

Aus der Klinik und Poliklinik für Anästhesie  
der Universität Würzburg  
Direktor: Professor Dr. med. Norbert Roewer

Retrospektive Datenerhebung des Akutschmerzdienstes der Klinik  
für Anästhesiologie: Aufwand, Effizienz und Risiken der  
Patientenkontrollierten Postoperativen Analgesie

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der  
Medizinischen Fakultät  
der  
Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
vorgelegt von

Michael Andreas Roth  
aus Künzell

Würzburg, März 2009

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. Martin Anetseder

Korreferent: Prof. Dr. med. Norbert Roewer

Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 13. November 2009

Der Promovend ist Arzt

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Einführung . . . . .	1
1.2	Schmerz . . . . .	1
1.2.1	Nozizeption . . . . .	2
1.2.2	Schmerzqualitäten . . . . .	2
1.2.3	Schmerzbewertung . . . . .	2
1.2.4	Schmerzmessung . . . . .	3
1.2.5	Schmerztherapie . . . . .	3
1.3	Der postoperative Schmerz . . . . .	5
1.3.1	Bedeutung . . . . .	5
1.3.2	Postoperative Analgesie . . . . .	5
1.4	Fragestellung . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Patienten und Methoden</b>	<b>8</b>
2.1	Patientengut . . . . .	8
2.2	Quellen . . . . .	8
2.3	Der Akutschmerzdienst . . . . .	9
2.4	PCA-Pumpe . . . . .	10
2.4.1	Standardeinstellungen . . . . .	10
2.5	Erfassung der Effektivität . . . . .	11
2.5.1	Die Visuelle Analogskala (VAS) . . . . .	11
2.5.2	Patientenboli . . . . .	12
2.5.3	Zusätzliche Analgesie . . . . .	12
2.6	Statistik . . . . .	12
<b>3</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>14</b>
3.1	Patientenkollektiv . . . . .	14
3.1.1	Alter und Geschlecht . . . . .	14
3.1.2	ASA-Status . . . . .	14
3.1.3	Risikofaktoren . . . . .	14
3.2	Operationen und Analgesieverfahren . . . . .	14
3.2.1	Operationen . . . . .	14
3.2.2	Anzahl PCIA/PCEA . . . . .	15
3.2.3	Höhe der Punktion bei PCEA . . . . .	15
3.2.4	Dauer der Anlage . . . . .	17
3.2.5	PDK-Dosierung während der Operation . . . . .	17

3.3	Dauer der Schmerztherapie und des Krankenhausaufenthaltes . . . . .	17
3.3.1	Patientenalter und Geschlecht . . . . .	17
3.3.2	ASA-Status . . . . .	18
3.3.3	PCIA/PCEA . . . . .	18
3.3.4	Operationsart . . . . .	18
3.3.5	Volumengabe . . . . .	19
3.4	Visiten . . . . .	19
3.4.1	Anzahl und Dauer der Visiten . . . . .	19
3.4.2	Basalrate, Bolusgabe und Sperrzeit . . . . .	20
3.4.3	VAS-Vergleich PCIA/PCEA . . . . .	20
3.4.4	Patientenboli . . . . .	21
3.4.5	Zusätzliche Analgesie . . . . .	22
3.4.6	Unerwünschte Wirkungen . . . . .	22
3.4.7	Gesamtmenge des Schmerzmittels . . . . .	23
<b>4</b>	<b>Diskussion</b>	<b>24</b>
4.1	Allgemeines . . . . .	24
4.2	Aufwand . . . . .	27
4.3	Effizienz . . . . .	29
4.4	Risiken . . . . .	31
4.5	Konklusion . . . . .	31
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>33</b>
	<b>Anhang</b>	<b>35</b>
	<b>Literatur</b>	<b>36</b>

# Abkürzungsverzeichnis

aHT	arterielle Hypertonie
ASA	American Society of Anaesthesiologists
ASD	Akutschmerzdienst
CRPS	Complex Regional Pain Syndrome
D.m.	Diabetes mellitus
MW	Mittelwert
n	Anzahl
N.a.	Nicht feststellbar
NRS	Numerische Rating Skala
Pat.	Patienten
PCA	Patient Controlled Analgesia
PCEA	Patient Controlled Epidural Analgesia
PCIA	Patient Controlled Intravenous Analgesia
PDK	Periduralkatheter
RPLA	Retroperitoneale Lymphadenektomie
SD	Standardabweichung
VATS	Video Assisted Thoracic Surgery
VRS	Verbale Rating Skala
VAS	Visuelle Analogskala
WHO	World Health Organisation

# 1 Einleitung

## 1.1 Einführung

Lange Zeit war die postoperative Analgesie ein Stiefkind des Faches Anästhesie. Erst in den letzten Jahren wurde ihr vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt. Dabei steht die Notwendigkeit einer suffizienten postoperativen Schmerztherapie außer Frage. Nicht nur im Hinblick auf das Wohlbefinden des Patienten, sondern auch darauf, den Operationserfolg zu sichern und optimale Voraussetzungen für die Rekonvaleszenz zu schaffen. Neben psychischen Belastungen führt eine unzureichende Schmerzdämpfung zu Schlaflosigkeit, Angst, einem Gefühl der Hilflosigkeit aber auch zu somatischen Alterationen mit Störung der vegetativen Funktionen wie Atmung, Kreislauf und Verdauung sowie zu Immobilität mit nicht zu unterschätzenden Risiken.

In der klinischen Routine ist die systemische Gabe von stark wirksamen Opioiden die häufigste Form der Analgesie. Allerdings ist die systemische Applikation mit einer Reihe von Risiken verbunden: Sedierung, Nausea, Emesis, Obstipation, Harnverhaltung und Atemdepression. Neben der systemischen Applikation besteht die Möglichkeit der Regionalanästhesie, zum Beispiel der epiduralen Analgesie. Bei diesem Verfahren kann, neben einer Risikoreduktion, eine bessere Analgesie erreicht werden als bei systemischer Gabe.

Einen großen Fortschritt in der postoperativen Schmerztherapie bedeutete die Einführung der sogenannten 'Patientenkontrollierten Analgesie' (PCA). Dabei wird es dem Patienten ermöglicht, innerhalb eines vorgegebenen Rahmens seine Schmerztherapie selbst zu steuern. Die Patientenakzeptanz für dieses Verfahren ist außerordentlich hoch.

## 1.2 Schmerz

Die 'International Association for the Study of Pain' definiert Schmerz folgendermaßen:

„Schmerz ist ein unangenehmes Sinnes- und Gefühlserlebnis, das mit aktueller oder potentieller Gewebsschädigung verknüpft ist oder mit Begriffen einer solchen Schädigung beschrieben wird.“

Der akute Schmerz ist physiologisch und für ein normales Leben in seiner Funktion als Warnsignal für den Patienten und als Symptom für den Arzt unentbehrlich, wogegen chronische Schmerzen sinnlos sind. [1]

In den letzten drei Jahrzehnten ist man dazu übergegangen, Schmerz nicht nur als Begleit-

symptom, sondern auch als eigenständigen, krankmachenden Faktor anzusehen. [2] Es wurde der Begriff des 'Complex Regional Pain Syndrome' (CRPS) geprägt. Kennzeichnend dafür sind neben den Schmerzen trophische Störungen des Gewebes, bestehend aus Ödem, Abnormalitäten des Blutflusses und der sudomotorischen Aktivität. Diese Störungen deuten auf eine regional beschränkte Dysfunktion des vegetativen Nervensystems hin. [3]

### **1.2.1 Nozizeption**

Als Nozizeption bezeichnet man Aufnahme, Weiterleitung und zentralnervöse Verarbeitung von noxischen Signalen. Als Rezeptoren des Schmerzes fungieren die Nozizeptoren, deren Erregungsschwelle so hoch liegt, daß sie nur durch gewebsschädigende oder gewebebedrohende Reize aktiviert werden können. Die dann von den Nozizeptoren aktivierten neuronalen Strukturen werden als nozizeptives System bezeichnet. [4]

### **1.2.2 Schmerzqualitäten**

Die Schmerzqualitäten unterteilen sich in somatischen und viszeralem Schmerz. Der somatische Schmerz wird weiter unterteilt in Oberflächen- und Tiefenschmerz.

Im Gegensatz zum Oberflächenschmerz lassen sich Schmerzen aus tiefen Geweben und Eingeweiden nur schlecht orten und werden meist auf andere Körperregionen übertragen. Tiefenschmerz unterscheidet sich vom Oberflächenschmerz auch durch seine dumpfe Qualität und sein Ausstrahlen in häufig weit entfernte Körperregionen (übertragener Schmerz).

Noch schlechter zu orten sind viszerale Schmerzen. Sie breiten sich so gut wie immer diffus über den Körper aus und können selbst in die Extremitäten ausstrahlen. Die Regionen, in denen übertragene Schmerzen auftreten, sind typisch für das erkrankte Organ (sogenannte 'Head-Zonen'). [1, 2]

### **1.2.3 Schmerzbewertung**

In die Schmerzbewertung (kognitive Komponente) und Schmerzáußerung (psychomotorische Komponente) gehen je nach Ausmaß der noxisch aktivierten Schmerzkomponenten sensorische, affektive, vegetative und motorische Komponenten in unterschiedlichem Ausmaß ein.

Die sensorische Komponente entspricht dabei der Messfunktion der Sinnesempfindung Schmerz und beschreibt, inwieweit ein noxischer Reiz erfasst und der noxische vom nicht-noxischen Reiz unterschieden wird.

Als affektive Komponente gilt die Emotion, die durch eine Sinnesempfindung ausgelöst wird. Der Schmerz stört das Wohlbefinden und löst unlustbetonte Affekte aus.

Die vegetative Komponente beschreibt die reflektorische Reaktion des Körpers auf einen Schmerzreiz, der über das autonome, beziehungsweise das vegetative Nervensystem gesteuert wird, also Blutdruckanstieg, Tachykardie, etc.

Der Fluchreflex auf einen noxischen Reiz hin stellt die motorische Komponente der Schmerzempfindung dar. Er wird besonders bei von außen kommenden Noxen, aber auch bei Tiefenschmerzen deutlich.

Die genannten Schmerzkomponenten treten im Allgemeinen gemeinsam in jeweils unterschiedlicher Ausprägung auf, können aber auch völlig getrennt vorkommen. [5, 6]

#### **1.2.4 Schmerzmessung**

Schmerz ist ein subjektives Erlebnis, welches sich einer objektiven Beurteilung durch den Arzt entzieht. Zwar besteht eine Beziehung zwischen Stärke des auslösenden Reizes und der hierdurch hervorgerufenen Schmerzempfindung, es kann jedoch weder die Reizstärke, noch die Aktivität der Nozizeptoren gemessen werden. Deshalb ist es notwendig, daß der Patient selbst die von ihm empfundene Schmerzintensität beurteilt. [4] Außerdem ist es wichtig, den Patienten nach der *aktuellen* Schmerzsituation zu fragen, denn es hat sich gezeigt, daß Schmerzerinnerungen ungenau sind. Dabei kommt es in erster Linie zu einer Überschätzung der Schmerzintensität. [7]

Zur Selbsteinschätzung gibt es verschiedene Methoden. Die in dieser Arbeit verwendete 'Visuelle Analogskala' (VAS), daneben noch die 'Verbale-' (VRS) und die 'Numerische Ratingskala' (NRS) sind die gebräuchlichsten. [2, 8, 4]

#### **1.2.5 Schmerztherapie**

Das von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) 1986 für die Behandlung von Tumorschmerz empfohlene Stufenschema wird inzwischen auch für die Therapie chronischer Schmerzen angewandt.

Die systemische Therapie beginnt mit antipyretischen Analgetika (Stufe I) und kombiniert diese mit niedrig potenten Opioiden (Stufe II) bzw. hoch potenten Opioiden (Stufe III) in Abhängigkeit von der Schmerzintensität.

Saure antipyretische Analgetika, wie z.B. Diclofenac, hemmen die Zykllooxygenase-Isomere Cox-1 und Cox-2 ubiquitär. Dies führt durch Reduktion der peripheren und spinalen Prostaglandinsynthese zur Begrenzung von peripherer und zentraler Sensitivierung sowie zur Prophylaxe der Entwicklung einer Hyperalgesie, begründet aber auch das typische Nebenwirkungsprofil in Gastrointestinaltrakt, Niere, Lunge und an den Thrombozyten.

