

Aus der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Hinnerk Wulf

des Fachbereichs Medizin der Philipps - Universität Marburg



**Vergleichende pharmakoökonomische Evaluation
zweier Anästhesieverfahren bei Operationen im Bereich
der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde**

Eine Kosten – Effektivitätsanalyse am Beispiel einer Desfluranbetonten
versus einer Remifentanilbetonten Narkosetechnik

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Humanmedizin
dem Fachbereich Medizin der Philipps - Universität Marburg

vorgelegt von

Andrea Bettina Kussin

aus Gießen

Marburg 2007

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Philipps - Universität Marburg am: 27.09.2007

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: Prof. Dr. Bernhard Maisch
Referent: PD Dr. Leopold Eberhart
Korreferent: PD Dr. W. Höltermann

Für meine Eltern

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Hintergrund	3
2 Fragestellung	8
3 Material und Methoden	9
3.1 Studiendesign	9
3.2 Patienten	10
3.2.1 Einschlusskriterien	11
3.2.2 Ausschlusskriterien	11
3.3 Durchführung der Untersuchung	12
3.3.1 Einverständniserklärung	12
3.3.2 Prämedikation	12
3.3.3 Narkoseführung	13
3.3.4 Narkoseausleitung und postoperative Erhebungen	16
3.3.5 Zusätzlich erlaubte Anästhetika und Adjuvantien	17
3.3.6 Anästhesierelevante Zeiten	17
3.4 Berechnung der direkten und indirekten Kosten	18
3.4.1 Direkte Kosten	18
3.5.1.1 Desfluran	18
3.5.1.2 Remifentanil	19
3.4.2 Personalkosten	19
3.4.3 Indirekte Kosten	21
3.4.3.1 Medikamente und Maßnahmen bei unerwünschten Ereignissen	21
3.4.3.1.1 Intraoperativ	21
3.4.3.1.2 Postoperativ	21
3.4.3.2 Personalkosten	22
3.5 Statistische Analyse	22

4 Ergebnisse	23
4.1 Perioperative Daten	23
4.2 Intraoperative Medikamente	25
4.2.1 Anästhetika	25
4.3.2 Zusätzliche Medikamente bei unerwünschten intraoperativen Ereignissen	25
4.3 Postoperative Daten	26
4.3.1 Aufwach- und Verlegungszeiten	28
4.2.2 Zusätzliche Medikamente bei unerwünschten postoperativen Ereignissen	27
4.4 Kosten	29
4.4.1 Direkte Kosten	29
4.4.2 Indirekte Kosten	30
4.5 Patientenzufriedenheit	31
4.6 Steuerbarkeit der Narkose	32
4.7 Zusammenfassung der Ergebnisse	33
5 Diskussion	34
6 Zusammenfassung	45
7 Tabellenverzeichnis	46
8 Literaturverzeichnis	47
9 Verzeichnis der akademischen Lehrer	56
10 Danksagung	57

1 Einleitung und Hintergrund

Die zunehmend knappen finanziellen Ressourcen im Gesundheitswesen und die Einführung der DRG-bezogenen Leistungsabrechnung in deutschen Krankenhäusern stellen für alle Abteilungen eine neue Herausforderung hinsichtlich der richtigen Bewertung der abteilungs- und fachspezifischen Leistungen dar.

Hierbei gestaltet sich die Leistungserfassung der Anästhesieabteilungen als sogenannte Querschnittfächer besonders interessant, da sie für die operativen Abteilungen eine „Sekundärleistung“ erbringen, dennoch aber das Leistungs- und Kostengeschehen eines Krankenhauses entscheidend beeinflussen können [69, 77].

Im System der internen Budgetverteilung für Querschnittsfächer werden anästhesiologische Leistungen mit dem operativen Eingriff abgegolten [56, 77]. Das bedeutet, dass in den meisten deutschen Krankenhäusern die Abteilungen über keine externen Einnahmen verfügen, sondern ihre Kosten den anfordernden Fachabteilungen in Rechnung stellen. Die Berechnung des Kostenanteiles für die Anästhesiologie sollte idealerweise auf der Basis tatsächlicher Erfassung der anästhesiebezogenen Leistungszahlen erfolgen. Die transparente Darstellung von Kosten für Materialien und Medikamente, ebenso die Bindungszeiten für Anästhesiearzt und –pflege, ermöglicht die Durchführung einer fallbezogenen und DRG-konformen Kostenberechnung sowie die Realisierung von möglichen Einsparpotenzialen [4, 53, 75, 78].

Grundsätzlich müssen in der Kostenanalyse die Bereiche Personalkosten (ca. 60 – 70 %) und Sachkosten (ca.30 – 40 %) voneinander getrennt werden [4, 5, 6, 68].

Der wesentliche Anteil der Personalkosten in der Anästhesie hängt von der jeweiligen Arbeitsbindungszeit ab. Von entscheidender Bedeutung sowohl für den ärztlichen als auch für den pflegerischen Bereich ist dabei auch die Erfassung der „Nacharbeitungszeit“ nach Beendigung einer Operation [78].

Bach et al. [3] konnten im Jahr 2000 auf der Basis einer Datenerhebung in deutschen Krankenhäusern aus dem Jahr 1999 erstmals die mögliche Berechnung einer Anästhesieleistung pro Minute zeigen. Aktualisierte Daten für die Personalkostenberechnung veröffentlichten Schleppers et al. [76] 2005 aus einer Analyse der Daten von 2002.

Die Verrechnung von Narkoseleistungen auf der Basis der Anästhesieminute könnte ein geeignetes Instrument zur Budgetierung der Anästhesieabteilungen darstellen [12, 68, 75].

Das wachsende Spannungsfeld zwischen medizinischen Standards und ökonomischen Bedingungen hat auch entscheidenden Einfluss auf die Auswahl des Narkoseverfahrens und der dadurch entstehenden direkten und indirekten Kosten [4, 73, 75, 84, 92, 93, 94].

Verglichen mit den gesamten perioperativen Kosten, tragen die Anästhesiekosten davon zwar nur einen Anteil von etwa 5 – 10 % [23, 73]. Durch die Entstehung indirekter Kosten aufgrund postoperativer Effekte wie zum Beispiel die Dauer der Erholungsphase oder unerwünschter Ereignisse wie Übelkeit und Erbrechen können diese aber durchaus auf andere Kostenbereiche übergreifen.

Es ist daher wichtig zu unterscheiden, welches reine Medikamentenkosten sind, und welche Gesamtkostenersparnisse der Gebrauch eines bestimmten Verfahrens im System bewirken kann [1].

Neuere Anästhetika bieten häufig höheren Patientenkomfort durch geringere Nebenwirkungen und schnelleres Aufwachen mit rascher Erholung der kognitiven Funktionen und guter Steuerbarkeit, sind aber auch in der Regel deutlich teurer als herkömmliche Medikamente.

Im Rahmen einer Kosten-Effektivitätsanalyse (cost-effectiveness analysis) kann überprüft werden, ob die Kostenunterschiede zweier Verfahren mit gleicher Indikation durch ein therapeutisches Benefit und/oder Einsparung von Kosten gerechtfertigt sind [6, 10, 23, 25, 28, 38, 49, 75, 84, 93].

Für die Durchführung einer Allgemeinanästhesie stehen mehrere Verfahren zur Verfügung. Grundsätzlich besteht jedoch jede Allgemeinanästhesie aus den beiden Hauptkomponenten „Schlaf“ (Hypnose) und „Schmerzausschaltung“ (Analgesie) [14, 88].

Ein bisher nicht vollständig gelöstes Problem stellt dabei die Erfassung und Beurteilung dieser Teilkomponenten dar. Weder klinische Parameter wie Blutdruck, Herzfrequenz und Schweißsekretion, noch moderne EEG-Überwachungsgeräte sind letztlich in der Lage inadäquate Teilkomponenten, zum Beispiel mangelnde Analgesie gegenüber mangelnder Hypnose sicher zu differenzieren [14].

Besonders für kurze Operationen mit zum Teil intensiven schmerzhaften Stimulationen, wie sie für Eingriffe im Bereich der Hals-Nasen- und Ohrenheilkunde typisch sind [57, 64, 90], bieten kurzwirksame Substanzen einen entscheidenden Vorteil, da sie aufgrund ihrer gut steuerbaren Pharmakokinetik eine schnelle Narkoseeinleitung, eine gute Anpassung an intraoperative Bedürfnisse sowie ein optimiertes Aufwachverhalten ermöglichen [31, 37, 43, 100].

Vor allem die rasche Wiederherstellung der postoperativen Vigilanz ohne potenziell gefährdende Nebenwirkung wie Atemdepression stellt einen entscheidenden Fortschritt dar, um dem modernen Konzept einer „Fast-track-Anästhesie“ gerecht werden zu können [21, 30, 40, 64, 87, 88].

Dieses Konzept ist im wesentlichen darauf ausgerichtet möglichst schnelle Aufwach-, Wechsel- und Überwachungszeiten zu erreichen, sowie einen möglichst kurzen Krankenhausaufenthalt anzustreben.

Neben den ökonomischen Kosten spielt aber auch die Patientenzufriedenheit eine große Rolle. Unerwünschte Ereignisse wie Übelkeit und Erbrechen können gerade nach Operationen im Bereich der Atemwege nicht nur den Allgemeinzustand des Patienten schwer beeinträchtigen, sondern auch das Operationsergebnis erheblich gefährden [53, 58].

Ziel des anästhesiologischen Managements sollte es daher sein, höchste Qualität bezüglich der Sicherheit und des Wohlbefindens der Patienten mit kosteneffektivem Vorgehen zu verbinden [1, 69, 94].

Derzeit stellen das Inhalationsanästhetikum Desfluran als Hypnotikum und das kurzwirksame Opioid Remifentanil als Analgetikum eine optimale pharmakologische und ökonomische Substanzkombination im Rahmen einer balancierten Anästhesie dar [13, 84, 97].

Remifentanil gehört zur Gruppe der 4-Anilinoperidin-Opioide und besitzt einen für diese Substanzgruppe bisher einzigartigen Eliminationsweg.

Im Gegensatz zu Opioiden wie Fentanyl und Sufentanil wird Remifentanil rasch durch unspezifische Blut- und Gewebsesterasen zu unwirksamen Abbauprodukten metabolisiert. Dadurch wird aufgrund der extrem kurzen Eliminationshalbwertszeit (etwa 8 – 10 min) und des ungewöhnlich geringen Verteilungsvolumens erstmalig die Kombination einer intraoperativ hohen Opioiddosierung bis zum Operationsende mit einem sicheren und zügigen Erwachen ermöglicht.

Remifentanil kann bei Bedarf so hoch dosiert werden, dass das in Kombination angewandte inhalative Anästhetikum nur noch in einer niedrigen hypnotischen Dosierung zugeführt werden muss [14, 64, 89, 98].

Inhalationsanästhetika führen zu einer rezeptorunspezifischen Ausschaltung des Bewusstseins. Die hierfür benötigten Konzentrationen sind substanz- und altersabhängig. Als Parameter für die Wirkungsstärke der volatilen Anästhetika dient die minimale alveoläre Konzentration (MAC_{50}) in Volumen Prozent (Vol%) in Sauerstoff, die bei 50% der Patienten eine reflektorische Bewegung der Extremitäten nach einem Hautschnitt verhindert. Die Supplementierung mit Opioiden führt zu einer deutlichen Reduktion der MAC_{50} . Nach heutigem Kenntnisstand kann davon ausgegangen werden, dass unter gleichzeitiger adäquater Analgesie Konzentrationen von $\geq 0,5$ MAC zu einer sicheren Ausschaltung des Bewusstseins führen [23, 41, 66].

Desfluran zeichnet sich aufgrund seines niedrigen Blut-Gas- und Gewebe-Gas-Verteilungskoeffizienten durch ein im Gegensatz zu anderen volatilen Anästhetika extrem schnelles An- und Abfluten aus. Desfluran kann wie Remifentanil bis zum letzten Moment der Operation verabreicht werden, ohne mit einer verlängerten Aufwachphase rechnen zu müssen [20, 23, 24, 67, 88].

Prinzipiell können zwei Variationsmöglichkeiten der balancierten Anästhesie unterschieden werden:

Ein hoher Anteil des Hypnotikums Desfluran mit wenig Opioid, das heißt eine intravenös-unterstützte Inhalationsanästhesie, oder eine hohe Dosierung des Analgetikums, das heißt eine Gas-unterstützte Opioid-betonte Narkose [35, 71].

Zurzeit liegen keine eindeutigen Angaben darüber vor, welcher der beiden Techniken innerhalb eines modernen ökonomischen Anästhesiekonzeptes der Vorzug gegeben werden sollte. Derartige Untersuchungen wurden bisher nur im Rahmen einer totalen intravenösen Anästhesie mit Propofol und Remifentanil durchgeführt [37, 100].

Ziel dieser Studie war es, die beiden Anästhesieverfahren hinsichtlich definierter Qualitätsindikatoren (Patientenzufriedenheit, Steuerbarkeit der Narkose, Aufwachverhalten und unerwünschte Ereignisse während und nach der Operation) und den damit verbundenen Kosten zu vergleichen [17, 32, 94].

