

**ICU-Admission-Score**  
**ein Werkzeug zur präoperativen Evaluation**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Hohen Medizinischen Fakultät  
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität  
Bonn

**Martin Roman Kraff**

aus Trier

2016

Angefertigt mit der Genehmigung  
der Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: Prof. Dr. med. Georg Baumgarten
2. Gutachter: Prof. Dr. med. Nikos Werner

Tag der Mündlichen Prüfung: 25.04.2016

Aus der Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin  
Direktor: Prof. Dr. med. A. Hoeft

## Inhaltsverzeichnis

1.	Abkürzungsverzeichnis.....	4
2.	Einleitung.....	6
2.1	Thematische Einleitung.....	6
2.2	Planung einer postoperativen Intensivtherapie .....	6
2.3	Ökonomische Überlegungen in der Intensivmedizin.....	7
2.4	Scoresysteme .....	9
2.5	Zielsetzung der Arbeit.....	22
2.6	Verwendete Parameter in dieser Studie.....	23
3.	Methoden.....	30
3.1	Studiendesign.....	30
3.2	Gewinnung des Patientenkollektivs.....	30
3.3	Datengewinnung.....	38
3.4	Datenauswertung.....	40
3.5	Ermittlung der Scores.....	40
4.	Ergebnisse.....	41
4.1	Ergebnisübersicht.....	41
4.2	Signifikanz der einzelnen Parameter.....	41
4.3	Die Scoreberechnung.....	56
5.	Diskussion.....	62
5.1	Ergebnis dieser Studie .....	62
5.2	Grenzen von Score-Systemen.....	64
5.3	Vergleich mit anderen Studien.....	65
5.4	Schlussfolgerung.....	66
6.	Zusammenfassung.....	67
7.	Literaturverzeichnis.....	69
8.	Danksagung.....	77
9.	Lebenslauf.....	78

## 1. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
APACHE	Acute Physiology and Chronic Health Evaluation
ASA	American Society of Anesthesiologists
ATL	Aktivitäten des täglichen Lebens
BMI	Body Mass Index
COPD	chronische obstruktive Lungenerkrankung
CPR	Cardio-Pulmonale Reanimation
CT	Computertomographie
CVVH	Kontinuierliche veno-venöse Hämofiltration
EKG	Elektrokardiographie
FFP	gefrorenes Frischplasma
FiO <sub>2</sub>	inspiratorischer Sauerstoffanteil
GCS	Glasgow Coma Scale
HNO	Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
ICD	international Classification of Diseases
ICP	intrakranieller Druck
ICU	Intensive Care Unit
KAS	klinisches Arbeitsplatzsystem
KHK	koronare Herzkrankheit
MET	metabolische Äquivalente
MICA	Myocardinfarkt oder Herzstillstand (cardiac arrest)
MKG	Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie
MPM	Mortality Predicting Model
NSQIP	National Surgical Quality Improvement Program
NYHA	New York Heart Association
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
PaO <sub>2</sub>	Sauerstoffpartialdruck
pAVK	periphere arterielle Verschlusskrankheit
PEEP	positiver endexpiratorischer Druck
PEG	perkutane endoskopische Gastrostomie

PTCA	perkutane transluminäre Coronarangiographie
P-TIS	Pre-operative therapeutic intensity Score
rCRI	revised Cardiac Risk Index
SAPS	Simplified Acute Physiology Score
sAPGAR	APGAR Score for Surgery
SOFA	Sequential Organ Failure Assessment
Tab.	Tabelle
TEE	transösophageale Echokardiographie
TEP	Totale Endoprothese
TISS	Therapeutic Intervention Scoring System
TTE	transthorakale Echokardiographie
WHO	World Health Organisation
ZVK	zentraler Venenkatheter

## **2. Einleitung**

### **2.1 Thematische Einleitung**

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, ob es möglich ist, die Notwendigkeit einer postoperativen intensivmedizinischen Versorgung bereits präoperativ objektiv anhand eines einfachen Scores während der präoperativen Evaluation abschätzen zu können. Mit Hilfe dieses ICU-Admission-Score soll die Vorhersagewahrscheinlichkeit der Intensivaufnahme und damit die betriebswirtschaftlich wichtige Bettenauslastung der Intensivstationen erhöht werden.

### **2.2 Planung einer postoperativen Intensivtherapie**

Die postoperative intensivmedizinische Behandlung ist ein komplexes und oft schwer vorherzusehendes Geschehen. Eine besondere Schwierigkeit ergibt sich bei der Planung der Bettenbelegung auf Intensivstationen, da präoperativ nur schwer vorhersagbar ist, ob und wie lange jeder einzelne Patient intensivmedizinische Betreuung benötigt.

Das Anmeldeverfahren für die postoperative Intensivmedizin ist nicht einheitlich geregelt. Die Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin und der Berufsverband Deutscher Anästhesisten, sowie die Deutsche Gesellschaft für Chirurgie und der Berufsverband der Deutschen Chirurgen entwickelten 2007 gemeinsame Empfehlungen zur Ausstattung und Organisation interdisziplinärer operativer Intensivseinheiten (IOI): „Über die Aufnahme der Patienten von ihren Betteneinheiten auf die IOI entscheiden die operativen Fächer im Einvernehmen mit dem Leiter der IOI [...]. Um die intensivmedizinische Versorgung der Patienten aller operativen Kliniken und Fachabteilungen einschließlich der Klinik und Fachabteilung für Anästhesiologie zu gewährleisten, sollte eine am Bettenbedarf orientierte rechnerische Durchschnitts-Bettenzahl für jede Klinik und jede Fachabteilung hausintern (z. B. über eine Geschäftsordnung) festgelegt werden“ (DGAI, BDA, DGCH, BDC, 2007).

Am Universitätsklinikum Bonn findet die Anmeldung der postoperativen Intensivtherapie durch die Ärzte der operativen Partnerabteilungen bis spätestens am Vortag der Operation statt. Die Ärzte der Abteilung für Anästhesiologie können hierzu in präoperativen Risikoevaluationen und Aufklärungsgesprächen konsiliarische Empfehlungen ausspre-

chen. Der Bedarf eines Intensivbehandlungsplatzes wird dem anästhesiologischen Oberarzt der Intensivstation telefonisch gemeldet. Dieser legt zu Beginn jedes Arbeitstages die Bettenkapazität auf den Intensivstationen fest und gibt die entsprechend geplanten Patienten zur OP frei. Bei fehlender Bettenkapazität auf den Intensivstationen muss gegebenenfalls eine Operation trotz vorheriger Anmeldung der intensivmedizinischen Betreuung in Absprache mit den operativen Partnern verschoben werden.

### **2.3 Ökonomische Überlegungen in der Intensivmedizin**

In der heutigen modernen Medizin nimmt stetig der Kostendruck zu. In Deutschland geben Fallpauschalen vor wie lange ein Patient mit einer bestimmten Erkrankung im Krankenhaus behandelt werden sollte und welches Budget dafür zur Verfügung steht. Um dabei wirtschaftlich zu handeln ist das Ziel eines Krankenhauses die Optimierung der Nutzung der vorhandenen Ressourcen.

Intensivtherapie ist ein sehr komplexes Geschehen und durch die überdurchschnittlich hohen Personal- und Materialkosten im Vergleich zu einer Normalstation sehr teuer, z. B. durch spezielle Therapieformen wie maschinelle Beatmung, extrakorporale Oxygenierung, die Gabe von Blutprodukten oder die medikamententöse Therapie, beispielsweise mit teuren Antibiotika oder Antimykotika (Knaus et al., 1993; Moerer et al., 2007). Die Kosten der Therapie variieren sehr stark von Patient zu Patient und sind abhängig von der Anzahl der benötigten Therapieformen. Auch die Länge des Aufenthalts auf einer Intensivstation spielt eine große Rolle. Die größten Kosten in der Intensivtherapie werden durch die ersten beiden Tage nach Aufnahme verursacht, danach nehmen die Kosten ab und bleiben etwa ab dem dritten Tag stabil (Dasta et al., 2005).

Die intensivmedizinische Behandlung von kritisch kranken Patienten macht mit etwa 20 % einen großen Teil der Gesamtbehandlungskosten im Krankenhaus aus (Moerer et al., 2007).

Knaus et al. beschrieben schon 1993, dass in den USA die Intensivstationen 7 % der Gesamtbettenkapazität stellen, dagegen aber 30 % der Gesamtbehandlungskosten verursachen (Knaus et al., 1993).

Dasta et al. haben 2005 in den USA untersucht, dass die Tagestherapiekosten eines Intensivpatienten bei ungefähr 3100 € (3968 \$) liegen. Allein die Beatmungstherapie ver-

ursacht tägliche Kosten von circa 1200 € (1522 \$) (Dasta et al., 2005). Kaufmann und Briegel beschreiben auf der Basis des Therapeutic Intervention Scoring System (TISS) die täglichen Therapiekosten auf einer Intensivstation in Deutschland mit 1336 € (Kaufmann und Briegel, 2000). In einer weiteren Untersuchung von Tan et al. 2008 liegen die Kosten in den Niederlanden bei 1911 € pro Tag (Tan et al., 2008). Die optimale Ausnutzung der Betten auf der Intensivstation liegt im wirtschaftlichen Interesse des Krankenhauses, da diese nicht unwesentlich zu den Einnahmen der Klinik beitragen.

Ein häufiges ökonomisches Problem in der Intensivmedizin ist die nicht optimale Auslastung der Bettenkapazität. Diese entsteht beispielsweise durch eine Diskrepanz zwischen der geplanten Anzahl an Neuaufnahmen auf der Intensivstation und der tatsächlichen Anzahl der Patienten, die postoperativ übernommen wurden. Wird zum Beispiel ein Patient aufgrund einer größeren Operation angemeldet, wird der Bettplatz für ihn blockiert. Benötigt dieser Patient postoperativ doch keine Intensivbehandlung, was präoperativ nur schwer vorherzusagen ist, wurde dieser Bettplatz unnötig reserviert und bleibt ungenutzt. Diese Absagen erhält der Koordinator der Intensivstationen häufig erst am Nachmittag, so dass eine Weiterverteilung des Bettplatzes oft bis zum nächsten Tag nicht mehr möglich ist und die Gesamtauslastung nicht optimal genutzt ist. Dadurch kann dann ein anderer Patient, der post-operativ ebenfalls Bedarf einer Intensivbehandlung hat, möglicherweise nicht operiert werden, so dass der Patient länger auf die Operation warten muss und dem Krankenhaus die Einnahmen aus dieser Fallpauschale fehlen.

Es sollte also das Bestreben sein, die präoperative Anmeldung zur Intensivbehandlung zu verbessern und die Wahrscheinlichkeit einer richtigen Prognose zu erhöhen. An dieser Stelle wäre es wünschenswert, wenn man anhand objektiver Daten mithilfe eines Score-Systems die Anmeldung vereinfachen und die Bettenauslastung erhöhen könnte.



## 2.4 Scoresysteme

Um objektive und reproduzierbare Aussagen hinsichtlich der Prognose einer Erkrankung, des Eintretens einer Komplikation und der Überlebenschancen des Patienten machen zu können, werden in der Medizin Risikoprädiktoren und Scoring-Systeme eingesetzt.

Sie dienen als standardisierte Verfahren zur Klassifizierung des Krankheitsschweregrades, zur Verlaufsbeobachtung bei diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen und zur Stratifizierung von Patientenkollektiven bei wissenschaftlichen Untersuchungen (Junger et al., 2002).

Einer der ersten in der modernen Medizin entwickelten Scores ist der noch heute gebräuchliche APGAR-Score zur Evaluation des Zustandes von Neugeborenen (Apgar, 1953). Sowohl Apgar als auch Pilz und Werdan beschrieben das Prinzip von Scoresystemen als das Bestreben, durch eine Zusammenfassung objektiver Einzelbefunde und -werte eine globalere und quantitative Aussage zum Krankheitsschweregrad und dem daraus folgenden Letalitätsrisiko zu erlangen (Pilz und Werdan, 1998).

Sachs definiert 1993 in der Statistik ein Scoring-System als ein Punktevergabesystem zur summarischen Beurteilung einer Veränderung von Ausprägungen ordinaler Merkmale nach einer Behandlung für den Vergleich mehrerer unabhängiger Stichproben (Sachs, 1993).

Eine weitere sehr ähnliche Beschreibung des Prinzips eines Scores publizierte Schuster 1991: Das Prinzip von Scores besteht darin, durch die Summierung einzelner Punktwerte den Ausprägungsgrad eines Zustandes zu beschreiben. Das Vorhandensein klinischer Symptome und Zeichen oder die Abweichung eines physiologischen oder biochemischen Parameters vom Normalwert wird mit einer Zahl versehen, und die bei einem Patienten zutreffenden Parameter werden zu einem Gesamtscore summiert. Die erhaltene Zahl gibt Aufschluss über die Wahrscheinlichkeit einer Diagnose oder eines bestimmten Verlaufs (Schuster, 1991).

Die meisten neuen Score-Systeme basieren auf prognostischen Modellen. Bei prognostischen Modellen handelt es sich um mathematische Gleichungen, die meist mit dem

Verfahren der logistischen Regression erstellt worden sind, und mit denen die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten eines Ereignisses errechnet werden kann (Lemeshow, 1994).

Eines der Hauptziele eines Scores ist es, subjektive Beurteilungen durch möglichst objektive Kriterien zu ersetzen, da es bei einer rein subjektiven klinischen Einschätzung durch einen Arzt zu einer im Vergleich höheren Variation kommen kann (Bein und Untertl, 1993). Die Einschätzung des Zustandes eines Patienten durch das medizinische Personal wird erheblich von persönlichen Emotionen und Erfahrungen beeinflusst, daher sind Scoring-Systeme vor allem zur standardisierten und reproduzierbaren Patientenbeurteilung von Bedeutung.

Es konnte wiederholt gezeigt werden, dass die Prognose des Überlebens, welche durch medizinisches Personal vorgenommen wird, starken Schwankungen unterliegt und den Therapieumfang mitbestimmt (Knaus et al., 1991).

In einer Studie von McClish und Powell 1989 überschätzten Ärzte die Erkrankungsschwere von Intensivpatienten im Vergleich zur Evaluierung der Überlebenswahrscheinlichkeit nach dem APACHE II-Score (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II). Allerdings waren sie dem Score bei einer Vorhersage mit einer dichotomen Einteilung in Überlebende und nicht-Überlebende überlegen. Der APACHE II ist eher in der Lage die Erkrankungsschwere zwischen diesen beiden Endpunkten vorherzusagen (McClish und Powell, 1989).

### **Risikoscores in der Anästhesie**

In der Anästhesie wurden mehrere Scores und Risikochecklisten zur präoperativen Risikostratifizierung entwickelt. Einer der ersten ist die ASA-Klassifikation. Obwohl diese ursprünglich nicht als Risikoscore vorgesehen war, sondern nur zur Beschreibung des präoperativen Status mit dem Ziel der Vergleichbarkeit von Patientenkollektiven und nicht zur Risikoeinstufung, zeigen sich doch eindeutige Zusammenhänge mit den postoperativen Komplikationen und der perioperativen Letalität. Vacanti et al. fanden 1970 in einer Untersuchung an insgesamt 68.388 Patienten einen Anstieg der Mortalitätsrate mit zunehmendem ASA-Status. Bei Patienten der ASA-Klasse I lag die Mortalität bei 0,08

%, der ASA-Klasse II bei 0,27 %, der ASA- Klasse III bei 1,8 %, und bei Patienten der ASA-Klasse IV bei 7,8 % (Vacanti et al, 1970).

Weitere Risikochecklisten, die in der Anästhesie verwendet werden, wie die Mannheimer Risikocheckliste, die daraus weiterentwickelte Münchener Risikocheckliste und der Multifaktorielle Risikoindex nach Goldman haben gegenüber der ASA-Klassifikation den Vorteil der größeren Exaktheit und der Möglichkeit einer statistischen Risikoprognose. Trotzdem haben sie bis heute keine annähernd vergleichbare Verbreitung gefunden. Die ASA-Klassifikation hat sich auf Grund ihrer Einfachheit und schnellen Durchschaubarkeit weltweit durchgesetzt (List, 2001) und ist laut einer neueren Untersuchung den komplexeren Risikoindizes zumindest ebenbürtig (Gilbert et al., 2000).

Auch der NSQIP-MICA-Kalkulator von Gupta et al. (2011) wird in der Anästhesie verwendet. Insgesamt 211.410 Patienten wurden in einer Multicenterstudie auf einen perioperativen Myocardinfarkt bzw. einen Herzstillstand untersucht. Es wurden insgesamt fünf Prädiktoren identifiziert, die es erlauben, bereits präoperativ das persönliche kardiale Risiko des Patienten für eine Operation und die perioperative Phase vorherzusagen (Gupta et al., 2011).

Die Prädiktoren des NSQIP MICA sind:

- Alter
- ASA-Klassifikation
- OP-Art
- (Un-)Abhängigkeit bei den Aktivitäten des täglichen Lebens
- erhöhtes Kreatinin im Serum

### **Risikoscores in der Intensivmedizin**

In der Intensivmedizin werden hauptsächlich krankheitsübergreifende Scoring-Systeme zur Abschätzung der Morbidität bzw. Mortalität und des therapeutischen Aufwandes eingesetzt. Es gibt jedoch, wie in der Anästhesie, auch Scoring-Systeme für spezielle Situationen und Krankheitsbilder, wie beispielsweise Scoring-Systeme zur Abschätzung der Schwere des Multiorganversagens, des Lungenversagens oder der Sepsis (Junger et al., 2002).

In der Folge werden die am häufigsten verwendeten krankheitsübergreifenden Scores kurz vorgestellt. Die derzeit verfügbaren erkrankungsspezifischen Scoringssysteme besitzen in der Regel eine schlechtere prognostische Performance bezüglich der Gesamtmortalität (Second European Consensus Conference in Intensive Care Medicine, 1994).

### TISS

Cullen et al. entwickelten 1974 das Therapeutic Intervention Scoring System (TISS) zur Erhebung des Arbeitsaufwandes in der Intensivmedizin (Cullen et al., 1974). Es bestand ursprünglich aus 76 Parametern. Dieser Score wurde von Beginn an international zur Erfassung des Pflegeaufwandes und für administrative und qualitätssichernde Maßnahmen genutzt. Wesentliche Kritikpunkte des Scores betrafen den relativ hohen Zeitaufwand für die Erfassung sowie die fehlende Berücksichtigung vieler neuer relevanter Pflegemaßnahmen und administrativer Tätigkeiten (Unertl et al., 1997).

Auf Grund der oben genannten Kritikpunkte wurde das TISS von Miranda et al. (1996) überarbeitet und auf 28 Parameter zusammengefasst, um die Handhabung des Scores zu erleichtern und den erheblichen administrativen Aufwand zu senken.

