

**Aus der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen  
Abteilung Allgemeine Orthopädie mit Poliklinik  
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. N. Wülker**

**Kurzfristige klinische und radiologische Ergebnisse  
nach Implantation der zementfreien  
individuellen Hüftendoprothese vom Typ Adaptiva<sup>®</sup>  
unter Berücksichtigung der postoperativen  
Sportfähigkeit**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard-Karls-Universität  
zu Tübingen**

**vorgelegt von  
Rüdiger Bronner  
aus Sulz am Neckar**

**2010**

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. S. Sell

2. Berichterstatter: Professor Dr. N. Wülker

*Diese Arbeit widme ich meinen Eltern  
Andreas und Claudia Bronner.*

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	6
2. Material und Methoden.....	17
2.1 Material .....	17
2.1.1 Patienten.....	17
2.1.2 Röntgenbilder.....	21
2.1.3 Nachuntersuchungszeitraum .....	22
2.2 Methoden .....	23
2.2.1 Klinische Untersuchung .....	23
2.2.2 Radiologische Untersuchung .....	25
2.2.3 Untersuchung der Sportfähigkeit.....	27
3. Ergebnisse .....	29
3.1 Klinische Ergebnisse.....	29
3.1.1 Auswertbare Befunde .....	29
3.1.2 Prothesenwechsel.....	29
3.1.3 Schmerz.....	30
3.1.4 Beweglichkeit.....	31
3.1.5 Gehfähigkeit.....	33
3.1.6 Durchschnittliche Merle d´Aubigné-Scores .....	34
3.1.7 Präoperativer und postoperativer Gesamtscore nach Merle d´Aubigné .....	35
3.1.8 Subjektive Beurteilung seitens der Patienten.....	37
3.2 Radiologische Ergebnisse.....	38
3.2.1 Auswertbare Befunde .....	38
3.2.2 Radiodense Linien und Implantatlockerung .....	38
3.2.3 Nachsinken der Prothese.....	38
3.2.4 Periartikuläre Ossifikationen .....	39
3.3 Sportfähigkeit .....	41
3.3.1 Auswertbare Befunde .....	41
3.3.2 Sportliche Aktivität der Patienten vor und nach erfolgter Prothesenimplantation .....	41

3.3.3 Ausgeübte Sportarten nach Prothesenimplantation.....	43
3.3.4 Präoperative Diagnosen bei sportlich aktiven und sportlich nicht aktiven Patienten.....	44
3.3.5 Merle d´Aubigné-Score bei sportlich aktiven und sportlich nicht aktiven Patienten.....	44
3.3.6 Beschwerden beim Sport nach Prothesenimplantation..	46
4. Diskussion .....	50
4.1 Prothesenwechsel.....	50
4.2 Klinische Ergebnisse .....	52
4.2.1 Schmerz.....	52
4.2.2 Beweglichkeit.....	54
4.2.3 Gehfähigkeit.....	55
4.2.4 Zusammenfassende Beurteilung der klinischen Ergebnisse .....	56
4.3 Radiologische Ergebnisse.....	57
4.3.1 Lockerungssäume.....	57
4.3.2 Sinterung des Prothesenschafts .....	59
4.3.3 Periartikuläre Verknöcherungen.....	62
4.4 Sportfähigkeit .....	64
5. Zusammenfassung.....	68
6. Tabellenverzeichnis.....	70
7. Abbildungsverzeichnis.....	71
8. Literaturverzeichnis .....	72
9. Anhang 1 .....	85
10. Anhang 2 .....	87
11. Danksagung .....	89
12. Lebenslauf.....	90

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ABG	Anatomique Benoist Giraud
a.p.	anterior posterior
AML	Anatomic Medullary Locking
CAD	Computer-Aided-Design
CT	Computertomographie
et al.	und andere
LSF	Long-Term Stable Fixation
PCA	Porous Coated Anatomic
SL	stepless
Tab.	Tabelle

## 1. Einleitung

Die Alloarthroplastik des Hüftgelenks gehört heute zu den häufigsten und erfolgreichsten Eingriffen der orthopädischen Chirurgie. Sie kann sicherlich als eine der wichtigsten Errungenschaften der Medizin und wahrscheinlich als die bedeutendste überhaupt in der Orthopädie im vergangenen Jahrhundert bezeichnet werden.

In Europa werden ca. 500.000 Hüftendoprothesen jährlich implantiert, davon etwa 135.000 in Deutschland (Breusch et al., 2000).

Der Berliner Chirurg Themistokles Gluck ersetzte erstmals 1890 ein erkranktes Kniegelenk durch eine Kniegelenksprothese aus Elfenbein, die er mit einem Knochenzement aus Bimssteinpulver und Gips im Knochen verankerte (Gluck, 1890). Der Erfolg blieb ihm allerdings versagt, da sich die Prothese infizierte und sich das Material als nicht gewebeverträglich und zu wenig belastbar erwies.

1922 implantierte Hey-Groves als erster Orthopäde bei einem ankylosierten Hüftgelenk einen künstlichen Hüftkopf aus Elfenbein (Huggler und Schreiber, 1978).

Bei der von Smith-Petersen 1923 eingeführten „Mouldarthroplastik“ wurde als Interpositionsplastik eine helmartige Kappe in das erkrankte Hüftgelenk zwischen Pfanne und Kopf eingesetzt. Als Material für diese Kappe wurde zunächst Glas, dann Pyrexglas, Viscaloid und Bakelit verwendet (Huggler und Schreiber, 1978). Alle diese Materialien zeigten sich jedoch als zu wenig belastbar, so daß häufig Materialbrüche auftraten. Erst als Smith-Petersen 1938 dazu überging, Interponate aus Vitallium, einer neu in die Klinik eingeführten Kobalt-Chrom-Legierung, zu verwenden, konnte er gewisse Erfolge erzielen (Smith-Petersen, 1939). Auch wenn es nicht selten zu Nekrosen und Resorptionsvorgängen am Hüftkopf und Schenkelhals unter der Kappe kam, konnte sich die „Mouldarthroplastik“ mit nur wenigen Abweichungen von ihrer

Form von 1938 vor allem in den USA über mehrere Jahrzehnte halten (Huggler und Schreiber, 1978).

Ebenfalls 1938 wurde in London von Philipp Wiles die erste Totalendoprothese der Hüfte implantiert (Wiles, 1958). Sie bestand aus zwei Metallelementen, die zum ersten Mal sowohl den Hüftkopf, als auch die Hüftpfanne ersetzen sollten. Dazu verankerte Wiles die Pfanne mit zwei Schrauben am Becken und den Hüftkopf mit einem Bolzen durch den Schenkelhals (Ungethüm und Blömer, 1987). Allerdings sollte in der Folgezeit der Gedanke der Totalendoprothese für mehr als ein weiteres Jahrzehnt unbeachtet bleiben.

Moore und Bohlmann implantierten 1940 die erste intramedullär verankerte Endoprothese aus Vitallium bei einem Tumorpatienten nach Resektion des proximalen Femures (Moore und Bohlman, 1943).

Eine neue Ära auf dem Gebiet der Endoprothetik begründeten 1946 die Brüder Robert und Jean Judet mit der Entwicklung eines pilzförmigen Hüftkopfersatzes aus Acrylharz (Plexiglas), der mit einem Stift im Schenkelhals verankert wurde (Judet, J. und Judet, R., 1950). Dieses Modell fand innerhalb kurzer Zeit eine große Verbreitung und bis 1950 implantierten die Gebrüder Judet über 600 Prothesen. Aber auch bei diesem Implantat zeigten die ersten Nachuntersuchungen nach anfänglichen Erfolgen zunehmend aseptische Lockerungen, Materialbrüche und Fremdkörpergranulome durch Abrieb (Blauth und Donner, 1979).

Anfang der fünfziger Jahre führten Thompson (1951) und Moore (1952) Ganzmetallprothesen aus Vitallium ein und versuchten damit das Problem des Materialversagens zu lösen. Außerdem besaßen diese Prothesen einen längeren Stiel, so dass auch der Schenkelhals reseziert und die Prothesen intramedullär im Femurschaft verankert werden konnten (Thompson, 1954, Moore, 1952). Jedoch konnten auch diese Prothesenmodelle nur kurzfristige Erfolge aufweisen. Nach wie vor wurde die Hemiarthroplastik als Methode der Wahl angesehen und auf einen Ersatz der Hüftpfanne verzichtet. Der metallene Prothesenkopf stand somit in direktem Kontakt mit der natürlichen



Gelenkpfanne und bewirkte einen schnellen Abbau dieser bis hin zur Protrusion ins kleine Becken (Blauth und Donner, 1979).

McKee dagegen griff 1951 wieder den Gedanken der Totalendoprothese von Wiles auf und entwickelte eine Ganzmetallprothese mit einer künstlichen Hüftpfanne aus Metall zusätzlich zur metallenen femoralen Prothesenkomponente (McKee, 1951, McKee und Watson-Farrar, 1966). Der Pfannenersatz wurde dabei erstmalig durch ein zentrales Schraubengewinde im Acetabulum verankert, während der femorale Prothesenteil weitgehend dem Modell von Wiles entsprach (Ungethüm und Blömer, 1987).

Auch Urist (Urist, 1957) und Ring (Ring, 1968) implantierten Totalendoprothesen mit Metall-auf-Metall-Kombination.

Es zeigte sich jedoch bald, daß es bei der Metall-auf-Metall-Kombination bedingt durch eine große Reibung aufgrund feinsten Oberflächenrauigkeiten des Metalls zu einem starken Abrieb und damit verbunden zu Metallosen, Gewebeschädigungen, Fremdkörpergranulomen und schließlich aseptischen Lockerungen kam.

Die Hüftendoprothetik wurde neben dem Problem der langfristigen stabilen Verankerung der Prothesenkomponenten nun mit einem neuen Problem konfrontiert: die Paarung optimaler Materialien der künstlichen Gelenkpartner.

Mit zwei revolutionären Neuerungen sorgte John Charnley 1960 für einen entscheidenden Fortschritt in der Hüftendoprothetik. Zum einen gelang es ihm, mit seiner „Low friction arthroplasty“ ein künstliches Gelenk zu schaffen, das dank einer neuen Materialpaarung eine wesentlich geringere Reibung zwischen Hüftkopf und Hüftpfanne verursachte (Charnley, 1964). Der künstliche Hüftkopf bestand dabei aus Edelstahl und für die Pfanne verwendete Charnley zunächst Teflon, das er aber 1963 durch das viel widerstandsfähigere Polyäthylen ersetzte, da sich der Abrieb als zu groß erwies (Charnley, 1964, Charnley, 1968, Huggler und Schreiber, 1978).

Außerdem befasste sich Charnley mit dem Problem der dauerhaften Fixierung der Prothesenteile im Knochen.

Er verankerte die Komponenten der Totalendoprothese als erster mit einem selbsthärtenden Knochenzement aus Polymethylmetacrylat (PMMA), der bis dahin schon längere Zeit Verwendung in der Zahnmedizin fand (Charnley, 1964).

Mit Hilfe der Zementverankerung konnte eine sofortige Primärstabilität des Implantats erreicht werden. Die kurzfristigen Ergebnisse waren ausgezeichnet und sorgten für den endgültigen Durchbruch und die weltweite Verbreitung der Hüftendoprothetik (Morscher, 1987).

In den frühen siebziger Jahren mußte allerdings festgestellt werden, dass diese sehr guten primären Ergebnisse auf Dauer nicht zu halten waren und mit zunehmender Laufzeit der zementierten Prothesen die Zahl der aseptischen Lockerungen und damit auch der Revisionsoperationen konstant anstieg (Griss et al., 1986, Morscher, 1987).

Als problematisch zeigte sich die mangelnde Dauerschwingfestigkeit des Zements mit nachfolgenden Materialbrüchen. Durch Mikrobewegungen der Prothese entstehende Abriebprodukte des Knochenzements führten außerdem zu Fremdkörpergranulomen in der Grenzschicht zwischen Implantat und Zement („Separationsgranulome“), die dann Knochendestruktion und Implantatlockerung bewirkten (Willert und Semlitsch, 1976).

Weiterhin erwiesen sich Revisionseingriffe bei zementierten Prothesen als äußerst schwierig. Zum einen war das Entfernen des Implantats und des fest haftenden Zements aus dem Femurschaft sehr beschwerlich. Zudem zeigte sich bei zementierten Prothesen sehr häufig ein erheblicher Verlust an Knochensubstanz, der eine zweite Implantation sehr erschwerte oder sogar unmöglich machte (Griss et al, 1986, Freeman und Railton, 1987, Spotorno et al, 1987).

Besonders unbefriedigend waren die Ergebnisse der zementierten Implantate bei jüngeren Patienten. So konnte 1979 in einer Studie bei Patienten unter 30 Jahren in 57% der Fälle die Lockerung einer der beiden Prothesenkomponenten nach einer Tragezeit von fünf Jahren radiologisch

nachgewiesen werden. Außerdem zeigte sich eine positive Korrelation zwischen körperlichem Aktivitätsgrad und Lockerung (Chandler, 1981).

Die Vorstellung, dass jüngere Menschen angesichts der begrenzten Lebensdauer der zementierten Implantate möglicherweise einen oder vielleicht auch zwei Revisionseingriffe mit all den genannten Problemen durchführen lassen müssen, führte zu der Erkenntnis, dass eine befriedigende Behandlung dieser Patientengruppe mit zementierten Prothesen nicht zu erreichen war.

Charnley beschränkte 1979 die Indikation für den zementierten Hüftersatz auf Patienten jenseits des 60. Lebensjahres in der Hoffnung, diese Patienten würden einen Prothesenwechsel nicht mehr erleben (Charnley, 1979).

Sollten also jüngere Menschen nicht von einem schmerzfreien und funktionserhaltenden Gelenkersatz ausgeschlossen bleiben und stattdessen mit Alternativmethoden wie Arthrodesse oder Resektion behandelt werden, so musste die Alloarthroplastik des Hüftgelenks neu überdacht werden. Dabei rückten die zementfreien Prothesen wieder zunehmend in den Mittelpunkt des Interesses.

Auf der Suche nach einer optimalen Fixierung der zementfreien Implantate entwickelte Judet 1971 seine so genannte Porometallprothese aus Vitallium, welche eine raue, poröse Oberfläche aufwies, in die der umgebende Knochen einwachsen sollte (Judet et al, 1978).

Mittelmeier implantierte erstmals 1974 die „Tragrippenprothese“ Autophor, eine zementfreie Prothese, bei der die Verankerung durch das Einwachsen von Knochen in die durch mehrere quer verlaufende Tragrippen vergrößerte Oberfläche erreicht werden sollte (Mittelmeier, 1984). Allerdings ergab sich bei diesem Prothesentyp in der Folgezeit aufgrund der wenig rotationsstabilen Form eine sehr hohe aseptische Lockerungsrate, die erst durch zwei weiterentwickelte Formen dieser Prothese deutlich gesenkt werden konnte (Mittelmeier et al., 1988).

Auch die 1975 von Lord eingeführte „madreporische Prothese“ sollte nach dem Prinzip des „bone ingrowth“ zementfrei verankert werden. Dazu wurde die

Oberfläche dieser Prothese durch die Auflagerung kleinster Metallkugeln vergrößert, was das Einwachsen des Knochengewebes ermöglichen sollte (Lord und Bancel, 1983).

In den nachfolgenden Jahren folgte eine Vielzahl von Neuentwicklungen zementfreier Hüftendoprothesen, die jedoch trotz zahlreicher Modifikationen das Hauptproblem der zementfreien Endoprothetik nicht lösen konnten: die aseptische Prothesenlockerung als wichtigste Ursache überhaupt für das langfristige Versagen der zementfreien Implantate (Morscher, 1987). Gerade für jüngere Patienten, und dabei vor allem für Männer, wird in der Literatur das Risiko für ein Implantatversagen innerhalb der ersten zehn Jahre aufgrund aseptischer Lockerungen als besonders hoch beschrieben (Malchau et al., 1993).

Umfangreichen biomechanischen Studien zufolge liegt den aseptischen Lockerungen ein Auftreten von Mikrobewegungen zwischen Implantat und Knochen zugrunde, deren Entstehen durch einen mangelhaft formschlüssigen Implantat-Knochen-Kontakt begünstigt wird (Wirtz und Niethard, 1997). Allerdings wird bei Implantation einer konfektionierten zementfreien Femurschaftprothese nur selten ein direkter formschlüssiger Implantat-Knochen-Kontakt von mehr als 20% erreicht (Noble et al., 1988, Sumner und Galante, 1992).

Dieses Problem des mangelnden Formschlusses zwischen Prothese und Knochen mit der Konsequenz eines unphysiologischen Kraftflusses vom Implantat auf den umgebenden Knochen mit all seinen langfristigen Folgen für den Knochenumbau veranlasste Aldinger zu Beginn der 1980er Jahre eine zementfreie, anatomisch individuell angepasste Femurschaftprothese zu entwickeln. Diese Individualprothese vom Typ der Scheibenstielp prothese wurde für jeden Patienten nach computertomographischer Darstellung des Femurmarkraums individuell hergestellt und somit dreidimensional den jeweiligen anatomischen Verhältnissen angepasst (Aldinger et al., 1984). Nach Aldingers Auffassung war es unmöglich, mit einer Reihe vorgefertigter,

konfektionierter Endoprothesen der großen Variationsbreite der anatomischen Gegebenheiten des menschlichen Hüftgelenks gerecht zu werden. Durch die Maßanfertigung der Implantate sollte es aber möglich werden, einen optimalen Formschluss zwischen Prothese und Knochen zu erhalten, wie er sonst nur durch den Knochenzement bei zementierten Prothesen erreicht werden kann.

