

Aus der Universitätsklinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt  
operative Intensivmedizin CCM / CVK  
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

## **DISSERTATION**

Reichen die in der Routine erhobenen ‚Scores‘ zur  
Qualitätssicherung der postoperativen Schmerztherapie aus?

- Klärung der technischen Voraussetzungen, Entwicklung  
einer neuen Methodik zur Evaluation der Qualität  
schmerztherapeutischer Maßnahmen und Untersuchung der  
geschlechtspezifischen, altersabhängigen Schmerzscores.

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät  
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Christoph Barner

aus Villingen/Schwarzwald

Gutachter: 1. Prof. Dr. med. C. Spies.....  
2. Prof. Dr. med. J. Weimann.....  
3. Priv-Doz. Dr. med. D.Pappert.....

Datum der Promotion: 20.11.2009.....

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
1.1	Stand der Forschung	7
1.1.1	Validität der erfassten Schmerzscores	7
1.1.2	Reliabilität	8
1.1.3	Empfindlichkeit	9
1.1.4	Technische Voraussetzungen des Qualitätsmanagements	12
1.1.5	Qualitätssicherung	12
1.1.6	Behandlung postoperativer Schmerzen und praxisrelevante Dokumentation	14
<b>2</b>	<b>Ziele der Dissertation</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>Methodik</b>	<b>17</b>
3.1	Verwendete Daten	17
3.1.1	Perioperatives Datenmanagementsystem MEDLINQ	17
3.1.2	Manuell eingegebene Daten	18
3.1.3	Struktur der MySQL-Datenbank	19
3.2	Aufbereitung des Datenbestands	21
3.2.1	Export nicht-relationaler Felder	21
3.2.2	Überprüfung einzelner Datenfelder	22
3.2.3	Korrektur der Datensätze	23
3.3	Fehlende Werte	23
3.3.1	Fehlende Werte und Tageszeit	23
3.3.2	Fehlende Werte und Arbeitsbelastung	23
3.4	Messung, Skalenniveaus und erlaubte Statistiken	24
3.4.1	Transformationen	25
3.4.2	Zulässige Statistik	26
3.4.3	Robustheit	26
3.5	Nichtparametrische Regression	27
3.6	Vergleich von zwei klinischen Messmethoden: ‚Altmann – Plots‘	28
3.7	Messung der postoperativen Schmerzen	29
3.8	Angewandte statistische Verfahren	30
3.8.1	Nichtparametrische Regression	30
3.8.2	Glätten von Daten	30
3.8.3	Vergleiche von Gruppen	30
3.8.4	Zur Datenanalyse verwendete Werkzeuge	31
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>32</b>
4.1	Fehlende Werte	32
4.1.1	Statistische Eigenschaften der Schmerzscores	33
4.2	Reliabilität der erhobenen Scores	34
4.2.1	NRS versus NRS <sub>STUD</sub> bei Aufnahme	34
4.2.2	NRS versus NRS <sub>STUD</sub> bei Entlassung	37
4.2.3	NRS versus VRS bei Aufnahme	37
4.2.4	NRS versus VRS bei Entlassung	38
4.3	Alters- und Geschlechtsabhängigkeit des NRS	38
4.4	Darstellung von absoluten und relativen Schmerzscores	50
4.5	NRS-Score bei Entlassung	50
4.6	Gemittelte Differenz zwischen Aufnahme- und Entlassungsscore	50
4.7	Bildung eines Quotienten zur Erfolgsbeurteilung	51
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>55</b>
5.1	Übereinstimmung der dokumentierten Schmerzscores in der klinischen Routine	55

5.1.1	Geschlechtsspezifische Unterschiede des NRS bei Aufnahme in den Aufwachraum .....	57
5.2	Evaluation von absoluten und relativen Ergebnisparametern der postoperativen Schmerztherapie .....	60
5.3	Limitationen.....	62
5.4	Perspektiven.....	63
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>64</b>
<b>7</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>67</b>
<b>8</b>	<b>Danksagungen .....</b>	<b>75</b>
<b>9</b>	<b>Lebenslauf .....</b>	<b>76</b>
<b>10</b>	<b>Erklärung .....</b>	<b>77</b>
<b>11</b>	<b>Anhang: Veröffentlichungsverzeichnis von Christoph Barner.....</b>	<b>78</b>

# 1 Einleitung

In Deutschland wurden im Jahr 2007 über 13 Millionen Operationen allein in Krankenhäusern durchgeführt [Statistisches Bundesamt]. Damit hat die Therapie postoperativer Schmerzen, schon allein von der Zahl der Betroffenen eine immense Bedeutung. Auch ist eine adäquate Schmerztherapie als fundamentales Menschenrecht zu betrachten [Brennan F et al. 2007]. Sie trägt erheblich zur Senkung von Morbidität und Mortalität bei [Wu CL et al. 2005; Beattie WS et al. 2001; Ballantyne JC et al. 1998], wobei insbesondere die rückenmarksnahen und peripheren Regionalanästhesieverfahren in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen haben.

Trotz der unbestreitbaren Erfolge der postoperativen Schmerztherapie blieb jedoch die Rate von starken bis unerträglichen Schmerzen mit ca. 30 % während der letzten 30 Jahre nahezu unverändert [Dolin SJ et al. 2002 (Jahre 1973-1999) resp. Apfelbaum JL et al. 2003 (Jahre 1995-2003)]. Auch in der neuesten Untersuchung von Sommer et al. [Sommer M et al. 2008] aus dem Jahre 2008 hatten 43% der Patienten postoperativ mittlere bis starke Schmerzen (NRS >40% [„numeric rating scale“ Details s.S. 29]). Selbst nach Etablierung eines Qualitätsmanagementprogramms zur postoperativen Schmerztherapie lag der Anteil von Patienten mit starken Schmerzen immer noch bei 33,9% [Meissner W et al. 2001].

Obwohl schon Parkhouse et al. [Parkhouse J et al. 1961) erwähnten, dass Frauen früher nach Schmerzmitteln verlangen als Männer, identifizierten von den oben zitierten nur Sommer et al. [Sommer M et al. 2008) Frauen als eine eigene Risikogruppe für stärkere postoperative Schmerzen.

Eine andere Risikogruppe für eine unzureichende postoperative Schmerztherapie sind die älteren Patienten [Suaia et al. 2005, Hadjistavropoulos et al. 2007]. Hier spielen vor allem kognitive und kommunikative Einschränkungen eine Rolle [Paynter D & Mamaril ME 2004].

Starke Schmerzen nach Operationen gelten u.a. als ein Risikofaktor für die Entwicklung von chronischen Schmerzzuständen [Macrae WA 2001) und gehen mit einer fast 4-fach erhöhten Delirrate [Vaurio LE et al. 2006] sowie einer erhöhten Krankenhausverweildauer einher [Morrison RS et al. 2003]. Auf der anderen Seite konnten Carli et al. [Carli F et al. 2002) zeigen, dass sich bei einer adäquaten postoperativen Schmerztherapie auch noch 6 Wochen

nach einer Operation eine im Vergleich zu einer Kontrollgruppe bessere Lebensqualität nachweisen lässt.

In Anbetracht der Bedeutung postoperativer Schmerzen nicht nur in Bezug auf Morbidität und Mortalität, sondern auch für das Wohlbefinden lange nach der Operation, ist es sinnvoll, postoperative Schmerzen systematisch zu erfassen, und die postoperative Schmerztherapie einem Qualitätsmanagement zu unterziehen, um so deren Qualität systematisch entsprechend des „Plan-Do-Check-Act-Circles“ (Deming Zirkel) zu verbessern. Grundlage eines solchen Qualitätsmanagements bildet die Messung der postoperativen Schmerzen mit Hilfe von Schmerzscores. Wobei sich für die „etablierten“ Schmerzscores die Frage nach deren Validität, Reproduzierbarkeit in der Praxis, sowie der Praktikabilität bei Anwendung im klinischen Alltag – d.h. außerhalb von klinischen Studien - stellt.

Ferner gilt es, die prozessualen und technischen Voraussetzungen bei der Score-Erhebung und -evaluation zu beachten. Was nützen die präzisesten Daten, wenn deren Erhebung und Auswertung unübersichtlich und zeitaufwendig ist?

Von großer Bedeutung ist schließlich die Frage, wie sich die Qualität der postoperativen Schmerztherapie so bewerten lässt, dass sie einem Vergleich und damit einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess zugänglich wird.

## **1.1 Stand der Forschung**

Allgemein akzeptierten Gütekriterien für „Scores“ sind: Validität, Reliabilität und Sensitivität [Turk DC et al. 2006 (Sensitivität: dort „responsiveness“ genannt)].

### **1.1.1 Validität der erfassten Schmerzscores**

Die *Konstruktvalidität* von Schmerzscores lässt sich mit zwei Methoden nachweisen. Da man nicht weiß, wie groß der ‚wahre Schmerz‘ ist, bildet man aus verschiedenen Scores einen zusammengesetzten Score, von dem man annimmt, dass er die Schwächen der einzelnen Scores ausgleicht. Als geeignetsten Score verwendet man den, der mit dem zusammengesetzten Score am besten korreliert [Jensen MP et al. 1986]. Dieses Verfahren wird zu Recht kritisiert [Bartoshuk LM et al. 2003], da es „ein bisschen dem Mann ähnelt, der sich selber aus dem Sumpf zieht“. Daher wird hier auf psychophysikalische Methoden verwiesen. So zeigte Price [Price DD et al. 1983] die gute Übereinstimmung der Messung von experimentellem, thermisch induziertem Schmerz und chronischem Schmerz. Er beschrieb, dass der Zusammenhang zwischen Wärmereiz und vom Probanden angegebenen VAS („visual analog score“) einer Potenzfunktion gehorcht. Dies entspricht einer Verhältnisskala und bedeutet kurz gesagt: Ein doppelt so starker Wärmereiz (= doppelt so starker Schmerzreiz) verdoppelt den VAS-Wert. Die Probanden - in diesem Fall Patienten mit chronischen Schmerzen - konnten genau angeben, wie groß der thermisch induzierte Schmerzreiz sein musste, damit er den chronischen Schmerzen entsprach. Damit gelang es Price, die innere Konsistenz des VAS nachzuweisen (s. auch Price DD et al. 1986). Er zeigte zusätzlich, dass die affektive Komponente induzierter Schmerzen stärker anstieg als die reine Schmerzintensität.

In der Folge gelang es der experimentellen Schmerzforschung immer besser, affektive Komponente und Schmerzintensität getrennt zu messen [Price DD et al. 1987]. So konnten Rainville et al. [Rainville P et al. 1999] unter anderem mit Hilfe von Hypnose zeigen, dass Probanden erst den Schmerz wahrnehmen und ihn dann affektiv bewerten. Umgekehrt führte eine durch Hypnose induzierte positive Einstellung zu einer als geringer erlebten Schmerzintensität. Craggs et al [Craggs JG et al. 2007] zeigte schließlich mit Hilfe der

funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRI) - hier bei der Untersuchung des Placeboeffekts - dass affektive und kognitive Leistungen mit der Schmerzwahrnehmung untrennbar verbunden sind.

Es bleibt festzuhalten: Neben der Schmerzintensität gibt es eine mit dem Schmerz assoziierte affektive Komponente. Das Verhältnis der gemessenen affektiven Komponente zur gemessenen Schmerzintensität verläuft nach einem Potenzgesetz. Bei kurzer Dauer oder positiver affektiver Besetzung - wie zum Beispiel dem Gefühl von Sicherheit - wächst die affektive Komponente des Schmerzes weniger stark als die gemessene Schmerzintensität. Bei langer Dauer des Schmerzreizes oder negativer affektiver Besetzung wächst die affektive Komponente stärker als die Schmerzintensität. Dies gilt unabhängig vom Geschlecht [Sarhani E et al. 2003], obwohl Frauen Schmerzen stärker wahrnehmen [Cepeda MS & Carr DB 2003].

Im klinischen Alltag sind affektive Komponente und Schmerzintensität nicht voneinander zu trennen.

Als *Kriteriumsvalidität* bezeichnet man die Eignung eines Scores, Gruppen zu unterscheiden. So sollte zum Beispiel ein Schmerzscore in der Lage sein, Patienten, die zusätzliche Schmerzmittel benötigen, von denen zu unterscheiden, die keine benötigen. Blumstein & Moore [Blumstein HA & Moore D 2003] belegten, dass der VAS nicht in der Lage ist, Patienten zu identifizieren, die zusätzliche Schmerzmittel wünschten. Zum gleichen Ergebnis kommen Bodian et al. [Bodian CA et al. 2001]. Sie untersuchten in Abhängigkeit vom VAS den Wunsch der Patienten nach einer Änderung der Einstellung der Schmerzpumpe. Legt man diese Resultate zum VAS zugrunde, wird die Kriteriumsvalidität des VAS, das heißt seine Eignung zur Steuerung der Schmerztherapie, in Frage gestellt.

In Anbetracht der relativ guten Übereinstimmung des NRS mit dem VAS [Jensen MP et al. 1989], ist zu vermuten, dass auch der in dieser Arbeit verwandte NRS per se nicht sonderlich gut zur Therapiesteuerung geeignet ist.

### **1.1.2 Reliabilität**

Über die Reliabilität in der klinischen Routine erhobener Scores bei akuten Schmerzen ist wenig bekannt. Vor allem, wenn man den oft unscharf gebrauchten Begriff einschränkt und sich auf Test-Retest Reliabilität, wie es hier angebracht ist, festlegt. Die Literatur zu diesem



Thema ist spärlich, obwohl DeLoach [DeLoach LJ et al. 1998] in ihrer Untersuchung an frischoperierten Patienten erhebliche Abweichungen feststellte. Sie untersuchte alle 20 Minuten den VAS (0-100mm) zweimal in dreiminütigem Abstand und fand für die unmittelbaren postoperativen Periode einen VAS mit einer Wiederholgenauigkeit für 95% der Werte in einem Bereich von  $\pm 17,6$ ,  $\pm 23,0$  und  $\pm 13,5$  mm. Bijur [Bijur et al. 2003] gibt bei einer Untersuchung in der Notaufnahme, hier in 1minütigem Abstand, eine Wiederholgenauigkeit (95%) von  $\pm 16$  mm an. Mit der gleichen Methode findet Gallagher [Gallagher EJ et al. 2002] eine Wiederholgenauigkeit (95%) von  $\pm 11$  mm für akute abdominale Schmerzen.

Da die vom Pflegepersonal erhobenen Schmerzscores im Rahmen unserer Studie auch vom Studienpersonal zeitnah beim gleichen Patienten wiederholt wurden, bietet sich eine Untersuchung der Wiederholgenauigkeit der Schmerzscores an, vor allem auch deshalb, weil korrekt erhobene Schmerzscores eine wesentliche Voraussetzung zur Beurteilung der Qualität der postoperativen Schmerztherapie darstellen.

### **1.1.3 Empfindlichkeit**

Die Schmerzstärke und die Änderung des Schmerzgrades mit hoher Empfindlichkeit zu erfassen, ist eine der wichtigsten Eigenschaften eines Schmerzscores [Jensen MP et al. 2002, Turk DC et al. 2006]. Die Schmerzempfindlichkeit könnte im Laufe des Lebens Änderungen unterworfen sein und geschlechtsbezogen zwischen Frauen und Männern differieren.

Eine PubMed-Suchabfrage nach entsprechenden Artikeln in „Anesthesiology“ ergab 7 Artikel, von denen sich nur 2 mit Unterschieden zwischen den Geschlechtern beschäftigen. Im deutschsprachigen "Der Anaesthesist" ergab die Suche überhaupt keinen Treffer. Eine ähnliche Suche nach Auswirkung der Einnahme von oralen Kontrazeptiva auf postoperative Schmerzen führte nur zu einem relevanten Treffer. Eine umfassende Darstellung der geschlechtsbezogenen, altersabhängigen Schmerzempfindlichkeit existiert nach unserem besten Wissen nicht. Daher folgen Einzeldarstellungen.

Über die Altersabhängigkeit der Schmerzempfindlichkeit im Kindesalter berichtete Goodenough [Goodenough B et al. 1999]. Sie zeigte bei Venenpunktion einen Abfall der sensorischen Schmerzempfindlichkeit zwischen den Altersgruppen der 3-5 und 6-7jährigen

(VAS fiel von 3,5 auf 2,5 sowohl für Jungen als auch für Mädchen). Dieser Abfall setzte sich bei Mädchen bis zu einem Alter von 8-9 Jahren auf ein Niveau von 1,5 fort und verblieb dort bis zum Alter von 13-15 Jahren. Die affektive Komponente lag dagegen bei Mädchen und Jungen etwa bei 2,0. Zwischen 8-15 Jahren betrug für Mädchen die affektive Komponente des Punktionschmerzes etwa 3,0, während sie für gleichaltrige Jungen bei Werten um 2,0 verblieb. Logan & Rose [Logan DE & Rose JB 2004] geben für eine Gruppe von 12 bis 18jährigen durchschnittliche Schmerzscores (NRS) an, die für Mädchen mit 4,5 etwa 0,8 Punkte ( $p < 0,05$ ) höher liegen als bei Jungen.

Da chronische Schmerzzustände bei Frauen häufiger auftreten, wird ein Zusammenhang mit einer erhöhten Schmerzempfindlichkeit postuliert [Berkley KJ 1997]. Daher soll, um zusätzliche Informationen über die Altersabhängigkeit von Schmerzen zu erhalten, die Epidemiologie chronischer Schmerzen nachfolgend kurz gestreift werden.

LeResche [LeResche L et al. 2005] macht Angaben zur Prävalenz von Schmerzzuständen während der Pubertät und gibt damit implizit Hinweise bezüglich der Entwicklung der Schmerzempfindlichkeit in dieser Lebensphase. Sie führt aus, dass viele chronische Schmerzsyndrome mit der Pubertät beginnen. Dabei haben Mädchen zunehmend mehr Kopf- und Magenschmerzen als Jungen, während für Rückenschmerzen, trotz starker Zunahme während der Pubertät (300%), das Verhältnis zwischen Mädchen und Jungen ungefähr konstant bleibt.

Die Epidemiologie chronischer Schmerzzustände im Erwachsenenalter liefern von Korff et al. [von Korff M et al. 1988] Anhaltswerte zur Altersverteilung von Kopf-, Rücken-, Bauch-, Brust- und Gesichtsschmerzen. Bei Männern bleibt die Prävalenz für alle Schmerzarten deutlich geringer und überwiegend konstant, während Frauen Maxima der Prävalenz zwischen 25 und 45 Jahren für Kopf- und Gesichtsschmerzen haben. Für abdominale Schmerzen bei Frauen liegt das Maximum mit einer Prävalenz von 30% zwischen dem 18 und 25 Lebensjahr.

Auch Befunde der experimentellen Schmerzforschung können einen Beitrag liefern. So zeigten Lautenbacher et al. [Lautenbacher S et al. 2005] in einer experimentellen Studie für zwei Gruppen von Probanden im Alter von  $27,1 \pm 3,5$  und  $71,6 \pm 5,9$  Jahren, dass die Empfindlichkeit gegenüber allen sensorischen Qualitäten (Kälte, Wärme, Vibration) mit dem Alter abnahm. Es bestanden auch keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern mit Ausnahme der höheren Wärmeempfindlichkeit von Frauen. Ältere reagierten mit einer

geringeren Toleranz gegenüber Druckschmerz, was im Modell am ehesten Schmerzen, wie sie durch operative Eingriffe ausgelöst werden, entspricht. Chao et al. [Chao CC et al. 2007] untersuchten thermisch evozierte Potentiale. Sie zeigten, dass eine höhere Amplitude und eine kürzere Latenz des evozierten Signals mit einem größeren Schmerzreiz einhergeht. Bei Frauen und Männern wurde mit zunehmendem Alter eine Abnahme der Amplitude und damit eine geringere Schmerzempfindlichkeit festgestellt. Die höhere thermische Sensibilität der Frauen führten die Autoren auf die kürzere Latenz der Signale zurück.

Es gibt unzählige, widersprüchliche Untersuchungen zum Thema Schmerz und Menstruationszyklus. Dazu schreiben Sherman & LeResche in einer Metaanalyse [Sherman JJ & LeResche L 2006]: Menstruationszyklusabhängige Unterschiede bei experimentellen Schmerzen existieren, die Effekte sind aber nicht konsistent.

In diesem Zusammenhang ist auch die nach der eben erwähnten Metaanalyse erschienene Studie von Stening et al. [Stening K et al. 2007] von Belang, bei der ein experimenteller Kältetest bei Frauen zum Einsatz kam und die Plasmaspiegel von Östrogen und Progesteron bestimmt wurden. Die Autoren zeigten ein Zusammenspiel von Progesteron und Östrogen: Ist nur der Spiegel von Progesteron hoch, dann ist die Schmerzempfindlichkeit am größten. Bei gleichzeitig hohem Östrogenspiegel ist die Schmerzempfindlichkeit am geringsten.

Auch die Beziehung zwischen der Einnahme oraler Kontrazeptiva und postoperativen Schmerzen ist ein schlecht untersuchtes Thema. Garcia et al. [Garcia et al. 2003] geben unter oralen Kontrazeptiva einen gesteigerten Schmerzmittelverbrauch am ersten und fünften postoperativen Tag an. LeResche et al. [LeResche L et al. 1997] weisen darauf hin, dass orale Kontrazeptiva das Risiko von kranio-mandibulären Dysfunktionen, einer hauptsächlich bei Frauen auftretende chronische Schmerzerkrankung, um 20% erhöhen. Weitere klinische Untersuchungen ließen sich zu diesem Thema erstaunlicherweise nicht finden.

Erwähnenswert ist auch ein Befund von Dionne [Dionne RA et al. 2005]. Sie weist darauf hin, dass Entbindungen unter Umständen zu einer dauerhaften Verschiebung des Wertes für den maximal vorstellbaren Schmerz führen könnten. Das könnte zu einer Verzerrung in der Beurteilung der altersabhängigen Schmerzempfindlichkeit führen, wenn man, wie üblich, Kollektive von Frauen, die nie entbunden haben, mit Kollektiven von Frauen mischt, die mindestens einmal eine Schwangerschaft ausgetragen haben.

## **1.1.4 Technische Voraussetzungen des Qualitätsmanagements**

### **1.1.4.1 Datenintegration**

Qualitätsmanagement ist datenorientiert und erfordert eine umfassende Integration und Zusammenführung von Daten, die aus verschiedenen Quellen stammen, in eine gemeinsame Datenbank. Zum Beispiel ist das Alter einer Patientin im administrativen System zu ermitteln, während sich eine Angabe zu postoperativen Schmerzen nur im perioperativen Datenmanagementsystem - z.B. dem Narkoseprotokoll - findet. Die Probleme der Datenintegration betreffen alle Bereiche der Informationstechnologie und haben deswegen immer wieder zu neuen Entwicklungen Anlass gegeben, zum Beispiel zur Entwicklung von SOAP 2003 (eigentlich ein Eigenname: ‚*Service Oriented Architecture Protocol*‘). Als besonders notorisch gelten diese Probleme in der medizinischen Informatik [Lenz R et al. 2006]. Die Tatsache, dass überhaupt erst im Jahr 2008 eine Taxonomie, der bei der Integration klinischer Informationssysteme auftretender Fehler [Saboor S & Ammenwerth E 2008] beschrieben worden ist, mag als weiterer Hinweis auf die Komplexität des Unterfangens gelten.

### **1.1.5 Qualitätssicherung**

Nachdem in den 80er Jahren die theoretischen und praktischen Grundlagen für eine systematische Schmerzmessung gelegt wurden und auch erste vergleichende Untersuchungen von Schmerzscores stattfanden [Jensen MP et al. 1989], waren die 90 Jahre von der Einführung der Akutschmerzdienste, der Entwicklung von Leitlinien [Agency for Health Care Policy and Research 1992] und der Forderung nach Qualitätsverbesserung in der Akutschmerztherapie geprägt. Auch fällt in diese Zeit eine der ersten Interventionsstudien zur postoperativen Schmerztherapie [Grossman SA et al. 1992]. Sie belegt, genau wie viele folgende (zum Beispiel [Geissler B et al. 2004, Meissner W et al. 2001]), eine deutliche Senkung der postoperativen Schmerzscores nach Intervention. Stomberg et al. [Stomberg MW et al. 2003] zeigt schließlich den anhaltenden Erfolg von solchen Interventionen und Meissner et al. [Meissner W et al. 2006] entwickeln mit dem „Benchmarking“ ein Verfahren, die postoperative Schmerztherapie einer kontinuierlichen Qualitätskontrolle zuzuführen.

Daneben gibt es zahlreiche Stellungnahmen von Fachgesellschaften und Initiativen sowie eine Vielzahl von Publikationen mit dem gemeinsamen Ziel, die Therapie von akuten und chronischen Schmerzen zu verbessern. Trotzdem erscheinen immer wieder Berichte, die belegen, dass der Anteil von Patienten, die postoperativ über starke Schmerzen klagen, mit um die 30% konstant bleibt [Dolin SJ et al. 2002: 29%, Apfelbaum JL et al. 2003: 29%].

Sowohl die deutschen [DIVS 2007] als auch verschiedene Leitlinien aus den USA [„American Society of Anesthesiologists Task Force on Acute Pain Management“ 2004, Gordon DB et al. 2005] und Australien [ANZCA 2005, ANZCA 2007] geben keine genauen Anweisungen, wie denn die Qualität der postoperativen Schmerztherapie zu überwachen sei: So hebt die deutsche Leitlinie [DIVS 2007] auf die Strukturqualität ab, um dann festzustellen: „Ergebnisparameter sind z. B. „Schmerzintensität in Ruhe / bei Belastung“, „schmerzhafte Funktionseinschränkungen“, „Nebenwirkungen“ oder auch „adäquate Patienteninformation über das Schmerzmanagement“. Die „Diskussion über die geeignetsten Parameter der Prozess- und Ergebnisqualität ist noch nicht abgeschlossen.“ (siehe Seite 38 der deutschen Leitlinie [DIVS 2007])

Gesucht ist also ein leicht zugänglicher Parameter, der es erlaubt zu entscheiden, ob eine gute Schmerztherapie vorliegt.

