| G | Neuro | 49 | 195 | 76 | 120 |
| B | Innere | 101 | 207 | 43 | 164 |
| L | Anä | 28 | 240 | 111 | 130 |
| D | Anä | 53 | 241 | 108 | 133 |
| J | Anä | 104 | 287 | 77 | 209 |
| M | Anä | 1942 | 288 | 110 | 179 |
| A | Anä | 107 | 314 | 82 | 233 |
| F | Anä | 144 | 341 | 95 | 246 |
| I | Anä | 87 | 359 | 139 | 221 |
| E | Innere | 100 | 453 | 151 | 302 |
| H | Anä | 663 | 459 | 119 | 340 |
| TÜ | Anä | 118 | 474 | 147 | 328 |
| C | Anä | 35 | 504 | 176 | 329 |

Unsere Intensivstation (A5N-O) zeigt mit 474 Punkten den zweithöchsten Wert auf.

4.2.5. DRG-Unterteilung in unserer Studie

Die Gruppe A „Sonderfälle“ beinhaltet transplantierte und langzeitbeatmete Patienten. Sie ist in allen Abteilungen gut vertreten, wegen vielen langzeitbeatmeten Patienten überdurchschnittlich oft in der Neurochirurgie (65% der NCH-Patienten) und etwas seltener in der Thorax-Herz-Gefäß-Chirurgie (33%).

Erwartungsgemäß wurden die Gruppen F „Erkrankungen des Kreislaufsystems“, B „Erkrankungen des Nervensystems“ und G „Erkrankungen des Verdauungssystems“ fast ausschließlich in den Abteilungen HTG, NCH und ACH encodiert.

Zu beachten ist, dass in der Abteilung für allgemeine Chirurgie die MDC W „Verletzungen, Vergiftungen, toxische Arzneimittelfolgen in Verbindung mit Polytrauma“ mit 29% am häufigsten angetroffen wurde, noch vor A „Sonderfälle“ (23%) und G „Erkrankungen des Verdauungssystems“ (18%). Das liegt daran, dass die meisten am Verdauungstrakt operierten Patienten auf eine andere, zum Zeitpunkt der Datenerfassung noch nicht anästhesiologische Intensivstation aufgenommen wurden. Die Polytraumata, welche in unserem Haus der Allgemein Chirurgie zugeordnet sind, werden auf die hier untersuchte Intensivstation verlegt und können somit zur häufigsten MDC-Gruppe der Allgemein Chirurgie werden.

4.2.6. Aufnahme- und Entlassungsuhrzeiten

Nächtliche Entlassungen gelten als indirekter Auslastungsindikator [98]. Hohe Zahlen sprechen für einen Intensivbettenmangel. In Zeiten von begrenzten finanziellen Ressourcen bietet eine maximale Bettenauslastung jedoch eine Möglichkeit zur Effizienzsteigerung. Eine maximale Bettenauslastung bedeutet, dass der Personaleinsatz der Bettenbelegung flexibel angepasst wird oder, dass alle vorhandenen Betten einer Station jederzeit besetzt sind. Letztere Option ist oft realistischer, bringt aber den Nachteil, dass eine Neuaufnahme eines Patienten oft nur über die Verlegung

eines Anderen möglich ist. Diese Situation birgt die Gefahr, einen Patienten zu entlassen, der eigentlich noch von einer längeren Intensivbehandlung profitieren würde. Eine gesteigerte Morbi-Mortalität könnte die Folge sein. Nächtliche Verlegungen von ICU dienen fast ausschliesslich der Befreiung eines „Intensivplatzes“ (außer bei während der Nacht verstorbenen Patienten) und bieten somit die Möglichkeit frühzeitige Entlassungen von Intensivtherapiestation zu monitorieren und deren Konsequenzen zu studieren.

Eine multizentrische Studie aus England [87] an über 10.000 ICU-Fällen zeigte in den 1990er Jahren eine deutliche Inzidenzsteigerung der ITS-Entlassungen zwischen 22 Uhr und 07 Uhr : 2,7% in 1988-90 vs. 6,0% in 1995-98. Bei den Nachtentlassungen lag die case-mix-bereinigte Krankenhausletalität um ca. 30% höher als bei den anderen Entlassungen. Duke et al. [107] fanden prospektiv an einem Lehrkrankenhaus bei 1.870 ITS-Überlebenden zwischen 1999 und 2003 eine 70% höheres Mortalitätsrisiko bei Patienten, die über Nacht entlassen wurden. Weitere Studien bestätigen die Tendenz zu vermehrten nächtlichen Entlassungen und der damit verbundenen Letalitätssteigerung [93, 116]. Die über eine Erhöhung der Bettenauslastung angestrebte Wirtschaftlichkeitssteigerung könnte durch höhere Kosten bei ITS-Wiederaufnahmen von frühzeitig entlassenen und sich medizinisch verschlechterten Patienten aufgehoben werden.

Da über 20% unserer Patienten nachts aufgenommen werden, ist der Bedarf an freien Betten in dieser Zeit besonders hoch. Obwohl unsere reelle Bettenauslastung 2004 bei 83% lag, mussten etwa 10% der Patienten aus Platzmangel nachts verlegt werden. Erschwerend ist der Umstand, dass die nächtlichen Aufnahmen in der Regel nicht geplant sind, so dass auch die entsprechenden Verlegungen (8 von 100) nicht vorbereitet werden können. Eine deutschlandweite Studie mit dem Bezugsjahr 1999 ergab, dass 6,9% aller ITS-Entlassungen zwischen 20 und 8 Uhr stattfinden [98].

4.3. Analytische Statistik

Wie bereits in Kapitel 2 erwähnt, schlich sich nach dem Datentransfer ein Bearbeitungsfehler in die Baseler Daten ein: die Gesamtverweildauer im Baseler Kollektiv mit 113 Patienten lag bei 1077 Tagen, im Tübinger Kollektiv mit 114 Patienten bei 1053 Tagen. Somit besteht hinsichtlich Verweildauer eine Differenz von 24 Tagen zwischen Baseler und Tübinger Daten. Dies stellt im Schnitt pro Patient einen Verweildauerunterschied von ca. 5 Stunden dar, und hat somit wenig Relevanz für die Schlussfolgerungen aus den Baseler Daten, die im Folgenden dargestellt werden.

4.3.1. Cluster Analyse

Anlass für die Clusteranalyse zwischen Verweildauer und Kosten war der Umstand, dass die Liegedauer der bestimmteste Faktor für die Kosten ist. Die Korrelation zwischen Liegedauer und Kosten ist quasi linear ($r > 0,95$) [95, 99]. In einer Studie von Neilson et al. an der Göttinger anästhesiologischen Intensivtherapiestation [110] konnte gezeigt werden, dass wenige „Langlieger“ die Mehrzahl der Kosten verursachen: nur 20% der Patienten waren mehr als 7 Tage intensivtherapiebedürftig, verursachten jedoch 60% der Kosten.