Neben den Verankerungsprinzipien des „press-fit“ mit Verkeilung der Prothese im Femurschaft und des „bone ingrowth“, dem Einwachsen des Knochens in die Implantatoberfläche, kam hier nun der dritten Verankerungsmöglichkeit in der zementfreien Endoprothetik, dem „form-fit“ mit einem angestrebten optimalen anatomischen Formschluss, eine besondere Bedeutung zu.

Die frühen und mittelfristigen Ergebnisse der Aldinger-Prothese erwiesen sich bei einer im Vergleich zu anderen zementfreien Prothesen geringen aseptischen Lockerungsrate als sehr gut. Allerdings kam es bei einem gewissen Prozentsatz der Patienten zu ausgeprägten Oberschenkelschaftschmerzen, die vor allem bei Rotationsbewegungen wie zum Beispiel beim Treppensteigen oder Aufstehen aus einem Stuhl auftraten. Bei einem Teil dieser Patienten konnte radiologisch eine Prothesenlockerung nachgewiesen werden (Küsswetter und Sell, 1993).

Über die Ursachen und die Bedeutung dieses typischen Oberschenkelschaftschmerzes, der als häufiges Phänomen in der Zeit nach Implantation einer zementfreien Hüftendoprothese auftritt, wird in der Literatur bis heute diskutiert. Viele Autoren sehen die Ursache des Oberschenkelschaftschmerzes in einer mangelnden Primärstabilität der Prothese gegenüber Rotationskräften und betrachten diesen Schmerz als möglichen Vorboten einer später folgenden aseptischen Lockerung (Campbell et al. 1992, Petrou et al. 1994, Lindgren et al., 1996).

Auch im Falle der Aldinger-Individualprothese wurde das Auftreten von Oberschenkelschaftschmerz als Zeichen einer Rotationsinstabilität gewertet. Vor allem bei Patienten mit einer eher runden Femurmarkhöhle im Bereich des prothesentragenden Teils scheint die Gefahr der Rotationsinstabilität besonders groß zu sein, da hier durch Formeinpassung allein die Torsion der Prothese

nicht so gesichert werden kann, wie dies bei Patienten mit ovalem Femurmarkraum möglich ist (Küsswetter und Sell,1993).

Als Weiterentwicklung der Aldinger-Prothese wurde an der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen eine ebenfalls dreidimensional angepasste Individualprothese mit der Bezeichnung Evolution-K eingeführt, die ein neuartiges Oberflächenprofil aufweist und eine formunabhängige Rotationssicherung gewährleisten soll. Zwar wurden kurz- und mittelfristige Ergebnisse zu diesem Prothesentyp bisher nicht publiziert, jedoch deuten die Erfahrungen aus der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen darauf hin, dass auch mit der Evolution-K das Problem der Rotationsinstabilität nicht zufrieden stellend gelöst werden konnte.

Die dreidimensional angepassten zementfreien Femurindividualprothesen werden mit hohem technischem Aufwand hergestellt und sind deshalb mit hohen Fertigungskosten und einem hohen Preis verbunden. In Zeiten des ständig zunehmenden wirtschaftlichen Drucks muss dies als ein weiterer Nachteil dieser Implantate gewertet werden.

Aus diesen Gründen wurde an der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen nach den Femurschaftindividualprothesen vom Typ Aldinger und Evolution-K die dritte Generation derartiger Implantate mit der Bezeichnung AdapTiva<sup>®</sup> entwickelt (Abb. 1).

Im Gegensatz zu allen vorherigen zementfreien individuellen Hüftprothesen, die dreidimensional dem jeweiligen Femurmarkraum des Patienten nachgebildet wurden, wird diese Prothese lediglich zweidimensional mit Hilfe von 15 CT-Schichten des proximalen Femurendes anatomisch angepasst. Dies ermöglicht bei der CAD-gestützten Herstellung den Rückgriff auf vorgefertigte Rohlinge, so dass die Produktionskosten für dieses Implantat deutlich gesenkt werden konnten.

Die individuelle anatomische Anpassung erfolgt an die mediale und laterale Femurcorticalis und soll damit durch einen hohen Formschluss und einen genauen Passsitz nicht nur für eine gute Primärstabilität, sondern auch für eine gleichmäßige Krafteinleitung in den Femurknochen sorgen. Der im Gegensatz zur runden Form der Vorgängermodelle rechteckige Querschnitt der kastenförmigen Prothese ermöglicht nach dem Verankerungsprinzip des „press-fit“ eine Verklemmung der Implantate in der inneren Femurcorticalis, wodurch eine maximale Rotationsstabilität erreicht werden soll (Abb. 2).



Abb. 1: Die Adaptiva®-Prothese.

Die proximale Spongiosa in der Trochanterregion kann dank der schlanken Prothesenform zum größten Teil erhalten werden. Sie wird bei der Implantation durch drei vertikale Rippen im proximal-ventralen Bereich der Prothese zusätzlich verdichtet. Außerdem wird durch diese Rippen eine Oberflächenvergrößerung erreicht, die eine Osteointegration erleichtern soll.

Alle zur Implantation wichtigen Parameter, wie Implantationstiefe und –winkel werden vor der Operation geplant und im Operationsplan mit einer a.p.-Ansicht des Knochens und der dazu passenden Prothese dokumentiert.

Bei der Implantation werden zur Aufraspelung des Markraums zunächst Standardraspeln in aufsteigender Größe verwendet. Das eigentliche Bett für die Individualprothese wird dann mit einer ebenfalls individuell hergestellten zur Prothese formgleichen Raspel geschaffen.

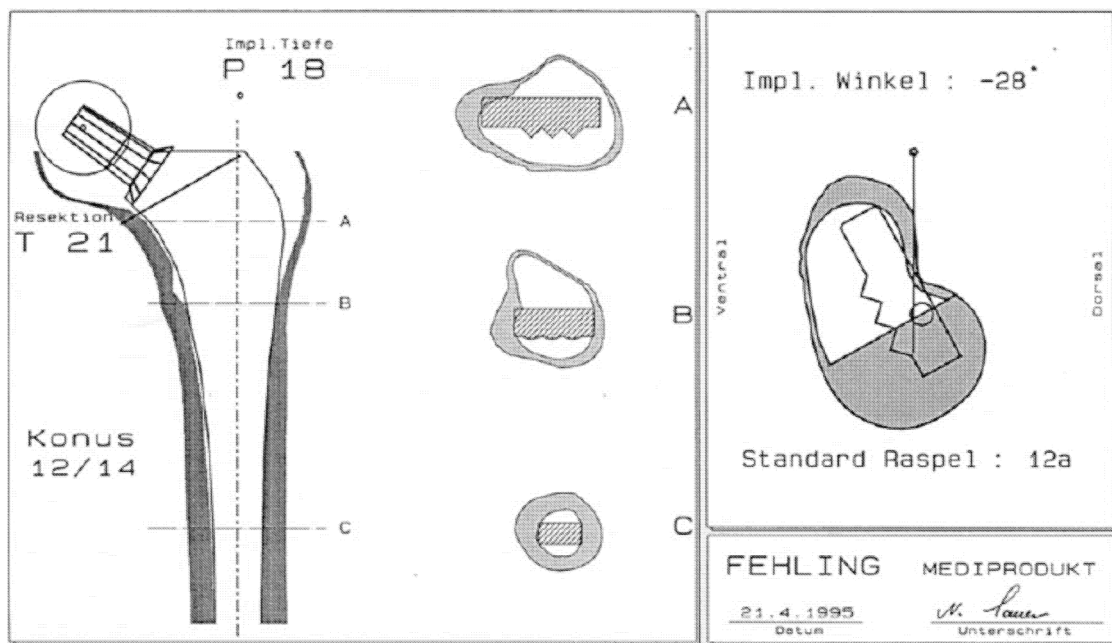


Abb.2: Präoperative Planung.

Mit der Einführung der zementfreien Endoprothetik wurde die Indikation für den alloarthroplastischen Hüftgelenkersatz zunehmend auf jüngere Menschen und damit auf eine Altersgruppe erweitert, für die der Sport im Rahmen ihrer Freizeitgestaltung einen hohen Stellenwert hat. Neben der erwünschten Schmerzfreiheit und dem Wiedererreichen der vollen Gehfähigkeit und Beweglichkeit, erhofften sich deshalb viele dieser Patienten nach erfolgter Prothesenimplantation wieder eine Sportfähigkeit zu erlangen, wie sie präoperativ, beziehungsweise vor der Hüfterkrankung vorhanden war. Dieser Anspruch wird zudem auch durch unsachgemäße Berichte über sportliche Höchstleistungen von Prothesenträgern in den Medien gestützt.



Lange Zeit war unklar, wie sich sportliche Belastung auf die Dauerhaftigkeit der Prothese niederschlägt und welche Empfehlungen dem sportlich ambitionierten Prothesenträger deshalb in der Konsequenz zu erteilen sind.

Neben der nachgewiesenen positiven Auswirkungen des Sports auf das Herz-Kreislauf-System und die Psyche belegen jedoch Studien seit Mitte der achtziger Jahre auch den positiven Einfluss körperlicher Aktivität auf die Lebensdauer der Prothese.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die kurzfristigen Ergebnisse nach Implantation der zementfreien individuellen Hüftendoprothese vom Typ Adaptiva® zu untersuchen. Insbesondere sollte gezeigt werden, ob vor allem bei jüngeren Patienten eine harmonische Krafteinleitung auf das Knochenlager gewährleistet werden kann und somit eine langfristige Funktion der Prothese zu erwarten ist. Darüber hinaus sollte auch eine Einschätzung erfolgen, inwiefern eine sportliche Aktivität nach endoprothetischer Versorgung möglich ist.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Material

#### 2.1.1 Patienten

In der hier vorgestellte Studie wurden 144 Patienten systematisch nachuntersucht, bei denen im Zeitraum von Oktober 1993 bis September 1995 an der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen die ersten 150 individuellen Femurschaftprothesen vom Typ Adaptiva<sup>®</sup> implantiert wurden.

Die Nachuntersuchungen für diese Studie wurden im Zeitraum von Januar 1996 bis Juni 1997 in der Ambulanz der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen vorgenommen. Bei allen Patienten wurde eine klinische Untersuchung durchgeführt, ein Fragebogen ausgefüllt (Anhang 1) sowie Beckenübersichtsbilder und axiale Bilder der operierten Hüfte postoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung angefertigt und ausgewertet. Patienten, die sich 1996 nicht in Tübingen vorgestellt hatten, wurden telefonisch zu ihrem Zustand befragt und dabei gebeten, sich in Tübingen oder bei einem niedergelassenen Orthopäden nachuntersuchen zu lassen, falls auch dies 1996 noch nicht geschehen war. Der Untersuchungsbefund, sowie das entsprechende Röntgenbild wurden in diesen Fällen von den jeweiligen behandelnden Ärzten angefordert.

Wichtige Kriterien für die Einteilung und Beurteilung der Patienten waren folgende Parameter:

- Alter zum Zeitpunkt der Operation
- Geschlecht
- präoperative Diagnosen
- Seitenverteilung der operierten Hüften
- Voroperationen an der jetzt endoprothetisch versorgten Hüfte.

Das Alter der Patienten lag zum Operationszeitpunkt zwischen 27 und 69 Jahren und im Durchschnitt bei 53 Jahren. Der überwiegende Anteil der Patienten (71,3%, n=107) gehörten der Altersgruppe zwischen 50 und 65 Jahren an. 27 Patienten (18,0%) waren jünger als 46 Jahre.

55,6% (n=80) der Patienten waren Männer und 44,4% (n=64) waren Frauen.

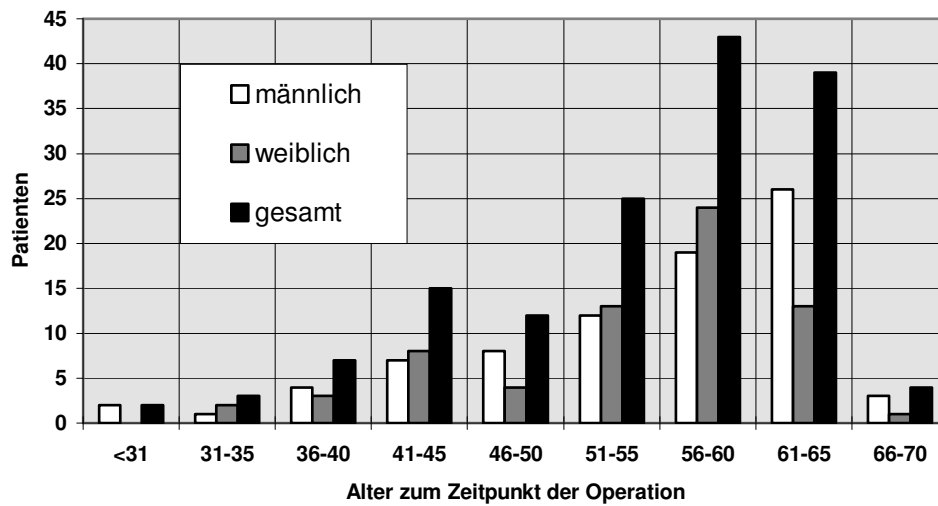


Abb. 3: Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation.

Als Indikation für die Implantationen wurden die in Tabelle 1 dargestellten präoperativen Diagnosen gestellt:

<b>Diagnosen</b>	<b>männlich</b>	<b>weiblich</b>	<b>gesamt</b>
<b>Idiopathische Coxarthrose</b>	55	29	84
<b>Hüftdysplasie</b>	1	25	26
<b>Chronische Polyarthrit</b>	3	10	13
<b>Hüftkopfnekrose</b>	8	2	10
<b>Posttrauma</b>	6	0	6
<b>Morbus Bechterew</b>	3	0	3
<b>Prothesenwechsel</b>	3	0	3
<b>Morbus Perthes</b>	1	1	2
<b>Psoriasis vulgaris</b>	1	1	2
<b>Kongenitale Hüftluxation</b>	0	1	1
<b>Gesamt</b>	81	69	150

Tab. 1: Präoperative Diagnosen.

Für die Seitenverteilung bei den 150 implantierten Hüftprothesen ergibt sich folgendes Bild:

138 Patienten wurden an jeweils einer Hüftseite operiert, davon 71 Patienten rechts, 67 Patienten links. 6 der 144 Patienten wurden im Zeitraum der erhobenen Operationen an beiden Hüftseiten operiert, wodurch sich die Gesamtzahl von 150 Operationen ergibt.

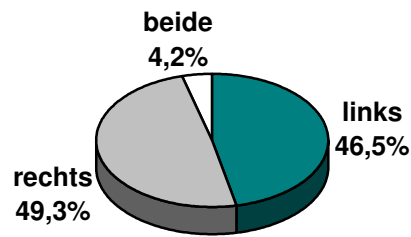


Abb. 4: Seitenverteilung der implantierten Prothesen.

In 120 Fällen (80,0%) erfolgte die Implantation der Adaptiva<sup>®</sup>-Prothese als Ersteingriff am erkrankten Hüftgelenk. Bei 30 betroffenen Hüftgelenken (20,0%) war bereits in der Vergangenheit ein operativer Eingriff durchgeführt worden. Art und Häufigkeit der Voroperationen sind in der Abbildung 5 dargestellt.

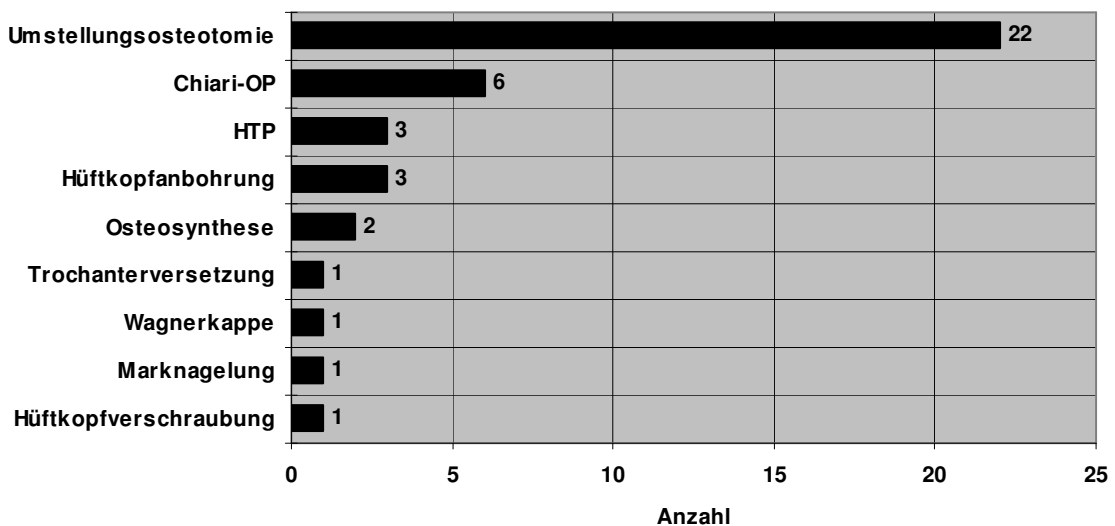


Abb. 5: Voroperationen am jetzt endoprothetisch versorgten Hüftgelenk. Mehrfachnennungen pro Patient waren möglich.