Es scheint durchaus nützlich, die Diskussion über die ‚geeignetsten Parameter‘ – hier in Bezug auf Schmerzscores – in der historischen Entwicklung zu verfolgen. So veröffentlichte Turk 1993 [Turk DC et al. 1993] einen Artikel mit dem Titel: ‚*Neglected topics in chronic pain treatment outcome studies: determination of success.*‘ Drei Jahre später zeigte Todd, dass die minimale klinisch relevante Änderung des VAS 13mm beträgt. Es folgten eine Reihe weiterer Arbeiten, die das Ergebnis im Wesentlichen reproduzierten, auf verschiedene Untergruppen ausweiteten oder bestätigten. [Kelly AM 1998, Powell CV et al. 2001, Gallagher EJ et al. 2001]. Dabei wird entweder impliziert oder auch belegt [Kelly AM 2001, Gallagher EJ et al. 2001], dass die minimal wahrnehmbare Änderung als absolut zu betrachten und unabhängig von der Schmerzintensität seien. Sieht man von McQuay [McQuay H et al. 1996], einem frühen Vertreter der ‚relativen‘ Schule einmal ab, entsteht erst um die Jahrtausendwende ein zunehmendes Interesse, sich mit Ergebnisparametern stärker zu beschäftigen. So untersuchte Farrar [Farrar JT et al. 2000] verschiedene Ergebnisparameter und zeigte, dass abgeleitete, relative Parameter der Schmerzlinderung am genauesten eine adäquate Schmerzlinderung vorhersagen. Das Konzept der relativen Schmerzlinderung wird immer stärker thematisiert [Farrar JT et al. 2001], Cepeda MS et al. 2003]. Während Farrar et

al. [Farrar JT et al. 2000] keinen Zusammenhang zwischen Schmerzintensität und dem Niveau der relativen Schmerzlinderung sehen, weisen Cepeda et al. [Cepeda MS et al. 2003] einen solchen nach. In einer Folgearbeit zeigt sich die gute Korrelation zwischen der vom Patienten erfragten Schmerzlinderung und der berechneten prozentualen Schmerzlinderung [Cepeda MS et al. 2003a]. Ein relativer Parameter, der von einer (prozentualen) Schmerzlinderung ausgeht, scheint als Ergebnisparameter geeignet. Er könnte sich auch als robust gegenüber Änderungen der initialen Schmerzintensität erweisen und wäre schnell verfügbar.

### **1.1.6 Behandlung postoperativer Schmerzen und praxisrelevante Dokumentation**

Da auch exzellente Verbesserungen der Struktur der Schmerztherapie weder zu einer Verringerung der mittleren Schmerzscores noch zu einer Reduktion schmerzbedingter Beeinträchtigungen führten [Dahl JL et al. 2003, Devine EC et al. 1999], kommt einer Therapiesteuerung besondere Bedeutung zu. Vila et al. [Vila et al. 2005] zeigen, dass die Anwendung eines klaren Algorithmus – unter anderem  $NRS \leq 4$  als Interventionsgrenze für die Gabe eines Opiats - hier bei Patienten mit Karzinomen - zu einer diskreten, aber signifikanten Verbesserung der Patientenzufriedenheit führt. Allerdings steigt hierbei die Rate opiatbedingter Zwischenfälle von 11 auf 24 pro 100.000 Krankenhaustage. Gould et al. [Gould et al. 1992] verwendet zur Therapiesteuerung eine 4stufigen Skala: keine, leichte, mäßige und starke Schmerzen, mit ‚mäßige Schmerzen‘ als Interventionsgrenze. Die Schmerzintensität wird dagegen an Hand einer VAS (0 – 100) gemessen. Auch Meissner et al. [Meissner et al. 2001] verwendet einen klaren Algorithmus mit einer Interventionsgrenze von  $\geq 4$  für NRS/VAS. Er erreicht mit seiner Intervention eine deutliche Senkung des Anteils der Patienten mit einem NRS zwischen 4 und 6 von 34% auf 26%. Der Anteil von Patienten mit stärkeren Schmerzen ( $NRS \geq 7$ ) bleibt dagegen mit 34% fast unverändert.

Die deutschen Leitlinie [DIVS 2007] macht keine Angaben zu einem Algorithmus, sondern nennt lediglich Interventionsgrenzen für die postoperative Schmerztherapie: „Die Interventionsgrenzen sollten bei 30% und 50 % der maximal vorstellbaren Schmerzen festgelegt werden.“ (Seite 90 der deutschen Leitlinie [DIVS 2007]). Die australische Leitlinie [ANZCA 2005] macht überhaupt keine Angabe, wie die Therapie der postoperativen Schmerzen zu steuern sei. Genauso unergiebig ist die amerikanische Leitlinie [„American Society of Anesthesiologists Task Force on Acute Pain Management“ 2004].

Allerdings ist bekannt, dass absolute Schmerzscores nicht sonderlich gut zur Steuerung der postoperativen Schmerztherapie geeignet sind. So zeigen Blumstein & Moore [Blumstein & Moore 2003], dass nur ungefähr 70% der Patienten, die nach Schmerzmitteln verlangen, auch einen höheren VAS haben als Patienten, die keine weitere Schmerzmedikation wünschen. Farrar gibt an, dass *relative Maße*, die maximale, prozentuale Änderung und die relative Änderung der Schmerzen am besten geeignet sind, eine adäquate Schmerzlinderung zu beschreiben [Farrar et al. 2000 und 2001]. Auf seine Untersuchung bezogen bedeutet das, dass relative Maße am besten geeignet sind vorherzusagen, dass keine weitere Schmerzmedikation notwendig ist. Sloman beschreibt [Sloman et al. 2006] schließlich, dass aus der Sicht des Patienten *absolute* Änderungen des NRS keine guten Prädiktoren für eine adäquate Schmerzlinderung darstellen, wohl aber *relative*. Er weist nach, dass eine Reduktion von Schmerzen um 70% des Ausgangswerts von Patienten als eine erhebliche Schmerzlinderung und eine Verringerung auf 90% des Ausgangswertes von Seiten der Patienten als eine vollständige Schmerzlinderung betrachtet werden.

Auch die genaue Dokumentation der Schmerzen spielt eine wichtige Rolle: so erreichten Gould et al. [Gould et al. 1992] allein durch eine genaue Dokumentation eine Senkung der mittleren postoperativen Schmerzintensität. Trotzdem ist die inadäquate Dokumentation postoperativer Schmerzen insbesondere nach Intervention [Bucknall T et al. 2007] gut belegt. Erheblicher Einfluss geht auch von einer ‚Kultur der Schmerztherapie‘ der Pflegekräfte aus: So beschreibt Lauzon Clabo [Lauzon Clabo LM 2008] in einer ethnographischen Untersuchung zwei verschiedene Stationen: Auf der ersten Station bestimmte im Wesentlichen die Art des Eingriffs die Menge der gegebenen Analgetika und fortbestehende starke Schmerzen waren Anlass, die Angaben der Patienten in Frage zu stellen. Auf der zweiten Station waren die von den Patienten angegebenen Schmerzen entscheidender Maßstab für die Schmerztherapie. Die Pflegekräfte bemühten sich aktiv um eine adäquate Schmerztherapie. Da beide Stationen zur selben Klinik gehörten, kann man einen erheblichen Einfluss der ‚Stationskultur‘ auf die Schmerztherapie vermuten.

## 2 Ziele der Dissertation

In Anbetracht der allgemein anerkannten Bedeutung einer adäquaten Schmerztherapie für das „Outcome“ und Wohlbefinden der Patienten, ist eine Erfassung der Qualität der postoperativen Schmerztherapie unerlässlich. Diese wird üblicherweise an Hand der absoluten NRS/VRS-Werte (VRS= „verbal rating scale“, Details s. S. 29) bei Entlassung aus dem Aufwachraum bewertet, deren Tauglichkeit im klinischen Alltag nicht geklärt ist, da beispielsweise die Reliabilität dieser Scores unter Routinebedingungen nicht untersucht wurden. Dies gilt ebenfalls für die andernorts verwendeten VAS-Werte (VAS=visuelle Analogskala). Außerdem weisen einige Autoren auf die Abhängigkeit des NRS-Wertes bei Entlassung aus dem Aufwachraum von der initialen Schmerzintensität hin und diskutieren relative, individuelle Maße zur Messung des Schmerztherapieerfolgs. Solche relativen Maße wurden unter Routinebedingungen bisher nur unzureichend untersucht.

Damit ergeben sich für diese Studie drei Ziele:

1. Die Untersuchung der Übereinstimmung der unter klinischen Bedingungen dokumentierten Schmerzscores NRS/VRS.
2. Die Untersuchung der Alters- und Geschlechtsabhängigkeit des NRS.
3. Die Entwicklung eines Parameters, der es nicht nur erlaubt, den individuellen Erfolg einer Schmerztherapie zu bewerten, sondern auch einen Vergleich verschiedener schmerztherapeutischer Maßnahmen gestattet.



## **3 Methodik**

Die Studie wurde von der Ethikkommission der Ärztekammer Berlin bewilligt, datenschutzrechtlich überprüft und unter der Nummer ISRCTN86489071 registriert.

Entsprechend des Ziels Routinedaten zu überprüfen, erfolgte kein Ausschluss von Patienten. Einzige Bedingung war, dass die Patienten über den Aufwachraum auf die Normalstation verlegt wurden. Es wurden also keine Patienten, die postoperativ auf die „Post Anesthetic Care Unit“ (PACU), die „Intermediate Care Unit“ (IMCU) oder die Intensivstation verlegt wurden inkludiert.

### **3.1 Verwendete Daten**

Grundlage der Arbeit sind Daten aus dem perioperativen Datenmanagementsystem der Universitätsklinik für Anästhesiologie mit Schwerpunkt operative Intensivmedizin der Charité CCM / CVK.

Die Daten aus dem System MEDLINQ-Anästhesie (MEDLINQ Softwaresysteme GmbH, Hamburg), dem OP-Dokumentationssystem OpDis (c.a.r.u.s. Information Technology AG) und dem administrativen System SAP IS-H (SAP, Walldorf) wurden in einer MySQL-Datenbank (MySQL AB, Uppsala, Schweden) zusammengeführt. Außerdem wurden von insgesamt 55 an der Datenerhebung beteiligten Personen – im folgenden Studienpersonal genannt, das vor allem speziell geschulte Medizinstudenten umfasste – Daten zur Anamnese, Vitalparameter, Medikamenteneinnahmen während der prä-, intra- und postoperativen Phase, sowie die Diagnosen eingegeben. Die Daten wurden im Zeitraum vom 01.01.2006 bis zum 30.06.2007 erhoben und ebenfalls in der MySQL-Datenbank gespeichert.

#### **3.1.1 Perioperatives Datenmanagementsystem MEDLINQ**

Die Datenerfassung aus den Narkoseprotokollen erfolgte per Strichcode im System MedlinQ. Die Narkoseprotokolle, die aus den drei Teilen ‚präoperative Visite‘, ‚Narkose‘ und ‚Aufwachraum‘ bestehen, werden nach Entlassung der Patienten aus dem Aufwachraum

abgeschlossen und am nächsten Arbeitstag zentral eingescannt und so die markierten Daten in einer Datenbank erfasst. Die Formulare enthalten Pflichtfelder, ohne deren Ausfüllen ein ordnungsgemäßer Abschluss der Datenübertragung nicht möglich ist.

Der Teil ‚präoperative Visite‘ erfasst neben administrativen Daten, vor allem Risikofaktoren, das geplante Narkoseverfahren sowie Leistungsdaten. Daneben sind Felder für Vorerkrankungen, Befunden und Medikationen als Freitext vorgesehen. Der Teil ‚Anästhesiedokumentation‘ erlaubt neben der Erfassung von Leistungsdaten (Strichcodierungen) die handschriftliche Führung des Narkoseprotokolls. Der Teil ‚Aufwachraum‘ ist im Gegensatz zum Teil ‚präoperative Visite‘ fest mit dem Teil ‚Anästhesiedokumentation‘ verbunden und erlaubt neben der handschriftlichen Dokumentation von Vitalparametern die Erfassung von Scores zum postoperativen Zustand der Patientinnen und Patienten. Darunter befinden sich jeweils zwei Schmerzscores die bei Aufnahme in und bei Entlassung aus dem Aufwachraum erhoben werden.

### **3.1.2 Manuell eingegebene Daten**

Neben den per Strichcode über MedlinQ erfassten Daten, wurden von den Studienmitarbeitern studienbezogene Daten manuell in ein eigens entwickeltes Datenbanksystem eingegeben. Die manuell erhobenen Daten im Teil ‚präoperative Visite‘ erfassten detailliert Haupt- und Nebendiagnosen, Blutdruck, Herzfrequenz, geplante Operation, Medikamente, Allergien, NRS (Numeric Rating Scale) in Ruhe und bei Belastung und die ‚Nursing Delirium Screening Scale‘ (NU-DESC). Während der Operationen wurden die zur Narkose verwendete Verfahren und Medikamente, Infusionsvolumina und Bluttransfusionen sowie Vitalparameter (Minima/Maxima) in die Datenbank eingegeben. Im Aufwachraum wurden neben den Schmerzscores bei Aufnahme und Entlassung Vitalparameter (Minima/Maxima) und Medikationen notiert sowie weitere Scores erhoben z. B. „Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders“ (DSM IV), „Confusion Assessment Method“ (CAM), „Delirium Detection Score“ (DDS), Nu-DESC. Im Mittel wurden im genannten Zeitraum knapp 16%, im Maximum 56% der operierten Patientinnen und Patienten eines Tages erfasst.

### 3.1.3 Struktur der MySQL-Datenbank

Die erwähnte MySQL-Datenbank enthält 16 Haupttabellen, von denen sich acht auf den perioperativen Zeitraum beziehen und daher für diese Untersuchung von Belang sind.

Die Tabellen sind unter Verwendung der in der Datenbank enthaltenen Namen nachfolgend aufgelistet, wobei sich die Zahl der Datenfelder auf den bereinigten Zustand bezieht:

1. **patient:** enthält Daten aus dem administrativen System SAP IS-H mit den üblichen Angaben über Geschlecht, Geburtsdatum sowie eine Patientenummer zur Identifikation.
2. **besuch:** enthält im Wesentlichen die Fallnummer - Patienten behalten die Patientenummer (**patient**), können aber mehrfach aufgenommen werden – und 4 Indizes – in diesem Fall ganze Zahlen – über die anderen Tabellen miteinander verknüpft werden können sowie 32 Datenfelder. Auf diese Weise können die erhobenen Werte einem konkreten Patienten zugeordnet werden.
3. **praemed\_medlinq:** enthält die im Rahmen der präoperativen Visite erhobenen Routinedaten (132 Datenfelder).
4. **op\_medlinq:** enthält die im Verlauf der Narkose erhobenen Routinedaten (87 Datenfelder).
5. **awr\_medlinq:** enthält die im Aufwachraum erhobenen Routinedaten (33 Datenfelder).
6. **praemed:** enthält die vom Studienpersonal im Rahmen der präoperativen Visite erhobenen Daten (24 Datenfelder)..
7. **op:** enthält die vom Studienpersonal während der Narkose erhobenen Daten (70 Datenfelder)..
8. **awr:** enthält die von Studienpersonal im Aufwachraum erhobenen Daten (40 Datenfelder)..

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen das CONSORT-Diagramm („Consolidated Standards of reporting Trials“, [www.consort-statement.org](http://www.consort-statement.org)), aus dem sich die Anzahl der Studienteilnehmer ergibt, die nach Bereinigung der Werte für die jeweiligen statistischen Betrachtungen letztlich zur Verfügung standen.

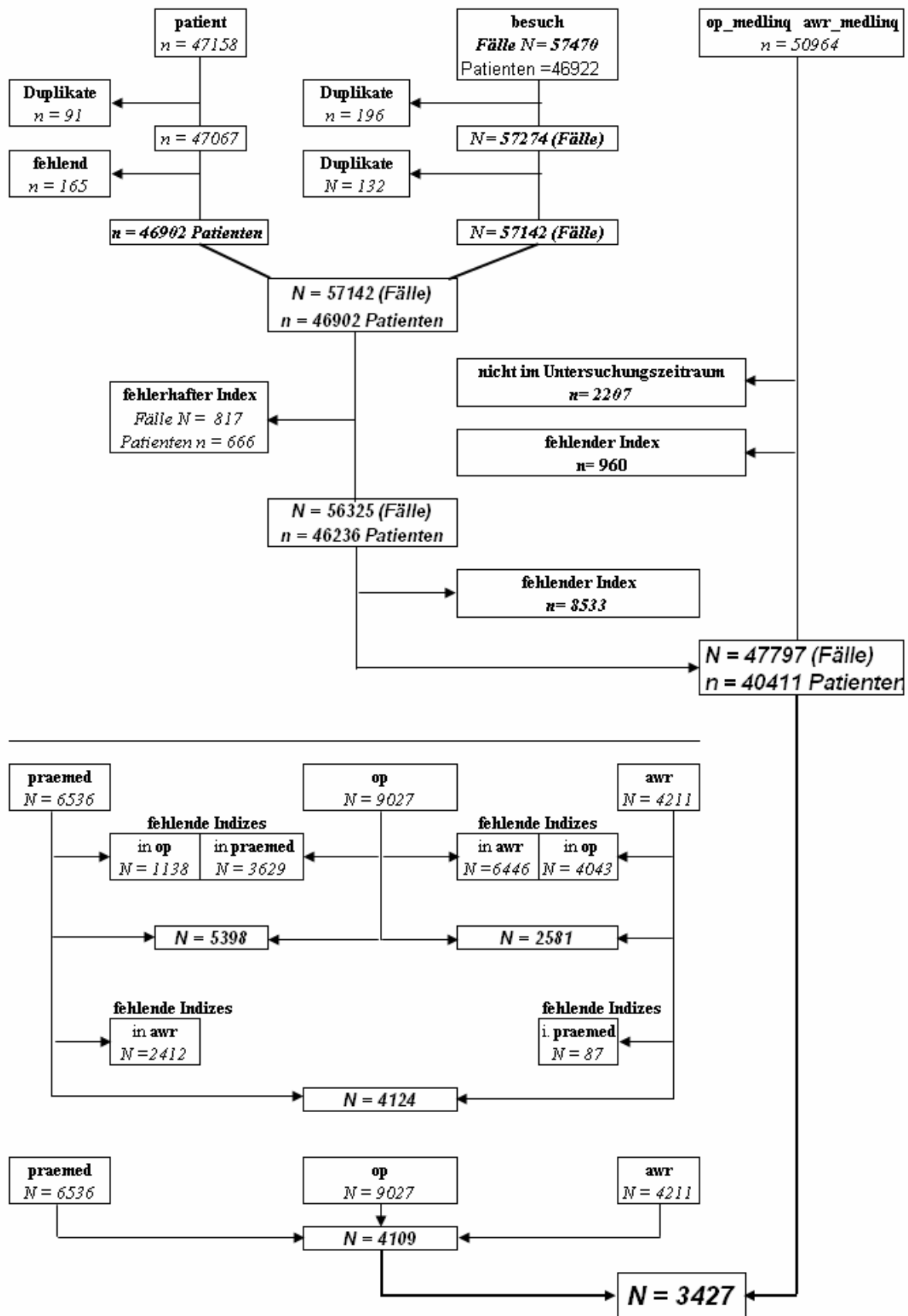
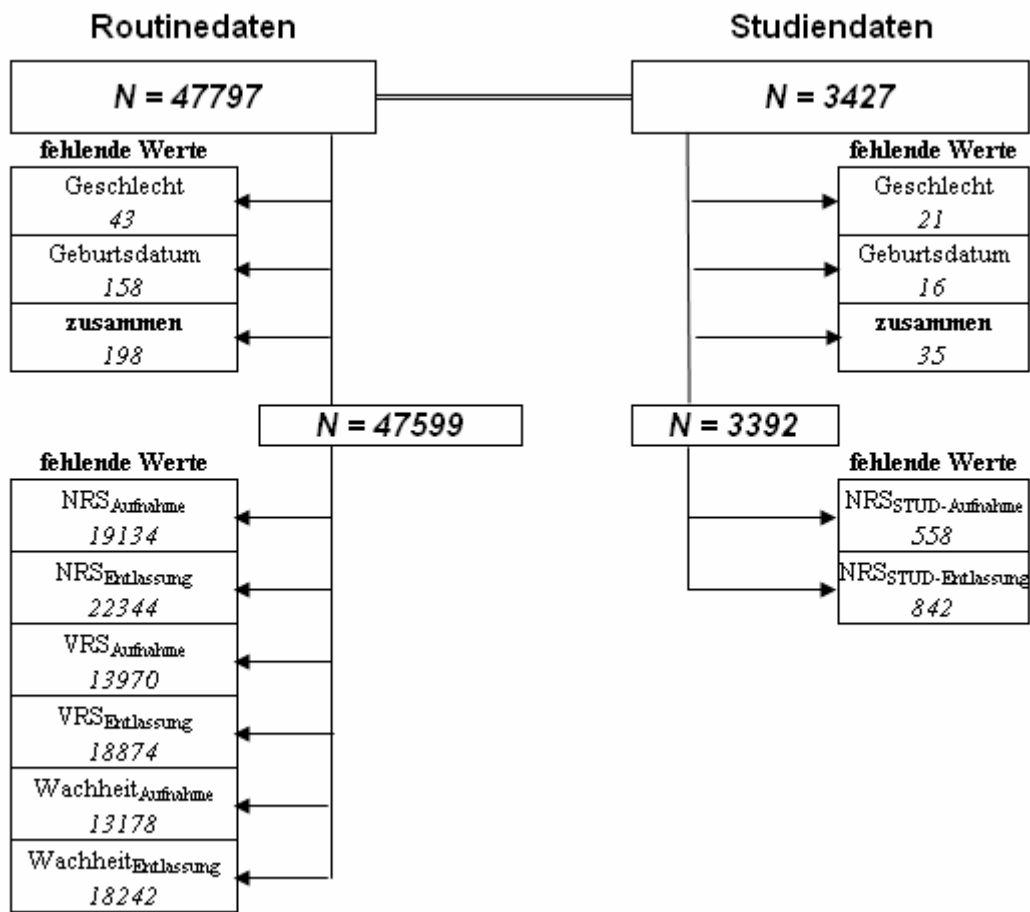


Abb. 1: Consort-Diagramm für die in der Untersuchung verwandten Haupttabellen



**Abb. 2:** CONSORT – Diagramm für die in der Untersuchung verwandten wesentlichen Datenfelder.

### 3.2 Aufbereitung des Datenbestands

Alle Daten der MySQL-Datenbank wurden aus Gründen der erheblich größeren „Produktivität“ in eine Access 2003–Datenbank (Microsoft, Redmond, USA) importiert.

#### 3.2.1 Export nicht-relationaler Felder

Die Datenbank enthielt in erheblichem Umfang Felder vom Typ „Diagnose\_1, Diagnose\_2.... Diagnose\_10“. Solche Felder sind nur mit erhöhtem Aufwand auszuwerten. Sie wurden, falls Daten vorhanden, in getrennte Tabellen exportiert.

### 3.2.2 Überprüfung einzelner Datenfelder

Die Integration (das Zusammenfügen) von Datenbanken ist für eine umfassende Qualitätskontrolle notwendig. Inkonsistenzen in der Datendefinition, führen bei der rechnergestützten Integration von Datenbanken zu falschen Ergebnissen. Daher wurden in einem zweiten Schritt die Werte für jedes Datenfeld (ca. 2.492 Felder) teils maschinell, teils manuell (ca. 800), auf Stimmigkeit untersucht. 419 Felder enthielten keine Daten, davon 35 aus dem System ‚MedlinQ‘.

Auffallend war die inkonsistente Behandlung logischer Werte im Teil ‚manuelle Dateneingabe‘: In 36 Datenfeldern bedeutete JA ‚+1‘, NEIN ‚-1‘, in 138 Feldern JA ‚-1‘ und NEIN ‚0‘.

Im kommerziellen System MedlinQ wurde JA in drei Fällen mit ‚+1‘ angegeben, in 180 Fällen war JA ‚-1‘. NEIN (was in diesem Zusammenhang eigentlich fehlender Wert bedeutet) wurde in 119 Feldern durch 0, in 63 Feldern korrekt durch fehlender Wert (datenbanktechnisch #NULL#) dargestellt. Dies ließ sich auch noch nach Import der Daten aus dem System MedlinQ in die Studiendatenbank nachvollziehen. In einem weiteren Feld bedeutete eine leere Zeichenkette fehlende Werte! Das Feld ‚Normalbefund‘ enthielt fast nur JA-Werte und war damit für die weitere Auswertung unbrauchbar.

Ebenso inkonsistent war die Behandlung ‚fehlender Werte‘ in anderen Bereichen der Datenbank: Hier wurde in 136 Feldern die 0 für fehlenden Wert benutzt, in 7 Feldern ein Leerzeichen.

Ein weiteres Problem ergab sich durch ‚Pflichtfelder‘, dies sind Felder, die eine Dateneingabe erzwingen. Wenn Daten auf Pflichtfeldern fehlten, wurde ein Teil der Protokolle dem betreffenden Anästhesisten zur Vervollständigung vorgelegt, einen anderen Teil der Narkoseprotokolle ergänzte die einlesende medizinische Dokumentationsassistentin anhand von unkodiert vorliegenden Daten. Manchmal mussten auch Felder wie zum Beispiel Fachabteilung auf ‚Sonstiges‘ gesetzt werden, um einen regulären Abschluss des Protokolls zu erreichen. In jedem Fall erfolgte die Korrektur nicht zeitnah und nicht immer durch den narkoseführenden Anästhesisten und war damit fehlerträchtig.

### 3.2.3 Korrektur der Datensätze

Die Korrektur der Unstimmigkeiten erfolgte systematisch unter sorgfältigster Wahrung des Datenbestands. Dabei wurde in allen logischen Feldern JA ‚+1‘, NEIN ‚0‘ zugeordnet, fehlende Werte durch #NULL# dargestellt. Die Änderungen erfolgten zur Vermeidung von Fehlern maschinell und wurden dokumentiert.

## 3.3 Fehlende Werte

### 3.3.1 Fehlende Werte und Tageszeit

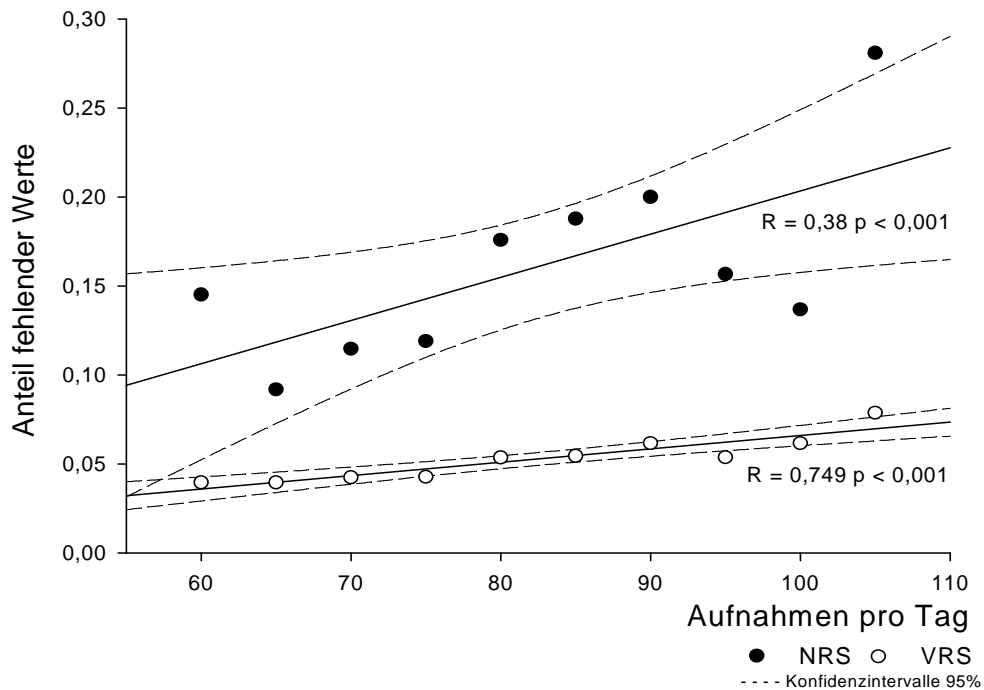
Für den  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  waren in der Zeit von 9 und 22 Uhr im Mittel bis 20% fehlende Werte zu verzeichnen, während der Nächte fehlten bis zu 40% der Werte. Der  $NRS_{\text{Entlassung}}$  fehlte zwischen 8 und 2 Uhr in ca. 30% der Fälle, um dann nachts eine Fehlrate von fast 50% zu entwickeln.