Bei uns erklärten 29% der Patienten 63% der Kosten und beanspruchten 61% der Gesamt-ITS-Behandlungsdauer. Man erkennt auch hier den Zusammenhang zwischen Behandlungsdauer und Kosten. Dieser Umstand mag zwar als trivial erscheinen, ist aber von zentraler wirtschaftlicher Bedeutung, da im nunmehr geltenden fallpauschalierten Vergütungssystem die Behandlungsdauer nicht berücksichtigt wird. Dies stellt für Intensivstationen ein wirtschaftliches Risiko dar [106, 110, 99].

4.3.2. Korrelationsbewertung zwischen Kosten und IKB

Zur Evaluation des patientenbezogenen Aufwandmarkers (siehe Arbeitshypothese) wurden sämtliche Leistungsdaten der Tübinger Patienten innerhalb der COST-Studie ($N = 113$) herangezogen und den Ergebnissen der COST-Studie insgesamt ($N = 2'983$) gegenübergestellt.

In beiden Fällen korreliert der Aufwandmarker Total TISS etwas besser mit den Kosten als der „physiologische“ Marker Total SAPS II : 0,866 versus 0,829 im großen Kollektiv / 0,900 versus 0,874 im Tübinger Kollektiv. Die im Predictor Score verwendete, auf 10 Variablen gekürzte Form des TISS verursacht im multizentrischem Kollektiv eine Verschlechterung der Korrelation mit den Behandlungskosten um 0,085 : von 0,866 für den Total TISS auf 0,781 für den Core 10 TISS. Bei uns waren diese Werte 0,912 und 0,890, also um nur 0,022 unterschiedlich. Das Weglassen des Glasgow Coma Score im SAPS beeinflusst die Korrelation nur unbedeutsam : 0,817 versus 0,829 im großen Kollektiv / 0,870 versus 0,874 im unserem Kollektiv.

Durch die Vereinfachung der beiden einbezogenen Scores erniedrigt sich die Korrelation im Gesamtkollektiv um 0,033 auf 0,838, und in unserem Kollektiv nur um 0,009 auf 0,891. In toto ist die Korrelation des neuen Predictor Scores mit den Gesamt-ITS-Kosten zufriedenstellend, und könnte für eine leistungsgerechte Vergütung der Intensivtherapie implementiert werden.

Eine hohe Korrelation kann jedoch viele Gründe haben. In der Tat wurde die Korrelation als Verfahren zur Beschreibung von Zusammenhängen zwischen Variablen vorgestellt, bei dem eine Interpretation als Kausalzusammenhang nicht gedeckt ist und aufgrund inhaltlicher Überlegungen erfolgen muss. Ein Kausalzusammenhang kann auch statistisch über eine Regressionsanalyse untersucht werden. Für unsere Zwecke ist das Vorhandensein einer kausalen Beziehung zwischen den Gesamtkosten und dem Predictor Score jedoch unbedeutsam. Es genügt zu zeigen, dass ein enger Zusammenhang zwischen beiden Variablen besteht, ob dieser nun kausaler Natur ist oder nicht. Dieser Zusammenhang wurde sowohl im multizentrischem Gesamtkollektiv als auch im Tübinger Kollektiv gezeigt.

4.4. Beobachterbedingte Variabilität der Datenerfassung

Die Variablen Alter, Geschlecht und Mortalität wurden direkt aus dem Stationsdatenerfassungsprogramm CareVue entnommen. Die Verweildauer

errechnet sich als Differenz Verlegedatum – Aufnahmedatum. Somit wird der Verlegungstag nicht in der Verweildauer berücksichtigt. Auf diese Art wird dem Umstand Rechnung getragen, dass der Aufnahme- und der Verlegetag selten volle 24 Stunden betragen. Grundlage für die Beatmungsdokumentation war die spezielle DRG-vergütungsrelevante Buchführung durch eine ITS-Oberärztin. Die zugrundeliegenden Daten für die Scores stammen auch aus CareVue. Die Bestimmung der scoring-relevanten Daten und die Berechnung der Scores erfolgte in beiden Kollektiven jedoch unabhängig voneinander. Man könnte also erwarten, dass die eins zu eins übernommenen Variablen Alter, Geschlecht, Mortalität und Beatmungsdauer in beiden Datensätzen gut übereinstimmen, und, dass die Scores wegen der zusätzlichen Bearbeitung durch verschiedene Erheber deutlicher differieren.

Selbst die Scores unterschieden sich jedoch nur sehr wenig in beiden Kollektiven. Die prozentuale Abweichung im Vergleich zum mittleren Medianwert beider Gruppen beträgt beim APACHE 5,8%, beim SAPS sowie beim über die Verweildauer aufsummierten TISS 7,0%. In der Literatur wird eine interindividuelle Variabilität („inter-observer variability“) zwischen 10 und 15% angegeben [80, 92, 83, 90]. Es fällt auf, dass die physiologischen Scores Apache und SAPS in der Studiendatei „COST“ etwas höher bewertet wurden als in der Stationsdatei „A5N/O“. Umgekehrt verhält es sich beim Therapieaufwandmarker TISS.

Das Alter wurde in der Stationsdatei monatsgenau berechnet, und also systematisch zwischen 0 und 0,99 Jahre höher bewertet als in der Studiendatei, in der nur ganze Lebensjahre berücksichtigt wurden. So erklärt sich ein Unterschied von 0,42.

Die beobachterbedingte Variabilität der Datenerfassung in unserer Studie ist zwar im Vergleich mit Literaturangaben gering, erklärt aber bei den Scores ca. 6% der Unterschiede zwischen Studienkollektiv und Gesamtkollektiv.

4.5. Repräsentativität

4.5.1. Statistische Signifikanz

Da die Bestimmung der direkten, patientenbezogenen Kosten bei allen, die Einschlusskriterien erfüllenden Patienten über einen längeren Zeitraum zu aufwändig gewesen wäre, mussten wir uns mit einer Stichprobe begnügen. Diese beinhaltete 14% aller Behandlungsfälle des Jahres 2004 der ITS. Induktives Schließen, also das Ausdehnen von Erkenntnissen und Informationen aus einer Stichprobe auf die Gesamtheit ist nur dann korrekt, wenn die erhobenen Einheiten der Stichprobe bei der Auswahl nicht bevorzugt, oder benachteiligt werden. Das Verteilungsmuster der Variablen in beiden Gruppen muss sich ähneln. Wenn man die Gruppen hinsichtlich der Verteilung der Variablen vergleicht, erwartet man jedoch selbst bei korrekter Randomisierung gewisse Unterschiede. Diese sind lediglich durch Zufallsvariabilität bedingt, und nicht Ausdruck einer realen Gruppendifferenz.