Die analgetische Potenz antipyretischer Analgetika ist begrenzt. Bei Überschreitung der Tageshöchstdosierung kann keine weitere Zunahme der Schmerzlinderung bewirkt werden (Ceiling-Effekt).

Paracetamol wirkt ausgeprägt antipyretisch und vergleichsweise begrenzt analgetisch. Es besitzt die günstigste Nutzen-Risiko-Relation aller Antipyretika. Auch während Schwangerschaft und Stillzeit kann es eingesetzt werden. Allerdings kann der reaktive Metabolit bei Überschreitung der Einzel- und/oder Tageshöchstdosis nicht mehr genügend neutralisiert werden. Durch kovalente Bindung an intrazelluläre Proteine können dann lebensbedrohende Leberzellnekrosen auftreten.

Metamizol ist eines der potentesten nicht-opioidhaltigen Analgetika für die orale und parenterale Gabe, das im Vergleich sämtlicher antipyretischer Analgetika am stärksten analgetisch und als einzige Substanz dieser Gruppe ausgeprägt spasmolytisch wirkt. Dies prädestiniert Metamizol zum Einsatz gegen viszerale Nozizeptorschmerz mit spasmodischer Komponente. Außerdem verstärkt Metamizol eine opioidinduzierte Analgesie. In Deutschland ist Metamizol nach wie vor das am breitesten eingesetzte nicht-opioidhaltige Analgetikum zur postoperativen Schmerztherapie. Nebenwirkungen sind im Vergleich zu sauren Antipyretika wesentlich seltener. Aus Sorge vor der Induktion einer potenziell lebensbedrohenden, jedoch seltenen und bei rechtzeitiger Diagnose gut behandelbaren Agranulozytose, wird die Anwendung jedoch kontrovers diskutiert.

Niedrig potente Opioide, wie z.B. Tramadol, stehen für die orale Gabe retadiert als Kapseln oder Tabletten sowie kurzwirksam als Tropfen zur Verfügung. In Analogie zu den antipyretischen Analgetika ist die analgetische Effektivität von niedrig potenten Opioiden begrenzt. Deshalb können starke Schmerzen auch bei Ausschöpfung der Tageshöchstdosis nicht zufriedenstellend therapiert werden.

Postoperativ kommen deshalb meist hoch potente Opioide, in Deutschland bevorzugt Piritramid, zum Einsatz. Piritramid besitzt eine hohe analgetische Potenz bei im Vergleich zu Morphin geringerer sedierender, obstipierender und emetischer Wirkung.

Bei der epiduralen Applikation von Opioiden kommen Morphin, Fentanyl und Sufentanil zum Einsatz. Dabei hat Sufentanil das beste Nebenwirkungsprofil.

## **1.3 Der postoperative Schmerz**

### **1.3.1 Bedeutung**

Fast alle Patienten leiden postoperativ unter Schmerzen, da praktisch jede Operation zu einem lokalen Gewebeschaden mit Freisetzung von schmerzauslösenden Substanzen wie Histamin, Prostaglandin, Serotonin, Bradykinin und Substanz P führt. Es ist davon auszugehen, daß 20-30 % der Patienten bei konventioneller Schmerztherapie unter mittleren bis starken Schmerzen leiden, obwohl neue Techniken, zum Beispiel die patientenkontrollierte Analgesie, die Möglichkeit, Opiate spinal und epidural zu applizieren und die immer stärkere Involvierung des Anästhesisten eine suffiziente postoperative Schmerztherapie möglich machen. [9, 10]

Die Folgen des postoperativen Schmerzes sind vielfältig. Ein erhöhter Sympathikotonus führt zu Tachykardie, Blutdruckerhöhung und damit insgesamt zu einer erhöhten Herzarbeit.

Vitalkapazität, Atemzugvolumen, Residualvolumen und die funktionelle Residualkapazität nehmen ab. Durch die Abnahme der diaphragmalen Funktion kommt es zu einer reduzierten Compliance mit erschwelter Tiefenatmung, der Gefahr von Atelektasen und Sekretretention.

Gastrointestinale Komplikationen wie Übelkeit, Erbrechen und Ileus sind häufige postoperative Erscheinungen. [11, 4]

Obwohl bisher in keiner Studie eine Verbesserung des endgültigen Outcomes durch eine suffiziente postoperative Analgesie gezeigt werden konnte, zeigten nahezu alle Studien eine Verringerung der postoperativen kardialen, pulmonalen und gastrointestinalen Komplikationen. [12, 13]

### **1.3.2 Postoperative Analgesie**

Ziel der postoperativen Analgesie ist die Wiederherstellung der Funktion aller durch Operation und Anästhesie beeinträchtigten Organsysteme und die Vermeidung postoperativer Komplikationen. [14]

Zur Akutschmerztherapie wird das WHO-Stufenschema umgekehrt, das heißt, postoperativ starke Schmerzen werden mit hoch potenten Opioiden, eventuell in Kombination mit antipyretischen Analgetika behandelt. [2] Opiat-Analgetika können peroral, subku-

tan, intramuskulär, intravenös oder epidural verabreicht werden. Bei subkutaner oder intramuskulärer Applikationsart ist der Opiatspiegel von Patient zu Patient sehr variabel, eine orale Gabe setzt einen funktionierenden Gastrointestinaltrakt voraus. Die intravenöse Applikation hat den Vorteil, daß die Plasmakonzentrationen voraussagbar sind und die Möglichkeit besteht, nach den Bedürfnissen des Patienten zu titrieren. [11] Die epidurale Applikation von Opiaten gilt in Kombination mit Lokalanästhetika als sehr effektive Methode der postoperativen Schmerzbehandlung. [15, 16] Vorteile liegen bei diesem Verfahren, neben der besseren Schmerzbekämpfung, in der Abschwächung der typischen Opiat-Nebenwirkungen und der Verringerung der zahlreichen endokrinen und metabolischen Reaktionen auf den operativen Eingriff. Nachteilig ist der größere Aufwand. [4]

Neben der Verabreichung der genannten Substanzen durch den Arzt oder das Pflegepersonal gibt es noch die Möglichkeit der patientenkontrollierten Analgesie. Sie umfaßt die intravenöse oder epidurale Zufuhr von Opioiden und Lokalanästhetika durch den Patienten selbst. Dabei erfolgt die Selbstmedikation über eine mikroprozessorgesteuerte Infusionspumpe. Verspürt der Patient Schmerz, kann er durch Knopfdruck die Pumpe aktivieren und den vom Arzt vorher eingestellten Bolus anfordern. Eine erneute Injektion ist erst nach Ablauf einer programmierbaren Refraktärzeit möglich. So kann eine Überdosierung vermieden werden. Zusätzlich kann dazu noch eine Basalrate, also eine kontinuierliche Begleitinfusion, eingestellt werden.

Es konnte gezeigt werden, daß diese sogenannte 'on-demand-Analgesie' den Gesamt-opioidverbrauch senken kann. Außerdem ist die Akzeptanz durch die Patienten sehr hoch, wohl auch, weil dem Einzelnen eine gewisse Kontrolle über seinen Schmerz übertragen wird. [17, 18, 4, 19]

Mittlerweile wird die adäquate Schmerztherapie von der Mehrheit aller Patienten als wichtiges Kriterium der Krankenhauswahl betrachtet. [8]

## 1.4 Fragestellung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, Nutzen und Risiken der patientenkontrollierten Analgesie kritisch zu betrachten und zu untersuchen, ob eine suffiziente postoperative Schmerzbehandlung erreicht werden kann. Dabei sollen folgende Fragen beantwortet werden:

1. Wie groß ist der Aufwand, der für die patientenkontrollierte postoperative Analgesie betrieben werden muß? Gibt es Unterschiede bei der patientenkontrollierten epiduralen (PCEA) und der intravenösen (PCIA) Analgesie?
2. Bietet die patientenkontrollierte postoperative Analgesie eine effiziente Schmerztherapie, und gibt es Unterschiede zwischen PCEA und PCIA?
3. Wie risikoreich ist die patientenkontrollierte postoperative Analgesie und welche unerwünschten Wirkungen treten auf?

## 2 Patienten und Methoden

### 2.1 Patientengut

Für diese Arbeit wurden 1.455 Visiten von insgesamt 225 Patienten ausgewertet, die zwischen Juni 2004 und Februar 2005 vom Akutschmerzdienst der Anästhesiologischen Klinik der Universität Würzburg betreut worden waren.

Die Patienten, im Alter von 16 bis 84 Jahren, kamen aus den Kliniken der Urologie, der Allgemein- und der Herz-Thorax-Chirurgie. Alle Patienten hatten einen größeren operativen Eingriff hinter sich und bei allen wurden zur postoperativen Analgesie Schmerzpumpen verwendet, entweder intravenös - Patient Controlled Intravenous Analgesia (PCIA) oder epidural - Patient Controlled Epidural Analgesia (PCEA). Sie gehörten den Risikoklassen I-IV nach den Standards der American Society of Anesthesiologists (ASA) an (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1:** ASA-Klassifikation [4]

<b>ASA-Status</b>	<b>Klinisches Korrelat</b>
ASA I	Normaler, gesunder Patient
ASA II	Leichte Allgemeinerkrankung ohne Leistungseinschränkung
ASA III	Schwere Allgemeinerkrankung mit Leistungseinschränkung
ASA IV	Schwere Allgemeinerkrankung, die mit oder ohne Operation das Leben des Patienten bedroht
ASA V	Moribund; Tod innerhalb von 24 h mit oder ohne Operation zu erwarten

### 2.2 Quellen

Als Quellen dienen der Visitenordner des Akutschmerzdienstes, das Kliniknetzwerk der Universitätsklinik Würzburg (SAP®) sowie die Narkoseprotokolle der einzelnen Operationen.

Aus dem Visitenordner wurden Patientendaten, Indikation für die Behandlung, Dauer und Datum der Anlage, Dauer der Schmerztherapie, Operationsart, zuweisende Klinik, Analgesieform, PDR-Tiefe und Hautniveau, Höhe der Punktion, Analgetika, Basalrate, Bolus und Sperrzeit, Zusatzmedikation, aktueller Spritzeninhalt sowie der Code des behandelnden Anästhesisten entnommen.

Ein Beispiel-Exemplar des Visitenbogens ist dem Anhang zu entnehmen (siehe Abbildung 1, Seite 35).

Danach wurden die Entlassdaten aller Patienten hinzugefügt, die dem SAP® entnommen wurden.

Schließlich wurde die Liste durch ASA-Status, Vorerkrankungen, intraoperative Volumengabe und Volumenverlust, PDK-Dosierung während der Operation und die Risikofaktoren Nikotin, Alkohol, kardiale und pulmonale Vorerkrankungen, Adipositas, Diabetes und arterielle Hypertonie komplettiert. Diese Daten wurden den Narkoseprotokollen der einzelnen Operationen entnommen.

Die Visiten wurden in einer eigenen Tabelle erfasst mit Datum, Uhrzeit, Dauer, VAS in Ruhe und Belastung, insgesamt angeforderte und erhaltene Patientenboli, Anzahl der in den letzten 12 Stunden geforderten und erhaltenen Patientenboli, Gesamtverbrauch, Neurologie und neurologischen Bemerkungen, Basalrate, Bolus und Sperrzeit, aktuellem Spritzeninhalt, zusätzlicher Analgesie sowie dem Code des durchführenden Anästhesisten.