Die Fehlquote des dreistufigen  $VRS_{\text{Aufnahme}}$  betrug überwiegend nur 5%. Lediglich nachts gegen 5 Uhr fehlten maximal 20% der Werte. Etwas ungünstiger stellten sich die Verhältnisse für den  $VRS_{\text{Entlassung}}$  dar: hier fehlen zwischen 9 und 24 Uhr zwischen 15% und 20% der Werte. Auch hier kam es nachts zu einem Anstieg auf bis zu 35% fehlender Werte.

### 3.3.2 Fehlende Werte und Arbeitsbelastung

Hierzu wurden Entlassungen aus dem Aufwachraum an Wochentagen mit gleicher Aufnahmefrequenz zwischen 9 und 19 Uhr zusammengefasst und der Anteil fehlender Scores berechnet. Es zeigt sich im Bereich zwischen 60 - 105 Aufwachraum-Aufnahmen pro Tag eine signifikante Zunahme des Anteils fehlender Werte für alle Scores. Bei linearer Regression ergeben sich für den  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  ein  $R^2 = 0,38$  mit  $p < 0,001$ ,  $NRS_{\text{Entlassung}}$  ein  $R^2 = 0,20$  mit  $p < 0,001$  und entsprechend für den  $VRS_{\text{Aufnahme}}$  ein  $R^2 = 0,749$  ( $p < 0,001$ ) und für den  $VRS_{\text{Entlassung}}$  ein  $R^2 = 0,365$  ( $p < 0,001$ ) (Abb. 3). Für alle Scores ließ sich ein Anstieg des Anteils fehlender Scores mit der Aufnahmefrequenz feststellen. Der einfache, dreistufige VRS reagierte am unempfindlichsten der 11-stufige  $NRS_{\text{Entlassung}}$  am deutlichsten auf Arbeitsanfall.

Anteil fehlender Werte NRS, VRS und Aufnahmen/Tag



**Abb. 3:** Anteil fehlender Werte in Abhängigkeit von der Zahl der Aufnahmen/Tag

●NRS = Numeric Rating Scale, ○ VRS = Verbal Rating Scale

### 3.4 Messung, Skalenniveaus und erlaubte Statistiken

Die üblichen Einführungen zur Statistik - zum Beispiel Sachs [Sachs L 1992, S. 206] fordern die Anwendung von nicht-parametrischen Tests für ordinalskalierte Daten – wobei Sachs im Kleingedruckten betont, dass der Skalenaspekt bei der Auswahl des statistischen Verfahrens nicht zu sehr im Vordergrund stehen dürfe. Diese Regeln gehen auf Stevens [Stevens S 1946] zurück, der die klassische Einteilung der Skalenniveaus in: Nominal-, Ordinal-, Intervall- und Verhältnisskalen 1946 zum ersten Mal formulierte und dazu in einer Tabelle „**Permissible Statistics (invariantive)**“ aufführte. Er ordnete so jedem Skalentyp einen Satz zulässiger Transformationen zu. Für ordinalskalierte Daten sind dies Transformationen durch jede beliebige streng monoton wachsende Funktion. Er gab Statistiken an (permissible statistics) die unter diesen Transformationen invariant sind – im Fall der ordinalskalierten Daten ‚Median‘ und ‚Perzentile‘.



### 3.4.1 Transformationen

Das Konzept der Transformationsinvarianz führt in der Praxis zu Problemen, weil die zulässigen Transformationen nicht genau bestimmt werden können. So formulieren Marcus-Roberts und Roberts: *“A statement using scales is called meaningful if its truth or falsity is unchanged when all scales in the statement are transformed by admissible transformations.”*. Und weiter unten: *“However, in practice, the user of the theory of scale type tries to specify the admissible transformations on the basis of some procedure used in the measurement or on the basis of intuition.”* [Marcus-Roberts H. M. et al. 1987]. Das gleiche konstatieren Zumbo und Zimmerman [Zumbo et al. 1993]: *“Unfortunately, most of the scales in behavioural sciences are those for which we do not know the set of permissible transformations.”*

Obwohl klare Regeln fehlen, lässt sich das Prinzip der zulässigen Transformationen für Schmerzsores nutzen. Myles et al., zum Beispiel, behaupten VA-Scores sind verhältnisskaliert [Myles PS et al. 1999]. Damit wäre die Aussage, „Frau A hat mit einem Schmerzscore von 4 doppelt so starke Schmerzen wie Herr B mit einem Score von 2“, richtig [Marcus-Roberts H. M. et al. 1987]. Die Behauptung ist jedoch ohne Sinn („not meaningful“), weil Schmerzen eine individuelle Erfahrung sind. Genauso mit Vorsicht zu genießen ist die Behauptung, Frau B habe nach einer Therapie, die zu einem Schmerzscore von 2 führte, gleichstarke Schmerzen wie Herr A, der ebenfalls einen Schmerzscore von 2 angibt. Unter Umständen haben wir es mit einer Skala zu tun, von der wir nicht ausschließen können, dass sie für verschiedene Individuen auch individuell verschiedene Intervalle besitzt.

Durch die Tatsache, dass Schmerz eine subjektive Erfahrung ist, sind Rechenoperationen, die einen interpersonellen Vergleich beinhalten, zum Beispiel Durchschnittsbildung, eigentlich unzulässig. Lediglich mit Hilfe der zusätzlichen Annahme, dass subjektive Schmerzerfahrung um einen Mittelwert schwankt, lässt sich der Durchschnitt von Schmerzscores zwischen einer großen Anzahl von Individuen bilden. Es ist zu vermuten, dass solche inter-individuellen Vergleiche ungenauer sind als intra-individuelle. Was Myles wirklich bewiesen hat ist – und auch nur dieses ist zulässig, dass Schmerzen auf einer individuellen Ebene verhältnisskaliert sind.

Im Übrigen kann man Schmerzscores auch dichotome Eigenschaften zuschreiben, nämlich eine Aufteilung von PatientInnen mit Schmerzen (NRS>0) und PatientInnen ohne Schmerzen (NRS=0). Dies erlaubt ohne logischen Bruch, Patientinnen / Patienten ohne Schmerzen von bestimmten statistischen Untersuchungen auszuschließen.

### 3.4.2 Zulässige Statistik

Die Verknüpfung von Skalenarten und zulässiger Statistik führte zu einem jahrzehntelangen, unentscheidbaren Streit, beginnend mit Lord [Lord F 1953], der pointierte "Die Zahlen wissen nicht woher sie sie kamen“, bis Hand [Hand DJ 1996]. Dieser brachte die Auseinandersetzung zu einem gewissen Abschluss, indem er zeigte, dass den Positionen der Kontrahenten verschiedene Theorien des Messens zu Grunde liegen. Aber selbst Roberts [Marcus-Roberts HM 1987], eine Anhängerin von Stevens' Position (s.o.), konzidierte, dass jede Statistik ‚erlaubt‘ sei. Den an diesem Dissens Beteiligten scheint Stevens' Arbeit allerdings nicht zugänglich gewesen zu sein. Stevens schrieb nämlich: *“In the strictest propriety the ordinary statistics involving means and standard deviations ought not to be used with these scales, for these statistics imply a knowledge of something more than the relative rank-order of data. On the other hand, for this 'illegal' statisticizing there can be invoked a kind of pragmatic sanction: In numerous instances it leads to fruitful results.”*[Stevens S 1946]

Die vorliegende Arbeit geht davon aus, dass der Datentyp von Schmerzscores nicht genau bestimmbar ist und jedes statistische Verfahren, dessen formale Voraussetzungen erfüllt sind, anwendbar ist, das Ergebnis aber hinsichtlich der oben gemachten Anmerkungen überprüft werden sollte.

### 3.4.3 Robustheit

Die Frage nach der Robustheit ist einerseits mit der oben aufgeführten Debatte verknüpft (was geschieht zum Beispiel, wenn durch eine zulässige Transformation die Normalverteilung von Daten aufgehoben wird [Anderson N 1961], andererseits ein weiterreichendes Problem, denn im Allgemeinen ist eine Normalverteilung der Daten aus einer Untersuchung nicht zu erwarten [Micceri T 1989]. Es ist daher von Interesse, wie sich die üblichen parametrischen Tests unter Verletzung der Voraussetzungen verhalten. Dies führt zum Begriff der Robustheit: *“Robustheit ist die Fähigkeit eines statistischen Tests seine logisch hergeleitete Folgerung aufrechtzuerhalten, wenn eine oder mehrere Voraussetzungen verletzt sind“* [Labovitz 1967]. Zum Beispiel ist der t-Test (insbesondere bei großem N) auch gegenüber extremen Verletzungen der Normalität robust, sofern die zu vergleichenden Gruppen ungefähr gleich groß sind [Boneau 1960]. Sullivan & D'Agostino [Sullivan LM & D'Agostino RB 1992] belegen die Robustheit des t-Tests auch für simulierte Normalverteilungen, deren eine Hälfte

durch Bodeneffekte abgeschnitten wird. Stonehouse & Forrester [Stonehouse JM & Forrester GJ 1998] untersuchten den Einfluss von Gruppengröße und Varianz auf den t-Test, den nach Welch modifizierten t-Test und den Mann-Whitney U-Test. Sie verglichen Gruppen mit Größen von 5, 30 und 100. Gleichzeitig änderten sie die Varianz der Gruppen um den Faktor 3. Sie zeigten, dass alle Tests zu liberal werden, wenn die kleinere Gruppe die größere Varianz (Faktor 3) besitzt und konservativ, wenn die Gruppe mit dem größeren Umfang mit der größeren Varianz simuliert wird. Sie belegten auch, dass ab einer Gruppengröße von 30 der t-Test gegenüber der Art der Verteilung unempfindlich wird, sich also zunehmend ‚verteilungsfrei‘ verhält, während sich der angeblich verteilungsfreie Mann-Whitney U-Test bei großen Gruppen in extremer Weise als nicht robust herausstellt. Die Autoren führen dies auf die Tatsache zurück, dass der Mann-Whitney U-Test keine Mittelwerte, sondern Unterschiede zwischen Verteilungen testet. Gängige Lehrbücher der Statistik lassen für die Anwendung des t-Tests bei Stichprobenumfängen größer 30 beliebige Verteilungen zu [Fahrmeir et al. 2007 S. 437]. Sachs und Hedderich geben auch die oben erwähnten Hinweise zu den Varianzverhältnissen [Sachs L & Hedderich J 2006 S.378]. Vickers [Vickers AJ 2005] zeigt die größere ‚Power‘ von parametrischen Verfahren für die meisten Verteilungen. Unter anderem kann aber der Mann-Whitney U-Test auch zur Kontrolle der Ergebnisse des t-Tests herangezogen werden [Sachs L & Hedderich J 2006 S.391]

### **3.5 Nichtparametrische Regression**

Die Methode der nichtparametrischen Regression erlaubt es, die Regressionsfunktion aus den gemessenen Daten zu schätzen. Parametrische Verfahren legen einen funktionalen Zusammenhang, ein Modell der Dateninterpretation, dessen Parameter zu schätzen sind, zu Grunde. Die Annahmen über die grundsätzliche, funktionale Gestalt solcher Modelle können richtig oder auch falsch sein. Im Gegensatz dazu machen nichtparametrische Modelle keine Annahmen über die Regressionsfunktion, sondern schätzen sie sukzessive lokal in der Umgebung, der durch die unabhängigen Variablen vorgegebenen Punkte. Die Größe der Umgebung wird Bandbreite genannt.

Gasser et al. [Gasser T et al. 1984] zeigen an Hand von Untersuchungen der Wachstumskurven von Kindern und Jugendlichen, dass Zusammenhänge, die in einem parametrischen Modell übersehen werden, bei einer Exploration mit nichtparametrischen Methoden zum Vorschein kommen. Sie gehen auch auf das grundsätzliche Problem

nichtparametrischer Methoden ein: Alle diese Methoden haben einen ‚Bias‘. Unter ‚Bias‘ versteht man den Unterschied zwischen ‚idealer‘ wahrer Regressionskurve, die als Grenzwert immer existiert, und realer Schätzung. Der Bias führt zu flacheren Maxima und Minima der geschätzten Regressionskurve und verschiebt die Lage der Extremwerte in Richtung auf die weniger ansteigende Seite. Zwischen ‚Bias‘ und ‚Varianz‘ der geschätzten Regressionskurve gibt es einen Zusammenhang: Je geringer die ‚Varianz‘, desto größer der Bias, wobei das Bindeglied die Bandbreite ist. Genauer: die Summe aus Varianz und quadriertem Bias ergibt den mittleren quadratischen Fehler der Regressionskurve gegenüber den gemessenen Werten ( $MSE = \text{Var}(q^*) + \text{Bias}(q^*)^2$ ). Ideal ist ein Kompromiss zwischen Bias und Varianz, der den mittleren quadratischen Fehler minimiert.

In Bezug auf parametrische Modelle betonen Gasser et al. allerdings, dass jedes Detail, das im parametrischen Modell nicht enthalten ist, auch in der Regressionskurve nicht zur Darstellung kommt und die Differenz von Modell und wahrer Regressionskurve zu quantitativen Verzerrungen führt [Gasser T et al. 1984].

Es gibt viele Verfahren der nichtparametrischen Regression. Bekannt sind „Kernschätzer“, „Splines“ (‚Kurvenstücke‘) und die Verwendung von lokalen Polynomen. Dabei ist der wichtigste Parameter die anzuwendende Bandbreite, zu deren Schätzung verschiedene Verfahren entwickelt wurden. Ein Teil dieser Verfahren betont einen möglichst geringen Bias, der andere Teil hebt auf die Reduktion der Varianz ab.

### **3.6 Vergleich von zwei klinischen Messmethoden: ‚Altmann – Plots‘**

Für eine Überprüfung der Übereinstimmung von klinischen Messmethoden bietet sich hier das von Bland und Altmann [Bland & Altmann 1986] entwickelte Vorgehen an (‚Altmann-Plot‘). Bland und Altmann weisen darauf hin, dass man für klinische Methoden, die Werte indirekt ermitteln - wie dies zum Beispiel auch bei Schmerzscores der Fall ist - von keiner Methode sagen kann, sie sei die ‚Richtige‘. Deshalb tragen sie die Differenz der Messwerte (zum Beispiel:  $NRS - NRS_{STUD}$ ; Definition s. S. 29) gegen ihren gemeinsamen Mittelwert auf (zum Beispiel:  $(NRS - NRS_{STUD})/2$ ). Wenn diese errechneten Werte - Differenz und Durchschnitt - eine systematische Abweichung aufweisen, wird die dazugehörige Regressionsgerade eine Steigung haben und nicht durch Null verlaufen. Die so entstandene

Verteilung der Differenzen ist dann einer statistischen und auch visuellen Beurteilung zugänglich.

### **3.7 Messung der postoperativen Schmerzen**

Drei verschiedene Methoden zur Messung der postoperativen Schmerzintensität kamen zur Anwendung:

1. Ein im Rahmen der Routine von den Pflegekräften bei Aufnahme im Aufwachraum und Entlassung mit Hilfe einer numerischen Skala erhobener 11stufiger Schmerzscore (0-10), wobei 0 ‚kein Schmerz‘ bedeutet und mit 10 ‚maximal vorstellbarer Schmerz‘ dargestellt wird. Dieser Score wird im Folgenden als NRS („numeric rating scale“) bezeichnet.
2. Ein von Studienpersonal bei Aufnahme und Entlassung erhobener, auf der gleichen 11stufigen numerischen Skala beruhender Schmerzscore. Dieser Score wird im Folgenden, der klaren Unterscheidung wegen, als NRS<sub>STUD</sub> („numeric rating scale“, von Studienpersonal erhoben) bezeichnet.
3. Ein ebenfalls routinemäßig bei Aufnahme und Entlassung von den Pflegekräften erhobener verbaler Schmerzscore, der VRS („verbal rating scale“), mit den drei Ausprägungen: ‚ohne‘, ‚mäßige‘ und ‚starke‘ Schmerzen.

### 3.8 Angewandte statistische Verfahren

#### 3.8.1 Nichtparametrische Regression

Zur Schätzung von Regressionsfunktionen wird in dieser Arbeit der Nadaraya-Watson Schätzer verwendet, wie er in dem Programmpaket XploRe implementiert ist.

	$\hat{m}_h(x) = \frac{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x_i - x}{h}\right) y_i}{\sum_{i=1}^n K\left(\frac{x_i - x}{h}\right)}$	<p>h : Bandbreite</p> <p>K: Kern oder Fensterfunktion</p> <p><math>x_i</math>, unabhängige, <math>y_i</math> abhängige Variable.</p>
	$\hat{m}_h(x)$	geschätzte Regressionsfunktion

#### Prinzip:

Man multipliziert den gemessenen Wert  $y_i$  mit der Fensterfunktion, in unserem Fall einem Gauss – Kern (s.u.), und summiert das Ergebnis (XploRe, <http://fedc.wiwi.hu-berlin.de/xploRe.php> vom 22.08.2008) .

#### 3.8.2 Glätten von Daten

Das Glätten von Daten erfolgte mit Hilfe digitaler Filterung. Dies wird hier durch Fouriertransformation eines ‚Filterkerns‘ und der Daten, deren Multiplikation und anschließender Rücktransformation durchgeführt [z.B. Wolfram 1992]. Als ‚Kern‘ wird ein Gauss–Kern  $(1/2\pi e^{-0,5u^2})$  [Reid 1992] verwandt. .

#### 3.8.3 Vergleiche von Gruppen

Für die in der Untersuchung verwendeten Variablen wird eine deskriptive Statistik erstellt. Kontinuierliche Variable werden mit Mittelwerten und 95% Konfidenzintervallen, diskrete Variable mit Häufigkeit und Anteilen in Prozent angegeben. Schmerzscores werden als ‚quasi‘–kontinuierlich in einem Zahlenraum von 0 bis 10 betrachtet. Zum Vergleich von Häufigkeiten dient der ‚exakte Test‘ von Fisher. Für Gruppenvergleiche von kontinuierlichen

und ‚quasi‘-kontinuierlichen Variablen kommt der t-Test unter Beachtung der Gruppenumfänge und Varianzen zur Anwendung. Um Irrtümer auszuschließen, erfolgt eine zusätzliche Kontrolle mit dem Mann-Whitney U-Test. Die Ergebnisse der statistischen Tests werden bei einem  $p < 0,05$  als signifikant betrachtet, wobei für mehrfache Vergleiche eine Korrektur des Signifikanzniveaus nach Bonferroni erfolgt.

### **3.8.4 Zur Datenanalyse verwendete Werkzeuge**

Zur statistischen Analyse wurde SPSS für Windows (Version 15.0.0; SPSS Inc., Chicago, Illinois) verwendet. Für den schnellen Überblick genügte meist Microsoft Access 2003 oder Excel 2003. SigmaPlot 7.0 (SPSS Inc.) ermöglichte die grafische Darstellung von Zusammenhängen. Glättungsverfahren wurden mit dem Programmpaket Mathematica 2.2 (Wolfram Research, Campaign, Illinois) durchgeführt. Die Berechnung von nichtparametrischen Regressionskurven erfolgte mit dem frei zugänglichen Programmpaket XploRe (<http://fedc.wiwi.hu-berlin.de/xploRe.php> vom 22.08.2008).

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Fehlende Werte

Die Untersuchung beruht auf 47.743 Aufenthalten im Aufwachraum mit Routinedaten, und 3.427 Aufenthalten im Aufwachraum für die zusätzlich Studiendaten vorliegen. Die Routinedaten enthielten in 198 Fällen kein Geschlecht oder ein fehlendes oder nicht plausibles Alter. Diese Datensätze wurden entfernt. Genauso wurden 35 Datensätze aus den Studiendaten entfernt. Damit ergeben sich 47.599 Aufenthalte im Aufwachraum für die Routinedaten vorliegen. Darin enthalten sind 3.392 Aufenthalte für die auch Studiendaten existieren (s. Abb. 1 und 2 (S. 19-21) CONSORT – Diagramm).

Die Schmerzscores  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  oder  $NRS_{\text{Entlassung}}$  fehlten in 22.653 Datensätzen. Entsprechend fehlten  $NRS_{\text{STUD Aufnahme}}$  oder  $NRS_{\text{STUD Entlassung}}$  in 864 Fällen in den Studiendaten. Die folgenden Tabellen (Tabelle 1 und 2) zeigen die Basischarakteristika der Patienten, deren Daten erhoben wurden.

N = 47.599	NRS <sub>Aufnahme</sub> und NRS <sub>Entlassung</sub>		
	Vorhanden (N = 24.946)	nicht vorhanden (N = 22.653)	p
Alter (KI) in Jahren	42,4 (42,1 - 42,7)	45,0 (44,7 - 45,3)	< 0,05
Anteil Frauen % (N = 24.896)	51% (N = 12.169)	54% (N = 12.727)	< 0,05
Kinder und Jugendliche <18 J	9,5 % (4.507)	6,0 % (2.867)	< 0,05
ASA I / II	70%	76%	< 0,05
ASA III und höher	30%	24%	< 0,05
TIVA %	26%	33%	< 0,05
Dauer des Eingriffs [min] (KI)	96,2 (95,3 - 97,1)	119,6 (118,2 - 121,1)	< 0,05
Zeit im Aufwachraum [min] (KI)	90,3 (89,6 - 91,0)	90,4 (89,2 - 91,6)	n. s.

**Tabelle 1:** Charakteristika der von den Pflegekräften gesehenen Patienten mit vorhandenen bzw. nicht vorhandenen  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  und  $NRS_{\text{Entlassung}}$ . NRS: Numeric Rating Scale, ASA: American Society of Anesthesiologists Physical Status Classification, TIVA: Total Intra-Venöse Anästhesie, (KI) 95% Konfidenzintervalle, (N) Anzahl.



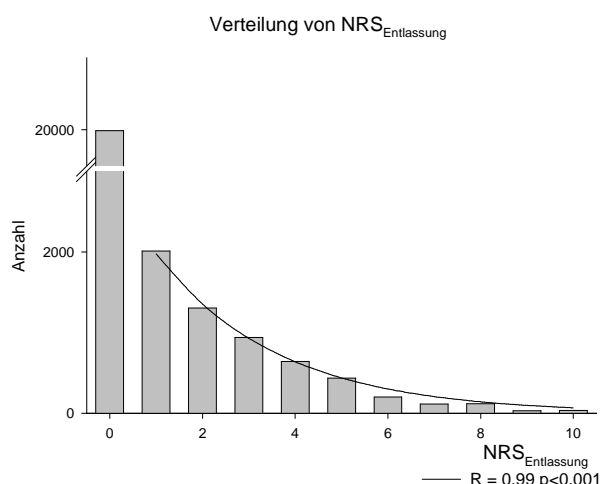
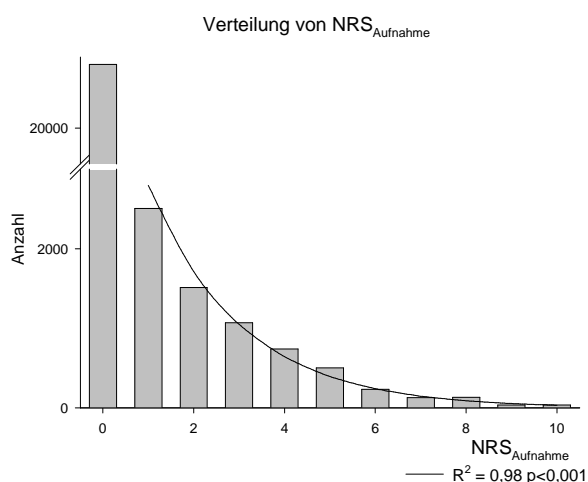
N = 3.392	NRS <sub>STUD Aufnahme</sub> und NRS <sub>STUD Entlassung</sub>		
	Vorhanden (N = 2.528)	nicht vorhanden (N = 864)	p
Alter (KI)	45,0 (44,1 - 45,9)	34,3 (32,4 - 36,1)	< 0,05
Anteil Frauen (N = 1.578)	45,4% (N = 1.148)	49,7% (N = 430)	< 0,05
Kinder und Jugendliche <18 J	15,5 % (531)	4,6 % (157)	< 0,05
ASA I / II	80%	77%	n. s.
ASA III und höher	20%	23%	n. s.
TIVA	30%	28%	n. s.
Dauer des Eingriffs (min) (KI)	102,5 (99,8 - 105,4)	99,6 (94,5 - 104,7)	n. s.
Zeit im Aufwachraum (min) (KI)	87,6 (85,6 - 89,8)	101,5 (96,4 - 106,6)	< 0,05

**Tabelle 2:** Charakteristika der zusätzlich vom Studienpersonal gesehenen Patienten mit vorhandenen bzw. nicht vorhandenen NRS<sub>STUD Aufnahme</sub> und NRS<sub>STUD Entlassung</sub>. NRS: Numeric Rating Scale, ASA: American Society of Anesthesiologists Physical Status Classification, TIVA: Total Intra-Venöse Anästhesie, (KI) 95% Konfidenzintervalle, (N) Anzahl.

#### 4.1.1 Statistische Eigenschaften der Schmerzscores

Teilt man das Gesamtkollektiv nach Fachabteilungen und nach NRS<sub>Aufnahme</sub> oder NRS<sub>Entlassung</sub> auf, erhält man 34 Gruppen mit einem Umfang von  $N > 50$ , 17 für NRS<sub>Aufnahme</sub> und 17 für NRS<sub>Entlassung</sub>. Lediglich für eine der 34 Gruppen lässt sich eine Normalverteilung von NRS<sub>Aufnahme</sub> bzw. NRS<sub>Entlassung</sub> nachweisen (Kolmogorov-Smirnov-Test).