Folgende Parameter werden im heute gebräuchlichen TISS bewertet:

- Monitoring
- Laborwerte
- Medikation
- Verbandswechsel
- Drainagen
- Beatmung
- künstliche Luftwege
- Atemtherapie
- vasoaktive Medikamente
- Flüssigkeitstherapie
- arterieller Katheter
- Pulmonalkatheter
- ZVK
- Reanimation
- Dialyse
- Ausfuhr
- Diurese
- intrakranieller Druck
- Azidose/Alkalose
- Ernährung
- enterale Ernährung
- Interventionen auf der Intensivstation
- Interventionen außerhalb der Intensivstation

Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACHE) I bis III

Im Jahr 1981 entwickelten Knaus et al. zur objektiven Erfassung der Erkrankungsschwere den APACHE I-Score. Dieser bestand aus zwei Teilen, dem Acute Physiology Score (APS) mit 34 Variablen, die jeweils eine Gewichtung von Null bis vier erhalten, sowie der Chronic Health Evaluation (CHE), die den Patienten anhand eines Fragebogens in vier Kategorien (A–D) einordnet. Obwohl der APACHE lediglich zur objektiven Einschätzung

der Erkrankungsschwere entwickelt wurde zeigt er auch eine gute Korrelation zur Sterbewahrscheinlichkeit. (Knaus et al., 1981)

1985 wurde der weiterentwickelte APACHE II vorgestellt (Knaus et al., 1985). In diesem Score wurde die Anzahl der Variablen des APS auf zwölf reduziert. Ebenfalls verändert wurde die Gewichtung, die nun nicht mehr nach einem starren System von eins bis vier stattfand, sondern anhand statistischer Korrelationen der einzelnen Variablen mit der Krankenhaussterblichkeit. In der CHE des APACHE II werden nur noch die schwere Organdysfunktion (Herz, Lunge, Leber, Niere) sowie eine Beeinträchtigung des Immunsystems berücksichtigt. Weitere Neuerungen bestanden in der Berücksichtigung der Aufnahmeart auf die Intensivstation (geplant postoperativ, ungeplant postoperativ, medizinisch) und der Erfassung des Alters des Patienten.

1991 veröffentlichten Knaus et al. die dritte Generation des APACHE. Hierbei wurde die Zahl der Variablen des APS auf 16 erhöht und die Gewichtung der Variablen wiederum im Hinblick auf die Krankenhaussterblichkeit angepasst. Zudem wurden erstmals eine eventuelle Vorbehandlung sowie der Aufenthaltsort des Patienten unmittelbar vor der Aufnahme auf die Intensivstation mit berücksichtigt. Da die Formel zur Berechnung des Letalitätsrisikos mit Hilfe des APACHE III nur kommerziell erhältlich ist, hat er bislang keine große Verbreitung gefunden (Knaus et al., 1991).

Zudem konnte Markgraf 1998 zeigen, dass der APACHE II in der von ihm untersuchten Patientengruppe präziser war als der neuere APACHE III (Markgraf, 1998).

Im nach wie vor am häufigsten gebrauchten APACHE II werden folgende Parameter bewertet:

- rektale Körpertemperatur
- arterieller Mitteldruck
- Herzfrequenz
- Atemfrequenz
- Oxygenation
- arterieller pH
- Natrium im Serum
- Kalium im Serum
- Kreatinin im Serum
- Hämatokrit
- Leukozytenzahl
- Glasgow Coma Scale
- Bicarbonat im Serum
- Alter
- chronische Erkrankungen

#### SAPS (Simplified Acute Physiology Score) I und II

Der SAPS wurde von Le Gall et al. erstmals 1984 veröffentlicht. Auf Grund der Kritik an den vielen Variablen beim APACHE I wurde deren Anzahl beim SAPS I auf 14 reduziert. Bei diesen Variablen handelt es sich um klinische und laborchemische Parameter sowie das Alter des Patienten. Auch diese Parameter werden je nach Ausprägungsgrad bzw. Grad der Abweichung von der Norm mit Null bis vier Punkten gewichtet. Die Weiterentwicklung SAPS II (Le Gall et al., 1993) besteht aus 17 Variablen und ist einer der in Europa am weitest verbreiteten Scores in der Intensivmedizin.

Folgende Parameter werden im SAPS II bewertet:

- Alter
- Aufnahmestatus
- Glasgow Coma Scale
- Chronische Erkrankungen
- Systolischer Blutdruck
- Herzfrequenz
- Körpertemperatur
- Maschinelle Beatmung
- $\text{FiO}_2$
- $\text{PaO}_2$
- Urinausscheidung
- Harnstoff im Serum
- Kalium im Serum
- Natrium im Serum
- Bicarbonat im Serum
- Bilirubin im Serum
- Leukozytenzahl

SOFA (Sequential Organ Failure Assessment)

Der SOFA wurde 1996 von der Working Group on Sepsis-related Problems der European Society of Intensive Care Medicine herausgegeben. Er besteht aus nur 6 einfachen Variablen und kann dadurch sehr schnell erhoben werden. Die sechs Parameter unterteilen sich nach Ausprägungsgrad in eins bis vier Punkte. Obwohl er zunächst nur für die Beschreibung von Organdysfunktionen entwickelt wurde, zeigt er auch davon losgelöst eine gute Korrelation mit der Überlebenswahrscheinlichkeit des Patienten (Vincent et al., 1998).



Folgende Parameter fließen in den SOFA ein:

- PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>
- Glasgow Coma Scale
- arterieller Mitteldruck oder notwendiger Einsatz von Vasopressoren
- Bilirubin im Serum
- Thrombozytenzahl
- Kreatinin im Serum oder Urinausscheidung

#### Mortality Predicting Model I und II

Erstmals wurde der Mortality Predicting Model (MPM) 1985 von Lemeshow et al. vorgestellt. Er bestand aus elf nicht invasiv gemessenen Parametern. Der heute gebräuchliche MPM II ist die ebenfalls von Lemeshow et al. publizierte Weiterentwicklung des MPM I. Der MPM II besteht aus 15 Variablen. Bei den meisten Parametern handelt es sich um dichotome Variablen, die mit ja oder nein beantwortet werden.

Im Gegensatz zum APACHE System wird keine Aufnahmediagnose gefordert. Ein weiterer Unterschied zu anderen Scoring-Systemen 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. Der MPM II wird zum Aufnahmezeitpunkt auf die Intensivstation direkt bestimmt, spätestens innerhalb der ersten 24 Stunden nach Aufnahme.

Folgenden Variablen gehen in den MPM II ein:

- medizinische oder ungeplante chirurgische Aufnahme
- metastatische Neoplasien
- Leberzirrhose
- chronische Niereninsuffizienz
- cardiopulmonale Reanimation vor der Aufnahme
- Glasgow Coma Scale 3-5
- Herzfrequenz  $\geq 150$  Schläge pro Minute
- systolischer Blutdruck  $\leq 90$  mmHg
- akute Niereninsuffizienz
- Herzrhythmusstörungen
- Cerebrovasculäres Ereignis
- Gastrointestinale Blutung
- Intrakranielle Massenblutung
- mechanische Beatmung
- Alter

(Lemeshow et al., 1993; SFAR, 2015)

## P-TIS

Weissman und Klein beschreiben 2010 einen Pre-operative therapeutic intensity Score (P-TIS). Hier wurden 716 elektive und 289 Notfallpatienten, die postoperativ intensivmedizinische Behandlung erhalten haben, retrospektiv auf präoperative Behandlungsmaßnahmen untersucht. Dabei wurden chronische ( $>48$  h präoperativ) und akute ( $<48$  h präoperativ) Behandlungsmaßnahmen unterschieden. Von der Grundidee geht dieser Score auf den von Cullen et al. entwickelten TISS (s. o.) zurück, in dem die unterschiedlichen therapeutischen Interventionen auf Intensivstationen betrachtet werden. Ziel des P-TIS ist ein objektiver Score, der bereits präoperativ den Bedarf an Ressourcen quantifizieren kann und nicht wie in den meisten thematisch vergleichbaren Studien das Outcome oder die Mortalität vorhersagt. Auf diesem Weg soll er das Maß an postoperativem Behandlungsaufwand abschätzen. Er soll auf alle erwachsenen operativen Patienten gleich anwendbar sein.

Im Folgenden werden hier die Variablen sowie die im Score dafür jeweils vergebenen Punktwerte des P-TIS aufgelistet, aufgeteilt nach akutem und chronischem P-TIS:

Chronischer P-TIS:

4 Punkte:

- Hepatische Enzephalopathie und Behandlung einer Zirrhose
- Coronare Stentimplantation oder PTCA
- Immunsuppression
- Operationen oder interventionelle Radiologie in den letzten zwei Wochen
- implantierter automatischer Defibrillator

3 Punkte:

- >2 Antihypertensiva
- Medikation gegen Herzinsuffizienz
- > 1 Anti-Angina-Medikation
- Antiarrhythmika
- Digoxin
- chronische Nierenersatzverfahren (Dialyse)
- Insulintherapie
- permanenter Schrittmacher
- künstliche Ernährung (enteral oder parenteral)
- Chemo- oder Radiotherapie in den letzten zwei Monaten
- ATL (Aktivitäten des täglichen Lebens) – totale Abhängigkeit
- Heimsauerstofftherapie

2 Punkte:

- orale Diuretika
- >1 Antikonvulsiva
- 1-2 orale Antidiabetika
- 1-2 Antihypertensiva
- 1 orale/sublinguale Anginamedikation
- Orale/subkutane Antikoagulanzen
- Asthma- oder COPD Medikation
- Steroide
- Magensonde/PEG
- Drainagen/Enterostoma
- Urinkatheter
- Tracheostoma
- ATL – teilweise Abhängigkeit
- Alkohol- oder Drogenabusus
- Antipsychotika
- chronische Wundversorgung/Dekubitus

1 Punkt:

- orale Antibiotika
- ambulante Behandlung
- 1 Antikonvulsivum
- Schilddrüsenhormonersatz
- Analgetika
- Antidepressiva

Akuter P-TIS:

4 Punkte:

- CPR/Defibrillation
- offene Herzmassage
- Nottracheotomie/Koniotomie
- mechanische Ventilation mit PEEP > 5 cm H<sub>2</sub>O
- Pulmonalarterienkatheter/Herzzeitvolumenmonitoring
- ICP Monitoring / stündliche neurologische Untersuchung/GCS
- Thrombolytische Therapie
- Bluttransfusion > 4 Einheiten
- gefrorenes Frischplasma > 3 Einheiten
- Thrombozytentransfusion
- Intraaortale Ballonpumpe
- >5 arterielle Blutgasmessungen
- >2 i.v. vasoaktive oder antiarrhythmische Medikation
- temporärer Herzschrittmacher (Notfall)
- Ausgedehntes „packing“ oder Debridement
- Notfalldialyse oder CVVH
- Notfallimplantation eines Defibrillators
- Notfallangiographie/Herzkatheter
- akute interventionell-radiologische Behandlung

## 3 Punkte:

- nasale oder orale Intubation
- mechanische Ventilation mit PEEP 5 cm H<sub>2</sub>O oder kleiner
- Endotracheale Absaugung (mehr als 2 mal in 6-8 Stunden)
- intraarterieller Katheter
- ZVK
- Thoraxdrainagen
- stündliche Vitalzeichenkontrolle und Flüssigkeitsbilanz
- i.v. Antikoagulation
- > 1 antianginöse orale Medikation
- 1-2 i.v. Vasoaktive oder antiarrhythmische Medikamente
- akute Digitalisierung
- aktive Diurese bei Hirnödemen
- i.v. Diuretika/low-dose Dopamin
- Therapie einer Azidose oder Alkalose
- Therapie eines Krampfanfalls oder Enzephalopathie
- 1-3 Einheiten Erythrozytenkonzentrate oder Vollblut
- 1-2 FFP
- 2-5 arterielle Blutgasmessungen
- 4 oder mehr dringende Blutentnahmen
- Notfallbronchoskopie oder Endoskopie in den letzten 72 Stunden
- Cardioversion in den letzten 72 Stunden
- Aszites- oder Pleurapunktion
- Intensivtransport
- Komplizierte orthopädische Behandlung
- Mehrfaches Umkleiden
- Isolation
- Re-Operation
- Immunsuppression (keine Steroide)
- Notfallinsulintherapie
- vollständige künstliche Ernährung (enteral oder parenteral)
- Hospitalisierung 3 Tage oder länger
- Flüssigkeitsersatz

2 Punkte:

- unterstützende Sauerstoffgabe
- >1 periphere Venenkatheter
- Vitalzeichenkontrolle alle 2-4 Stunden
- 12-Kanal-EKG plus Bestimmung der Herzenzyme
- i.v. Antibiotika
- i.v. Analgetika
- Notfallantipsychotika
- 1 arterielle Blutgasmessung
- orale Diuretika
- prophylaktische Antikoagulation
- >1 Antikonvulsiva
- 1-3 dringende Blutentnahmen
- CT
- Abdomensonographie
- TTE oder TEE
- Fixierung
- Routinemäßiges Umkleiden
- einliegende Drainagen
- Asthma oder COPD Medikation
- Steroidtherapie
- Hospitalisierung 1-2 Tage
- 1-2 orale Antihypertensiva
- 1 orale/sublinguale Antiangina-Medikation

1 Punkt:

- 1 peripherer Venenkatheter
- orale Antibiotika
- 1 Antikonvulsivum
- Analgetika
- Antidepressiva
- Flüssigkeitsbilanz
- Urinkatheter
- Magensonde

## 2.5 Zielsetzung der Arbeit

Ziel dieser Studie ist die Entwicklung eines in der Handhabung einfachen Scores, mit dem unter Berücksichtigung möglichst weniger Parameter eine präzise Vorhersage bezüglich der Notwendigkeit einer postoperativen Intensivbehandlung getätigt werden kann. Der Score soll dazu dienen, die Entscheidung, ob ein Patient am Universitätsklinikum Bonn zur Intensivtherapie angemeldet werden soll, schon während der präoperati-

ven anästhesiologischen Begutachtung zu ermöglichen und so eine optimale Versorgung des Patienten und eine verbesserte Auslastung der Betten auf den Intensivstationen zu gewährleisten.

Als orientierende Vorlage diene dabei der vereinfachte Risikoscore zur postoperativen Übelkeit und Erbrechen nach Apfel (Apfel, 1999).

Der präoperativen Evaluation kommt dabei der größte Stellenwert zu. Auch List et al. beschreiben 2001, dass pathologische präoperative Befunde ein wesentlich höheres Risiko für postoperative Morbidität und Mortalität bedeuten als die Anästhesie oder der Eingriff selbst.

## **2.6 Verwendete Parameter in dieser Studie**

### **Alter**

Das Alter wurde anhand des Geburtsdatums und des Aufnahmedatums bestimmt und in ganzen Jahren angegeben. Es wurden nur Personen mit Mindestalter 18 Jahre betrachtet. Ein Alter über 50 Jahre gilt laut Forrest als Risikofaktor für perioperative Morbidität und Mortalität (Forrest et al., 1992).

### **Geschlecht**

Das Geschlecht des Patienten wurde als möglicher Parameter herangezogen, da ein erhöhtes Risiko der Männer für perioperative kardiale Zwischenfälle beschrieben wurde (Forrest et al., 1992).

### **Gewicht**

Das Gewicht der Patienten zum Aufnahmezeitpunkt ins Krankenhaus wurde aus den Anästhesieprotokollen gewonnen. Betrachtet wurde das Gewicht in Relation zur Körperoberfläche (Body-Mass-Index). Das Gewicht in kg wird dabei durch die Körpergröße in m zum Quadrat geteilt.

Berechnung BMI: Körpergewicht (kg) / Körpergröße<sup>2</sup> (m)

Nach der WHO wird der BMI in Untergewicht, Normalgewicht, Übergewicht und Adipositas eingeteilt.

Bei dieser Einteilung werden weder Statur noch Geschlecht als Einflussfaktoren berücksichtigt.

**Tab. 1:** Einteilung des Body-Mass-Index (BMI) nach der Weltgesundheitsorganisation (WHO) in 7 verschiedene Ausprägungsgrade von starkem Untergewicht. Berechnung BMI: Körpergewicht (kg) / Körpergröße<sup>2</sup> (m)

Kategorie	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
Starkes Untergewicht	< 16
Mäßiges Untergewicht	16 – 17
Leichtes Untergewicht	17 – 18,5
Normalgewicht	18,5 – 25
Präadipositas	25 – 30
Adipositas Grad I	30 – 35
Adipositas Grad II	35 – 40
Adipositas Grad III	≥ 40

### ASA-Klassifikation

Die American Society of Anesthesiologists (ASA) hat eine Klassifikation entwickelt, die Patienten vor einer Narkose anhand von vorliegenden systemischen Erkrankungen einteilt. Erstmals beschrieben wurde eine solche Klassifikation 1941 von Saklad.

Klasse 1 beschreibt hierbei den normalen gesunden Patienten ohne Allgemeinerkrankung. Klasse 2 beschreibt die Patienten mit einer leichten Allgemeinerkrankung ohne ausgeprägte Leistungseinschränkung. Patienten der Klasse 3 weisen Leistungseinschränkung bei schwerer Allgemeinerkrankung auf. Patienten der Klasse 4 haben eine schwere Allgemeinerkrankung, durch die eine konstante Lebensbedrohung hervorgerufen wird. Klasse 5 beschreibt den moribunden Patienten, der ohne Operation voraussichtlich weniger als 24 Stunden überleben wird. In Klasse 6 werden hirntote Patienten eingeteilt, deren Organe zur Organspende entnommen werden (ASA, 1963).

**Tab. 2:** Die Einteilung der ASA-Klassifikation (American Society of Anesthesiologists) in 6 verschiedene Risikoklassen nach Vorerkrankungen

ASA-Klassifikation	
1	Normaler, gesunder Patient
2	Patient mit leichter Allgemeinerkrankung
3	Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung
4	Patient mit schwerer Allgemeinerkrankung, die eine ständige Lebensbedrohung darstellt.
5	moribunder Patient, der ohne Operation voraussichtlich (24 h) nicht überleben wird
6	hirntoter Patient, dessen Organe zur Organspende entnommen werden



### **Die OP-Klassifikation**

Die geplanten Operationen werden am Universitätsklinikum Bonn in Anlehnung an die „The Johns Hopkins Medical Institutions“ nach dem Ausmaß des OP-Traumas, des intraoperativen Blutungsrisikos und der postoperativ zu erwartenden Funktionsstörung in fünf Klassen eingeteilt.

Klasse I beschreibt minimal invasive Eingriffe mit keinem oder nur geringem Blutverlust und minimalem OP-Risiko. Als Beispiele kann man hier die Katarakt-OP, kleine Metallentfernungen und Arthroskopien nennen.