## **2.3 Der Akutschmerzdienst**

In den letzten Jahren hat sich in Deutschland die Einsicht durchgesetzt, daß eine Verbesserung der Schmerztherapie nicht durch das Warten auf neue Techniken und Medikamente sondern alleine schon durch bessere Organisation erreicht werden kann. [20]

Zur optimalen postoperativen Analgesie ist die Einführung eines sogenannten Akutschmerzdienstes (ASD) sinnvoll. Häufigkeit und Ausmaß therapiebedingter Komplikationen können dadurch gesenkt werden. [2, 21, 22] Die nicht unerheblichen Personalkosten, die der ASD verursacht, sollen durch die verkürzte Liegedauer sowie die Zeitersparnis für das Pflegepersonal gerechtfertigt werden. [23] Der ASD schafft außerdem die Voraussetzung, bei Patienten mit entsprechender Indikation spezielle schmerztherapeutische Verfahren wie patientenkontrollierte intravenöse und epidurale Analgesieverfahren und periphere Katheterverfahren erfolgreich anwenden zu können. Die Etablierung von Qualitätsstandards mit regelmäßigen Schmerzvisiten, Erhebung von Schmerzscores und Erfassung von unerwünschten Ereignissen sind für den Erfolg und die Sicherheit gerade bei

patientenkontrollierter Analgesie essentiell. [24]

Des Weiteren ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit von großer Wichtigkeit. Die Einbindung des Pflegepersonals in den ASD erhöht Akzeptanz und verringert den personellen Aufwand für die Anästhesisten. [8, 20]

Im Zentrum für Operative Medizin des Universitätsklinikums Würzburg wurde der ASD Mitte 2004 eingeführt. Er ist dort Dienstaufgabe der Anästhesisten; einer Anforderung ist innerhalb von 30 Minuten nachzukommen. Für den Akutschmerzdienst wird ein Schmerzkoffer bereitgestellt, der außer Opiaten alles enthält, was für die Schmerzvisite benötigt wird. Der ASD dokumentiert Schmerzniveau, besondere Ereignisse, neurologische Auffälligkeiten und eventuell benötigte Zusatzmedikationen in dem Visitenordner. Außerdem werden die Pumpeneinstellungen sowie die geforderten und erhaltenen Patientenboli erfasst. [25]

## **2.4 PCA-Pumpe**

Die ersten Schmerzpumpen waren Spritzenpumpen mit eingebauten Sicherheitsfaktoren wie einer limitierten Bolusgabe bei Anforderung, gefolgt von programmierbaren Sperrzeiten und Langzeitvolumenanzeigen, wodurch eine Maximaldosis über einen gewissen Zeitraum eingestellt werden konnte. Im Laufe der Zeit kamen neue Eigenschaften hinzu. So konnten Dosiseinstellungen in Millilitern oder Milligramm, Sperrzeiten, Alarm-Status, Anzahl der Bolusanforderungen und erhaltene Boli angezeigt werden. Später war es dann möglich, verschiedene Modi einzustellen, nämlich kontinuierliche Infusion, intermittierende Infusion oder die Kombination von beidem. Der Modus der kontinuierlichen Infusion plus der Möglichkeit der intermittierenden Bolusgabe erlaubt es dem Patienten, zusätzliche Boli anzufordern, falls es zu Durchbruchschmerz kommt. [26]

### **2.4.1 Standardeinstellungen**

Im Zentrum für Operative Medizin der Universitätsklinik Würzburg wurden Pumpen vom Typ Alaris P 5000 benutzt mit den folgenden Standardeinstellungen [27]:

PCIA - Verfahren (Piritramid (Dipidolor®) 1 mg/ml)

- Basalrate: 0 ml/h
- Bolusgabe: 3 mg, max. 5 mg

- Sperrzeit: 15 min
- Maximaldosis: 30 mg/4 h

PCEA - Verfahren (Ropivacain (Naropin®) 0,2% + Sufentanil® 0,5 µg/ml)

- Basalrate: 5 ml/h, max. 10 ml/h
- Bolusgabe: 5 ml, max. 10 ml
- Sperrzeit: 15 min
- Maximaldosis: 60 ml/4 h

Gelegentlich wurden diese Standardeinstellungen variiert. Alle 12 Stunden sollte eine Kontrollvisite mit Dokumentation von VAS, Medikamentenverbrauch, neurologischer Untersuchung und Nebenwirkungen, Aussehen der Einstichstelle sowie eventueller Zusatzmedikation erfolgen.

Das den Katheter fixierende Pflaster sollte gegebenenfalls, der Bakterienfilter alle 4 Tage gewechselt werden.

## 2.5 Erfassung der Effektivität

Zur Erfassung der Effektivität der Schmerztherapie wurde in dieser Arbeit die Visuelle Analogskala (VAS), die Differenz der geforderten und der erhaltenen Patientenboli sowie die Angabe, in wie vielen Visiten eine zusätzliche Analgesie notwendig war, herangezogen.

### 2.5.1 Die Visuelle Analogskala (VAS)

Wie bereits erwähnt ist Schmerz eine subjektive Empfindung. Die einzige Möglichkeit zur Erfassung der Intensität des Schmerzes, und damit zur Therapiekontrolle, ist die Beurteilung durch den Patienten selbst.

Dafür wird dem Patienten ein 10 cm langer sogenannter "VAS-Schieber" vorgelegt, und er wird gebeten, die aktuelle Schmerzintensität mittels des Schiebers zwischen den Eckwerten "kein Schmerz" und "unerträglicher Schmerz" einzustellen. Der Untersucher sieht dann auf der Rückseite des Schiebers einen Punktwert zwischen 0 ("kein Schmerz") und 10 ("maximaler Schmerz"). Diese Punktwerte wurden bei jeder Visite beim wachen Pati-

enten sowohl in Ruhe als auch unter Belastung erhoben und dokumentiert. [28, 2, 4] Belastungsschmerz ist der beispielsweise bei physikalisch-therapeutischen Maßnahmen - wie Atemtherapie und Mobilisation - entstehende Schmerz. Behandlungsbedürftig ist er, wenn er einen Wert auf der VAS-Skala von mehr als 4/10 annimmt. Es soll verhindert werden, daß der Patient schmerzbedingt nicht richtig abhustet, zu flach atmet oder die Mobilisation verweigert. [2]

Vorder- und Rückseite der VAS-Skala sind dem Anhang zu entnehmen (siehe Abbildung 2, Seite 35).

### **2.5.2 Patientenboli**

Bei jeder Visite wurden die vom Patienten geforderten und erhaltenen Boli, sowohl die der letzten 12 Stunden, als auch die über die gesamte Dauer der Schmerztherapie verabreichten, erfasst. Gesondert betrachtet werden in dieser Arbeit Patienten, bei denen die Differenz zwischen insgesamt geforderten und erhaltenen Boli über 60 lag.

### **2.5.3 Zusätzliche Analgesie**

Für den Fall einer nicht ausreichenden analgetischen Wirkung war als medikamentöse Begleitanalgesie bei PCIA- und PCEA-Verfahren folgendes vorgegeben [27]:

- Metamizol (Novalgin®): 4 x 1 g (4 x 15 mg/kgKG) zur i.v. Gabe
- Paracetamol (Perfalgan®): 4 x 1 g zur i.v. Gabe
- Diclofenac (Voltaren®): 1 - 2 mg/kg/d p.o. oder rektal, verteilt auf 1 - 3 Einzeldosen (z.B. Voltaren resinat® 2 x 75 mg p.o.)

Diese Medikamente konnten einzeln oder auch kombiniert gegeben werden.

## **2.6 Statistik**

Aufgrund der Heterogenität des Patientengutes und den vielen unterschiedlichen Operationen beschränkt sich die statistische Auswertung auf Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD).

Zur Datenerfassung wurde das Microsoft® Programm 'Access®' benutzt. Die Auswertung der Daten erfolgte dann in 'Excel®'.

## **3 Ergebnisse**

### **3.1 Patientenkollektiv**

#### **3.1.1 Alter und Geschlecht**

Die 225 erfaßten Patienten waren zwischen 16 und 84 Jahren alt, der Mittelwert lag bei 58,2 Jahren (SD: 16,4). 146 der Patienten waren männlich, 77 weiblich. Aufgrund fehlender Fallnummern war bei 2 Patienten das Geschlecht nicht auszumachen.

#### **3.1.2 ASA-Status**

Der ASA-Status lag bei allen Patienten zwischen I und IV. Die genauen Zahlen können der Tabelle 2 entnommen werden. In 28 Fällen konnte der ASA-Status wegen fehlender Narkoseprotokolle nicht erfaßt werden.

#### **3.1.3 Risikofaktoren**

In der vorliegenden Arbeit wurden die folgenden Risikofaktoren erfaßt: Adipositas, arterielle Hypertonie, Alkoholabusus, Diabetes mellitus, kardiale und pulmonale Risikofaktoren unterschiedlicher Genese sowie Nikotinabusus. Die Risikofaktoren kamen sowohl einzeln als auch in Kombination vor.

Die absoluten Häufigkeiten können ebenfalls der Tabelle 2 entnommen werden.

## **3.2 Operationen und Analgesieverfahren**

### **3.2.1 Operationen**

Die unterschiedlichen Operationen wurden eingeteilt in 'Thorax', 'Oberbauch', 'Colon', 'urologische' und 'Sonstiges'.

Insgesamt wurden 87 Thorax-Operationen erfaßt. An erster Stelle standen hier Thorakotomien, gefolgt von Video Assisted Thoracic Surgeries (VATS).

Bei den 40 Oberbauch-Operationen standen die Gastrektomien an erster Stelle, gefolgt von den Pankreas-, Whipple- und Leber-Operationen.

**Tabelle 2:** Stammdaten der Patienten

<b>Geschlecht</b>		<b>Alter</b>	
Männlich	146	MW	58,2
Weiblich	77	SD	16,4
N.a.	2		

<b>ASA-Status</b>		<b>Risikofaktoren</b>	
ASA I	15	Adipositas	33
ASA II	87	aHT	74
ASA III	87	Alkohol	11
ASA IV	8	D.m.	29
ASA V	0	Kardial	30
N.a.	28	Pulmonal	27
		Nikotin	44

An erster Stelle der 33 Colon-Operationen standen die Rektumresektionen, gefolgt von Hemikolektomien, Sigma- und Colon-Transversum-Resektionen.

Des Weiteren wurden 35 urologische Operationen erfaßt, hauptsächlich Cystoprostatektomien, gefolgt von Cystektomien, Ileum-Conduit-Operationen, Retroperitonealen Lymphadenektomien (RPLA), Mainz-Pouch-Operationen und Prostatektomien.

In die Sparte 'Sonstiges', die sich hauptsächlich aus unfallchirurgischen und orthopädischen Operationen zusammensetzte, wurden 30 Patienten eingruppiert.

Die Aufspaltung der Operationen und die verwendeten postoperativen Analgesieverfahren können der Tabelle 3 entnommen werden.

### **3.2.2 Anzahl PCIA/PCEA**

Insgesamt wurden 119 Patienten mit der PCIA und 96 Patienten mit der PCEA versorgt. Außer diesen Verfahren kamen in der Sparte 'Sonstiges' auch 10 Plexuskatheter zum Einsatz.

Die thoraxchirurgischen Patienten wurden ausschließlich mit der PCIA versorgt, bei den Oberbauch-, den Colon- und den Urologie-Patienten überwog das PCEA-Verfahren.

### **3.2.3 Höhe der Punktion bei PCEA**

Die Höhe der Punktion lag bei allen Operationen zwischen Th 5/6 und Th 11/12. Die einzelnen Punktionshöhen bei den verschiedenen Operationen können der Tabelle 4 entnommen werden.

**Tabelle 3:** Aufspaltung der Operationen und postoperatives Analgesieverfahren; C.-T.-Resektion = Colon-Transversum-Resektion; Plexkat = Plexuskatheter

		<b>n</b>	<b>PCIA</b>	<b>PCEA</b>	<b>Plexkat</b>
<b>Thorax</b>		<b>87</b>	<b>87</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
davon	Thorakotomie	62	62	0	0
	VATS	18	18	0	0
	Sonstige	7	7	0	0
<b>Oberbauch</b>		<b>40</b>	<b>4</b>	<b>36</b>	<b>0</b>
davon	Gastrektomie	10	0	10	0
	Pankreas	7	0	7	0
	Whipple	6	0	6	0
	Leberresektion	4	0	4	0
	Sonstige	13	4	9	0
<b>Urologisch</b>		<b>35</b>	<b>7</b>	<b>28</b>	<b>0</b>
davon	Cystoprostatektomie	13	0	13	0
	Cystektomie	5	0	5	0
	Ileum Conduit	4	0	4	0
	Mainz Pouch	3	2	1	0
	RPLA	3	3	0	0
	Prostatektomie	2	1	1	0
	Sonstige	5	1	4	0
<b>Colon</b>		<b>33</b>	<b>6</b>	<b>27</b>	<b>0</b>
davon	Rektumresektion	14	1	13	0
	Hemikolektomie	9	3	6	0
	Sigmaresektion	8	2	6	0
	C.-T.-Resektion	2	0	2	0
<b>Sonstiges</b>		<b>30</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>10</b>

**Tabelle 4:** Höhe der Punktion der PCEA-Anlage in Abhängigkeit von der Operation

<b>Punktionshöhe</b>	<b>Oberbauch</b>	<b>Urologie</b>	<b>Colon</b>
Th 5/6	2	0	0
Th 6/7	7	1	1
Th 7/8	17	2	2
Th 8/9	6	16	8
Th 9/10	1	7	8
Th 10/11	0	1	1
Th 11/12	0	0	3

### **3.2.4 Dauer der Anlage**

Die Dauer der Anlage der PCEAs lag im Mittel bei 21,8 (SD: 11,8), bei den PCIAAs bei 15,1 Minuten (SD: 10,2). Bei beiden Verfahren lag die minimale Anlagedauer bei 5, die maximale Anlagedauer bei 60 Minuten.