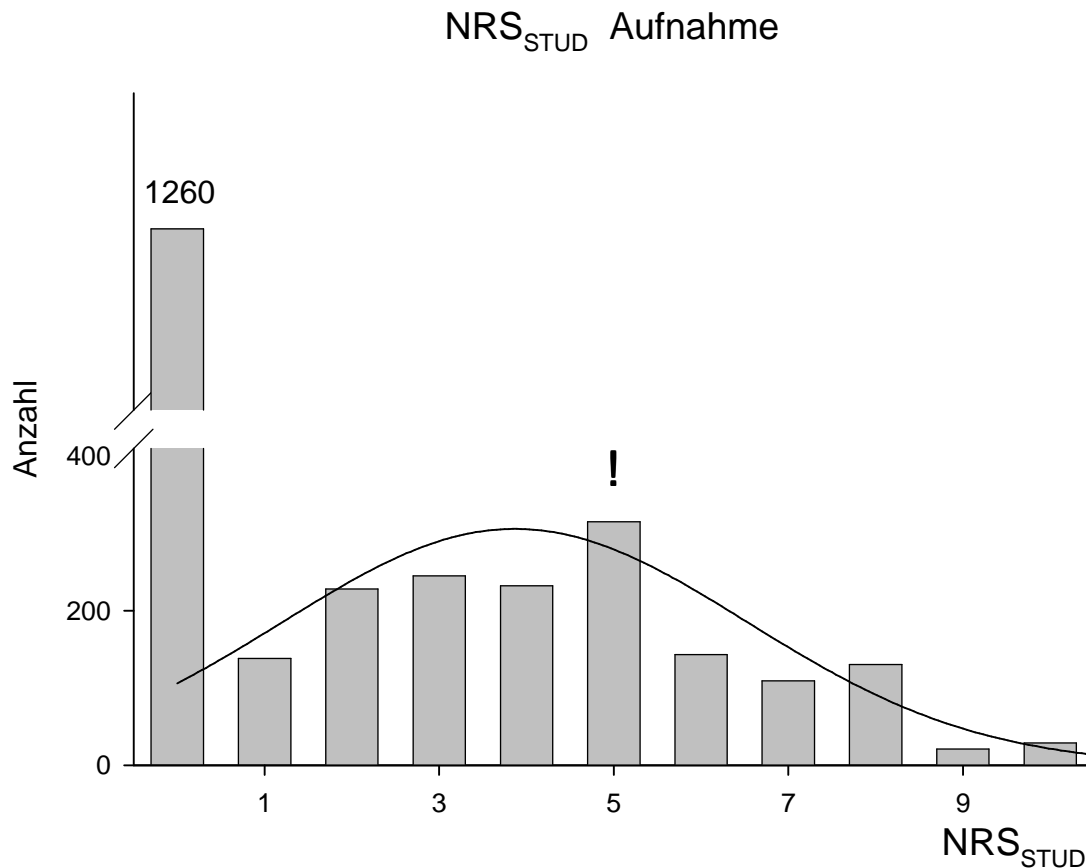
Sowohl die Verteilung der Häufigkeiten des NRS<sub>Aufnahme</sub> als auch der NRS<sub>Entlassung</sub> des Gesamtkollektivs lassen sich durch eine Exponentialfunktion mit  $R^2 = 0,99$ ,  $p < 0,001$  (Abb. 2a) bzw.  $R^2 = 0,91$ ,  $p < 0,001$  (Abb. 4b) annähern.



**Abb. 4a:** Verteilung von NRS<sub>Aufnahme</sub>

**Abb. 4b:** Verteilung von NRS<sub>Entlassung</sub>

Etwas komplizierter liegen die Verhältnisse für die erhobenen  $NRS_{STUD}$ . Anhand des Histogramms (Abb. 5) lässt sich eine erhebliche Tendenz die ‚5‘ als  $NRS_{STUD}$  Aufnahme zu vergeben erkennen. Ein Test auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov) fällt negativ aus.



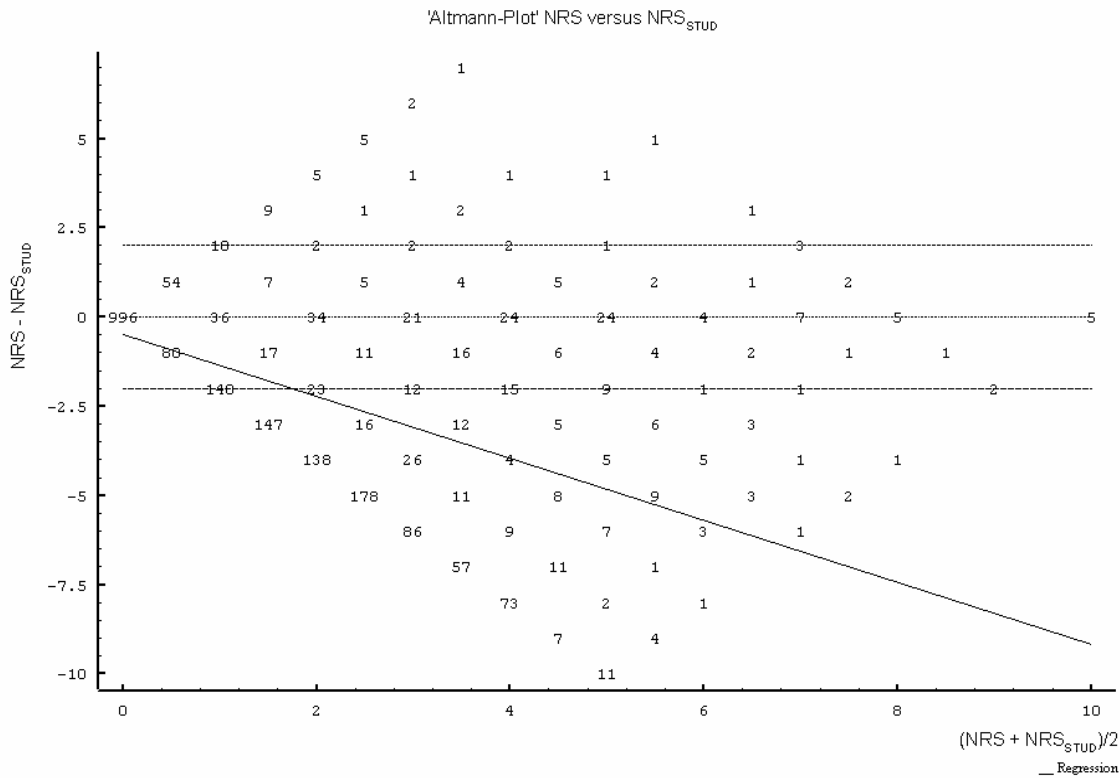
**Abb. 5:** Verteilung von  $NRS_{STUD}$ -Aufnahme

## 4.2 Reliabilität der erhobenen Scores

Die Reliabilität der erhobenen Scores lässt sich nach der von Bland und Altman entwickelten Methode prüfen. Dazu ist die Differenz der zu prüfenden zwei Scores gegen ihren gemeinsamen Mittelwert aufzutragen.

### 4.2.1 NRS versus $NRS_{STUD}$ bei Aufnahme

Der Altman-Plot für den  $NRS_{Aufnahme}$  im Vergleich mit dem  $NRS_{STUDAufnahme}$  umfasst 2.488 Datensätze. Die Regressionsgerade mit  $R^2 = 0,334$  und einem  $p < 0,001$  verläuft nicht waagrecht (Abb. 6).



**Abb. 6:** NRS - NRS<sub>STUD</sub>-Aufnahme gegen  $(NRS + NRS_{STUD}\text{-Aufnahme})/2$   
 — Regressionsgerade  $y = 0$ , -- obere Grenze  $y = +2$ , -- untere Grenze  $y = -2$

Für den hier gezeigten Vergleich von NRS und NRS<sub>STUD</sub>-Aufnahme befinden sich unter konservativen Annahmen 64,5% der Differenzen innerhalb der Grenzen von  $\pm 2$  Punkten. Das üblicherweise berechnete Cohen'sche Kappa liefert den nur mäßigen Wert von 0,17.

Den wesentlichen Grund für die schlechte Übereinstimmung der Aufnahmescores NRS und NRS<sub>STUD</sub> zeigt Tabelle 3. Hier ist die Anzahl der Patienten gegen die Aufnahmescores der Pflegekräfte (NRS *senkrecht*) und gegen die Aufnahmescores des Studienpersonals (NRS<sub>STUD</sub> *waagrecht*) gegeneinander aufgetragen: Auffallend ist die Spalte, für die die Pflegekräfte einen NRS<sub>Aufnahme</sub> von **0 (fett)** erhoben haben. Hier liegt der NRS<sub>STUD</sub> in 909 Fällen **über 0** meist in einem Bereich von 2-5. Die Mittelwerte von NRS-Aufnahme mit 0,64 und NRS<sub>STUD</sub>-Aufnahme von 2,45 unterscheiden sich um 1,81 Punkte ( $p < 0,001$ ). Geringer ist die Differenz der Mittelwerte bei Entlassung mit 0,78 Punkten.

Tabelle 4 zeigt alle Patientinnen und Patienten, die bei Aufnahme in den Aufwachraum wach und orientiert waren. Die Pflegekräfte konnten bei einem Anteil von ungefähr 75% der Patientinnen und Patienten bei Aufnahme keine Schmerzen finden ( $NRS_{\text{Aufnahme}} = 0$ ). Kurze Zeit später, als das Studienpersonal den NRS<sub>STUD</sub><sub>Aufnahme</sub> erhob, war der Anteil der

Patientinnen und Patienten ohne Schmerzen ( $NRS_{STUDAufnahme} = 0$ ) teilweise auf unter 40% gefallen (Tabelle 4).

NRS von Pflegekräften erhoben	NRS <sub>STUD</sub> von Studienpersonal erhoben										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	N = 1090	N = 127	N = 201	N = 210	N = 212	N = 264	N = 127	N = 97	N = 115	N = 18	N = 27
<b>NRS = 0</b> N = 1913	996	80	140	147	138	178	86	57	73	7	11
<b>NRS = 1</b> N = 209	54	36	17	23	16	26	11	9	11	2	4
<b>NRS = 2</b> N = 115	18	7	34	11	12	12	4	8	7	1	1
<b>NRS = 3</b> N = 90	9	2	5	21	16	15	5	5	9	3	0
<b>NRS = 4</b> N = 66	5	1	2	4	24	6	9	6	5	3	1
<b>NRS = 5</b> N = 50	5	1	2	2	5	24	4	1	3	1	2
<b>NRS = 6</b> N = 14	2	0	1	0	1	2	4	2	1	0	1
<b>NRS = 7</b> N = 11	1	0	0	1	0	0	1	7	1	0	0
<b>NRS = 8</b> N = 15	0	0	0	1	0	1	3	2	5	1	2
<b>NRS = 10</b> N = 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5

**Tabelle 3:** Anzahl der Werte  $NRS_{Aufnahme}$  von Pflegekräften und Studienpersonal gegenübergestellt

Klinik	Anteil der wachen PatientInnen ohne Schmerzen	Anteil der wachen PatientInnen ohne Schmerzen
	<b>Pflegekräfte (N = 1315)</b>	<b>Studienpersonal (N = 1315)</b>
Ophthalmologie (N = 176)	81%	34%
Unfallchirurgie (N = 503)	69%	34%
Allgemeinchirurgie (N = 193)	74%	34%
MK-Gesichtschirurgie (N = 134)	81%	44%
HNO (N = 171)	83%	52%
Urologie (N = 138)	78%	56%

**Tabelle 4:** Anteil der wachen Patientinnen und Patienten ohne Schmerzen ( $NRS_{\text{Aufnahme}} = 0$ ) Pflegekräften und Studienpersonal gegenübergestellt

#### 4.2.2 NRS versus $NRS_{\text{STUD}}$ bei Entlassung

Auch die Regressionsgerade ( $R^2 = 0,47$ ,  $p < 0,001$ ) des Altman-Plots ( $N = 2.101$ ) für die Differenz zwischen NRS und  $NRS_{\text{STUD}}$  bei Entlassung aus dem Aufwachraum verläuft nicht waagrecht. Immerhin liegen hier 84,2% der Werte im Bereich von  $\pm 2$  Einheiten. Das Cohen'sche Kappa erreicht einen Wert von 0,30. Die Mittelwerte zeigen für NRS und  $NRS_{\text{STUD}}$  bei Entlassung mit 0,33 und 1,11 eine viel geringere Differenz ( $\Delta = 0,78$ ,  $p < 0,001$ ) als bei Aufnahme ( $\Delta = 1,81$ ,  $p < 0,001$ ).

#### 4.2.3 NRS versus VRS bei Aufnahme

Bei Aufnahme wie auch bei Entlassung wurden sowohl der dreistufige VRS als auch der 11stufige NRS erhoben. Wenn man den 11stufigen NRS in einen dreistufigen Score umrechnet (die Werte des NRS zwischen 0 und 2 werden der 2 zugeordnet, Werte zwischen 3 und 5 der 1 und Werte über 5 der 0 (diese unlogische Zuordnung zählt zu den Geheimnissen von MedlinQ), lassen sich entsprechende Altman-Plots berechnen. Immerhin liegen bei einem  $N = 28.015$  für die Aufnahmescores nach diesen Berechnungen 89,6% der Differenzen

in einem Bereich zwischen -0,66 und +0,66 Punkten. Das Cohen'sche Kappa ergibt sich zu 0,52, was einer moderaten Übereinstimmung entspricht [Cleophas TJ et al. 2006 S. 311].

#### **4.2.4 NRS versus VRS bei Entlassung**

Nach ähnlichen Berechnungen wie oben ergibt sich für den Vergleich NRS vs. VRS zur Entlassung (N = 23.973) ein Cohen'sches Kappa von 0,24. Dabei liegen 92,9% der Differenzen der Scores im Bereich zwischen -0,66 und +0,66 Punkten.

### **4.3 Alters- und Geschlechtsabhängigkeit des NRS**

Die in der Routine erfassten Schmerzscores sollten daraufhin überprüft werden, ob sie in der Lage sind, Unterschiede von Frauen und Männern in Bezug auf postoperative Schmerzen im Aufwachraum deutlich zu machen.

Nach Ausschluss von Patientinnen und Patienten der Kliniken für Geburtshilfe, Gynäkologie (nur Frauen) und Urologie (weil überwiegend Männer), wurde die Alterseinteilung Aubrunns nachvollzogen [Aubrun F et al. 2005]. Lediglich der Vergleich der Altersgruppen zwischen 18 und 49 Jahren ergab sich nach unseren Daten für Frauen (N = 839, Varianz: 3,7) ein im Mittel um 0,45 (Konfidenzintervall: 0,26 - 0,7) Punkte ( $p < 0,001$ ) höherer  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  als bei Männern (N = 975, Varianz: 3,1). Für die Altersgruppe zwischen 50 und 75 Jahren ( $N_{\text{Frauen}} = 807$ ,  $N_{\text{Männer}} = 1014$ ) hatten Frauen im Mittel einen um 0,135 Punkte höheren  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  (n.s.). Ebenfalls unter dem Signifikanzniveau blieb der höhere  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  von im Mittel 0,377 (Konfidenzintervall: -0,026 - 0,8) für die über 75-jährigen Frauen ( $N_{\text{Frauen}} = 196$ ,  $N_{\text{Männer}} = 114$ ). Auch eine Überprüfung des Ergebnisses mit dem *Mann-Whitney U-Test* ergibt die gleichen Verhältnisse: lediglich für die 18 bis 49jährigen Frauen lässt sich mit  $p = 0,004$  ein signifikanter Unterschied zur entsprechenden männlichen Altersgruppe nachweisen

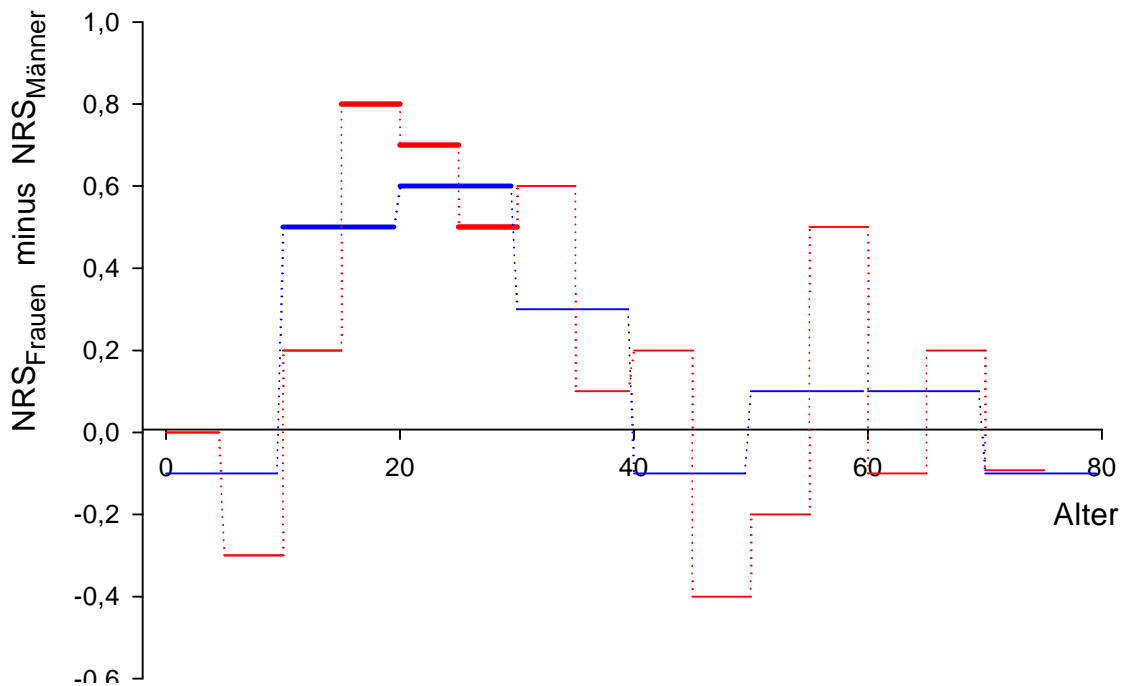
Wählt man Altersgruppen in zehn Jahres-Kategorien (Abb. 7), so haben lediglich 10 bis 19jährige (N= 261, Varianz( $NRS_{\text{Aufnahme}}$ ) = 3,9) und die 20 bis 29jährige Frauen (N= 423, Varianz( $NRS_{\text{Aufnahme}}$ ) = 4,0) einen im Mittel um 0,548 ( $p = 0,001$ ; 0,221 - 0,874) bzw. 0,585 ( $p = 0,001$ ; 0,231 - 0,865) Punkte höheren  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  als Männer (10 bis 19jährige: N = 207, Varianz( $NRS_{\text{Aufnahme}}$ ): 2,3, 20 bis 29jährige: N = 290, Varianz( $NRS_{\text{Aufnahme}}$ ): 2,8). Bei den 30-39jährigen liegt der Unterschied des  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  zwischen Frauen und Männern bei -0,085 (n.s.). Für höhere Altersgruppen liegen die Unterschiede mit wechselnden Vorzeichen unter 0,2 (n.s.). Auch eine Überprüfung des Ergebnisses mit dem *Mann-Whitney U-Test* ergibt die

gleichen Verhältnisse: lediglich für die 10 bis 19jährigen und 20 bis 29jährigen Frauen lässt sich mit  $p = 0,007$  und  $p = 0,0001$  ein signifikanter Unterschied zu den entsprechenden männlichen Altersgruppen nachweisen.

Verwendet man 5 Jahres-Kategorien (Abb. 7), so erhält man für die 15 bis 19jährigen einen Anstieg der Differenz des NRS zwischen jungen Frauen und Männern. Mit einem Unterschied von  $\Delta = 0,673$  ( $p=0,002$ ; KI: 0,26 - 1,09) liegt der  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  für Frauen ( $N = 163$ ; Varianz: 4,1) deutlich höher als für Männer ( $N = 163$ ; Varianz: 2,1), für die 20-24jährigen ergibt sich  $\Delta = 0,708$  ( $p=0,013$ ; KI: 0,29 - 1,12) ( $N_{\text{Frauen}} = 195$ ;  $\text{Varianz}_{\text{Frauen}} = 4,5$ ;  $N_{\text{Männer}} = 133$ ;  $\text{Varianz}_{\text{Männer}} = 2,8$ ) und für 25-29jährige:  $\Delta = 0,479$  ( $p=0,031$ ; KI: 0,118 - 0,841) ( $N_{\text{Frauen}} = 228$ ;  $\text{Varianz}_{\text{Frauen}} = 3,6$ ;  $N_{\text{Männer}} = 157$ ;  $\text{Varianz}_{\text{Männer}} = 2,9$ ). Unter Anwendung des *Mann-Whitney U-Tests* ergeben sich ebenfalls für die 15 bis 19jährigen mit  $p = 0,015$ , für die 20 bis 24jährigen mit  $p = 0,004$  und für die 25 bis 29jährigen mit  $p = 0,009$  signifikante Unterschiede. Für Gruppen mit höherem Alter werden die Unterschiede kleiner und auch negativ, eine Signifikanz wird mit keinem der Tests erreicht.

Abbildung 7 zeigt die höheren  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  von Frauen als Differenz der Scores zwischen Frauen und Männern anhand von Routinedaten. Die fett gezeichneten Linien zeigen den steilen Anstieg und Abfall der signifikanten Differenzen, die dünnen Linien zeigen die nicht signifikanten Differenzen.

NRS<sub>Frauen</sub> minus NRS<sub>Männer</sub> bei Aufnahme versus Alter

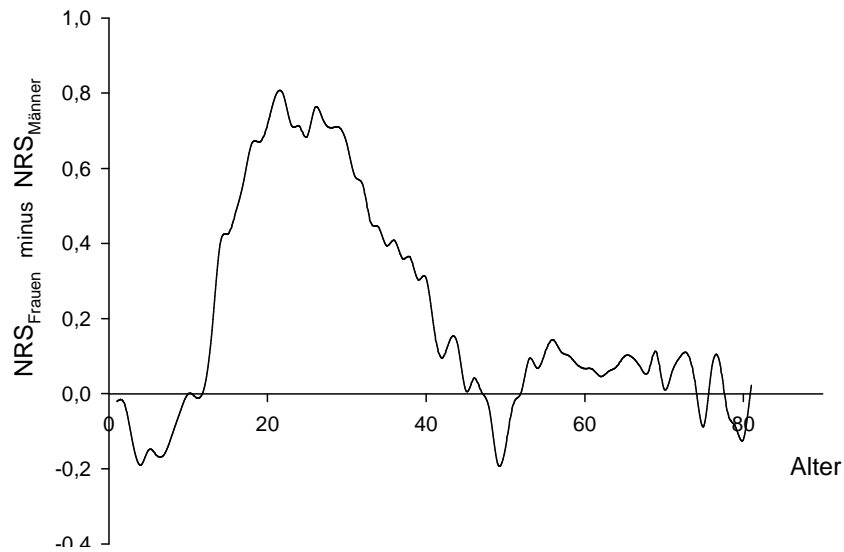


**Abb. 7:** NRS<sub>Frauen</sub> minus NRS<sub>Männer</sub> in Abhängigkeit vom Alter (**fett**: signifikante Differenzen). rot: 5 Jahre, blau 10 Jahre

Die Differenzen des NRS<sub>Aufnahme</sub> zwischen Frauen und Männern wurden für jeden Jahrgang berechnet und die entstandene Kurve dann digital geglättet (Abb. 8). Die Halbwertsbreite des zur Glättung verwendeten Filters betrug 7,2 Jahre. Die Halbwertsbreite wurde so gewählt, dass einerseits der steile Anstieg bei ungefähr 15 Jahren erhalten blieb, andererseits die Kurve aber hinreichend geglättet wurde.



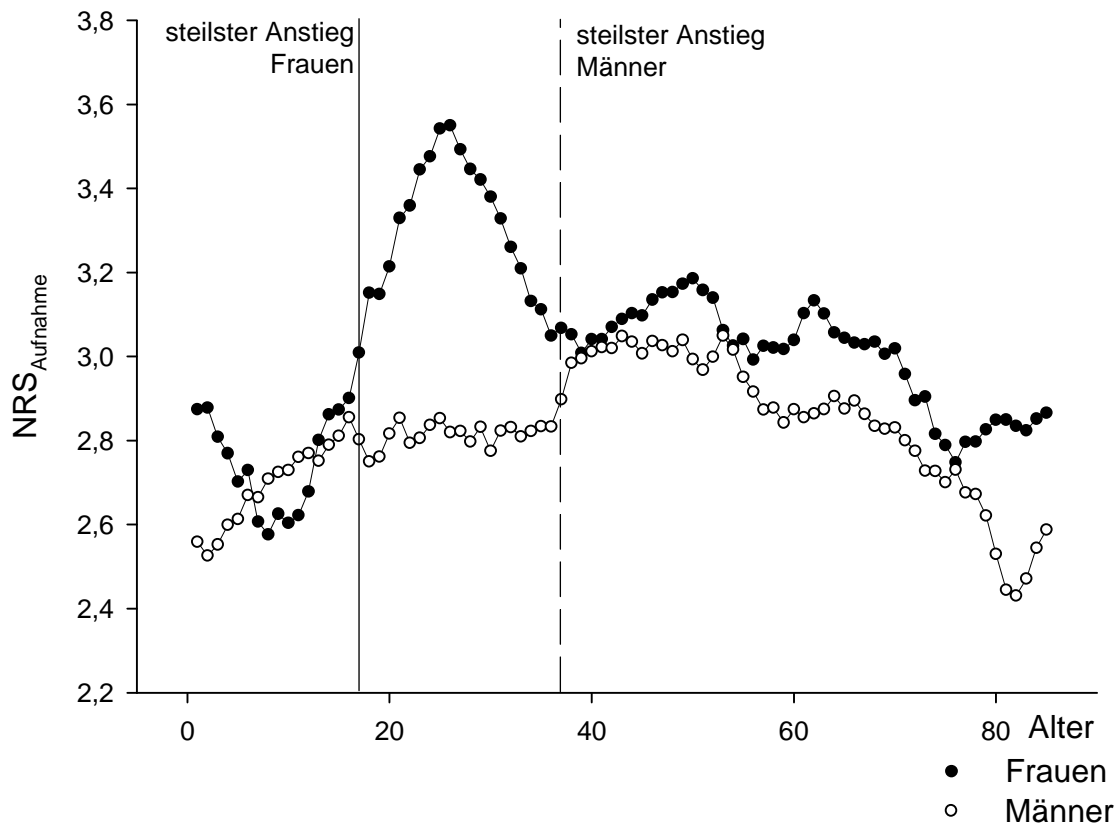
### $NRS_{\text{Frauen}} - NRS_{\text{Männer}}$ bei Aufnahme versus Alter



**Abb. 8:** Differenz von  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  zwischen Frauen und Männern in Abhängigkeit vom Alter (geglättet)

Betrachtet man Frauen und Männer getrennt, erhält man folgendes Bild (Abb. 9) ( $N_{\text{weiblich}} = 3.233$ ,  $N_{\text{männlich}} = 2.564$ ). Der steilste Anstieg der Schmerzempfindlichkeit liegt bei Frauen bei ungefähr 18 Jahren. Bei Männern ist der Anstieg geringer und liegt deutlich später – hier (Abb. 9) bei 37 Jahren.