Es gibt statistische Tests, welche diese Zufallsvariabilität zu quantifizieren vermögen. Die Nullhypothese besagt dabei: « Beide Kollektive sind identisch ». Je größer die Unterschiede zwischen den Gruppen sind, umso kleiner wird der p-Wert des Tests. Wir betrachteten die Unterschiede als signifikant, wenn $p < 0,05$ wurde.

Beim multiplen Testen auf einem Kollektiv entspricht das Gesamtrisiko, die Nullhypothese fälschlicherweise abzulehnen, der Summe der Risiken der einzelnen Tests. Bei 8 Tests – einen für jeden ausgewählten Vergleichsparameter - besteht ein Risiko von $8 \text{ mal } 0,05 = 0,40$, einen pseudo-signifikanten Unterschied zu finden. Die Bonferroni-Holm-Korrektur erlaubt es dieses Risiko zu senken, indem die Signifikanzkriterien verschärft werden. Das Signifikanzniveau wird dabei in unserem Fall bis auf $0,05/8=0,006$ gesenkt. Lediglich die Verweildauer der THG-Patienten, die einen p-Wert von 0,011 aufwies, wurde nach der Bonferroni-Holm-Korrektur nicht mehr als signifikant angesehen.

Folgende Tabelle (Abb. 36) resümiert nochmals die Variablen, die sich in beiden Gruppen signifikant unterscheiden :

Abb. 36 :

| Abteilung | Variable | p-Wert | Medianwerte | | Einheit | Anzahl Patienten | |
|-----------|-------------------------|--------|-------------|-------|---------|------------------|-------|
| | | | COSSt | A5N-O | | COSSt | A5N-O |
| NCH | <i>SAPS</i> | 0,000 | 48 | 35 | Punkte | 34 | 181 |
| NCH | <i>APACHE</i> | 0,004 | 21 | 18 | Punkte | | |
| THG | <i>SAPS</i> | 0,002 | 34 | 28 | Punkte | 36 | 342 |
| THG | <i>Beatmung_ges.LOS</i> | 0,002 | 34 | 15 | Stunden | | |

Den Schweregradscores SAPS und APACHE zufolge waren die neurochirurgischen Patienten in der Stichprobe bei Aufnahme signifikant kränker, bedurften aber dem TISS zufolge im Verlauf nicht eines höheren Therapieaufwandes als im Gesamtkollektiv.

Die THG-Patienten waren lediglich vom SAPS her bei Aufnahme kränker. Die APACHE-Aufnahmewerte aus beiden Kollektiven differierten nur um einen Punkt. Die THG-Gesamtbeatmungzeiten wichen statistisch gesehen signifikant voneinander ab : Die COSSt-Patienten waren über die gesamte Verweildauer 14 Stunden mehr beatmet, pro Tag ca. 3 Stunden. Dieser Unterschied ist jedoch eher die Konsequenz der unterschiedlichen medianen Verweildauern in beiden Gruppen, welche hingegen nicht signifikant differierten. Bei einer um 1,5 Tage längeren medianen Verweildauer in der COSSt-Gruppe, ist auch eine längere Beatmungszeit zu erwarten.

4.5.2. Praktische Relevanz

Allgemeine Überlegungen

Die zufallsbedingten Unterschiede variieren quantitativ mit der Streubreite der einzelnen Werte. Ein Ausdruck für die Streuung der Werte ist die Interquartile Range (IQR), also das Intervall zwischen 1. und 3. Quartil. Die IQR beinhaltet die Hälfte der Messungen, welche zentriert um den Medianwert liegen. Bei einer IQR von 200 z.B. ist eine Mediandifferenz von 20 weniger bedeutend als bei einem IQR von 30. Folgende Tabelle (Abb. 37)

veranschaulicht die mittlere IQR der 3 Hauptabteilungen in beiden Kollektiven, sowie die Differenz der Medianwerte von beiden Kollektiven. Um die Unterschiede bei den über die gesamte Verweildauer ermittelten Variablen „Beatmungsdauer“ und „TISS“ besser zu beurteilen, haben wir diese auf den Tag gemittelt umgerechnet (je Kollektiv und Abteilung: Medianwert der Gesamtbeatmungszeiten pro Behandlungsfall / mittlere Verweildauer, sowie Medianwert der Gesamt-TISS-Werte pro Behandlungsfall / mittlere Verweildauer).

Legende der Tabellen:

- „Alter“: selbsterklärend.
- „Verweildauer“: Differenz Entlassungsdatum – Aufnahmedatum (der Verlegetag wird so für die Verweildauer nicht berücksichtigt).
- „Beatmungsdauer_Tagesmittel“: Median der Gesamtbeatmungszeiten pro Behandlungsfall / mittlere Verweildauer.
- „APACHE (1. 24 St)“: APACHE-II-Wert des ersten Behandlungstages, d.h. von der Aufnahme bis 24Uhr.
- „SAPS (1. 24 St)“: SAPS-II-Wert des ersten Behandlungstages, d.h. von der Aufnahme bis 24Uhr.
- „TISS_Tagesmittel“: Median der Gesamt-TISS-Werte pro Behandlungsfall / mittlere Verweildauer.
- „Geschlecht M/W“: Verhältnis männlich/weiblich.
- „Mortalität“: tatsächliche Mortalität in beiden Gruppen.

Abb. 37: Differenzen der Medianwerte der Vergleichsvariablen zwischen Stichprobe (COST) und Gesamtkollektiv (A5N_O)

| | Einheit (ggf) | Differenz der Medianwerte COST-A5N_O | | | | Mittlere IQR der ACH, NCH und THG (beide Gruppen) |
|------------------------|---------------|--------------------------------------|-----|-----|--------|---|
| | | ACH | NCH | THG | Andere | |
| Alter | Jahre | -1 | 4 | 3 | -7 | 24 |
| Verweildauer | Tage | 0 | 0 | 1,5 | 0 | 11 |
| Beatmdauer Tagesmittel | Stunden | 2 | 3 | 3 | 2 | / |
| APACHE (1. 24 St) | Punkte | 3 | 3 | -1 | 1 | 8 |
| SAPS (1. 24 St) | Punkte | 4 | 13 | 6 | 6 | 18 |
| TISS_Tagesmittel | Punkte | -6 | -4 | 0 | -6 | / |

Folgende Tabelle (Abb. 38) liefert die Daten zu Geschlecht und Mortalität:

Abb. 38:

| | Differenz COST-A5N_O | | | |
|----------------|----------------------|------|-------|--------|
| | ACH | NCH | THG | Andere |
| Geschlecht M/W | 0,1 | -0,1 | 0,3 | -0,9 |
| Mortalität | 2,2% | 8,4% | -1,6% | 5,7% |

Alter

Die Bemerkung aus 4.4. bzgl. der unterschiedlichen Alterserfassung in beiden Kollektiven, und des dadurch höheren Wertes im Gesamtkollektiv trifft auch hier zu.