### 2.1.2 Röntgenbilder

Zur Erhebung der radiologischen Ergebnisse wurden pro implantierter Prothese vier Röntgenaufnahmen beurteilt. Zum einen dienten dazu Röntgenbilder, die an der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen routinemäßig etwa zwei Wochen nach der Prothesenimplantation kurz vor der Entlassung des Patienten von der Hüfte gemacht wurden. Zum anderen wurden die Aufnahmen der letzten Nachuntersuchung, die mindestens im Jahr 1996 stattgefunden haben sollte, befundet. Waren diese Röntgenaufnahmen bei einem niedergelassenen Orthopäden angefertigt worden, so wurden diese angefordert.

Die Aufnahmen des betroffenen Hüftgelenks wurden dabei immer in zwei Ebenen durchgeführt: eine Aufnahme in a.p.-Projektion als Beckenübersicht oder Aufnahme der einzelnen Hüfte, die andere Aufnahme axial nach Lauenstein in seitlicher Abspreizung der Hüfte (75° Flexion und 45° Abduktion in der Hüfte).

### 2.1.3 Nachuntersuchungszeitraum

Die Nachuntersuchung fand in einem Zeitraum von sechs bis 44 Monaten statt. Bei 73,3% (n=107) der Patienten erfolgte eine aktuelle Nachuntersuchung in einem Zeitraum von 12 bis 24 Monaten nach der Prothesenimplantation.

Die durchschnittliche Nachuntersuchungszeit aller Patienten lag bei 19,9 Monaten.

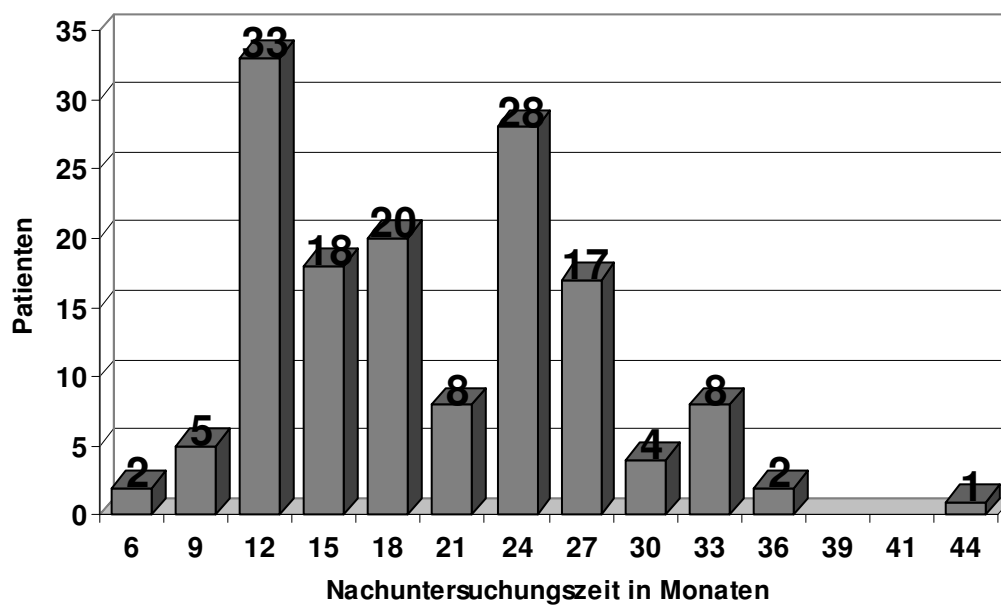


Abb. 6: Nachuntersuchungszeit der Patienten.

## 2.2 Methoden

### 2.2.1 Klinische Untersuchung

Für die Evaluation der klinischen Daten wurden die Befunde der präoperativen Untersuchungen und der letzten, aktuellsten Nachuntersuchung anhand der Krankenakte für jede implantierte Prothese zusammen mit den jeweiligen radiologischen Ergebnissen auf einem Erhebungsbogen dokumentiert.

Folgende Parameter wurden dabei erfasst:

- die Gehfähigkeit
- die Gehstrecke
- der Gebrauch von Gehhilfen
- Schmerzen bei Belastung und in Ruhe
- der Bewegungsumfang des erkrankten Hüftgelenks.

Um eine Aussage über eine mögliche Änderung der Lebensqualität machen zu können, wurden die Patienten außerdem nach einer subjektiven Beurteilung ihres derzeitigen Befindens im Vergleich zum präoperativen Zustand gefragt. Die Frage sollte dabei mit „besser“, „gleich bleibend“ oder „schlechter“ beantwortet werden.

Einige Patienten wurden, unter anderem wegen einer zu großen Entfernung des Wohnorts von Tübingen, bei niedergelassenen Orthopäden nachuntersucht. In diesen Fällen wurde, wie oben bereits erwähnt, der jeweils behandelnde Arzt um die Zustellung des Untersuchungsbefundes gebeten.

Die klinischen Ergebnisse wurden nach dem Bewertungsschema von Merle d'Aubigné (Merle d'Aubigné und Postel, 1954) standardisiert. Dabei erfolgt für jeden der drei Parameter Gehfähigkeit, Schmerzen und Beweglichkeit eine Bewertung in einer Skala von 0 bis 6 Punkten, wobei 0 das schlechteste und 6 das beste Ergebnis darstellt. Der Hüftwert errechnet sich aus der Gesamtpunktzahl der einzelnen Parameter und kann im besten Fall 18 Punkte betragen. Das postoperative Ergebnis wird dann entsprechend den



Gesamtwerten als „sehr gut“ bei 16 bis 18 Punkten, als „gut“ bei 13 bis 15 Punkten, als „mäßig“ bei 10 bis 12 Punkten und als „schlecht“ bei weniger als 10 Punkten klassifiziert. Anderweitige Störungen des Gehvermögens, in Verbindung mit dem Benutzen einer Gehhilfe, oder Schmerzen, die nicht durch die implantierte Prothese begründet werden können, wurden in der Bewertung nicht berücksichtigt.

Das Bewertungsschema nach Merle d'Aubigné ist in Tabelle 2 dargestellt.

	<b>Schmerz</b>	<b>Beweglichkeit</b>	<b>Gehfähigkeit</b>
<b>0</b>	Permanenter, intensiver Schmerz	Versteifung mit schlechter Position der Hüfte	Keine Gehfähigkeit
<b>1</b>	Starker Schmerz, sogar nachts auftretend	Keine Beweglichkeit; Schmerz oder leichte Deformierung	Nur mit Krücken
<b>2</b>	Starker Schmerz beim Gehen, der jegliche Aktivität verhindert	Flexion unter 40°	Nur mit Gehstöcken
<b>3</b>	Erträglicher Schmerz mit eingeschränkter Aktivität	Flexion zwischen 40 und 60°	Weniger als eine Stunde mit einem Gehstock; sehr schwierig ohne Gehstock
<b>4</b>	Leichter Schmerz beim Gehen, der beim Einlegen einer Pause verschwindet	Flexion zwischen 60 und 80°; der Patient kann seinen Fuß erreichen	Lange Zeit mit einem Gehstock; kurze Zeit ohne Gehstock und mit Hinken
<b>5</b>	Leichter und unbeständiger Schmerz; normaler Aktivitätsgrad	Flexion zwischen 80 und 90°; Abduktion von mindestens 15°	Ohne Gehstock, aber mit leichtem Hinken
<b>6</b>	Kein Schmerz	Flexion von mehr als 90°; Abduktion bis 30°	Normale Gehfähigkeit

Tab.2: Bewertungsschema nach Merle d'Aubigné.

### 2.2.2 Radiologische Untersuchung

Für die radiologische Auswertung wurden pro implantierter Prothese vier Röntgenbilder ausgewertet. Die Ergebnisse wurden anschließend zusammen mit den klinischen Daten auf einem Erhebungsbogen dokumentiert.

Die Auswertung der Röntgenbilder erfolgte nach folgenden Kriterien:

- Nachsinken der Prothese
- Radiodense Linien
- Vorhandensein von periartikulären Verknöcherungen.

Ein eventuelles Nachsinken der Prothese in den Femurschaft während des Zeitraums zwischen Implantation und letzter Nachuntersuchung wurde durch eine Vermessung an den jeweiligen a.p.-Aufnahmen festgestellt. Als Messdistanz diente dabei der Abstand zwischen Spitze des Trochanter major und der Prothesenschulter (Abb. 7).

Hinsichtlich einer möglichen Lockerung des Implantats wurden die aktuellen Röntgenbilder in beiden Projektionsebenen nach radiodensen Linien untersucht. Dazu wird der Prothesenschaft sowohl in a.p.-, als auch in axialer Projektion nach einem standardisierten Schema (Gruen et al., 1979, Johnston et al., 1990) in jeweils sieben Zonen eingeteilt, wodurch sich auftretende radiodense Linien entsprechend lokalisieren und dokumentieren lassen (Abb. 7).

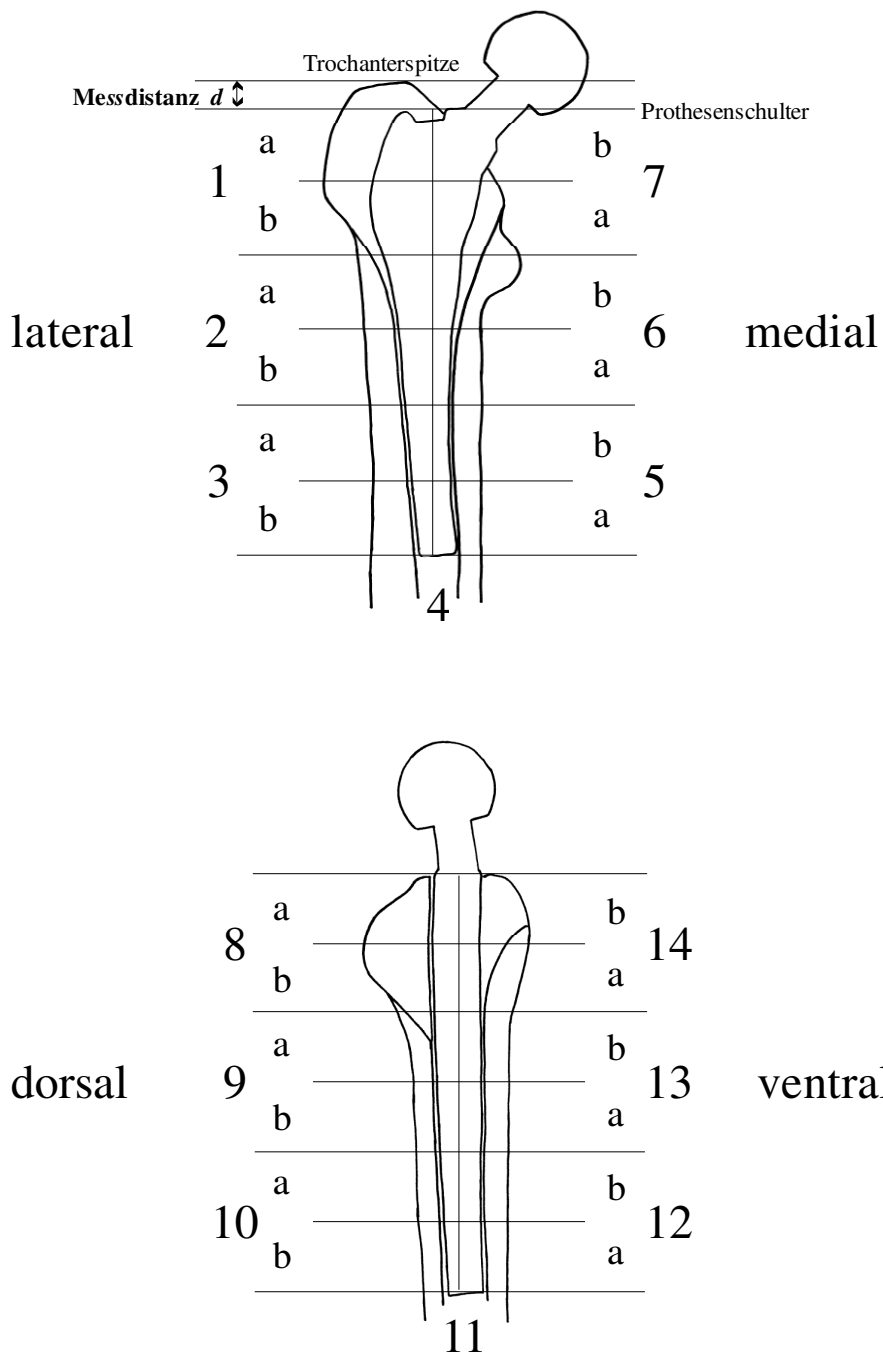


Abb. 7: Radiologische Zoneneinteilung im a.p.- und axialen Strahlengang. Messdistanz zwischen Trochanterspitze und Prothesenschulter.

Hinsichtlich der Beurteilung periartikulärer Ossifikationen erfolgte die Einteilung des Schweregrads der Verkalkung nach dem Klassifizierungsschema von Brooker (Brooker et al., 1973), wie in Tabelle 3 dargestellt.

<b>Grad der Ossifikation</b>	<b>Radiologische Veränderungen</b>
<b>Grad 0</b>	Keine Ossifikation.
<b>Grad 1</b>	Kleine periartikuläre Ossifikationsherde zwischen dem Trochantermassiv und dem Becken.
<b>Grad 2</b>	Knochensporn, der vom Becken oder proximalen Femur ausgeht und mindestens 1 cm zwischen gegenüberliegenden Knochenoberflächen lässt.
<b>Grad 3</b>	Knochensporn, der vom Becken oder proximalen Femur ausgeht und weniger als 1 cm Abstand zwischen gegenüberliegenden Knochenoberflächen lässt.
<b>Grad 4</b>	Scheinbare Ankylose des Hüftgelenkes.

Tab. 3: Einteilung der periartikulären Ossifikationen nach Brooker.

### 2.2.3 Untersuchung der Sportfähigkeit

Zur Erhebung der Sportfähigkeit nach der Prothesenimplantation wurde im Mai 1997 an alle Patienten ein standardisierter Fragebogen versandt (Anhang 2). Neben Fragen zur Art und Häufigkeit der sportlichen Betätigung und einem Vergleich zum präoperativen sportlichen Zustand wurden auch Daten erhoben hinsichtlich des Auftretens von Beschwerden von Seiten der operierten Hüfte beim Ausüben des Sports. Als „sportliche Aktivität“ wurde jede Betätigung der Patienten gewertet, die über die alltäglichen Verrichtungen hinaus nur dem Ziel der körperlichen Bewegung diene.

Zu den Patienten, die den Fragebogen nicht zurück an die Klinik schickten, wurde telefonisch Kontakt aufgenommen und auf diesem Weg ein Interview durchgeführt.

Erfasst wurden sämtliche genannte Sportarten sowie die Häufigkeit der Ausübung in vier Kategorien:

- täglich
- mehrfach wöchentlich
- einmal wöchentlich
- weniger als einmal wöchentlich.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Klinische Ergebnisse

#### 3.1.1 Auswertbare Befunde

Von den insgesamt 150 implantierten Hüftprothesen konnten schließlich 146 nachuntersucht und ausgewertet werden. Bei vier Patienten fehlten die Nachuntersuchungsbefunde. Dabei war ein im Ausland wohnhafter Patient nicht erreichbar, ein weiterer Patient konnte aufgrund einer Hemiparese nach einem apoplektischen Insult nicht nachuntersucht werden. Die Befunde von zwei Patienten, die sich bei einem niedergelassenen Orthopäden nachuntersuchen ließen, waren nicht an die Orthopädische Universitätsklinik nach Tübingen weitergeleitet worden. Somit standen für die Auswertung der postoperativen Ergebnisse 146 Nachuntersuchungsbefunde zur Verfügung, für die Bewertung des präoperativen Zustandes wurden jedoch die Befunde aller Patienten herangezogen.

#### 3.1.2 Prothesenwechsel

Ein Prothesenwechsel war bei den 146 begutachteten Prothesen bis zur letzten Nachuntersuchung in keinem einzigen Fall notwendig geworden. Auch drei der vier Patienten, von denen keine Nachuntersuchungsergebnisse vorlagen, bestätigten bei einem Telefongespräch, dass bei ihnen bisher kein Prothesenwechsel erfolgt war.

## 3.1.3 Schmerz

Das für die Patienten ausgeprägteste und am meisten die Lebensqualität beeinträchtigende Symptom ihres Hüftleidens war sicherlich der Schmerz. 90,7% der Patienten (n=136) hatten präoperativ Schmerzen, die bereits im Ruhezustand vorhanden waren. In 84 Fällen (56,0%) klagten die Patienten dabei über einen intensiven Dauerschmerz (Merle d'Aubigné-Score von 0 Punkten), 52 Patienten (34,7%) berichteten über einen starken Schmerz, der zum Teil sogar nachts auftrat (Merle d'Aubigné-Score von 1 Punkt). Einen bewegungsabhängigen Schmerz dagegen schilderten insgesamt 13 Patienten (8,7%), davon klagten sechs Patienten (4%) über einen starken Schmerz, der jegliche Aktivität verhindert (Merle d'Aubigné-Score von 2 Punkten), für 7 Patienten (4,7%) war der Schmerz erträglich und die Aktivität nur wenig einschränkend (Merle d'Aubigné-Score von 3 Punkten). Nur ein Patient (0,7%) beschrieb seine Schmerzen als leicht und unbeständig bei normalem Aktivitätsgrad (Merle d'Aubigné-Score von 5 Punkten).