### NRS<sub>Aufnahme</sub> für Frauen und Männer versus Alter (geglättet)



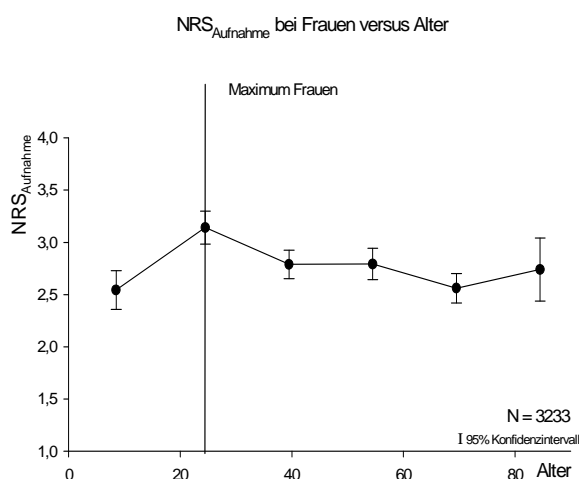
**Abb. 9:** NRS<sub>Aufnahme</sub> bei Frauen und Männern in Abhängigkeit vom Alter – alle Fachrichtungen; Durchschnitte von Patientinnen und Patienten mit Schmerzen (geglättet)

Abbildung 10 demonstriert nochmals die Unterschiede zwischen Frauen und Männern in Bezug auf das Alter der maximalen Schmerzempfindlichkeit. Entsprechend der Unterschiede der Lage und Breite der Maxima wurden für Frauen und Männer verschiedene Alterskategorien gewählt. Für Frauen wurden Alterskategorien von 15 Jahren gewählt, wobei das erste Intervall das Alter von 0 bis 16 Jahre umfasst. Für Männer wurden Alterskategorien von 14 Jahren gewählt, wobei das erste Intervall das Alter von 0 bis 21 Jahre umfasst.

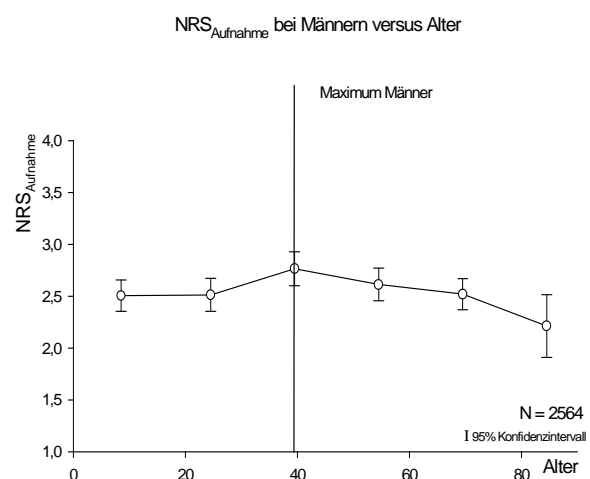
Bei **Frauen** ( $N_{\text{weiblich}} = 3.233$ ) (Abb. 10a) liegt das Maximum des NRS<sub>Aufnahme</sub> in der Alterskategorie von 17 bis 31 Jahren mit dem Zentrum bei 24,5 Jahren. Das Maximum mit einem NRS<sub>Aufnahme</sub> 3,141 (2,98 - 3,30) unterscheidet sich signifikant ( $p < 0,05$ ) von den Werten aller anderen Alterskategorien. Dabei wurde  $\alpha$  nach Bonferroni korrigiert ( $\alpha_1 = 0,000002$ ,  $\alpha_2 = 0,000910$ ,  $\alpha_3 = 0,001642$ ,  $\alpha_4 = 0,0$ ,  $\alpha_5 = 0,020858$ ). Die Varianz betrug für fast alle Gruppen um 4,0, lediglich die 0 bis 16jährigen bildeten eine Ausnahme mit einer Varianz von 2,88. Die Altersgruppe der 32 bis 46jährigen waren mit einem  $N = 812$  (Varianz: 3,879), die der 47 bis

61jährigen mit einem N = 658 (Varianz: 3,879), die der 62 bis 76jährigen mit einem N = 641 (Varianz: 3,794) und die der 77 bis 91jährigen mit einem N = 180 (Varianz: 4,228) vertreten. Eine Kontrolle mit *Mann-Whitney U-Test* ergibt mit ( $\hat{\alpha}_1 = 0,000014$ ,  $\hat{\alpha}_2 = 0,000146$ ,  $\hat{\alpha}_3 = 0,000577$ ,  $\hat{\alpha}_4 = 0,0$ ,  $\hat{\alpha}_5 = 0,003558$ ) und einem summierten  $\hat{\alpha} = 0,004295$  ebenfalls ein  $p < 0,05$ .

Bei **Männern** ( $N_{\text{männlich}} = 2.564$ ) (Abb. 10b) liegt das Maximum in der Alterskategorie von 36 bis 49 Jahren ( $N = 539$ , Varianz: 3,803) und damit deutlich später als bei Frauen, deren maximale Schmerzempfindlichkeit von der Altersgruppe der 17 bis 31jährigen erreicht wird. Dieses Maximum der Schmerzempfindlichkeit der Männer ist mit 2,8 (2,60 - 3,0) ist größer als der mittlere  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  für die die 0 bis 21jährigen ( $N = 504$ ) mit 2,5 (KI: 2,4 - 2,7), die 22 bis 35jährigen ( $N = 406$ ) mit 2,5 (KI: 2,3 - 2,7), die 50 bis 63jährigen ( $N = 541$ ) mit 2,6 (KI: 2,4 - 2,8), die 64 bis 77jährigen ( $N = 491$ ) mit 2,5 (KI: 2,3 - 2,6), die 78 bis 91jährigen ( $N = 77$ ) mit 2,2 (KI: 1,9 - 2,6). Die entsprechenden Signifikanzen der einseitigen Einzelvergleiche ergeben sich zu:  $\hat{\alpha}_{22-35} = 0,0158$ ,  $\hat{\alpha}_{50-63} = 0,022$ ,  $\hat{\alpha}_{64-77} = 0,003$ ,  $\hat{\alpha}_{77-91} = 0,0028$ , das p für den nach Bonferroni korrigierten Gesamtvergleich zu  $p < 0,045$  – nachdem auf Ausreißer  $NRS_{\text{Aufnahme}} < 10$  korrigiert wurde. Eine Kontrolle des Vergleichs der Altersgruppen mit dem *Mann-Withney U-Test* ergibt:  $\hat{\alpha}_{22-35} = 0,019$ ,  $\hat{\alpha}_{50-63} = 0,02$ ,  $\hat{\alpha}_{64-77} = 0,0006$ ,  $\hat{\alpha}_{77-91} = 0,0128$ , das p für den nach Bonferroni korrigierten Gesamtvergleich zu  $p < 0,053$ , was unter den konservativen Annahmen der Korrektur nach Bonferroni, gerade nicht mehr als signifikant betrachtet werden kann.

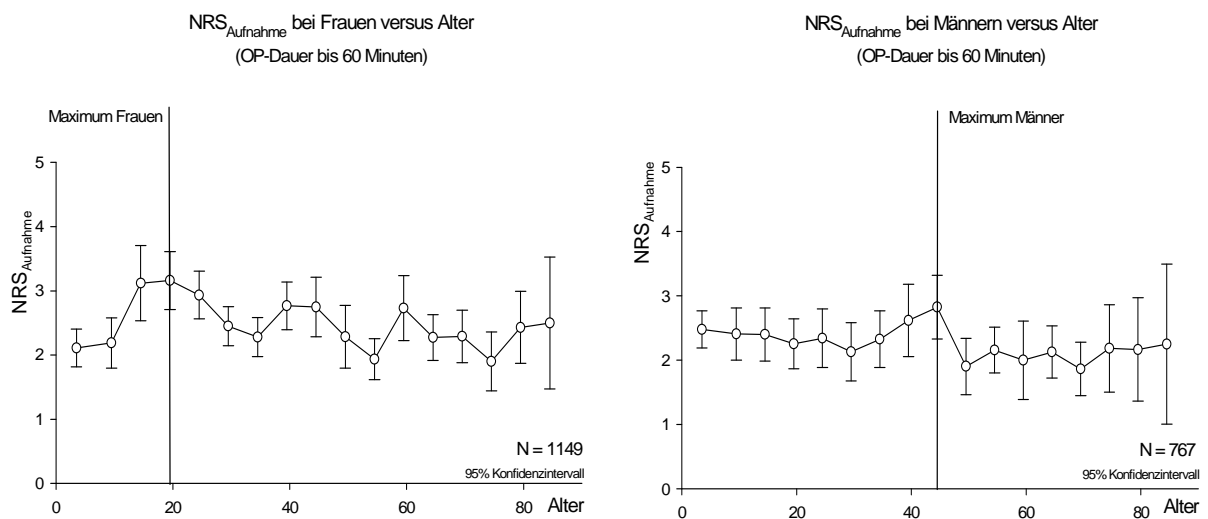


**Abb. 10a:**  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  bei Frauen Abhängigkeit vom Alter – alle Fachrichtungen, alle Eingriffe  
Alterskategorien von 15 Jahren – erste Alterskategorie 0 – 16 Jahre



**Abb. 10b:**  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  bei Männern in Abhängigkeit vom Alter – alle Fachrichtungen, alle Fachrichtungen, alle Eingriffe Alterskategorien von 14 Jahren – erste Alterskategorie 0 – 21 Jahre

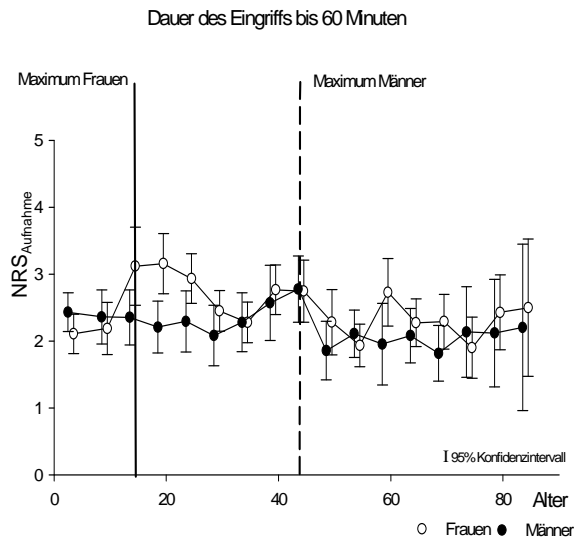
Für die Abbildungen 11a und 11b wurden Alterskategorien von 5 Jahren gewählt, wobei die erste, der Pubertät wegen, mit 6 Jahren endet. Untersucht wurden kurze Eingriffe bis zu einer Stunde Dauer. Hier lässt sich das Maximum der Schmerzempfindlichkeit in Bezug auf das Lebensalter nicht nur bei Frauen sondern auch bei Männern genauer eingrenzen. Es liegt für Frauen bei kurzen Eingriffen bei 19,5 Jahren, während das Maximum der Schmerzempfindlichkeit bei Männern mit 44,5 Jahren erreicht wird.



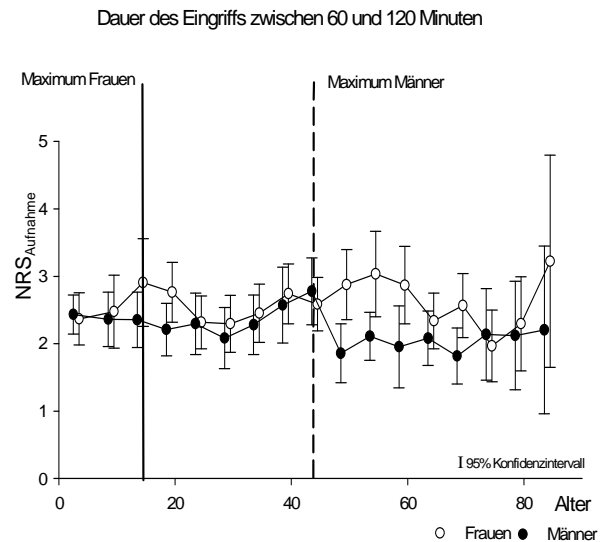
**Abb. 11a:** NRS<sub>Aufnahme</sub> bei Frauen Abhängigkeit vom Alter – alle Fachrichtungen - Alterskategorien von 5 Jahren, Dauer der Eingriffe bis eine Stunde.

**Abb. 11b:** NRS<sub>Aufnahme</sub> bei Männern in Abhängigkeit vom Alter – alle Fachrichtungen - Alterskategorien von 5 Jahren, Dauer der Eingriffe bis eine Stunde.

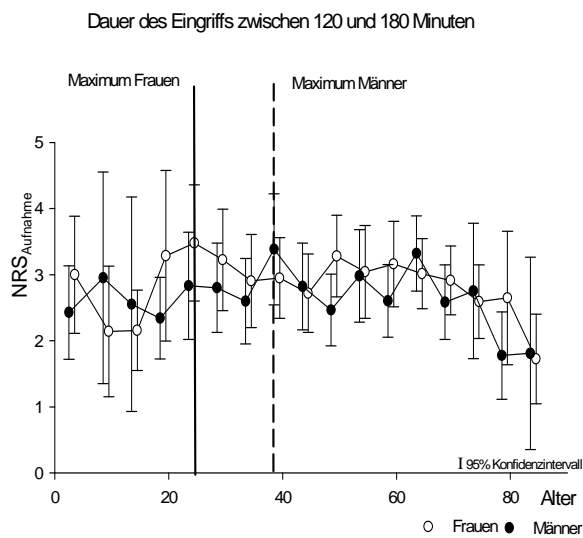
Auch bei unterschiedlicher Dauer der Eingriffe (Abb. 12a–d) finden sich die Maxima der Schmerzscores von Frauen etwa bei einem Lebensalter von 20 Jahren, während die Maxima der NRS<sub>Aufnahme</sub> von Männern immer später bei ungefähr 40 Jahren auftreten. Die Maxima der NRS<sub>Aufnahme</sub> von Frauen liegen, zumindest im hier untersuchten Kollektiv, fast immer höher als die entsprechenden Maxima bei den Männern.



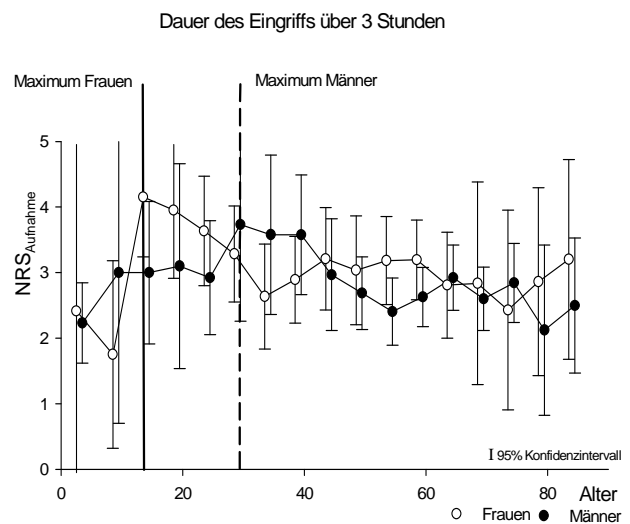
**Abb. 12a:** NRS<sub>Aufnahme</sub> bei Frauen (1149) und Männern (767) in Abhängigkeit vom Alter – Eingriff bis 60 Minuten



**Abb. 12b:** NRS<sub>Aufnahme</sub> bei Frauen (1078) und Männern (838) in Abhängigkeit vom Alter – Eingriff 60-120Minuten

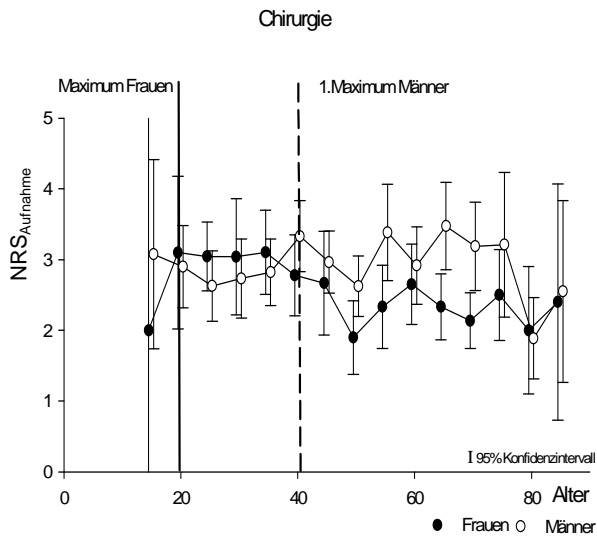


**Abb. 12c:** NRS<sub>Aufnahme</sub> bei Frauen (563) und Männern (478) in Abhängigkeit vom Alter Eingriff 120-180 Minuten

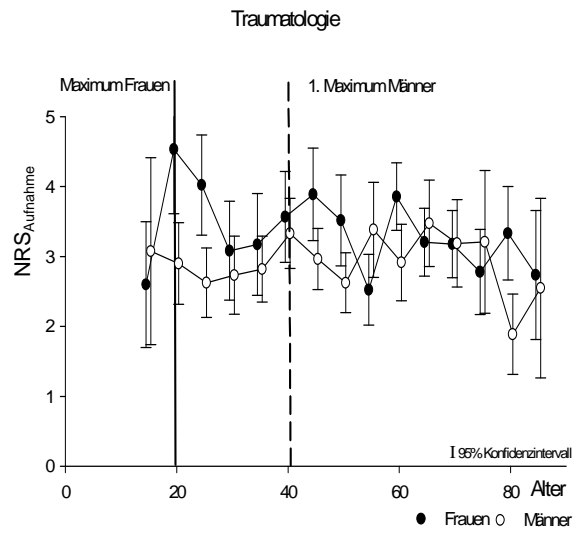


**Abb. 12d:** NRS<sub>Aufnahme</sub> bei Frauen (387) und Männern (444) in Abhängigkeit vom Alter – Eingriff über 180 Minuten

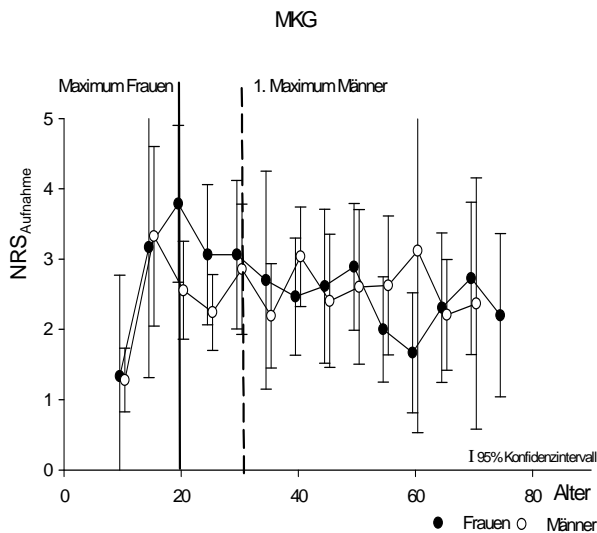
Die Abbildungen 13a–d zeigen ebenfalls, diesmal unter dem Aspekt wechselnder operativer Disziplinen, den Zusammenhang zwischen maximaler Schmerzintensität und Lebensalter. Das Muster wiederholt sich: Frauen haben das Maximum von NRS<sub>Aufnahme</sub> bei ungefähr 20 Lebensjahren, bei Männer liegt das Maximum von NRS<sub>Aufnahme</sub> bei ungefähr 40 Jahren.



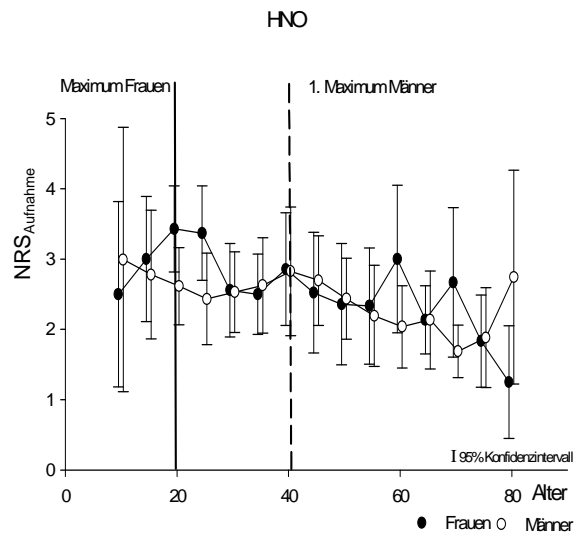
**Abb. 13a:** NRS<sub>Aufnahme</sub> bei Frauen (419) und Männern (391) in Abhängigkeit vom Alter – Chirurgie



**Abb. 13b:** NRS<sub>Aufnahme</sub> bei Frauen (704) und Männern (682) in Abhängigkeit vom Alter – Traumatologie

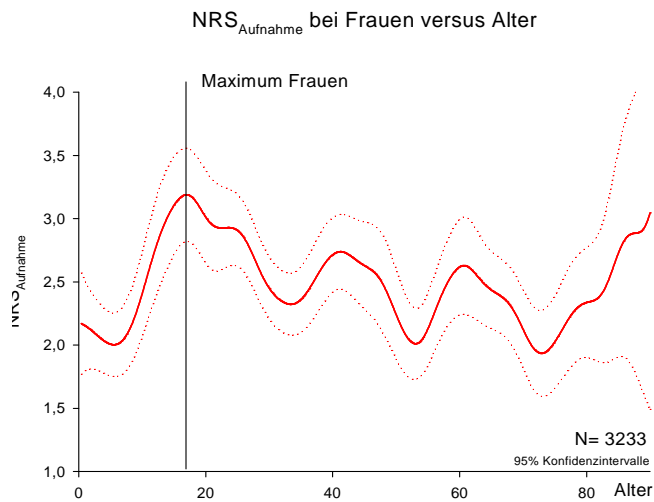


**Abb. 13c:** NRS<sub>Aufnahme</sub> bei Frauen (171) und Männern (214) in Abhängigkeit vom Alter – MKG: Mund – Kiefer - Gesichtschirurgie

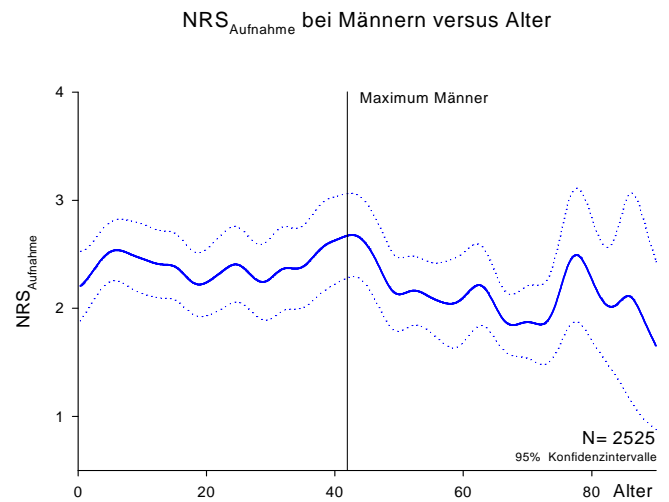


**Abb. 13d:** NRS<sub>Aufnahme</sub> bei Frauen (300) und Männern (339) in Abhängigkeit vom Alter – HNO: Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenkrankheiten

Die Abbildungen 14a–b zeigen die nichtparametrisch geschätzten Regressionskurven der gemessenen NRS<sub>Aufnahme</sub> für Frauen und Männer.

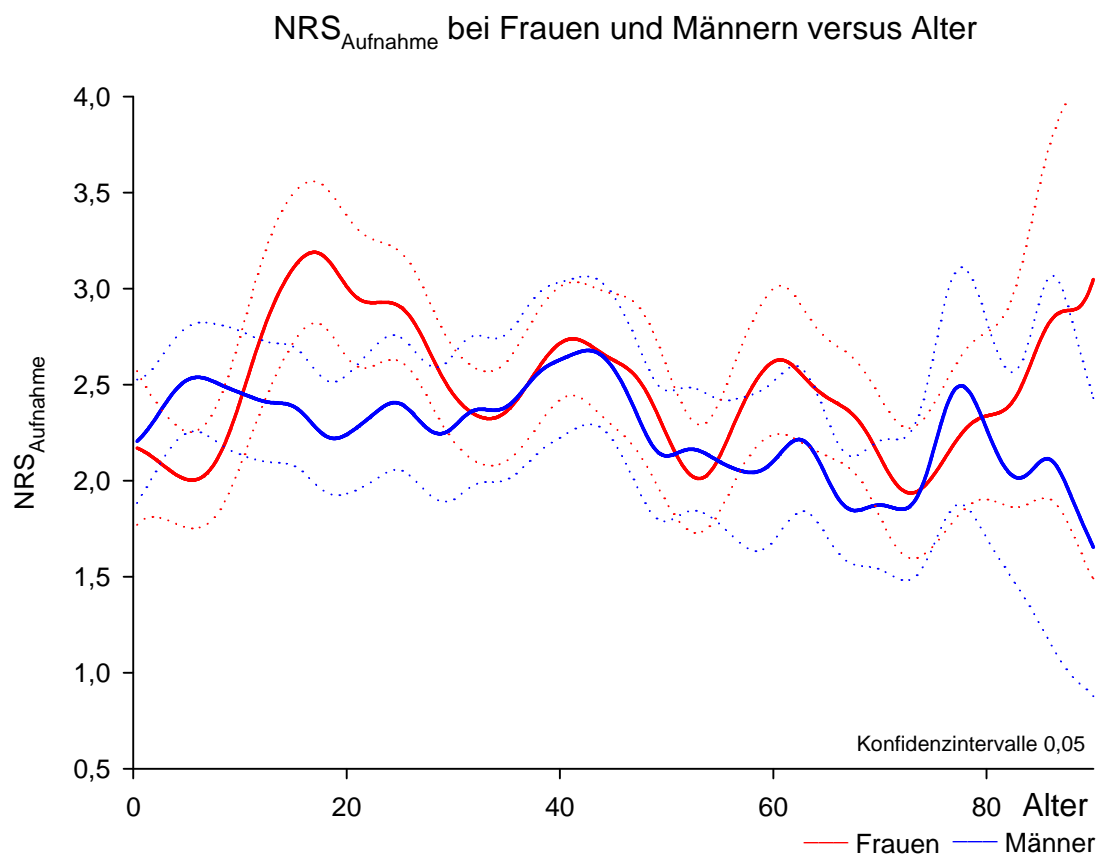


**Abb. 14a:**  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  bei Frauen in Abhängigkeit vom Alter – alle Fachrichtungen



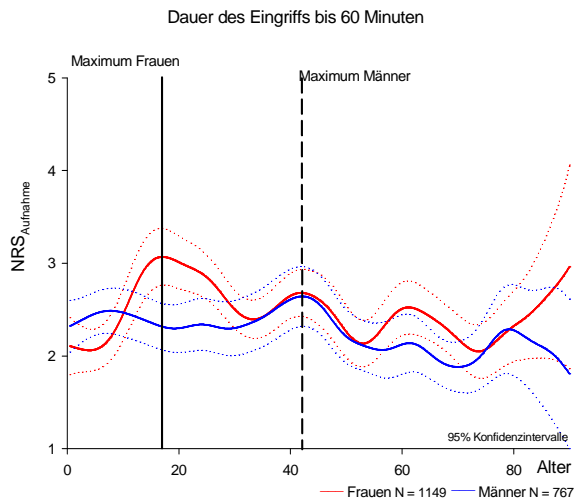
**Abb. 14b:**  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  bei Männern in Abhängigkeit vom Alter – alle Fachrichtungen

Die Abbildung 15 zeigt die nichtparametrisch geschätzten Regressionskurven der gemessenen  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  für Frauen und Männer gemeinsam aufgetragen. Im Bereich unter dem Maximum - bei etwas mehr als 20 Jahren - überlappen sich die Konfidenzintervalle nicht.