### **3.2.5 PDK-Dosierung während der Operation**

Bei 32 der 96 PCEA-Patienten wurde die Schmerzpumpe schon während der Operation eingesetzt. Dabei erhielten diese Patienten zwischen 20 und 192 mg Ropivacain® und 5 bis 48 µg Sufentanil®. Im Durchschnitt bekamen sie 89,6 mg Ropivacain® (SD: 46,5) und 22,4 µg Sufentanil® (SD: 11,6).

Die Volumengabe lag bei diesen Patienten während der Operation im Durchschnitt bei 6,3 Litern (SD: 2,5). Die 64 Patienten, bei denen die Schmerzpumpe während der Operation nicht lief, erhielten im Durchschnitt 3,4 Liter (SD: 2,2).

## **3.3 Dauer der Schmerztherapie und des Krankenhausaufenthaltes**

Die Dauer der Schmerztherapie wurde berechnet vom Tag der Anlage bis zum Tag der letzten Visite beziehungsweise bis zum Entfernen der PCA-Pumpe. Sie lag zwischen einem und einundzwanzig Tagen. Der Mittelwert lag bei 4,4 Tagen (SD: 2,5).

Die Dauer des Krankenhausaufenthaltes wurde berechnet vom Tag der Anlage bis zum Tag der Krankenhaus-Entlassung. Sie lag zwischen 5 und 58, der Mittelwert bei 17,9 Tagen (SD: 9,3).

### **3.3.1 Patientenalter und Geschlecht**

Die Patienten wurden in Altersgruppen eingeteilt von 0 bis 20 Jahren (6 Pat.), von 21 bis 40 Jahren (26 Pat.), von 41 bis 60 Jahren (68 Pat.), von 61 bis 80 Jahren (114 Pat.) und größer 80 Jahre (9 Pat.).

Während die Dauer der Schmerztherapie bei allen Altersgruppen weitgehend gleich war, stieg die Dauer des Krankenhausaufenthaltes mit zunehmendem Alter deutlich an. Die genauen Daten können der Tabelle 5 entnommen werden.

Das Geschlecht hatte keinen nennenswerten Einfluß auf die Dauer von Schmerztherapie oder Krankenhausaufenthalt.

### 3.3.2 ASA-Status

Der ASA-Status hatte auf die Dauer der Schmerztherapie keinen Einfluß, wohl aber auf die des Krankenhausaufenthaltes. Dieser nahm mit steigendem ASA-Status zu. Auch hier können die genauen Daten der Tabelle 5 entnommen werden.

**Tabelle 5:** Dauer des Krankenhausaufenthaltes, Alter und ASA-Status

<b>Alter (y)</b>	<b>Dauer d. KH-Aufenth. (d)</b>	
	<b>MW</b>	<b>SD</b>
0-20	13,8	5,9
21-40	14,4	7,0
41-60	15,7	8,7
61-80	20,0	10,0
>80	19,3	4,8

<b>ASA-Status</b>	<b>MW</b>	<b>SD</b>
ASA I	16,1	8,5
ASA II	16,6	8,5
ASA III	19,4	10,5
ASA IV	21,1	9,8

### 3.3.3 PCIA/PCEA

Die durchschnittliche Dauer der Schmerztherapie aller PCEA-Patienten lag bei 4,8 Tagen (SD: 1,9) gegenüber den PCIA-Patienten mit 4,0 Tagen (SD: 2,8).

Die Dauer des Krankenhausaufenthaltes der PCEA-Patienten lag im Mittel bei 20,1 Tagen (SD: 9,4) im Vergleich zu den PCIA-Patienten mit 16,1 Tagen (SD: 9,4).

### 3.3.4 Operationsart

Die Operationsart hatte Einfluß sowohl auf die Dauer der Schmerztherapie als auch auf die des Krankenhausaufenthaltes. Die Dauer der Schmerztherapie lag je nach Operation im Mittel zwischen 3,6 und 5,6 Tagen, die des Krankenhausaufenthaltes zwischen 15,0 und 23,2 Tagen.

Die Dauer der Schmerztherapie und des Krankenhausaufenthaltes in Abhängigkeit von Operationsart und Analgesieverfahren können der Tabelle 6 entnommen werden.

**Tabelle 6:** Dauer der Schmerztherapie und des Krankenhausaufenthaltes in Abhängigkeit von Operationsart und Analgesieverfahren

		<b>Dauer der PCA (d)</b>		<b>Dauer des KH-Aufenth. (d)</b>	
		MW	SD	MW	SD
<b>Thorax</b>		<b>3,6</b>	1,5	<b>15,0</b>	6,8
davon	PCIA	3,6	1,6	15,0	6,8
<b>Colon</b>		<b>4,4</b>	3,4	<b>16,8</b>	10,6
davon	PCIA	6,0	7,5	24,0	17,8
	PCEA	4,0	1,5	15,2	7,7
<b>Oberbauch</b>		<b>4,5</b>	1,7	<b>19,5</b>	10,6
davon	PCIA	4,3	1,0	14,3	1,5
	PCEA	4,5	1,7	20,5	10,1
<b>Urologisch</b>		<b>5,5</b>	2,3	<b>23,3</b>	8,0
davon	PCIA	3,1	1,9	16,6	8,5
	PCEA	6,1	2,0	25,0	7,0
<b>Sonstiges</b>		<b>5,6</b>	3,8	<b>20,2</b>	13,6
davon	PCIA	6,1	4,3	21,6	14,3
	PCEA	4,0	1,4	16,0	11,9

### 3.3.5 Volumengabe

Die Volumengabe während der Operation lag zwischen 0,4 und 17 l. Der Volumenverlust zwischen 0 und 14,2 l. Die Dauer der Schmerztherapie wurde weder von der Volumengabe noch vom Volumenverlust beeinflusst.

Die Dauer des Krankenhausaufenthaltes war unabhängig vom Volumenverlust, nahm aber mit steigender Volumengabe zu.

## 3.4 Visiten

### 3.4.1 Anzahl und Dauer der Visiten

In dem erfaßten Zeitraum von 257 Tagen wurden vom Akutschmerzdienst insgesamt 1.455 Visiten durchgeführt, was einem Aufwand von 5,7 Visiten pro Tag entspricht. Dabei dauerte eine Visite durchschnittlich 13,8 Minuten, was insgesamt einen täglichen Zeitaufwand von 78,6 Minuten ergab.

Visitenanzahl und Visitedauer können der Tabelle 7 entnommen werden. Die erfassten Visiten der Plexuskatheter-Patienten sind in der Tabelle nicht enthalten.

**Tabelle 7:** Visitenanzahl und Visitedauer in Abhängigkeit von der Analgesieform

<b>Visitenanzahl</b>	<b>PCIA</b>	<b>PCEA</b>
Gesamt	491	920
Pro Patient	4,4	10,2
Pro Tag	1,9	3,6
<b>Visitedauer (min)</b>	<b>PCIA</b>	<b>PCEA</b>
Gesamt	6157	13302
Mittelwert	12,6	14,9
SD	7,2	8

### 3.4.2 Basalrate, Bolusgabe und Sperrzeit

Die Pumpeneinstellungen wurden flexibel gehandhabt. Wenn die Schmerzen eines Patienten zu- oder abnahmen, wurden Basalrate, Bolusgabe und Sperrzeit angepaßt.

Während bei den PCIA-Patienten initial nur wenig variiert wurde, war dies bei den PCEA-Patienten häufig der Fall. Meist wurden die Einstellungen jedoch in der zweiten Visite den Standardeinstellungen angenähert. Lediglich die Sperrzeit wurde mit 20 Minuten bei den meisten Patienten höher gewählt, als die ASD-Verfahrensweisen vorgeben. Die Einstellungen der PCEA-Pumpen können der Tabelle 8 entnommen werden.

**Tabelle 8:** Initiale Einstellungen der PCEA-Pumpen

	<b>ml/h</b>	<b>n</b>		<b>ml</b>	<b>n</b>		<b>min</b>	<b>n</b>
<b>Basalrate</b>	2	1	<b>Bolusgabe</b>	2	1	<b>Sperrzeit</b>	15	9
	3	2		3	1		20	69
	4	1		4	1			
	5	40		5	52			
	6	2		6	2			
	7	3		10	19			
	8	19		12	1			
	10	9						

### 3.4.3 VAS-Vergleich PCIA/PCEA

Insgesamt lagen die VAS-Werte in Ruhe bei der PCIA im Durchschnitt bei 2,1 (SD: 1,8), unter Belastung bei 4,6 (SD: 2,0). Die Maximalwerte lagen in Ruhe bei 8, beziehungs-

weise bei 10 unter Belastung.

Die PCEA-Patienten hatten durchschnittliche VAS-Werte in Ruhe von 1,5 (SD: 1,8) und 3,6 unter Belastung (SD: 2,2). Bei ihnen lagen die Maximalwerte bei 9 in Ruhe, unter Belastung bei 10.

Die durchschnittlichen VAS-Werte der verschiedenen Operationsarten können der Tabelle 9 entnommen werden.

**Tabelle 9:** Mittlere VAS-Werte der einzelnen Operationsarten

	<b>Ruhe</b>		<b>Belastung</b>	
	Mittelwert	SD	Mittelwert	SD
<b>Oberbauch</b>	<b>1,6</b>	1,8	<b>3,6</b>	2,3
davon PCIA	1,2	1,4	5,4	2,1
PCEA	1,6	1,8	3,5	2,2
<b>Urologie</b>	<b>1,6</b>	1,8	<b>3,7</b>	2,2
davon PCIA	2,3	1,5	4,4	1,7
PCEA	1,5	1,8	3,7	2,2
<b>Colon</b>	<b>1,7</b>	1,9	<b>4,1</b>	2,2
davon PCIA	3,4	1,9	5,5	1,9
PCEA	1,1	1,6	3,6	2,1
<b>Sonstiges</b>	<b>2,0</b>	1,8	<b>4,5</b>	2,3
davon PCIA	2,3	1,7	4,8	2,1
PCEA	1,1	1,9	3,7	2,7
<b>Thorax</b>	<b>1,7</b>	1,6	<b>4,4</b>	2,0

### 3.4.4 Patientenboli

Bei 20 Patienten lag die Differenz der insgesamt geforderten und erhaltenen Boli über 60. 17 dieser 20 Patienten waren mit der PCIA, drei mit der PCEA versorgt worden (siehe Tabelle 10).

**Tabelle 10:** Anzahl der Patienten mit einer Differenz zwischen geforderten und erhaltenen Boli von mehr als 60

	<b>PCIA</b>	<b>PCEA</b>
<b>Insgesamt</b>	17	3
<b>Thorax</b>	11	0
<b>Oberbauch</b>	2	1
<b>Urologie</b>	0	1
<b>Colon</b>	1	0
<b>Sonstiges</b>	3	1

### 3.4.5 Zusätzliche Analgesie

Bei insgesamt 499 Visiten war eine zusätzliche Analgesie notwendig: 5 mal bei den Plexuskathetern, 231 mal bei der PCEA (25,1 % aller PCEA-Visiten) und 263 mal bei der PCIA (53,6 % aller PCIA-Visiten).

Zur zusätzlichen Analgesie wurden Metamizol (Novalgin®), Paracetamol (Perfalgan®), Diclofenac (Voltaren®), Piritramid (Dipidolor®), Amitriptylin (Saroten®), Tramadol (Tramal®), der 'Würzburger Schmerztropf' (Haloperidol (Haldol®), Tramadol (Tramal®) und Metamizol (Novalgin®)), Ibuprofen, Fentanyl und Ropivacain benutzt, wobei die Substanzen auch kombiniert wurden.

Metamizol wurde 262, Paracetamol 235, Diclofenac 74 und Piritramid 21 mal verwendet. Bei sehr starken Schmerzen wurde bei zwei Patienten insgesamt 19 mal Amitriptylin verordnet. Tramadol wurde insgesamt 18 mal verabreicht. Der 'Würzburger Schmerztropf' kam bei stärksten Schmerzen trotz Pumpe 8 mal zum Einsatz. Ibuprofen und Fentanyl wurden jeweils 4 mal benutzt. Ein PCEA-Patient bekam bei einer Visite zusätzlich noch einen Ropivacain-Bolus.