Hierbei wurden alle Kosten und Folgekosten, die durch Komplikationen und deren Behandlung entstehen, berücksichtigt.

2 Fragestellung

1. Bestehen Unterschiede zwischen den beiden Gruppen hinsichtlich der definierten Qualitätskriterien Patientenzufriedenheit, Auftreten von unerwünschten Ereignissen und Steuerbarkeit der Narkose?
2. Bestehen Unterschiede zwischen den beiden Gruppen bezüglich der direkten und indirekten Kosten?

3 Material und Methoden

3.1 Studiendesign

In dieser prospektiven randomisierten Studie sollten die beiden Variationsmöglichkeiten einer balancierten Anästhesie mit Desfluran (Suprane®, Baxter Deutschland GmbH, Erlangen) und Remifentanyl (Ultiva®, GlaxosmithKline GmbH & Co, München) in einer Kosten-Effektivitäts-Analyse miteinander verglichen werden.

Die Steuerung der Narkosetiefe erfolgte in beiden Gruppen über ein prozessiertes EEG, den sogenannten Bispektralen Index (BIS®, Aspect™ medical systems, Leiden). Der BIS-Wert stellt eine dimensionslose Zahl zwischen 100 (wach) und 0 (keine EEG-Aktivität) dar, die nach Analyse des Roh-EEGs in einem Analog-Digital-Konverter aus mehreren Subparametern berechnet wird. Für die Narkosesteuerung während Allgemeinanästhesie wird ein BIS-Wert zwischen 40 und 60 empfohlen [14, 19, 22, 99].

In der vorliegenden Studie stellte ein BIS-Wert > 50 die Indikation zur Vertiefung der Narkose und somit der Erhöhung der Dosierung des Anästhetikums (Desfluran oder Remifentanyl), welches den Hauptanteil an der Narkose bilden sollte.

Die Patienten, denen nach Randomisierung eine Gas-betonte Anästhesie zugeteilt wurde, erhielten altersadaptiert mindestens 1,0 MAC, die Patienten in der Opioid-betonten Gruppe genau 0,5 MAC Desfluran, da diese untere Schwellendosis nach dem derzeitigen Kenntnisstand bei adäquater Analgesie mit Remifentanyl mit hoher Sicherheit eine Bewusstseinsausschaltung ermöglicht [99].

Analog dazu wurde die Startdosis für Remifentanyl in der Desfluran-Gruppe im Vergleich zur Opioid-Gruppe halbiert.

Während der Anästhesie durfte bei Anstieg des BIS-Wertes über 50 oder den klinischen Anzeichen einer unzureichenden Narkosetiefe bei der Desfluran-betonten Technik lediglich die Desflurankonzentration, bei der Remifentanyl-betonten Narkose die Remifentanyl-Konzentration erhöht werden.

Unzureichende Narkosetiefe wurde definiert als Hypertension, Tachykardie, Bewegung des Patienten, Augenöffnen, Schlucken, Grimassieren, Tränenfluss oder Schwitzen.

Um einen postoperativen Überhang einer neuromuskulären Blockade zu vermeiden, erfolgte bei allen Patienten nur eine einmalige Muskelrelaxierung mit einem kurzwirksamen Präparat (Mivacurium) zur Intubation.

Nach Beendigung der Anästhetikazufuhr wurden die Zeiten bis zur Extubation, zur Nennung von Name und Geburtsdatum sowie bis zum Erreichen der Fast-tracking-Kriterien (modifizierter Aldrete Score mit einer Punktzahl ≥ 12) erfasst. Für beide Verfahren wurden die direkten Kosten (inklusive Materialverbrauch und Personalkosten) sowie die durch Komplikationen und deren Behandlung entstandenen indirekten Folgekosten berechnet.

3.2 Patienten

Die Studie wurde von der Kommission für Ethik in der ärztlichen Forschung des Fachbereichs Humanmedizin der Philipps-Universität Marburg genehmigt und im Zeitraum vom Januar bis zum Mai 2004 in der Klinik für Anästhesie und Intensivtherapie des Universitätsklinikums Marburg durchgeführt. Insgesamt wurden 120 Patienten untersucht, die sich einem elektiven Eingriff in der Hals-Nasen-Ohren Klinik der Philipps - Universität in Marburg unterziehen mussten.

Fanden sich im Verlauf der Anamneseerhebung sowie der körperlichen und laborchemischen Untersuchung keine Hinweise auf die definierten Ausschlusskriterien (siehe 3.1.2.) und entsprachen die Patienten den Einschlusskriterien (siehe 3.1.1.), so wurden sie um Teilnahme an der Studie gebeten.

3.2.1 Einschlusskriterien

- Patienten zwischen 18 und 70 Jahren
- Risikogruppen I bis III gemäß der ASA-Klassifikation (American Society of Anaesthesiology)
- Operationen an Hals, Ohr, Nase und Speicheldrüsen mit einer geplanten Operationszeit von ≥ 60 Minuten, die in Allgemeinanästhesie durchgeführt werden
- Geplante Extubation unmittelbar nach Narkoseende
- Mindestens 24-stündige Aufenthaltsdauer im Krankenhaus nach der Operation
- Schriftliche Einverständniserklärung zur Studienteilnahme nach entsprechender Aufklärung

3.2.2 Ausschlusskriterien

- ASA-Klassifikation 4 und 5
- Operationen aufgrund einer malignen Grunderkrankung
- Bekannte oder vermutete Disposition zur Malignen Hyperthermie
- Bekannte Unverträglichkeit oder Kontraindikationen gegen eines der verwendeten Medikamente
- Psychiatrische Vorerkrankungen
- Nicht korrigierte Seh- und/oder Hörleistungsschwäche
- Chronischer Missbrauch psychotroper Substanzen und/oder Medikamente
- Adipositas permagna (Body-Mass-Index ≥ 40)

3.3 Durchführung der Untersuchung

3.3.1 Einverständniserklärung

Die Aufklärung durch den Untersucher erfolgte am Tag vor der Operation mithilfe einer schriftlichen Information. Dieser Vordruck wurde den Patienten ausgehändigt, um ihnen Zeit zu geben, die dargelegten Informationen zu verstehen und Fragen im Zusammenhang mit der Studie zu klären, ehe sie um ihr Einverständnis gebeten wurden. Darüber hinaus erfolgte eine umfassende mündliche Erklärung der notwendigen Maßnahmen im Rahmen des Prämedikationsgespräches durch den zuständigen Prüfarzt, der auch am Operationstag die Narkose durchführte. Die schriftliche Einverständniserklärung wurde auf einem separaten Vordruck eingeholt.

3.3.2 Prämedikation

Am Tag der Operation erhielten alle Patienten eine orale Kombination aus 7,5 mg Midazolam zur präoperativen Anxiolyse sowie 50 mg Rofecoxib im Sinne einer präemptiven Analgesie.

Eine bestehende Dauermedikation blieb durch das Studienmanagement unbeeinflusst.

Rofecoxib war zum Zeitpunkt dieser Untersuchung fester Bestandteil der postoperativen Schmerztherapie in der Hals- Nasen- Ohrenklinik, wurde jedoch im September 2004, drei Monate nach Beendigung unserer Studie, aufgrund eines erhöhten Herzinfarkt- und Schlaganfallrisikos vom Markt genommen.

3.3.3 Narkoseführung

Nach Anlegen des Überwachungsmonitorings (EKG, non-invasive Blutdruckmessung, Sauerstoffsättigung) wurde eine intravenöse Verweilkanüle angelegt und eine kristalloide Infusionslösung angeschlossen.

Nach Präoxygenierung mit einer FiO_2 von 1,0 über 3 Minuten wurde die Narkoseeinleitung mit einer gewichts- und altersadaptierten kontinuierlichen Remifentanilinfusion (1 ml = 100 µg) wie folgt begonnen:

- 18 – 29 Jahre 0,50 ml/h/kg KG
- 30 – 39 Jahre 0,35 ml/h/kg KG
- 40 – 49 Jahre 0,25 ml/h/kg KG
- 50 – 59 Jahre 0,20 ml/h/kg KG
- 60 – 70 Jahre 0,15 ml/h/kg KG

Nach zwei Minuten oder Einsetzen einer klinischen Opioidwirkung erfolgte die Narkoseinduktion durch die Gabe von Propofol (1,5 – 3 mg/kg KG).

Sobald eine sichere Maskenbeatmung gewährleistet war, wurden die Patienten mit Mivacurium relaxiert und nach drei Minuten oral intubiert.

Danach wurde der Randomisierungsumschlag geöffnet und die Narkose entsprechend der Zuordnung weitergeführt.

Allen Patienten wurde vor der Abdeckung mit sterilen OP-Tüchern ein vierpoliger BIS-Sensor zur kontinuierlichen Überwachung der Narkosetiefe auf der Stirn platziert.

Narkoseform A (Desfluran – betont)

Mit einem Frischgasflow von 1 Liter und einer FiO_2 von 0,5 wurde der Desfluranvapor auf 18 Vol % (maximaler Fluss) eingestellt und so lange belassen, bis die alters- und gewichtsadaptierte expiratorische Konzentration erreicht war [61].

- 18 – 29 Jahre 7,0 Vol %
- 30 – 39 Jahre 6,5 Vol %
- 40 – 49 Jahre 6,0 Vol %
- 50 – 59 Jahre 5,5 Vol %
- 60 – 70 Jahre 5,0 Vol %

Gleichzeitig wurde die Remifentanilinfusion folgendermaßen reduziert:

- 18 – 29 Jahre 0,10 ml/h/kg KG
- 30 – 39 Jahre 0,08 ml/h/kg KG
- 40 – 49 Jahre 0,07 ml/h/kg KG
- 50 – 59 Jahre 0,05 ml/h/kg KG
- 60 – 70 Jahre 0,04 ml/h/kg KG

Mit Beginn der Desfluranzufuhr und gleichzeitiger Reduktion der Remifentanilinfusion (= Zeitpunkt des Narkosebeginns) wurde eine Stoppuhr gestartet.

Nach Erreichen der gewünschten Desflurankonzentration wurde der Frischgasfluss auf 0,5 Liter mit einer angestrebten FiO_2 von 0,4 reduziert und der Vapor soweit zurückgedreht, dass die Konzentration zunächst konstant gehalten werden konnte.

Bei einem Anstieg des BIS-Wertes über 50 oder klinischen Zeichen einer zu flachen Narkose wurde die Desfluran-Konzentration so lange und so weit wie nötig erhöht.

Die Einstellung der Remifentanilinfusion wurde während der gesamten Narkose konstant beibehalten.

Narkoseform B (Remifentanil-betont):

Mit einem Frischgasflow von 1 Liter („wash-in“) und einer FiO_2 von 0,5 wurde der Desfluranvapor auf 18 Vol % (maximaler Fluss) eingestellt und so lange belassen, bis die alters- und gewichtsadaptierte expiratorische Konzentration erreicht war.

- 18 – 29 Jahre 3,5 Vol %
- 30 – 39 Jahre 3,3 Vol %
- 40 – 49 Jahre 3,0 Vol %
- 50 – 59 Jahre 2,8 Vol %
- 60 – 70 Jahre 2,5 Vol %

Gleichzeitig wurde die Remifentanilinfusion folgendermaßen reduziert:

- 18 – 29 Jahre 0,200 ml/h/kg KG
- 30 – 39 Jahre 0,175 ml/h/kg KG
- 40 – 49 Jahre 0,150 ml/h/kg KG
- 50 – 59 Jahre 0,100 ml/h/kg KG
- 60 – 70 Jahre 0,075 ml/h/kg KG

Mit Beginn der Desfluranzufuhr und gleichzeitiger Reduktion der Remifentanilinfusion (= Zeitpunkt des Narkosebeginns) wurde eine Stoppuhr gestartet.

Nach Erreichen der gewünschten Desflurankonzentration wurde auch in dieser Gruppe der Frischgasfluss auf 0,5 Liter mit einer angestrebten FiO_2 von 0,4 reduziert und der Vapor soweit zurückgedreht, dass die Konzentration während der gesamten Narkose konstant blieb.

Bei einem Anstieg des BIS-Wertes über 50 oder klinischen Zeichen einer zu flachen Narkose, wurde die Remifentanilinfusion so lange und so weit wie nötig erhöht.

Beide Gruppen erhielten zur Prophylaxe gegen postoperative Übelkeit und Erbrechen 8 mg Dexamethason bei Einleitung und 12,5 mg Dolasetron etwa 30 Minuten vor Ende der Operation [29, 42, 65].

Die postoperative Schmerztherapie wurde circa 30 Minuten vor Operationsende mit Metamizol 20 mg/kg KG begonnen.

Alle Patienten wurden über einen volumenkontrollierten Respirator (Cicero oder Cato der Firma Dräger, Lübeck) unter Kontrolle der endexpiratorischen CO_2 -Konzentration beatmet, wobei eine Normoventilation ($etCO_2$ von 35 mmHg) angestrebt wurde.

3.3.4 Narkoseausleitung und postoperative Erhebungen

Auch die Narkoseausleitung wurde in beiden Gruppen gleichermaßen durchgeführt.