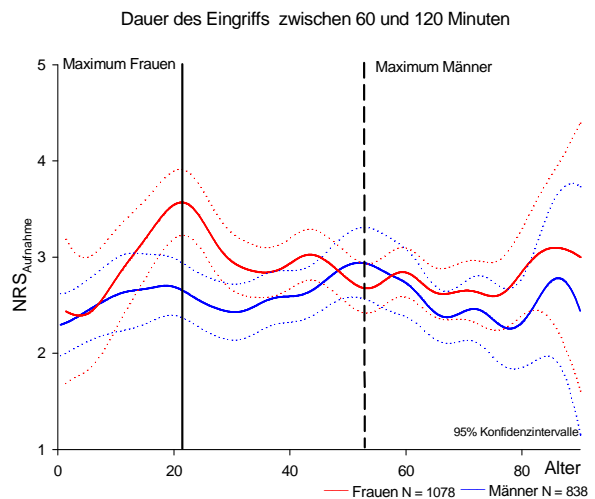


**Abb. 15:**  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  bei Frauen und Männern in Abhängigkeit vom Alter – alle Fachrichtungen

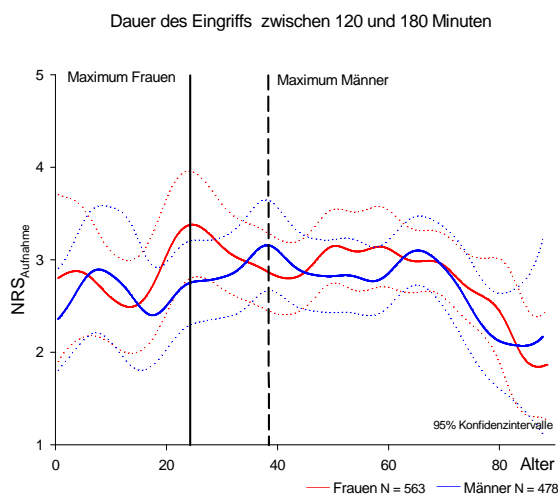
Die Abbildungen 16 a-d zeigt die nichtparametrisch geschätzten Regressionskurven der gemessenen  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  für Frauen und Männer gemeinsam aufgetragen für verschiedene Operationsdauern. Bei Operationszeiten (Beginn chirurgischer Maßnahmen bis Ende chirurgischer Maßnahmen) bis zwei Stunden, finden sich bei einem Alter von etwas mehr als 20 Jahren Altersbereiche in denen sich Konfidenzintervalle der geschätzten Regressionskurven von  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  für Frauen und Männer nicht überlappen.



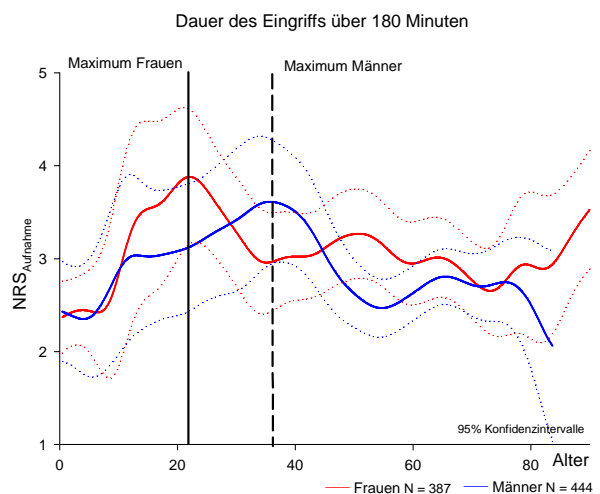
**Abb. 16a:**  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  bei Frauen und Männern  
Abhängigkeit vom Alter – Eingriff bis 60 Minuten



**Abb. 16b:**  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  bei Frauen und Männern  
Abhängigkeit vom Alter – Eingriff 60-120 Minuten



**Abb. 16c:**  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  bei Frauen und Männern  
Abhängigkeit vom Alter Eingriff 120-180 Minuten

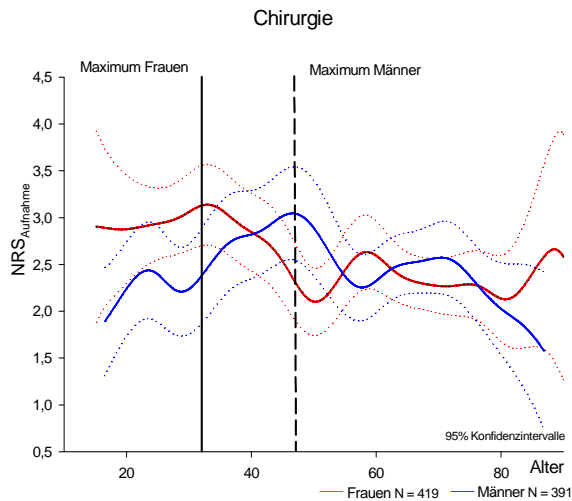


**Abb. 16d:**  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  bei Frauen und Männern  
Abhängigkeit vom Alter – Eingriff über 180 Minuten

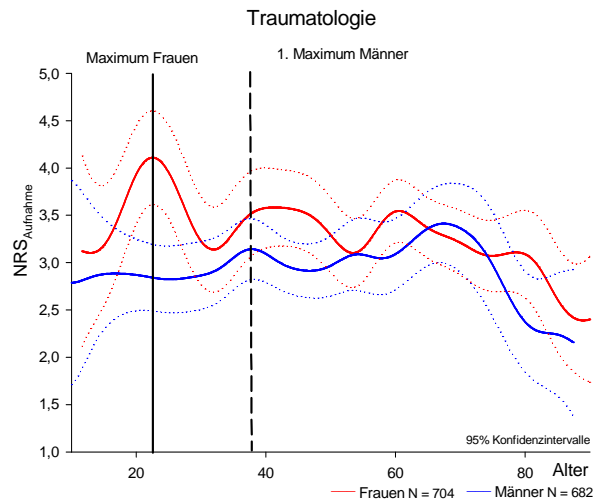
In den Abbildungen 17 a-d sind die nichtparametrisch geschätzten Regressionskurven der gemessenen  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  für Frauen und Männer nach Fachgebieten gruppiert aufgetragen.



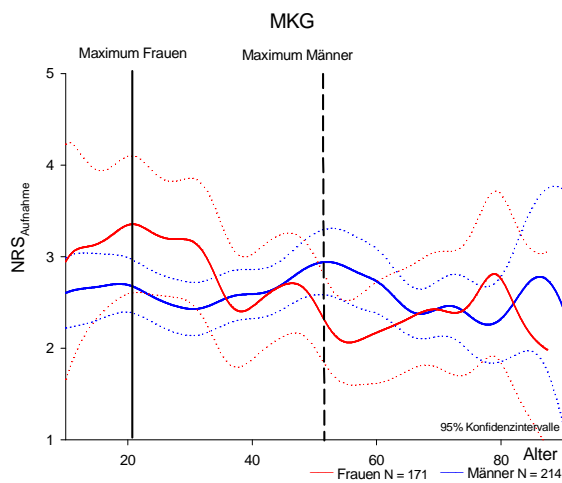
Lediglich für die Traumatologie lässt sich ein Altersbereich zwischen 17 und 28 Jahren finden, in dem sich die Konfidenzintervalle nicht überdecken.



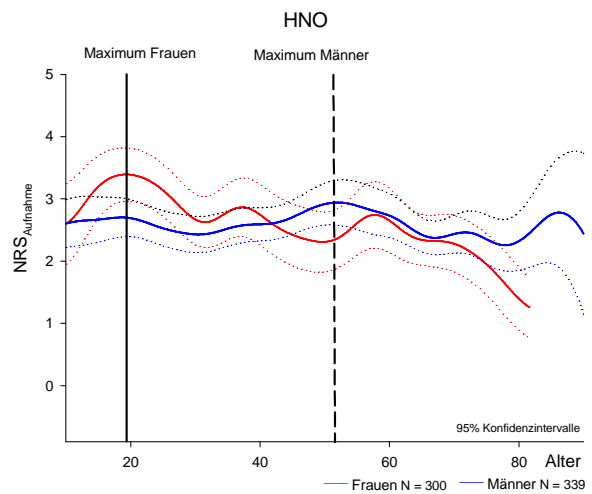
**Abb. 17a:** NRS<sub>Aufnahme</sub> bei Frauen und Männern  
Abhängigkeit vom Alter – Chirurgie



**Abb. 17b:** NRS<sub>Aufnahme</sub> bei Frauen und Männern  
Abhängigkeit vom Alter – Traumatologie



**Abb. 17c:** NRS<sub>Aufnahme</sub> bei Frauen und Männern  
Abhängigkeit vom Alter – MKG: Mund – Kiefer -  
Gesichtschirurgie

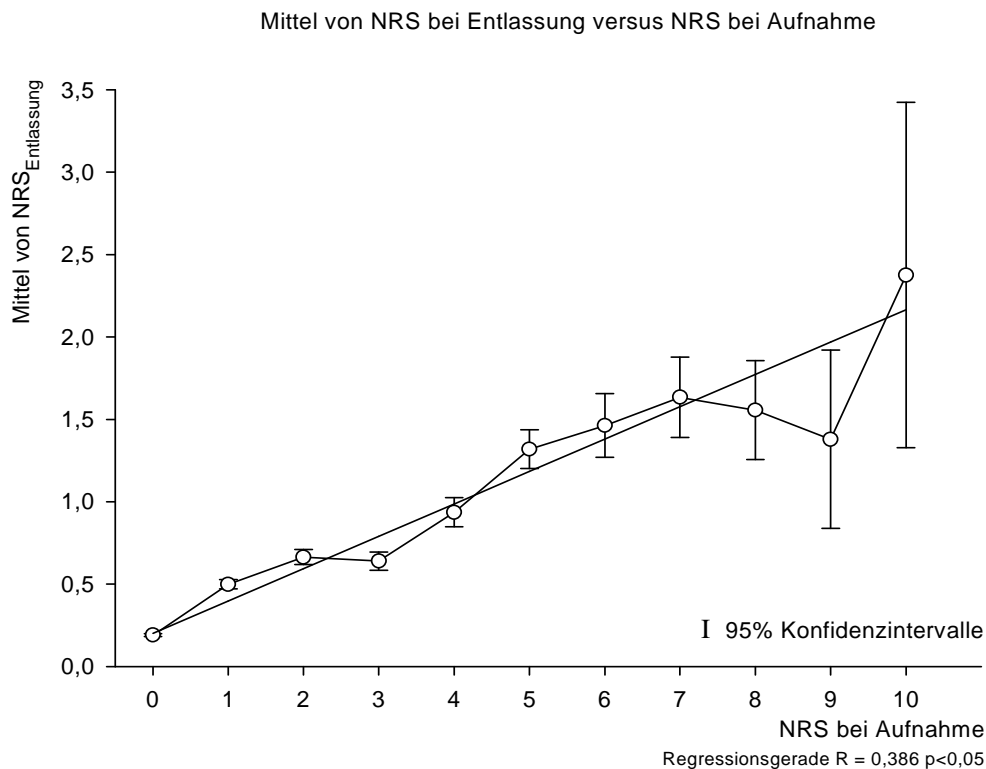


**Abb. 17d:** NRS<sub>Aufnahme</sub> bei Frauen und Männern  
Abhängigkeit vom Alter – HNO: Klinik für Hals - ,Nasen –  
und Ohrenkrankheiten.

## 4.4 Darstellung von absoluten und relativen Schmerzscores

### 4.5 NRS-Score bei Entlassung

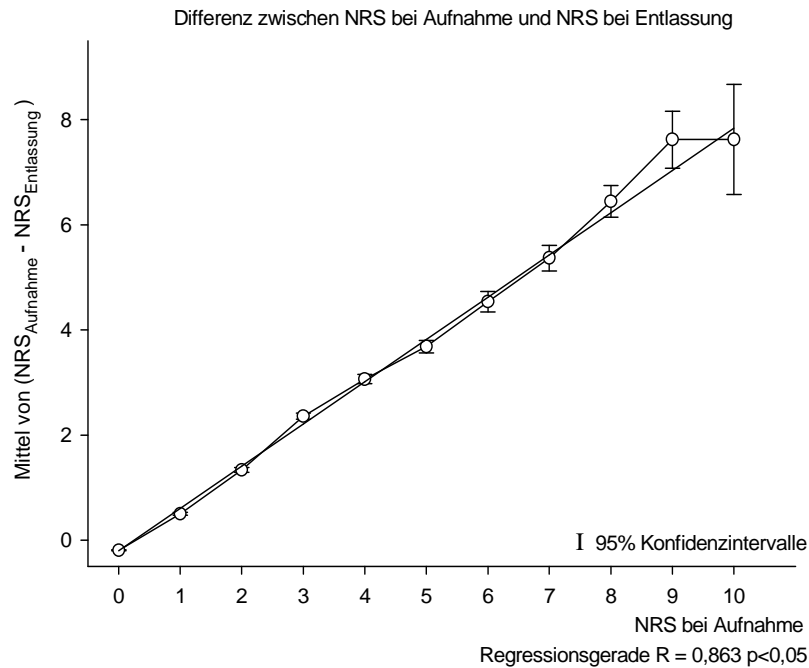
Untersucht man den Zusammenhang zwischen dem NRS bei Aufnahme in den Aufwachraum und dem NRS bei Entlassung (s. Abb. 18), so ergibt sich ein diskreter, fast linearer Zusammenhang ( $R^2 = 0,146$  ( $p < 0,001$ )). Zum Beispiel haben Patientinnen und Patienten mit einem  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  von 5 - 6 bei Entlassung aus demselben immer noch einen NRS von 1,36. Dies ist fast das Doppelte dessen, was sich bei einem  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  von 3 - 4 ergibt. Hier beträgt der mittlere Entlassungs-NRS nur 0,76.



**Abb. 18:** NRS bei Entlassung gegen NR-Score bei Aufnahme

### 4.6 Gemittelte Differenz zwischen Aufnahme- und Entlassungsscore

Nur der Vollständigkeit halber sei gezeigt, dass auch die gemittelten Differenzen zwischen Aufnahme- und Entlassungsscore nicht zum Therapievergleich geeignet sind (Abb. 19). Sie zeigen eine starke Abhängigkeit vom  $NRS_{\text{Aufnahme}}$ .



**Abb. 19:**  $NRS_{\text{Aufnahme}} - NRS_{\text{Entlassung}}$  gegen  $NRS_{\text{Aufnahme}}$

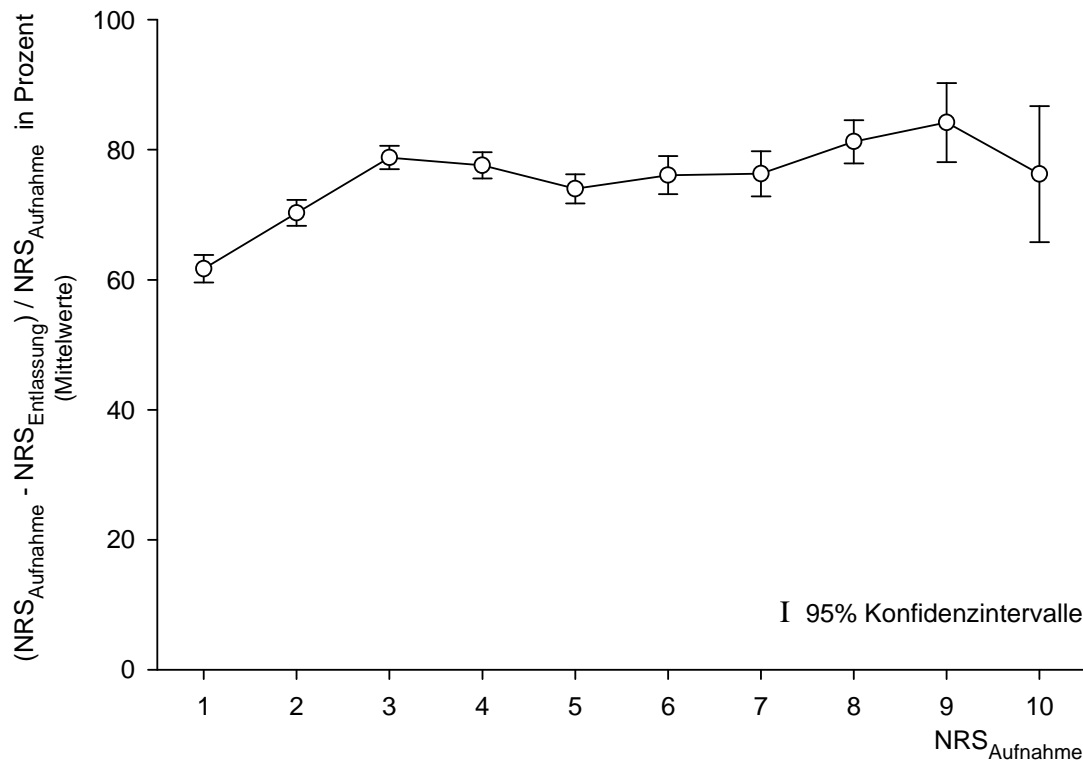
#### 4.7 Bildung eines Quotienten zur Erfolgsbeurteilung

Eine geringere Abhängigkeit vom  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  hat der Quotient, der sich durch Division der Differenz zwischen  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  und  $NRS_{\text{Entlassung}}$  durch den  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  ergibt:

$$\frac{NRS_{\text{Aufnahme}} - NRS_{\text{Entlassung}}}{NRS_{\text{Aufnahme}}}$$

Multipliziert man den Quotienten mit 100, erhält man die relative Schmerzlinderung in Prozent (Abb. 20).

$$Q = (NRS_{\text{Aufnahme}} - NRS_{\text{Entlassung}}) / NRS_{\text{Aufnahme}} \text{ versus NRS bei Aufnahme}$$



**Abb. 20:** Schmerzlinderung:

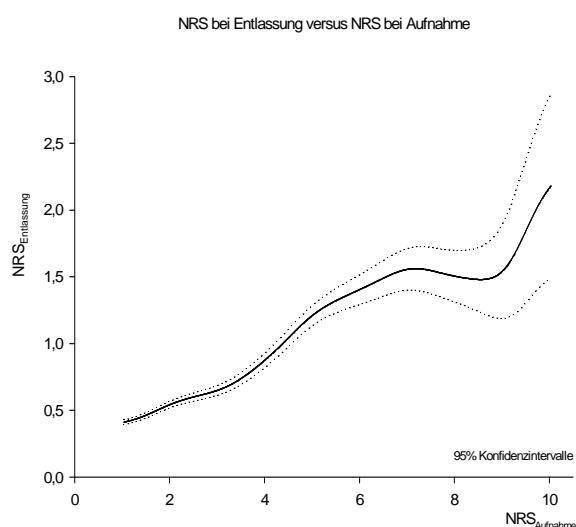
$$Q = (NRS_{\text{Aufnahme}} - NRS_{\text{Entlassung}}) / NRS_{\text{Aufnahme}} (\%) \text{ in Abhängigkeit von } NRS_{\text{Aufnahme}}$$

Der stabile, ‚fast waagrechte‘ Verlauf des Quotienten zeigt, dass eine gute, dem Schmerzniveau bei Aufnahme angepasste (relative) Schmerzlinderung stattfand, die sich außerdem im Rahmen des von den Leitlinien geforderten Niveaus von einem NRS unter 4 für die Entlassung aus dem Aufwachraum bewegte. Tabelle 5 – hier Angaben in Prozent - zeigt nochmals die Unterschiede in der Bewertung der postoperativen Schmerztherapie einerseits durch den vorgeschlagenen Quotienten, der sich ziemlich stabil zwischen 64% und 80% bewegt, und dem mittleren NRS-Entlassung, der zwischen 0,4 und 0,87 schwankt.

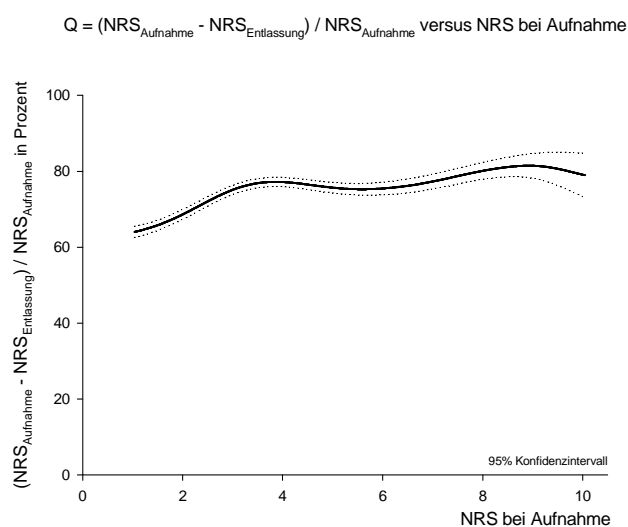
Klinik	Q	NRS bei Entlassung	NRS bei Aufnahme	N
Urologie	65 % ( $\pm 0,41\%$ )	0,75 ( $\pm 0,92$ )	2,17 ( $\pm 1,55$ )	413
HNO	69 % ( $\pm 0,38\%$ )	0,68 ( $\pm 0,86$ )	2,62 ( $\pm 1,69$ )	647
Traumatologie	70 % ( $\pm 0,36\%$ )	0,87 ( $\pm 1,07$ )	3,16 ( $\pm 2,13$ )	1420
Chirurgie	70 % ( $\pm 0,39\%$ )	0,66 ( $\pm 0,87$ )	2,56 ( $\pm 1,81$ )	829
Neurochirurgie	74 % ( $\pm 0,35\%$ )	0,67 ( $\pm 1,05$ )	3,07 ( $\pm 1,90$ )	179
Kinderchirurgie	78 % ( $\pm 0,37\%$ )	0,40 ( $\pm 0,63$ )	2,48 ( $\pm 1,44$ )	485
Ophthalmologie	79 % ( $\pm 0,34\%$ )	0,44 ( $\pm 0,69$ )	2,48 ( $\pm 1,79$ )	332
ZMK	80 % ( $\pm 0,33\%$ )	0,47 ( $\pm 0,77$ )	2,60 ( $\pm 1,79$ )	389

**Tabelle 5:** Schmerzlinderung  $Q = ((NRS_{\text{Aufnahme}} - NRS_{\text{Entlassung}}) / NRS_{\text{Aufnahme}}) \times 100$   
im Aufwachraum, N: Zahl der Patientinnen oder Patienten.

Die Abbildungen 21a, b verdeutlichen die Zusammenhänge nochmals: während  $NRS_{\text{Entlassung}}$  in Abhängigkeit von  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  fast monoton ansteigt, bleibt die prozentuale Schmerzlinderung über weite Strecken konstant.

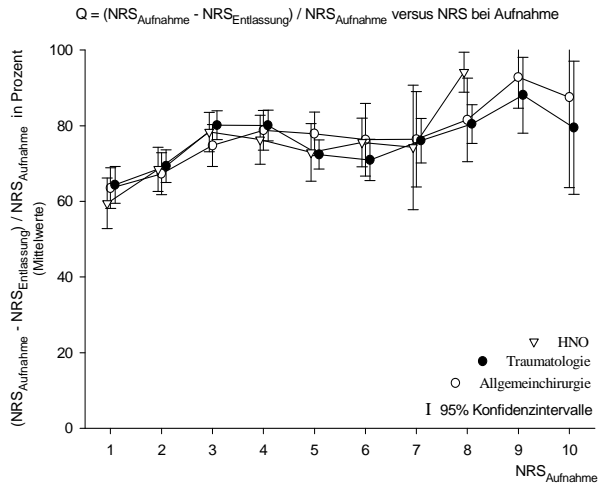


**Abb. 21a:**  $NRS_{\text{Entlassung}}$  versus  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  für alle Patienten

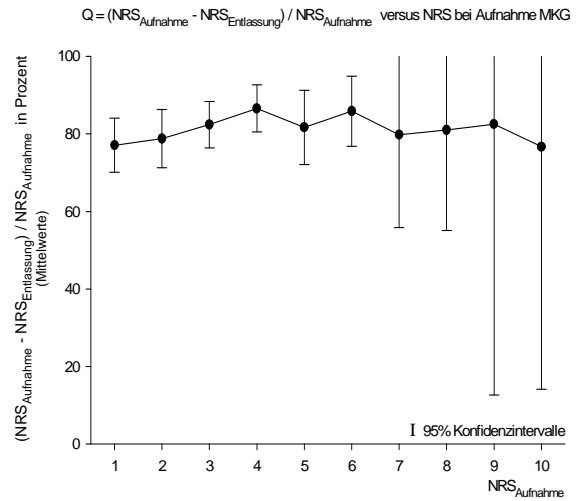


**Abb. 21b:** Q (relative Schmerzlinderung) in Abhängigkeit von  $NRS_{\text{Aufnahme}}$

Die Abbildungen 21c, d zeigen Unterschiede der Therapie zwischen Allgemeinchirurgie, Traumatologie und Klinik für Hals -, Nasen – und Ohrenheilkunde (HNO) einerseits und Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie (MKG) andererseits. Auffallend für die MKG ist der relativ konstante Verlauf und ein Abfall bei höheren  $NRS_{\text{Aufnahme}}$ .



**Abb. 21c:** Q (relative Schmerzlinderung) in Abhängigkeit von NRS<sub>Aufnahme</sub> für HNO (Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten) Traumatologie und Allgemeinchirurgie



**Abb. 21d:** Q (relative Schmerzlinderung) in Abhängigkeit von NRS<sub>Aufnahme</sub> für MKG (Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie)

## 5 Diskussion

Die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung waren:

1. Die von Pflegekräften und Studienpersonal unter klinischen Routinebedingungen dokumentierten Schmerzscores stimmten nicht hinreichend überein.
2. Das Schmerzempfinden während der postoperativen Phase erwies sich für Frauen und Männer als altersabhängig. Frauen wiesen im Alter zwischen 18 und 26 Jahren, Männer dagegen im Alter von 38 bis 50 Jahren ein Maximum der Schmerzempfindlichkeit auf.
3. Der Quotient:

$$\frac{NRS_{\text{Aufnahme}} - NRS_{\text{Entlassung}}}{NRS_{\text{Aufnahme}}}$$

in Prozent war gegenüber der initialen Schmerzintensität deutlich stabiler als die absoluten Werte und scheint damit zum Vergleich schmerztherapeutischer Maßnahmen geeigneter zu sein.

### **5.1 Übereinstimmung der dokumentierten Schmerzscores in der klinischen Routine**

Pflegekräfte fanden bei ungefähr 75% der Patienten bei Aufnahme in den Aufwachraum keine Schmerzen vor ( $NRS_{\text{Aufnahme}} = 0$ ). Dagegen stellte das Studienpersonal lediglich bei ungefähr 40% der Patienten keine Schmerzen fest.. Bei DeLoach [DeLoach et al. 1998] fielen 95% der Differenzen in ein ‚Fehlerband‘ von  $\pm 20$ mm (VAS) (Altmann–Plot). Bei unserer Untersuchung lagen nur 64% der Differenzen der Aufnahmescores in einem ‚Fehlerband‘ von  $\pm 2 NRS_{\text{Aufnahme}}$ . Eine ähnliche, wenn auch nicht ganz so große Diskrepanz wie DeLoach, berichtete auch Bijur [Bijur et al. 2001] allerdings für Messungen in 1-minütigem Abstand.