### 3.4.6 Unerwünschte Wirkungen

In der vorliegenden Arbeit wurden die unerwünschten Wirkungen in eigentliche Nebenwirkungen der Arzneimittel und neurologische Auffälligkeiten eingeteilt.

Insgesamt wurden 101 Ereignisse erfaßt. Diese setzten sich hauptsächlich aus Parästhesien, Pruritus, Übelkeit und Sedierung zusammen. Parästhesien wurden bei insgesamt 50, Übelkeit bei 32, Pruritus bei zehn und Sedierung bei acht Visiten beobachtet.

Bei den PCIA-Patienten gab es insgesamt 31 Eintragungen. Bei jeweils einer Visite traten Parästhesien und Pruritus auf. In sieben Visiten dokumentierte der Akutschmerzdienst Sedierung. Über Übelkeit klagten Patienten in 22 Visiten. Bei einem Patienten war die Übelkeit Ursache für den Abbruch der Therapie.

In der PCEA-Gruppe wurden insgesamt 70 Ereignisse dokumentiert. Parästhesien traten in 49 Fällen auf, bei 10 Visiten klagten die Patienten über Übelkeit. In 9 Visiten wurde Pruritus, in einer Visite Sedierung beobachtet.

Bei einem Patienten entwickelte sich ein epiduraler Abszeß, der einen operativen Eingriff nötig machte.

### 3.4.7 Gesamtmenge des Schmerzmittels

In der PCIA-Gruppe wurden insgesamt 12.260 mg Piritramid verbraucht. Pro Patient lag hier der Mittelwert bei 131,8 mg (SD: 200,0). Im Schnitt erhielten die Patienten pro Tag 28,1 mg Piritramid (SD: 19,3).

Die PCEA-Gruppe verbrauchte insgesamt 79.088 mg Ropivacain und 19.772  $\mu\text{g}$  Sufentanil. Hier lag der Bedarf pro Patient durchschnittlich bei 1.216,7 mg Ropivacain (SD: 764,2) und 304,2  $\mu\text{g}$  Sufentanil (SD: 191,5); der tägliche Bedarf lag bei 231,3 mg Ropivacain (SD: 110,1) und 57,8  $\mu\text{g}$  Sufentanil (SD: 27,5).

Der Schmerzmittelbedarf nahm mit dem Alter ab. Frauen hatten einen geringeren täglichen Schmerzmittelbedarf mit 48,4 mg Ropivacain (SD: 35,6) und 12,1  $\mu\text{g}$  Sufentanil (SD: 8,9) als Männer mit 60,0 mg Ropivacain (SD: 39,8) und 15,0  $\mu\text{g}$  Sufentanil (SD: 10,0).

## 4 Diskussion

### 4.1 Allgemeines

Gerade bei einem komplexen Verfahren wie der patientenkontrollierten Analgesie ist man auf die Kooperation des Patienten angewiesen, darauf, daß er Anweisungen verstehen und ausführen sowie Feedback geben kann. Neben der Fähigkeit, seine Schmerzintensität realistisch einschätzen zu können, muß der Patient in der Lage sein, diese anhand der VAS-Skala zum Ausdruck zu bringen.

Studien haben gezeigt, daß patientenkontrollierte Analgesie und VAS-Skala ab dem sechsten bis siebten Lebensjahr eingesetzt werden können. Dabei entspricht die Fähigkeit, einen Gameboy® zu bedienen, der PCA-Fähigkeit. [29] Neben dem Alter spielen auch Faktoren wie psychische Verfassung, Vigilanz und Muttersprache eine Rolle.

Somit eignet sich die patientenkontrollierte Analgesie für kooperative Patienten vom Kindes- bis ins Greisenalter, vorausgesetzt, dem Patienten kann das Prinzip der Methode vermittelt werden und er ist physisch dazu in der Lage, den Auslösemechanismus zu betätigen. [8]

Im untersuchten Patientenkollektiv war bei einem Patienten die Verständigung aufgrund der Sprachbarriere fast unmöglich. Bei ihm konnten die VAS-Werte und die unerwünschten Wirkungen nur mittels eines Dolmetschers erfragt werden, was die Therapie erschwerte.

Besonders Patienten der ASA-Risikoklassen III und IV scheinen von der PCEA zu profitieren, und je gravierender die Risikofaktoren sind, desto mehr scheint der höhere Aufwand dieses Verfahrens gerechtfertigt zu sein. [30]

In der vorliegenden Arbeit wurden 48 der 87 Patienten mit ASA III und fünf der acht Patienten mit ASA IV mittels PCIA versorgt. Auch bei den Patienten mit einem oder mehreren Risikofaktoren hielten sich die postoperativen Analgesieverfahren die Waage.

Im untersuchten Patientenkollektiv wurden die thoraxchirurgischen Patienten ausschließlich mit der PCIA versorgt; dagegen überwog bei den Oberbauch-, Colon- und Urologie-Patienten das PCEA-Verfahren.

Neben einer guten Schmerztherapie soll die thorakale Periduralanalgesie postoperativ eine verbesserte respiratorische Funktion bieten. Gerade bei kardialen Risikopatienten führt sie zu einer Herzfrequenzabnahme sowie einer besseren Endokardperfusion. [31] In einer 1997 veröffentlichten Studie kamen Stehr et al. zu dem Ergebnis, daß Patienten, die sich einer Thorax-Operation unterziehen mußten, sowohl mit der PCEA als auch mit der PCIA

gut versorgt waren. Sie bezogen sich dabei nicht nur auf die Schmerzfreiheit sondern auch auf die postoperativen Komplikationen. Allerdings fanden sie statistisch signifikant bessere Werte für Vigilanz und subjektive Befindlichkeit in der PCEA-Gruppe. [32]

Azad et al. konnten 2000 keine Senkung der pulmonalen Komplikationsrate in der PCEA-Gruppe finden. [33] 2007 veröffentlichten Hansdottier et al. eine Studie, in der beide Verfahren, bis auf einen Trend hin zu weniger pulmonalen Komplikationen bei den PCEA-Patienten, gleich gut bewertet wurden. [34] Insgesamt ist die Studienlage also nicht eindeutig, teilweise sogar widersprüchlich, weswegen hinterfragt werden muß, ob das aufwendigere PCEA-Verfahren bei Thorax-Operationen gerechtfertigt ist.

Insbesondere nach großen viszeralchirurgischen Eingriffen kommt es meist zu einer passageren Magen- und Darmatonie. Während sich die Motilität des Magens in der Regel innerhalb von 24 Stunden normalisiert, dauert die postoperative Motilitätsstörung des Colons bis zu drei Tage an. Unter postoperativer PCEA wurde ein früheres Wiedereinsetzen der gastrointestinalen Motilität nachgewiesen. Hierbei übt die durch die PCEA herbeigeführte intestinale Sympathikolyse und die Einsparung von Opioiden einen günstigen Einfluß aus. [35, 36]

Die in den letzten Jahren populär gewordene, sogenannte "Fast-Track-Chirurgie", die vor allem bei colorektalen Operationen angewendet wird, greift diese Vorteile auf. Hierbei spielen atraumatische chirurgische Techniken, frühe Mobilisation und orale Ernährung, aber auch anästhesiologische Maßnahmen eine große Rolle. Dazu zählen ein optimiertes perioperatives Volumenmanagement, eine optimierte Narkose, eine Prophylaxe postoperativer Übelkeit und gastrointestinaler Atonie und, vor allem, eine effektive postoperative Schmerztherapie. [36, 37]

Aber auch Patienten, die nicht nach dem Fast-Track-Verfahren operiert werden, profitieren von der PCEA. So kamen Taqi et al. in ihrer 2007 veröffentlichten Studie zu dem Schluss, daß der postoperative Ileus bei den mit der PCEA versorgten Patienten schneller überwunden wurde und die Schmerzintensität insgesamt geringer war. [38]

Heid et al. kamen 2002 zu dem Ergebnis, daß das PCEA-Verfahren bei urologischen Operationen eine bessere Schmerztherapie bietet als das PCIA-Verfahren. Außerdem sollen kardiale und pulmonale Morbidität gesenkt werden, postoperativer Ileus seltener auftreten und eine schnellere Mobilisation erreicht werden. [39]

Nutzt man die Epiduralanalgesie schon während der Operation, so kann es aufgrund der Sympathikusblockade zu Hypotonie und Bradykardie kommen. Zur Prophylaxe sollte deshalb in diesen Fällen Volumen substituiert werden. [4, 18]

In dem untersuchten Kollektiv bekamen die Patienten, bei denen die Schmerzpumpe

schon während der Operation lief, im Durchschnitt fast doppelt so viel Volumen wie Patienten, bei denen dies nicht der Fall war.

Um eine optimale Analgesie zu gewährleisten und mögliche Nebenwirkungen zu minimieren, sollten die Epiduralkatheter möglichst segmental korrekt platziert werden. So sollte die Punktionshöhe bei Oberbauch-Operationen zwischen Th 8 und Th 10 liegen, um die Segmente Th 6 bis Th 12 auszuschalten. Bei Mittel- und Unterbauch-Operationen sollte die Punktionshöhe bei Th 10 bis Th 12 liegen, um die Segmente Th 6 bis L 2 auszuschalten. [30, 4, 40]

Nur sieben der drei Oberbauch-Patienten wurden zwischen Th 8 und Th 9 punktiert, 26 zwischen Th 5 und Th 7, zu hoch also für eine optimale Analgesie. Auch bei den Colon-Patienten wurden nur etwa die Hälfte zwischen Th 10 und Th 12 punktiert, bei 11 Patienten lag die Punktionshöhe höher. Die erfassten Urologie-Patienten waren, bis auf einen, alle höher punktiert, als es in der Literatur empfohlen wird.

Die Einstellungen der Schmerzpumpen orientierten sich initial sowohl bei den PCIA-Patienten als auch bei den PCEA-Patienten zumeist an den vorgegebenen Standardeinstellungen. [27] Lediglich die Sperrzeit wurde bei den PCEA-Patienten häufiger auf 20 statt auf 15 Minuten eingestellt. Im Verlauf wurden Basalrate, Bolusgabe und Sperrzeit dann je nach Schmerzintensität der Patienten, gemessen an den VAS-Werten, variiert. Dabei lautete die Vorgabe der Anästhesiologischen Klinik, die Pumpeneinstellungen den Bedürfnissen der Patienten anzupassen. [25]

Trotz aller Variabilitäten kann man zusammenfassend sagen, daß der Großteil der Patienten mit den Standardeinstellungen gut eingestellt war.

Da Therapie- und Aufenthaltsdauer wichtige Kostenfaktoren einer stationären Behandlung sind, wurden diese bei jedem Patienten erfaßt und es wurde analysiert, von welchen Faktoren diese abhingen.

Um retrospektiv Schwere und Dauer des jeweiligen Eingriffes abschätzen zu können, wurden Volumengaben sowie Volumenverluste während der Operation erfaßt. Die Volumengabe wurde relativ genau dokumentiert, wobei hier kristalloide und kolloidale Infusionen sowie Blut zusammengerechnet wurden. Der Volumenverlust konnte dagegen nur abgeschätzt werden, da quantitativ messbar nur Katheter-Urin und Inhalt der Absaugung waren. Nicht berücksichtigt werden konnten die benutzten Bauchtücher sowie Volumenverluste durch Verdunstung. Die Dauer des Krankenhausaufenthaltes stieg mit steigender Volumengabe an, der Volumenverlust hatte dagegen darauf keinen Einfluß.

Erwartungsgemäß führten höheres Patientenalter sowie ein höherer ASA-Status zu einer längeren Dauer des Krankenhausaufenthaltes.

In der vorliegenden Arbeit ist die Aussagekraft eines Vergleiches zwischen der PCIA und der PCEA aufgrund der unterschiedlichen Patientenzahlen und der Tatsache, daß die Thorax-Operationen ausschließlich mit der PCIA, die relativ großen Oberbauch- und Urologie-Operationen dagegen überwiegend mit der PCEA versorgt wurden, eingeschränkt.