Mit dem Ende der Operation bzw. nach Anlegen des sterilen Wundverbandes wurden Desfluranzufuhr und Remifentanilinfusion beendet und der Frischgasflow auf 10 Liter unter einer FiO_2 1,0 („wash-out“) erhöht.

Die gesamte Narkosezeit wurde an der Stoppuhr abgelesen und dokumentiert, ebenso der Zeitpunkt der Beendigung der zugeführten Anästhetika.

Bis zur Extubation erfolgte die Beatmung weiterhin mit gleicher Einstellung von Atemfrequenz und Tidalvolumen im SIMV-Modus (synchronisierte intermittierende mandatorische Ventilation).

Sobald die Patienten die üblichen Kriterien zur Extubation erfüllten, wurde der Beatmungsschlauch entfernt.

Die Patienten wurden daraufhin nach ihrem vollständigen Namen sowie ihrem Geburtsdatum befragt. Sobald diese Angaben korrekt wiedergegeben werden konnten, wurden die Patienten in den Aufwachraum gebracht.

Der postoperative Zustand der Patienten wurde mithilfe des modifizierten Aldrete-Scores [95] bewertet. Das Erreichen einer Score-Summe von ≥ 12 Punkten wurde als Zeitpunkt einer möglichen Verlegung auf die Station zur weiteren Auswertung erfasst.

Alle Patienten wurden am ersten postoperativen Tag mittels einer visuellen Analogskala (VAS 0 – 10) gebeten, ihre Narkose bezüglich postoperativer Erholung und Verträglichkeit zu beurteilen.

Die Anästhesisten hatten nach der Narkose die Möglichkeit, die Steuerbarkeit der Narkose als einfach, erschwert oder schwierig zu bewerten.

3.3.5 Zusätzlich erlaubte Anästhetika und Adjuvantien

Grundsätzlich waren alle weiteren Anästhetika und Adjuvantien im Rahmen einer Allgemeinanästhesie erlaubt. Dies galt vor allem für Medikamente, die zur Behandlung von Notfällen oder anderen akuten und sofort behandlungsbedürftigen Ereignissen eingesetzt werden müssen. Intraoperativ sollten jedoch, wenn möglich, zentral dämpfende Substanzen vermieden werden.

Kardiovaskuläre Ereignisse wurden wie folgt therapiert:

- Akrinor® (Cafedrin + Theodrenalin) bei Unterschreiten eines mittleren arteriellen Blutdrucks (MAP) von 60 mmHG
- Atropin bei Abfall der Herzfrequenz unter 30 min^{-1} .

Für unerwünschte postoperative Ereignisse galt das Therapieschema:

- Übelkeit/Erbrechen: 4 mg Ondansetron, bei Persistieren 1 mg Haloperidol, bei weiteren Beschwerden 62 mg Dimenhydrinat
- Shivering (Kältezittern): 75 – 150 µg Clonidin
- Schmerzen (NAS in Ruhe > 3): 0,05 – 0,1 mg Piritramid/kg KG, bei unzureichender Wirkung Wiederholung nach jeweils 10 Minuten
- Hypertension: fraktionierte Gabe von Urapidil bis MAP < 90 mmHg

3.3.6 Anästhesierelevante Zeiten

Folgende anästhesierelevanten Zeiten wurden dokumentiert:

- Beginn der Narkoseeinleitung
- Beginn der Desfluranzufuhr nach Intubation (Beginn der Narkosezeit)
- Operationsbeginn
- Beendigung der Anästhetikazufuhr (Ende der Operation und Narkose)
- Extubation
- Korrektes Nennen von Name und Geburtsdatum (Verlassen des Operationsaales, Verlegung in den Aufwachraum möglich)
- Modifizierter Aldrete-Score ≥ 12 Punkte (Verlegung auf die Station möglich)

3.4 Berechnung der direkten und indirekten Kosten

Die direkten Kosten setzen sich wie folgt zusammen:

- Die Kosten der zur Anästhesie verwendeten Narkosemittel Desfluran und Remifentanil
- Alle zur Narkose benötigten Materialien wie Perfusorspritzen, -leitungen
- Personalkosten im Rahmen der Narkosezeit

Als indirekte Kosten wurden berechnet:

- Die Kosten aller zusätzlich benötigten Medikamente intra- und postoperativ sowie der dazu erforderlichen Materialien
- Alle durch zusätzliche Maßnahmen bedingte Personalkosten

Nicht miteinbezogen wurden die für beide Gruppen identischen Kosten für Medikamente zur Prämedikation, Narkoseeinleitung und PONV-Prophylaxe.

Alle angegebenen Preise für Medikamente und Medikalprodukte wurden der für 2004 gültigen hausinternen Apotheken- und Sachkostenliste der Philipps-Universität Marburg entnommen.

3.4.1 Direkte Kosten

3.4.1.1 Desfluran

Zur Berechnung des Desfluran-Verbrauches wurde der Desfluranvapor vor und nach der Narkose auf einer Präzisionswaage (LP34000P, Sartorius AG Göttingen) gewogen und unter Berücksichtigung des spezifischen Gewichts (1,465 g/ml) aus der Differenz der Verbrauch bestimmt und die Kosten anteilig auf den Flaschenpreis berechnet [23].

(Eine Flasche Desfluran à 240 ml wurde mit 63,11 € angesetzt)

Durch Division des Gesamtwertes durch die gemessene Anästhesiezeit errechnet sich der Preis pro Minute.

3.4.1.2 Remifentanyl

In dieser Studie kamen ausschließlich Ampullen mit jeweils 2 mg Remifentanyl zur Anwendung (= 11,33 €/Ampulle). Diese wurden mit isotonischer Kochsalzlösung verdünnt (1ml = 100 µg) und in einer Perfusorspritze aufgezogen.

Berechnet wurden die verbrauchte Gesamtmenge in µg, die Anzahl der verbrauchten Ampullen, die Anzahl der verbrauchten Perfusorspritzen gemäß der Anzahl der Ampullen sowie jeweils eine Perfusorleitung pro Patient.

Auch hier erfolgte die Umrechnung in Kosten /Minute.

3.4.2 Personalkosten

Die im Rahmen einer Operation anfallenden Personalkosten berechnen sich nach den perioperativen Zeitintervallen [7, 17, 68].

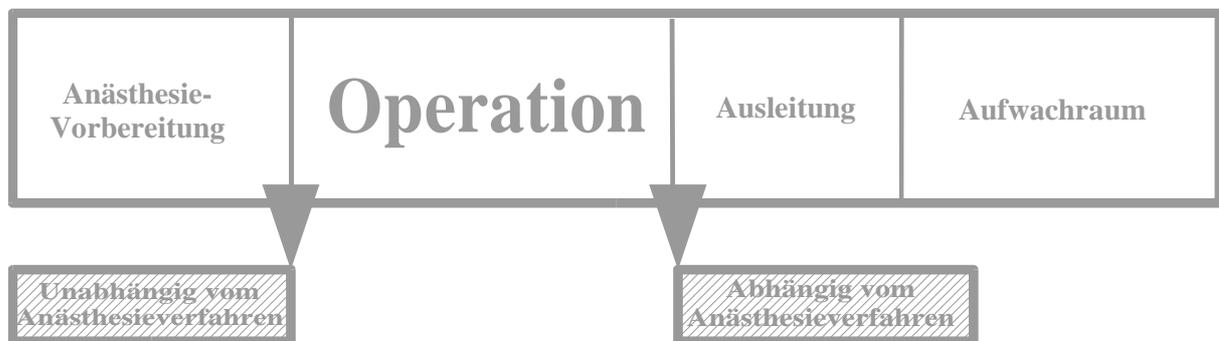
Hierbei werden nach den Empfehlungen des Berufsverbandes der Deutschen Anästhesisten und des Berufsverbandes der Deutschen Chirurgen folgende Zeitintervalle definiert [78].

- Anästhesiepräsenz: Beginn der Narkosevorbereitung bis Übergabe an die nachsorgende Einheit (zum Beispiel Aufwachraum).
- Narkosezeit: Injektion des Anästhetikums bis zum Ende der Narkoseausleitung
- Operationszeit: Beginn der Operation (zum Beispiel Hautschnitt) bis zum Zeitpunkt, an dem alle chirurgischen Tätigkeiten beendet sind (zum Beispiel Anlegen des Verbandes)

Um einen pharmaökonomischen Vergleich zweier Anästhesieverfahren aufstellen zu können, müssen aber vor allem die Zeiten betrachtet werden, auf die die gewählte Narkoseform einen Einfluss haben kann [80].

Hierzu gehören vor allem die Ausleitungszeit und postoperative Überwachungsphase.

Die Zeitintervalle der Narkosevorbereitung und –einleitung, aber auch die Operationszeit waren dagegen für diese Untersuchung nicht relevant.



Zur Berechnung der Personalkosten müssen die fixen Kosten (direkte Kosten) bis zum Operationsende und der Beendigung der Narkosezufuhr von den nach Narkoseende durch die Weiterbetreuung des Patienten entstehenden Kosten (indirekte Kosten) unterschieden werden.

Demzufolge wurden die Zeiten in Anlehnung an die oben genannten Empfehlungen für diese Studie folgendermaßen festgelegt:

- Narkosezeit: Zeitintervall zwischen Beginn und Ende der Desfluranzufuhr: Anwesenheit von Anästhesist und Pflegekraft erforderlich
- Narkoseausleitung: Zeitintervall zwischen Ende der Desfluranzufuhr und Extubation: Anwesenheit von Anästhesist und Pflegekraft erforderlich
- Erholungszeit des Patienten (recovery time): Zeitintervall zwischen Extubation und Nennen des Namens und Geburtsdatums: Anwesenheit von Anästhesist und Pflegekraft erforderlich
- Aufwachraumzeit: Zeitintervall zwischen recovery time und Erreichen der Fast-track-Kriterien (modifizierter Aldrete-Score ≥ 12 Punkte): Anwesenheit einer Pflegekraft erforderlich

Nach den Daten von Schleppers et al. [76] wurden die Personalkosten für die reine Anästhesiezeit im Regeldienst an einer Universitätsklinik mit 2,03 €/min für den ärztlichen Dienst und 0.90 €/min für den Anästhesiefunktionsdienst berechnet.

3.4.3 Indirekte Kosten

3.4.3.1 Medikamente und Maßnahmen bei unerwünschten Ereignissen

3.4.3.1.1 Intraoperativ

Ein intraoperativ auftretender Blutdruckabfall (MAP < 60 mmHg) wurde mit fraktionierter Gabe des Vasopressors Akrinor® therapiert (1 Ampulle á 2 ml = 0,95 € inklusive Spritze).

Bei Abfall der Herzfrequenz unter 30 min^{-1} wurden 0,5 mg Atropin (1 ml = 0,13 € inklusive 2 ml Spritze) intravenös appliziert.

3.4.3.1.2 Postoperativ

Für postoperativ auftretende Nebenwirkungen wurden folgende Kosten berechnet:

- Übelkeit: 4 mg Ondansetron (11,00 € inklusive Spritze)
- Persistieren der Übelkeit: 1 mg Haloperidol (0,18 €) + 62 mg Dimenhydrinat (1,00 €) (insgesamt 1,24 € inklusive Spritzen), kam es zu Erbrechen wurde eine Gesamtpauschale von 4,00 € für Medikamente und zusätzlichen Pflegeaufwand (Waschen und Betten des Patienten) veranschlagt.
- Shivering: 75 – 150 µg Clonidin (1 Ampulle á 150 µg = 0,46 € inklusive Spritze)
- Hypertension: Urapidil (1 Ampulle á 50 mg = 6,84 € inklusive Spritze)
- Schmerzen: Piritramid (1 Ampulle á 15 mg = 0,84 € inklusive Spritze)

3.4.3.2 Personalkosten

Als indirekte Personalkosten wurden alle nach Beendigung der Operation und der Zufuhr der Anästhetika entstehenden Kosten berechnet.

Hierzu gehören:

- Die Zeit bis zur Extubation: Arzt und Pflegepersonal (2,93 €/min)
- Die Zeit bis zum Verlassen des Operationssaales (Patient kann Name und Geburtsdatum nennen): Arzt und Pflegepersonal (2,93 €/min)
- Die Zeit der Überwachung im Aufwachraum bis der Patient auf die Station verlegt werden kann (modifizierter Aldrete-Score ≥ 12 Punkte): Pflegepersonal (0,90 €/min)

3.5 Statistische Analyse

Alle Daten wurden mittels einer deskriptiven Analyse ausgewertet. Dabei wurden für alle kontinuierlichen Daten Median und 10./90. Perzentile, für alle dichotomen Variablen die absolute und relative Häufigkeit berechnet.

Die Auswertung der Kostenanalyse wurde als Mittelwert, Standardabweichung sowie Minimum und Maximum dargestellt.

Der Gruppenvergleich erfolgte für alle ordinalskalierten Werte über den U-Test nach Mann und Whitney, für alle normalverteilten Parameter mit dem t-Test nach Student. Nominale Variablen wurden mit dem χ^2 -Test und dem exakten Test nach Fisher analysiert.

Bei allen Berechnungen wurde die statistische Signifikanz für ein Signifikanzniveau von $p < 0,05$ festgelegt.