In Klasse II finden sich Operationen mit minimalem bis moderatem Risiko und einem geschätzten Blutverlust von weniger als 10 % des Blutvolumens, z.B. diagnostische Laparoskopie, Tonsillektomie oder Leistenhernienreparatur.

Klasse III beschreibt moderat bis deutlich invasive Eingriffe mit einem erwarteten Blutverlust von ca. 10 bis 30 % des Blutvolumens wie z.B. Knie-TEP, Laparotomie, Hysterektomie oder Cholezystektomie.

Operationen der Klasse IV sind stark invasive Eingriffe mit deutlichem OP-Risiko und einem erwarteten Blutverlust von mehr als 30 % des Blutvolumens. Zu diesen Eingriffen zählen z.B. Hüft-TEP, größere Rekonstruktionen des Gastrointestinaltraktes oder kardielle Eingriffe.

In Klasse V sind hochinvasive Eingriffe aufgeführt, die ein kritisches OP-Risiko aufweisen und einen Blutverlust von mehr als 30% des Blutvolumens erwarten lassen, wie z.B. abdominelle Gefäßchirurgie, Zweihöhleneingriffe oder intrakranielle Eingriffe.(Fleisher et al., 2008; Hammill et al., 2007)

**Tab. 3:** Einteilung der Johns Hopkins OP-Klassifikation in 5 Schweregrade nach Invasivität des operativen Eingriffs sowie des zu erwartenden Blutverlustes

Johns Hopkins Einteilung der OP-Klasse	
I	Minimal invasive Eingriffe Blutverlust: keiner bis gering
II	Minimal bis moderat invasive Eingriffe Blutverlust: < 10% des Blutvolumens Minimal bis moderates OP Risiko
III	Moderat bis deutlich invasive Eingriffe Blutverlust: 10-30 % des Blutvolumens Moderates OP Risiko unabhängig von Anästhesie
IV	Stark invasive Eingriffe Blutverlust: > 30 % des Blutvolumens Deutliches OP Risiko unabhängig von Anästhesie
V	Hoch invasive Eingriffe Blutverlust: > 30 % des Blutvolumens Kritisches OP Risiko unabhängig von Anästhesie

### Die metabolischen Äquivalente (MET)

Der Begriff der metabolischen Äquivalente beschreibt nach „Duke Activity Status Index“ und „AHA Exercise Standards“ die Leistungsfähigkeit des Patienten und bezieht sich dabei auf den Stoffwechselumsatz in Bezug auf das Körpergewicht. 1 MET entspricht dabei dem Verbrauch von 3,5l O<sub>2</sub> /kg Körpergewicht/Minute. Eine andere Definition bezeichnet 1 MET als einen Kalorienverbrauch von 1 kcal je Kilogramm Körpergewicht pro Stunde. Beides entspricht in etwa dem Ruheumsatz des Körpers (Ainsworth, 1993; 2000; Goldman et al., 1981).

Die MET werden herangezogen um eine Vergleichbarkeit der verschiedenen Aktivitäten im Alltag und so eine Einschätzung der individuellen Belastbarkeit zu ermöglichen. MET <1 beschreibt einen bettlägerigen Patienten, der sich nicht selbst versorgen kann. Bei MET 1-4 kann der Patient sich selbst versorgen, isst, trinkt und geht zur Toilette. Auf ebenem Grund kann dieser Patient eine Wegstrecke von 500 Metern gehen. Ein Patient mit 5-10 MET kann eine leichte Steigung oder eine Treppe bewältigen. Er kann kurze

Strecken rennen und schwere Hausarbeit verrichten. Freizeitbeschäftigungen wie Golf, Bowling oder Tanzen gehören ebenfalls zu möglichen Aktivitäten in dieser Kategorie. Die Kategorie >10 MET klassifiziert Patienten, die anstrengende Sportarten wie Schwimmen, Fußball oder Basketball ausüben können (Jetté et al., 1990).

**Tab. 4:** Metabolische Äquivalente nach „Duke Activity Status Index“ und „AHA Exercise Standards“ in 4 zusammengefassten Untergruppen. 1 MET entspricht dabei dem Verbrauch von 3,5l O<sub>2</sub> /kg Körpergewicht/Minute.

MET	
<1	bettlägeriger Patient Patient kann sich nicht selbst versorgen
1-4	Patient kann sich selbst versorgen Patient isst, trinkt und geht zur Toilette Patient kann ca. 500m auf ebenem Grund mit einer Geschwindigkeit von durchschnittlich 3km/h zu Fuß gehen
5-10	Patient kann einen Treppenabsatz oder eine leichte Steigung bewältigen Patient kann auf ebenem Grund mit leicht erhöhter Geschwindigkeit zu Fuß gehen Patient kann eine kurze Strecke rennen Patient verrichtet schwere Hausarbeit wie Fußboden schrubben oder schweres Mobiliar heben und verschieben Patient übt Freizeitbeschäftigung wie Golf, Bowling, Tanzen, Tennis (Doppel) oder Ballwurf aus
>10	Patient übt anstrengende Sportarten wie Schwimmen, Tennis (Einzel), Fußball oder Basketball aus

### NYHA-Klassifikation

Die NYHA-Klassifikation ist eine von der New York Heart Association herausgegebene funktionale Einteilung von Herzkrankheiten. Unter Beschwerden werden für kardiale Erkrankungen typische Symptome wie Dyspnoe, Angina pectoris und unnormale Erschöpfung zusammengefasst.

**Tab. 5:** Die Einteilung der Symptome Dyspnoe und Erschöpfung nach New York Heart Association (NYHA) in vier verschiedene Ausprägungsgrade

NYHA Klassifikation	
I	Beschwerdefreiheit, normale körperliche Belastbarkeit
II	Beschwerden bei stärkerer körperlicher Belastung
III	Beschwerden bei leichter körperlicher Belastung
IV	Beschwerden in Ruhe

### Revised Cardiac Risk Index nach Lee (rCRI)

Der rCRI gibt das Risiko kardiologischer Komplikationen bei einer Operation an (Lee, 1999). Insgesamt gibt es nach Lee sechs voneinander unabhängige Risikofaktoren:

Eine Hochrisikoperation, koronare Herzkrankheit, chronische Herzinsuffizienz, ein cerebraler Insult oder eine transitorische Ischämie, ein insulinpflichtiger Diabetes Mellitus sowie ein Serumkreatinin von mehr als 2 mg/dl. Für jeden dieser Faktoren wird ein Punkt vergeben. Die Patienten können anhand dessen in vier Kategorien klassifiziert werden.

**Tab. 6:** Die vier Risikoklassen des revised Cardiac Risk Index nach Lee, bezogen auf die Anzahl der jeweils vorliegenden Risikofaktoren Hochrisikoperation, koronare Herzkrankheit, chronische Herzinsuffizienz, cerebraler Insult oder eine transitorische Ischämie, insulinpflichtiger Diabetes Mellitus sowie Serumkreatinin von mehr als 2 mg/dl.

Revised Cardiac Risk Index	
I	0 Risikofaktoren
II	1 Risikofaktor
II	2 Risikofaktoren
I	
I	≥ 3 Risikofaktoren
V	

### OP-Zeit

Hier wurde die Dauer der Operation anhand der Protokolleinträge ausgewertet. Es handelt sich um die reine OP-Zeit von Hautschnitt bis Nahtende.

## **Noxen/Rauchen**

Das Patientenkollektiv wurde in Raucher und Nichtraucher unterteilt. Hierbei wurde nur das aktuelle Verhalten berücksichtigt. Eine weitere Einteilung nach Packyears oder Zigaretten pro Tag fand nicht statt.

## **Präoperative Laborparameter**

### Hämoglobin (Hb)

Der präoperative Hämoglobingehalt in mg/dl wurde bei der Laboruntersuchung am Aufnahmetag bestimmt. Ein unter den Normwert erniedrigter Hb-Wert kann in Form einer präoperativen Anämie als Risikofaktor angesehen werden (Ranucci, 2012).

### Kreatinin

Der präoperative Serum-Kreatininwert wurde ebenfalls als Parameter bei der Blutuntersuchung am Aufnahmetag erfasst. Er kann als Prädiktor für eine bestehende Niereninsuffizienz dienen.

## **vorbestehende Erkrankungen**

Anhand der im klinischen Arbeitsplatzsystem (KAS) kodierten Nebenerkrankungen der Patienten wurden folgende Gruppen als mögliche Risikofaktoren betrachtet und untersucht:

- Kardiale Erkrankungen: KHK, Herzinsuffizienz, Herzrhythmusstörungen (hier wurden supraventrikuläre und ventrikuläre Rhythmusstörungen zusammengefasst), bestehendes Herzklappenvitium oder Zustand nach erfolgtem Herzklappenersatz. Kardiale Erkrankungen sind laut Farrow et al die Hauptursache für perioperative Komplikationen (Farrow et al., 1982).
- Kreislauf- und Gefäßerkrankungen: arterielle Hypertonie, periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK), Carotisstenose
- Pulmonale Erkrankungen: chronische obstruktive Lungenerkrankung (COPD), Asthma bronchiale
- Neurologische Erkrankungen: Apoplex, Demenz
- Sonstige Allgemeinerkrankungen: Diabetes mellitus (Typ I und II), akute Infektion oder Isolationsmaßnahmen, Immobilität

### **3. Methoden**

#### **3.1 Studiendesign**

Bei dieser Arbeit handelt es sich um eine retrospektive Studie. Die am Universitätsklinikum Bonn vorhandenen Daten wurden statistisch ausgewertet. Es wurde keine prospektive Validierungsstudie durchgeführt.

#### **Ausschlusskriterien**

Aus dieser Studie wurden folgende Patienten ausgeschlossen:

- Alter < 18 Jahre
- Patienten, die nicht in der Allgemeinchirurgie behandelt wurden (HNO, Orthopädie, Unfallchirurgie, Gynäkologie, Herzchirurgie, Urologie, MKG, Augenheilkunde, Neurochirurgie)
- Patienten mit Operationen, nach denen sie obligatorisch auf eine Intensivstation aufgenommen werden
- Notfallpatienten
- Operationen mit Fallzahl < 6 im Zeitraum eines Jahres
- Operationen, die als Zweiteingriff im Rahmen einer anderen OP durchgeführt wurden

#### **3.2 Gewinnung des Patientenkollektivs**

Zur Gewinnung des Patientenkollektivs wurden zunächst im klinischen Arbeitssystem (KAS) über eine Abfragemaske alle Patienten der Fachabteilungen Chirurgie und Anästhesiologie über den Zeitraum von sechs Monaten (01.01.2010 – 30.06.2010) aufgelistet. Hierbei wurden alle chirurgischen Prozeduren (OPS 2010) sowie alle codierten Diagnosen (ICD) (sowohl Haupt- als auch Nebendiagnosen) der Patienten erfasst.

Insgesamt ergaben sich so 16.762 Prozeduren (OPS), von denen 10.838 an Patienten durchgeführt wurden, die postoperativ auf eine Intensivstation verlegt wurden und 5.925 an Patienten, die auf eine Normalstation verlegt wurden.

Die Operationen- und Prozedurenschlüssel werden weiter untergliedert [Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information, [www.dimdi.de](http://www.dimdi.de)]. Die für diese Arbeit relevanten Prozedurenschlüssel sind die operativen Prozeduren, die in den OPS mit einer 5 beginnend codiert sind. Als weitere Beispiele beginnen z.B. diagnostische Prozeduren mit 1 und bildgebende Diagnostik mit 3.

Es werden die operativen Prozeduren herausgefiltert. Dabei finden sich 1.500 Prozeduren bei Intensivpatienten und 1.911 Prozeduren bei nicht Intensivpatienten.

Wenn man zunächst die Gruppe der Intensivpatienten betrachtet und über einen Vergleich der Fallnummern doppelt genannte Patienten entfernt, kamen diese 1.500 Prozeduren bei insgesamt 1.228 Patienten zur Anwendung. Insgesamt ergaben sich hieraus 515 unterschiedliche Prozeduren. Um das Patientenkollektiv besser vergleichbar zu machen, wurde es an dieser Stelle auf alle allgemeinchirurgischen Patienten und Prozeduren reduziert. Nach Ausschluss aller unfallchirurgischen und kardiochirurgischen Prozeduren, bleiben 340 verschiedene allgemeinchirurgische Prozeduren übrig. Diese wurden nun zu Organgruppen zusammengefasst.

Zum Beispiel werden Bypassoperationen an unterschiedlichen Extremitätengefäßen unter „Operationen an Gefäßen der unteren Extremität“ und dann weiter unter „Gefäße“ zusammengefasst. Bei dieser Einteilung erhält man acht Organgruppen (Lunge/Thorax, Gefäße, Milz, Darm, Leber, Gallenblase, Pankreas und allgemeine Laparotomie) mit insgesamt 35 Untergruppen, die in Tabelle 7 dargestellt sind.

**Tab. 7:** Operative allgemeinchirurgische operative Prozeduren (OPS) unterteilt in 8 Organgruppen und 35 Unterkategorien

Lunge, Thorax
Atypische Lungenresektion: Keilresektion, offen chirurgisch und thorakoskopisch
Atypische Lungenresektion: Keilresektion, mehrfach, offen chirurgisch: 2 bis 5 Keile
Segmentresektion und Bisegmentresektion der Lunge
Einfache Lobektomie und Bilobektomie der Lunge
Erweiterte Lobektomie und Bilobektomie der Lunge, mit Perikardresektion
Einfache (Pleuro-)Pneumonektomie mit radikaler Lymphadenektomie
Adhäsiolyse an Lunge und Brustwand
Inzision von Brustwand und Pleura: Explorative Thorakotomie
Inzision von Brustwand und Pleura: Rethorakotomie
Pleurektomie: Dekortikation der Lunge , offen chirurgisch
Plastische Rekonstruktion der Brustwand: Trichterbrust
Gefäße
Operationen an der Aorta
Operationen an den Gefäßen der unteren Extremität
Operationen an den Gefäßen des Kopfes und Halses extrakraniell
Operationen an den Gefäßen abdominal und pelvin
Milz
Splenektomie: Total: Offen chirurgisch
Darm
Lokale Exzision und Destruktion von erkranktem Gewebe des Dünndarmes
Resektion des Dünndarmes: Segmentresektion des Jejunums: Offen chirurgisch
Partielle Resektion des Dickdarmes: Segmentresektion
Partielle Resektion des Dickdarmes: Hemikolektomie
(Sub-)totale Kolektomie mit Anastomose oder Enterostoma
Anlegen eines Enterostomas
Andere Operationen am Darm: Adhäsiolyse und Bridenlösung
Leber
Lokale Exzision und Destruktion von erkranktem Gewebe der Leber
Anatomische (typische) Leberresektion
Andere Operationen an der Leber
Gallenblase
Cholezystektomie: Einfach, offen chirurgisch
Cholezystektomie: Simultan, während einer Laparotomie aus anderen Gründen
Biliodigestive Anastomose: Zum Jejunum
Andere Operationen an den Gallengängen: Einlegen einer Drainage: Offen chirurgisch
Pankreas
Lokale Exzision und Destruktion von erkranktem Gewebe des Pankreas: Exzision
Partielle Resektion des Pankreas: Linksseitige Resektion (ohne Anastomose)
Partielle Resektion des Pankreas: OP nach Whipple
Allgemeine Laparotomie
Laparotomie und Eröffnung des Retroperitoneums: Explorative Laparotomie
Relaparotomie und Second-look-Laparotomie (programmierte Relaparotomie)



Im nächsten Schritt werden alle Prozeduren ausgeschlossen, die entweder aufgrund der Schwere der Operation obligatorisch zu einer Aufnahme auf die Intensivstation führen, oder als Notfalloperation kodiert sind, denen keine elektive Aufnahme vorausgeht. Um das Kollektiv weiter vergleichbar zu halten, wurden ebenfalls alle Prozeduren entfernt, die weniger als sechs Mal kodiert wurden.

Folgende OPS wurden aufgrund der Schwere der Operation bzw. als Notfalleingriffe ausgeschlossen:

- Eingriffe und Operationen an den Gefäßen des Kopfes und Halses extrakraniell  
(OPS: 5-380.05, 5-381.01, 5-381.02, 5-381.03, 5-395.01 und 5-395.02)
- Eingriffe und Operationen an der Aorta  
(OPS: 5-380.3x, 5-382.3x, 5-384.02, 5-384.62, 5-384.72, 5-384.74, 5-384.x3, 5-38a.14, 5-38a.70)
- Eingriffe im Sinne einer Plastischen Rekonstruktion der Brustwand und der Korrektur einer Brustkorbdeformität (Trichterbrust)  
(OPS: 5-346.a0, 5-346.a1)
- Eingriffe und Operationen am Darm: Adhäsioolyse und Bridenlösung  
(OPS: 5-469.10, 5-469.20)
- Eingriffe an der Milz  
(OPS: 5-413.10)
- Eingriffe als Explorative Laparotomie  
(OPS: 5-541.0)
- Eingriffe im Sinne einer Rethorakotomie oder explorativen Thorakotomie mit Inzision von Brustwand und Pleura  
(OPS: 5-340.1, 5-340.3)
- Laparotomien und Eröffnungen des Retroperitoneums im Sinne einer Relaparotomie und Second-look-Laparotomie  
(OPS: 5-541.2, 5-541.3)

Folgende OPS wurden aufgrund ihrer geringen Fallzahl ausgeschlossen:

- Operationen an Gefäßen abdominal und pelvin (n=5)  
(OPS: 5-381.53, 5-381.54, 5-380.52, 5-380.53, 5-380.61)
- lokale Exzisionen und Destruktionen von erkranktem Gewebe des Dünndarmes  
(n=5) (OPS: 5-451.1, 5-451.92)
- (sub-)totale Kolektomie mit Anastomose oder Enterostoma (n=5)  
(OPS: 5-455.81, 5-455.82, 5-456.00, 5-456.13)
- partielle Resektion des Dickdarmes als Segmentresektion (offen chirurgisch mit  
Enterostoma und Blindverschluss) (n=4)  
(OPS: 5-455.02, 5-455.0x)
- Adhäsiolyse an Lunge und Brustwand (n=3)  
(OPS: 5-333.0, 5-333.1, 5-333.x)
- Segmentresektion und Bisegmentresektion der Lunge (n=2)  
(OPS: 5-323.63, 5-323.x2)
- einfache (Pleuro-)Pneumektomie mit radikaler Lymphadenektomie (n=2)  
(OPS: 5-327.5, 5-327.x)
- erweiterte Lobektomie und Bilobektomie der Lunge ohne broncho- oder angio-  
plastische Erweiterung mit Perikardresektion (n=1) (OPS: 5-325.02)

Ausgeschlossen wurden zusätzlich noch das Anlegen eines Enterostomas (n=14) (OPS: 5-460.00, 5-460.10, 5-461.00, 5-461.50, 5-461.x0, 5-462.0, 5-462.1, 5-462.5, 5-463.00, 5-463.10, 5-464.21, 5-464.22, 5-464.31, 5-465.2), weil davon ausgegangen wird, dass die Anlage als Zweiteingriff gilt, dem eine andere Operation, z.B. eine partielle Resektion des Darmes, vorausgegangen ist, sowie die Cholezystektomie, die gleichzeitig während einer Operation aus anderen Gründen durchgeführt wurde (n=32) (OPS: 5-511.41, 5-511.42, 5-511.51).