Die Oberbauch- und Urologie-Patienten, die mit der PCIA versorgt worden waren, wurden im Durchschnitt früher entlassen. Bei den Colon-Operationen schnitt das PCEA-Verfahren besser ab. Hier war die Dauer der Schmerztherapie im Durchschnitt zwei Tage, die Dauer des Krankenhausaufenthaltes fast neun Tage kürzer als bei den PCIA-Patienten. Bei den Operationen, die unter "Sonstiges" zusammengefasst wurden, lag in der PCEA-Gruppe die Dauer der Schmerztherapie um zwei Tage, die Dauer des Krankenhausaufenthaltes um fast sechs Tage niedriger als in der PCIA-Gruppe.

## **4.2 Aufwand**

In Zeiten zunehmend begrenzter Mittel, Budgetierungen und DRGs spielen auch ökonomische Gesichtspunkte einer Therapie eine wichtige Rolle. [41] So muß man eine Kosten-Nutzen-Rechnung aufstellen und kritisch beäugen, ob der Aufwand, den die postoperative patientenkontrollierte Analgesie verursacht, durch den tatsächlichen Nutzen gerechtfertigt ist.

Schuster et al. kamen in ihrer 2004 veröffentlichten Studie zu dem Ergebnis, daß die Personalkosten etwa die Hälfte der Gesamtkosten der PCA ausmachen. [23] 2006 merkten Bartha et al. an, daß die PCEA zwar eine bessere Schmerztherapie ermöglicht, jedoch erheblich mehr Kosten verursacht als die PCIA. [42]

Bei den PCEA-Patienten lag die durchschnittliche Dauer der Anlage bei 22 Minuten. Die kleinste angegebene Anlagedauer von 5 min bei der PCEA-Anlage erscheint allerdings unrealistisch angesichts des Aufwandes einer PDK-Anlage. Es ist davon auszugehen, daß die tatsächliche Dauer der Anlage bei den PCEA-Patienten länger war als die bei den PCIA-Patienten. Einige Anästhesisten verstanden unter Dauer der Anlage wohl nur das Einstellen der PCA-Pumpe und nicht die Anlage des Periduralkatheters.

Insgesamt wurden pro PCEA-Patient im Durchschnitt 10 Visiten a 15 Minuten durchgeführt, was einen zeitlichen Aufwand von insgesamt 150 Minuten ergibt. Zusammen ist dies einen Zeitbedarf von fast drei Stunden, der für einen PCEA-Patienten aufgewendet werden mußte.

Die Dauer der Anlage lag bei den PCIA-Patienten bei 15 Minuten. Hier wurden pro Patient im Durchschnitt 4 Visiten à 13 Minuten durchgeführt, was einem zeitlichen Aufwand von insgesamt 52 Minuten entspricht. Der Zeitaufwand für einen PCIA-Patienten lag also bei etwas über einer Stunde.

Betrachtet man im beobachteten Zeitraum nun einen durchschnittlichen Tag, so kommt man auf 1,6 PCIA- beziehungsweise PCEA-Anlagen. Bei ungefähr 18 Minuten pro Anlage also auf einen täglichen Aufwand von etwa 30 Minuten. Für die Visiten mußten pro Tag etwa 80 Minuten aufgewendet werden. Zusammengenommen lag der Zeitaufwand für die postoperative Schmerztherapie also bei ungefähr 110 Minuten pro Tag.

Dieser Mehraufwand gegenüber der konventionellen Schmerztherapie kann, ohne zusätzliches Personal, in einem durchschnittlichen Krankenhaus von Anästhesisten und Pflegepersonal nur dann bewältigt werden, wenn die Organisationsstrukturen dem Verfahren angepasst werden. So machten Bernd et al. in ihrer 2004 veröffentlichten Studie Vorschläge, wie durch gute Organisation auch in einem Regelkrankenhaus ein "Akutschmerzdienst" bei gleichbleibender Personalbesetzung eingerichtet werden kann. Nach ihren Vorschlägen sollte die primäre Verordnung eines PCA-Systems von den Anästhesisten vorgenommen werden, die Überwachung der ordnungsgemäßen Funktion der PCA-Pumpen und der Patientenzufriedenheit aber in pflegerischer Hand liegen. Dadurch könnte, auch bei begrenzter ärztlicher Kapazität, die PCA auf sämtlichen operativen Pflegestationen durchgeführt werden. Nötige Anpassungen der Schmerztherapie sollten dabei vom ASD-Personal nach Rücksprache mit dem zuständigen Anästhesisten vorgenommen werden. Bernd et al. sprechen sich außerdem für die Ausbildung einer sogenannten "Pain-Nurse" aus, einer speziell ausgebildeten Pflegekraft mit klar definierten Aufgaben: Unterstützung des ASD, laufender Kontakt mit dem Stationspflegepersonal, Kontrolle und eventuelle Anpassung der Schmerztherapie, Schulung und Einweisung des Pflegepersonals. In ihrer Studie stellte sich heraus, daß der zeitliche Aufwand des ASD-Personals durch den Zeitgewinn des Pflegepersonals egalisiert wurde. Auffallend war auch der hohe Motivationsgrad des gesamten Anästhesieteams, welches die neue Aufgabe zunehmend als Bereicherung seiner Tätigkeit wertete. [8]

Coleman et al. zeigten bereits 1996, daß durch die Einführung einer "Pain-Nurse" nicht nur die Schmerztherapie effizienter gestaltet werden konnte, sondern auch die unerwünschten Nebenwirkungen der Therapie reduziert werden konnten. [43] Zu ähnlichen Ergebnissen kamen 2000 auch Salomaki et al. [44]

Neben dem Zeitaufwand für die Anästhesisten ist natürlich auch der Schmerzmittelverbrauch ein nicht unerheblicher Kostenfaktor.

Man geht davon aus, daß der Schmerzmittelbedarf im Alter geringer ist und Frauen eine höhere Schmerzschwelle haben als Männer. [4, 45] Beides deckt sich mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit. Der Schmerzmittelbedarf nahm mit zunehmendem Alter ab, bei Frauen war er um fast 20% niedriger.

Insgesamt benötigte ein durchschnittlicher PCIA-Patient etwa 132 mg Piritramid. Bei einem Preis von etwa 0,21 €/mg lagen hier die Gesamtkosten bei etwa 28 € pro Patient. Auch aufgrund der Basalrate lag der Schmerzmittelbedarf in der PCEA-Gruppe im Mittel bei über 1.200 mg Ropivacain und etwa 300 µg Sufentanil. Ropivacain liegt bei etwa 0,05 €/mg und Sufentanil schlägt mit etwa 0,30 €/µg zu Buche. Zusammen also Kosten von 150 € pro PCEA-Patient.

Insgesamt war also das PCEA-Verfahren das weitaus aufwendigere. Der Zeitaufwand für die Anästhesisten war etwa drei mal, die Kosten für die Schmerzmittel etwa fünf mal höher.

### 4.3 Effizienz

Eine suffiziente Schmerztherapie kann die Inzidenz von Pneumonien und Atelektasen senken, da bei geringeren Schmerzen ein kräftigerer Hustenstoß sowie eine tiefere Inspiration möglich sind. [46, 37] Gerade für die Mobilisation spielt ein geringer VAS-Wert unter Belastung eine wichtige Rolle.

In der Literatur werden als VAS-Grenzwerte im Sinne einer effizienten Schmerztherapie 4 Punkte als Ruhe- und 6 als Belastungswert angegeben. [32, 2] In den meisten Arbeiten wurde dem schlafenden Patienten ein VAS-Wert von 0 Punkten, sowohl in Ruhe als auch bei Belastung, zugeordnet. Um ein möglichst objektives Ergebnis zu erhalten, wurde in der vorliegenden Arbeit dem schlafenden Patienten kein VAS-Wert zugeordnet.

Im Mittel lagen die VAS-Werte in beiden Gruppen in Ruhe unter 3 und bei Belastung unter 5. Dies spricht für eine effiziente Analgesie beider Verfahren. Trotzdem zeigen die Ergebnisse, daß die Analgesie in der PCEA-Gruppe besser war als bei den PCIA-Patienten. In Ruhe lagen hier die Werte um 0,6 Punkte niedriger, unter Belastung sogar um einen ganzen Punkt.

Betrachtet man die einzelnen Operationsverfahren, so schneidet das PCEA-Verfahren, was die VAS-Werte unter Belastung angeht, bei allen besser ab. Am größten war hier die Differenz bei den Colon- und Oberbauch-Patienten. Die VAS-Werte der PCEA-Patienten lagen in beiden Fällen im Mittel 1,9 Punkte unter den Werten der PCIA-Patienten.

Auch in Ruhe waren die Schmerzen, außer bei den Oberbauch-Operationen, zum Teil er-

heblich geringer. Auch hier war die Differenz bei den Colon-Patienten am größten, die VAS-Werte lagen um 2,3 Punkte niedriger als bei den PCIA-Patienten.

Als weiteres Maß für die Effektivität der Analgesie wurden in der vorliegenden Arbeit Patienten gesondert betrachtet, bei denen die Differenz zwischen insgesamt geforderten und erhaltenen Patientenboli über 60 lag. Dies geschah in der Annahme, daß eine unzureichende Analgesie eine hohe Differenz zur Folge hat.

Insgesamt 20 Patienten fielen in diese Gruppe. In 10 Fällen waren die Patienten trotz zusätzlicher Medikamente nicht ausreichend analgisiert. Drei dieser Patienten forderten auch bei geringen Schmerzen (bis zu VAS-Werten von 3) zu häufig Bolusgaben an. In acht Fällen, vor allem bei den Patienten, die eine Differenz zwischen Anforderung und erhaltenen Boli größer 150 aufwiesen, war der Grund der, daß sie direkt zu Beginn der Schmerztherapie zu häufig anforderten. Dies geschah wohl auch aus Angst vor den zu erwartenden Schmerzen.

Ein, laut Angabe des betreuenden Anästhesisten, 'sehr ängstlicher' Patient, hatte gleich am ersten Tag über 300 mal eine Bolusgabe angefordert. Dieser Patient hatte über die gesamte Dauer der Schmerztherapie 550 mal angefordert und insgesamt nur 70 Boli erhalten. Ein anderer hatte gleich zu Beginn 250, über die gesamte Dauer der Schmerztherapie 258 mal einen Bolus angefordert und insgesamt 27 erhalten.

Auffällig ist, daß 17 dieser 20 Patienten mit der PCIA, dagegen nur drei mit der PCEA versorgt worden waren. Dies legt den Schluß nahe, daß die Analgesie durch das PCEA-Verfahren effizienter war als durch das PCIA-Verfahren.

Bei den 1.455 betrachteten Visiten kam man in 956 ohne zusätzliche Analgesie aus. In 499 Visiten benötigte man neben den in den 'ASD-Verfahrensanweisungen' vorgeschlagenen Begleitmedikamenten Metamizol, Diclofenac und Paracetamol unter anderem auch die Opiatderivate Fentanyl, Piritramid und Tramadol. Die Ropivacaingabe bei einem der PCEA-Patienten war in Wirklichkeit ein zusätzlicher Bolus, den der Anästhesist unter 'Begleitmedikation' eingetragen hatte.

Interessant ist, daß in 53,6% aller PCIA-Visiten eine zusätzliche Medikation notwendig war, im Gegensatz zu den PCEA-Visiten, bei denen diese nur in 25,1% aller Fälle benötigt wurde.

Zusammengefasst legen die Ergebnisse also den Schluß nahe, daß die mit der PCEA versorgten Patienten unter weniger Schmerzen litten als die PCIA-Patienten. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen anderer Arbeiten. [47, 48]

## 4.4 Risiken

Aufgrund der in der postoperativen Analgesie eingesetzten hochpotenten Opiode treten als Nebenwirkungen hauptsächlich Übelkeit und Erbrechen, Parästhesien, Pruritus und Sedierung auf. Auch Atemdepression ist grundsätzlich möglich, aber eher selten. [4]

Bei den PCIA-Patienten im untersuchten Patientenkollektiv überwogen Sedierung und Übelkeit, wobei die Übelkeit in einem Fall einen Therapieabbruch nötig machte.

Insgesamt traten bei den mit der PCEA versorgten Patienten mehr Probleme auf. Am häufigsten waren Parästhesien und Pruritus. Außerdem wurde, wenn auch nicht so häufig wie in der PCIA-Gruppe, über Übelkeit berichtet.