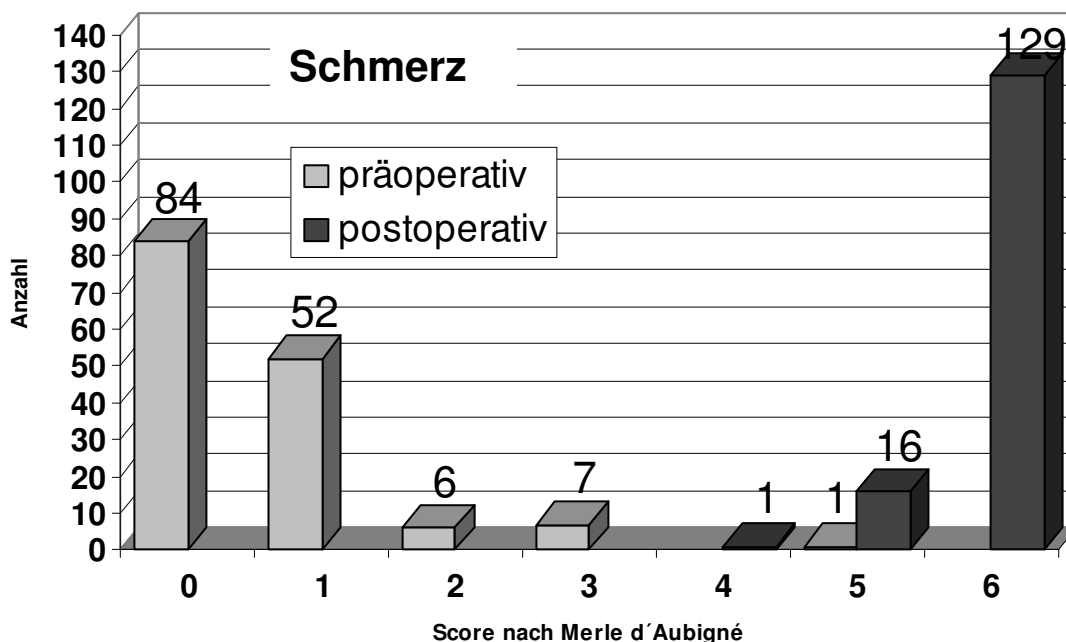


Abb. 8: Verteilung der prä- und postoperativen Schmerzen nach Merle d'Aubigné.

Postoperativ dagegen war bei der letzten Nachuntersuchung in 129 von 146 Fällen (88,4%) das endoprothetisch versorgte Hüftgelenk schmerzfrei (Merle d'Aubigné-Score von 6 Punkten). 16 Patienten (11,0%) berichteten über einen leichten und unbeständigen Schmerz bei normalem Aktivitätsgrad (Merle d'Aubigné-Score von 5 Punkten). Nur bei einem Patienten (0,7%) war ein leichter bewegungsabhängiger Schmerz festzustellen (Merle d'Aubigné-Score von 4 Punkten).

#### 3.1.4 Beweglichkeit

Die Untersuchung der präoperativen Beweglichkeit des erkrankten Hüftgelenks zeigte in 17 Fällen (11,3%) eine annähernd normale Beweglichkeit mit einer Beugefähigkeit von über 90° und einer Abduktionsfähigkeit bis zu 30° (Merle d'Aubigné-Score von 6 Punkten). Bei 35 Patienten (23,3%) war eine Flexion zwischen 80 und 90° und eine Abduktion von mindestens 15° möglich und damit die Beweglichkeit nur mäßig eingeschränkt (Merle d'Aubigné-Score von 5 Punkten). Deutlich eingeschränkt zeigte sich die Beweglichkeit allerdings bei 25 Patienten (16,7%) mit einer Beugefähigkeit von 60 bis 80° (Merle d'Aubigné-Score von 4 Punkten) und bei 36 Patienten (24%) mit einer möglichen Flexion von nur noch 40 bis 60° (Merle d'Aubigné-Score von 3 Punkten). 21 Patienten (14%) konnten das erkrankte Hüftgelenk nicht einmal bis 40° beugen (Merle d'Aubigné-Score von 2 Punkten), bei weiteren 12 Patienten (8%) war eine maximale Einschränkung der Beweglichkeit mit Schmerzen oder leichten Deformierungen zu beobachten (Merle d'Aubigné-Score von 1 Punkt). Eine Versteifung der Hüfte lag bei 4 Patienten (2,7%) vor (Merle d'Aubigné-Score von 0 Punkten).



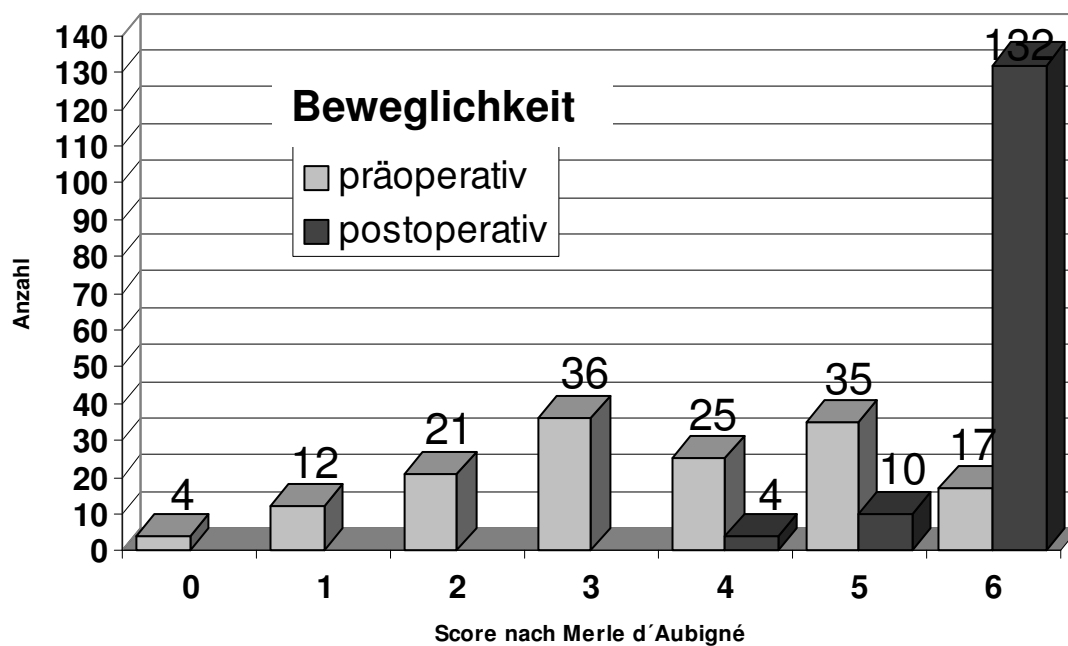


Abb. 9: Verteilung der prä- und postoperativen Beweglichkeit nach Merle d'Aubigné.

Bei der letzten Nachuntersuchung waren 132 der 146 Patienten (90,4%) in der Lage, ihr künstliches Hüftgelenk über 90° zu beugen und bis 30° zu abduzieren und hatten somit einen annähernd normalen Bewegungsumfang erreicht (Merle d'Aubigné-Score von 6 Punkten). Zehn Patienten (6,8%) wiesen mit einer Beugefähigkeit zwischen 80° und 90° und einer Abduktionsfähigkeit von mindestens 15° eine nur mäßige Bewegungseinschränkung auf (Merle d'Aubigné-Score von 5 Punkten). Bei vier Patienten (2,7%) war die Flexion mit Werten zwischen 60 und 80° stärker eingeschränkt (Merle d'Aubigné-Score von 4 Punkten).

3.1.5 Gehfähigkeit

Die Gehfähigkeit war bei 75 von 150 Patienten (50%) präoperativ so eingeschränkt, dass nur kurze Strecken ohne Gehstock zu bewältigen waren, mit Gehstock allerdings noch ein relativ langes Gehen möglich war (Merle d'Aubigné-Score von 4 Punkten). 17 Patienten (11,3%) konnten noch ohne Gehstock auskommen, jedoch war ein leichtes Hinken zu beobachten (Merle d'Aubigné-Score von 5 Punkten). In 30 Fällen (20%) war ein Gehen ohne einen Gehstock fast nicht mehr möglich und selbst mit einem Gehstock auf eine Gehzeit unter eine Stunde begrenzt (Merle d'Aubigné-Score von 3 Punkten). Bei 15 Patienten (10%) war das Gehen nur noch mit zwei Gehstöcken möglich (Merle d'Aubigné-Score von 2 Punkten), 13 Patienten (8,6%) konnten sich nur noch mit zwei Krücken bedingt fortbewegen (Merle d'Aubigné-Score von 1 Punkt).

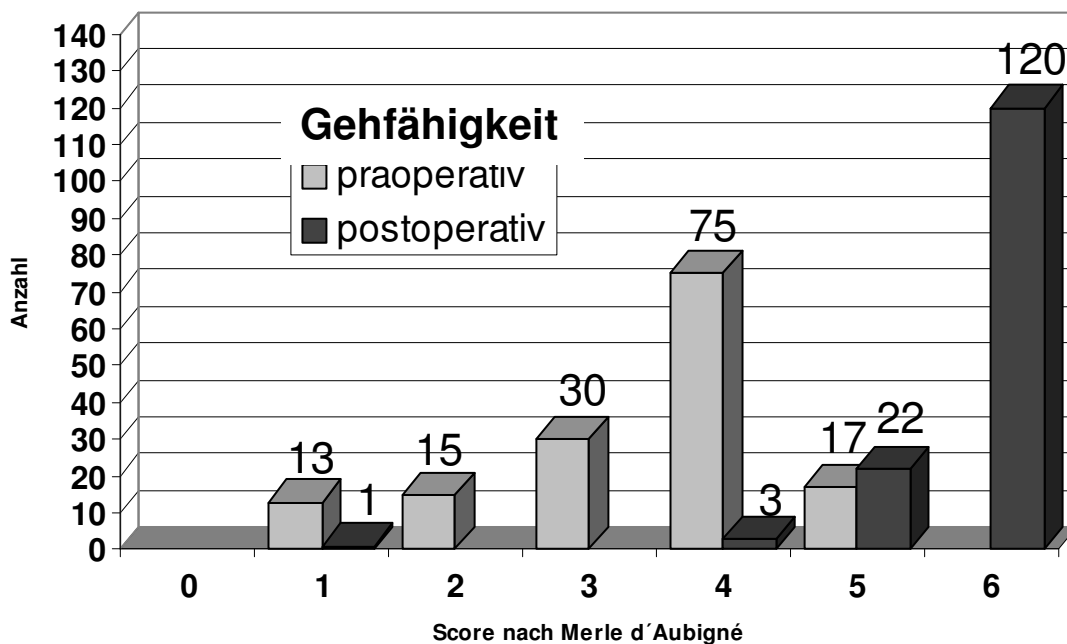


Abb. 10: Verteilung der Gehfähigkeit prä- und postoperativ nach Merle d'Aubigné.

Postoperativ konnte bei der letzten Nachuntersuchung in 120 von 146 Fällen (82,2%) eine völlig normale Gehfähigkeit festgestellt werden (Merle d´Aubigné-Score von 6 Punkten). 22 Patienten (15,1%) konnten trotz leichtem Hinken ohne Gehhilfen auskommen (Merle d´Aubigné-Score von 5 Punkten). Bei drei Patienten (2,1%) war das Gehen ohne Gehstock nur für kurze Zeit möglich, mit Gehstock konnte aber noch eine relativ lange Gehstrecke bewältigt werden (Merle d´Aubigné-Score von 4 Punkten). Nur ein Patient (0,7%) war auch nach der Prothesenimplantation auf zwei Krücken zum Gehen angewiesen (Merle d´Aubigné-Score von 1 Punkt).

#### 3.1.6 Durchschnittliche Merle d´Aubigné-Scores

Bei der Berechnung des durchschnittlichen präoperativen Merle d´Aubigné-Scores für die einzelnen Kriterien weicht der Wert für den Parameter Schmerz mit nur 0,6 Punkten deutlich von den Werten für Beweglichkeit (3,59 Punkte) und für Gehfähigkeit (3,45 Punkte) ab und unterstreicht damit die wichtige Bedeutung dieses Kriteriums im präoperativen Zustand der Patienten.

<b>durchschnittlicher Merle d´Aubigné-Score</b>	<b>Schmerz</b>	<b>Beweglichkeit</b>	<b>Gehfähigkeit</b>
<b>präoperativ</b>	0,60	3,59	3,45
<b>postoperativ</b>	5,88	5,88	5,77

Tab. 4: Durchschnittlicher Merle d´Aubigné-Score prä- und postoperativ.

Postoperativ zeigen sich die Durchschnittswerte der drei Parameter dagegen sehr ausgeglichen. Mit jeweils 5,88 Punkten errechnen sich für Schmerz und Beweglichkeit identische Merle d´Aubigné-Scores. Für die Gehfähigkeit liegt der durchschnittliche Wert mit 5,77 Punkten geringfügig niedriger.

Die deutlichste Verbesserung zum präoperativen Zustand war somit beim Kriterium Schmerz mit einer Zunahme von 5,28 Punkten zu verzeichnen. Der

durchschnittliche Merle d'Aubigné-Score für die Gehfähigkeit steigerte sich postoperativ um 2,32 Punkte, bei der Beweglichkeit zeigte sich eine Verbesserung um 2,29 Punkte.

#### 3.1.7 Präoperativer und postoperativer Gesamtscore nach Merle d'Aubigné

Die Verteilung des Gesamtscores nach Merle d'Aubigné (Abb. 10) mit den addierten Punkten der Kriterien Schmerz, Beweglichkeit und Gehfähigkeit lag für den präoperativen Zustand der Patienten zwischen zwei und 14 Punkten, der durchschnittliche präoperative Gesamtscore lag bei 7,64 Punkten.

121 der 150 erkrankten Hüften (80,7%) waren präoperativ mit einem schlechten Hüftwert einzustufen, da sie im Gesamtscore weniger als zehn Punkte erreichten. Ein mäßiger Hüftwert mit Punkten von zehn bis zwölf fand sich bei 28 Patienten (18,7%). Nur bei einem Patienten (0,7%) konnte präoperativ mit insgesamt 14 Punkten ein guter Hüftwert festgestellt werden.

Bei 104 von 146 Patienten (71,2%) konnte postoperativ der maximale Score von 18 Punkten erreicht werden, insgesamt 136 Patienten (93,2%) erreichten einen Hüftwert, der mit 16 bis 18 Punkten als „sehr gut“ zu beurteilen war. Einen guten Hüftwert mit 13 bis 15 Punkten zeigten 9 Patienten (6,2%). Lediglich ein Patient (0,7%) konnte postoperativ mit 12 Punkten einen nur mäßigen Hüftwert erzielen.

Der durchschnittliche postoperative Gesamtscore ergab einen Wert von 17,53 Punkten und lag somit 9,89 Punkte über dem präoperativen Wert.

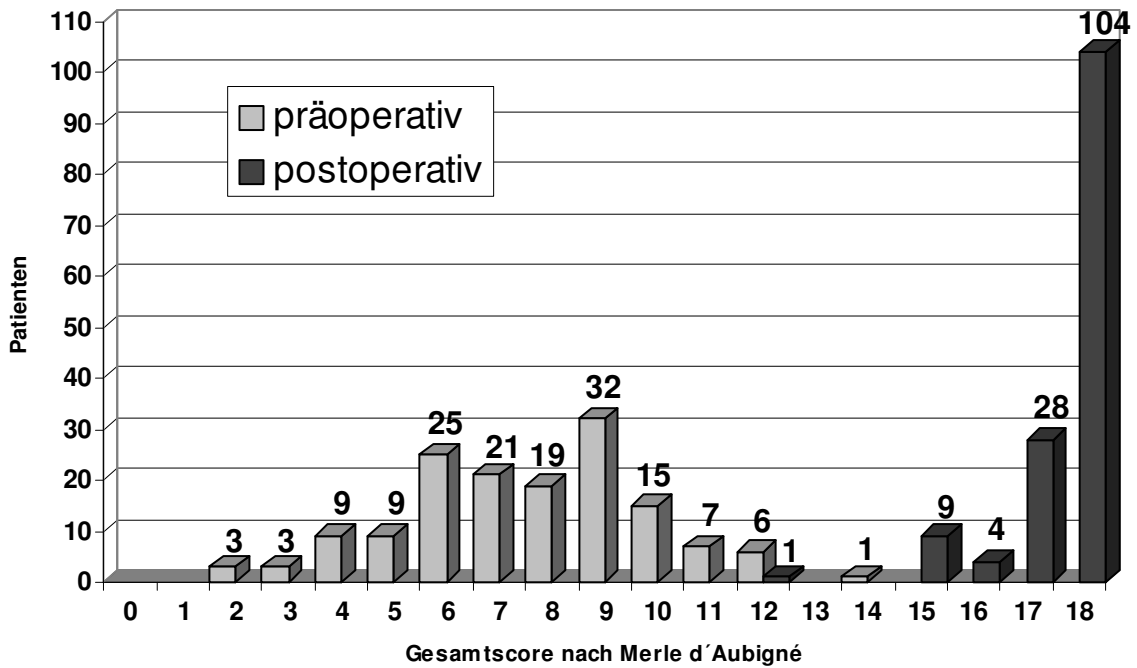


Abb. 11: Präoperativer und postoperativer Gesamtscore nach Merle d'Aubigné.