Nach dem Ausschluss dieser Prozeduren und einer Entfernung doppelter Fallnummern erhält man nun ein Kollektiv von 234 Intensivpatienten, an denen insgesamt 72 verschiedene Prozeduren durchgeführt wurden. Diese werden in sieben organspezifische Gruppen unterteilt:

Gruppe Gefäße:

OPS 5-380.70, 5-380.71, 5-380.72, 5-380.80, 5-380.83, 5-380.84, 5-380.8x, 5-380.a5, 5-380.a6, 5-393.52, 5-93.53, 5-393.54, 5-393.55, 5-393.61, 5-393.8, 5-381.70, 5-381.71, 5-381.72, 5-381.80, 5-381.83, 5-395.70, 5-395.71

Gruppe Dünndarm:

OPS 5-454.10, 5-454.20, 5-454.50, 5-454.60, 5-454.x

Gruppe Dickdarm:

OPS 5-455.41, 5-455.42, 5-455.43, 5-455.4x, 5-455.51, 5-455.52, 5-455.61, 5-455.62, 5-455.21, 5-455.71, 5-455.72

Gruppe Leber:

OPS 5-501.00, 5-501.20, 5-501.50, 5-501.53, 5-502.0, 5-502.1, 5-502.2, 5-502.3, 5-502., 5-509

Gruppe Gallenblase:

OPS 5-514.00, 5-514.50, 5-514.53, 5-514.b0, 5-514.d, 5-511.01, 5-510.1, 5-511.0, 5-512.2, 5-512.4

Gruppe Lunge:

OPS 5-322.d1, 5-322.d2, 5-322.g, 5-324.21, 5-324.a1, 5-324.b, 5-322.e4, 5-322.e, 5-344.0, 5-344.1, 5-344.3

Gruppe Pankreas:

OPS 5-521.0, 5-524.1, 5-524.00

Anhand dieser 72 Prozeduren wurde die Gruppe der nicht-Intensivpatienten gefiltert. Man erhält dort ein Kollektiv von 103 Patienten.

**Tab. 8:** Patientenzahlen in den einzelnen Organ-Untergruppen, getrennt nach der post-operativen Verlegung auf eine Intensivstation (ICU) oder eine Normalstation.

Organ	ICU	Normalstation
Lunge	34	7
Gefäße (untere Extremität)	72	34
Dünndarm	27	15
Dickdarm	19	13
Leber	47	14
Gallenblase	15	15
Pankreas	20	5
Gesamt	234	103

Im Anschluss wurden aufgrund der schlechten Vergleichbarkeit der beiden Kollektive und der zahlenmäßigen Überlegenheit der Intensivpatienten in den Untergruppen Lunge und Pankreas diese beiden Gruppen herausgenommen. Zu diesem Zeitpunkt lag die Zahl des Gesamtkollektivs bei 271. Bei der erneuten Durchsicht der Fallnummern fielen doppelt vorkommende Patienten vor allem in der Gruppe Gefäße auf, die simultane Eingriffe an zwei oder mehr Gefäßen aufwiesen.

Ebenfalls wurden in der Gruppe Leber und der Gruppe Gallenblase Patienten gefunden, die diese jeweilige Prozedur zusätzlich im Rahmen einer anderen OP, die zur obligaten ICU-Aufnahme führt (z.B. Lebertransplantation), erhielten.

Nach Entfernung dieser Fälle ergibt sich ein bereinigtes Kollektiv:

**Tab. 9:** Bereinigtes Patientenkollektiv ohne die Gruppen Lunge und Pankreas, sowie nach Entfernung doppelt vorkommender Patienten bei simultanen Operationen

Organ	ICU	Normalstation
Gefäße (untere Extremität)	29	14
Dünndarm	17	11
Dickdarm	19	12
Leber	28	11
Gallenblase	13	12
Gesamt	106	60

Diese 166 Patienten aus fünf Gruppen wurden zusammengeführt. Doppelt vorkommende Patienten, die in zwei unterschiedlichen Gruppen kodiert waren wurden manuell der zu ihrer Hauptdiagnose gehörenden Gruppe zugeordnet.

Für den Gesamtzeitraum vom 01.01.2010 bis 30.06.2010 bestand das Gesamtkollektiv aus 155 Patienten von denen 96 auf die Intensivstation aufgenommen wurden und 59 nicht.

Um ein größeres Patientenkollektiv zu erhalten, wurde diese Erhebung für den zurückliegenden Zeitraum 01.07.2009 bis 31.12.2009 wiederholt. Es wurden mit der gleichen Abfragemaske im KAS wie bei der vorangegangenen Abfrage alle chirurgischen und anästhesiologischen Patienten dieses Zeitraums herausgefiltert. Alle Fälle wurden nach Prozedurenschlüssel sortiert.

Es wurden die Patienten herausgefiltert, auf die eine der Prozeduren aus dem ersten Erhebungszeitraum zutrif. Dies waren insgesamt 58 verschiedenen Prozeduren. Die Gruppe wurde wieder in Intensivpatienten und Nicht-Intensivpatienten unterschieden. Hierbei ergaben sich folgende Gruppen: 104 Patienten wurden auf die Intensivstation aufgenommen, 73 nicht.

Insgesamt ergab sich zur weiteren Untersuchung auf der Grundlage von 58 unterschiedlichen Prozeduren, die fünf verschiedene Organsysteme betreffen, ein Kollektiv von 332 Patienten, von denen 200 postoperativ auf der Intensivstation aufgenommen wurden und 132 sofort auf eine periphere Station verlegt wurden.

### **3.3 Datengewinnung**

Sowohl bei den Patienten, die nach der OP auf die Intensivstation verlegt wurden, als auch bei den Patienten, die direkt nach der OP auf die Normalstation kamen wurden verschiedene Parameter untersucht, die präoperativ schon bekannt waren (siehe Tabelle 10). Anhand dieser 26 Parameter sollen Unterschiede zwischen beiden Gruppen, die schon vor der OP bestanden, ermittelt werden.

Die einzelnen Parameter wurden aus den elektronisch archivierten Anästhesieprotokollen, sowie aus dem KAS gewonnen. In einer Gegenüberstellung der beiden Gruppen sollten so eventuelle präoperative Unterschiede der Patienten herausgestellt werden, um aus diesen später einen prädiktiven Score zur Aufnahmewahrscheinlichkeit auf die Intensivstation zu erstellen. Ziel ist es, mit möglichst wenigen Einflussfaktoren eine möglichst gute Prädiktion einer Intensivaufnahme zu erreichen.

**Tab. 10:** Erhobene Parameter in beiden Patientengruppen. Aus den Anästhesieprotokollen wurden die Risikoscores der American Society of Anesthesiologists (ASA), die OP-Klassifizierung nach Johns Hopkins, die metabolischen Äquivalente (MET), die Dyspnoeklassifizierung nach New York Heart Association (NYHA), der revised Cardiac Index nach Lee sowie die aufgeführten Vorerkrankungen und Laborparameter.

Daten aus Anästhesieprotokollen	ASA-Klassifikation OP-Klassifikation MET (metabolische Äquivalente) rCRI nach Lee NYHA-Klassifikation Operationsdauer
Allgemeine Parameter	Alter Geschlecht Gewicht (Body-Mass-Index)
Laborchemische Parameter	präoperativer Hämoglobinwert Kreatinin
Noxen	Raucherstatus
Vorliegende Vorerkrankungen	Koronare Herzkrankheit Hypertonie periphere arterielle Verschlusskrankheit Diabetes mellitus chronisch obstruktive Lungenerkrankung Asthma bronchiale Herzklappenvitium oder-ersatz Immobilität Infektion/Isolierung Demenz Herzrhythmusstörungen Carotisstenose Apoplex Herzinsuffizienz

### 3.4 Datenauswertung

Die Auswertung wurde mit SPSS (IBM; USA) und SAS (SAS; USA) durchgeführt. Jeder erhobene Parameter wurde auf seine Signifikanz in Bezug auf die Aufnahme auf die Intensivstation getestet. Hierzu kamen folgende statistische Tests zum Einsatz:

Cochrane Armitage Test auf Trend

Mann-Whitney-U Test

2-seitiger exakter Test nach Fisher

Das Signifikanzniveau wurde auf  $p < 0,05$  festgelegt.

### 3.5 Ermittlung der Scores

Nachdem Ausschluss aller nicht signifikanten Parameter aus der weiteren Untersuchung, wurden auf drei verschiedenen Rechenwegen drei unterschiedliche Scores als Ergebnis ermittelt

#### Score 1

Der erste Score wurde mittels einer logistischen Regression in SAS gewonnen. Der Berechnungsformel liegen die Schätzwerte der fünf unabhängigsten Parameter (OP-Klasse, Herzklappenvitium, erhöhtes Kreatinin, Alter und Herzinsuffizienz) aus der Analyse Maximum-Likelihood-Schätzer zu Grunde. Mit folgender Formel wurde der Score berechnet:

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \mu + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_4 \cdot x_4 + a_5 \cdot x_5$$

#### Score 2

Für den zweiten Score wurden die unabhängigen Parameter in SPSS mit einer Faktorenanalyse mit rotierter Komponentenmatrix erhoben. Die Analyse wurde auf fünf Komponenten begrenzt.

#### Score 3

Der dritte Score wurde mit einer Diskriminanzanalyse der signifikanten Parameter in SPSS entwickelt. Hierzu wurde schrittweise unter Verwendung der Wilks'-lambda-Methode eine Diskriminanzfunktion errechnet.



## 4. Ergebnisse

### 4.1 Ergebnisübersicht

Insgesamt wurden die in 3.3 beschriebenen Parameter bei 332 Patienten erhoben. Von diesen 332 Patienten waren 200 postoperativ intensivpflichtig, 132 waren nicht intensivpflichtig. Die detaillierte Einteilung der Patienten innerhalb der organspezifischen Gruppen zeigt Tabelle 11:

**Tab. 11:** Patientenzahlen in den organspezifischen Gruppen, unterteilt in postoperativ intensivpflichtige und nicht intensivpflichtige Patienten.

Organgruppe	Intensivpflichtige Patienten	Nicht intensivpflichtige Patienten
Gefäße	67	23
Dünndarm	24	18
Dickdarm	32	32
Leber	51	22
Gallenblase	27	37
Gesamt	200	132

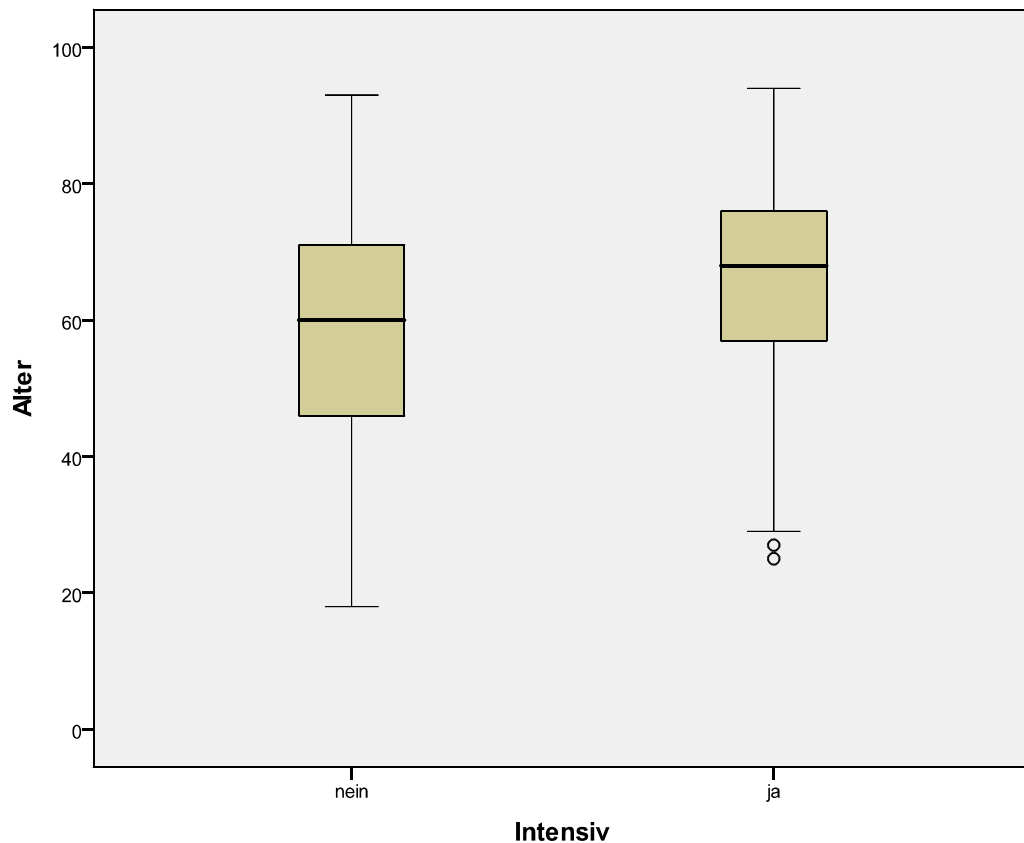
### 4.2 Signifikanz der einzelnen Parameter

#### Alter

Das Alter konnte bei allen 332 Patienten erhoben werden. Es ergab sich ein Mittelwert von 63,02 Jahren mit einer Standardabweichung von 15,507. Das Minimum lag bei 18, das Maximum bei 94 Jahren, das 25%-Quantil bei 54, die 75. Perzentile bei 74 Jahren, bei einem Median von 66 Jahren.

Über eine Kreuztabelle des Alters mit dem Vorliegen einer Intensivaufnahme wurden die Gruppen verglichen.

Die 200 Intensivpatienten waren im Mittel 66,3 Jahre alt bei einer Standardabweichung von 13,503. Das Minimum lag bei 25, der älteste Patient war 94. Für die 132 Patienten der Vergleichsgruppe ergab sich ein Mittelwert von 58,05 bei einer Standardabweichung von 17,011. Hier war der jüngste Patient 18, der älteste 93.



**Abb. 1:** Patientenalter in den Untergruppen Intensiv (Mittelwert 66,3 Jahre, Standardabweichung 13,503) und nicht-Intensiv (Mittelwert 58,05 Jahre, Standardabweichung 17,011) (n=332)

Die Auswertung der Verteilung des Alters über die Merkmale von „Intensiv“ (ja/nein) wurde anhand des Mann-Whitney-U-Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt. Hier ergab sich mit  $p < 0,001$  ein signifikanter Altersunterschied der beiden Patientengruppen.

### Die OP-Zeit

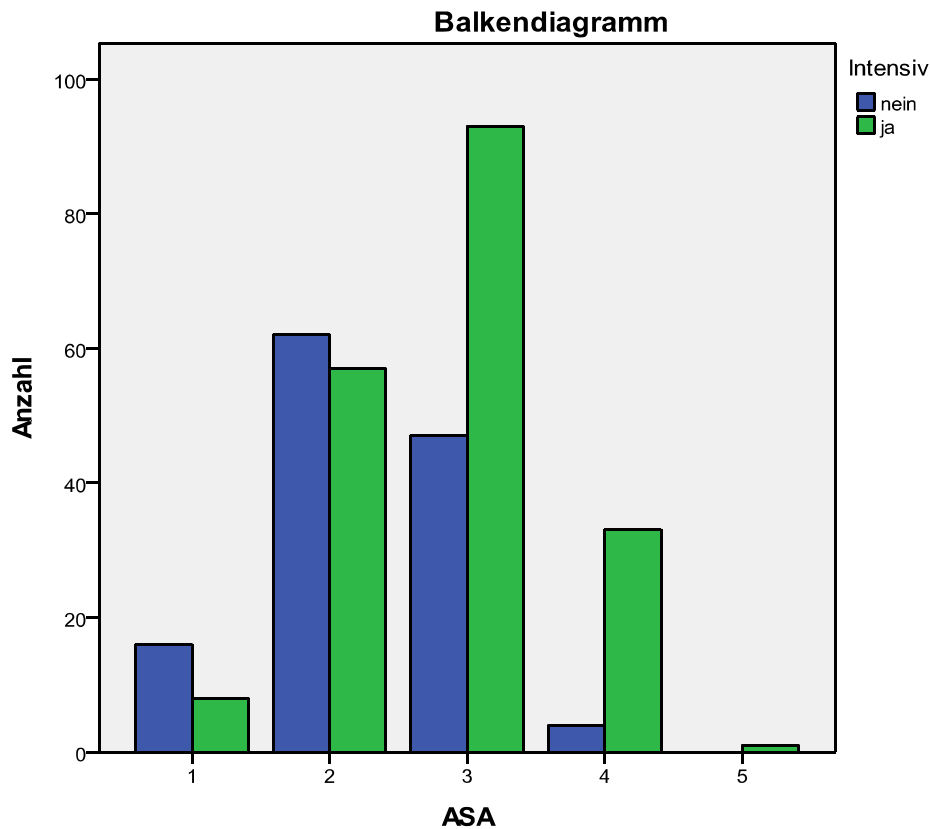
Die OP-Zeit konnte bei 284 Patienten erhoben werden, bei 48 fehlte der Eintrag. Die Operationen dieser 284 Patienten dauerten im Mittel 3,05 Stunden mit einer Standardabweichung von 2,117. Das Minimum lag bei 0,08, das Maximum bei 10,02 Stunden, der Median lag bei 2,333 Stunden, die 25. Perzentile bei 1,567 und die 75. Perzentile bei 4,146 Stunden.

In den Untergruppen ergab sich für die Intensivpatienten im Mittel eine OP-Zeit von 3,284 Stunden mit einer Standardabweichung von 2,378. Das Minimum lag bei 0,08, das Maximum bei 10,02 Stunden. In der Vergleichsgruppe lag der Mittelwert bei 2,696 Stunden mit einer Standardabweichung von 1,589. Hier war die kürzeste OP-Zeit 0,08 Stunden, die längste 8,75 Stunden.

Im Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben ergab sich  $p=0,164$ , das heißt die OP-Zeit der beiden Gruppen zeigt keinen statistisch signifikanten Unterschied.