Die statistische Auswertung erfolgte mit der Software JMP 5.1. for Windows (SAS institute Inc., NC, USA)

4 Ergebnisse

4.1 Perioperative Daten

Hinsichtlich der demographischen Merkmale (Geschlecht, Alter, Größe, Gewicht und Body-Mass-Index) bestand zwischen den beiden Gruppen kein Unterschied.

Tabelle 1: Demographische Daten der beiden Patientengruppen
Kontinuierliche Merkmale werden als Median und 10./90. Perzentile, dichotome Daten als Absolutwert und relative Häufigkeit in Klammern dargestellt

		Desfluranbetont n = 60	Remifentanilbetont n = 60
Frauen	[n=]	21 (35)	24 (40)
Männer	[n=]	39 (65)	36 (60)
Alter	[Jahre]	37 (22 – 65)	45 (31 – 62)
Größe	[cm]	172 (161– 184)	173 (158– 186)
Gewicht	[kg]	79 (60 – 95)	80 (60 – 104)
Body-Mass-Index	[kg*m ²]	25,5 (22,5 – 31,7)	27,1 (21,9 – 34,2)

Auch die operations- und anästhesierelevanten Daten unterschieden sich nicht signifikant.

Tabelle 2: Operation und Narkose

Kontinuierliche Merkmale werden als Median und 10./90. Perzentile, dichotome Daten als Absolutwert und relative Häufigkeit in Klammern dargestellt

	Desfluranbetont n = 60	Remifentanilbetont n = 60
Operationen im Bereich:		
Ohr [n=]	12 (20)	15 (25)
Nase, Nasennebenhöhlen [n=]	36 (60)	35 (58)
Speicheldrüsen, Hals-LK [n=]	12 (20)	10 (17)
ASA-Klassifikation 1 [n=]	37 (62)	34 (57)
ASA-Klassifikation 2 [n=]	21 (35)	22 (37)
ASA-Klassifikation 3 [n=]	2 (3)	4 (6)
OP-Zeit [min]	107 (62 – 214)	110 (73 – 182)
Anästhesie-Zeit [min]	127 (85 – 240)	135 (95 – 212)

4.2 Intraoperative Medikamente

4.2.1 Anästhetika

Tabelle 3: Durchschnittlicher Medikamentenverbrauch für Desfluran und Remifentanil dargestellt als Median und 10./90. Perzentile in Klammern

	Desfluranbetont n = 60	Remifentanilbetont n = 60
Desfluran-Konzentration [Vol%]	6,5 (5,0 – 7,1)	3,0 (2,5 – 3,3)
Remifentanil-Verbrauch [µg]	1225 (635 – 1927)	2730 (1440 – 7405)
Remifentanil-Dosis [µg/min]	10,8 (5 – 13.3)	26,5 (14,6 – 66,7)

4.2.2 Zusätzliche Medikamente bei unerwünschten intraoperativen Ereignissen

Intraoperativ traten bei insgesamt 30 Patienten (25%) behandlungsbedürftige Blutdruckabfälle auf. Bei insgesamt 11 Patienten (9,2%) war eine Anhebung der Herzfrequenz durch Atropin erforderlich.

Bezüglich der kardiovaskulären Nebenwirkungen bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen.

Weitere intraoperative Komplikationen traten im Rahmen dieser Studie während der gesamten Beobachtungszeit nicht auf.

Tabelle 4: Unerwünschte Ereignisse intraoperativ dargestellt als Absolutwert und relative Häufigkeit in Klammern

	Desfluranbetont n = 60	Remifentanilbetont n = 60
Hypotension (MAP < 60 mmHg)	16 (27)	14 (23)
Bradycardie (HF < 30/min)	5 (8)	6 (10)

4.3 Postoperative Daten

4.3.1 Aufwach- und Verlegungszeiten

Für alle nach Beendigung der Anästhetikazufuhr erfassten Zeiten ergab der Mann-Whitney's U-Test einen signifikanten Unterschied ($p < 0,0001$) zwischen den beiden Gruppen.

Das bedeutet, dass die Patienten in der Remifentanil-betonten Gruppe signifikant schneller extubiert, aus dem Operationssaal gebracht und auf die periphere Station verlegt werden konnten als die der Desfluran-betonten Gruppe.

Dargestellt als Mittelwert sind dies 3,7 min weniger bis zum Zeitpunkt der Extubation und jeweils 5,5 min bis zum Verlassen der OP-Einheit und einer möglichen Verlegung aus dem Aufwachraum.

Tabelle 5: Aufwach- und Verlegungszeit dargestellt als Median und 10./90. Perzentile in Klammern und Mittelwert \pm Standardabweichung

	Desfluranbetont n = 60	Remifentanilbetont n = 60
Median der Zeit bis...		
Extubation	11,0 (8,0 – 17,0)	8,0 (5,0 – 13,09)
Verlassen des OP	14,0 (10,0 – 19,5)	10,0 (6,0 – 14,59)
Verlegbarkeit auf Station	23,0 (17,0 – 31,6)	18,0 (13,5 – 23,5)
Mittelwert der Zeit bis...		
Extubation	12,4 \pm 5,5	8,7 \pm 3,4
Verlassen des OP	15,3 \pm 6,4	9,8 \pm 3,3
Verlegbarkeit auf Station	24,3 \pm 7,3	18,8 \pm 5,3

4.3.2 Zusätzliche Medikamente bei unerwünschten postoperativen Ereignissen

Hinsichtlich der unerwünschten postoperativen Ereignisse (Übelkeit, Erbrechen, Schmerzen, Shivering, Hypertension) ergab sich innerhalb der Gruppen kein signifikanter Unterschied.

Tabelle 6: Unerwünschte Ereignisse postoperativ dargestellt als Absolutwert und relative Häufigkeit in Klammern

	Desfluranbetont n = 60	Remifentanilbetont n = 60
Übelkeit	10 (17)	13 (22)
Erbrechen	0 (0)	2 (3)
Schmerzen	18 (30)	25 (41)
Shivering	9 (15)	7 (12)
Hypertension	2 (3)	2 (3)

4.4 Kosten

4.4.1 Direkte Kosten

Tabelle 7: Direkte Kosten in Euro, dargestellt als Mittelwert und Standardabweichung sowie Minimum und Maximum in Klammern

	Desfluranbetont n = 60	Remifentanilbetont n = 60
Desfluran gesamt	7,78 / 3,52 (2,69 – 18,13)	4,08 / 2,09 (1,79 – 14,18)
Desfluran pro Minute	0,08 / 0,02 (0,05 – 0,15)	0,04 / 0,02 (0,02 – 0,13)
Remifentanil gesamt	12,46 / 4,01 (11,33 – 33,99)	30,78 / 44,55 (11,33 – 351,23)
Remifentanil pro Minute	0,36 / 0,22 (0,16 – 1,36)	0,69 / 0,71 (0,17 – 5,09)
Desfluran + Remifentanil pro Minute	0,23 / 0,93 (0,10 – 0,47)	0,33 / 0,18 (0,13 – 1,29)
Material (Perfusorspritzen/–leitung)	0,58 / 0,11 (0,55 – 1,17)	1,08 / 1,22 (0,55 – 9,85)
Direkte Kosten (Desfluran + Ultiva + Material)	20,82 / 6,51 (14,57 – 51,85)	35,94 / 47,27 (13,67 – 375,26)
Personalkosten	306,05 / 167,94 (99,62 – 823,33)	313,56 / 271,38 (55,67 – 1655,45)

4.4.2 Indirekte Kosten

Tabelle 8: Indirekte Kosten in Euro, dargestellt als Mittelwert und Standardabweichung sowie Minimum und Maximum in Klammern

	Desfluranbetont n = 60	Remifentanilbetont n = 60
Personalkosten bis Extubation	36,65 / 16,07 (20,51 – 111,34)	25,44 / 9,93 (11,72 – 61,53)
Personalkosten bis Verlassen des OP	44,90 / 18,68 (23,44 – 128,92)	28,67 / 9,77 (11,72 – 64,46)
Personalkosten Verlegbarkeit auf Station	8,61 / 4,70 (0,9 – 35,1)	8,09 / 4,34 (1,8 – 28,8)
Personalkosten gesamt	53,02 / 18,91 (30,64 – 140,62)	36,79 / 9,97 (18,02 – 70,76)
Unerwünschte Ereignisse intraoperativ	0,26 / 0,43 (0,00 – 1,08)	0,23 / 0,41 (0,00 – 1,08)
Unerwünschte Ereignisse postoperativ	2,37 / 4,22 (0,00 – 11,84)	3,01 / 4,80 (0,00 – 15,00)
Unerwünschte Ereignisse gesamt	2,63 / 4,22 (0,00 – 12,79)	3,24 / 4,82 (0,00 – 15,95)
Indirekte Kosten gesamt	55,72 / 19,36 (32,67 – 141,46)	38,94 / 11,33 (7,76 – 72,98)

4.5 Patientenzufriedenheit

Auch die Beurteilung der Narkose durch die Patienten am ersten postoperativen Tag zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen einer Desfluran- oder Remifentanil-betonten Narkose.

Tabelle 9: Beurteilung der Narkose durch die Patienten dargestellt als Median und 10./90. Perzentile in Klammern auf einer VAS von 0 - 10

	Desfluranbetont n = 60	Remifentanilbetont n = 60
Gesamtbeurteilung der Narkose	9,0 (6,8 – 10,0)	9,0 (6,7 – 10,0)
Verträglichkeit der Narkose	9,0 (6,0 – 10,0)	9,0 (6,0 – 10,0)

4.6 Steuerbarkeit der Narkose

Die statistische Auswertung ergab keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Steuerbarkeit der beiden Narkoseverfahren.

Nur bei 7 von 120 Patienten wurde die Narkoseführung als schwierig bewertet.

Tabelle 10: Steuerbarkeit der Narkose

Daten als Absolutwert und relative Häufigkeit in Klammern dargestellt

		Desfluranbetont n = 60	Remifentanilbetont n = 60
Steuerbarkeit der Narkose			
einfach	[n=]	44 (73,3)	37 (61,5)
erschwert	[n=]	12 (20,0)	20 (33,3)
schwierig	[n=]	4 (6,7)	3 (5,0)

4.7 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die beiden untersuchten Narkoseverfahren zeigten hinsichtlich der definierten Qualitätskriterien unerwünschte Ereignisse, Steuerbarkeit der Narkose und Patientenzufriedenheit keine signifikanten Unterschiede. Die indirekten Kosten für zusätzliche Medikamente und Materialien sind nahezu identisch.

Die direkten Kosten liegen bei der Remifentanil-betonten Technik deutlich über denen der Desfluran-betonten Anästhesie. Die Mittelwerte für die Kosten beider Medikamente betragen bei der Opioid-betonten Narkose 0,33 €/min, bei der Gas-betonten Anästhesie 0,23 €/min. Auch der Materialbedarf für die Remifentanil-betonten Narkosen stellt sich zunächst teurer dar (1,08 € versus 0,58 € als Mittelwert).

Insgesamt erwies sich also die Defluran-betonte Narkoseführung mit einem mittleren Kostenwert von 20,82 € gegenüber der Remifentanil-betonten Technik mit im Mittel 35,94 € als kostengünstigeres Anästhesieverfahren.

Die Remifentanil-betonte Narkose zeigte jedoch signifikant bessere Ergebnisse bezüglich des Aufwachverhaltens der Patienten. Die Patienten der Remifentanil-Gruppe konnten im Mittel 3,7 min früher extubiert werden.

Eine Verlegung aus dem Operationssaal in den Aufwachraum, und aus dem Aufwachraum auf die Station war bei den Patienten nach Opioid-betonter Narkose um jeweils 5,5 min früher möglich als in der Desfluran-betonten Gruppe.

Diese Zeitunterschiede beeinflussen auch unmittelbar die Berechnung der indirekten Personalkosten. Nach den Zahlen von Schleppers et al. [76] bedeutet jede zusätzliche Minute im Operationssaal einen Preis von 2,93 €, jede Minute im Aufwachraum 0,90 €. Hierdurch entstand eine Kostendifferenz von 16,23 € zwischen der Desfluran-betonten Narkose (Mittelwert 53,02 €) und der bezüglich des Aufwachverhaltens überlegeneren Remifentanil-betonten Methode (Mittelwert 36,79 €).

Der Hauptanteil der Kostendifferenz entsteht hierbei eindeutig in der Zeit bis zum Verlassen des Operationsaales, das heißt, bis die Patienten Name und Geburtsdatum nennen konnten, da bis zu diesem Zeitpunkt die Anwesenheit von Anästhesist und Pflegekraft als notwendig definiert wurde (Mittelwert Desfluran-betont 44,93 €, Mittelwert Remifentanil-betont 28,66 €).

5 Diskussion

Die zunehmende Bedeutung einer schnellen postoperativen Erholung nach Allgemeinanästhesien hat vor allem im Bereich ambulanter Operationen und der Tageschirurgie dazu beigetragen, dass neue, aber auch deutlich teurere Substanzen in der Anästhesie eingesetzt werden, die eine kurze Wirkdauer, gute Steuerbarkeit und ein rasches Erwachen und Wiedererlangen der kognitiven Funktionen der Patienten aus der Narkose ermöglichen. Die Kombination des volatilen Anästhetikums Desfluran mit dem synthetischen Opioid Remifentanil stellt ein ideales Konzept in der modernen Anästhesie dar [9, 11, 13, 47, 88].