		Hüftwerte nach Merle d'Aubigné			
		Sehr gut (16-18 P.)	Gut (13-15 P.)	Mäßig (10-12 P.)	Schlecht (unter 10 P.)
präoperativ	absolut	-	1	28	121
	Prozent	-	0,7%	18,7%	80,7%
postoperativ	absolut	136	9	1	-
	Prozent	93,2%	6,2%	0,7%	-

Tab. 5: Hüftwerte prä- und postoperativ nach Merle d'Aubigné.

#### 3.1.8 Subjektive Beurteilung seitens der Patienten

Eine große Zufriedenheit der Patienten zeichnete sich ab bei der Befragung nach der Einschätzung ihres derzeitigen Befindens von Seiten der operierten Hüfte im Vergleich zur präoperativen Situation.

In 145 von 146 nachuntersuchten Fällen (99,3%) beurteilten die Patienten ihren Zustand zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung im Vergleich zum präoperativen Zustand als besser. Lediglich ein Patient (0,7%) konnte keinen Unterschied zwischen dem präoperativen und dem postoperativen Befinden feststellen und stufte seinen Zustand somit gleich wie vor der Operation ein. Ein kausaler Zusammenhang für diese Aussage ist dabei jedoch nicht zu erkennen, denn die objektiven klinischen Werte sprechen für eine Verbesserung des Zustandes.

Kein Patient konnte eine Verschlechterung der Situation im Vergleich zum präoperativen Befinden feststellen.

## 3.2 Radiologische Ergebnisse

### 3.2.1 Auswertbare Befunde

Zur radiologischen Untersuchung standen die Röntgenbilder von 145 der 150 implantierten Endoprothesen zur Verfügung. Die Röntgenaufnahmen von drei Patienten, die sich bei einem niedergelassenen Arzt nachuntersuchen ließen, wurden nicht an die Orthopädische Universitätsklinik Tübingen weitergeleitet. Ein im Ausland wohnender Patient konnte schriftlich und telefonisch nicht erreicht werden, ein weiterer Patient litt infolge eines apoplektischen Insults an einer Hemiparese und konnte deshalb nicht zur Nachuntersuchung erscheinen.

### 3.2.2 Radiodense Linien und Implantatlockerung

Bei keiner der radiologisch begutachteten 145 Endoprothesen waren radiodense Linien in der a.p. oder axialen Aufnahme erkennbar. Röntgenologische Frühhinweise, die auf eine Lockerung des Implantats schließen lassen könnten, waren somit bei keiner dieser 145 implantierten Prothesen festzustellen.

### 3.2.3 Nachsinken der Prothese

Auf 90 der 145 Röntgenaufnahmen (62,1%) war bei der letzten Untersuchung ein Nachsinken der Prothese seit der Implantation nicht zu erkennen. Dagegen konnte auf 47 Röntgenaufnahmen (32,4%) ein Nachsinken des Implantats in den Femurschaft von einem Millimeter verzeichnet werden, bei 8 Prothesen (5,5%) war als maximal gemessener Wert ein Einsinken von zwei Millimetern festzustellen.

Für das durchschnittliche Nachsinken der untersuchten Hüftendoprothesen seit ihrer Implantation errechnet sich somit ein Wert von 0,43 Millimeter.

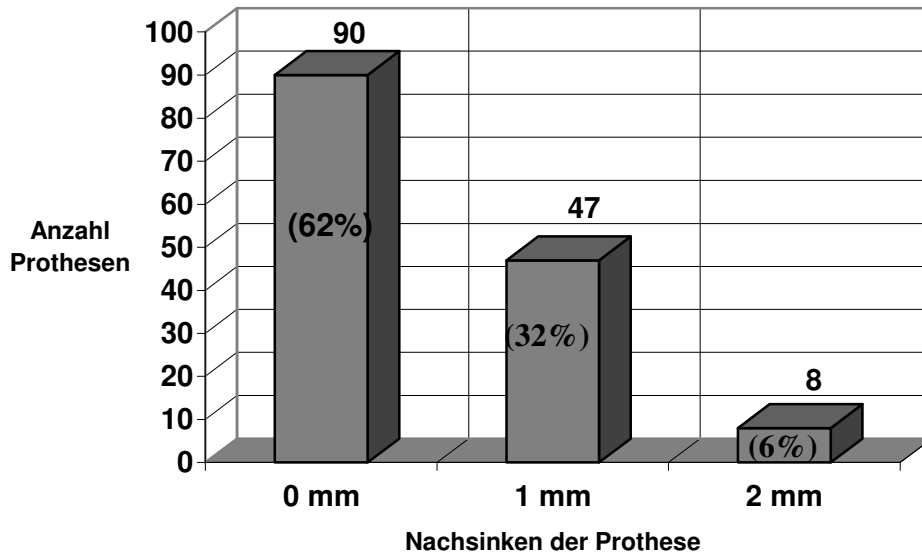


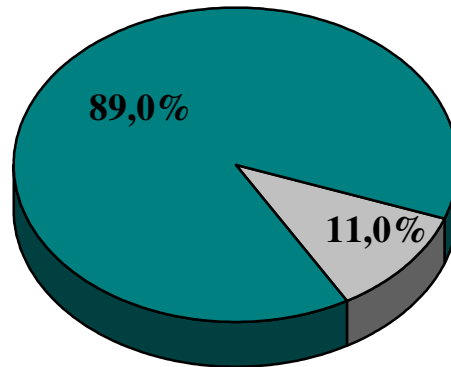
Abb. 12: Nachsinken der Prothese.

#### 3.2.4 Periartikuläre Ossifikationen

Auf 16 der 145 untersuchten Röntgenaufnahmen (11,0%) waren im umgebenden Gewebe des implantierten Hüftgelenks periartikuläre Verknöcherungen zu finden. Dabei handelte es sich in allen Fällen ausschließlich um isolierte kleine Ossifikationsherde, die als periartikuläre Verknöcherungen vom Grad 1 nach Brooker einzustufen waren. In keinem Fall war auf einer Röntgenaufnahme eine brückenbildende Verknöcherung zwischen der Spitze des Trochanter major und dem Pfannenrand oder sogar eine vollständige Ummauerung der Hüftprothese festzustellen, was einer Verknöcherung von Grad 2 bis Grad 4 nach Brooker entsprechen hätte. 129 Implantate (89,0%) waren frei von periartikulären Ossifikationen.



**Keine periartikuläre Ossifikationen**



**Periartikuläre Ossifikationen  
Grad I nach Brooker**

Abb. 13: Auftreten von periartikulären Ossifikationen.

### 3.3 Sportfähigkeit

#### 3.3.1 Auswertbare Befunde

Von den 144 Patienten der Studie konnten 139 Patienten zu ihren sportlichen Aktivitäten nach der Implantation der Hüftprothese befragt werden. Vier Patienten antworteten auf eine schriftliche Anfrage nicht und konnten auch telefonisch nicht erreicht werden. Ein Patient war mittlerweile mit unbekannter Adresse ins Ausland verzogen.

#### 3.3.2 Sportliche Aktivität der Patienten vor und nach erfolgter Prothesenimplantation

Sportliche Aktivitäten seit der Implantation der Hüftprothese wurden von 117 (84,2%) der 139 befragten Patienten bejaht, 22 Patienten (15,8%) verneinten die Frage nach einer sportlichen Betätigung.

Das Durchschnittsalter der nicht sportlich aktiven Patienten liegt dabei zum Zeitpunkt der Befragung mit 59,59 Jahren über dem Durchschnittsalter der sportlich aktiven Patienten mit 56,38 Jahren.

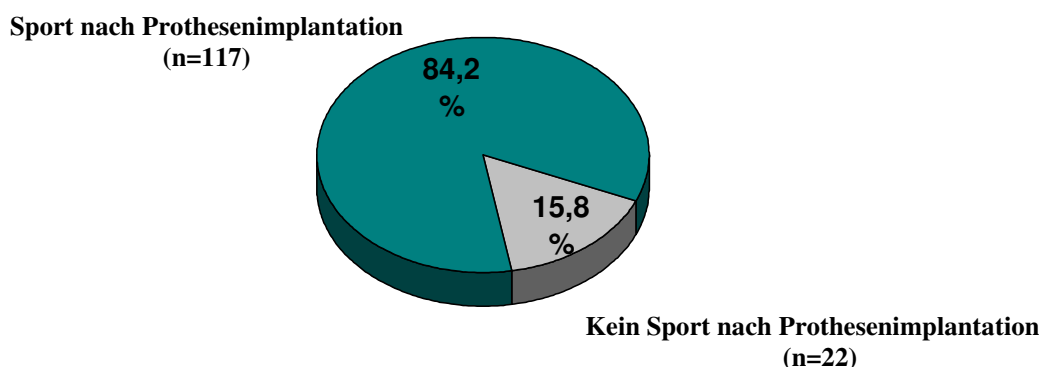


Abb. 14: Anteil der sporttreibenden Patienten nach erfolgter Prothesenimplantation.

Von den 22 nicht sportlich aktiven Patienten haben 19 Patienten (86,4%) auch vor der endoprothetischen Versorgung ihres erkrankten Hüftgelenks keinerlei Sport betrieben. Lediglich drei Patienten (13,6%) gaben an, im Gegensatz zum postoperativen Zustand, vor der Prothesenimplantation Sport betrieben zu haben.

Von den 117 nach der Operation sportlich aktiven Patienten wurde die Frage nach dem Umfang der sportlichen Betätigung vor der Implantation der Prothese im Vergleich zum jetzigen sportlichen Aktivitätsgrad wie folgt beantwortet:

36 Patienten (30,8%) gaben an, sich vor der Prothesenimplantation überhaupt nicht sportlich betätigt zu haben. Präoperativ haben 21 (17,9%) Patienten weniger Sport ausgeübt als postoperativ. Somit waren insgesamt 57 (48,7%) der 117 Patienten sportlich aktiver als vor der Hüftoperation. 35 Patienten (29,9%) konnten keinen Unterschied zwischen ihrer sportlichen Aktivität in der Zeit vor der Operation und zum Zeitpunkt der Befragung feststellen. Mehr Sport vor der Implantation haben 25 Patienten (21,4%) betrieben.

<b>Postoperativ sportlich aktive Patienten</b>	
Kein Sport vor OP	30,8% (n=36)
Weniger Sport vor OP	17,9% (n=21)
Gleichviel Sport vor OP	29,9% (n=35)
Mehr Sport vor OP	21,4% (n=25)

Tab. 6: Aktivitätsgrad der sportlich aktiven Patienten vor und nach Prothesenimplantation.

3.3.3 Ausgeübte Sportarten nach Prothesenimplantation

Abbildung 14 zeigt die verschiedenen Sportarten, die nach der Prothesenimplantation betrieben wurden, sowie die Häufigkeit mit welcher diese von den Patienten ausgeübt wurden. Mehrfachnennungen durch die Patienten waren dabei möglich.

Wandern/Spaziergehen, Radfahren und Schwimmen, Sportarten also, die den Patienten als besonders verträglich empfohlen werden, wurden dabei mit Abstand am häufigsten betrieben. Mannschaftssportarten sowie Sportarten mit hohem Verletzungsrisiko wurden dagegen eher selten ausgeübt.

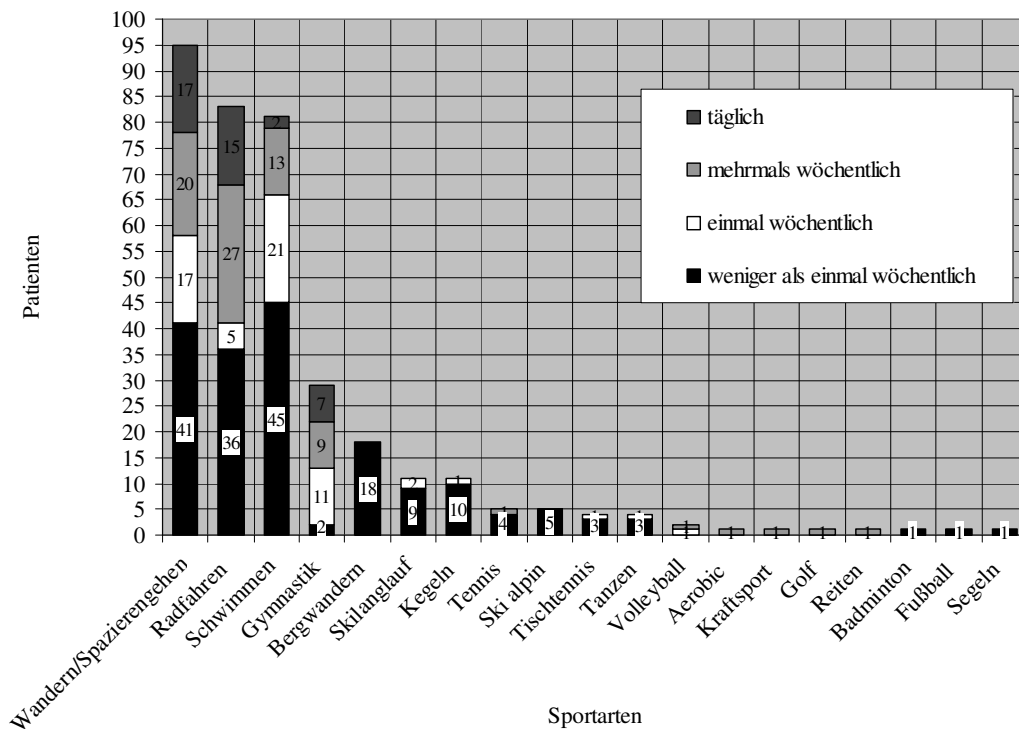


Abb. 15: Art und Häufigkeit der ausgeübten Sportarten nach Prothesenimplantation.

### 3.3.4 Präoperative Diagnosen bei sportlich aktiven und sportlich nicht aktiven Patienten

Die Häufigkeit und die Verteilung der präoperativen Diagnosen bei sportlich aktiven und sportlich nicht aktiven Patienten sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

	<b>Sport (n=117)</b>	<b>Kein Sport (n=22)</b>
<b>Idiopath. Coxarthrose</b>	57,3% (n=67)	54,5% (n=12)
<b>Hüftdysplasie</b>	17,1% (n=20)	18,2% (n=4)
<b>Rheumat. Erkrankungen</b>	10,3% (n=12)	18,2% (n=4)
<b>Hüftkopfnekrose</b>	6,8% (n=8)	4,5% (n=1)
<b>Posttrauma</b>	4,3% (n=5)	4,5% (n=1)
<b>Prothesenwechsel</b>	1,7% (n=2)	0% (n=0)
<b>Morbus Perthes</b>	1,7% (n=2)	0% (n=0)
<b>Kongenitale Hüftluxation</b>	0,9% (n=1)	0% (n=0)

Tab.7: Verteilung der präoperativen Diagnosen bei sportlich und nicht sportlich aktiven Patienten.

Es hat sich gezeigt, dass mit Ausnahme der rheumatischen Erkrankungen alle Krankheitsbilder sowohl bei den sportlich aktiven als auch bei den sportlich nicht aktiven Patienten prozentual annähernd gleich verteilt waren. Lediglich die rheumatischen Erkrankungen waren mit 18,2% der Patienten in der Gruppe ohne sportliche Aktivität gegenüber 10,3% der Patienten in der Gruppe der sportlich aktiven Patienten deutlich stärker repräsentiert.

### 3.3.5 Merle d'Aubigné-Score bei sportlich aktiven und sportlich nicht aktiven Patienten

Um einen möglichen Zusammenhang zwischen dem postoperativen klinischen Ergebnis und der Sportfähigkeit festzustellen, werden die bei der letzten Nachuntersuchung der Patienten erreichten postoperativen Hüftscores nach

Merle d'Aubigné von sportlich aktiven und sportlich nicht aktiven Patienten miteinander verglichen. Von einem Patienten aus der Gruppe der sportlich aktiven Patienten und zwei Patienten aus der Gruppe der nicht sportlich aktiven Patienten liegen keine Nachuntersuchungsergebnisse vor, so dass für die Merle d'Aubigné-Werte in den folgenden Tabellen bei den sportlich aktiven Patienten 116 Werte und bei den nicht sportlich aktiven Patienten 20 Werte berücksichtigt werden können.

Die Verteilung der erreichten Gesamtpunkte aus Gehfähigkeit, Schmerzen und Beweglichkeit in Tabelle 8 zeigt, dass in der Gruppe der sportlich aktiven Patienten in 93,1% der Fälle ein sehr gutes Ergebnis mit Werten zwischen 16 und 18 Punkten vorliegt. Bei den nicht sportlich aktiven Patienten sind es 90,0% der Patienten, die dieses Ergebnis aufweisen können. Der Höchstwert von 18 Punkten wird dabei in der Gruppe der sportlich aktiven Patienten von 73,2% (n=85) der Patienten erreicht, bei den nicht sportlich aktiven Patienten dagegen sind es 60,0% (n=12) der Patienten die diesen Wert erreichen. Ein gutes Ergebnis mit Werten zwischen 13 und 15 Punkten liegt bei 6,0% (n=7) der sportlich aktiven Patienten und 10,0% (n=2) der nicht sportlich aktiven Patienten vor. Von 0,9% (n=1) der sportlich aktiven Patienten wird ein mäßiges Ergebnis mit Werten zwischen 10 und 12 Punkten erreicht.