Verweildauer

Die medianen Verweildauern in beiden Kollektiven unterscheiden sich nicht (ACH, NCH und „andere“ Abteilungen) oder kaum (THG: 1,5 Tage mehr in der Stichprobe).

Beatmungsdauern pro Behandlungsfall

Die COST-Patienten wurden pro Tag in etwa 2-3 Stunden mehr beatmet. Auf Scores hat dies keine Auswirkung, da hier lediglich das Vorliegen einer Beatmung bewertet wird, nicht jedoch die Beatmungsdauer. Daher entsteht hierdurch auch kein Einfluss auf die IKB-Kosten-Korrelation.

Schweregradscores

Beim Vergleich unterschiedlicher Patienten aus beiden Gruppen fällt auf, dass die physiologischen Scores APACHE und SAPS im Studienkollektiv „COSt“ etwas höher bewertet wurden, als im Stationskollektiv „A5N/O“, und, dass es sich beim Therapieaufwandmarker TISS umgekehrt verhält (Abb. 37). Ein Teil dieser Unterschiede sind rein beobachterbedingt, und, auf die in Kapitel 4.4 beschriebenen interindividuelle Variabilität zurückzuführen. Abb.26 lässt einschätzen in welchem Umfang die Unterschiede beider Kollektive rein auf diesen *observer bias* zurückzuführen sind.

Abb. 26: Medianwerte der Differenzen zw. Stichprobe und Gesamtheit bei identischen Patienten

| COST-A5N_O | Alter | Verweildauer | Beatmung | Apache | saps | tiss_sum |
|------------------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| <i>Medianwerte der Differenzen</i> | <i>-0,42</i> | <i>0,00</i> | <i>0,00</i> | <i>1,00</i> | <i>2,50</i> | <i>-18,00</i> |

Der Aufnahme-SAPS der NCH wies mit einer Differenz von 13 den größten Unterschied auf. Vor allem im unteren Quartil wurden die Stichprobenpatienten höher bewertet. Berücksichtigt man jedoch die untersucherbedingten Unterschiede der Scores, so schlussfolgern wir, dass beide Gruppen sich ausreichend ähneln, um die, in dieser Studie gefundenen Resultate, auf die Gesamtstation ausdehnen zu können.

In toto gleicht die Stichprobe „COSt“ dem Gesamtkollektiv „A5N-O“ ausreichend, um als repräsentatives Unterkollektiv der Station A5N-O zu gelten.

5. Zusammenfassung

Untersucht wurden nach Randomisierung 14% der die Einschlusskriterien erfüllenden Patienten unserer ITS (114 von 798 Patienten). Studiengruppe und Gesamtkollektiv unterschieden sich in nur 4 von 32 Parametern signifikant

voneinander. Unter Betrachtung der praktischen Relevanz dieser Unterschiede, konnten wir das Studienkollektiv als repräsentativ für die Gesamtheit ansehen.

Die beobachterbedingte Variabilität beim Scoring in unserer Studie ist im Vergleich mit Literaturangaben gering. Sie erklärt jedoch bei den Scores TISS, SAPS und APACHE ca. 6% der Unterschiede zwischen Studienkollektiv und Gesamtkollektiv.

Über eine deskriptive Analyse anhand von 15 Kennzahlen erhielten wir ein aktuelles Bild unserer Intensivstation.

Durch die Erhebung aller Einzelleistungen je Patient und Tag, konnten wir die direkten, variablen Kosten sehr genau und patientenbezogen („bottom-up“) ermitteln. Die Fixkosten unserer ITS wurden „top-down“ je Behandlungstag auf die einzelnen Patienten umgelegt, um zusammen mit den variablen Kosten die Gesamtkosten je Patient zu ergeben. Wir haben über eine Bestimmung von TISS-28 und SAPS je Tag und Patient den Kosten-Predictor-Score ermittelt. Über eine Korrelationsanalyse nach Spearman zwischen patientenbezogenen Gesamtkosten und Kosten-Predictor-Score konnten wir schlussendlich die Gültigkeit des DIVI-COST-Predictor-Scores für unsere Intensivstation verifizieren.

6. Schlussfolgerung

Intensivmedizinische Leistungen wurden im 2004er Fallpauschalen-Vergütungssystem wenig berücksichtigt. Lediglich die Beatmung oder ein Nierenersatzverfahren konnten als Prozedur kodiert und somit vergütet werden. Wegen der fehlenden Berücksichtigung der Behandlungsdauer, konnten insbesondere Patienten mit protrahiertem und kompliziertem Therapieverlauf finanziell nur defizitär behandelt werden. Der hohe intensivmedizinische Standard war daher unter den bisherigen DRG-Bedingungen existentiell bedroht. Der in der vorliegenden Studie untersuchte Kosten-Predictor-Score ist

ein Instrument, welches es erlaubt, fallbezogen und damit DRG-gerecht intensivmedizinische Leistungen zu erfassen. Er erfasst gleichzeitig den Therapieaufwand, die Behandlungsdauer und die Krankheitsschwere.

Wir konnten mit dieser Studie zeigen, dass der Kosten-Predictor-Score mit den Gesamtkosten pro Fall auf der anaesthesiologischen Intensivtherapiestation korreliert. Die ab 2007 vergütungsrelevant werdende DRG-Prozedur „Intensivmedizinische Komplexbehandlung“ (Code 8-980), welche den Kosten-Predictor-Score beinhaltet, vermag dementsprechend in Zukunft die Intensivmedizin unserer Station kostengerecht abzubilden.