Aufgrund des zunehmenden Kostendrucks sind ökonomische Analysen der Anästhesieformen erforderlich, um neben der patientenorientierten Entscheidung für die eine oder andere Technik auch Kostenaspekte zu integrieren [94].

Diese sollte sich jedoch nicht nur als Kosten-Minimierungs-Analyse auf den Vergleich der direkten Kosten durch Medikamente und Sachbedarf beschränken, sondern auch die unterschiedlichen Effekte, Nebenwirkungen und Folgekosten einer Narkose mit einbeziehen [4, 28, 49, 75, 84, 93].

In der vorliegenden Untersuchung wurden die beiden möglichen Techniken einer Anästhesie mit Desfluran und Remifentanil miteinander verglichen: ein hoher Anteil Desfluran mit wenig Opioid gegenüber einer Remifentanil-betonten Gas-unterstützten Narkose.

Zusammenfassend zeichnen sich beide Narkoseformen bei Operationen im Hals-Nasen-Ohren-Bereich durch eine gute Steuerbarkeit aus, wobei die geringe Intensität postoperativer Wundschmerzen in diesem Bereich auch nach Remifentanil-geführten Narkosen, für die vor allem bei hohen Dosierungen hyperalgetische Effekte durch intraoperative Toleranzentwicklung diskutiert wurden [35, 98], kein besonderes postoperatives Schmerzkonzept erfordert.

Bei beiden Anästhesieverfahren fanden sich zwischen den beiden Patientengruppen keine signifikanten Unterschiede bezüglich der aufgetretenen intra- und postoperativen Nebenwirkungen.

Hinsichtlich der direkten Kosten stellt die Desfluran-betonte Narkose eindeutig die preiswertere Variante dar.

Die Patienten der Remifentanil-betonten Technik konnten jedoch signifikant früher extubiert, in den Aufwachraum und letztlich auf Station verlegt werden.

Daraus ergibt sich die entscheidende Frage, ob durch diese Zeitunterschiede indirekte Folgekosten eingespart werden können, aufgrund derer sich die Opioid-betonte Narkose als kosteneffektiveres Verfahren erweisen könnte.

Viele pharmakökonomischen Studien beschränken sich auf den Vergleich der direkten Kosten, und die durch Nebenwirkungen wie Übelkeit und Erbrechen entstandenen Folgekosten als zentralen Faktor für indirekte Kosten, verzichten jedoch auf die Mitberechnung der Personalkosten.

So erwies sich in der Studie Loop et al. bei 120 Hals-Nasen-Ohren-Patienten die Kombination Desfluran/Remifentanil als günstigste Variante bezüglich Aufwach- und Fast-track-Zeiten gegenüber den verglichenen Möglichkeiten Sevofluran/Remifentanil und Propofol/Remifentanil. Die Patienten konnten, ähnlich wie in der eigenen Beobachtung, im Durchschnitt nach fünf Minuten extubiert werden, und nach sieben Minuten Name und Geburtsdatum nennen. Die schnellen Erholungszeiten korrelierten in der Patientenbefragung allerdings nicht mit einer erhöhten Zufriedenheit der Probanden. Bezüglich der direkten Kosten stellte die Desfluran/Remifentanil-Variante eindeutig die teuerste Möglichkeit dar [50, 51].

Ozkose et al. fanden bei 40 Patienten nach lumbaler Bandscheiben-Operation deutlich höhere Kosten für eine intravenösen Anästhesie mit Remifentanil gegenüber Alfentanil. Beide Verfahren unterschieden sich nicht bezüglich Nebenwirkungen und Aufwachzeiten. Allerdings zeigten die Patienten nach Remifentanil-Narkose in den ersten 30 Minuten signifikant bessere Werte der peripheren Sauerstoffsättigung [62].

Heidvall et al. verglichen drei Narkoseformen für eine elektive Arthroskopie des Kniegelenkes. Bei 75 ASA I-II Patienten konnte eine inhalative Narkose mit Sevofluran als kostengünstigste Variante herausgestellt werden [39].

Dolk et al. untersuchten 102 Patienten nach Kniegelenksarthroskopie bezüglich der entstandenen Kosten während Desfluran-Narkosen im Vergleich zu einer intravenösen Anästhesie mit Propofol. Hierbei erwies sich die Gasnarkose eindeutig als preiswertere Variante bei vergleichbaren Nebenwirkungen [27].

Jellish et al. konnten an 120 Patienten, die sich einer Ohr-Operation unterziehen mussten, zeigen, dass eine intravenöse Anästhesie gegenüber einer inhalativen Technik zwar günstigere Ergebnisse bezüglich Aufwachzeiten und Nebenwirkungen hat, jedoch auch mit deutlich höheren Kosten verbunden ist. Ein weiterer Nutzen des Verfahrens wurde nicht untersucht [43].

In der Untersuchung der Arbeitsgruppe von Beaussier et al. an 68 Patienten mit abdominalchirurgischen Eingriffen erwies sich Desfluran gegenüber Isofluran als signifikant teureres Verfahren. Allerdings konnten die Patienten in der Desfluran-Gruppe deutlich früher aus dem Aufwachraum verlegt werden, wodurch sich eine Möglichkeit zur Kosteneinsparung darstellen könnte [9].

Song et al. untersuchten bei 46 weiblichen Patientinnen das Aufwachverhalten und die entstehenden Kosten nach Desfluran-Mononarkose gegenüber einer Desfluran-Remifentanil-supplimentierten Narkose während einer Sterilisations-Operation. Bei den Patientinnen in der Remifentanil-Gruppe ergab sich – entsprechend unserer Untersuchung - eine schnellere Extubation (3/5 min), ein zügigeres Erwachen (4/6 min) und Erreichen der fast-track-Kriterien (8/11 min), die Gruppen zeigten keinen Unterschied bezüglich PONV und zusätzlich benötigter Medikamente. Weitere Kosten wurden in dieser Untersuchung nicht berechnet [86].

Elliot et al. konnten an 1063 erwachsenen und 322 pädiatrischen Patienten zeigen, dass eine intravenöse Anästhesie im Vergleich zu einer inhalativen Anästhesie zwar mit höheren direkten Kosten verbunden ist, jedoch durch ein geringeres Vorkommen von postoperativem Erbrechen als indirekte Folgekosten einsparen kann [33].

Die Erstellung einer Kosten-Effektivitäts-Analyse, in der möglichst alle direkten und indirekten Kosten miteinbezogen werden, aber auch die Berücksichtigung verschiedenster perioperativer Faktoren ist unverzichtbar, um die tatsächlichen Leistungen einer Anästhesieabteilung pro Kosten nachzuweisen [6, 28].

Allein innerhalb der operativen Abteilungen zeigen sich deutliche Unterschiede bezüglich der Operationsdauer, aber auch der demographischen Daten wie Alter und Gesundheitszustand der Patienten [80, 81].

So konnten Myles et al. bei 77 herzchirurgischen Patienten zwar eine deutlich schnellere Extubations- und Gesamterholungszeit nach Remifentanil-Narkosen präsentieren, jedoch ließ sich daraus keine Senkung der perioperativen Gesamtkosten erkennen [59].

Aufgrund der erwarteten komplexen operativen Kosten in diesem Fachbereich zeigt sich, dass eine Kostenersparnis durch früheres Erreichen der Fast-track-Kriterien hier nicht zu erzielen ist.

Ein rascheres Aufwachen kann daher ohne Kostenreduktionspotential sein, wenn nicht die übrigen Prozesse im Verlauf angepasst werden können [1].

Dagegen konnte die Arbeitsgruppe von Epple et al. an 124 geriatrischen Patienten in der Kataraktchirurgie zeigen, dass eine totale intravenöse Anästhesie mit Propofol und Remifentanil gegenüber einer balancierten Anästhesie mit Isofluran und Fentanyl zwar deutlich teurer ist, aufgrund der schnelleren Aufwachzeiten jedoch möglicherweise Kosten im perioperativen Ablauf einsparen kann. Anhand einer Computersimulation konnten Möglichkeiten wie frühere Schließung des Aufwachraumes oder die Durchführung eines weiteren Eingriffes pro Tag aufgezeigt werden [32, 48].

Anästhesieverfahren können die Prozessabläufe im Operationsbereich entscheidend beeinflussen. Gut steuerbare Medikamente tragen zur optimalen Nutzung der Ressourcen im Operationsverlauf bei [17].

Der Operationsbereich ist nicht nur der teuerste Arbeitsplatz im Krankenhaus, sondern auch der geschwindigkeitsbestimmende Schritt bei der Optimierung der Krankenversorgung und damit Einsparung von Kosten.

Eine Verbesserung des perioperativen Ablaufs beeinflusst daher am ehesten die entstehenden Kosten [79, 80].

So entsteht nur dann ein ökonomischer Nutzen, wenn zusätzliche Operationen in der verbleibenden Zeit durchgeführt werden können, oder wenn dadurch Personal eingespart, freiwerdende Arbeitszeit an anderer Stelle eingesetzt oder mehr Leistung bei gleicher Personalstärke in der gleichen Zeit durchgeführt werden kann.

Dies bedeutet, dass kürzere Aufwachzeiten nur dann relevant sind, wenn daraus eine Verbesserung der Auslastung von Operations- und Aufwachraum-Kapazitäten sowie eine Verringerung der Wartezeiten für Personal und Patienten resultiert [44, 79].

Der Wechsel zwischen zwei Operationen stellt eine entscheidende Schnittstelle dar, da hier besonders viele Berufsgruppen zusammenarbeiten [7, 34].

Eine Verkürzung der Wechselzeiten macht aber nur dann Sinn, wenn eine hohe Anzahl von Operationen bewältigt werden muss, und es sich dabei um Eingriffe mit kurzer Operationsdauer handelt [55, 75].

In der vorliegenden Untersuchung konnten die Patienten nach einer Remifentanil-betonten Anästhesie um 5,5 Minuten früher in den Aufwachraum verlegt werden als in der Desfluran-betonten Gruppe. Bei sechs Eingriffen am Tag in einem Operationssaal würde daraus eine Zeiteinsparung von 33 Minuten resultieren.

In einer operativen Abteilung wie der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde könnten dadurch tatsächlich eine weitere Operation pro Tag ermöglicht, und durch diese Mehrleistung und die damit verbundenen Mehreinnahmen die höheren Medikamentenkosten übertroffen werden. Hinzu kommt der Vorteil einer besseren Planbarkeit des perioperativen Ablaufs durch geringere Varianzen.

Auch die Verweildauer im Aufwachraum ist ein bedeutender Kostenfaktor, der durch die Verwendung bestimmter Anästhetika direkt beeinflusst werden kann.

Jedoch ist eine Kostenersparnis auch hier von der Art des operativen Eingriffes und den lokalen Gegebenheiten abhängig.

Zunächst einmal kann eine frühzeitige Verlegung nur dann erfolgen, wenn die Erholung von Anästhesienachwirkungen der limitierende Faktor darstellt, und der Patient nicht aufgrund möglicher postoperativer Komplikationen überwacht werden muss.

Kostenersparnisse durch teurere Medikamente sind nur dann sinnvoll, wenn der Aufwachraum früher schließen kann, oder die Patienten sofort auf Station verlegt werden können [6, 18, 26, 42, 96].

Die Personalkosten im Aufwachraum stellen in der Regel semi-fixe Kosten dar, da für die Betreuung einer bestimmten Anzahl von Patienten ein entsprechender Personalschlüssel vorgehalten werden muss [16, 18, 46].

Das bedeutet, dass die Entlohnung für die Pflegekräfte in der Regel pro Tag und nicht nach der errechneten Arbeitszeit pro Minute erfolgt.

Darüber hinaus ist die Pflegekraft an ihren Arbeitsplatz gebunden, solange noch mindestens ein Patient betreut werden muss [46].

Eine maximale Auslastung des Aufwachraumes kann daher weitaus kosteneffektiver sein als die Wahl der Medikamente, da die Personalkosten rund 98% der totalen Kosten ausmachen [26], während die Kosten für Medikamente und Materialien im Aufwachraum lediglich circa 2% betragen [42]. Ein weiteres Kriterium stellt der tatsächliche Verlegungszeitpunkt aus dem Aufwachraum dar.

Die schnellen Erholungszeiten können nur dann effektiv genutzt werden, wenn der Verlegungszeitpunkt aus dem Aufwachraum auch dem Zeitpunkt der theoretischen Verlegungsfähigkeit anhand des modifizierten Aldrete-Score entspricht.

Wird jedoch, wie in den Untersuchungen von Rockemann et al. an 173 Patienten mit Hals-Nasen-Ohren-Operationen [72] oder Paventi et al. bei Patienten nach Cholecystektomie [63] innerhalb eines Krankenhauses eine Mindestzeit im Aufwachraum nach Beendigung einer Anästhesie festgelegt, lassen sich die Vorteile einer schnelleren Aufwachzeit nach einer Remifentanyl-Narkose nicht umsetzen.