### **Die ASA-Klassifikation**

321 der 332 Patienten wurden im Anästhesieprotokoll nach ASA klassifiziert. 24 Patienten wurden ASA I klassifiziert. Davon wurden 16 auf die Normalstation verlegt, acht auf die Intensivstation. 119 Patienten wurden ASA II klassifiziert (62 nicht intensiv/57 intensivpflichtig), 140 Patienten ASA III (47 nicht intensiv/93 intensivpflichtig), 37 Patienten ASA IV (4/33) und ein Patient ASA V, der postoperativ ebenfalls auf die Intensivstation verlegt wurde. Abb. 2 zeigt die Verteilung der Gruppen ASA I-V und Intensivaufnahme ja/nein.

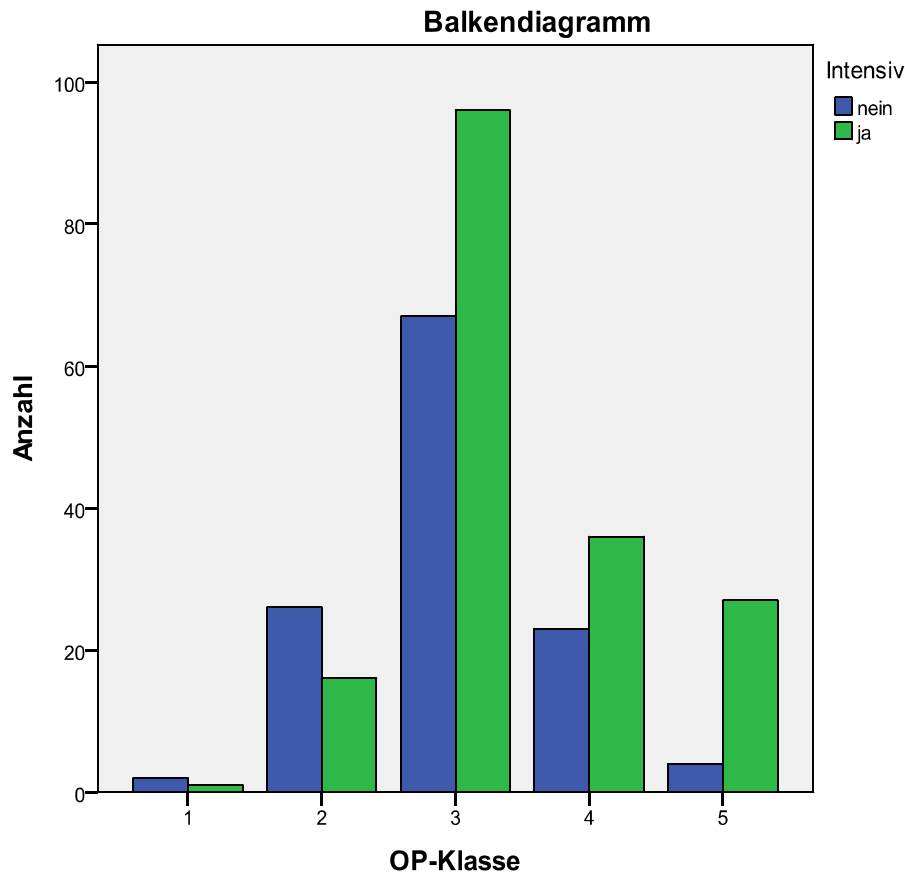


**Abb. 2:** Patientenzahlen der fünf verschiedenen ASA-Klassen in Bezug auf die Merkmalsausprägung Intensiv (grün) oder nicht-Intensiv (blau) (n=321)

Im Cochran-Armitage Test auf Trend ergab sich im zweiseitigen Test ein signifikanter Wert von  $p < 0,0001$ .

### Die OP-Klassifikation

Die OP-Art wurde bei 298 Patienten im Anästhesieprotokoll klassifiziert. OP-Klasse I lag insgesamt dreimal vor, zwei Patienten wurden auf Normalstation, einer auf die Intensivstation verlegt. 42 Patienten wurden in OP-Klasse II klassifiziert (26 Normalstation/16 Intensivstation), 163 in Klasse III (67/96), 59 in Klasse IV (23/36) und 31 in Klasse V (4/27). Abb. 3 zeigt die Verteilung der Intensivaufnahme (ja/nein) in den Gruppen der OP-Klassifikation.

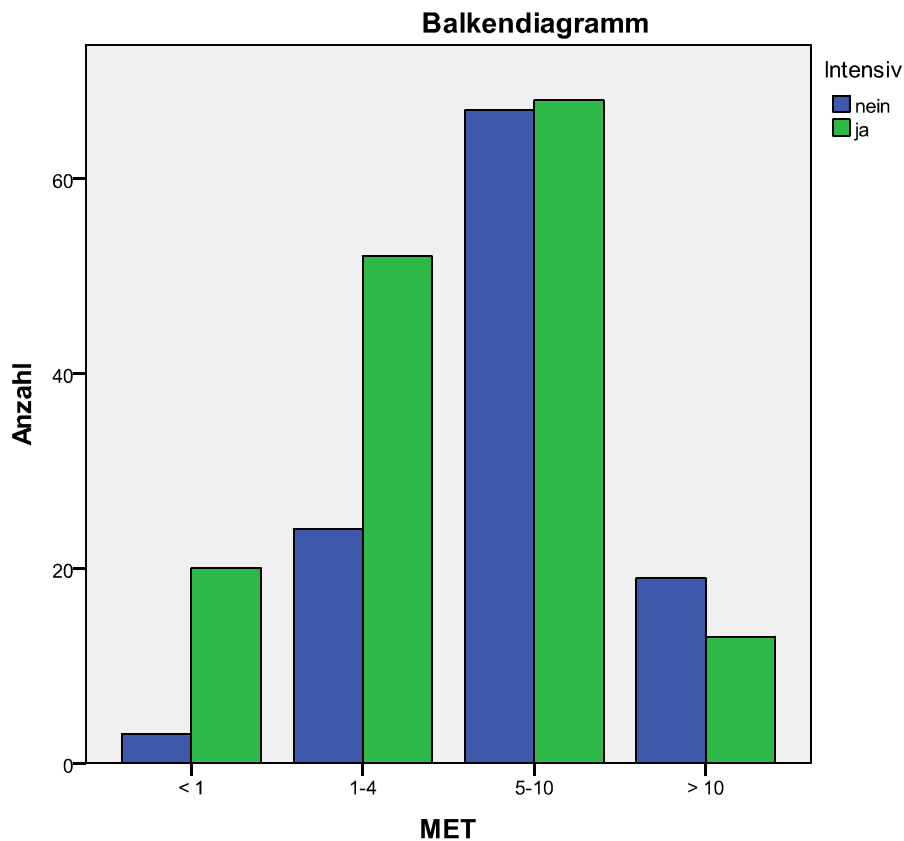


**Abb. 3:** Patientenzahlen der fünf verschiedenen OP-Klassen in Bezug auf die Merkmalsausprägung Intensiv (grün) oder nicht-Intensiv (blau) (n=298)

Der Cochran-Armitage Test auf Trend ergab hier mit einem  $p < 0,0001$  einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen.

### Die metabolischen Äquivalente

Die metabolischen Äquivalente (MET) wurden bei 266 der 332 Patienten erhoben. 23 Patienten wurden MET < 1 eingeteilt. Davon wurden 20 auf die Intensivstation verlegt, drei nicht. 76 Patienten wurden MET 1-4 eingeteilt, davon waren 52 intensivpflichtig, 24 nicht. Die Gruppe MET 5-10 umfasste 135 Patienten, 68 davon wurden auf die Intensivstation verlegt, 67 nicht. Von 32 Patienten mit MET > 10 waren 13 intensivpflichtig, 19 konnten auf die Normalstation verlegt werden. Abb. 4 zeigt die Verteilung von Intensiv (ja/nein) innerhalb der Gruppen von MET.

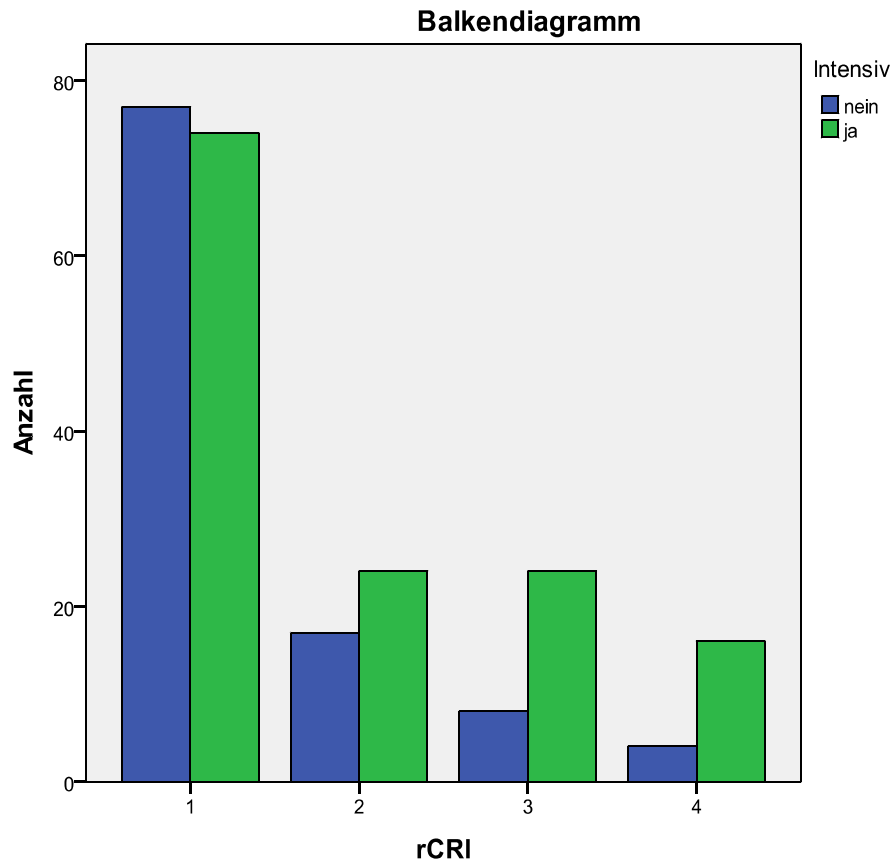


**Abb. 4:** Patientenzahlen der vier verschiedenen MET-Gruppen (metabolische Äquivalente) in Bezug auf die Merkmalsausprägung Intensiv (grün) oder nicht-Intensiv (blau) (n=266)

Hier ergab der Cochran-Armitage Test auf Trend ebenfalls einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den beiden verglichenen Gruppen ( $p < 0,0001$ ).

#### **Der revised Cardiac Risk Index nach Lee**

Der revised Cardiac Risk Index nach Lee (rCRI) wurde bei insgesamt 244 von 332 Patienten im Anästhesieprotokoll erhoben. Bei einem rCRI von 1 gab es 74 Intensivaufnahmen und 77 Aufnahmen auf die Normalstation (Gesamtzahl 151). 41 Patienten wurden rCRI 2 klassifiziert, davon wurden 24 auf der Intensivstation aufgenommen, 17 nicht. Bei einem rCRI von drei benötigten 24 von 32 Patienten eine Intensivbetreuung und bei einem rCRI von vier waren dies 16 von 20 Patienten. Abb. 5 zeigt die Verteilung der Verlegung der Patienten auf die Intensivstation oder auf die Normalstation (ja/nein) in Abhängigkeit vom rCRI.



**Abb. 5:** Patientenzahlen der vier Risikoklassen des revised Cardiac Risk Index nach Lee in Bezug auf die Merkmalsausprägung „Intensiv“ (grün) oder „nicht-Intensiv“ (blau) (n=244)

Im Cochran-Armitage-Test auf Trend ergab sich für den Parameter rCRI im Vergleich der beiden Gruppen ein signifikanter p-Wert von 0,0005.

### Der Body-Mass-Index (BMI)

Der BMI konnte bei 299 Patienten ermittelt werden. Der Mittelwert lag bei 25,48 mit einer Standardabweichung von 4,72. Das Minimum lag bei 13,7, das Maximum bei 42. Die 25. Perzentile lag bei 22,5, die 75. bei 28, mit einem Median von 25,1. Anhand einer Kreuztabelle wurden die Gruppen Intensiv und nicht-Intensiv verglichen. Die Patienten, die postoperativ auf die Normalstation verlegt wurden, hatten im Mittel einen BMI von 25,7 mit einer Standardabweichung von 5,34, das Minimum lag bei 13,7, das Maximum bei 42. Die Patienten, die eine Intensivbetreuung benötigten, hatten im Mittel einen BMI von 25,32 mit einer Standardabweichung von 4,24. Das Minimum lag hier bei 17, das

Maximum bei 38,6. Mit einem p-Wert von 0,773 im Mann-Whitney-U Test unabhängiger Stichproben ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

### **Rauchen**

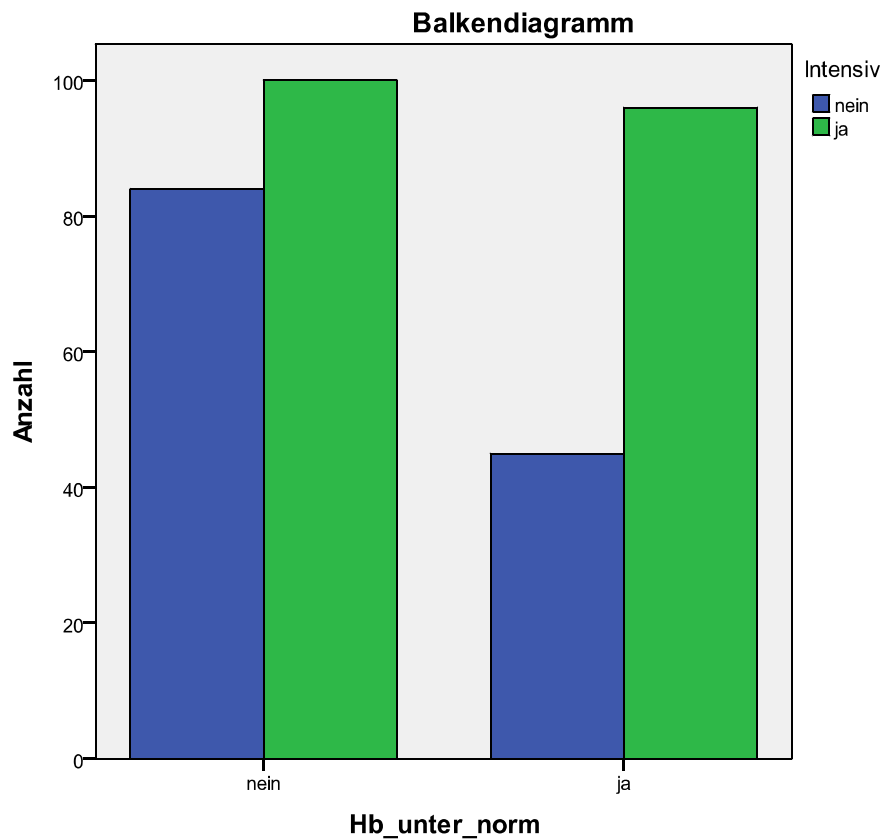
288 Patienten machten Angaben zu ihrem Rauchverhalten. Von 188 Nichtrauchern wurden 107 postoperativ auf die Intensivstation verlegt, von 100 Rauchern waren es 67. Im 2-seitigen exakten Test nach Fischer ergab sich mit  $p=0,102$  kein signifikanter Unterschied.

### **Der Hämoglobin-Wert bei Aufnahme**

Der Hämoglobinwert (Hb) wurde in dieser Studie auf zwei verschiedene Arten untersucht, zum einen wurden die absoluten Werte der Patienten beider Gruppen verglichen, zum anderen wurde betrachtet, ob der Hb unter der geschlechtsspezifischen Norm lag oder nicht. Insgesamt wurde der Hb-Wert bei 325 von 332 Patienten präoperativ bestimmt. Für die absoluten Hb-Werte ergab sich ein Mittelwert von 12,47 g/dl mit einer Standardabweichung von 1,98. Das Minimum lag bei 7,0, das Maximum bei 17,2. Die 25. Perzentile lag bei 10,95, die 75. Perzentile bei 13,95 mit einem Median von 12,7. Im Vergleich der Gruppen Intensiv und nicht-Intensiv ergab sich für die Patienten, die auf Normalstation verlegt wurden ein Mittelwert von 12,82 g/dl mit einer Standardabweichung von 2,05. Das Minimum lag bei 7,0, das Maximum bei 17,0. Bei den Intensivpatienten lag der Mittelwert bei 12,24 g/dl mit einer Standardabweichung von 1,9. Hier lag das Minimum bei 7,4, das Maximum bei 17,2. Im Mann-Whitney-U-Test unabhängiger Proben ergab sich hier mit  $p=0,007$  ein signifikanter Unterschied.

Im zweiten Test wurde betrachtet, ob der Hb innerhalb der geschlechtsspezifischen Norm lag oder nicht. Von 184 Patienten, die innerhalb des Normbereichs lagen, wurden 100 auf die Intensivstation verlegt, von 141 Patienten, deren Hb unter dem unteren Grenzwert des Normbereiches lag, wurden 96 auf die Intensivstation verlegt. Abb. 6 zeigt die Verteilung von Intensiv (ja/nein) in den Gruppen Hb unter Normwert (ja/nein)



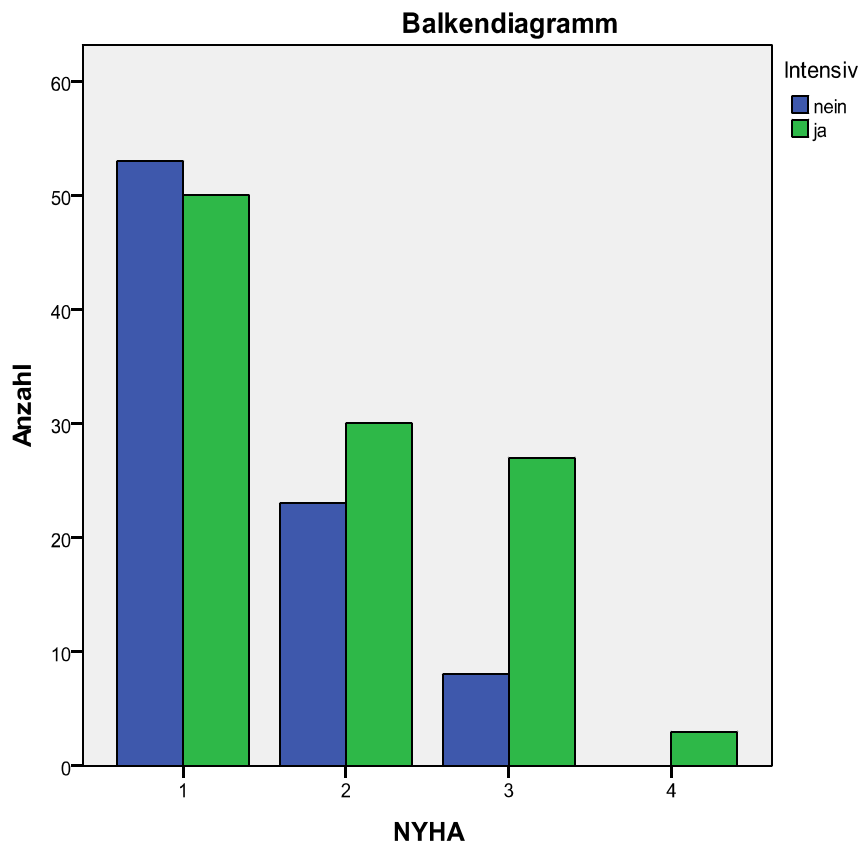


**Abb. 6:** Anzahl der Patienten mit geschlechterspezifisch entweder normalen oder erniedrigten Hämoglobinwerten in Bezug auf die Merkmalsausprägung Intensiv (grün) oder nicht-Intensiv (blau) (n=325)

Im Fisher's exact Test (2-seitig) ergab sich auch hier mit  $p=0,016$  ein signifikanter Unterschied.