7. Abkürzungsverzeichnis (alphabetische Reihenfolge)

| | |
|------------|---|
| A5N/O: | Klinikinterne Bezeichnung der untersuchten Intensivstation |
| ACH : | Allgemeinchirurgie |
| APACHE : | Acute Physiologic And Chronic Health Evaluation |
| BIP: | Bruttoinlandsprodukt |
| COST : | Cost and Outcome Study, Rahmenstudie für die vorliegende Promotionsarbeit |
| CRF: | clinical record form, elektronisches Erfassungsformular |
| CT: | Computertomographie |
| DIVI: | Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensivmedizin |
| DK: | (Blasen-)Dauerkatheter |
| DM: | Deutsche Mark |
| DRG: | Diagnosis-Related-Group |
| EDV: | Elektronische Datenverarbeitung |
| GCS: | Glasgow Coma Score (oder Scale) |
| GRV: | Grund- und Regelversorgung |
| GWUMC: | George Washington University Memorial Center |
| h: | Stunden |
| HIV: | Human Immunodeficiency Virus |
| HNO: | Hals-Nasen-Ohren (-Heilkunde) |
| ICP: | Intracranial pressure |
| IQR: | Interquartile Range |
| IKB: | Intensivmedizinische Komplexbehandlung, Prozedur im DRG-System, welche eine vergütungsrelevante intensivmedizinische Therapie definiert |
| IQR: | Interquartile Range |
| ITS: | Intensivtherapiestation |
| MDC: | Mean Diagnosis Category |
| MPM: | Mortality Predictor Score |
| Mrd.: | Milliarde(n) |
| MV: | Maximalversorgung |
| NAW: | Noarztwagen |
| NCH : | Neurochirurgie |
| OP: | Operation |
| PICCO: | Pulscontour Continuous Cardiac Output |
| ROC-Kurve: | Receiver Operating Characteristic |
| RTH: | Rettungshubschrauber |
| SAPS: | Simplified Acute Physiology Score |
| SOFA: | Simplified Organ Failure Assessment |
| SPV: | Schwerpunktversorgung |
| THG: | Thorax /Herz/Gefäß(-Chirurgie) |
| TISS: | Therapeutic Intervention Scoring System |
| TISS-10: | Auf 10 ausgewählte Parameter, abgekürzter TISS, welcher im Prediktor-Score dieser Arbeit Anwendung findet. |
| TTE: | Transthorakale Echographie (des Herzens) |
| UK: | Universitätsklinik |

UKT: Universitätsklinikum Tübingen
USA: United States of America
ZNS: Zentrales Nervensystem
ZVD: Zentraler Venendruck

8. Literaturverzeichnis (chronologische Reihenfolge)

1. Baker, S.P., O'Neill, B., et al., *The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care.* Journal of Trauma, 1974. **14**(3): p. 187-96.
2. Cowley, R.A., Sacco, W.J., et al., *A prognostic index for severe trauma.* Journal of Trauma, 1974. **14**(12): p. 1029-35.
3. Cullen, D.J., Civetta, J.M., et al., *Therapeutic intervention scoring system: a method for quantitative comparison of patient care.* Critical Care Medicine, 1974. **2**(2): p. 57-60.
4. Teasdale and Jennett, *Assessment of coma and impaired consciousness.* Lancet, 1974: p. 81-84.
5. Silverman and Goldiner, *Critical Care Medicine*, 1975. **3**: p. 222-225.
6. Champion, H.R., Sacco, W.J., et al., *Trauma score.* Critical Care Medicine, 1981. **9**(9): p. 672-6.
7. Knaus, W.A., Zimmerman, J.E., et al., *APACHE-acute physiology and chronic health evaluation: a physiologically based classification system.* Critical Care Medicine, 1981. **9**(8): p. 591-7.
8. Elebute, E.A. and Stoner, H.B., *The grading of sepsis.* British Journal of Surgery, 1983. **70**(1): p. 29-31.
9. Keene and Cullen, *Therapeutic intervention scoring system: Update.* Critical Care Medicine, 1983. **11**: p. 1-3.
10. Le Gall, J.R., Loirat, P., et al., *Simplified acute physiological score for intensive care patients.* Lancet, 1983. **2**(8352): p. 741.
11. Cullen and Keene, *TISS: Measurement of severity of illness.* Critical Care Medicine, 1984. **12**: p. 155.
12. Cullen, D.J., Keene, R., et al., *Results, charges, and benefits of intensive care for critically ill patients: update 1983.* Critical Care Medicine, 1984. **12**(2): p. 102-6.
13. Le Gall, J.R., Loirat, P., et al., *A simplified acute physiology score for ICU patients.* Critical Care Medicine, 1984. **12**(11): p. 975-7.
14. Goris, R.J., te Boekhorst, T.P., et al., *Multiple-organ failure. Generalized autodestructive inflammation?* Archives of Surgery, 1985. **120**(10): p. 1109-15.
15. Greenspan, L., McLellan, B.A., et al., *Abbreviated Injury Scale and Injury Severity Score: a scoring chart.* Journal of Trauma, 1985. **25**(1): p. 60-4.
16. Knaus, W.A., Draper, E.A., et al., *Prognosis in acute organ-system failure.* Annals of Surgery, 1985. **202**(6): p. 685-93.
17. Knaus, W.A., Draper, E.A., et al., *APACHE II: a severity of disease classification system.* Critical Care Medicine, 1985. **13**(10): p. 818-29.
18. Lemeshow, S., Teres, D., et al., *A method for predicting survival and mortality of ICU patients using objectively derived weights.* Critical Care Medicine, 1985. **13**(7): p. 519-25.

19. Saltyer, J., *Costs, severity of illness, and outcome*. *Anaesth Intensive Care*, 1986. **14**: p. 381-389.
20. Boyd, C.R., Tolson, M.A., et al., *Evaluating trauma care: the TRISS method. Trauma Score and the Injury Severity Score*. *Journal of Trauma*, 1987. **27**(4): p. 370-8.
21. Jacobs, S., Chang, R.W., et al., *One year's experience with the APACHE II severity of disease classification system in a general intensive care unit*. *Anaesthesia*, 1987. **42**(7): p. 738-44.
22. Lemeshow, S., Teres, D., et al., *Refining intensive care unit outcome prediction by using changing probabilities of mortality*. *Critical Care Medicine*, 1988. **16**(5): p. 470-7.
23. Murray, J.F., Matthay, M.A., et al., *An expanded definition of the adult respiratory distress syndrome*. *American Review of Respiratory Disease*, 1988. **138**(3): p. 720-3.
24. Pollack, M.M., Ruttimann, U.E., et al., *Pediatric risk of mortality (PRISM) score*. *Critical Care Medicine*, 1988. **16**(11): p. 1110-6.
25. Champion, H.R., Sacco, W.J., et al., *A revision of the Trauma Score*. *Journal of Trauma*, 1989. **29**(5): p. 623-9.
26. Draper, E., Wagner, D., et al., *APACHE III study design: analytic plan for evaluation of severity and outcome in intensive care unit patients. Study design--data collection*. *Critical Care Medicine*, 1989. **17**(12 Pt 2): p. S186-93.
27. Giangiuliani, G., Mancini, A., et al., *Validation of a severity of illness score (APACHE II) in a surgical intensive care unit*. *Intensive Care Medicine*, 1989. **15**(8): p. 519-22.
28. Knaus, W., Draper, E., et al., *APACHE III study design: analytic plan for evaluation of severity and outcome in intensive care unit patients. Introduction*. *Critical Care Medicine*, 1989. **17**(12 Pt 2): p. S176-80.
29. Knaus, W. and Wagner, D., *APACHE III study design: analytic plan for evaluation of severity and outcome in intensive care unit patients. Individual patient decisions*. *Critical Care Medicine*, 1989. **17**(12 Pt 2): p. S204-9.
30. Knaus, W., Wagner, D., et al., *APACHE III study design: analytic plan for evaluation of severity and outcome in intensive care unit patients. Development of APACHE*. *Critical Care Medicine*, 1989. **17**(12 Pt 2): p. S181-5.
31. Knaus, W., Wagner, D., et al., *APACHE III study design: analytic plan for evaluation of severity and outcome in intensive care unit patients. Implications*. *Critical Care Medicine*, 1989. **17**(12 Pt 2): p. S219-21.
32. Knaus, W.A. and Wagner, D.P., *APACHE: a nonproprietary measure of severity of illness*. *Annals of Internal Medicine*, 1989. **110**(4): p. 327-8.
33. Rocca, B., Martin, C., et al., *Comparison of four severity scores in patients with head trauma*. *Journal of Trauma*, 1989. **29**(3): p. 299-305.
34. Schuster and Ehlers, *Bemessung des Pflegeaufwandes mittels TISS*. *Intensivmedizin*, 1989. **26**: p. 30.
35. Wagner, D., Draper, E., et al., *APACHE III study design: analytic plan for evaluation of severity and outcome in intensive care unit patients*.