Leider wurde in der vorliegenden Studie die Differenz zwischen möglicher und tatsächlicher Aufwachraum-Verlegungszeit, sowie die dadurch eventuell entstehende Einsparung in der Personalbindung nicht erfasst.

Ein weiterer Faktor stellt die Auswirkungen einer schnelleren postoperativen Erholung auf die entstehenden Personalkosten dar.

Ca. 60-70% aller Kosten, die bei der Erbringung einer operativen Leistung anfallen, sind Personalkosten [32, 44].

Der Anteil der Sachkosten beträgt ca. 10% der gesamten intraoperativen Kosten. Die Personalkosten verteilen sich im Mittel auf 20-25% Anästhesiepersonal und 45-50% ärztliches und pflegerisches OP-Personal.

Im Bereich der Personalkosten können Verbesserungen nur durch eine optimierte Ablauforganisation der perioperativen Versorgung genutzt werden.

Die Reduktion von Anästhesiezeiten und die Verkürzung der Überwachungszeit nach der Narkose durch kürzere Aufwachzeiten sind grundsätzlich geeignet, Kosten einzusparen.

Dabei ist aber zu beachten, dass es sich häufig auch hier um fixe Personalkosten handelt. Nur durch die Einsparung einer Stelle oder der Vermeidung von bezahlten Überstunden können Kosten gesenkt werden.

Nach den Zahlen von Schleppers et al. [76] muss für jede zusätzliche Minute im Operationssaal ein Preis von 2,93 €, jede Minute im Aufwachraum 0,90 € veranschlagt werden.

Eine verkürzte Ausleitungszeit von 5,5 min bedeutet daher eine Personalkostenersparnis von 16,10 €. Multipliziert mit den angenommenen sechs Operationen pro Tag entspräche dies einer Summe von 96,69 €. Bei fünf Arbeitstagen pro Woche ergibt sich ein Wert von 483,45 €, und daraus eine theoretische Kostenersparnis in einem Monat á vier Wochen von 1933,80 €, was durchaus einer ganzen Stelle entsprechen könnte.

Allerdings wird bei diesen Zahlen eine Mehrfachbesetzung von Ärzten oder Pflegekräften bei Problem-Patienten oder im Rahmen der Ausbildung nicht berücksichtigt.

Auch stellen die Berechnungen der Personalkosten keine konstante Größe dar, sondern sind einem ständigen Wandel unterworfen und von zahlreichen Faktoren abhängig [12]. So können sich zum Beispiel durch die neuen Tarifverträge der Ärzte an deutschen Universitätskliniken, aber auch alleine durch die Unterscheidung, ob ein Facharzt oder ein Arzt in Weiterbildung die Narkose durchgeführt hat, Unterschiede in den Kosten ergeben, die eine erneute Überprüfung und individuelle Berechnung der Narkose erfordern.

Natürlich liegt die Möglichkeit eines Einflusses auf Verbesserung der perioperativen Prozesse auch im eigenen finanziellen Interesse einer Klinik für Anästhesie. Eine Kostenberechnung der Narkoseleistungen kann verdeutlichen, wie viel anästhesiologische Leistung mit welcher Qualität zu welchem Preis durchführbar ist und welche Anästhesieleistungen effizienter genutzt werden können [53, 69, 81].

Zu bedenken ist jedoch, dass nur 10-30% der gesamten Prozesszeit eines operativen Eingriffs vom Anästhesisten beeinflusst werden, während 70-90% reine Operationszeit darstellen.

Es stellt sich daher die Frage, welchen Kostenanteil die Anästhesieabteilungen an den Gesamtkosten eines Krankenhauses verursachen.

Bezogen auf die Gesamtkosten des Klinikums Heidelberg, fanden sich für die Anästhesieabteilung ein Anteil der Sachkosten von 3% und der Personalkosten von circa 4% [2], ähnliche Zahlen fanden Macario und Johnstone für das Krankenhausbudget in den USA [45, 52]. Dies entspricht etwa 0,2% der Gesamtkosten des Klinikums. Anästhesieabteilungen sind also generell keine kostensintensiven Bereiche und bieten daher auch kaum noch Möglichkeiten der Einsparung perioperativer Kosten[12].

So konnten Demeere et al. an 60 Patienten, die sich der Implantation einer totalen Hüftgelenks-Endoprothese unterzogen, einen deutlichen Kostenunterschied zwischen einer totalen intravenösen und einer balancierten Anästhesie zugunsten der Gasnarkose erkennen. In Bezug auf die perioperativen Gesamtkosten ergab sich daraus lediglich ein Unterschied von 0,5% zu 1,0%. Indirekte Kosten wurden nur für zusätzlich verwendete Medikamente, nicht aber für Personalkosten berechnet [25].

Des Weiteren verursacht der gesamte Anästhesie-Operationsblock-Block nur ein Drittel bis maximal die Hälfte der Gesamtkosten des Krankenhausaufenthaltes [1, 2]. Der überwiegende Teil der Kosten entsteht also in der prä- und postoperativen Phase .

Eine vollständige Kostenanalyse muss auch den Einsatz der Medikamente und Medikalprodukte beinhalten.

15% der Sachkosten in der Anästhesie entfallen auf Narkosemedikamente, Medikalprodukte nehmen einen Anteil von mehr als 20% der Kosten ein, das heißt, ein erweitertes Monitoring fällt deutlich mehr ins Gewicht als die Wahl der Anästhetika.

Die Kosten für einzelne Narkosemedikamente beeinflussen die Gesamtkosten pro Anästhesiezeit zwar nur marginal, summieren sich aber bei hoher Anzahl von Narkosen pro Jahr im Etat der Anästhesieabteilung.

Hauptfaktoren für die Kosten von Inhalationsanästhetika sind die Höhe der Vaporkonzentration und des eingestellten Frischgasflusses.

Die resultierenden Kosten hängen von der Menge des verbrauchten Anästhetikums und den Kosten pro Milliliter des Narkosegases ab [2, 23].

Eine Voraussetzung für die geringeren Kosten bei Desflurannarkosen ist die Betreibung im low-flow oder minimal-flow Betrieb [2, 6, 8, 15, 20, 41], was einem Frischgasfluss von maximal 0,5 bis 1,0 Liter/Minute entsprechen würde. In vielen Studien wird jedoch Desfluran mit einem Frischgasfluss von mehr als einem Liter/Minute eingesetzt. Dadurch werden eine größere Menge des volatilen Anästhetikums als in unserer Untersuchung verbraucht und somit höhere Kosten verursacht.

Um die Möglichkeit einer low-flow-Anästhesie nutzen zu können, sind allerdings moderne Respiratoren erforderlich, die einen möglichst geringen Gasfluss ohne nennenswerte Leckagen ermöglichen.

Außerdem wird für die Anwendung von Desfluran aufgrund des hohen Siedepunktes von 22,8° Celsius ein spezieller, kontinuierlich erwärmter Verdampfer benötigt, um Desfluran aus dem Flüssigzustand in ein inhalatives Gas überführen zu können.

Das heißt, für die Betreuung dieses Anästhetikums sind eventuell spezielle kostspielige Umrüstungen des Narkosegerätes erforderlich.

Bei intravenösen Anästhetika resultieren die hohen Kosten meist aus den zu verwerfenden Restmengen und den zusätzlich benötigten Materialkosten wie Perfusorspritzen und –leitungen sowie den entsprechenden Geräten (zum Beispiel Perfusoren) zur Medikamentenapplikation.

Für beide Medikamente und die dazugehörigen Sachkosten gilt jedoch der jeweils aktuelle Einkaufspreis der entsprechenden Klinik, der meistens nach Bedarf individuell ausgehandelt wird.

Aufgrund dieser häufig sehr unterschiedlichen Preise bezüglich Medikamenten- und Sachkosten sind die von uns erhobenen Daten auch nicht ohne weiteres auf andere Krankenhäuser übertragbar.

Auch durch eine individuelle Anästhesieführung mittels kontinuierlicher intraoperativer EEG-Überwachung können Medikamente eingespart und damit Kosten gesenkt werden [19, 22, 63].

Die Erfassung des bispektralen Index ist jedoch noch ein relativ neues Mittel zur Einschätzung der Narkosetiefe, und wurde daher in pharmakoökonomischen Studien bisher auch nur begrenzt angewandt. Hier könnte sich eventuell durch noch gezieltere Steuerung der Narkosetiefe ein mögliches Potenzial zur Einsparung von Narkosemitteln ergeben.

In unserer Studie wurde das untere Limit der jeweilig führenden Narkoseform (opioid- oder gasbetont) eindeutig definiert, um Erinnerungserlebnisse (awareness) innerhalb einer Narkose eindeutig ausschließen zu können. Aufgrund der derzeitigen Erkenntnisse könnte eine BIS-kontrollierte Narkose eine deutlich geringere Konzentration der Medikamente erlauben, und damit eventuell ein noch schnelleres Erwachen ermöglichen.

Hierbei ist allerdings zu bedenken, dass die Kontrolle des BIS-Wertes vor allem eine Überwachung der hypnotischen Komponente einer Anästhesie darstellt, und Opioide wie Remifentanyl nur in sehr hohen Dosierungen hypnotisch wirksam und zur Beeinflussung des BIS-Wertes geeignet sind [14, 36, 89, 99].

In vielen Studien wurde zur weiteren Supplementierung, sowohl der hypnotischen als auch der analgetischen Komponente der Narkose Lachgas verwendet [11, 13, 27, 33, 39, 49, 86]. Hierdurch wird nicht nur eine Beurteilung der jeweiligen Anästhesieform sondern auch die Kostenberechnung erschwert.

Zusätzliche Kosten durch die Behandlung von postoperativem Erbrechen wurden in unserer Untersuchung bei keinem Patienten der Desfluran-Gruppe und lediglich zwei Patienten der Remifentanil-Gruppe verursacht. Das fast völlige Ausbleiben dieser unerwünschten Nebenwirkung ist am ehesten durch die intraoperative antiemetische Kombinations-Prophylaxe von Dexamethason und Dolasetron zu erklären. Die Kosten für diese Medikamente sind in der vorliegenden Untersuchung nicht in die Berechnung mit eingegangen, da sie bei allen Patienten gleich eingesetzt wurden. Dadurch sind aber auch die Folgekosten durch Übelkeit nicht sicher verwertbar und müssten gegebenenfalls in einer weiteren Studie ohne Prophylaxe überprüft werden.

Bei der ökonomischen Kalkulation von Beschaffungskosten für Medikamente (Antiemetika), Materialkosten (frische Bettwäsche) und Arbeitskosten (Mehraufwand für Pflege) beim Auftreten von Übelkeit und Erbrechen, dürfen aber auch nicht die Gesichtspunkte außer acht gelassen werden, die in der betriebswirtschaftlichen Sprache als „intangible Kosten“ bezeichnet werden. Darunter versteht man die nur schwer quantifizierbaren Gewinne oder Verluste durch Verbesserung oder Verschlechterung des Images oder der öffentlichen Meinung.

Jede Minderung der perioperativen Stresssituation für den Patienten wie postoperatives Erbrechen oder Schmerzen können das Image des jeweiligen Krankenhauses durch positive Werbung der Patienten immens steigern.

Neben den ökonomischen Analysen stellen daher die intangiblen Kosten einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf die Gesamtkosten dar, da die Häufigkeit, mit der ein Patient im Falle einer erneuten Erkrankung dasselbe Krankenhaus wählen oder auch weiterempfehlen würde, eindeutig von der Zufriedenheit während des letzten Aufenthaltes abhängt [4, 54, 75, 92].

6 Zusammenfassung

Das wachsende Spannungsfeld zwischen medizinischen Standards und ökonomischen Bedingungen hat auch entscheidenden Einfluss auf die Auswahl des Narkoseverfahrens und der dadurch entstehenden direkten und indirekten Kosten.

Neuere Anästhetika bieten häufig höheren Patientenkomfort durch geringere Nebenwirkungen und schnelleres Aufwachen mit rascher Erholung der kognitiven Funktionen und guter Steuerbarkeit, sind aber auch in der Regel deutlich teurer als herkömmliche Medikamente.

Im Rahmen einer Kosten-Effektivitätsanalyse kann überprüft werden, ob die Kostenunterschiede zweier Verfahren mit gleicher Indikation durch ein therapeutisches Benefit und/oder Einsparung von Kosten gerechtfertigt sind. In der vorliegenden Untersuchung wurden die beiden möglichen Techniken einer Anästhesie mit Desfluran und Remifentanil hinsichtlich definierter Qualitätsindikatoren (Patientenzufriedenheit, Steuerbarkeit der Narkose, Aufwachverhalten und unerwünschte Ereignisse während und nach der Operation) und den damit verbundenen Kosten miteinander verglichen: ein hoher Anteil Desfluran mit wenig Opioid gegenüber einer Remifentanil-betonten Gas-unterstützten Narkose.

Beide Narkoseformen zeichneten sich bei Operationen im Hals-Nasen-Ohren-Bereich durch eine gute Steuerbarkeit aus und zeigten keine signifikanten Unterschiede bezüglich der aufgetretenen intra- und postoperativen Nebenwirkungen.