### Die NYHA-Klassifikation

Die NYHA-Klassifikation wurde im Anästhesieprotokoll bei 194 von 332 Patienten erhoben. Von 103 Patienten mit NYHA 1 wurden 50 auf die Intensivstation verlegt, 53 nicht. Bei NYHA 2 wurden 30 von 53 Patienten intensivpflichtig, bei NYHA 3 wurden 27 von 35 und bei NYHA 4 wurden drei von drei Patienten auf die Intensivstation verlegt. (siehe Abb. 7)



**Abb. 7:** Patientenzahlen der vier verschiedenen Klassen der NYHA-Einteilung der Dyspnoe und Belastbarkeit in Bezug auf die Merkmalsausprägung Intensiv (grün) oder nicht-Intensiv (blau) (n=194)

Der Cochran-Armitage-Test auf Trend zeigt für diesen Parameter einen signifikanten Einfluss auf die postoperative Intensivstation-Verlegung ( $p=0,0013$ )

### Das Geschlecht

Von 182 Männern wurden postoperativ 111 auf die Intensivstation verlegt, von insgesamt 150 Frauen wurden 89 auf die Intensivstation verlegt. Der nach  $p=0,822$  Fisher's Exact Test berechnete p-Wert lässt vermuten, dass das Geschlecht keine Rolle in Bezug auf eine Intensivaufnahme zu spielen scheint ( $p=0,822$ ).

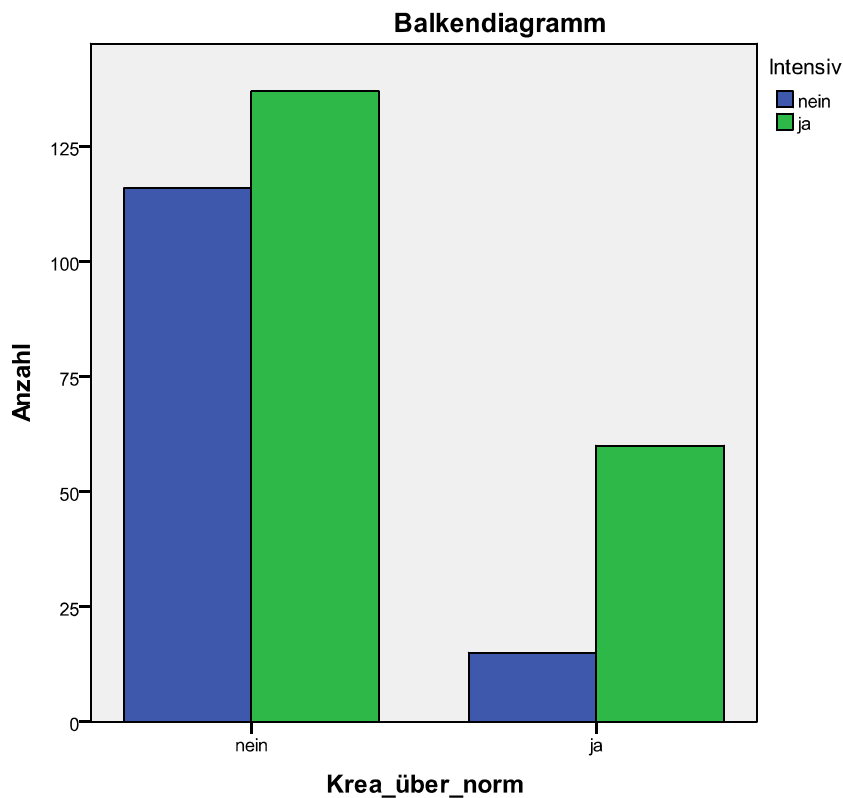
### Kreatinin im Serum

Ähnlich dem Hb-Wert wurde auch Kreatinin auf zwei verschiedene Arten untersucht. Im ersten Test wurden die absoluten Werte betrachtet. Bei insgesamt 328 von 332 Patienten wurde das Kreatinin im Serum präoperativ bestimmt. Der Mittelwert der Gesamt-

gruppe war 1,22 mg/dl mit einer Standardabweichung von 1,03. Das Minimum lag bei 0,4, das Maximum bei 11,43. Die 25. Perzentile lag bei 0,8, die 75. bei 1,28, mit einem Median von 0,99.

Der Mittelwert der 197 untersuchten Intensivpatienten lag bei 1,37 mg/dl mit einer Standardabweichung von 1,27. Das Minimum lag bei 0,4, das Maximum bei 11,43. Die Patienten, die nicht auf die Intensivstation aufgenommen wurden, hatten im Mittel 1,01 mg/dl Kreatinin im Serum mit einer Standardabweichung von 0,4, einem Maximum von 2,87 und einem Minimum von 0,42. Der Mann-Whitney-U-Test unabhängiger Proben ergab mit  $p=0,001$  einen signifikanten Unterschied zwischen beiden Patientengruppen.

Im zweiten Test wurde wie bei der Auswertung des Hb-Wertes die Abweichung von der geschlechtsspezifischen Norm der beiden Patientengruppen betrachtet (siehe 3.1.9). Hier wurde der im Zentrallabor des Universitätsklinikums Bonn verwendete Normwert  $<1,3$  mg/dl zugrunde gelegt und zwei Patientenkategorien gebildet, eine innerhalb der Norm und eine über diesem Normwert. Bei 75 von 328 untersuchten Patienten lag das Kreatinin oberhalb von 1,3 mg/dl, von diesen 75 wurden 60 (80 %) auf die Intensivstation aufgenommen, von 253 Patienten innerhalb der Norm wurden 137 (54 %) intensiv betreut (siehe Abb. 8).



**Abb. 8:** Anzahl der Patienten mit entweder normalen oder erhöhten Serumkreatininwerten in Bezug auf die Merkmalsausprägung Intensiv (grün) oder nicht-Intensiv (blau) (n=328)

Auch hier ergab der Fisher's Exact Test mit  $p < 0,001$  einen signifikanten Unterschied.

### **Koronare Herzkrankheit (KHK)**

Von 65 Patienten mit KHK wurden postoperativ 51 (78,5 %) auf die Intensivstation aufgenommen, bei 267 Patienten ohne KHK waren es 149 (55,8 %). Im 2-seitigen Test nach Fisher ergab sich mit  $p = 0,001$  ein signifikanter Unterschied zwischen Patienten mit und ohne KHK.

### **Diabetes mellitus**

Von 66 Diabetikern mussten 42 (63,6 %) intensiv betreut werden, von 266 nicht-Diabetikern waren es 158 (59,4 %). Der 2-seitige Test nach Fisher ergab, dass der Einfluss dieser Betrachtungsgröße auf eine post operative Verlegung auf die Intensivstation nicht signifikant ist ( $p = 0,576$ )

**Periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK)**

Insgesamt lag bei 91 Patienten eine pAVK vor, davon wurden 69 intensivmedizinisch behandelt (75 %). Von 241 Patienten ohne pAVK wurden 131 auf die Intensivstation aufgenommen (54 %). Auch hier ergab der 2-seitige Test nach Fisher mit  $p < 0,001$  einen signifikanten Unterschied der beiden Patientengruppen.

**Arterielle Hypertonie**

Von 151 Patienten mit arterieller Hypertonie wurden 104 auf die Intensivstation aufgenommen (69 %), von 181 Patienten ohne Hypertonie waren die 96 (53 %). Der 2-seitige Test nach Fisher ergab, dass auch die arterielle Hypertonie ein Faktor für die Wahrscheinlichkeit einer Verlegung auf die Intensivstation nach der OP sein kann ( $p = 0,004$ ).

**Chronische obstruktive Lungenerkrankung (COPD)**

Bei 29 Patienten lag eine COPD vor. Davon wurden 24 (83 %) post-operativ auf die Intensivstation aufgenommen, in der Vergleichsgruppe (Patienten ohne COPD) waren es 176 von 303 (58 %). Diese Verteilung ist nach dem 2-seitigen Test nach Fisher mit  $p = 0,009$  ebenfalls signifikant.

**Asthma bronchiale**

Asthma bronchiale lag nur bei zwei der untersuchten Patienten vor, davon wurde einer postoperativ auf die Intensivstation aufgenommen. Aufgrund dieser kleinen Stichprobe ließ sich keine genaue Aussage bezüglich des prädiktiven Wertes der Erkrankung ableiten.

**Herzklappenvitium/Zustand nach Herzklappenersatz**

30 von 34 Patienten dieser Krankheitsgruppe wurden intensivmedizinisch betreut (88 %). Von 298 Patienten mit intakter Herzklappenfunktion waren dies 170 (57 %). Auch hier zeigte der Test nach Fisher mit  $p < 0,001$  einen signifikanten Wert.

**Immobilität**

Von 39 immobilen Patienten wurden 29 nach der Operation auf die Intensivstation aufgenommen (74 %), von 293 mobilen Patienten wurden 171 (58 %) postoperativ

intensivmedizinisch betreut. Dieser Parameter erwies sich nach dem 2-seitigen Test nach Fisher als nicht signifikant ( $p=0,058$ ).

### **Infektion/Isolierung**

29 Patienten waren präoperativ isoliert. Aus diesem Kollektiv erfolgten 23 postoperative Aufnahmen auf die Intensivstation (79 %). Von den nicht isolierten Patienten waren es 177 von 303 (58 %). Der 2-seitige Test nach Fisher zeigte mit  $p=0,03$  einen signifikanten Unterschied der beiden Patientengruppen.

### **Carotisstenose**

12 Patienten wiesen eine Carotisstenose auf, davon wurden neun auf die Intensivstation aufgenommen (75 %). Von 320 Patienten ohne Stenose wurden 191 post operativ intensiv betreut (60 %). Dieses Ergebnis erwies sich nach dem 2-seitigen Test nach Fisher als nicht signifikant ( $p=0,376$ ).

### **Demenz**

Von zehn Patienten mit Demenz wurden neun postoperativ intensivpflichtig (90 %). In der Gruppe ohne Demenz waren dies 191 von 322 (59 %). Diese Verteilung ist nach dem 2-seitigen Test nach Fisher nicht signifikant ( $p=0,096$ ).

### **Herzrhythmusstörungen**

61 von 82 (74 %) Patienten mit Herzrhythmusstörungen wurden auf die Intensivstation aufgenommen, dagegen wurden 139 von 250 (56 %) Patienten ohne Rhythmusstörungen aufgenommen. Der p-Wert nach dem 2-seitigen Test nach Fisher ergab mit  $p=0,003$ , dass die beiden Patientenkollektive sich in diesem Parameter signifikant unterscheiden.

### **Apoplex**

Insgesamt hatten 27 Patienten einen Apoplex in der Vorgeschichte. 21 davon wurden intensivmedizinisch betreut (78 %). In der Kontrollgruppe ohne Apoplex waren dies 179 von 305 Patienten (59 %). Hier konnte im 2-seitigen Test nach Fisher keine Signifikanz nachgewiesen werden ( $p=0,064$ ).

## Herzinsuffizienz

Von 47 Patienten mit Herzinsuffizienz wurden 85 % (40 Patienten), von den Patienten ohne Herzinsuffizienz wurden 56 % (160 von 285 Patienten) nach der Operation auf die Intensivstation aufgenommen. Hier konnte im 2-seitigen Test nach Fisher ein signifikanter Unterschied gezeigt werden ( $p < 0,001$ ).

## Zusammenfassung der Ergebnisse

Zu weiteren Berechnungen wurden nur diejenigen Parameter herangezogen, die einzeln einen signifikanten Unterschied im Bezug auf die postoperative Intensivaufnahme ergaben. Tabelle 12 zeigt nochmals eine Auflistung der signifikanten Parameter mit der Signifikanz  $p$  und dem jeweils angewandten Test.

**Tab. 12:** Auflistung der statistisch signifikanten Parameter und der jeweils durchgeführten Signifikanztests

signifikante Parameter	Signifikanz (p)	Test
Alter	<0,001	Mann-Whitney-U
Hämoglobinwert	0,007	Mann-Whitney-U
Kreatininwert	0,001	Mann-Whitney-U
Koronare Herzerkrankung	0,001	Fishers Exact 2-seitig
Periphere arterielle Verschlusskrankheit	<0,001	Fishers Exact 2-seitig
Hypertonie	0,004	Fishers Exact 2-seitig
Chronisch obstruktive Lungenerkrankung	0,009	Fishers Exact 2-seitig
Herzklappenvitium	<0,001	Fishers Exact 2-seitig
Infektion/Isolation	0,030	Fishers Exact 2-seitig
Herzrhythmusstörung	0,003	Fishers Exact 2-seitig
Herzinsuffizienz	<0,001	Fishers Exact 2-seitig
Hämoglobin unter Normwert	0,016	Fishers Exact 2-seitig
Kreatinin über Normwert	<0,001	Fishers Exact 2-seitig
ASA-Klassifikation	<0,0001	Cochrane Armitage Trend
OP-Klasse	<0,0001	Cochrane Armitage Trend
Metabolische Äquivalente	<0,0001	Cochrane Armitage Trend
Revised Cardiac Index	0,0005	Cochrane Armitage Trend
NYHA-Klassifikation	0,0010	Cochrane Armitage Trend

### 4.3 Die Scoreberechnung

Mit den oben genannten Parametern wurden auf drei verschiedenen Wegen insgesamt drei Scores entwickelt.

#### Score 1 (Logistische Regression mit SAS)

Die erste Berechnung erfolgte mittels logistischer Regression in SAS. Hierbei stellten sich folgende Parameter als unabhängig heraus: Die OP-Klasse, das Vorhandensein eines Klappenitiums oder -ersatz, ein erhöhter Kreatininwert im Serum, das Alter sowie das Vorliegen einer Herzinsuffizienz. Die Analyse mittels Maximum-Likelihood-Schätzer ergab folgende Schätzwerte:

Intercept = -3,5044

OPKlasse = 0,6897

Klappenitium/-ersatz = 1,2625

Kreatinin über Norm = 0,8604

Alter = 0,0205

Herzinsuffizienz = 0,9750

Die Grundlage der Berechnung bildet die Formel:

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = \mu + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_4 \cdot x_4 + a_5 \cdot x_5$$

Nach p aufgelöst ergibt sich diese Scoreformel:

$$p = \frac{\exp(\mu + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_4 \cdot x_4 + a_5 \cdot x_5)}{1 + \exp(\mu + a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + a_3 \cdot x_3 + a_4 \cdot x_4 + a_5 \cdot x_5)}$$



Setzt man hier die Werte aus dem Maximum-Likelihood-Schätzer ein, erhält man den Score.

$\mu$  = Intercept (-3,5044)

$a_1$  = OP-Klasse

$a_2$  = Klappenvitium/-ersatz

$a_3$  = Krea über Norm

$a_4$  = Alter

$a_5$  = Herzinsuffizienz

$x_1$  = 0,6897

$x_2$  = 1,2625

$x_3$  = 0,8604

$x_4$  = 0,0205

$x_5$  = 0,9750

Tabelle 13 zeigt die Sensitivität und Spezifität des Scores an verschiedenen Cut-Off-Punkten.

**Tab. 13:** Sensitivität und Spezifität von Score 1 an verschiedenen möglichen Cut-Off Punkten. Der Score zeigt ein positives Ergebnis (Intensivaufnahme) bei Werten die größer sind als der jeweilige gewählte Cut-Off.

Positiv, wenn größer oder gleich	Sensitivität	1 - Spezifität
0,4862	0,799	0,504
0,4888	0,799	0,496
0,4913	0,782	0,463
0,4939	0,782	0,455
0,4974	0,764	0,446
0,5025	0,741	0,446
0,5059	0,736	0,438
0,5084	0,736	0,430
0,5127	0,730	0,421
0,5179	0,724	0,397
0,5230	0,718	0,388
0,5272	0,718	0,380
0,5297	0,707	0,380

Legt man den Cut-Off beispielsweise bei  $p=0,5179$  und nimmt damit an, dass alle Patienten mit einer höheren Punktzahl auf die Intensivstation verlegt werden müssen, hat

der Score eine Sensitivität von 72,4 % bei einer Spezifität von 60,3 %. Das bedeutet, dass 72,4 % der Patienten, die auf die Intensivstation verlegt werden müssen durch den Score erkannt werden, allerdings werden auch 27,6 % aller Intensivpatienten vorher nicht vom Score erfasst. Bei einer Spezifität von 60,3 % erhält man durch den Score 39,7 % falsch positive Vorhersagen.

### Score 2 (Faktorenanalyse mit SPSS)

Der zweite Score wurde anhand einer Faktorenanalyse in SPSS konstruiert.

**Tab. 14:** Rotierte Komponentenmatrix der Faktorenanalyse mit SPSS. In die Berechnung sind die genannten signifikanten Parameter eingeflossen.