Hier finden sich 95% der Differenzen in einem Fehlerband von  $\pm 16$  mm (VAS). Gallagher [Gallagher et al. 2002] findet bei akuten abdominalen Schmerzen für 95% der Differenzen ein deutlich kleineres Fehlerband von  $\pm 11$  mm (VAS, 1-minütiger Abstand). Sowohl Gallagher als auch Bijur erhoben ihre Werte in der Notaufnahme, während DeLoach die ersten Werte 20 Minuten nach einer Narkose erhob.

In unserer Untersuchung wurde eine wesentlich geringere Übereinstimmung festgestellt.

Für diese Diskrepanz gibt es mehrere mögliche Erklärungen:

1. Die von Pflegekräften und Studienpersonal untersuchten Patienten waren unterschiedlich wach, ohne dass dies konkret erfasst wurde.
2. Durch zunehmende Wachheit der Patienten änderte sich deren Möglichkeiten, Schmerzen auszudrücken. Igier et al. [Igier et al. 2007] geben einen Summationseffekt von Kontaktaufnahme, Körperhaltung und Bewegung für die Einschätzung von Schmerzen durch Pflegekräfte an, was bedeutet: Ein Patient der wenig Kontakt aufnimmt, angespannt im Bett liegt und eingeschränkte Bewegungen zeigt, erhält einen höheren Schmerzscore.
3. Die Erhebung der Schmerzscores durch das Pflegepersonal erfolgte zu kurz nach der Narkose – wobei sich in der Literatur kaum Angaben finden lassen, wann nach einer Narkose der optimale Zeitpunkt zur Erhebung eines Schmerzscores erreicht ist. Lediglich Rosseland & Stubhaug [Rosseland LA & Stubhaug A 2004] geben beiläufig für Frauen 14,5 und für Männer 18 Minuten bis zum Auftreten von mäßigen Schmerzen an.
4. Es besteht auch die Möglichkeit, dass die implizite Annahme, ein orientierter Patient empfindet auch Schmerzen für eine kurze Zeitdauer nach der Narkose vielleicht nicht richtig ist.

Beim Vergleich  $NRS_{\text{Entlassung}}$  vs.  $NRS_{\text{STUDEntlassung}}$  lag dagegen ein Anteil von 84% der Vergleiche in einem Fehlerband von  $\pm 2$  Punkten. Dies entspricht in etwa den Ergebnissen anderer Autoren [DeLoach LJ et al. 1998: 20mm, Bijur et al. 2003: 16mm, Gallagher EJ et al. 2002: 11mm), insbesondere wenn man berücksichtigt, dass bei der Erfassung von  $NRS_{\text{Entlassung}}$  versus  $NRS_{\text{STUDEntlassung}}$  im Gegensatz zu den anderen Autoren zwei verschiedene



Personengruppen beteiligt waren, also auch die Inter-, „Bewerter“-Reliabilität untersucht wurde.

Günstiger fallen die Vergleiche von  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  versus  $VRS_{\text{Aufnahme}}$  und  $NRS_{\text{Entlassung}}$  versus  $VRS_{\text{Entlassung}}$  aus. Hier finden sich, wie bei den oben genannten Autoren, knapp 90% bzw. 93% der Vergleiche innerhalb des Fehlerbands.

Die in der Routine dokumentierten Schmerzscores im Aufwachraum zeigen wie in kleineren Studien, die sich auf die postoperative Phase beziehen, eine schlechte Übereinstimmung. Der optimale Zeitpunkt zur Erhebung eines validen Schmerzscores bei Aufnahme in den Aufwachraum sollte weiter untersucht werden.

### **5.1.1 Geschlechtsspezifische Unterschiede des NRS bei Aufnahme in den Aufwachraum**

Es ließ sich zeigen, dass sowohl bei Frauen als auch bei Männern die Stärke der Schmerzwahrnehmung in Abhängigkeit vom Lebensalter schwankt. Diese Schwankung in der Stärke der Schmerzwahrnehmung ist bei Frauen stärker ausgeprägt als bei Männern. Das Lebensalter der maximalen Schmerzwahrnehmung ist bei Frauen und Männern unterschiedlich: Frauen haben nach unseren Daten in einem Alter von 22,5 (KI: 18,5 - 26,5) Jahren das Maximum der Schmerzwahrnehmung (NRS 3,4 (KI: 3,2 - 3,7)) gemessen am  $NRS_{\text{Aufnahme}}$ . Bei Männern dagegen liegt das Maximum (NRS bei Aufnahme in den Aufwachraum 3,1 (KI: 2,8 - 3,3)) der Schmerzwahrnehmung in einem deutlich höheren Alter bei 44,4 (KI: 38,6 - 50,1) Jahren.

Der altersabhängige Verlauf der postoperativen Schmerzwahrnehmung bei Frauen und Männern ist unseres Wissens bisher in dieser zeitlichen Auflösung nicht bekannt. Es gibt eine Reihe von Autoren die ebenfalls eine Differenz der Schmerzwahrnehmung von Frauen und Männern für verschiedene Altersgruppen fanden. So geben Aubrun et al. [Aubrun F et al. 2005] für 18 bis 50jährige für Frauen um 3 mm höhere VAS an als für Männer, was gut mit der von uns ermittelten Differenz von 4,5 mm (s. 4.3) übereinstimmt. Auch Cepeda & Carr [Cepeda MS & Carr DB 2003] geben einen Unterschied von zwischen Frauen ( $42.4 \pm 14.8$  Jahre) und Männern ( $38.1 \pm 15.8$  Jahre) von 4mm (0,4 NRS) an. Gagliese et al. [Gagliese L et al. 2008] findet in einer Studienpopulation von 18 bis 82jährigen (62% gynäkologische Eingriffe) keinen Unterschied (Altersgruppen  $<60$  Jahre und  $\geq 60$  Jahre) in Bezug auf den

Schmerzscore zwischen jüngeren und älteren Patienten bei Aufnahme in den Aufwachraum. Von Korff et al. [Von Korff M et al. 1988] berichten in einer epidemiologischen Untersuchung über die Altersabhängigkeit von chronischen Schmerzen von Frauen und Männern, wobei das altersabhängige Verteilungsmuster gerade bei Frauen sehr homogen ist. Am ehesten würde ihr altersabhängiges Verteilungsmuster abdominaler Schmerzen dem hier gefundenen entsprechen.

Viel schwerer als die Tatsache geschlechtsspezifischer, altersabhängiger Differenzen im postoperativen Schmerzempfinden zu belegen, fällt es, eine Erklärung für dieses Phänomen zu geben. Notwendigerweise muss jeder Erklärungsversuch spekulativ bleiben.

Folgende Möglichkeiten können diskutiert werden:

1. Das Ganze ist ein Artefakt: Dagegen spricht die gute Übereinstimmung mit anderen Autoren.
2. Eine Entbindung könnte die Schmerzwahrnehmung im weiteren Leben reduzieren [Bartoshuk L.M et al. 2003]. Auch könnte eine abgelaufene Schwangerschaft das hormonelle Muster in Richtung auf eine geringere Schmerzempfindlichkeit verändern: Zum Beispiel eine abgelaufene Schwangerschaft das Risiko an Fibromyalgie zu erkranken um ein Drittel [Schochat T & Beckmann C 2003]. Andere berichten über bleibende hormonelle Veränderungen durch abgelaufene Schwangerschaften [Dorgan JF et al. 1995, Musey VC et al. 1987]. Ein erster cursorischer Versuch, die von uns erhobenen Daten der altersabhängigen Schmerzempfindlichkeit von Frauen mit dem Anteil der Erstpara einer Alterskohorte in Verbindung zu bringen, scheiterte an der amtlichen Statistik. Laut Statistischem Bundesamt werden diese Zahlen nicht erfasst.
3. Eine stark altersabhängige hormonelle Veränderung ist verantwortlich: Östrogene und Progesteron bleiben bei 20 bis 40jährigen Frauen sowohl hinsichtlich der Maxima während des Menstruationszyklus als auch im Mittel weitgehend konstant [Klein NA et al. 1996]. Ein Hormon, dessen Spiegel in dieser Altersgruppe schnell mit dem Alter abfällt ist das Testosteron [Zumoff B et al. 1995]. Allerdings entspricht die Altersabhängigkeit des Testosterons einem exponentiellen Verlauf, während die Schmerzempfindlichkeit vom Maximum linear oder mit einer kleinen ‚Schulter‘ abfällt

4. Zu erwägen ist auch die Möglichkeit, dass eine chronische Schmerzmitteleinnahme mit einer ähnlichen Altersverteilung wie die beobachtete Altersabhängigkeit der Schmerzempfindlichkeit erzeugt. Zum Beispiel zeigt die Altersverteilung von Frauen, die mit der Diagnose Migräne [Bellach et al. 2000] aus Krankenhäusern entlassen wurden, ein ähnliches Muster wie die Altersabhängigkeit der postoperativen Schmerzempfindlichkeit. Allerdings wirken die Zahlen zu klein und die Daten über Medikamenteneinnahme inkonsistent (Die angegebenen Anteile summieren sich nicht zu 100%).

Noch unklarer ist der Anstieg der Schmerzempfindlichkeit bei Frauen und Männern um die 40 bei Eingriffen unter einer Stunde. Bei Frauen ist dieser zweite Anstieg der Schmerzempfindlichkeit bei ungefähr 40 Jahren variabel und scheint vom Fachgebiet abzuhängen. Patientinnen, die einem visceralchirurgischem Eingriff ausgesetzt waren, zeigten dieses zweite Maximum nicht. Dagegen lässt es sich für die Fachgebiete Traumatologie, MKG und HNO finden. Man könnte spekulieren, dass die Altersabhängigkeit der Schmerzempfindlichkeit viszeraler Schmerzen anders verläuft als die somatischer Schmerzen. Einen Beleg in der Literatur gibt es hierfür, nach unserem Wissen, nicht.

Bei Männern ist das erste Maximum der Schmerzempfindlichkeit, wenn auch manchmal nur als „Schulter“ im Altersverlauf zu sehen, weitgehend konstant bei ungefähr 40 Jahren zu finden. Die Lage des Maximums ist sowohl von der Dauer des Eingriffs, als auch von der operierenden Fachabteilung im Wesentlichen unabhängig. Eine hormonelle Veränderung, die im Altersverlauf ein analoges Maximum oder Minimum zeigt, ließ sich nicht zuordnen. Einen Beleg in der Literatur gibt es hierfür, nach unserem Wissen, nicht. Chronische Schmerzen bei Männern, wie zum Beispiel Rückenschmerzen, die über eine entsprechende Einnahme von Medikamenten eine größere Schmerzempfindlichkeit auslösen könnten, zeigen nicht das von uns beobachtete Maximum zwischen 38 und 50 Jahren [Bellach et al. 2000].

## 5.2 Evaluation von absoluten und relativen Ergebnisparametern der postoperativen Schmerztherapie

Der relative, abgeleitete Parameter der prozentualen Schmerzlinderung erwies sich in der Untersuchung als wesentlich geeigneter, da er im Vergleich zu absoluten Parametern eine viel geringere Abhängigkeit von der initialen Schmerzintensität ( $NRS_{\text{Aufnahme}}$ ) aufwies.

Die „Theorie des Messens“ ausgehend von Stevens [Stevens S 1946] und seinen ‚Nachfolgern‘ lässt - da Schmerz ein individuelles Erlebnis ist - keinen Vergleich zwischen Personen zu. Dies ist gleichbedeutend mit der Feststellung, dass eine Aussage der Form „Frau A hat doppelt oder halb soviel Schmerzen wie Herr A“ keinen Sinn ergibt [Marcus-Roberts HM et al. 1987]. Denkt man dieses theoretische Konzept zu Ende, bedeutet die Orientierung an der Zielgröße  $NRS_{\text{Entlassung}} \leq 4$ , dass man einen absoluten Wert ( $NRS_{\text{Entlassung}} \leq 4$ ) gegen eine individuelle, persönliche Erfahrung, nämlich den momentanen Schmerz des Patienten, setzt. Genau dies ist nach der Theorie des Messens unzulässig. Eben weil Schmerz eine individuelle Erfahrung ist, sollten relative Parameter, die nur den intra-individuellen Vergleich benötigen, als Ergebnisparameter bevorzugt werden.

Für den für  $NRS_{\text{Entlassung}}$  ließ sich, als absolutem Parameter, eine starke Abhängigkeit vom  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  nachweisen. Damit wird seine Eignung als Ergebnisparameter in Frage gestellt.

Die in den letzten Jahren zunehmend beachtete relative Schmerzlinderung ( $(NRS_{\text{Aufnahme}} - NRS_{\text{Entlassung}}) / NRS_{\text{Aufnahme}}$ ) wurde hier – unseres Wissens erstmals – direkt in Beziehung zur initialen Schmerzintensität,  $NRS_{\text{Aufnahme}}$ , gesetzt und als Ergebnisparameter für die postoperative Schmerztherapie im Aufwachraum untersucht. Es zeigte sich eine deutlich geringere Abhängigkeit der relativen Schmerzlinderung vom initialen Schmerzniveau  $NRS_{\text{Aufnahme}}$ , mit Werten um 70% für einen Bereich von  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  zwischen 4 und 7, einem Anstieg auf 80% für die darüber liegenden Werte des initialen Schmerzniveaus ( $NRS_{\text{Aufnahme}}$ ) und einem Abfall auf bis zu 60% bei Werten des  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  unter 4.

Die Ergebnisse anderer Autoren, die die relative Schmerzlinderung zwar untersucht haben, aber nicht direkt mit der initialen Schmerzintensität ( $NRS_{\text{Aufnahme}}$ ) in Bezug gebracht haben, ähneln den unseren. Lasagna [Lasagna L 1962] erhält in einer der ersten Untersuchungen zu diesem Thema eine prozentuale Schmerzlinderung von 68% – allerdings ist diese nur als Steigung einer Regressionsgeraden zu erkennen. Sloman et al. [Sloman R et al. 2006] beschreiben, dass Patienten, die eine erhebliche Schmerzlinderung angeben, eine relative

Minderung des Schmerzscore - dort NRS P genannt - um 70% angeben. Dies deckt sich mit den 70% relativer Schmerzlinderung, der hier für die Bereiche Chirurgie und die Traumatologie gemessen wurden. Besonders überraschend ist der Vergleich mit den Daten von Fosnocht et al. [Fosnocht et al. 2004]. Er untersuchte die Frage, welchen Prozentsatz an Schmerzlinderung in der Notaufnahme eintreffende Patienten erwarten. Sie erwarteten bei leichten Schmerzen eine Linderung von 66%, bei mittleren Schmerzen von 71% und bei starken Schmerzen eine Linderung von 75%. Dies deckt sich ausgezeichnet mit unseren Ergebnissen. Auch Jensen [Jensen MP et al. 2003] gibt in ordentlicher Übereinstimmung mit unseren Daten an, dass eine 64-66%ige Linderung der Schmerzen von Patientinnen und Patienten als erheblich betrachtet wird. Er gibt ebenfalls der relativen Schmerzlinderung als Zielparameter den Vorzug und nennt eine Schmerzlinderung von mindestens 33% als Zielgröße für eine nennenswerte Schmerzbehandlung.

Diese Zielgröße für die prozentuale Schmerzlinderung wurde auch in den ersten Untersuchungen von Farrar [Farrar JT et al. 2000] genannt. Zum gleichen Ergebnis kommt er auch in einer anderen Arbeit [Farrar JT et al. 2001] und betont nochmals die Unabhängigkeit vom anfänglichen Schmerzniveau. Cepeda [Cepeda MS et al. 2003a] kommt zu einer guten Übereinstimmung der berechneten und der vom Patient erfragten Schmerzlinderung, aber sie macht geltend, dass die prozentual notenwendige Schmerzlinderung doch von der initialen Schmerzintensität abhängt [Cepeda MS et al. 2003]. Weder Theorie noch das Ergebnis unserer Untersuchung stützen die Verwendung fester, absoluter Grenzen als Zielparameter für eine postoperative Schmerztherapie. An den Defiziten ändert auch die Einführung höherer absoluter Parameter [DIVS 2007] wie zum Beispiel ein  $NRS_{\text{Entlassung}} < 5$  nichts. Zu bedenken ist vielmehr, dass unter diesen Vorgaben ein Großteil der Patienten eine aus ihrer Sicht allenfalls geringe oder mäßige Schmerzlinderung erhalten würde. Bei einem Zielparameter von  $NRS_{\text{Entlassung}} < 5$  und einer initialen Schmerzintensität  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  von 6, 7 oder 8 kämen die Patienten dann allenfalls in den Genuss einer Schmerzlinderung von 16,6%, 28,6% bzw. 37,5%, was nach allgemeiner Auffassung allenfalls einer kaum wahrnehmbaren (16,6%) oder mäßigen Schmerzlinderung (37,5%) entspricht [Jensen MP et al. 2003, Cepeda MS et al. 2003, Fosnocht et al. 2004, Sloman R et al. 2006].

Es ist zu fragen, ob unsere Vorstellung, Schmerzen müssten bis zu einem bestimmten, absoluten Schmerzniveau therapiert werden, nicht durch die Forderung, eine erhebliche relative Schmerzlinderung herbeizuführen, zu ersetzen ist: Was bedeutet, dass eine Patientin mit einem  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  von 4 einen Score von ungefähr 1 zur Entlassung erwarten dürfte, ein

Patient mit einem Aufnahmescore von 7 einem NRS von 2. Beide würden dann mit erheblicher und auch subjektiv befriedigender Schmerzlinderung entlassen werden können.

Zielparameter für die postoperative Schmerztherapie könnte eine Schmerzlinderung von 60% bis 70% sein. Dieser dürfte bei geringeren initiale Schmerzen ( $\leq 4$ ) etwas niedriger sein und sollte für stärkere initiale Schmerzen ( $\geq 7$ ) in etwa bei 80% liegen.

### **5.3 Limitationen**

Der Datenbestand mit einem hohen Anteil fehlender Werte stellte eine deutliche Einschränkung dar. Das geringere Durchschnittsalter von Patienten, deren Schmerzscores erfasst wurden, erklärt sich im Wesentlichen durch den höheren Anteil von Kindern und Jugendlichen, deren Schmerzscores erfasst wurde. Berücksichtigt man diese nicht, ergibt sich für Patienten mit Schmerzscores ein mittleres Alter von 50,2 Jahren und für Patienten ohne Schmerzscores ein mittleres Alter von 50,6 Jahren. Der Anteil fehlender Daten mit 47,6% entspricht in etwa dem bei Warrén Stomberg et al. 2003 mit 42%.

Die Untersuchung der Dokumentation war auch dahingehend eingeschränkt, dass zwar Schmerzscores bei Aufnahme und Entlassung sowohl von Pflegekräften als auch vom Studienpersonal erhoben wurden, der genaue Zeitpunkt der Erfassung aber nicht festgehalten wurde, wodurch eine Erklärung der Diskrepanzen zwischen  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  und  $NRS_{\text{STUDAufnahme}}$  nur einschränkt möglich war.

Das mittlere Niveau von  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  der untersuchten Patienten liegt im Vergleich zu anderen Untersuchungen niedrig. Dies könnte zu einer Akzentuierung der Unterschiede der altersabhängigen Schmerzempfindlichkeit beigetragen haben, da die relativen Unterschiede stärker wirksam werden konnten.

Die Untersuchung der relativen Schmerzlinderung „leidet“ ebenfalls - erfreulicherweise - unter der Tatsache, dass nur ein sehr kleiner Anteil der Patienten sehr starke Schmerzen bei Aufnahme in den Aufwachraum hatte. Damit sind Aussagen über das Prinzip der relativen Schmerzlinderung für Patienten mit starken Schmerzen auf Grund der kleineren Gruppenumfänge nur bedingt möglich.

## **5.4 Perspektiven**

Sehr interessant wäre eine Untersuchung, ob die nicht auszuschließenden schmerzfreen Zustände kurz nach Narkosen wirklich real sind und wenn ja, wie lange sie anhalten und wie sie zustande kommen – immerhin ist Schmerzfreenheit ohne Atemdepression ein alter Traum. Allerdings müsste hierzu ein hypoaktives Delir konsequent ausgeschlossen werden [Radtke FM et al. 2008].

Vordringlich geklärt werden müsste die Frage, wie die starke Schmerzempfindlichkeit von jungen Frauen zustande kommt. Dies hat für klinische und experimentelle Studien erhebliche Bedeutung. Ein erster Schritt wäre eine Untersuchung, die klärt, ob eine abgelaufene Schwangerschaft und Entbindung die Schmerzempfindlichkeit verringert. Auch die Altersabhängigkeit der Schmerzempfindlichkeit von Männern bedarf weiterer Abklärung. Hier könnten noch größere Kollektive nützlich sein.

Die Therapiesteuerung mit Hilfe der relativen Schmerzlinderung wirkte überzeugend. Eine Interventionsstudie mit dem Ziel einer Risiko/Nutzenabwägung einer Steuerung der Schmerztherapie mittels relativer Parameter wäre notwendig.

## 6 Zusammenfassung

Eine adäquate Schmerztherapie ist für das „Outcome“ und Wohlbefinden der Patienten unerlässlich. Die Qualität einer Schmerztherapie wird üblicherweise an Hand der absoluten NRS/VRS/VAS-Werte bei Entlassung aus dem Aufwachraum bewertet, deren Tauglichkeit im klinischen Alltag nicht geklärt ist. Außerdem weisen einige Autoren auf die Abhängigkeit des NRS/VRS/VAS-Wertes bei Entlassung aus dem Aufwachraum von der initialen Schmerzintensität hin und diskutieren relative, individuelle Maße zur Messung des Schmerztherapieerfolgs. Solche relativen Maße wurden unter Routinebedingungen bisher nur unzureichend untersucht.

Die vorliegende Dissertation hatte drei Ziele:

1. Die Untersuchung der Übereinstimmung der unter klinischen Bedingungen dokumentierten Schmerzscores NRS/VRS („numeric rating scale/verbal rating scale“).
2. Die Untersuchung der Alters- und Geschlechtsabhängigkeit des NRS.
3. Die Entwicklung eines Parameters, der es nicht nur erlaubt, den individuellen Erfolg einer Schmerztherapie zu bewerten sondern auch einen Vergleich verschiedener schmerztherapeutischer Maßnahmen gestattet.

Methodik:

Prospektive Untersuchung von zwei während der Routineversorgung im Aufwachraum erhobenen postoperativen Schmerzscores [NRS („numeric rating scale“) und VRS („verbal rating scale“)]. Von insgesamt 47.599 Patienten mussten 22.653 wegen unvollständiger Datensätze ausgeschlossen werden. Die eingeschlossenen 24.946 Patienten enthielten eine Untergruppe von 3.571 Patienten, deren Schmerzscores zunächst von den Aufwachraumpflegekräften und anschließend nochmals von Studienpersonal erhoben wurden. Dies ermöglichte die Untersuchung der Übereinstimmung (interindividuelle Retest-Reliabilität) der unter klinischen Bedingungen dokumentierten Schmerzscores.

Grundlage des Datensatzes zur Untersuchung der alters – und geschlechtsabhängigen Schmerzempfindlichkeit bildete der von Pflegekräften erhobenen NRS bei Aufnahme eines



Patienten in den Aufwachraum ( $NRS_{\text{Aufnahme}}$ ). Inkludiert wurden hierbei 5.797 Patienten, 3.233 Frauen und 2.564 Männer, da von den eingeschlossenen 24.946 Patienten 19.149 Patienten bei Aufnahme in den Aufwachraum keine Schmerzen ( $NRS_{\text{Aufnahme}} = 0$ ) hatten. Zur Anwendung kam neben konventionellen statistischen Methoden auch die nichtparametrische Regression.

Als Ergebnisparameter für die Schmerztherapie im Aufwachraum wurden der NRS bei Entlassung aus dem Aufwachraum ( $NRS_{\text{Entlassung}}$ ) mit dem Quotienten für die relative Schmerzlinderung ( $(NRS_{\text{Aufnahme}} - NRS_{\text{Entlassung}}) / NRS_{\text{Aufnahme}}$ ) verglichen.

#### Ergebnisse:

1. Der überwiegende Teil der dokumentierten Schmerzscores NRS/VRS wies mit Abweichungen von  $\pm 2$  Punkten auch in der Routine eine hinreichende Genauigkeit auf. Nur der NRS bei Aufnahme in den Aufwachraum zeigte stärkere Schwankungen und damit eine geringere Übereinstimmung.
2. Für Frauen liegt das Maximum der altersabhängigen Schmerzwahrnehmung, gemessen am  $NRS_{\text{Aufnahme}}$  bei 22,5 Jahren (KI: 18,5 - 26,5), bei Männern in einem deutlich höheren Alter bei 44,4 Jahren (KI: 38,6 - 50,1). Auch eine Unterteilung der untersuchten Gruppe nach der Dauer des Eingriffs oder Fachgebieten führte zum qualitativ gleichen Ergebnis.
3. Der Quotient der relativen Schmerzlinderung ( $(NRS_{\text{Aufnahme}} - NRS_{\text{Entlassung}}) / NRS_{\text{Aufnahme}}$ ) stellte sich im Vergleich zum absoluten  $NRS_{\text{Entlassung}}$  als deutlich robuster im Hinblick auf Einflüsse des initialen Schmerzscore ( $NRS_{\text{Aufnahme}}$ ) heraus.

#### Schlussfolgerung:

Die Übereinstimmung der von Pflegekräften und Studienpersonal dokumentierten Schmerzen war bei Aufnahme in den Aufwachraum gering. Bei Entlassung entsprach die Übereinstimmung den Angaben in der Literatur. Die Übereinstimmung bei Aufnahme ließe sich durch eine größere Zeitspanne zwischen Aufnahme im Aufwachraum und erster Schmerzmessung steigern.

Die Schmerzempfindlichkeit ist sowohl bei Frauen als auch bei Männern stärker vom Lebensalter abhängig als bisher vermutet. Bei der Planung von Studien sollte das frühe und sehr hohe Maximum der Schmerzempfindlichkeit von Frauen um 22 Jahre genauso wie das spätere Maximum der Schmerzempfindlichkeit von Männern um 44 Jahre in jeden Fall Berücksichtigung finden.

Der Quotient der relativen Schmerzlinderung  $(NRS_{\text{Aufnahme}} - NRS_{\text{Entlassung}}) / NRS_{\text{Aufnahme}}$  ist ein geeigneter Ergebnisparameter für die Qualität der postoperativen Schmerztherapie und als solcher dem  $NRS_{\text{Entlassung}}$  überlegen.

## 7 Literatur

Agency for Health Care Policy and Research 1992. Acute pain management in adults: operative procedures. *Am Fam Physician*. 1992 Jul;46(1):128-38.

American Society of Anesthesiologists Task Force on Acute Pain Management. Practice guidelines for acute pain management in the perioperative setting: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Acute Pain Management. *Anesthesiology*. 2004 Jun;100(6):1573-81.