Hinsichtlich der direkten Kosten stellt die Desfluran-betonte Narkose eindeutig die preiswertere Variante dar. Die Patienten der Remifentanil-betonten Technik konnten jedoch signifikant früher extubiert, in den Aufwachraum und letztlich auf Station verlegt werden.

In einer operativen Abteilung wie der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde mit einer hohen Anzahl von Eingriffen von kurzer Operationsdauer könnten durch diese Zeiteinsparung eine weitere Operation pro Tag ermöglicht, und durch diese Mehrleistung und die damit verbundenen Mehreinnahmen die höheren Medikamentenkosten übertroffen werden.

7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Demographische Daten	23
Tabelle 2:	Operation und Narkose.....	24
Tabelle 3:	Durchschnittlicher Medikamentenverbrauch für Desfluran und Remifentanyl.....	25
Tabelle 4:	Unerwünschte Ereignisse intraoperativ	26
Tabelle 5:	Aufwach- und Verlegungszeiten	27
Tabelle 6:	Unerwünschte Ereignisse postoperativ.....	28
Tabelle 7:	Direkte Kosten	29
Tabelle 8:	Indirekte Kosten.....	30
Tabelle 9:	Beurteilung der Narkose durch die Patienten	31
Tabelle 10:	Steuerbarkeit der Narkose.....	32

8 Literaturverzeichnis

1. Alon E, Schüpfer G. Operationssaal-Management. *Anaesthesist* 1999; 48: 689-697
2. Bach A. Kosten von Sevofluran im gesamten perioperativen Umfeld. *Anaesthesist* 1998; 47: S87-S96
3. Bach A, Bauer M, Geldner G, Martin J, Prien T, Weiler T, Jensen K. Erfassung der IST-Kosten der Anästhesie-Abteilungen in Deutschland. Bezugsjahr 1998. *Anaesth Intensivmed* 2000; 41: 903-909
4. Bach A, Schmidt H, Böttiger BW, Motsch J. Ökonomische Aspekte in der Anästhesie Teil II: Kostenkontrolle in der klinischen Anästhesie. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 1998; 33: 210-231
5. Bauer M, Bach A. Gesetzliche Regelung zur Krankenhausfinanzierung. Entwicklung und Auswirkung. *Anaesthesist* 1999; 48: 417-427
6. Bauer M, Bach A, Martin E, Böttiger BW. Cost optimisation anaesthesia. *Minerva Anesthesiol* 2001; 67: 284-289
7. Bauer M, Hanß R, Schleppers A, Steinfath M, Tonner PH, Martin J. Prozessoptimierung im „kranken Haus“. *Anaesthesist* 2004; 53: 414-425
8. Baum J, Berghoff M, Stanke HG, Petermeyer M, Kalff G. Niedrigflußnarkosen mit Desfluran. *Anaesthesist* 1997; 46: 287-293
9. Beaussier M, Decorps A, Tilleul P, Megnibeto A, Balladur P, Lienhart A. Desflurane improves the throughput of patients in the PACU. A cost-effectiveness comparison with isoflurane. *Can J Anesth* 2002; 49(4): 339-346
10. Becker KE, Carrithers J. Practical methods of cost containment in anesthesia and surgery. *J Clin Anesth* 1994; 6: 388-399
11. Bekker A, Berklayd P, Osborn I, Bloom M, Yarmush J, Turndorf H. The recovery of cognitive function after remifentanil-nitrous oxide anesthesia is faster than after an isoflurane-nitrous oxide-fentanyl combination in elderly patients. *Anesth Analg* 2000;91:117-122
12. Berry M, Martin J, Geldner G, Iber T, Bauer M, Bender HJ, Siegmund F. Analyse der Ist-Kosten in deutschen Krankenhäusern. *Anästh Intensivmed* 2007; 48: 140-146

13. Billard V, Servin F, Guignard B, Junke E, Bouverne MN, Hédouin M, Chauvin M. Desflurane-remifentanil-nitrous oxide anaesthesia for abdominal surgery: optimal concentrations and recovery features. *Acta Anaesthesiol Scand* 2004; 48: 355-364
14. Bischoff P, Plümer L, Scholz J, Drögemeier K, v. Knobelsdorff G, Schulte am Esch J. Einfluß von Remifentanil auf klinische und elektroenzephalische Parameter der Narkosetiefe während balanzierter Anästhesie mit Propofol, Enfluran oder Isofluran. *Anaesthesiol Reanimat* 1998; 23: 116-123
15. Boldt J, Jaun N, Kumle B, Heck M, Mund K. Economic Considerations of the use of new anesthetics: A comparison of propofol, sevoflurane, desflurane and isoflurane. *Anesth Analg* 1998; 86: 504-509
16. Boldt J, Müller M, Uphus D, Hempelmann G. Kostenaspekte in der Anästhesie. *Anaesthesist* 1996; 45: 731-736
17. Braun JP, Walter M, Lein M, Roigas J, Schwilk B, Moshirzadeh M, Eveslage K, Rehberg-Klug B, Hansen D, Spies C. Klinischer Behandlungspfad "laparoskopische Prostatektomie". Anästhesiologische Prozessanalyse in einer randomisierten Studie. *Anaesthesist* 2005; 54: 1186-1196
18. Broadway PJ, Jones JG. A method of costing anaesthetic practice. *Anaesthesia* 1995; 50: 56-63
19. Bruhn J, Kreuer S, Bischoff P, Kessler P, Schmidt GN, Grzesiak A, Wilhelm W. Bispectral index and A-line AAI-index as guidance for desflurane-remifentanil anaesthesia compared with a standard practice group: a multicentre study. *Br J Anaesth* 2005; 94(1): 63-69
20. Buchinger H, Kreuer S, Paxian M, Larsen R, Wilhelm W. Desfluran und Isofluran bei Niedrigflusnarkosen. *Anaesthesist* 2006; 55: 854-860
21. Byhahn C, Meininger D, Zwissler B. Ambulante und kurzstationäre chirurgische Eingriffe: Welchen Beitrag kann die Anästhesie leisten? *Visceralchirurgie* 2005; 40: 104-111
22. Chan MTV, Gin T. What does the bispectral EEG index monitor. *Eur J Anaesthesiol* 2000; 17: 146-148
23. Chernin EL. Pharmacoeconomics of inhaled anesthetic agents: Considerations for the pharmacist. *Am J Health-Syst Pharm* 2004; 61 (Suppl. 4): 18-22

24. Conzen P. Nutzen-Risiko-Profil neuer Inhalationsanästhetika. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzth* 2001; 36: 362-365
25. Demeere JL, Merckx C, Demeere N. Cost minimisation and cost effectiveness in anaesthesia for total hip replacement surgery in Belgium? A study comparing three general anaesthesia techniques. *Acta Anaesth Belg* 2006; 57: 145-151
26. Dexter F, Tinker J. Analysis of strategies to decrease postanesthesia care unit costs. *Anesthesiology* 1995; 82: 94-101
27. Dolk A, Cannerfelt R, Anderson RE, Jakobsson J. Inhalation anaesthesia is cost-effective for ambulatory surgery: A clinical comparison with propofol during elective knee arthroscopy. *Eur J Anaesthesiol* 2002; 19: 88-92
28. Eberhart LH, Bernert S, Wulf H, Geldner G. Pharmakoökonomische Modelle zur Kostenberechnung dargestellt am Beispiel einer Studie zur Prophylaxe von Übelkeit und Erbrechen in der postoperativen Phase. *Anaesthesist* 2002; 51: 475-481
29. Eberhart LH, Buning EK, Folz B, Maybauer DM, Kastner M, Kalder M, Koch T, Kranke P, Wulf H. Anti-emetic prophylaxis with oral tropisetron and/or dexamethasone. *Eur J Clin Invest* 2006; 36 (8): 580-587
30. Eberhart LH, Eberspaecher M, Geldner G. Fast-track eligibility, costs and quality of recovery after intravenous anaesthesia with propofol-remifentanyl versus balanced anaesthesia with isoflurane-alfentanil. *Eur J Anaesthesiol* 2004; 21: 107-114
31. Eger EI, White PF, Bogetz MS. Clinical and economic factors important to anaesthetic choice for day-case surgery. *Pharmacoeconomics* 2000; 17: 245-262
32. Epple J, Kubitz J, Schmidt H, Motsch J, Böttiger W, Martin E, Bach A. Comparative analysis of costs of total intravenous anaesthesia with propofol and remifentanyl vs. balanced anaesthesia with isoflurane and fentanyl. *Eur J Anaesthesiol* 2001; 18: 20-28
33. Elliott RA, Payne K, Moore JK, Harper NJN, St Leger AS, Moore EW, Thoms GMM, Pollard BJ, McHugh GA, Bennett J, Lawrence G, Kerr J, Davies LM. Clinical and economic choices in anaesthesia for day surgery: A prospective randomised controlled trial. *Anaesthesia* 2003; 58: 412-421

34. Geldner G, Eberhart LH, Ruoff M, Trunk S, Dahmen KG, Reissmann T, Weiler T, Bach A, Brinkmann A. Effizientes OP-Management. Vorschläge zur Optimierung von Prozessabläufen als Grundlage für die Erstellung eines OP-Status. *Gynäkologe* 2003; 36: 149-157
35. Guignard B, Bossard AE, Coste C, Sessler DI, Lebrault C, Alfonsi P, Fletcher D, Chauvin M. Acute Opioid tolerance. *Anesthesiology* 2000; 93: 409-417
36. Guignard B, Menigaux C, Dupont X, Fletcher D, Chauvin M. The effect of remifentanil on the bispectral index change and hemodynamic responses after orotracheal intubation. *Anesth Analg* 2000; 90: 161-167
37. Hackner C, Detsch O, Schneider G, Jelen-Esselborn S, Kochs E. Early recovery after remifentanil-pronounced compared with propofol-pronounced total intravenous anaesthesia for short painful procedures. *Br J Anaesth* 2003; 91 (4): 580-582
38. Hawkes C, Miller D, Martineau R, Hull K, Hopkins H, Tierney M. Evaluation of cost minimization strategies of anaesthetic drugs in a tertiary care hospital. *Can J Anaesth* 1994; 41 (10): 894-901
39. Heidvall M, Hein A, Davidson S, Jakobsson J. Cost comparison between three different general anaesthetic techniques for elective arthroscopy of the knee. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000; 44: 157-162
40. Hensel M, Schwenk W, Bloch A, Raue W, Stracke S, Volk T, v. Heymann C, Müller JM, Kox WJ, Spies C. Die Aufgabe der Anästhesiologie bei der Umsetzung operativer „Fast track-Konzepte“. *Anaesthesist* 2006;55: 80-92
41. Hobbhahn J. Anästhesiekonzepte mit volatilen Anästhetika. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2001; 36: 370-373
42. Imasogie, N, Chung F. Risk factors for prolonged stay after ambulatory surgery: economic considerations. *Curr Opin Anaesthesiol* 2000; 15 (2): 245-249
43. Jellish WS, Leonetti JP, Fahey K, Fury P. Comparison of 3 different anesthetic techniques on 24-hour recovery after otologic surgical procedures. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 120: 406-411
44. Jones RL, Plantes K. Cost containment in anaesthesiology: A survey of the association of anesthesia clinical directors. *J Clin Anesth*; 6: 409-410
45. Johnstone RE, Jozefczyk KG. Costs of anesthetic drugs: Experiences with a cost education trial. *Anesth Analg* 1994; 78: 766-771

46. Kendell J, Wilsmith JAW, Gray IG. Costing anaesthetic practice. *Anaesthesia* 2000; 55: 1106-1126
47. Kleinschmidt S, Grundmann U, Rauber K, Bauer M. Anästhesie mit Remifentanyl in Kombination mit Desfluran oder Sevofluran bei lumbalen Bandscheibenoperationen. *Anaesthesiol Reanimat* 2000; 25: 151-157
48. Kubitz J, Epple J, Lützelberger U, Schmidt H, Motsch J, Bach A. Computersimulation und Pharmaökonomie. Computersimulation als Hilfsmittel zur Analyse von Effizienzsteigerungspotentialen im OP-Bereich: ein Beispiel. *Anaesthesist* 2001; 50: 122-127
49. Kurpiers EM, Scharine J, Lovell SL. Cost-effective anaesthesia: Desflurane versus propofol in outpatient surgery. *AANA* 1996; 64: 69-75
50. Loop T, Priebe HJ. Prospective, randomized cost analysis of anesthesia with remifentanyl combined with propofol, desflurane or sevoflurane for otorhinolaryngeal surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 2002; 46: 1251-1260
51. Loop T, Priebe HJ. Recovery after anesthesia with remifentanyl combined with propofol, desflurane, or sevoflurane for otorhinolaryngeal surgery. *Anesth Analg* 2000; 91: 123-129
52. Macario A, Vitez T, Dunn B, McDonald T. Where are the costs in perioperative care – analysis of hospital costs and charges for inpatient surgical care. *Anesthesiology* 1995; 83: 1138-1144
53. Martin E, Bach A. Ökonomie und Anästhesie. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 1998; 33: 133-134
54. Maybauer DM, Eberhart LH, Kranke P, Steinfeld T, Putzke C. Übelkeit und Erbrechen in der postoperativen Phase (PONV) – Bedeutung und multimodale Therapie. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2005; 40: 555-559
55. Mazzei WJ. Operating room start time and turnover times in university hospital. *J Clin Anesth* 1994; 6: 405-408
56. Mende H, Schleppers A, Geldner G, Martin J. G-DRG-Version 2007 – Auswirkungen auf unser Fachgebiet. *Anästh Intensivmed* 2007; 48: 41-44
57. Montes FR, Trillos JE, Rincón IE, Giraldo JC, Rincón JD, Vanegas MV, Charris H. Comparison of intravenous anesthesia and sevoflurane-fentanyl anesthesia for outpatient otorhinolaryngeal surgery. *J Clin anesth* 2002; 14: 324-328