	<b>Hüftwerte nach Merle d'Aubigné</b>			
	<b>Sehr gut (16-18 P.)</b>	<b>Gut (13-15 P.)</b>	<b>Mäßig (10-12 P.)</b>	<b>Schlecht (unter 10 P.)</b>
<b>Sportlich aktive Patienten</b>	93,1% (n=108)	6,0% (n=7)	0,9% (n=1)	-
<b>Sportlich nicht aktive Patienten</b>	90,0% (n=18)	10,0% (n=2)	-	-

Tab.8: Hüftwerte nach Merle d'Aubigné bei sportlich aktiven und nicht sportlich aktiven Patienten.

Aus der Berechnung der Durchschnittswerte für die einzelnen Parameter Gehfähigkeit, Schmerzen und Beweglichkeit bei den beiden Gruppen wird ersichtlich, dass die Werte bei den sportlich aktiven Patienten zwar nicht

deutlich, jedoch regelmäßig bei allen drei Kriterien über den Werten der nicht sportlich aktiven Patienten liegen.

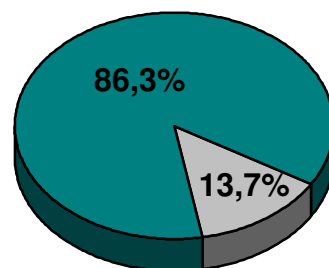
	<b>Sportlich aktive Patienten</b>	<b>Nicht sportlich aktive Patienten</b>
<b>Gehfähigkeit</b>	5,79	5,70
<b>Schmerzen</b>	5,87	5,85
<b>Beweglichkeit</b>	5,88	5,80

Tab. 9: Durchschnittlicher Merle d´Aubigné-Score bei sportlich aktiven und nicht sportlich aktiven Patienten.

### 3.3.6 Beschwerden beim Sport nach Prothesenimplantation

101 der 117 sportlich aktiven Patienten (86,3%) gaben bei der Ausübung ihres Sports von Seiten ihres operierten Hüftgelenks Beschwerdefreiheit an. 16 Patienten (13,7%) berichteten dagegen über Beschwerden im Bereich ihrer operierten Hüftseite im Zusammenhang mit ihrer sportlichen Betätigung.

**Keine Beschwerden beim Sport  
(n=101)**



**Beschwerden beim Sport  
(n=16)**

Abb. 16: Häufigkeit von Beschwerden beim Sport nach Prothesenimplantation.

Der Hüftschmerz war dabei die häufigste Beschwerdeform und trat bei neun von 16 (56,3%) dieser Patienten beim Sport auf, gefolgt vom Oberschenkelerschmerz, der bei vier Patienten (25%) vorgekommen ist. Über Schmerzen in der Hüftmuskulatur berichteten zwei Patienten (12,5%), über Leistenschmerzen ein Patient (6,3%).

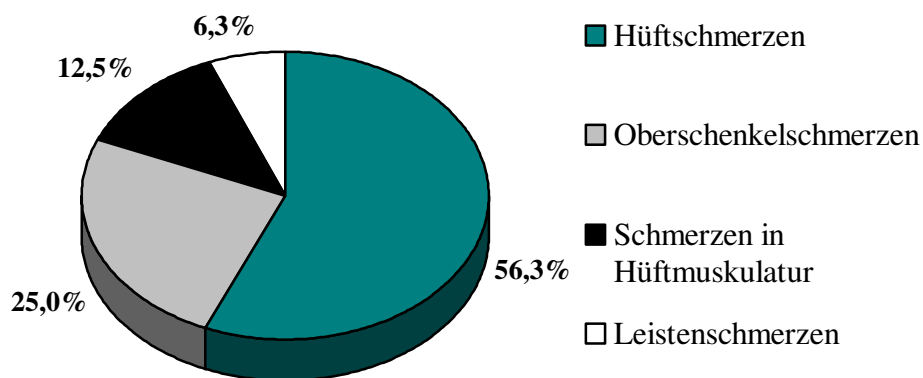


Abb. 17: Lokalisation der Beschwerden bei sportlicher Betätigung.

Die Verteilung der präoperativen Diagnosen in der Gruppe der Patienten, die über Beschwerden beim Sport berichteten zeigt, dass lediglich die Patienten mit einem posttraumatischen Hüftleiden (18,8%) und die Patienten mit einem Prothesenwechsel (6,3%) in der Gruppe der Patienten mit Beschwerden beim Sport gegenüber den beschwerdefreien sportlich aktiven Patienten im Verhältnis stärker repräsentiert sind.



Präoperative Diagnosen	Keine Beschwerden beim Sport (n=101)	Beschwerden beim Sport (n=16)
<b>Idiopath. Coxarthrose</b>	59,4% (n=60)	43,8% (n=7)
<b>Hüftdysplasie</b>	16,8% (n=17)	18,8% (n=3)
<b>Rheumat. Erkrankungen</b>	10,9% (n=11)	6,3% (n=1)
<b>Hüftkopfnekrose</b>	6,9% (n=7)	6,3% (n=1)
<b>Posttrauma</b>	2,0% (n=2)	18,8% (n=3)
<b>Prothesenwechsel</b>	1,0% (n=1)	6,3% (n=1)
<b>Morbus Perthes</b>	2,0% (n=2)	-
<b>Kongenitale Hüftluxation</b>	1,0% (n=1)	-

Tab. 10: Verteilung der präoperativen Diagnosen bei sportlich aktiven Patienten mit und ohne Beschwerden beim Sport.

Hinsichtlich der Frage, ob die Patienten mit Beschwerden beim Sport auch klinisch schlechtere Hüftwerte nach Merle d'Aubigné aufweisen, wurden die Merle d'Aubigné-Scores der beiden Gruppen (Gruppe ohne Beschwerden beim Sport vs. Gruppe mit Beschwerden beim Sport) miteinander verglichen.

Die erreichten Gesamtscores zeigen, dass mit 93,1% aller sportlich aktiver Patienten ohne Beschwerden und 93,8% aller sportlich aktiver Patienten mit Beschwerden beim Sport ein nahezu gleicher prozentualer Anteil in beiden Gruppen ein sehr gutes Ergebnis mit Werten zwischen 16 und 18 Punkten erreicht hat (Tabelle 11).

	Hüftwerte nach Merle d'Aubigné			
	Sehr gut (16-18 P.)	Gut (13-15 P.)	Mäßig (10-12 P.)	Schlecht (unter 10 P.)
<b>Keine Beschwerden beim Sport</b>	93,1% (n=94)	5,9% (n=6)	1,0% (n=1)	-
<b>Beschwerden beim Sport</b>	93,8% (n=15)	6,3% (n=1)	-	-

Tab.11: Hüftwerte nach Merle d'Aubigné bei sportlich aktiven Patienten mit und ohne Beschwerden beim Sport.

Der mögliche Höchstwert von 18 Punkten fand sich dabei in der Gruppe der sportlich aktiven Patienten mit Beschwerden in nur 56,3% (n=9) aller Fälle. Dagegen erreichten 77,2% (n=78) der Patienten in der Gruppe der sportlich aktiven Patienten ohne Beschwerden einen Maximalwert von 18 Punkten.

Die Durchschnittswerte für die Parameter Gehfähigkeit, Schmerzen und Beweglichkeit lagen in der Gruppe der sportlich aktiven Patienten mit Beschwerden bei allen drei Kriterien unter den Durchschnittswerten der beschwerdefreien sportlich aktiven Patienten (Tabelle 12).

	<b>Sportler ohne Beschwerden</b>	<b>Sportler mit Beschwerden</b>
<b>Gehfähigkeit</b>	5,79	5,75
<b>Schmerzen</b>	5,91	5,63
<b>Beweglichkeit</b>	5,89	5,88

Tab.12: Durchschnittlicher Merle d´Aubigné-Score bei sportlich aktiven Patienten mit und ohne Beschwerden.

Am deutlichsten unterscheiden sich die beiden Patientengruppen in der Bewertung des Schmerzes. Nur 62,5% (n=10) der Patienten mit Beschwerden beim Sport erreichten für den Parameter „Schmerzen“ einen Merle d´Aubigné-Wert von sechs Punkten, was mit absoluter Schmerzfreiheit gleichzusetzen ist. Die übrigen 37,5% (n=6) gaben einen leichten unbeständigen Schmerz bei uneingeschränktem Aktivitätsgrad an, entsprechend einem Merle d´Aubigné-Wert von fünf Punkten.

In der Gruppe der beschwerdefreien sportlich aktiven Patienten berichteten 92,1% (n=93) der Patienten über absolute Schmerzfreiheit entsprechend einer Punktzahl von sechs. 6,9% (n=7) der Patienten dieser Gruppe erreichten fünf Punkte und 1,0% (n=1) der Patienten wurden mit vier Punkten eingestuft.

## 4. Diskussion

### 4.1 Prothesenwechsel

Noch immer ist die aseptische Prothesenlockerung die häufigste Komplikation in der Hüftendoprothetik (Wirtz et al., 1997). Puolakka et al. beschreiben sie im Finnischen Arthroplastieregister in 65% der Fälle als Grund für eine Revisionsoperation (Puolakka et al., 2001). Eine möglichst niedrige Schaftlockerungsrate gilt aus diesem Grund als das entscheidende Kriterium für den langfristigen Erfolg einer Hüftendoprothese. Nach Mittelmeier handelt es sich dabei in den überwiegenden Fällen um eine Frühkomplikation (Mittelmeier, 1984).

Junge und aktive Patienten, wie auch im hier untersuchten Patientenkollektiv, haben nicht nur hohe Ansprüche an die Belastbarkeit und Haltbarkeit der Implantate, sie galten bisher auch als besondere Risikogruppe für hohe Lockerungsraten (Dorr und Lockett, 1990, Malchau et al., 1993). Dies hat sich zumindest im kurzfristigen Verlauf in der vorliegenden Studie allerdings nicht bestätigt.

Bis zum Zeitpunkt der jeweiligen Nachuntersuchung war trotz des jungen Durchschnittsalters von 53,24 Jahren bei keinem Patienten eine Revision notwendig geworden. Auch die Patienten, die aufgrund einer Hüftkopfnekrose oder einer Dysplasiacoxarthrose endoprothetisch versorgt werden mussten und die bisher ebenfalls als besonders gefährdet hinsichtlich einer aseptischen Lockerung galten (Devlin et al., 1988, Engh, 1983, Mulier et al., 1989), zeigten keine Auffälligkeiten.

Diese Ergebnisse decken sich mit aktuellen Berichten aus der Literatur über zunehmend niedrigere Revisionsraten der zementfreien Hüftendoprothesen bei jüngeren Patienten bei kurzen oder mittleren Nachuntersuchungszeiträumen. Während bei den anfänglichen zementfrei implantierten Prothesen zum Teil doch erhebliche Lockerungsraten bis zu 23% bestanden (Snorrason et al., 1989, Duparc und Massin, 1992, Martell et al., 1993, Havelin et al., 1995), zeigt

sich in den Studien der letzten Jahre eine eindeutige Tendenz zu einer geringeren Revisionsbedürftigkeit.

Auch Puolakka et al. beschreiben in ihrem Bericht aus dem finnischen Arthroplastie-Register seit 1995 zunehmend bessere Ergebnisse für zementfreie Implantate der „dritten Generation“ (Puolakka et al., 2001), während die Implantate der „ersten und zweiten Generation“ langfristig eher enttäuschten (Puolakka et al., 1999).

Wie auch in Tabelle 13 dargestellt, findet sich bei zementfreien Hüftendoprothesen in Studien der letzten Jahre bei vergleichbarem Patientenalter und Nachuntersuchungszeitraum eine Revisionsrate von weniger als 1%.

<b>Prothesentyp</b>	<b>Lockerungsrate</b>	<b>Patientenalter</b>	<b>Follow-up</b>	<b>Literaturnachweis</b>
Zweymüller	0,9%	Ø 53 J.	Ø 3,9 J.	Havelin et al., 1995
Zweymüller	0%	Keine Angabe	Ø 4,2 J.	Huo et al., 1995
ABG	0%	Ø 62,7 J.	Ø 2,4 J.	Tonino et al., 1995
Zweymüller	0,7%	Ø 65 J.	Ø 5,9 J.	Delaunay et al, 1998
AML-Prothese	0%	Ø 63 J.	Ø 5,8 J.	Oshawa et al., 1998
Zweymüller + ABG	0%	Ø 48 J.	Ø 5,9 J.	Delank et al., 2001

Tab. 13: Vergleich der Lockerungsraten verschiedener zementfreier Hüftendoprothesen.

## 4.2 Klinische Ergebnisse

### 4.2.1 Schmerz

Die Verbesserung der Lebensqualität der Patienten nach Versorgung des erkrankten Hüftgelenks kann zu einem hohen Anteil auf die gewonnene postoperative Schmerzfreiheit zurückgeführt werden. In der vorliegenden Studie verbesserte sich der durchschnittliche Merle d'Aubigné-Score von 0,60 Punkten präoperativ auf 5,88 Punkte postoperativ. Während präoperativ noch 56,0% der Patienten über einen intensiven Dauerschmerz klagten, bestand bei der letzten Nachuntersuchung in 88,4% der Fälle völlige Schmerzfreiheit. 16 Patienten (11,0%) berichteten noch über einen leichten und unbeständigen Schmerz bei normalem Aktivitätsgrad und bei einem Patienten (0,7%) war ein leichter Schmerz beim Gehen festzustellen. Der Schmerz wurde dabei jedoch regelmäßig im periartikulären Weichteilgewebe verspürt. Typische Oberschenkelschaftschmerzen, die in mehreren Studien mit zementfreie Hüftendoprothesen in teilweise beachtlichen Fallzahlen beschrieben worden sind (Barrack et al., 1992, Bülow et al., 1996, Campbell et al., 1992), fanden sich in in dieser Studie untersuchten Patientenkollektiv nicht.

Koch et al. beschrieben in einer Studie über kurzfristige Ergebnisse der Hydroxylapatit-beschichteten Hüftendoprothese vom Typ Furlong Verbesserungen des Schmerzscore von durchschnittlich 1,19 Punkten präoperativ auf 5,54 Punkte postoperativ in der Gruppe der Primärimplantationen und von durchschnittlich 1,26 Punkten präoperativ auf 4,36 Punkte postoperativ in der Patientengruppe mit Revisionsoperation (Koch et al., 1993). Oberschenkelschaftschmerzen wurden in der Studie von Koch et al. ebenfalls bei keinem Patienten beobachtet.

Kurzfristige Ergebnisse der ebenfalls Hydroxylapatit-beschichteten Prothese vom Typ ABG zeigten eine Verbesserung der Schmerzen von durchschnittlich 1,875 Punkten präoperativ auf 5,86 Punkte zwei Jahre postoperativ (Tonino et al., 1995). Bei 191 von insgesamt 222 Patienten (87,2%) wurde dabei völlige Schmerzfreiheit angegeben, bei 8 Patienten (3,6%) wurde allerdings über

Oberschenkelschaftschmerzen berichtet, für die bei der Nachuntersuchung jedoch keine ersichtlichen Ursachen gefunden werden konnten.

Bei der Zweymüller Alloclassic SL-Prothese konnten Delaunay et al. einen Anstieg des Schmerzscore von durchschnittlich 2,9 Punkten präoperativ auf 5,7 Punkte postoperativ feststellen (Delaunay et al., 1998). Die mittlere Nachuntersuchungszeit war jedoch mit 5,9 Jahren deutlich höher als bei unserer Studie. Allerdings wurden ein Jahr postoperativ in 4,6% der Fälle Oberschenkelschaftschmerzen beschrieben, die interessanterweise zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung nur noch bei 0,7% der Patienten nachweisbar waren.

Die Aldinger-Prothese als Individualprothese der ersten Generation und erstes Vorgängermodell der hier untersuchten Prothese zeigte nach einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 37,3 Monaten eine Verbesserung des Schmerzscore von durchschnittlich 0,44 Punkten präoperativ auf 5,57 Punkte postoperativ (Küsswetter und Sell, 1993). 79% der Patienten waren völlig schmerzfrei, allerdings fanden sich in 7,4% der Fälle ausgeprägte Schaftschmerzen, vor allem bei Rotationsbewegungen. In vier Fällen war die Prothese zum Nachuntersuchungszeitpunkt bereits radiologisch gelockert. Hieraus ergab sich die Schlussfolgerung, dass eine Rotationsstabilität dieser Prothese nicht gewährleistet war.

Bert konnte bei einer ebenfalls dreidimensional angepassten Individualprothese bei 20% der Implantate einen Oberschenkelschaftschmerz nachweisen. In 38% dieser Fälle war schließlich eine Revision erforderlich (Bert, 1996), weshalb er zu der Ansicht gelangte, dass mit Individualprothesen weder das Problem des Oberschenkelschaftschmerzes gelöst, noch eine längere Lebensdauer im Vergleich zu herkömmlichen zementfreien Prothesen erreicht werden kann.

Die in der vorliegenden Studie mit der Adaptiva®-Prothese erreichte Verbesserung des Schmerzscore und der hohe Prozentsatz von postoperativ schmerzfreien Patienten von 88,4% muss zumindest im kurzfristigen Verlauf als sehr gutes Ergebnis gewertet werden. Dies gilt gleichermaßen für die Tatsache, dass in keinem Fall Oberschenkelschaftschmerzen aufgetreten sind. Der Grund

dafür mag darin zu suchen sein, dass Rotationsinstabilität und unregelmäßige Kraftübertragung mit intramedullären Belastungsspitzen als Ursache für die Entstehung der Schaftschmerzen, durch die computergefertigte, individuelle Form und das rotationsstabile kastenförmige Design der Adaptiva<sup>®</sup>-Prothese minimiert werden konnten.