Anderson N H. Scales and Statistics: Parametric and Nonparametric. *Psychological Bulletin* 1961, Vol. 58, No. 4, 305-316

ANZCA. Australian and New Zealand College of Anaesthetists and Faculty of Pain Medicine: Acute Pain Management: Scientific Evidence. ISBN: 0-9585208-6-0; 2005  
<http://www.anzca.edu.au/resources/books-and-publications/acutepain.pdf>

ANZCA. Acute Pain Management: Scientific Evidence 2nd Edition Updates. 2007 (Dezember)  
[http://www.anzca.edu.au/resources/books-and-publications/acutepain\\_update.pdf/view](http://www.anzca.edu.au/resources/books-and-publications/acutepain_update.pdf/view)

Apfelbaum JL, Chen C, Mehta SS, Gan TJ. Postoperative pain experience: results from a national survey suggest postoperative pain continues to be undermanaged. *Anesth Analg*. 2003 Aug;97(2):534-40.

Aubrun F, Salvi N, Coriat P, Riou B. Sex- and age-related differences in morphine requirements for postoperative pain relief. *Anesthesiology*. 2005 Jul;103(1):156-60.

Ballantyne JC, Carr DB, deFerranti S, Suarez T, Lau J, Chalmers TC, Angelillo IF, Mosteller F. The comparative effects of postoperative analgesic therapies on pulmonary outcome: cumulative meta-analyses of randomized, controlled trials. *Anesth Analg*. 1998 Mar;86(3):598-612.

Bartoshuk, L.M., Duffy, V.B., Fast, K., Green, B.G., Prutkin J, Snyder DJ. Labeled scales (e.g., category, Likert, VAS) and invalid across-group comparisons: What we have learned from genetic variation in taste. *Food Quality and Preference* 2003 Mar, 14, 125–138.

Beattie WS, Badner NH, Choi P. Epidural analgesia reduces postoperative myocardial infarction: a meta-analysis. *Anesth Analg*. 2001 Oct;93(4):853-8.

Bellach BM, Ellert U, Radoschewski M. Epidemiologie des Schmerzes - Ergebnisse des Bundes - Gesundheitssurveys 1998  
*Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch-Gesundheitsschutz* 2000 · 43:424–431

Berkley KJ. Sex differences in pain. *Behav Brain Sci*. 1997 Sep;20(3):371-80; discussion 435-513.

Bijur PE, Silver W, Gallagher EJ. Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Acad Emerg Med*. 2001 Dec;8(12):1153-7.

- Bijur PE, Latimer CT, Gallagher EJ. Validation of a verbally administered numerical rating scale of acute pain for use in the emergency department. *Acad Emerg Med.* 2003 Apr;10(4):390-2.
- Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986 Feb;1(8476):307-10.
- Blumstein HA, Moore D. Visual analog pain scores do not define desire for analgesia in patients with acute pain. *Acad Emerg Med.* 2003 Mar;10(3):211-4.
- Bodian CA, Freedman G, Hossain S, Eisenkraft JB, Beilin Y. The visual analog scale for pain: clinical significance in postoperative patients. *Anesthesiology.* 2001 Dec;95(6):1356-61.
- Boneau CA. The effects of violations of assumptions underlying the test. *Psychol Bull.* 1960 12;57:49-64.
- Brennan F, Carr DB, Cousins M. Pain management: a fundamental human right. *Anesth Analg.* 2007 Jul;105(1):205-21.
- Bucknall T, Manias E, Botti M. Nurses' reassessment of postoperative pain after analgesic administration. *Clin J Pain.* 2007 Jan;23(1):1-7.
- Carli F, Mayo N, Klubien K, Schrickler T, Trudel J, Belliveau P. Epidural analgesia enhances functional exercise capacity and health-related quality of life after colonic surgery: results of a randomized trial. *Anesthesiology.* 2002 Sep;97(3):540-9.
- Cepeda MS, Africano JM, Polo R, Alcalá R, Carr DB. Agreement between percentage pain reductions calculated from numeric rating scores of pain intensity and those reported by patients with acute or cancer pain. *Pain.* 2003a Dec;106(3):439-42.
- Cepeda MS, Africano JM, Polo R, Alcalá R, Carr DB. What decline in pain intensity is meaningful to patients with acute pain? *Pain.* 2003 Sep;105(1-2):151-7.
- Cepeda MS, Carr DB. Women experience more pain and require more morphine than men to achieve a similar degree of analgesia. *Anesth Analg.* 2003 Nov;97(5):1464-8.
- Chao CC, Hsieh ST, Chiu MJ, Tseng MT, Chang YC. Effects of aging on contact heat-evoked potentials: the physiological assessment of thermal perception. *Muscle Nerve.* 2007 Jul;36(1):30-8.
- Cleophas TJ, Zwinderman AH, Cleophas TF *Statistics Applied to Clinical Trials.* Springer 2006
- Craggs JG, Price DD, Verne GN, Perlstein WM, Robinson MM. Functional brain interactions that serve cognitive-affective processing during pain and placebo analgesia. *Neuroimage.* 2007 Dec;38(4):720-9.
- Dahl JL, Gordon D, Ward S, Skemp M, Wochos M, Schurr M. Institutionalizing pain management: the Post-Operative Pain Management Quality Improvement Project. *J Pain.* 2003 Sep;4(7):361-71.

DeLoach LJ, Higgins MS, Caplan AB, Stiff JL. The visual analog scale in the immediate postoperative period: intrasubject variability and correlation with a numeric scale. *Anesth Analg*. 1998 Jan;86(1):102-6

Devine EC, Bevsek SA, Brubakken K, Johnson BP, Ryan P, Sliefert MK, Rodgers B. AHCPR clinical practice guideline on surgical pain management: adoption and outcomes. *Res Nurs Health*. 1999 Apr;22(2):119-30.

Dionne RA, Bartoshuk L, Mogil J, Witter J. Individual responder analyses for pain: does one pain scale fit all? *Trends Pharmacol Sci*. 2005 Mar;26(3):125-30.

DIVS 2007. Leitlinie „Behandlung akuter perioperativer und posttraumatischer Schmerzen“ (AWMF, Nr. 041/001) <http://www.uni-duesseldorf.de/AWMF/II/041-001.pdf> (10:12:2008)

Dolin SJ, Cashman JN, Bland JM. Effectiveness of acute postoperative pain management: I. Evidence from published data. *Br J Anaesth*. 2002 Sep;89(3):409-23.

Dorgan JF, Reichman ME, Judd JT, Brown C, Longcope C, Schatzkin A, Campbell WS, Franz C, Kahle L, Taylor PR. Relationships of age and reproductive characteristics with plasma estrogens and androgens in premenopausal women. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 1995 Jun;4(4):381-6.

Fahrmeir L, Künstler R, Pigeot I, Tutz G. *Statistik - Der Weg zur Datenanalyse*. Springer Verlag, 2007

Farrar JT, Portenoy RK, Berlin JA, Kinman JL, Strom BL. Defining the clinically important difference in pain outcome measures. *Pain*. 2000 Dec;88(3):287-94.

Farrar JT, Young JP, LaMoreaux L, Werth JL, Poole RM. Clinical importance of changes in chronic pain intensity measured on an 11-point numerical pain rating scale. *Pain*. 2001 Nov;94(2):149-58.

Fosnocht DE, Heaps ND, Swanson ER. Patient expectations for pain relief in the ED. *Am J Emerg Med*. 2004 Jul;22(4):286-8.

Gagliese L, Gauthier LR, Macpherson AK, Jovellanos M, Chan VW. Correlates of postoperative pain and intravenous patient-controlled analgesia use in younger and older surgical patients. *Pain Med*. 2008 Apr;9(3):299-314.

Gallagher EJ, Liebman M, Bijur PE. Prospective validation of clinically important changes in pain severity measured on a visual analog scale. *Ann Emerg Med*. 2001 Dec;38(6):633-8.

Gallagher EJ, Bijur PE, Latimer C, Silver W. Reliability and validity of a visual analog scale for acute abdominal pain in the ED. *Am J Emerg Med*. 2002 Jul;20(4):287-90.

Garcia AG, Grana PM, Sampedro FG, Diago MP, Rey JM. Does oral contraceptive use affect the incidence of complications after extraction of a mandibular third molar? *Br Dent J*. 2003 Apr;194(8):453-5; discussion 445.

Gasser T, Müller HG, Köhler W, Molinari L, Prader A. Nonparametric regression analysis of growth curves. *Ann Statist*. 1984;12:210-9.

Geissler B, Neugebauer E, Angster R, Witte Dagger J. Qualitätsmanagement der postoperativen Schmerztherapie *Chirurg*. 2004 Jul;75(7):687-93.

Goodenough B, Thomas W, Champion GD, Perrott D, Taplin JE, von Baeyer CL, Ziegler JB. Unravelling age effects and sex differences in needle pain: ratings of sensory intensity and unpleasantness of venipuncture pain by children and their parents. *Pain*. 1999 Mar;80(1-2):179-90.

Gordon DB, Dahl JL, Miaskowski C, McCarberg B, Todd KH, Paice JA, Lipman AG, Bookbinder M, Sanders SH, Turk DC, Carr DB. American pain society recommendations for improving the quality of acute and cancer pain management: American Pain Society Quality of Care Task Force. *Arch Intern Med*. 2005 Jul;165(14):1574-80.

Gould TH, Crosby DL, Harmer M, Lloyd SM, Lunn JN, Rees GA, Roberts DE, Webster JA. Policy for controlling pain after surgery: effect of sequential changes in management. *BMJ*. 1992 Nov;305(6863):1187-93.

tables or procedure-specific evidence? *Br J Anaesth*. 2005 Jun;94(6):710-4.

Grossman SA, Sheidler VR, McGuire DB, Geer C, Santor D, Piantadosi S. A comparison of the Hopkins Pain Rating Instrument with standard visual analogue and verbal descriptor scales in patients with cancer pain. *J Pain Symptom Manage*. 1992 May;7(4):196-203.

Hadjistavropoulos T, Herr K, Turk DC, Fine PG, Dworkin RH, Helme R, Jackson K, Parmelee PA, Rudy TE, Lynn Beattie B, Chibnall JT, Craig KD, Ferrell B, Ferrell B, Fillingim RB, Gagliese L, Gallagher R, Gibson SJ, Harrison EL, Katz B, Keefe FJ, Lieber SJ, Lussier D, Schmader KE, Tait RC, Weiner DK, Williams J. An interdisciplinary expert consensus statement on assessment of pain in older persons. *Clin J Pain*. 2007 Jan;23(1 Suppl):S1-43.

Hand DJ. Statistics and the Theory of Measurement. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (Statistics in Society)*, Vol. 159, No. 3, (1996), pp. 445-492.

Igier V, Mullet E, Sorum PC. How nursing personnel judge patients' pain. *Eur J Pain*. 2007 Jul;11(5):542-50.

Jensen MP, Karoly P, Braver S. The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods. *Pain*. 1986 Oct;27(1):117-26.

Jensen MP, Karoly P, O'Riordan EF, Bland F, Burns RS. The subjective experience of acute pain. An assessment of the utility of 10 indices. *Clin J Pain*. 1989 Jun;5(2):153-9.

Jensen MP, Chen C, Brugger AM. Postsurgical pain outcome assessment. *Pain*. 2002 Sep;99(1-2):101-9.

Jensen MP, Chen C, Brugger AM. Interpretation of visual analog scale ratings and change scores: a reanalysis of two clinical trials of postoperative pain. *J Pain*. 2003 Sep;4(7):407-14.

Kelly AM. Does the clinically significant difference in visual analog scale pain scores vary with gender, age, or cause of pain? *Acad Emerg Med*. 1998 Nov;5(11):1086-90.

- Kelly AM. The minimum clinically significant difference in visual analogue scale pain score does not differ with severity of pain. *Emerg Med J.* 2001 May;18(3):205-7.
- Klein NA, Battaglia DE, Miller PB, Branigan EF, Giudice LC, Soules MR. Ovarian follicular development and the follicular fluid hormones and growth factors in normal women of advanced reproductive age. *J Clin Endocrinol Metab.* 1996 May;81(5):1946-51.
- Labovitz S. Some Observations on Measurement and Statistics. *Social Forces, Vol. 46, No. 2, (Dec., 1967), pp. 151-160.*
- Lasagna L. The psychophysics of clinical pain. *Lancet.* 1962 Sep;2(7256):572-5.
- Lauzon Clabo LM. An ethnography of pain assessment and the role of social context on two postoperative units. *J Adv Nurs.* 2008 Mar;61(5):531-9.
- Lautenbacher S, Kunz M, Strate P, Nielsen J, Arendt-Nielsen L. Age effects on pain thresholds, temporal summation and spatial summation of heat and pressure pain. *Pain.* 2005 Jun;115(3):410-8.
- Lenz R, Beyer M, Kuhn KA. Semantic integration in healthcare networks. *Int J Med Inform.* 2006 06;76(2-3):201-7.
- LeResche L, Saunders K, Von Korff MR, Barlow W, Dworkin SF. Use of exogenous hormones and risk of temporomandibular disorder pain. *Pain.* 1997 Jan;69(1-2):153-60.
- LeResche L, Mancl LA, Drangsholt MT, Saunders K, Korff MV. Relationship of pain and symptoms to pubertal development in adolescents. *Pain.* 2005 Nov;118(1-2):201-9.
- Logan DE, Rose JB. Gender differences in post-operative pain and patient controlled analgesia use among adolescent surgical patients. *Pain.* 2004 Jun;109(3):481-7.
- Lord, F. M. On the Statistical Treatment of Football Numbers, *American Psychologist (1953). 8: 750-751.*
- Macrae WA. Chronic pain after surgery. *Br J Anaesth.* 2001 Jul;87(1):88-98.
- Marcus-Roberts H. M. 1987 Marcus-Roberts H. M., Roberts F. S. Meaningless Statistics. *Journal of Educational Statistics, Vol. 12, No. 4, (Winter, 1987), pp. 383-394.*
- McQuay H, Carroll D, Moore A. Variation in the placebo effect in randomised controlled trials of analgesics: all is as blind as it seems. *Pain.* 1996 Feb;64(2):331-5.
- Meissner W, Ullrich K, Zwacka S, Schreiber T, Reinhart K. Qualitätsmanagement am . Beispiel der postoperativen Schmerztherapie. *Anaesthesist.* 2001 Sep;50(9):661-70.
- Meissner W, Ullrich K, Zwacka S. Benchmarking as a tool of continuous quality improvement in postoperative pain management. *Eur J Anaesthesiol.* 2006 Feb;23(2):142-8.
- Micceri, T. The Unicorn, The Normal Curve, and Other Improbable Creatures. *Psychological Bulletin* 1989, Vol. 105. No.1, 156-166.

- Morrison RS, Magaziner J, McLaughlin MA, Orosz G, Silberzweig SB, Koval KJ, Siu AL. The impact of post-operative pain on outcomes following hip fracture. *Pain*. 2003 Jun;103(3):303-11
- Musey VC, Collins DC, Brogan DR, Santos VR, Musey PI, Martino-Saltzman D, Preedy JR. Long term effects of a first pregnancy on the hormonal environment: estrogens and androgens. *J Clin Endocrinol Metab*. 1987 Jan;64(1):111-8.
- Myles PS, Troedel S, Boquest M, Reeves M. The pain visual analog scale: is it linear or nonlinear? *Anesth Analg*. 1999 Dec;89(6):1517-20.
- Parkhouse J, Lambrechts W, Simpson BR. The incidence of postoperative pain. *Br J Anaesth*. 1961 12;33:345-53.
- Paynter D, Mamaril ME. Perianesthesia challenges in geriatric pain management. *J Perianesth Nurs*. 2004 Dec;19(6):385-91.
- Powell CV, Kelly AM, Williams A. Determining the minimum clinically significant difference in visual analog pain score for children. *Ann Emerg Med*. 2001 Jan;37(1):28-31.
- Price DD, McGrath PA, Rafii A, Buckingham B. The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. *Pain*. 1983 Sep;17(1):45-56.
- Price DD, Harkins SW, Rafii A, Price C. A simultaneous comparison of fentanyl's analgesic effects on experimental and clinical pain. *Pain*. 1986 Feb;24(2):197-203.
- Price DD, Harkins SW, Baker C. Sensory-affective relationships among different types of clinical and experimental pain. *Pain*. 1987 Mar;28(3):297-307.
- Reid CE 1992 Reid CE. Signal Processing in C. Wiley 1992
- Rainville P, Carrier B, Hofbauer RK, Bushnell MC, Duncan GH. Dissociation of sensory and affective dimensions of pain using hypnotic modulation. *Pain*. 1999 Aug;82(2):159-71.
- Rosseland LA, Stubhaug A. Gender is a confounding factor in pain trials: women report more pain than men after arthroscopic surgery. *Pain*. 2004 Dec;112(3):248-53.
- Radtke FM, Franck M, Schneider M, Luetz A, Seeling M, Heinz A, Wernecke KD, Spies CD. Comparison of three scores to screen for delirium in the recovery room. *Br J Anaesth*. 2008 Sep;101(3):338-43.
- Saboor S, Ammenwerth E. Developing a taxonomy of communication errors in heterogeneous information systems. *Stud Health Technol Inform*. 2008 05;136():461-6.
- Sachs L Angewandte Statistik. Springer 1992
- Sachs L, Hedderich J. Angewandte Statistik. Springer 2006
- Sarlani E, Farooq N, Greenspan JD. Gender and laterality differences in thermosensation throughout the perceptible range. *Pain*. 2003 Nov;106(1-2):9-18.



Sauaia A, Min SJ, Leber C, Erbacher K, Abrams F, Fink R. Postoperative pain management in elderly patients: correlation between adherence to treatment guidelines and patient satisfaction. *J Am Geriatr Soc.* 2005 Feb;53(2):274-82.

Schochat T, Beckmann C. [Sociodemographic characteristics, risk factors and reproductive history in subjects with fibromyalgia--results of a population-based case-control study] *Z Rheumatol.* 2003 Feb;62(1):46-59.

Sherman JJ, LeResche L. Does experimental pain response vary across the menstrual cycle? A methodological review. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2006 Aug;291(2):R245-56.

Sloman R, Wruble AW, Rosen G, Rom M. Determination of clinically meaningful levels of pain reduction in patients experiencing acute postoperative pain. *Pain Manag Nurs.* 2006 Dec;7(4):153-8.

Sommer M, de Rijke JM, van Kleef M, Kessels AG, Peters ML, Geurts JW, Gramke HF, Marcus MA. The prevalence of postoperative pain in a sample of 1490 surgical inpatients. *Eur J Anaesthesiol.* 2008 Apr;25(4):267-74.

Statistisches Bundesamt: „Die 50 häufigsten Operationen der vollstationären Patientinnen und Patienten in Krankenhäusern“ [http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/dboowasys921.xwdevkit/xwd\\_init?gbe.isgbetol/xs\\_start\\_neu/338301970/72121348](http://www.gbe-bund.de/oowa921-install/servlet/oowa/aw92/dboowasys921.xwdevkit/xwd_init?gbe.isgbetol/xs_start_neu/338301970/72121348) 2.1.2009 15:14

Stening K, Eriksson O, Wahren L, Berg G, Hammar M, Blomqvist A. Pain sensations to the cold pressor test in normally menstruating women: comparison with men and relation to menstrual phase and serum sex steroid levels. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2007 Oct;293(4):R1711-6.

Stevens S. On the Theory of Scales of Measurement. *Science, New Series, Vol. 103, No. 2684, (Jun. 7, 1946), pp. 677-680.*

Stomberg MW, Wickström K, Joelsson H, Sjöström B, Haljamäe H. Postoperative pain management on surgical wards--do quality assurance strategies result in long-term effects on staff member attitudes and clinical outcomes? *Pain Manag Nurs.* 2003 Mar;4(1):11-22.

Stonehouse JM, Forrester GJ. Robustness of the t and U tests under combined assumption violations. *Journal of Applied Statistics* 1998, 25:1, 63 - 74

Sullivan LM, D'Agostino RB. Robustness of the t test applied to data distorted from normality by floor effects. *J Dent Res.* 1992 Dec;71(12):1938-43.

Turk DC, Dworkin RH, Burke LB, Gershon R, Rothman M, Scott J, Allen RR, Atkinson JH, Chandler J, Cleeland C, Cowan P, Dimitrova R, Dionne R, Farrar JT, Haythornthwaite JA, Hertz S, Jadad AR, Jensen MP, Kellstein D, Kerns RD, Manning DC, Martin S, Max MB, McDermott MP, McGrath P, Moulin DE, Nurmikko T, Quessy S, Raja S, Rappaport BA, Rauschkolb C, Robinson JP, Royal MA, Simon L, Stauffer JW, Stucki G, Tollett J, von Stein T, Wallace MS, Wernicke J, White RE, Williams AC, Witter J, Wyrwich KW. Developing patient-reported outcome measures for pain clinical trials: IMMPACT recommendations. *Pain.* 2006 Dec;125(3):208-15.

Turk DC, Rudy TE, Sorkin BA. Neglected topics in chronic pain treatment outcome studies: determination of success. *Pain*. 1993 Apr;53(1):3-16.

Vaurio LE, Sands LP, Wang Y, Mullen EA, Leung JM. Postoperative delirium: the importance of pain and pain management. *Anesth Analg*. 2006 Apr;102(4):1267-73.

Vickers AJ. Parametric versus non-parametric statistics in the analysis of randomized trials with non-normally distributed data. *BMC Med Res Methodol*. 2005 12;5:35.

Vila H, Smith RA, Augustyniak MJ, Nagi PA, Soto RG, Ross TW, Cantor AB, Strickland JM, Miguel RV. The efficacy and safety of pain management before and after implementation of hospital-wide pain management standards: is patient safety compromised by treatment based solely on numerical pain ratings? *Anesth Analg*. 2005 Aug;101(2):474-80.

Von Korff M, Dworkin SF, Le Resche L, Kruger A. An epidemiologic comparison of pain complaints. *Pain*. 1988 Feb;32(2):173-83.

Warrén Stomberg M, Lorentzen P, Joelsson H, Lindquist H, Haljamäe H. Postoperative pain management on surgical wards-impact of database documentation of anesthesia organized services. *Pain Manag Nurs*. 2003 Dec;4(4):155-64.

Wolfram S. Mathematica - Ein System für Mathematik auf dem Computer. Addison-Wesley 1992

Wu CL, Hurley RW, Anderson GF, Herbert R, Rowlingson AJ, Fleisher LA. Effect of postoperative epidural analgesia on morbidity and mortality following surgery in medicare patients. *Reg Anesth Pain Med*. 2005 1;29(6):525-33; discussion 515-9.

Zumbo BD, Zimmerman, DW. Is the selection of statistical methods governed by level of measurement? *Canadian Psychology* 1993, 34, 390-400.

Zumoff B, Strain GW, Miller LK, Rosner W. Twenty-four-hour mean plasma testosterone concentration declines with age in normal premenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab*. 1995 Apr;80(4):1429-30.

## 8 Danksagungen

Frau Professor Dr. Spies gilt mein Dank für die Überlassung des Themas, das entgegengebrachte Vertrauen, das mir die Bearbeitung dieses Themas ermöglichte, die Schaffung der Grundvoraussetzungen für die Studie, die Überlassung der Datensätze und für die Geduld, mit der sie die Dinge reifen ließ.

Mein Dank gilt Herrn PD Dr. Boemke, der mit seiner steten Diskussionsbereitschaft, seiner freundschaftlichen Hartnäckigkeit beim Aufdecken von Schwachstellen der entstehenden Dissertation und vor allem mit seiner herausragenden Kompetenz ein ausgezeichneter Mentor war.

Auch Herrn Prof. Dr. Wernecke habe ich zu danken. Er hat mit seinem geduldigen, kenntnisreichen Rat viele offene statistische Fragen geklärt und so Wesentliches beigetragen.

Besonders großer Dank gilt den Patienten, die mit Geduld und Freundlichkeit bereit waren, an dieser Studie teilzunehmen.

Zu erwähnen sind auch die Pflegekräfte und das Studienpersonal, insbesondere Dr. Radtke und Dr. Franck aus unserer Klinik sowie die partizipierenden Medizinstudenten, ohne deren genaue Datenerfassung diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre. – Ein großes Dankeschön.

Ein herzlicher, ganz besonderer Dank gilt meiner Frau, die nicht nur aus weiblicher Sicht, sondern auch aus dem Bereich der chinesischen Medizin wichtige Hinweise gab.

Unseren Kindern möchte ich für die Neugier und das Verständnis, mit dem sie die väterlichen Aktivitäten verfolgten, von Herzen danken.

## **9 Lebenslauf**

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

## 10 Erklärung

Ich, Christoph Barner, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema:

***Reichen die in der Routine erhobenen ‚Scores‘ zur Qualitätssicherung der postoperativen Schmerztherapie aus?***

*- Klärung der technischen Voraussetzungen, Entwicklung einer neuen Methodik zur Evaluation der Qualität schmerztherapeutischer Maßnahmen und Untersuchung der geschlechtsspezifischen, altersabhängigen Schmerzscores.*

selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.

Datum

Unterschrift

## 11 Anhang: Veröffentlichungsverzeichnis von Christoph Barner

### Originalarbeit

Schulz U, Keh D, **Barner C**, Kaisers U, Boemke W.

Bispectral index monitoring does not improve anaesthesia performance in patients with movement disorders undergoing deep brain stimulating electrode Implantation. *Anesthesia & Analgesia* 2007; 104:1481-7

Impact Factor: 2.131

### Weiterbildungsartikel

Schulz U, Keh D, Fritz G, **Barner C**, Kerner T, Schneider GH, Trottenberg T, Kupsch A, Boemke W.

“Schlaf-Wach-Schlaf”-Technik zur Wachkraniotomie.

*Der Anaesthetist*. 2006;55(5):585-598

Impact Factor: 0.863

3 CME-Punkte

Schulz U, Keh D, **Barner C**, Boemke W, Fritz G.

Anästhesiologisches Management der Wachkraniotomie.

*Anaesthesiol. Intensivmed. Notfallmed. Schmerzther.* 2004 Feb; 39(2):112-4.

Impact Factor: 0.415

### Fallbericht

Fritz G, **Barner C**, Schindler R, Boemke W, Falke K.

Amoxicillin-induced acute renal failure.

*Nephrol. Dial. Transplant.* 2003;18(8):1660-2.

Impact Factor: 2.607

### Buchbeitrag

Schulz U, Keh D, Fritz G, **Barner C**, Kerner T, Schneider GH, Trottenberg T, Kupsch A, Boemke W.

“Schlaf-Wach-Schlaf”-Technik zur Wachkraniotomie. In „*Weiterbildung für Anästhesisten 2006*“; Hrsg. Bardenheuer, Forst, Rossaint, Spahn; Springer Verlag, 2007, 69-80.

### Abstract

Seeling M, Radtke F, Franck M, **Barner C**, Schmidt M, Spies C.

Integrated heterogeneous data management system for clinical outcome management.

Joint SCATA ESCTAIC Scientific Meeting, London 21<sup>st</sup> - 23<sup>rd</sup> November, 2007; Delegate Handbook, p. 31

Teile dieser Dissertation werden auf dem Deutschen Anästhesie Congress 2009 als Abstract eingereicht werden. Ein Vorpublikationsantrag beim Promotionsbüro wurde gestellt.