58. Mukherjee K, Seavell C, Rawlings E, Weiss A. A comparison of total intravenous with balanced anaesthesia for middle ear surgery: effects on postoperative nausea and vomiting, pain and conditions of surgery. *Anaesthesia* 2003; 58: 176-180
59. Myles PS, Hunt JO, Fletcher H, Watts J, Bain D, Silvers A, Buckland MR. Remifentanyl, fentanyl, and cardiac surgery: A double-blinded, randomized, controlled trial of costs and outcomes. *Anesth Analg* 2002; 95: 805-812
60. Myles PS, Leslie K, Mcneil J, Forbes A, Chan MT. Bispectral index monitoring to prevent awareness during anaesthesia: the B-Aware randomised controlled trial. *Lancet* 2004; 363: 1757-1763
61. Nickalls RW, Mapleson WW. Age-related iso-MAC charts for isoflurane, sevoflurane and desflurane in man. *Br J Anaesth* 2003; 91: 170-174
62. Ozkose Z, Cok OY, Tuncer B, Tufekcioglu S, Yardim S. Comparison of hemodynamics, recovery profile, and early postoperative pain control and costs of remifentanyl versus alfentanil-based total intravenous anesthesia. *J Clin Anesth* 2002; 14: 161-168
63. Paventi S, Santevecchi A, Perilli V, Sollazzi L, Grió M, Ranieri R. Effects of remifentanyl infusion BIS-titrated on early recovery for obese outpatients undergoing laparoscopic cholecystectomy. *Minerva Anesthesiol* 2002; 68: 651-657
64. Pendeville PE, Kabongo F, Veyckemans F. Use of remifentanyl in combination with desflurane or propofol for ambulatory oral surgery. *Acta Anaesth Belg* 2001; 52: 181-186
65. Piper SN, Triem JG, Röhm KD, Kranke P, Maleck WH, Boldt J. Prophylaxe von postoperativer Übelkeit und postoperativem Erbrechen. *Anaesthesist* 2003; 52: 120-126
66. Prasser C, Hobbhahn J. Inhalationsanästhetika. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2001; 36: 477-513
67. Preckel B, Bolten J. Pharmacology of modern volatile anaesthetics. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2005; 19 (3): 331-348
68. Raetzell M, Reißmann H, Steinfath M, Schuster M, Schmidt C, Scholz J, Bauer M. Implementierung einer internen Leistungsverrechnung über Anästhesie Minuten. *Anaesthesist* 2004; 53:1219-1230

69. Reißmann H, Bauer M, Geldner G, Kuntz L, Schulte am Esch J, Bach A. Leistungs- und Kostendaten in der Anaesthesiologie. *Anästh Intensivmed* 2003; 44: 124-130
70. Röhm KD, Piper SN, Suttner S, Schuler S, Boldt J. Early recovery, cognitive function and costs of a desflurane inhalational vs. a total intravenous anaesthesia regimen in long-term surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 2006; 50: 14-18
71. Röpcke H, Bruhn J, Bouillon T, Hoeft A. Optimierung der Erhaltungskonzentrationen von Inhalationsanästhetika und Opiaten. Eine pharmako-ökonomische Modellrechnung. *Anästh Intensivmed* 2001; 42: 922-928
72. Rockemann MG, Riechelmann H, Steffen P. Qualitative und ökonomische Konsequenzen einer Verweildauer im Krankenhaus nach ambulanten HNO-Operationen. *Anästh Intensivmed* 2004; 45: 97-102
73. Rolf N, van Aken H. Inhalationsanästhesie und intravenöse Anästhesie aus medizinischer und wirtschaftlicher Sicht. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 1995; 30: 13-19
74. Rosow C, Manberg PJ. Bispectral index monitoring. *Anesthesiol Clin North America* 2001; 19: 947-966
75. Rowe WL. Economics and anaesthesia. *Anaesthesia* 1998; 53: 782-788
76. Schleppers A, Bauer M, Berry M, Bender HJ, Geldner G, Martin J. Analyse der IST-Kosten Anästhesie in deutschen Krankenhäusern – Bezugsjahr 2002. *Anästh Intensivmed* 2005; 46: 23-28
77. Schleppers A, Bauer M, Pollwein B, Noll B, van Ackern K. Der „richtige“ Anteil der DRG-Erlöse für die Anästhesieabteilungen. *Anästhesiol Intensivmed* 2003; 44: 803-807
78. Schleppers A, Fischer K, Endrich B. Gemeinsame Stellungnahme des Berufsverbandes der Deutschen Chirurgen und des Berufsverbandes Deutscher Anästhesisten: Datenforderungen auf dem Personalsektor zur Abbildung von Prozessen im OP und zur Kalkulation von DRGs. *Anaesthesiol Intensivmed* 2002; 43: 457-461
79. Schumpelick V, Treutner KH. Perioperative Organisationsabläufe aus der Sicht des Chirurgen. *Chirurg* 1999; 70: 23-28

80. Schuster M, Standl T. Cost drivers in anesthesia: manpower, technique and other factors. *Curr Opin Anaesthesiol* 2006; 19 (2): 177-84
81. Schuster M, Standl T, Reißmann H, Abel K., Kuntz L, Schulte am Esch J. Chancen und Risiken einer internen Leistungsverrechnung von Narkoseleistungen für die Klinik für Anästhesiologie. *Anästh Intensivmed* 2005; 46: 189-196
82. Schuster M, Standl T, Wagner JA, Berger J, Reißmann H, Schulte am Esch J. Effect of different cost drivers on cost per anesthesia minute in different anesthesia subspecialties. *Anesthesiology* 2004; 101: 1435-1443
83. Schuster M, Wicha LL, Fiege M. Kennzahlen der OP-Effizienz. *Anaesthesist* 2007; 56: 259-271
84. Smith I. Cost considerations in the use of anaesthetic drugs. *Pharmacoconomics* 2001;19. 469-481
85. Smith I, Terhoeve PA, Hennart D, Feiss P, Harmer M, Pourriat JL, Johnson IAT. A multicentre comparison of the costs of anaesthesia with sevoflurane or propofol. *Br J Anaesth* 1999; 83 (4): 564-570
86. Song D, White P. Remifentanil as an adjuvant during desflurane anesthesia facilitates early recovery after ambulatory surgery. *J Clin Anesth*; 11: 364-367
87. Tang J, Chen L, White PF, Watcha MF, Wender RH, Naruse R, Kariger R, Sloninsky A. Recovery profile, costs, and patient satisfaction with propofol and sevoflurane for fast-track office-based anesthesia. *Anesthesiology* 1999; 91: 253-261
88. Tonner PH. Balanced anaesthesia today. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol* 2005; 19 (3): 475-484
89. Vanacker B, van Geldre L. A randomized study of the efficacy and recovery of remifentanil-based and alfentanil anaesthesia with desflurane or sevoflurane for gynecological surgery. *Acta Anaesth Belg* 2002; 53: 21-26
90. Van den Berg AA, Savva D, Honjol NM, Rama Prabhu NV. Comparison of total intravenous, balanced inhalational and combined intravenous-inhalational anaesthesia for tympanoplasty, septorhinoplasty and adenotonsillectomy. *Anaesth Intens Care* 1995; 23: 574-582
91. Vassiliou T, Putzke C, Geldner G, Eberhart LH. Cost analyses of remifentanil, mivacurium and ropivacain – a systemic review. *Expert Opin Pharmacother* 2004; 5 (2): 415-425

92. Vitez TS. Principles of cost analysis. *J Clin Anesth* 1994; 6: 357-363
93. Watcha MF, White PF. Economics of anesthetic practice. *Anesthesiology* 1997; 86: 1170-1196
94. Weilbach C, Scheinichen D, Thißen U, Jäger K, Heine J, Piepenbrock S. Narkoseverhalten in der Kataraktchirurgie bei geriatrischen Patienten: Patientensicherheit, Aufwachverhalten, Patientenzufriedenheit und Kosten im Vergleich der „Totalen intravenösen Anästhesie“ mit der „Balancierten Anästhesie“. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 2004; 39: 276-280
95. White PF, Song. New criteria for fast-tracking after outpatient anesthesia: a comparison with the modified Aldrete's scoring systems. *Anesth Analg* 1999; 88: 1069-1072
96. White PF, Watcha MF. Pharmacoeconomics in anaesthesia: what are the issues? *Eur J Anaesthesiol* 2001; 18 (Suppl.23): 10-15
97. Wilhelm W, Berg K, Langhammer A, Bauer C, Biedler A, Larsen R. Remifentanyl bei gynäkologischen Laparoskopien. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzth* 1998; 33: 552-556
98. Wilhelm W, Wrobel M, Kreuer, Larsen R. Remifentanyl: Eine Bestandsaufnahme. *Anaesthesist* 2003; 52: 473-494
99. Wrobel M, Kreuer S, Wilhelm W. Bispektralindex und Desflurankonzentration unter 1 MAC. *Anaesthesist* 2004; 53: 36-40
100. Wuesten R, Van Aken H, Glass PSA, Buerkle H. Assessment of depth of anesthesia and postoperative respiratory recovery after remifentanyl- versus alfentanyl-based total intravenous anesthesia in patients undergoing ear-nose-throat surgery. *Anesthesiology* 2001; 94: 211-217

9 Verzeichnis akademischer Lehrer

Meine akademischen Lehrerinnen und Lehrer in Gießen waren die nachfolgenden Damen und Herren, denen ich an dieser Stelle herzlich danke.

Dr. K. Bailer	Prof. Dr. B. Leinweber
PD Dr. M. Bräu	Prof. Dr. T. Menges
PD Dr. J. Engel	Prof. Dr. K.H. Muhrer
Dr. E. Grimm	Prof. Dr. J. Mühling
Prof. Dr. G. Hempelmann	Dr. H. Otto
Dr. F. Hodapp	Dr. G. Rothe
Dr. S. Käbisch	Dr. D. Rupp
PD Dr. C. Knothe	Dr. R. Schürg
Dr. J. Kluge	Dr. U. Vigelius-Rauch
Dr. B. Kohl	Dr. B. Wagner
Dr. D. Kuhn	Dr. M. Wollbrück

Meine akademischen Lehrerinnen und Lehrer in Marburg waren die nachfolgenden Damen und Herren, denen ich an dieser Stelle herzlich danke.

Dr. J. Bittersohl	Dr. K.-M. Kwee
Dr. H. Behnke	Prof. Dr. H. Lennartz
D. T. Engel	Dr. P. Lukasewitz
Dr. M. Kahl	Prof. Dr. M. Max
Dr. T. Kaufmann	Dr. C. Rolfes
Dr. C. Kill	Dr. B. Sattler
Prof. Dr. U. Kroh	Prof. Dr. H. Wulf
Dr. W. Krump	

10 Danksagung

Ich möchte mich bei allen Personen bedanken, die mich in vielfältiger Weise unterstützt haben und zum Gelingen dieser Arbeit beitragen:

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. H. Wulf, der mir die Bearbeitung des Themas ermöglicht hat. Er hat meine Arbeit mit großem Interesse verfolgt und mich jederzeit persönlich und beruflich unterstützt.

Herrn PD Dr. L. Eberhart danke ich für die geduldige und hervorragende Betreuung dieser Arbeit. Er hat mir von Anfang an entscheidend mitgeholfen, dieses spannende Projekt zu einem guten Ende zu bringen.

Ferner danke ich Herrn Prof. Dr. J. Werner sowie dem gesamten Operations-Team der Hals- Nasen- Ohrenklinik von Ärzten und Pflegekräften für die kollegiale Unterstützung dieser Arbeit.

Bedanken möchte ich mich auch bei allen Mitarbeitern der Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin für die stets gute Zusammenarbeit, das große Engagement und die Hilfsbereitschaft sowie die gute Arbeitsatmosphäre.

Einen ganz herzlichen Dank spreche ich meinen guten Freunden Herrn Dr. Michael Zentgraf und seiner Familie, Frau Hildegard Wefing und Frau Almuth Meyer-Waarden für die kritische und engagierte Hilfe bei der Beendigung meiner Arbeit aus. Ich möchte mich bei allen meinen Freunden für ihr Verständnis und ihre Geduld bedanken sowie dafür, dass sie in den entscheidenden Momenten immer für mich da waren.

Der größte Dank gilt meinen Eltern Ingrid und Josef Kussin, die mich immer unterstützt und ermutigt haben. Ich danke Ihnen, dass sie mir meinen bisherigen Weg ermöglicht und so zum Gelingen dieser Arbeit ganz entscheidend beigetragen haben.