- Analysis: quality of care.* Critical Care Medicine, 1989. **17**(12 Pt 2): p. S210-2.
36. Wagner, D., Draper, E., et al., *APACHE III study design: analytic plan for evaluation of severity and outcome in intensive care unit patients. Development of APACHE III.* Critical Care Medicine, 1989. **17**(12 Pt 2): p. S199-203.
 37. Wagner, D., Knaus, W., et al., *APACHE III study design: analytic plan for evaluation of severity and outcome in intensive care unit patients. Statistical methods.* Critical Care Medicine, 1989. **17**(12 Pt 2): p. S194-8.
 38. Champion, H.R., Copes, W.S., et al., *A new characterization of injury severity.* Journal of Trauma, 1990. **30**(5): p. 539-45; discussion 545-6.
 39. Dick and Pehl, *Anästhesi Intensivmed*, 1990. **31**: p. 18-21.
 40. Marshall, J. and Sweeney, D., *Microbial infection and the septic response in critical surgical illness. Sepsis, not infection, determines outcome.* Archives of Surgery, 1990. **125**(1): p. 17-22; discussion 22-3.
 41. Knaus, W.A., Wagner, D.P., et al., *The APACHE III prognostic system. Risk prediction of hospital mortality for critically ill hospitalized adults.* Chest, 1991. **100**(6): p. 1619-36.
 42. Rutledge, R., Fakhry, S.M., et al., *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE II) score and outcome in the surgical intensive care unit: an analysis of multiple intervention and outcome variables in 1,238 patients.* Critical Care Medicine, 1991. **19**(8): p. 1048-53.
 43. Clough, *Use of TISS to calculate the cost of patient care.* Clinical Intensive Care, 1992. **3**: p. 272.
 44. Malstam, J. and Lind, L., *Therapeutic intervention scoring system (TISS)-a method for measuring workload and calculating costs in the ICU.* Acta Anaesthesiologica Scandinavica, 1992. **36**(8): p. 758-63.
 45. McLachlan, G., *Cluster analysis and related techniques in medical research.* Statistical Methods in Medical Research, 1992. **1**: p. 27-48.
 46. Wagner, S.F., *Introduction to Statistics.* HarperCollins College Outline. 1992: HarperPerennial. 321-354.
 47. Bastos, P.G., Sun, X., et al., *Glasgow Coma Scale score in the evaluation of outcome in the intensive care unit: findings from the Acute Physiology and Chronic Health Evaluation III study.* Critical Care Medicine, 1993. **21**(10): p. 1459-65.
 48. Chen, F.G. and Khoo, S.T., *Critical care medicine--a review of the outcome prediction in critical care.* Annals of the Academy of Medicine, Singapore, 1993. **22**(3): p. 360-4.
 49. Chen, F.G., Koh, K.F., et al., *Validation of APACHE II score in a surgical intensive care unit.* Singapore Medical Journal, 1993. **34**(4): p. 322-4.
 50. Knaus, W.A., Harrell, F.E., et al., *The clinical evaluation of new drugs for sepsis. A prospective study design based on survival analysis.* JAMA, 1993. **270**(10): p. 1233-41.
 51. Le Gall, J.R., Lemeshow, S., et al., *A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study.* JAMA, 1993. **270**(24): p. 2957-63.

52. Lemeshow, S., Teres, D., et al., *Mortality Probability Models (MPM II) based on an international cohort of intensive care unit patients*. JAMA, 1993. **270**(20): p. 2478-86.
53. Kearney, T.J. and Shabot, M.M., *Automated severity scoring in level I trauma patients*. American Surgeon, 1994. **60**(6): p. 391-3.
54. Klepzig and Thierolf, *Behandlungskosten auf einer med Intensivstation*. Intensivmedizin und Notfallmedizin, 1994. **31**: p. 120-126.
55. Lemeshow, S., Klar, J., et al., *Mortality probability models for patients in the intensive care unit for 48 or 72 hours: a prospective, multicenter study*. Critical Care Medicine, 1994. **22**(9): p. 1351-8.
56. Lemeshow, S. and Le Gall, J.R., *Modeling the severity of illness of ICU patients. A systems update*. JAMA, 1994. **272**(13): p. 1049-55.
57. *Second European Consensus Conference in Intensive Care Medicine. Predicting outcome in ICU patients*. Intensive Care Medicine, 1994. **20**: p. 390-397.
58. Singer and Myers, *The cost of IC: comparison on 1 unit between 1988 and 1991*. Intensive Care Medicine, 1994. **20**: p. 542-549.
59. Barie, P.S., Hydo, L.J., et al., *Comparison of APACHE II and III scoring systems for mortality prediction in critical surgical illness*. Archives of Surgery, 1995. **130**(1): p. 77-82.
60. Bein, T., Frohlich, D., et al., *[Comparison of APACHE-II AND APACHE-III for classification of disease severity of intensive care patients]*. Anaesthesist, 1995. **44**(1): p. 37-42.
61. Gyldmark, *A review of cost studies of ICU*. Critical Care Medicine, 1995. **23**: p. 964-972.
62. Marshall, J.C., Cook, D.J., et al., *Multiple organ dysfunction score: a reliable descriptor of a complex clinical outcome*. Critical Care Medicine, 1995. **23**(10): p. 1638-52.
63. Hindle, D., *Per case payment by DRG: a few issues and actions*. 1995
64. Apolone, G., Bertolini, G., et al., *The performance of SAPS II in a cohort of patients admitted to 99 Italian ICUs: results from GiViTI*. Gruppo Italiano per la Valutazione degli interventi in Terapia Intensiva. Intensive Care Medicine, 1996. **22**(12): p. 1368-78.
65. Le Gall, J.R., Klar, J., et al., *The Logistic Organ Dysfunction system. A new way to assess organ dysfunction in the intensive care unit*. ICU Scoring Group. JAMA, 1996. **276**(10): p. 802-10.
66. Miranda, D.R., de Rijk, A., et al., *Simplified Therapeutic Intervention Scoring System: the TISS-28 items--results from a multicenter study*. Critical Care Medicine, 1996. **24**(1): p. 64-73.
67. Pollack, M.M., Patel, K.M., et al., *PRISM III: an updated Pediatric Risk of Mortality score*. Critical Care Medicine, 1996. **24**(5): p. 743-52.
68. Reis, Rijk, d., et al., Critical Care Medicine, 1996. **24**: p. 64-73.
69. Schuster, H.P., Wilts, S., et al., *[Analysis of outcome quality control in intensive care medicine using the Simplified Acute Physiology Score II]*. Med Klin (Munich), 1996. **91**(6): p. 343-8.
70. Schuster, H.P., Wilts, S., et al., *[Predictive value of score parameters of the Simplified Acute Physiology Score (SAPS)-II for the duration of*