Neben den bereits genannten unerwünschten Wirkungen kommen bei der PCEA noch spezifische Komplikationen hinzu: Blutdruckabfall aufgrund der Sympathikusblockade bei Injektion des Lokalanästhetikums, Rückenmarkverletzungen und postspinaler Kopfschmerz nach versehentlicher Durapunktion. Gerinnungsstörung oder Verletzung einer Periduralvene können zu einem periduralen Hämatom führen. Bei nicht streng aseptischem Vorgehen kann es zu bakteriellen Infektionen kommen. [4, 19] Neurologische Komplikationen der epiduralen Analgesie sind gefürchtet, aber bei richtiger Technik selten. [49] Am gefährlichsten sind, neben spinalen Hämatomen, epidurale Abszesse. Deshalb ist steriles Arbeiten sowie ein sorgfältiges Monitoring zur Früherkennung einer spinalen Raumforderung wichtig. Alarmierende Symptome sind motorische Schwäche, sensible Ausfälle und Schmerzen im Bereich der Wirbelsäule.

Bei einem PCEA-Patienten im untersuchten Kollektiv kam es zu einem epiduralen Abszeß, der neurochirurgisch versorgt werden mußte.

Während der beobachteten 1.455 Visiten traten zwar nur 101 unerwünschte Wirkungen auf, trotzdem ist für die PCA ein regelmäßiges und sorgfältiges Monitoring unabdingbar.

## 4.5 Konklusion

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß mit der patientenkontrollierten Analgesie eine suffiziente postoperative Schmerzbehandlung erzielt werden kann.

Auch wenn beide Verfahren eine gute Analgesie bieten, so schneidet das kostenintensivere PCEA-Verfahren, was die Effizienz der Schmerztherapie angeht, deutlich besser ab. Um die Risiken beider Verfahren zu minimieren, ist ein regelmäßiges und sorgfältiges Monitoring notwendig. Nicht zuletzt deshalb ist der aus anästhesiologischer Sicht gese-

hene Mehraufwand nicht unerheblich, er kann jedoch durch angepasste Organisationsstrukturen und Miteinbeziehung des Pflegepersonals verringert werden.

## 5 Zusammenfassung

Die patientenkontrollierte Analgesie (PCA) hat sich in den letzten Jahren als Therapieoption bei der postoperativen Schmerztherapie etabliert. Dabei gibt es zwei Verfahren, die intravenöse (PCIA) und die epidurale patientenkontrollierte Analgesie (PCEA).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, zu untersuchen, ob die PCA eine effiziente postoperative Schmerztherapie bieten kann und ob eines der beiden Verfahren besser abschneidet. Neben dem für die Therapie notwendigen Aufwand sollten auch die Risiken betrachtet werden.

Insgesamt wurden dafür die Daten von 225 Patienten ausgewertet, die zwischen Juni 2004 und Februar 2005 vom Akutschmerzdienst der Anästhesiologischen Klinik der Universität Würzburg betreut worden waren. Die Patienten im Alter von 16 bis 84 Jahren kamen aus den Kliniken der Urologie, der Allgemein- und der Herz-Thorax-Chirurgie, sie hatten alle einen größeren operativen Eingriff hinter sich.

Als Quellen dienten der Visitenordner des Akutschmerzdienstes, das Kliniknetzwerk der Universitätsklinik Würzburg (SAP®) sowie die Narkoseprotokolle der einzelnen Operationen.

Die Operationsarten wurden eingeteilt in 'Thorax', 'Oberbauch', 'Colon', 'urologische' und 'Sonstiges'. Insgesamt wurden 87 Thorax-, 40 Oberbauch-, 35 urologische, 33 Colon- und 30 sonstige Operationen erfaßt. Dabei wurden 119 Patienten mit der PCIA, 96 Patienten mit der PCEA und 10 Patienten mit Plexuskathetern versorgt. Die Thorax-Patienten wurden ausschließlich mit PCIA versorgt, bei den Oberbauch-, den Colon- und den Urologie-Patienten überwog das PCEA-Verfahren.

Von den insgesamt erfaßten 1.455 Visiten wurden 920 bei den PCEA- und 491 bei den PCIA-Patienten durchgeführt. Der durchschnittliche tägliche Zeitaufwand für die Visiten alleine lag bei etwa 80 Minuten. Für alle Visiten eines durchschnittlichen PCEA-Patienten wurde ungefähr dreimal soviel Zeit benötigt wie für die eines PCIA-Patienten. Insgesamt wurden im Zentrum für Operative Medizin in Würzburg im betrachteten Zeitraum täglich im Schnitt um die 110 Minuten für die patientenkontrollierte Analgesie benötigt.

Die Kosten für die Analgetika waren mit 150 € beim PCEA-Verfahren etwa fünf mal so hoch wie beim PCIA-Verfahren.

Zur Erfassung der Effizienz der Schmerztherapie wurden die Visuelle Analogskala (VAS), die Differenz der geforderten und erhaltenen Patientenboli sowie die Angaben, in wie vielen Visiten eine zusätzliche Analgesie notwendig war, herangezogen.

Insgesamt waren die Patienten mit beiden Verfahren suffizient analgisiert. Im Vergleich zeigten sich jedoch bei dem PCEA-Verfahren deutlich niedrigere VAS-Werte. Außerdem benötigten die PCEA-Patienten in nur 25% aller Visiten eine zusätzliche Analgesie, im

Gegensatz zu den PCIA-Patienten, die in über 50% eine zusätzliche Schmerzmedikation bekamen. Auch bei der Differenz der geforderten und erhaltenen Patientenboli schnitt das PCEA-Verfahren besser ab.

Insgesamt traten bei den 1.455 betrachteten Visiten 101 unerwünschte Wirkungen auf. Bei den PCIA-Patienten überwogen Übelkeit und Sedierung, in der PCEA-Gruppe Parästhesien. Ein PCEA-Patient mußte neurochirurgisch versorgt werden, nachdem es bei ihm zu einem epiduralen Abszeß gekommen war.

Die PCA ist ein suffizientes Verfahren in der postoperativen Schmerztherapie. Sowohl PCIA als auch PCEA bieten eine ausreichende Analgesie, jedoch wird durch die PCEA, bei größerem Aufwand, eine bessere Analgesie erreicht. Die Risiken sind überschaubar, setzen jedoch ein regelmäßiges Monitoring voraus.

# Anhang

Klinik für Anaesthesiologie Universität Würzburg		Visitenbogen postoperative Schmerztherapie		Direktor: Prof. Dr. N. Roewer	
Patientenaufkleber (Barcode) oder Name: _____		Operation: _____		<input type="checkbox"/> PCA	Pumpentyp <input type="checkbox"/> Alaris P 5000
Fall-Nummer: _____ m		Wahlleistung: <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein		Seite: _____	
Geburtsdatum: _____ W		Klinik <input type="checkbox"/> Augen <input type="checkbox"/> Kinder <input type="checkbox"/> Neurologie <input type="checkbox"/> Sonstige <input type="checkbox"/> Chirurgie <input type="checkbox"/> Med. Klinik <input type="checkbox"/> Orthopädie <input type="checkbox"/> Frauen <input type="checkbox"/> MKG <input type="checkbox"/> Psychiatrie <input type="checkbox"/> Haut <input type="checkbox"/> NCH <input type="checkbox"/> THG <input type="checkbox"/> HNO <input type="checkbox"/> Neurologie <input type="checkbox"/> Urologie		Kardinalstelle (Tel. Station)	
Standard-einstellungen siehe Rückseite	Datum: _____	Katheter: Dicke _____ G Anlage durch Dr. _____ PDR-Tiefe / Hautniveau _____ / _____ cm	Medikamente: <input type="checkbox"/> Bupivacain _____ % <input type="checkbox"/> Ropivacain _____ % <input type="checkbox"/> Sufentanil _____ µg/ml <input type="checkbox"/> Fentanyl _____ µg/ml <input type="checkbox"/> _____	Einstellungen bei Visitenende Basirrate (ml/h) _____ Bolusdosis (ml) _____ Sperrzeit (min) _____	Aktueller Spritzeninhalt _____ ml <input type="checkbox"/> Spritze nachgefüllt
	Beginn (hh:mm) _____	<input type="checkbox"/> SD <input type="checkbox"/> Peridural <input type="checkbox"/> Th _____ / _____ <input type="checkbox"/> US <input type="checkbox"/> Spinal <input type="checkbox"/> Lu _____ / _____ <input type="checkbox"/> BD <input type="checkbox"/> Plexus brachialis <input type="checkbox"/> RB <input type="checkbox"/> Sonstige _____	Neurologie / Nebenwirk. <input type="checkbox"/> alles o.p.B. <input type="checkbox"/> Sedierung <input type="checkbox"/> motor. Blockade <input type="checkbox"/> Übelkeit <input type="checkbox"/> Parästhesien <input type="checkbox"/> Frantus	Einstellungen bei Visitenende Basirrate (ml/h) _____ Bolusdosis (ml) _____ Sperrzeit (min) _____	Aktueller Spritzeninhalt _____ ml <input type="checkbox"/> Spritze nachgefüllt
	Ende (hh:mm) _____	Ruhe <input type="checkbox"/> VAS (0-10) _____ Belast. _____	Patientenboli gefordert erhalten letzte 12 h _____ Gesamtverbrauch: _____ ml	Verbandwechsel <input type="checkbox"/> Filterw. <input type="checkbox"/> Einschichtelle: _____	Einstellungen bei Visitenende Basirrate (ml/h) _____ Bolusdosis (ml) _____ Sperrzeit (min) _____
Datum: _____	Ruhe <input type="checkbox"/> VAS _____	Patientenboli gefordert erhalten letzte 12 h _____	Neurologie / Nebenwirk. <input type="checkbox"/> alles o.p.B. <input type="checkbox"/> Sedierung <input type="checkbox"/> motor. Blockade <input type="checkbox"/> Übelkeit <input type="checkbox"/> Parästhesien <input type="checkbox"/> Frantus	Einstellungen bei Visitenende Basirrate (ml/h) _____ Bolusdosis (ml) _____ Sperrzeit (min) _____	Aktueller Spritzeninhalt _____ ml <input type="checkbox"/> Spritze nachgefüllt
Beginn (hh:mm) _____	<input type="checkbox"/> SD <input type="checkbox"/> Peridural <input type="checkbox"/> Th _____ / _____ <input type="checkbox"/> US <input type="checkbox"/> Spinal <input type="checkbox"/> Lu _____ / _____ <input type="checkbox"/> BD <input type="checkbox"/> Plexus brachialis <input type="checkbox"/> RB <input type="checkbox"/> Sonstige _____	Verbandwechsel <input type="checkbox"/> Filterw. <input type="checkbox"/> Einschichtelle: _____	Einstellungen bei Visitenende Basirrate (ml/h) _____ Bolusdosis (ml) _____ Sperrzeit (min) _____	Aktueller Spritzeninhalt _____ ml <input type="checkbox"/> Spritze nachgefüllt	Code: _____ Funk: _____ Unterschrift: _____
Ende (hh:mm) _____	<input type="checkbox"/> SD <input type="checkbox"/> Peridural <input type="checkbox"/> Th _____ / _____ <input type="checkbox"/> US <input type="checkbox"/> Spinal <input type="checkbox"/> Lu _____ / _____ <input type="checkbox"/> BD <input type="checkbox"/> Plexus brachialis <input type="checkbox"/> RB <input type="checkbox"/> Sonstige _____	Verbandwechsel <input type="checkbox"/> Filterw. <input type="checkbox"/> Einschichtelle: _____	Einstellungen bei Visitenende Basirrate (ml/h) _____ Bolusdosis (ml) _____ Sperrzeit (min) _____	Aktueller Spritzeninhalt _____ ml <input type="checkbox"/> Spritze nachgefüllt	Code: _____ Funk: _____ Unterschrift: _____