#### 4.2.2 Beweglichkeit

Der durchschnittliche Merle d'Aubigné-Score bezüglich der Beweglichkeit verbesserte sich in der vorliegenden Studie von 3,59 Punkten präoperativ auf 5,88 Punkte postoperativ. 90,4% der Patienten zeigten zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung eine annähernd normale Beweglichkeit der operierten Hüfte und konnten somit mit sechs Punkten bewertet werden.

Tonino et al. beschrieben in ihrer Studie über die Hydroxylapatit-beschichteten Prothese vom Typ ABG (Tonino et al., 1995) ähnliche Ergebnisse. Hier fand sich eine Verbesserung des Merle d'Aubigné-Scores von 3,48 Punkten präoperativ auf 5,87 Punkte zwei Jahre postoperativ.

Vergleichbare Ergebnisse fanden sich auch bei der Trilock-Prothese mit einer Verbesserung der Beweglichkeit von 2,7 auf 5,5 Punkte (Sakalkale et al., 1999), bei der Lübeck-Prothese mit einem Anstieg von 3,0 auf 5,5 Punkte (Matsui et al., 1998) und bei der Zweymüller Alloclassic SL, mit einer Zunahme von 4,1 Punkten auf 5,6 Punkte festgestellt werden konnte (Delaunay et al., 1998).

Vergleichsweise schlechter schnitt dagegen die Hydroxylapatit-beschichteten Hüftendoprothese vom Typ Furlong ab, bei der lediglich eine Verbesserung von 1,83 Punkten auf 4,99 Punkte in der Gruppe der Primärimplantation und von 1,2 Punkten auf 3,77 Punkte in der Patientengruppe mit Revisionsoperation erzielt werden konnte (Koch et al., 1993).

Da bei der Studie zur Aldinger-Prothese von Küsswetter et al. das von Griss modifizierte Bewertungsschema nach Merle d'Aubigné (Griss et al., 1986) zur Anwendung kam, welches die Bewertung der Beweglichkeit ausklammert, war hinsichtlich dieses Parameters kein direkter Vergleich möglich.

### 4.2.3 Gehfähigkeit

Bei der Gehfähigkeit konnte in der vorliegenden Studie eine Verbesserung des durchschnittlichen Merle d'Aubigné-Scores von 3,45 Punkten präoperativ auf 5,77 Punkte postoperativ festgestellt werden. 82,2% der Patienten zeigten zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung eine völlig normale Gehfähigkeit ohne Abhängigkeit von einer Gehhilfe.

Ein ähnliches Ergebnis fand sich bei der Untersuchung der Hydroxylapatit-beschichteten Prothese vom Typ ABG. Hier verbesserte sich der präoperative Score von 2,88 Punkte auf 5,70 Punkte zwei Jahre postoperativ (Tonino et al., 1995). Bei der Trilock-Prothese dagegen konnte eine Verbesserung der Gehfähigkeit von 3,2 Punkten auf lediglich 5,2 Punkte beobachtet werden (Sakalkale et al., 1999). Koch et al. beschreiben bei der Hydroxylapatit-beschichteten Hüftendoprothese vom Typ Furlong eine Steigerung des Scores von 3,38 Punkten auf 5,23 Punkte in der Patientengruppe mit Primärimplantationen. Deutlich schlechter war jedoch das Ergebnis in der Patientengruppe mit Revisionseingriff, mit einer Veränderung von 2,66 Punkten auf lediglich 3,96 Punkte postoperativ (Koch et al., 1993). Bei der Zweymüller Alloclassic SL-Prothese konnten Delaunay et al. eine Verbesserung von 3,6 Punkten auf 5,5 Punkte feststellen (Delaunay et al., 1998). Die Studie zur Lübeck-Prothese berichtet über eine Steigerung von 3,6 Punkten auf 5,6 Punkte (Matsui et al., 1998). Die Aldinger-Individualprothese zeigte in der Studie von Küswetter et al. eine Verbesserung des Scores von 3,50 Punkten präoperativ auf 5,49 Punkte postoperativ (Küswetter und Sell, 1993).

Somit kann auch die Verbesserung der Gehfähigkeit nach Implantation der Adaptiva-Prothese im Vergleich mit den genannten Literaturdaten, zumindest im kurzfristigen Verlauf, als sehr gut bewertet werden.



##### 4.2.4 Zusammenfassende Beurteilung der klinischen Ergebnisse

Insgesamt findet sich in unserem Patientengut eine sehr gute Verbesserung der objektiven funktionellen Resultate, wie auch der subjektiven Resultate für Schmerzen, Beweglichkeit und Gehfähigkeit. Dies zeigt sich auch darin, dass der erzielte postoperative Gesamtscore nach Merle d'Aubigné von 17,53 Punkten von maximal 18 Punkten im Vergleich mit den genannten Literaturdaten über konfektionierte Femurschaftprothesen unerreicht bleibt. Lediglich mit Hydroxylapatit-beschichteten Prothesen vom Typ ABG konnte mit 17,4 Punkten zwei Jahre postoperativ ein annähernd gutes Ergebnis erreicht werden (Tonino et al., 1995). Sowohl bei der Lübeck-Prothese, als auch bei der Zweymüller Alloclassic SL-Prothese fanden sich postoperativ niedrigere Gesamtscores von 16,9 Punkten (Matsui et al., 1998, Delaunay et al., 1998). Bei der Trilock-Prothese beschrieben Sakalkale et al. einen Gesamtscore von 16,4 Punkten (Sakalkale et al., 1999). Noch deutlich schlechter waren die erreichten Scores bei der Hydroxylapatit-beschichteten Hüftendoprothese vom Typ Furlong mit 15,76 Punkten in der Patientengruppe der Primärimplantationen und mit nur 12,09 Punkten in der Revisionsgruppe (Koch et al., 1993).

Auch die Tatsache, dass in unserer Studie in 145 von 146 nachuntersuchten Fällen (99,3%) die Patienten zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung ihren Zustand als besser im Vergleich zu ihrem präoperativen Befinden beschrieben, dokumentiert die sehr hohe Zufriedenheit nach der endoprothetischen Versorgung mit der Adaptiva<sup>®</sup>-Prothese.

Angesichts der klinischen Ergebnisse kann davon ausgegangen werden, dass die individuelle, anatomische Formgebung des Schafts der Adaptiva<sup>®</sup>-Prothese optimal geeignet ist, eine harmonische Krafteinleitung von der Endoprothese auf das Knochenlager zu gewährleisten und die Möglichkeit der funktionellen Anpassung auszunutzen.

Ob jedoch die im Vergleich zu konfektionierten Hüftendoprothesen deutlich höheren Materialkosten zu rechtfertigen sind, wird nicht zuletzt auch von den Langzeitergebnissen abhängen.

### 4.3 Radiologische Ergebnisse

#### 4.3.1 Lockerungssäume

Die Indikation zum Prothesenwechsel am Hüftgelenk ergibt sich aus radiologischen Lockerungszeichen in Übereinstimmung mit den klinischen Beschwerden. (Stürmer, 1999). Ein radiologisches Kriterium einer möglichen Implantatlockerung sind sogenannte Lockerungs- oder Lysesäume („radiolucent lines“). Lockerungssäume entstehen durch Mikrobewegungen zwischen Implantat und Knochen. Dabei kommt es zum Eindringen feinsten Abriebpartikel in den Zwischenraum, was über eine zytokinvermittelte Makrophagenreaktion zur Ausbildung von Fremdkörpergranulomen führt. Daraus resultiert eine progressive Knochenresorption und Lockerung des Implantats (Maloney et al., 1995, Schmalzried et al., 1992, Wirtz und Niethard, 1997). Das Granulationsgewebe ist im Röntgenbild als Aufhellung zwischen Implantat und Implantatlager sichtbar. Ein frühzeitiges Erkennen solcher Veränderungen ist entscheidend, da es im Verlauf zu einer fortschreitenden Zerstörung der tragenden Knochenmasse kommt und ein Prothesenwechsel entsprechend erschwert wird (Athanasou et al., 1992).

Es besteht derzeit noch kein Konsens darüber, ab welchem Zeitpunkt beim Nachweis von Lockerungssäumen eine radiologische Lockerung tatsächlich vorliegt. Das Auftreten von inkompletten, nicht progredienten Lysesäumen unter zwei Millimeter ist sowohl bei zementierten, als auch bei zementfreien Hüftprothesen nicht ungewöhnlich. Bei Beschwerdefreiheit sind sie kein Beweis für eine Prothesenlockerung und sollten lediglich regelmäßig kontrolliert werden (Katzner und Löhr, 2003).

Dagegen gelten Prothesen mit zirkumferenten Säumen über einen Millimeter oder mit Säumen über zwei Millimetern, die mehr als ein Drittel einer der 14 Gruen-Zonen einnehmen, als lockerungsverdächtig (Katzner und Löhr, 2003, Kohn und Plitz, 1995, Ludwig et al., 1996). Nach Engh (Engh et al., 1990) sind Saumbildungen nur dann als Lockerungszeichen zu sehen, wenn eine Progredienz besteht.

In einer Studie mit 527 Hüftprothesen zeigten Kobayashi et al., dass das Auftreten von Lysesäumen von mindestens zwei Millimetern zwei Jahre postoperativ mit einer Revisionswahrscheinlichkeit von 29% nach zehn Jahren verbunden ist. War zudem eine vertikale Sinterung des Implantats von mindestens zwei Millimetern festzustellen, so stieg die Wahrscheinlichkeit auf 50%. Dagegen lag die Verlustquote beim Fehlen von Lysesäumen lediglich bei 4% (Kobayashi et al., 1997).

In der vorliegenden Studie zur Adaptiva<sup>®</sup>-Prothese konnten bei keinem der radiologisch nachuntersuchten Patienten im Bereich des Prothesenschafts periprothetische Lockerungssäume nachgewiesen werden. Im Vergleich zu unseren Daten fanden auch Tonino et al. bei der ABG-Prothese zwei Jahre nach Implantation ebenfalls keine reaktiven Linien im Bereich des Hydroxylapatit-beschichteten proximalen Schaftanteils. Allerdings konnten bei 52% der Patienten reaktive Linien im Bereich des distalen Prothesenschafts nachgewiesen werden. Diese Veränderungen waren dabei erstmals nach sechs Monaten in der Gruen-Zone 4 nachweisbar und breiteten sich in der Folgezeit weiter auf die benachbarten distalen Zonen aus. Eine Wechseloperation bei aseptischer Lockerung war jedoch in keinem Fall erforderlich gewesen (Tonino et al., 1995).

Auch in weiteren Studien konnte dieses typische Verteilungsmuster mit dem Auftreten einer distalen Saumbildung bei proximal beschichteten und verankerten Prothesensystemen nachgewiesen werden (Delank et al., 2001, Eingartner et al., 2000, Giannikas et al., 2002, McLaughlin und Lee, 1997, Rossi et al., 1995).

Dagegen fand sich beim Zweymüller-Schaft als distal verankertes Prothesensystem in mehreren Studien typischerweise eine Saumbildung im proximalen Anteil (Delank et al., 2001, Delaunay et al., 1998, Kutschera et al., 1993, Zenz et al., 1995). Bei der Nachuntersuchung nach Implantation der Aldinger-Individualprothese konnten in sämtlichen periprothetischen Zonen radiodense Linien nachgewiesen werden, gehäuft jedoch im Bereich der Prothesenspitze (Küsswetter und Sell, 1993).

Das Fehlen jeglicher Lysesäume bei der zweidimensional angepassten, kastenförmigen Adaptiva<sup>®</sup>-Prothese zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung lässt auf eine gute initiale Passform und auch auf eine nachfolgend gute Osteointegration schließen. Die Abwesenheit von Lysesäumen als Indikator für ein vorhandenes Einwachsen des Knochens in die Prothesenoberfläche, wird auch von Engh et al. (Engh et al., 1990) beschrieben.

#### 4.3.2 Sinterung des Prothesenschafts

Neben den Lysesäumen gilt auch eine vertikale Sinterung des Prothesenschafts in den Femurknochen als Lockerungskriterium. Dabei wird auch ein Zusammenhang zwischen dem Migrationsverhalten der Prothese in den ersten postoperativen Jahren und dem Risiko einer späteren aseptischen Lockerung gesehen. Freeman und Plante-Bordeneuve haben beschrieben, dass sowohl das Auftreten von Oberschenkelschaftschmerzen, als auch eine spätere aseptische Lockerung einer Prothese, in den ersten zwei Jahren nach der Implantation mit einer schnelleren Sinterung als bei zukünftig stabilen Prothesen vergesellschaftet ist. Sie sahen deshalb eine schlechte Primärstabilität als einen Grund für eine spätere aseptische Lockerung (Freeman und Plante-Bordeneuve, 1994).

Ein gewisses Problem besteht darin, dass es bei nicht standardisierten Röntgenbildern zu Messfehlern kommen kann. So kann ohne Standardisierung der Aufnahmetechnik mit Einhaltung einer identischen Position des Femurs bei

der Auswertung der Röntgenbilder mit einem projektionsbedingten Messfehler für die Prothesenmigration von bis zu fünf Millimetern gerechnet werden (Malchau et al., 1995, Malchau et al., 1996). Generell ist im konventionellen Röntgenbild daher zur Diagnose einer Prothesenlockerung eine Sinterung von mindestens zwei Millimetern zu fordern (Wirtz und Niethard, 1997). Allerdings wird dabei zementfreien Prothesen insgesamt eine etwas stärkere initiale Sinterung zugestanden als zementierten Implantaten (Katzner und Löhr, 2003). In mehreren Studien zu zementfreien Prothesensystemen wird über eine sekundäre Stabilisierung des Implantats im Knochenbett ohne weitere Progredienz der Migration nach rascher initialer Sinterung berichtet (Hellmann et al., 1999, Hozack et al., 1993, Kattapuram et al., 1990, Schneider et al., 1989). Diese frühe Sinterung kann deshalb nicht zwangsläufig als Lockerungszeichen betrachtet werden.

Insgesamt gelten hinsichtlich der Sinterung eine Progredienz und eine Zunahme der Migrationsgeschwindigkeit als das sicherste Zeichen einer beginnenden Prothesenlockerung (Kattapuram et al., 1990, Katzner und Löhr, 2003).

Bei der Adaptiva<sup>®</sup>-Prothese war bei 62,1% der Röntgenaufnahmen zum Zeitpunkt der letzten Nachuntersuchung keine Sinterung der Prothese im Vergleich zu den ersten postoperativen Bildern nachweisbar. 32,4% der Aufnahmen wiesen eine Migration von einem Millimeter und lediglich 5,5% eine Migration zwischen ein und zwei Millimetern auf. Eine Sinterung von mehr als zwei Millimetern trat in keinem Fall auf. Ein Hinweis für eine Prothesenlockerung bestand bis dahin somit bei keinem Patienten.

Diese Ergebnisse sprechen daher für eine hohe Primärstabilität der Prothese, welche durch die individuelle, anatomische Formgebung gewährleistet wird.

Bei der Aldinger-Individualprothese war bei einer mittleren Nachuntersuchungszeit von 37,3 Monaten bei 61 von 175 radiologisch untersuchten Prothesen (35%) eine Sinterung eingetreten, in 23 Fällen (13%)

war gar eine Sinterung über zwei Millimeter nachgewiesen worden (Küsswetter und Sell, 1993).

In einer Studie über eine zementfreie Individualprothese wird von Bargar von einer initialen Sinterung von mehr als drei Millimeter innerhalb der ersten sechs Wochen nach Implantation in 8% der Fälle berichtet. Bis auf eine Prothese, die später gewechselt werden musste, kam es dabei in allen anderen Fällen im weiteren Verlauf zu einer Stabilisierung, bei einer durchschnittlichen Einsinktiefen von fünf Millimetern (Bargar, 1989).

Haddad et al. verglichen in einer Studie eine AML-, eine PCA- und eine LSF-Prothese mit einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von jeweils 36, 40 und 24 Monaten. Dabei wurde eine Sinterung von mehr als drei Millimeter bei der AML-Prothese in 9% der Fälle, bei der PCA-Prothese in 15% der Fälle und bei der LSF-Prothese in 6% der Fälle nachgewiesen (Haddad et al., 1990). Bei der PCA-Prothese fanden Kattapuram et al. bei einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 32 Monaten eine Sinterung in 23 von 46 Fällen (50%). Zu einem überwiegenden Anteil handelte es sich dabei um Frühsinterungen, die sich im Verlauf stabilisierten und somit schlussendlich trotzdem gute klinische Ergebnisse zeigten. Bei vier Prothesen, die fünf Monate postoperativ zwei Millimeter gesintert waren, kam es im Verlauf der nächsten drei Jahre zu einer weiteren Sinterung auf vier bis neun Millimeter. Die klinischen Ergebnisse wurden dabei in einem Fall als sehr gut beurteilt, in einem Fall als gut und in zwei Fällen als mäßig. Bei vier weiteren Implantaten hatte die Sinterung innerhalb von neun bis 25 Monaten auf 10,2 Millimeter zugenommen. Drei dieser vier Prothesen versagten und mussten gewechselt werden, im vierten Fall waren die klinischen Ergebnisse gut geblieben, so dass kein Wechsel erforderlich war (Kattapuram et al., 1990).