- treatment of intensive care patients*]. Wiener Klinische Wochenschrift, 1996. **108**(15): p. 462-6.
71. Vincent, J.L., Moreno, R., et al., *The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. On behalf of the Working Group on Sepsis-Related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine*. Intensive Care Medicine, 1996. **22**(7): p. 707-10.
 72. Moreno, R. and Morais, P., *Outcome prediction in intensive care: results of a prospective, multicentre, Portuguese study*. Intensive Care Medicine, 1997. **23**(2): p. 177-86.
 73. Moreno, R. and Morais, P., *Validation of the simplified therapeutic intervention scoring system on an independent database*. Intensive Care Medicine, 1997. **23**(6): p. 640-4.
 74. Pollack, M.M., Patel, K.M., et al., *The Pediatric Risk of Mortality III--Acute Physiology Score (PRISM III-APS): a method of assessing physiologic instability for pediatric intensive care unit patients*. Journal of Pediatrics, 1997. **131**(4): p. 575-81.
 75. Rathgeber and Schürgers, *Rationalisierung statt Rationierung*. Intensivmedizin, 1997. **34**: p. 472-479.
 76. Unertl, K. and Kottler, B.M., *[Prognostic scores in intensive care]*. Anaesthesist, 1997. **46**(6): p. 471-80.
 77. Bertolini, G., D'Amico, R., et al., *Predicting outcome in the intensive care unit using scoring systems: is new better? A comparison of SAPS and SAPS II in a cohort of 1,393 patients. GiViTi Investigators (Gruppo Italiano per la Valutazione degli interventi in Terapia Intensiva). Simplified Acute Physiology Score*. Medical Care, 1998. **36**(9): p. 1371-82.
 78. Dickie, *Relationship between TISS and ICU cost*. Intensive Care Medicine, 1998. **24**: p. 1009-1017.
 79. Rivera-Fernandez, R., Vazquez-Mata, G., et al., *The Apache III prognostic system: customized mortality predictions for Spanish ICU patients*. Intensive Care Medicine, 1998. **24**(6): p. 574-81.
 80. Chen, L.M., Martin, C.M., et al., *Interobserver variability in data collection of the APACHE II score in teaching and community hospitals*. Critical Care Medicine, 1999. **27**(9): p. 1999-2004.
 81. Metnitz, P.G., Valentin, A., et al., *Prognostic performance and customization of the SAPS II: results of a multicenter Austrian study. Simplified Acute Physiology Score*. Intensive Care Medicine, 1999. **25**(2): p. 192-7.
 82. Miranda, D.R., *Outcome assessment--TISS as a tool to evaluate cost-effectiveness of immunological treatment*. European Journal of Surgery. Supplement, 1999, (584): p. 51-5.
 83. Polderman, K.H., Thijs, L.G., et al., *Interobserver variability in the use of APACHE II scores*. Lancet, 1999. **353**(9150): p. 380.
 84. Smith, L., Orts, C.M., et al., *TISS and mortality after discharge from intensive care*. Intensive Care Medicine, 1999. **25**(10): p. 1061-5.

85. Barckow, D., [*Economic limits in intensive care. Can we still afford intensive care in the year 2000?*]. Zeitschrift für Ärztliche Fortbildung und Qualitätssicherung, 2000. **94**(10): p. 828-33; discussion 845.
86. Castillo-Lorente, E., Rivera-Fernandez, R., et al., *Tiss 76 and Tiss 28: correlation of two therapeutic activity indices on a Spanish multicenter ICU database*. Intensive Care Medicine, 2000. **26**(1): p. 57-61.
87. Goldfrad, C. and Rowan, K., *Consequences of discharges from intensive care at night*. Lancet, 2000. **355**(9210): p. 1138-42.
88. Lefering, R., Zart, M., et al., *Retrospective evaluation of the simplified Therapeutic Intervention Scoring System (TISS-28) in a surgical intensive care unit*. Intensive Care Medicine, 2000. **26**(12): p. 1794-802.
89. Markgraf, R., Deutschinoff, G., et al., *Comparison of acute physiology and chronic health evaluations II and III and simplified acute physiology score II: a prospective cohort study evaluating these methods to predict outcome in a German interdisciplinary intensive care unit*. Critical Care Medicine, 2000. **28**(1): p. 26-33.
90. Rue, M., Valero, C., et al., *Interobserver variability of the measurement of the mortality probability models (MPM II) in the assessment of severity of illness*. Intensive Care Medicine, 2000. **26**(3): p. 286-91.
91. Suistomaa and Kari, *Sampling rates causes bias in APACHE and SAPS*. Intensive Care Medicine, 2000. **26**: p. 1773-1778.
92. Polderman, K.H., Girbes, A.R., et al., *Accuracy and reliability of APACHE II scoring in two intensive care units Problems and pitfalls in the use of APACHE II and suggestions for improvement*. Anaesthesia, 2001. **56**(1): p. 47-50.
93. Beck, D.H., McQuillan, P., et al., *Waiting for the break of dawn? The effects of discharge time, discharge TISS scores and discharge facility on hospital mortality after intensive care*. Intensive Care Medicine, 2002. **28**(9): p. 1287-93.
94. Brügger and Urs, *Beschreibung der Methode LEP Nursing 2*. 2002.
95. Graf, J., Graf, C., et al., *Analysis of resource use and cost-generating factors in a German medical intensive care unit employing the Therapeutic Intervention Scoring System (TISS-28)*. Intensive Care Medicine, 2002. **28**(3): p. 324-31.
96. Jegers and Edbrooke, *Definitions and methods of cost assessment*. Intensive Care Medicine, 2002. **28**: p. 680-685.
97. Moerer and Schmid, *Direct costs of severe sepsis*. Intensive Care Medicine, 2002. **28**: p. 1440-1446.
98. Prien and Groll, *Ist-Kosten deutscher Anästhesieabteilungen - Bezugsjahr 1999*. Anästh Intensivmed, 2002. **43**: p. 244-254.
99. Staudacher and Moerer, *Intensivmedizin unter DRG-Bedingungen - ein finanzielles Risiko für Krankenhäuser?* Krankenhaus, 2002. **1/2002**: p. 34-38.
100. Hartmann and Meier-Hellmann, *Rationalisierung vs. Rationierung in der Intensivtherapie*. Anästh Intensivmed, 2002 **43**: p. 257-260.
101. Burchardi, H. and Schneider, H., *DIREKTE, PATIENTEN-BEZOGENE KOSTEN DER INTENSIVBEHANDLUNG IN DEUTSCHEN UNIVERSITÄTSKLINIKEN* 2003.