Abbildung 1: Beispiel eines Visitenbogens

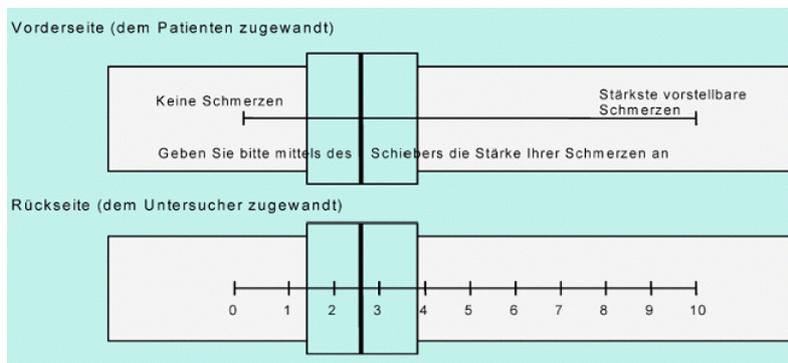


Abbildung 2: Beispiel einer VAS-Skala

## Literatur

- [1] Klinker R., Silbernagl S. *Lehrbuch der Physiologie*. Thieme Verlag, 2001.
- [2] Angster R., Hainsch-Müller I. Postoperatives Schmerzmanagement. *Anaesthesist* 54:505-533, 2005.
- [3] Fölsch U. R., Kochsiek K., Schmidt R.F. *Pathophysiologie*. Springer Verlag, 2000.
- [4] Larsen R. *Larsen Anästhesie*. Urban und Fischer Verlag, 2002.
- [5] Silbernagl S., Despopoulos A. *Taschenatlas der Physiologie*. Thieme Verlag, 2000.
- [6] Silbernagl S., Lang F. *Taschenatlas der Pathophysiologie*. Thieme Verlag, 1998.
- [7] Breme K., Altmeyden J., Taeger K. Wie zuverlässig ist unser Gedächtnis für akute postoperative Schmerzen? *Anaesthesist* 49:18-24, 2000.
- [8] Bernd W., Seintsch H., Amstad R., Burri G., Weber V. Organisationsmodell der postoperativen Schmerztherapie am Beispiel eines Krankenhauses der Regelversorgung. *Anaesthesist* 53:531-542, 2004.
- [9] Meissner W., Ullrich K., Zwacka S., Schreiber T., Reinhart K. Qualitätsmanagement am Beispiel der postoperativen Schmerztherapie. *Anaesthesist* 50:661-670, 2001.
- [10] Power I. Recent advances in postoperative pain therapy. *Br J Anaesth* 95:43-51, 2005.
- [11] Siewert J. *Chirurgie*. Springer Verlag, 2001.
- [12] Bonnet F., Marret E. Influence of anaesthetic and analgesic techniques on outcome after surgery. *Br J Anaesth* 95:52-58, 2005.
- [13] Spencer S., Christopher L. The Effect of Analgesic Technique on Postoperative Patient-Reported Outcomes Including Analgesia: A Systematic Review. *Anesth Analg* 105:789-808, 2007.
- [14] Brodner G., Pogatzki E., Van Aken H. Ein modernes Konzept zur postoperativen Schmerztherapie. *Anaesthesist* 46:124-131, 1997.
- [15] Brodner G., Pogatzki E., Wempe H., Van Aken H. Patientenkontrollierte postoperative Epiduralanalgesie. *Anaesthesist* 46:165-171, 1997.

- [16] Behera B., Puri G., Ghai B. Patient-controlled epidural analgesia with fentanyl and bupivacaine provides better analgesia than intravenous morphine patient-controlled analgesia for early thoracotomy pain. *J Postgrad Med* 54:86-90, 2008.
- [17] Bayar U., Basaran M., Atasoy N., Ayoglu H., Sade H., Altunkaya H. Comparison of satisfaction and pain relief between patients-controlled analgesia and interval analgesia after laparoscopic ovarian cystectomy. *Journal of Psychosomatic Obstetrics and Gynecology* 29(2):139-145, 2008.
- [18] Kretz F.-J., Schäffer J. *Anästhesie Intensivmedizin Notfallmedizin Schmerztherapie*. Springer Verlag, 2000.
- [19] Striebel H.W. *Repetitorium Anaesthesiologie*. Springer, 2008.
- [20] Klaschik E., Henn P. Qualität der postoperativen Schmerztherapie. *Anaesthesist* 46:143-146, 1997.
- [21] Schoenwald A., Clark CR. Acute pain in surgical patients. *Contemporary Nurse* 22(1):97-108, 2006.
- [22] Windsor AM., Glynn CJ., Mason DG. National provision of acute pain services. *Anaesthesia* 51(3):228-231, 1996.
- [23] Schuster M., Gottschalk A., Freitag M., Standl T. Cost Drivers in Patient-Controlled Epidural Analgesia for Postoperative Pain Management After Major Surgery. *Anaesth Analg* 98:708-713, 2004.
- [24] Stamer U., Mpasios N., Stüber F., Laubenthal H., Maier C. Postoperative Schmerztherapie in Deutschland. *Anaesthesist* 51:248-257, 2002.
- [25] Checkliste PDK-Visite. Klinik und Poliklinik für Anästhesie der Universitätsklinik Würzburg, 2004.
- [26] Lindley C. Overview of current development in patient-controlled analgesia. *Support Care Cancer* 2:319-326, 1994.
- [27] Anetseder M., Schwemmer U., Steinhuebel B., Kilian M., Lorenz KW., Milosevic M. Verfahrensweisung - Akutschmerzdienst Standardprozeduren. Klinik und Poliklinik für Anästhesie der Universitätsklinik Würzburg, 2004.
- [28] Rigg J., Jamrozik K., Myles P., Silbert B., Peyton P., Parsons R., Collins K. Epidural

anaesthesia and analgesia and outcome of major surgery: a randomised trial. *Lancet* 359:1276-1282, 2002.

- [29] Sittl R., Griebinger N., Koppert W., Likar R. Postoperative Schmerztherapie bei Kindern und Jugendlichen. *Schmerz* 14:333-339, 2000.
- [30] Wulf H. Epidurale Analgesie in der Behandlung postoperativer Schmerzen. *Anaesthesist* 47:501-510, 1998.
- [31] Heck M., Fresenius M. *Klinikmanual Anästhesie*. Springer, 2008.
- [32] Stehr-Zirngibl S., Dobliger L., Neumeier S., Zirngibl H., Taeger K. Intravenöse versus thorakale-epidurale patientenkontrollierte Analgesie bei ausgedehnten Oberbauch- und Thoraxeingriffen. *Anaesthesist* 46:172-178, 1997.
- [33] Azad S.C., Groh J., Beyer A., Schneck D., Dreher E., Peter K. Kontinuierliche Periduralanalgesie versus patientenkontrollierte intravenöse Analgesie. *Anaesthesist* 49:9-17, 2000.
- [34] Hansdottier V., Philip J., Olsen M. F., Eduard C., Houltz C., Ricksten S.-E. Thoracic Epidural versus Intravenous Patient-controlled Analgesia after Cardiac Surgery. *Anaesthesiology* 104:142-151, 2006.
- [35] Zügel N., Bruer C., Breitschaft K., Angster R. Einfluß der thorakalen epiduralanalgesie auf die frühe postoperative Phase nach Eingriffen am Gastrointestinaltrakt. *Chirurg* 73:262-268, 2002.
- [36] Schwenk W., Müller J.M. Was ist "Fast-Trak"-Chirurgie? *Dtsch Med Wochenschr* 130:536-540, 2005.
- [37] Kehlet H., Wilmore D. W. Multimodal strategies to improve surgical outcome. *The American Journal of Surgery* 183:630-641, 2002.
- [38] Taqi A., Hong X., Mistraletti G., Stein B., Charlebois B., Cari F. Thoracic epidural analgesia facilitates the restoration of bowel function and dietary intake in patients undergoing laparoscopic colon resection using a traditional, nonaccelerated, perioperative care program. *Surg Endosc* 21:247-252, 2007.
- [39] Heid F., Jage J. The treatment of pain in urology. *BJU International* 90:481-488, 2002.

- [40] Heck M., Fresenius M. *Repetitorium Anaesthesiologie*. Springer, 2001.
- [41] Stratmann L., Nelles S., Heinen-Kammerer T., Rychlik R. Costs of patient controlled analgesia in postoperative pain management in Germany. *Schmerz* 21(6):514-521, 2007.
- [42] Bartha E., Carlsson P., Kalman S. Evaluation of costs and effects of epidural analgesia and patient-controlled intravenous analgesia after major abdominal surgery. *British Journal of Anaesthesia* 96(1):111-117, 2006.
- [43] Coleman SA., Booker-Milburn J. Audit of postoperative pain control. Influence of a dedicated acute pain nurse. *Anaesthesia* 51(12):1093-1096, 1996.
- [44] Salomaki TE., Hokajarvi TM., Ranta P., Alahuhta S. Improving the quality of postoperative pain relief. *European Journal of Pain* 4(4): 367-372, 2000.
- [45] Ishiyama T., Iijima T., Sugawara T., Shibuya K., Sato H., Terada Y., Ichikawa M., Sessler DI., Matsukawa T. The use of patient-controlled epidural fentanyl in elderly patients. *Anaesthesia* 62(12): 1246-1250, 2007.
- [46] Jage J., Tryba M., Neugebauer E., Wulf H., Rothmund M., Rommens P., Bauer H., Van Aken H. Postoperative Schmerztherapie - eine interdisziplinäre Notwendigkeit. *Dtsch Arztebl* 102:361-366, 2005.
- [47] Beilin B., Hoofien D., Poran R., Gral I., Grinevich G., Butin B., Mayburd E., Shavit Y. Comparison of two patient-controlled analgesia techniques on neuropsychological functioning in the immediate postoperative period. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 30(6):674-682, 2008.
- [48] Schenk MR., Putzier M., Kugler B., Tohtz S., Voigt K., Schik T., Kox WJ., Spies C., Volk T. Postoperative analgesia after major spine surgery: patient controlled epidural analgesia versus patient-controlled intravenous analgesia. *Anesthesia and Analgesia* 103(5):1311-1317, 2006.
- [49] Sidebotham D. A., Reddy M., Schug S. A. Einfluß der postoperativen Schmerztherapie auf Übelkeit und Erbrechen. *Schmerz* 11:241-246, 1997.

# Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. Norbert Roewer möchte ich für die freundliche Überlassung des Promotionsthemas danken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Martin Anetseder für die zuverlässige und freundliche Unterstützung meiner Arbeit.

Außerdem danke ich meinem Bruder, der mir in allen Computerfragen sowie bei der Korrektur der Arbeit hilfreich zur Seite stand.

Ein sehr herzlicher Dank gilt meinen Eltern, die mir das Studium der Humanmedizin ermöglicht haben.

# Lebenslauf

## Persönliche Daten

Michael Andreas Roth  
Geboren am 12. Juni 1980 in Landau/Pfalz

Ledig, keine Kinder  
Evangelisch

## Schulbildung

1986 – 1990      Grundschule in Godramstein bei Landau/Pfalz  
1990 – 1997      Otto-Hahn-Gymnasium in Landau/Pfalz  
1997 – 1998      Austauschschüler in Orange Park, Florida/USA  
1998              Abschluss der High School mit dem High School Diploma  
1998 – 2000      Otto-Hahn-Gymnasium in Landau/Pfalz  
2000              Abschluss des Gymnasiums mit der Allgemeinen Hochschulreife

## Zivildienst

2000 – 2001      Beim Deutschen Roten Kreuz als Rettungssanitäter in Annweiler/Pfalz

## Ausbildungsweg

WS 2001/02      Studium in Mannheim (BWL mit interkultureller Qualifikation)  
seit SS 2002      Studium der Medizin in Würzburg  
SS 2004            Ärztliche Vorprüfung  
SS 2008            2. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

## Famulaturen

03/2005            Kardiologie im Juliusspital Würzburg (Prof. Meesmann)  
08/2005            Anästhesie in der Main-Klinik Ochsenfurt (Dr. Knof)  
03/2006            Allgemeinmedizin in einer Allgemeinärztlichen Praxis in Klingenstein/Pfalz  
                          (Dr. Müller)  
09/2006            Kinderchirurgie im Red Cross Children's Hospital in Kapstadt/Südafrika  
                          (Prof. Rode)

## Praktisches Jahr

02/07 – 06/07      Wahlfach Allgemeinmedizin in der Gemeinschaftspraxis Dr. Heppner und  
                          Hellmuth in Lengfeld bei Würzburg  
06/07 – 10/07      Innere Medizin im Notfallzentrum des Inselspital Bern/Schweiz (Prof.  
                          Zimmermann)  
10/07 – 01/08      Chirurgie im Notfallzentrum des Inselspital Bern/Schweiz (Prof. Zimmermann)

## **Sonstige Tätigkeiten**

2001                    Zeitvertrag beim Deutschen Roten Kreuz als Rettungssanitäter  
2004 – 2008        Studentischer Tutor in der Arbeitsgemeinschaft Notfallmedizin an der Universität Würzburg

## **Berufliche Tätigkeit**

seit 09/2008        Assistenzarzt in der Klinik für Anästhesie, Intensiv- und Notfallmedizin des städtischen Klinikums Fulda (Prof. Greim)

Künzell, März 2009