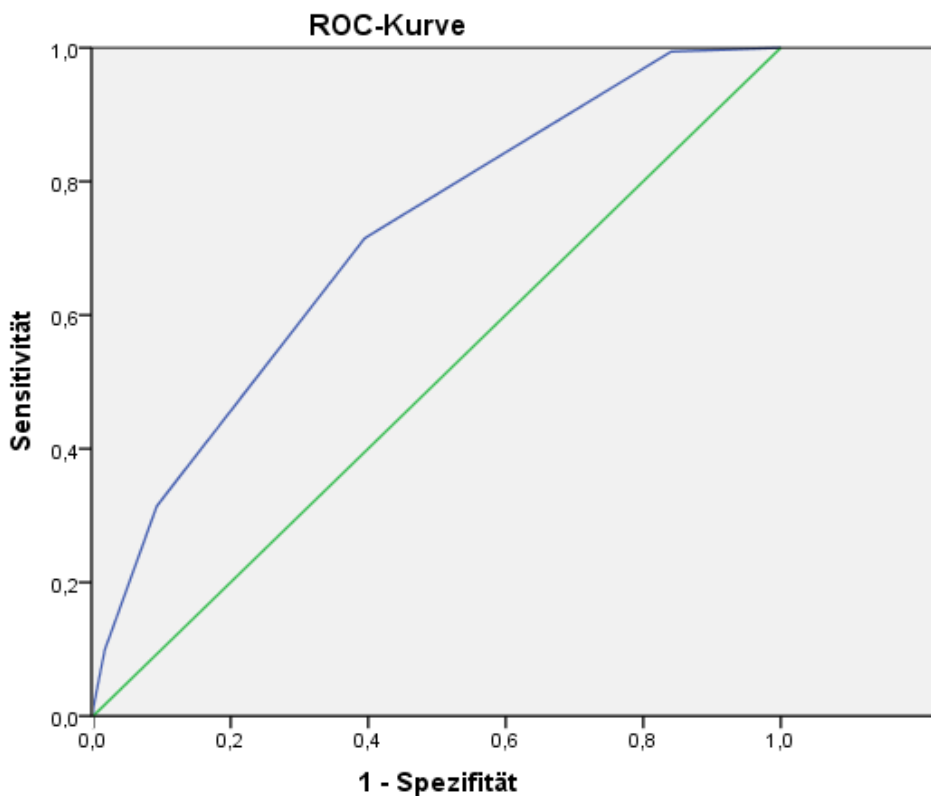
	Komponente				
	1	2	3	4	5
Alter			0,536		
OP-Klasse					0,89
Hämoglobin absolut	0,95				
Hämoglobin unter Normwert	0,924				
Kreatinin		0,872			
Kreatinin über Normwert		0,804			
Koronare Herzerkrankung		0,444	0,473		
Hypertonie			0,427		
Chronisch obstruktive Lungenerkrankung				0,937	
Klappenvitium/-ersatz			0,783		
Herzinsuffizienz			0,616		

In den Komponenten 1 und 2 wurde bei ähnlichem Ergebnis entschieden, dass sowohl beim Hämoglobin als auch beim Kreatinin die kategorischen Werte aufgrund der einfacheren Handhabbarkeit den Absolutwerten vorgezogen werden. Dieser Score wurde entwickelt um ihn möglichst einfach und schnell anwenden zu können. Als Vorlage für einen schnell anwendbaren Score diente hierbei der Apfel-Score für postoperative Übelkeit und Erbrechen (Apfel et al., 1999).

Die oben genannten unabhängigen Faktoren wurden manuell mit Punktwerten versehen und gewichtet, um einen möglichst einfachen Score zu entwickeln, der sehr leicht und schnell in der Praxis umzusetzen wäre.

OP-Klasse	5	= 2 Punkte
	3/4	= 1 Punkt
	1/2	= 0 Punkte
Klappenvitium (ja)		= 1 Punkt
COPD(ja)		= 1 Punkt
Krea über Norm (ja)		= 1 Punkt
Hb unter Norm (ja)		= 1 Punkt

Dieser Score von maximal 7 Punkten ergibt in Bezug auf die postoperative Intensivtherapie folgende ROC-Kurve



Diagonale Segmente ergeben sich aus Bindungen.

**Abb. 9:** Dargestellt ist die ROC Kurve von Score 2. Aus dem eher flachen Verlauf kann man sehen, dass der Score zwischen den Merkmalen Intensiv und nicht-Intensiv nur schlecht unterscheidet.

Nimmt man an, dass alle Patienten mit einem Punktwert  $\geq 2$  postoperativ auf die Intensivstation aufgenommen werden, erhält man folgendes statistisches Ergebnis:

Von 170 positiv (als intensivpflichtig) getesteten Patienten werden 123 auf die Intensivstation aufgenommen während 47 auf die Normalstation verlegt werden können. Von den 121 im Score negativ getesteten Patienten mussten dennoch 49 auf die Intensivstation während 72 auf die vorhergesagte Normalstation verlegt werden konnten.

Hier liegt also die Sensitivität bei 71,5 % bei einer Spezifität von 60,5 %. Das bedeutet, dass in diesem Score 71,5 % der Patienten, die auf die Intensivstation verlegt werden müssen durch den Score erkannt werden, allerdings werden auch 28,5 % aller Intensivpatienten vorher nicht vom Score erfasst. Bei einer Spezifität von 60,5 % erhält man durch diesen Score 39,5 % falsch positive Vorhersagen.

### Score 3 (Diskriminanzanalyse mit SPSS)

Der dritte Score wurde unter Verwendung der Wilks'-lambda-Methode mit einer Diskriminanzfunktion erstellt.

**Tab. 15:** Dargestellt sind die Ergebnisse der Funktion der Diskriminanzanalyse mit SPSS, sowie die einzelnen Koeffizienten der diskriminierenden Faktoren.

Canonical Discriminant Function Coefficients	
	Function
	1
pAVK	1,0641068325638692
Infektion/Isolierung	1,1136875640172677
Alter	0,0300663031222180
OPKlasse2	-1,2825240318914404
OPKlasse5	1,1415293763841075
Klappenvitium/-ersatz	1,0068793740842212
(Constant)	-2,3156788839647127

Die oben genannten diskriminierenden Faktoren wurden wie bei Score 2 manuell mit Punktwerten belegt, um den Score möglichst leicht handhabbar zu machen.

OPKlasse 5:	+4 Punkte
OPKlasse $\leq$ 2:	-4 Punkte
pAVK:	+4 Punkte
Infektion/Isolierung:	+4 Punkte
Klappenvitium:	+3 Punkte
Alter:	+ Alter/10 Punkte

Legt man bei diesem Score den Cut-Off für die Intensivaufnahme bei 6,6 Punkten und nimmt damit an, dass alle Patienten mit einem Score größer 6,6 Punkte auf die Intensivstation verlegt werden müssen, erhält man nach einer Kreuzvalidierung mit der „Leave-one-out“-Methode eine Sensitivität von 77,5 % bei einer Spezifität von 60,6 %. In diesem Score werden 77,5 % der Patienten, die auf die Intensivstation verlegt werden müssen erkannt, 22,5 % aller Intensivpatienten werden vorher nicht vom Score erfasst. Bei einer Spezifität von 60,6 % erhält man durch den Score 39,4 % falsch positive Vorhersagen.

## 5. Diskussion

### 5.1 Ergebnis dieser Studie

Mit dem hier vorliegenden Datensatz von 332 Patienten des Universitätsklinikums Bonn war es möglich, auf drei verschiedene Arten Scores zu konstruieren. Die Scores, die mit Hilfe logistischer Regression, Faktorenanalyse und Diskriminanzanalyse ermittelt wurden, sind in ihrem Ergebnis etwa gleichwertig. Die Sensitivität lag zwischen 71 und 77 %, die Spezifität jeweils bei rund 60 %.

In der Handhabung haben die beiden Scores aus Faktorenanalyse und Diskriminanzfunktion Vorteile gegenüber der logistischen Regression, da sie durch die manuelle Gewichtung der Faktoren schnell und ohne Computer erhoben werden können.

Jedoch zeigen alle drei Scores eine sehr große Ungenauigkeit, weshalb ihr Einsatz in der täglichen Routine in der vorliegenden Form noch nicht empfohlen werden kann. Sie sind der bisher gängigen Einschätzung durch die Expertengruppe (Operator, Anästhesist, Intensivmediziner) nicht überlegen. Zudem wurden alle Scores nicht prospektiv an einem neuen Patientenkollektiv validiert, sondern maximal am gleichen Kollektiv, weshalb noch von weiteren Einbußen in der Genauigkeit auszugehen ist. Wie bereits von Unertl 1997 postuliert, ist ein kritischer Umgang mit Score-Systemen sowie eine prospektive Validierung am eigenen Patientengut vor der regelhaften Anwendung unerlässlich.

Es stellt sich nun die Frage, woran diese große Ungenauigkeit der hier vorliegenden Scores liegt. Zum einen sicherlich daran, dass ein Patientenkollektiv von 332 Patienten im Vergleich zu anderen Studien, in denen Score-Systeme entwickelt wurden, als eher klein zu bewerten ist. Zum anderen wurden in dieser Studie lediglich allgemeinchirurgische Patienten betrachtet. Die Intensivstationen der Universitätsklinik Bonn arbeiten interdisziplinär mit allen operativen Fächern zusammen. So wurden in dieser Studie keine Patienten berücksichtigt, die in der Unfallchirurgie, Orthopädie, Gynäkologie, Urologie, Neurochirurgie, Kardiochirurgie, MKG, Augenheilkunde oder der HNO operiert wurden.

Diese Patienten machen aber am Universitätsklinikum Bonn einen erheblichen Teil der Intensivaufnahmen aus.

In der vorliegenden Arbeit wurden Notfallpatienten ausgeschlossen, jedoch wurde innerhalb der betrachteten Gruppe nicht mehr nach der Dringlichkeit (elektiv oder dringlich) unterschieden. Dringlichkeit und Art des operativen Eingriffs haben jedoch einen erheblichen Einfluss auf das perioperative Risiko sowie die Gesamtmortalität da häufig für dringlichere Eingriffe präoperativ nicht ausreichend Zeit zur Verfügung steht, um die Therapie bestehender Begleiterkrankungen zu optimieren. (Champion et al., 1989; 1990; Cullen et al., 1974; Dragsted et al., 1989; Metnitz et al., 1999)

Ein weiterer Grund für die Schwierigkeit, einen zuverlässigen Score zu entwickeln, ist die reine Betrachtung der präoperativen Situation. Bei vielen Patienten fällt die endgültige Entscheidung für oder gegen eine postoperative Intensivbehandlung erst intraoperativ, da auch dann erst eventuelle operative oder anästhesiologische Komplikationen auftreten. In dem hier entwickelten Score wird nicht auf eine intraoperative Komponente eingegangen, da er nur als präoperative Entscheidungshilfe konzipiert ist.

Schon in der Studie von Cooper et al. 1997 wurde festgestellt, dass während 18 % aller Narkosen ein unerwünschtes Ereignis auftritt, welches in 2,7-3,6 % der Fälle als relevant zu bezeichnen war. Dieser Umstand trägt ebenfalls zu der Tatsache bei, dass es äußerst schwierig ist, den Ausgang einer Operation für den Patienten bereits präoperativ und nur anhand objektiver vorab erfasster Daten zuverlässig abzuschätzen. (Cooper et al., 1997)

Um die intraoperative Komponente zu berücksichtigen haben Gawande et al. 2007 den Apgar Score for Surgery (sAPGAR) entwickelt. Hierbei handelt es sich um einen sehr einfach zu erhebenden Score von 10 Punkten, der sich aus den Kategorien Blutverlust, niedrigster arterieller Mitteldruck und niedrigste Herzfrequenz während einer Operation zusammensetzt. Als Referenzpunkt wurden schwere Komplikationen oder Tod innerhalb von 30 Tagen nach der Operation gewählt. In dieser Arbeit konnten die Autoren zeigen, dass ein sAPGAR <5 mit einer 30-Tages-Mortalität von 58,6 % vergesellschaftet war,

wohingegen Patienten mit einem sAPGAR >8 nur in 3,6 % der Fälle schwere Komplikationen erlitten oder innerhalb von 30 Tagen verstarben.

## 5.2 Grenzen von Score-Systemen

Unertl et al. beschreiben 1997 als einen Hauptkritikpunkt an prognostischen Scoresystemen die eingeschränkten Einsatzbereiche auf Grund fehlender Validierung für bestimmte Patientengruppen, da Scoring-Systeme nur unter den Bedingungen und für die Patientengruppen, für die sie entwickelt und evaluiert worden sind, gelten (Teres und Lemeshow, 1999). Die jeweilige Patientenzusammensetzung (case mix) muss mit der Evaluationspopulation vergleichbar sein. Da die Bedingungen auf verschiedenen Intensivstationen sehr unterschiedlich sein können und sich die Situation selbst innerhalb einer Intensivstation mit der Zeit verändert, müssen Scoring-Systeme immer wieder auf ihre prognostische Qualität hin überprüft werden (Second European Consensus Conference in Intensive Care Medicine, 1994).

Eine andere Grenze von Scores ist die trotz aller Objektivität bestehende sogenannte „inter-observer variability“. Damit ist eine Variabilität von Score-Ergebnissen gemeint, die durch unterschiedliche Untersucher verursacht wird. Diese entsteht durch Variablen, bei denen der jeweilige Untersucher sich zwischen zwei Bewertungsbereichen entscheiden kann, da eine eindeutige Zuordnung häufig nicht möglich ist. Zu solchen Parametern gehören beispielsweise die Glasgow Coma Scale (Teasdale et al., 1974), die ASA-Klassifikation oder die metabolischen Äquivalente (s.o.). Auch durch genaue Anleitungen und Training der Untersucher konnte die inter-observer variability von 10–15 % in mehreren Studien nicht gesenkt werden (Chen et al., 1999; Fery-Lemonnier et al., 1995; Polderman et al., 1999; 2001; Rue et al., 2000).

Eine weitere Fehlerquelle ist der sogenannte „lead time bias“. Dieser wird durch die Behandlung des Patienten vor Aufnahme auf die Intensivstation verursacht. Gelingt es einem Notarzt, den Zustand eines Patienten vor Aufnahme auf die Intensivstation zu stabilisieren, oder wird der Patient in einem „Schockraum“ primärversorgt, fallen die innerhalb der ersten 24 Stunden Intensivaufenthalt ermittelten Scores niedriger aus als ohne vorherige Interventionen (Dragsted et al., 1989).



Es gibt im Bereich der ICU-Aufnahme keine verlässlichen rationalen Leitlinien die in einen Score einfließen könnten, wann Patienten einer Behandlung auf einer Intensivstation bedürfen und wann nicht. Ein isoliertes einfaches Organversagen erfordert z.B. häufig nur eine sogenannte "high-dependency care" während respiratorisches Versagen oder ein Organversagen mit mehr als zwei beteiligten Organsystemen einen Intensivaufenthalt verlangt (Williams et al., 2009).

### **5.3 Vergleich mit anderen Studien**

Auch bei der Literatursuche nach vergleichbaren Veröffentlichungen zeigt sich die Schwierigkeit eines rein präoperativen ICU-Admission-Scores. Es finden sich kaum Studien, die den gleichen rein präoperativen Ansatz verfolgen. Im Wesentlichen beschränkt sich die bisherige Literatur zum Thema auf den P-TIS von Weissman und Klein aus Israel.

Laut den Autoren der Studie ist es einem geübten Untersucher möglich, diesen Score aus 122 Variablen innerhalb von 6-7 Minuten zu erheben. Insgesamt liegt die maximale Punktzahl des P-TIS bei 302 (davon 85 für chronische, 217 für akute Maßnahmen). Der chronische P-TIS zeigt eine gute Korrelation zur ASA-Klassifikation ( $r > 0,7$ ). Die Korrelation des Gesamt-P-TIS zur ASA-Klassifikation schneidet aufgrund der akuten Einflüsse schlechter ab. Der akute P-TIS korreliert dafür gut mit dem postoperativen Intensivbehandlungsbedarf (Weissman und Klein, 2011).

Auch beim P-TIS spielt die Komplexität der chirurgischen Behandlung eine Rolle bei der Entscheidung, ob die postoperative Versorgung auf der Intensivstation oder der Normalstation geschieht. Diese ist bei elektiven Eingriffen stärker ausgeprägt als bei Notfalleingriffen. Dieses Ergebnis bestätigt die Ergebnisse früherer Studien (Weissman et al., 2008; Kheterpal et al., 2009). Die Autoren beschreiben den Zeitaufwand des Scores selbst als limitierenden Punkt, da nicht in jeder Notfallsituation 6-7 Minuten zum Scoring zur Verfügung stehen (Weissman und Klein, 2011).

Ein direkter Vergleich zu unserer Studie ist auch hier nur partiell möglich, am ehesten vergleichbar ist der chronische P-TIS. Der akute P-TIS zeigt seine beste Performance bei Notfallpatienten, die in unserer vorliegenden Studie ausgeschlossen waren. Der P-TIS wäre in seiner aktuellen Form am Universitätsklinikum Bonn nur schwer praktikabel,

da der Zeitaufwand pro Patient die Ressourcen an Personal und Zeit bei mehr als 80 präoperativen Evaluationen pro Tag weit übersteigen würde.

Eine weitere Studie mit einem ICU-Admission-Score wurde bereits 1997 von Higgins et al. veröffentlicht. Dieser bezieht sich allerdings auf herzchirurgische Patienten die sich einer aortokoronaren Bypassoperation unterzogen haben. Darüber hinaus berücksichtigt dieser Score auch intraoperative Komponenten und ist daher nicht vollständig mit der hier vorliegenden Studie vergleichbar.

Auch der von Gupta et al. entwickelte NSQIP MICA Kalkulator kann partiell mit dieser Studie verglichen werden, da dieser auch präoperativ eine Risikoeinstufung erlaubt.

Aber auch hier besteht keine vollständige Vergleichbarkeit da in dieser Arbeit die Zielsetzung eine Berechnung der Wahrscheinlichkeit für einen Myokardinfarkt oder einen Herzstillstand waren und nicht die Wahrscheinlichkeit einer Intensivbehandlung.

#### **5.4 Schlussfolgerung**

Die in dieser Studie vorgestellten Scores kann man lediglich als ersten Schritt zu einem verlässlichen präoperativen Risikoscore betrachten. Es bleibt eine wichtige Aufgabe, diesen Score in einer prospektiven Studie an einem größeren Patientenkollektiv zu validieren, bzw. zu re-evaluieren und entsprechend zu verändern. Im Rahmen der Einführung eines PDMS (Patient Data Management System) sind weitere Studien zu diesem Thema geplant. Dabei ist zu beachten, dass man die gute Handhabbarkeit des Scores nicht aufgibt. Ein Score ist immer ein komplexes System, dessen Bestimmung mit erheblichen personellen und zeitlichen Ressourcen einhergeht (Schönhofer et al., 2002). Da sich nur Scores flächendeckend durchsetzen können, bei denen ein positives Verhältnis von Aufwand und Nutzen besteht, bedarf es für kompliziertere Scores der Etablierung geeigneter Hilfsmittel wie z.B. der computergestützten vollautomatischen Scorekalkulation (Junger et al., 2001; 2002a; 2002b). Die Einführung eines elektronischen Anästhesieprotokolls am Universitätsklinikum Bonn im Rahmen des PDMS wird in naher Zukunft ermöglichen, deutlich größere Datenmengen mit geringerem zeitlichen Aufwand zur Verfügung zu stellen, mit denen dann eine Re-Evaluation und Weiterentwicklung möglich ist.