102. Feldmann, U., Larsen, R., et al., *[A population-based survey of critical care]*. *Anaesthesist*, 2003. **52**(5): p. 393-408.
103. Graf, *Beurteilung der Ergebnissqualität, Prognoseabschätzung und Kostenanalyse mittels Scoring*. *Intensiv News*, 2003. **1**: p. 12-14.
104. Lewandowski, K. and Lewandowski, M., *[Scoring systems in the intensive care unit]*. *Anaesthesist*, 2003. **52**(10): p. 965-87; quiz 988-9.
105. Burchardi, H., *Zusatzvergütung intensivmedizinischer Komplexbehandlungen*. 2004.
106. Burchardi, H., *Intensivmedizin: In der Existenz bedroht*. *Deutsches Ärzteblatt*, 2004. **101**(11): p. A-694 / B-577 / C-565.
107. Duke, G.J., Green, J.V., et al., *Night-shift discharge from intensive care unit increases the mortality-risk of ICU survivors*. *Anaesth Intensive Care*, 2004. **32**(5): p. 697-701.
108. Halpern, N.A., Pastores, S.M., et al., *Critical care medicine in the United States 1985-2000: an analysis of bed numbers, use, and costs*. *Critical Care Medicine*, 2004. **32**(6): p. 1254-9.
109. Landauer, B. and Burchardi, H., *Vergütung intensivmedizinischer Behandlung im DRG-System*. *Anästh Intensivmed*, 2004. **45**: p. 230-231.
110. Neilson, A.R., Moerer, O., et al., *A new concept for DRG-based reimbursement of services in German intensive care units: results of a pilot study*. *Intensive Care Medicine*, 2004. **30**(6): p. 1220-3.
111. Billing, *Problem Schwerstkranke*. *Deutsche Ärzteblatt*, 2005. **102**(33): p. 1871.
112. Duke, G., Santamaria, J., et al., *Outcome-based clinical indicators for intensive care medicine*. *Anaesth Intensive Care*, 2005. **33**(3): p. 303-10.
113. Higglett T, B.N., Hart G, Hicks P, *Review of Intensive Care Resources & Activity Review 2002/2003 ANZICS, Melbourne*. 2005.
114. Müllner, M., *Erfolgreich wissenschaftlich arbeiten in der Klinik - evidence based medicine*. 2005: Springer.
115. Weiss, M., Martin, J., et al., *[Necessity and problems with case-related costing for intensive care patients]*. *Anaesthesist*, 2005. **54**(3): p. 254-62.
116. Tobin, A.E. and Santamaria, J.D., *After-hours discharges from intensive care are associated with increased mortality*. *Medical Journal of Australia*, 2006. **184**(7): p. 334-7.

DANKSAGUNG

- Herrn Prof. Dr. K. Unertl, meinem Doktorvater, für das Ermöglichen der Datensammlung auf der Intensivstation und die zeitnahe Durchsicht der Arbeit.
- Herrn Oberarzt Dr. A. Döbele, meinem Betreuer, für seine pragmatische Herangehensweise bei der Erarbeitung und Korrektur der Dissertation.
- Herrn Privatdozent Dr. M. Eichner, für die fachmännische Betreuung bei der Kontrolle der Repräsentativität des erhobenen Patientenkollektives (Kapitel 2.5.4., 3.4. und 4.5.).
- Frau Engelmann, für das aufwändige Extrahieren von CareVue-Daten zur Bestimmung der beobachterbedingten Variabilität der Datenerfassung (Kapitel 2.5.5., 3.3. und 4.4.).
- Herrn Dr. Rieper, für die unkomplizierte Hilfe bei komplizierten Auswertungen in Excel.
- Herrn Dr. Schneider und Frau Dr. Brock, für die konstruktive Zusammenarbeit bei der Cluster- und Korrelationsanalyse (Kapitel 2.5.3., 3.2. und 4.3.)
- Herrn Dr. J. Thix, meinem Vater, für die allgemeine Anregung und die Durchsicht der Arbeit in ihrer Erstfassung.
- Last, but not least, meiner Mutter und der Marthe, für ihre Sorge fürs leibliche – und selige – Wohl, und meiner Familie und Freunden, für deren Unterstützung im Privaten.

CURRICULUM VITAE

PERSÖNLICHE DATEN

- **Name:** Cyril Alexandre Thix
- **Geburtstag:** 20. August 1977
- **Geburtsort:** Luxemburg
- **Staatsangehörigkeit:** luxemburgisch

AUSBILDUNG

- **Ärztliche Approbation:** am 15. Mai 2005
 - **Arzt im Praktikum / Assistenzarzt:** seit dem 15. Mai 2004 an der Abteilung für Anaesthesiologie und Intensivmedizin des Universitätsklinikums Tübingen ; vom 1. November 2003 zum 30. April 2004 an der Abteilung für Anaesthesiologie und Intensivmedizin des Universitätsklinikums Straßburg
 - **Medizinstudium:** 1997-2003
 - 1998-2003:** 2. bis 6. Studienjahr an der Université Louis Pasteur (ULP) in Strasbourg (Frankreich)
 - 1997/1998:** 1. Studienjahr am Centre Universitaire in Luxemburg
 - **Praktika an der ULP:** vom 4. zum 6. Studienjahr halbtägig
 - **Praktika im Ausland:** Juli 2000 am All India Institute for Medical Sciences (AIIMS) in New Delhi (India)
 - **Wissenschaftliches Wahlfach:** 1999/2000, Zelluläre und Molekuläre Mechanismen der Entwicklung
 - **Reifezeugnis:** 1997, Klassischer Unterricht, Wissenschaftliche Ausrichtung, Abteilung: Latein-Mathematik-Naturwissenschaften
-