## 6. Zusammenfassung

Diese Arbeit beschäftigt sich damit, einen präoperativen ICU-Admission-Score zu finden. Zweck dieses Scores soll eine Erhöhung der Vorhersagewahrscheinlichkeit einer postoperativen Intensivbehandlung sein. Ein solcher Score würde die Planung der täglichen Ressourcennutzung in der Intensivmedizin erleichtern und könnte die für das Krankenhaus ökonomisch wichtige Bettenauslastung auf der Intensivstation erhöhen. Ein zusätzliches Ziel ist ein in der Handhabung einfacher Score, der von jedem Anästhesisten in der präoperativen Evaluation der Patienten mit geringem Zeitaufwand erhoben werden kann.

Zur Datengewinnung wurde insgesamt ein Zeitraum von einem Jahr am Universitätsklinikum Bonn betrachtet. In die Studie eingeschlossen wurden allgemeinchirurgische Patienten mit Operationen, die postoperativ mit etwa gleicher Häufigkeit intensivmedizinisch oder auf einer normalen Station betreut wurden. Insgesamt wurden 332 Patienten retrospektiv untersucht, ob die präoperative Konstitution einen Einfluss auf die postoperative Behandlung hat. Für jeden Patienten wurden zur Untersuchung die Deckblätter der Anästhesieprotokolle herangezogen, die in der präoperativen Evaluation ausgefüllt werden. Es wurden persönliche Faktoren (Alter, Geschlecht, Gewicht, OP-Zeit), laborchemische Parameter (Hb, Kreatinin), andere auf dem Protokoll vorhandene Risikoscores (z.B. ASA, MET, rCRI, NYHA), vom Patienten angegebene Vorerkrankungen (cardiopulmonal, neurologisch, infektiologisch) sowie die Noxe „Rauchen“ erhoben.

Die Datenauswertung erfolgte auf verschiedenen Wegen. Zunächst wurde jeder einzelne Parameter in Bezug auf die postoperative Intensivbehandlung auf Signifikanz getestet. Die dort signifikanten Parameter wurden auf verschiedenen Wegen weiter untersucht, um unabhängige Faktoren zu finden. Dadurch ließen sich drei verschiedene Scores errechnen: Mit einer logistischen Regression erhält man einen Score mit fünf Faktoren (OP-Klasse, Herzklappenvitium oder -ersatz, erhöhtes Kreatinin, Alter, Herzinsuffizienz), der auf einer computergestützten Kalkulation basiert und mit einer Sensitivität von 72,4 % bei einer Spezifität von 60,3 % abschneidet. Der zweite Score wurde mit einer Faktorenanalyse ermittelt, es ergab sich ebenfalls ein Score mit fünf unabhängigen Faktoren (OP-Klasse, erhöhtes Kreatinin, erniedrigter Hb,

Herzklappenitium oder -ersatz, COPD), der nach einer manuellen Punktevergabe eine Sensitivität von 71,5 % bei einer Spezifität von 60,5 % erreicht. Der dritte Score wurde mit einer Diskriminanzanalyse errechnet. Auch hier enthält der Score fünf Faktoren (OP-Klasse, Herzklappenitium oder -ersatz, Infektion oder Isolationsmaßnahmen, pAVK, Alter), die nach manueller Punktevergabe sowie einer Kreuzvalidierung mit der „Leave-one-out“-Methode eine Sensitivität von 77,5 % bei einer Spezifität von 60,6 % erreicht.

Leider sind diese Ergebnisse dem bisherigen Standard einer Einschätzung durch eine Expertengruppe (Operateur, Anästhesist, Intensivmediziner) nicht überlegen und somit kann vorerst keiner dieser Scores zur täglichen Anwendung empfohlen werden. Auch die Suche nach internationaler Vergleichsliteratur zeigt die Schwierigkeit einer rein präoperativen Vorhersage der postoperativen Intensivbehandlung mit Hilfe eines Scoresystems. Es werden weitere, umfangreichere Studien nötig, die diese Scores prospektiv evaluieren, auch unter Hinzunahme anderer operativer Abteilungen als ausschließlich der Allgemeinchirurgie.

## 7. Literaturverzeichnis

Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, O'Brien WL, Bassett DR Jr., Schmitz KH, Emplalncourt PO, Jacobs DR Jr, Leon AS. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 498-516

Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs DR Jr, Montoye HJ, Sallis JF, Paffenbarger RS Jr. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25: 71-80

American Society of Anesthesiologists (ASA). New classification of physical status. *Anesthesiology* 1963; 24: 111

Apfel CC, Laara E, Koivuranta M, Greim CA, Roewer N. A simplified risk score for predicting postoperative nausea and vomiting: conclusions from cross-validations between two centers. *Anesthesiology* 1999; 91: 693–700

Apgar V. A proposal for a new method of evaluation of the newborn infant. *Anesth Analg* 1953; 32: 260–267

Bein T, Unertl K. Möglichkeiten und Grenzen von Score-Systemen in der Intensivmedizin. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 1993; 28: 476–483

Burchardi H, Schneider H. Economic aspects of severe sepsis: a review of intensive care unit costs, cost of illness and cost effectiveness of therapy. *Pharmacoeconomics* 2004; 22: 793-813

Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Gann DS, Gennarelli TA, Flanagan ME. A revision of the Trauma Score. *J Trauma* 1989; 29: 623–629

Champion HR, Copes WS, Sacco WJ, Lawnick MM, Bain LW, Gann DS, Gennarelli T, Mackenzie E, Schwaitzberg S. A new characterization of injury severity. *J Trauma* 1990; 30: 539–554

Chen LM, Martin CM, Morrison TL, Sibbald WJ. Interobserver variability in data collection of the APACHE II score in teaching and community hospitals. *Crit Care Med* 1999; 27: 1999–2004

Cooper JB, Cullen DJ, Nemeskal R, Hoaglin DC, Gevirtz CC, Csete M, Venable C. Effects of information feed-back and pulse oximetry on the incidence of anaesthesia complications. *Anesthesiology* 1987; 67: 686–694

Cullen DJ, Civetta JM, Briggs BA, Ferrara LC. Therapeutic intervention scoring system: a method for quantitative comparison of patient care. *Crit Care Med* 1974; 2: 57–60

Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information, 2016: OPS 2010. <http://www.dimdi.de/static/de/klassi/ops/kodesuche/onlinefassungen/opshtml2010> (Zugriffdatum: 17.01.2016)

DIVI (Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin), 2015: TISS-28-Score. [http://www.divi.de/images/Dokumente/Empfehlungen/Qualitaetssicherung/2000\\_tiss28.pdf](http://www.divi.de/images/Dokumente/Empfehlungen/Qualitaetssicherung/2000_tiss28.pdf) (Zugriffdatum: 02.02.2015)

Dragsted L, Jorgensen J, Jensen NH, Bonsing E, Jacobsen E, Knaus WA, Qvist J. Inter-hospital comparisons of patient outcome from intensive care: importance of lead-time bias. *Crit Care Med* 1989; 17: 418–422

Farrow SC, Fowkes FG, Lunn JN, Robertson IB, Samuel P. Epidemiology in anaesthesia II: Factors affecting mortality in hospital. *Br J Anaesth* 1982; 54: 811–817

Fery-Lemonnier E, Landais P, Loirat P, Kleinknecht D, Brivet F. Evaluation of severity scoring systems in ICUs – translation, conversion and definition ambiguities as a source of inter-observer variability in Apache II, SAPS and OSF. *Intensive Care Med* 1995; 21: 356–360

Fleisher LA, Beckman JA, Brown KA, Calkins H, Chaikof EL, Fleischmann KE, Freeman WK, Froehlich JB, Kasper EK, Kersten JR, Riegel B, Robb JF. ACC/AHA 2007 guidelines on perioperative cardiovascular evaluation and care for noncardiac surgery. *Circulation* 2007; 116: 418–499

Forrest JB, Rehder K, Cahalan MK, Goldsmith CH. Multicenter study of general anesthesia III. Predictors of severe perioperative adverse outcomes. *Anesthesiology* 1992; 76: 3–15

Gawande AA, Kwaan MR, Regenbogen SE, Lipsitz SA, Zinner MJ. An Apgar Score for Surgery. *J Am Coll Surg* 2007; 204: 201–208

Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Berufsverband Deutscher Anästhesisten, Deutsche Gesellschaft für Chirurgie, Berufsverband der Deutschen Chirurgen. Gemeinsame Empfehlungen zur Ausstattung und Organisation interdisziplinärer operativer Intensivseinheiten (IOI). *Anästh Intensivmed* 2007; 48: 230 - 232

Gilbert K, Larocque BJ, Patrick LT. Prospective evaluation of cardiac risk indices for patients undergoing noncardiac surgery. *Ann Intern Med* 2000; 133: 356–359

Goldman L, Hashimoto B, Cook EF, Loscalzo A. Comparative reproducibility and validity of systems for assessing cardiovascular functional class: advantages of a new specific activity scale. *Circulation* 1981; 64: 1227-1234

Gupta PK; Gupta H, Sundaram A, Kaushik M, Fang X, Miller WJ, Esterbrooks DJ, Hunter CB, Pipinos II, Johanning JM, Lynch TG, Forse RA, Mohiuddin SM, Mooss AN. Development and Validation of a Risk Calculator for Prediction of Cardiac Risk After Surgery. *Circulation* 2011; 124: 381-387

Hammill BG, Curtis LH, Bennett-Guerrero E, O'Connor CM, Jollis JG, Schulman KA, Hernandez AF. Impact of heart failure on patients undergoing major noncardiac surgery. *Anesthesiology* 2008; 108: 559-567

Higgins TL, Estafanous FG, Loop FD, Beck GJ, Blum JM, Paranandi L. Stratification of morbidity and mortality outcome by preoperative risk factors in coronary artery bypass patients. *JAMA* 1992; 267: 2344-2348

Higgins TL, Estafanous FG, Loop FD, Beck GJ, Lee JC, Starr NJ, Knaus WA, Cosgrove DM. ICU Admission Score for Predicting Morbidity and Mortality Risk After Coronary Artery Bypass Grafting. *Ann Thorac Surg* 1997; 64: 1050-1058

Jetté M, Sidney K, Blümchen G. Metabolic equivalents (METs) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clin Cardiol* 1990; 13: 555-565

Junger A, Hartmann B, Benson M, Schindler E, Dietrich G, Jost A, Beye-Basse A, Hempelmann G. The use of an anesthesia information management system for prediction of antiemetic rescue treatment at the postanesthesia care unit. *Anesth Analg* 2001; 92: 1203–1209

Junger A, Engel J, Quinzio L, Banzhaf A, Jost A, Hempelmann G. Risikoindizes, Scoring-Systeme und prognostische Modelle in der Anästhesie und Intensivmedizin. Teil I – Anästhesie. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2002; 37: 520–527

Junger A, Engel J, Benson M, Hartmann B, Röhrig R, Hempelmann G. Risikoindizes, Scoring-Systeme und prognostische Modelle in der Anästhesie und Intensivmedizin. Teil II – Intensivmedizin. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2002; 37: 591-599

Junger A, Böttger S, Engel J, Benson M, Michel A, Röhrig R, Jost A, Hempelmann G. Automatic Calculation of a Modified APACHE II Score Using a Patient Data Management System (PDMS). *Int J Med Inf* 2002; 1: 145–157

Junger A, Engel J, Böttger S, Grabow C, Hartmann B, Michel A, Röhrig R, Marquardt K, Hempelmann G. Discriminative Power on Mortality of a Modified SOFA Score for Complete Automatic Computation in an Operative ICU. *Crit Care Med* 2002; 30: 338–342



Kaufmann I, Briegel J. Therapeutic Intervention Scoring System (TISS) – a method for calculating costs in the intensive care unit (ICU) and intermediate care unit (IMCU). *Crit Care* 2000; 4: 139

Kheterpal S, O'Reilly M, Englesbe MJ, Rosenberg AL. Preoperative and intraoperative predictors of cardiac adverse events after general, vascular, and urological surgery. *Anesthesiology* 2009; 110: 58–66

Klepzig H, Winten G, Thierolf C, Kiesling G, Usadel KH, Zeiher AM. Behandlungskosten auf einer medizinischen Intensivstation. Ein Vergleich von 1992 und 1997. *Dtsch Med Wochenschr* 1998; 123: 719–725

Knaus WA, Zimmerman JE, Wagner DP, Draper EA, Lawrence DE. APACHE-acute physiology and chronic health evaluation: a physiologically based classification system. *Crit Care Med* 1981; 9: 591–597

Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med* 1985; 13: 818–829

Knaus WA, Draper E, Wagner D. APACHE III study design: analytic plan for evaluation of severity and outcome in intensive care unit patients. *Crit Care Med* 1989; 17: 176–180

Knaus WA, Wagner DP, Lynn J. Short-term mortality predictions for critically ill hospitalized adults: science and ethics. *Science* 1991; 254: 389–394

Knaus, WA, Wagner DP, Zimmernian JE, Draper EA: Variations in mortality and length of stay in intensive care units. *Ann Int Med* 1993; 118: 753-761

Lee TH, Marcantonio ER, Mangione CM, Thomas EJ, Polanczyk CA, Cook EF, Sugarbaker DJ, Donaldson MC, Poss R, Ho KKL, Ludwig LE, Pedan A, Goldman L. Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major non-cardiac surgery. *Circulation* 1999; 100: 1043-1049

Le Gall JR, Loirat P, Alperovitch A, Glaser P, Granthil C, Mathieu D, Mercier P, Thomas R, Villers D. A simplified acute physiology score for ICU patients. *Crit Care Med* 1984; 12: 975–977

Le Gall JR, Lemeshow S, Saulnier F. A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA* 1993; 270: 2957–2963

Lemeshow S, Teres D, Pastides H, Avrunin JS, Steingrub JS. A method for predicting survival and mortality of ICU patients using objectively derived weights. *Crit Care Med* 1985; 13: 519–525

Lemeshow S, Teres D, Klar J, Avrunin JS, Gehlbach SH, Rapoport J. Mortality Probability Models (MPM II) based on an international cohort of intensive care unit patients. *JAMA* 1993; 270: 2478–2486

Lemeshow S, Le Gall JR. Modeling the severity of illness of ICU patients. A systems update. *JAMA* 1994; 272: 1049–1055

List WF. Vorbereitung des Patienten. *Anästhesiologie*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg NewYork, 2001: 8–32

Miranda DR, de Rijk A, Schaufeli W. Simplified Therapeutic Intervention Scoring System: the TISS-28 items – results from a multicenter study. *Crit Care Med* 1996; 24: 64–73

McClish DK, Powell SH. How well can physicians estimate mortality in a medical intensive care unit? *Med Decis Making* 1989; 9: 125–132

Metnitz PG, Valentin A, Vesely H, Alberti C, Lang T, Lenz K, Steltzer H, Hiesmayr M. Prognostic performance and customization of the SAPS II: results of a multicenter Austrian study. *Simplified Acute Physiology Score. Intensive Care Med* 1999; 25: 192–197

Pilz G, Werdan K. Scores für Multiorgandysfunktion und Multiorganversagen. Internist 1998; 39: 502–508

Polderman KH, Thijs LG, Girbes AR. Interobserver variability in the use of APACHE II scores. Lancet 1999; 353: 380

Polderman KH, Girbes AR, Thijs LG, Strack van Schijndel RJ. 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: 47–50

Ranucci M, Di Dedda U, Castelvechio S, Menicanti L, Frigiola A, Pelissero G. Impact of preoperative anemia on outcome in adult cardiac surgery: a propensity-matched analysis. Ann Thorac Surg 2012; 94: 1134-1141

Rue M, Valero C, Quintana S, Artigas A, Alvarez M. Interobserver variability of the measurement of the mortality probability models (MPM II) in the assessment of severity of illness. Intensive Care Med 2000; 26: 286–291

Sachs L. Statistische Methode. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 1993

Saklad M. Grading of patients for surgical procedures. Anesthesiology 1941; 2: 281-284

Schönhofer B, Lefering R, Suchi S, Köhler D. Umfrage zur Einschätzung von Score-Systemen durch Intensivmediziner. Intensivmed 2002; 39: 240–245

Schuster HP. Methoden und Zielsetzungen des Scoring in der Intensivmedizin. Intensivmed 1991; 28: 206–211

Second European Consensus Conference in Intensive Care Medicine. Predicting outcome in ICU patients. Intensive Care Med 1994; 20: 390–397

SFAR - Société Française d'Anesthésie et de Réanimation, 2015: MPM 2. [http://www.sfar.org/scores2/mpm2\\_admission2.html](http://www.sfar.org/scores2/mpm2_admission2.html) (Zugriffsdatum: 02.02.2015)

Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet* 1974; 2: 81–84

Teres D, Lemeshow S. When to customize a severity model. *Intensive Care Med* 1999; 25: 140–142

Unertl K, Kottler BM. Prognostische Scores in der Intensivmedizin. *Anaesthesist* 1997; 46: 471–480

Vacanti CJ, VanHouten RJ, Hill RC. A statistical analysis of the relationship of physical status to postoperative mortality in 68.388 cases. *Anesth Analg* 1970; 49: 564–566

Vincent JL, de Mendonca A, Cantraine F, Moreno R, Takala J, Suter PM, Sprung CL, Colardyn F, Blecher S. Use of the SOFA score to assess the incidence of organ dysfunction / failure in intensive care units: results of a multicenter, prospective study. Working group on sepsis-related problem of the European Society of Intensive Care Medicine. *Crit Care Med* 1998; 26: 1793–1800

Weissman C, Klein N. Who receives postoperative intensive and intermediate care?. *J Clin Anesth* 2008; 20: 263–270

Weissman C, Klein N. Pre-operative evaluation using therapeutic intensity scoring. *Eur J Anaesthesiol* 2011; 28: 20–28

Williams C, Wheeler D. Criteria for ICU admission and severity of illness scoring. *Critical Illness and Intensive Care I* 2009; 27: 201-206

## 8. Danksagung

Ich möchte einigen Personen danken, ohne die diese Arbeit so nicht möglich gewesen wäre:

Zuerst möchte ich Herrn Prof. Dr. med. Georg Baumgarten für die Überlassung dieses spannenden Themas sowie seine Unterstützung und Motivation danken.

Frau Dr. med. Maria Wittmann danke ich für die hervorragende Betreuung von der Planungsphase bis zum Abschluss der Arbeit.

Frau Renate Dahmen vom Medizincontrolling des Universitätsklinikums Bonn danke ich für die Bereitstellung der Datensätze.

Frau Dr. med. Christiane Di Micoli danke ich für die Mitwirkung in der Planungsphase und die Betreuung bei den ersten Schritten.

Zum Schluss danke ich Frau Dr. med. Ute Klarmann-Schulz vom Institut für Medizinische Biometrie, Informatik und Epidemiologie des Universitätsklinikums Bonn, sowie meinen beiden Kollegen Herrn PD Dr. med. Sven Zenker und Herrn Dr. med. Felix Erdfelder für die sehr gute statistische Beratung.