Deutlich bessere Ergebnisse fanden Tonino et al. in ihrer Studie zur ABG-Prothese. Bei einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von 2,4 Jahren war lediglich bei vier von 220 untersuchten Implantaten nach drei Monaten und bei weiteren zwei nach sechs Monaten eine Sinterung von weniger als fünf Millimeter festgestellt worden. Eine Progredienz im weiteren Verlauf wurde nicht beschrieben (Tonino et al., 1995).

##### 4.3.3 Periartikuläre Verknöcherungen

Die Ausbildung heterotoper Ossifikationen im periartikulären Weichteilgewebe ist eine häufige Komplikation nach der Implantation einer zementierten oder zementfreien Hüftendoprothese. Leichtgradige Ossifikationen bleiben in der Regel dabei klinisch stumm und verursachen kein funktionelles Defizit (Effenberger et al., 2002, Hartwig et al., 1989). Bei starker Ausprägung kann es jedoch zu einer erheblichen Beeinträchtigung mit Einschränkung der Beweglichkeit bis hin zu einer vollständigen Versteifung des Gelenks und dem Auftreten von Schmerzen kommen (Ahrengart und Lindgren, 1989, Arcq, 1973, Coventry und Scanlon, 1981, Eggli et al., 2000, Holz et al., 1977). In diesen Fällen bleibt als einzige Therapieoption die operative Entfernung.

Die Ursache der heterotopen Ossifikationen ist bislang unklar. Es wird vermutet, dass sie ihren Ursprung von pluripotenten mesenchymalen Stammzellen nehmen, die sich zu Osteoblasten differenzieren und bereits innerhalb der ersten postoperativen Tagen im periartikulären Weichteilgewebe Osteoid bilden (Kantorowitz et al., 1990). Erste Knochenbildungen sind schon nach wenigen Wochen radiologisch nachweisbar und nach sechs Monaten abgeschlossen. Nur in seltenen Fällen nehmen sie in den nächsten eineinhalb bis zwei Jahren weiter an Größe und Dichte zu (Arcq, 1973). Als Risikofaktoren für die Entwicklung periartikulärer Ossifikationen identifizierten Handel et al. das männliche Geschlecht, Übergewichtigkeit, eine geringe präoperative Beweglichkeit, eine starke präoperativ vorhandene Osteophytenbildung so wie eine lange Operationsdauer mit dadurch bedingter größerer Gewebetraumatisierung (Handel et al., 2004). Interessanterweise beschrieben Toom et al. eine geringere Inzidenz für die Entwicklung von Ossifikationen bei Patienten mit der Blutgruppe Null (Toom et al., 2001). Die Wirksamkeit einer Prophylaxe durch die postoperative Gabe von nichtsteroidalen Antirheumatika oder einer Bestrahlung wurde in mehreren Studien belegt (Effenberger et al., 2002, Fingerroth und Ahmed, 1995, Jockheck et al., 1998, Knelles et al., 1997, Sell et al., 2004).

In der Literatur finden sich bezüglich der Inzidenz von heterotopen Ossifikationen unterschiedliche Angaben. Callaghan et al. berichten bei der zementfreien PCA-Prothese über das Auftreten von periartikulären Verknöcherungen bei 80% der Implantate (Callaghan et al., 1988). Auch bei der BiCONTACT-Prothese wurden bei 80,2% der Hüften Ossifikationen festgestellt, darunter 14,3% mit Grad III und 3,2% mit Grad IV nach Brooker (Heubner, 1994). McLaughlin und Lee konnten bei 74% der Patienten nach Implantation einer Taperloc-Prothese Ossifikationen nachweisen (McLaughlin und Lee, 1997) und Delaunay et al. beobachteten diese bei 52% ihrer Patienten nach Versorgung mit einer Zweymüller-Prothese, wovon 11% Verknöcherungen dritten Grades nach Brooker zeigten (Delaunay et al., 1998).

Eine geringere Häufigkeit beschrieben Tonino et al. bei der ABG-Prothese mit periartikulären Verknöcherungen in 36,7% der Fälle (Tonino et al., 1995). Bei der Aldinger-Individualprothese traten bei 30,6% der implantierten Gelenke Verknöcherungen auf (Küsswetter und Sell, 1993).

Die Resultate in der vorliegenden Studie zur Adaptiva<sup>®</sup>-Prothese waren diesbezüglich deutlich besser. Bei 89% der untersuchten Hüften fanden sich keine heterotopen Ossifikationen. Lediglich bei 11% der Prothesen waren Verknöcherungen ersten Grades nach Brooker nachweisbar. Die durchgeführte Ossifikationsprophylaxe, bei der den Patienten postoperativ dreimal täglich 50 Milligramm Diclofenac für sieben bis 14 Tage verabreicht wurde, dürfte dazu wesentlich beigetragen haben.

Vergleichbare Ergebnisse werden auch von Barthel et al. berichtet, die eine Ossifikationsprophylaxe mit zweimal täglich 50 Milligramm Indomethazin über zwei Wochen postoperativ nach Prothesenimplantation durchgeführt hatten. Periartikuläre Verknöcherungen fanden sich dabei in nur 10% der Fälle, davon 7% Grad I, 1% Grad II und 2% Grad III nach Brooker (Barthel et al., 2002). Die geringere Inzidenz für das Auftreten von heterotopen Ossifikationen unter einer Prophylaxe mit nichtsteroidalen Antirheumatika konnte auch in weiteren Studien gezeigt werden. So konnten Jockheck et al. Verknöcherungen in 20% der untersuchten Fälle nachweisen (Jockheck et al., 1998) und Romano et al.



beobachteten das Auftreten bei 17,5% der Patienten (Romano et al., 2004). Eine Untersuchung von Kolbl et al. ergab das Vorliegen von Ossifikationen bei 16% der Implantate (Kolbl et al., 1997).

#### 4.4 Sportfähigkeit

Mit der Erweiterung der Indikation für den alloarthroplastischen Hüftgelenkersatz auch auf jüngere Menschen wurde ein Patientenkollektiv erschlossen, das aufgrund seines Lebensalters auch den Anspruch hat, sich nach der Prothesenimplantation aktiv körperlich oder sportlich zu belasten. Zum Teil spielt sogar bei der Indikationsstellung zum Gelenkersatz der Wunsch des Patienten mit, zukünftig wieder sportlich aktiver werden zu können. Aber auch für Patienten im mittleren und höheren Lebensalter sind neben sozialen Aspekten, die mit sportlicher Aktivität verbunden sein können, vor allem auch die präventiven Wirkungen auf das Herz-Kreislauf-System und den Stoffwechsel von Bedeutung.

Dieses Bedürfnis nach körperlicher Aktivität nach erfolgter Implantation einer Hüfttotalendoprothese spiegelt sich auch in dem relativ jungen Patientenkollektiv der vorliegenden Studie wieder. Während bereits vor der Implantation 84 der 139 Patienten (60,4%) sportlich aktiv waren, so waren es postoperativ 117 von 139 Patienten (84,2%), die sich sportlich betätigten. Fast die Hälfte (48,7%) dieser sportlich aktiven Patienten übt postoperativ mehr Sport aus als vor der Operation.

Dieses Ergebnis deckt sich somit nicht mit der Aussage von Scholz und Freiherr von Salis-Soglio, nach der schätzungsweise lediglich circa 50% der Patienten, die vor der Implantation sportlich aktiv waren, auch nach der Operation wieder Sport betreiben würden (Scholz und Freiherr von Salis-Soglio, 2002). Auch in einer Studie von Ritter und Meding wurden ähnliche Ergebnisse publiziert, wobei von den Patienten, die vor der Implantation sportlich aktiv

waren, nur ein Anteil von 54% postoperativ wieder Sport betrieb (Ritter und Meding, 1987). Insgesamt war in deren Patientenkollektiv eine deutliche Abnahme der Sportfähigkeit festzustellen. Ebenso beschrieben Dubs et al. einen Rückgang der sportlich aktiven Patienten bei ihrem mit zementierten Prothesen versorgten Kollektiv von 78,2% präoperativ auf 55,4% postoperativ (Dubs et al., 1983). Heisel und Schmitt beobachteten in ihrem Patientenkollektiv mit 2356 Hüfttotalendoprothesen, wovon 61,8% zementfrei implantiert wurden, dass lediglich 10% der Patienten nach erfolgter Operation einer regelmäßigen sportlichen Betätigung nachgingen (Heisel und Schmitt, 1989). Ursachen für diese niedrige Rate an sportlich aktiven Patienten wurden von den Autoren allerdings nicht genannt. Da die Implantationen im Zeitraum von 1974 bis 1986 stattfanden, kann jedoch davon ausgegangen werden, dass das Durchschnittsalter der Patienten zum Operationszeitpunkt deutlich höher gewesen sein dürfte. Des Weiteren wurden die ärztlichen Empfehlungen zur sportlichen Betätigung angesichts der damals noch üblichen hohen Lockerungszahlen der Prothesen eher restriktiv gehandhabt.

Die von den Patienten in unserer Studie am häufigsten ausgeübten Sportarten waren Wandern bzw. Spazierengehen (81%), Radfahren (71%), Schwimmen (69%), und Gymnastik (25%). Diese Sportarten wurden auch mit der größten Regelmäßigkeit, teilweise mehrfach wöchentlich oder gar täglich ausgeübt. Dieses Ergebnis bestätigt auch die Resultate anderer Studien, bei denen die Sportarten Wandern, Radfahren, Schwimmen und Gymnastik am häufigsten ausgeübt wurden (Heisel und Schmitt, 1989, Schmitt et al., 1997).

Charakteristisch für diese Sportarten ist eine bei korrekter Ausführung geringe Belastung des künstlichen Hüftgelenks. Aus diesem Grund werden auch Wandern, Spazierengehen, Schwimmen, Radfahren, Gymnastik, aber auch Rudern von verschiedenen Autoren und auch von der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention als besonders geeignet für Hüftendoprothesenträger eingestuft (McGrory et al., 1995, Mouret und Zichner, 1992, Rost et al., 1998, Schüle, 1999). Zukünftig wird sehr wahrscheinlich auch das Nordic Walking Eingang in die Leitlinien und Empfehlungen finden. Diese

neue Trendsportart scheint mit ihren physiologischen und gelenkschonenden Bewegungsabläufen bei gleichzeitiger Beanspruchung sämtlicher Muskelgruppen und guter Dosierbarkeit der Belastung ideal für Endoprothesenträger zu sein. Gemieden werden sollten stattdessen Sportarten mit springenden, stoßenden und abrupt drehenden Bewegungsmustern sowie Sportarten, die mit einem erhöhten Sturzrisiko verbunden sind.

Die Frage nach den langfristigen Folgen einer sportlichen Aktivität auf das Kunstgelenk wird in der Literatur kontrovers diskutiert. So wird von einigen Autoren die Meinung vertreten, dass eine erhöhte sportliche Belastung zu einem vermehrten Stress auf die Implantatfixation führe und zudem einen negativen Einfluss auf den Verschleiß der Gleitpaarung habe (van den Bogert et al., 1999, Gschwend et al., 2000, Healy et al., 2001). Kilgus et al. konnten in ihrer Studie an einem Patientenkollektiv mit zementierten Hüftprothesen sogar ein mehr als doppelt so hohes Lockerungsrisiko der Prothese für aktive Patienten als für weniger aktive Patienten feststellen (Kilgus et al., 1991).

Im Gegensatz dazu zeigten mehrere Studien seit Mitte der 1980er Jahre, dass sportlich aktive Patienten weniger von einer Prothesenlockerung bedroht sind als sportlich inaktive Patienten (Küsswetter, 1997). So konnten Widhalm et al. in ihrem Patientenkollektiv eine Lockerungsrate von 18% bei sporttreibenden Patienten gegenüber 57% bei sportlich inaktiven Patienten feststellen und schlossen daraus auf einen positiven Effekt körperlicher Aktivität auf die Dauerhaftigkeit der Verankerung. Allerdings fanden sie eine stärkere Gefährdung für Landwirte und Schwerarbeiter (Widhalm et al., 1990). Ähnliche Ergebnisse fanden auch andere Autoren mit einer Lockerungsrate von 14,3% bei nicht sportlich aktiven Patienten gegenüber 1,6% bei sportlich aktiven Patienten (Dubs et al., 1983), oder mit einer Revisionsrate von 9,8% bei den nicht sportlich aktiven Patienten gegenüber 4,9% bei den sportlich aktiven Patienten (von Stempel et al., 1992). Als Ursachen für den positiven Einfluss körperlicher Betätigung auf die Dauerhaftigkeit der Prothesenverankerung werden sowohl die günstige funktionelle Beanspruchung des Knochens mit der Vermeidung einer Inaktivitätsosteoporose als auch die durch sportliches

Training geförderte muskuläre Stabilisierung des Gelenkes angesehen werden (Scholz und Freiherr von Salis-Soglio, 2002).

Letztlich bleiben zur Klärung der Frage der Folgen einer sportlichen Belastung auf die Hüftendoprothese aussagekräftige Langzeitstudien abzuwarten.

## 5. Zusammenfassung

Die aseptische Frühlockerung ist nach wie vor das Hauptproblem der zementfreien Hüftendoprothetik. Bei Implantation einer konfektionierten zementfreien Femurschaftprothese wird nur selten ein direkter formschlüssiger Implantat-Knochen-Kontakt von mehr als 20% erreicht. Die vor diesem Hintergrund an der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen entwickelten individuellen Femurschaftprothesen der ersten (Aldinger-Prothese) und zweiten Generation (Evolution-K) hatten noch zwei entscheidende Nachteile. Zum einen zeigten sich vor allem bei Patienten mit weitem, zylindrischem Markraum Probleme mit der Rotationsstabilität, zum anderen waren die mit hohem technologischen Aufwand gefertigten Implantate sehr teuer.

Aus diesem Grund wurde in der Folge die Adaptiva<sup>®</sup>-Prothese als Individualprothese der dritten Generation entwickelt. Diese Individualprothese wird auf der Basis einer präoperativ durchgeführten Computertomographie geplant und dabei zweidimensional dem Femur des Patienten angepasst. Durch Rückgriff auf Rohlinge kann die Prothese zu einem deutlich niedrigeren Preis hergestellt werden. Im Gegensatz zu den beiden Vorgängermodellen zeichnet sich die Adaptiva<sup>®</sup>-Prothese zudem durch ein kastenförmiges, rechtwinkliges Design aus, so dass bei der Implantation die Kanten in die Femurcorticalis greifen und für eine bessere Rotations- und Primärstabilität sorgen.

In der vorliegenden Studie wurden 150 Adaptiva<sup>®</sup>-Prothesen, die bei 144 Patienten im Zeitraum von Oktober 1993 bis September 1995 an der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen implantiert wurden, klinisch und radiologisch nachuntersucht. Zudem erfolgte eine Beurteilung der Sportfähigkeit der Endoprothesenträger mit Hilfe eines standardisierten Fragebogens beziehungsweise Interviews.

Das Durchschnittsalter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation betrug 53,2 Jahre, die häufigste Indikation war die primäre Coxarthrose. Der Nachuntersuchungszeitraum lag bei durchschnittlich 19,9 (12 bis 44) Monaten.

Der Merle d'Aubigné-Score zeigte für die klinischen Parameter Schmerz, Beweglichkeit und Gehfähigkeit eine deutliche Verbesserung der Resultate. Bei keiner der Prothesen war bis zur Nachuntersuchung eine Revision erforderlich geworden. In der subjektiven Beurteilung ihres Zustands gaben 99,3% der Patienten eine Verbesserung ihres Zustands im Vergleich zum präoperativen Befinden an. Lediglich ein Patient konnte subjektiv keine Verbesserung feststellen. Radiologische Zeichen einer Lockerung, wie Lysesäume oder eine übermäßige Sinterung des Prothesenschafts waren in keinem einzigen Fall nachweisbar. Periartikuläre Verknöcherungen von Grad I nach Brooker fanden sich bei 11% der Patienten.

Nach Implantation der Adaptiva<sup>®</sup>-Prothese gaben 117 Patienten (84,2%) an, sportlich aktiv zu sein. Ganz überwiegend handelte es sich dabei um Sportarten wie Wandern und Spaziergehen, Radfahren, Schwimmen und Gymnastik. 48,7% der postoperativ sportlich aktiven Patienten betrieben präoperativ weniger oder gar keinen Sport, 30% waren vor der Operation gleich aktiv wie nach der Operation und 21% der postoperativ sportlich aktiven Patienten gaben an, vor der Implantation aktiver gewesen zu sein als nach dem Eingriff. Im Vergleich zu den sportlich inaktiven Patienten fanden sich bei den sportlich Aktiven durchschnittlich geringfügig bessere Merle d'Aubigné-Scores für die Kriterien Schmerz, Beweglichkeit und Gehfähigkeit.

Zusammenfassend zeigen sich auch im Vergleich mit den Literaturdaten sehr gute klinische und radiologische Ergebnisse nach Implantation der Adaptiva<sup>®</sup>-Prothese im kurzfristigen follow-up. Zur Beurteilung der längerfristigen Ergebnisse müssen weitere Studien abgewartet werden.

## 6. Tabellenverzeichnis

- Tab.1: Präoperative Diagnosen.
- Tab.2: Bewertungsschema nach Merle d´Aubigné.
- Tab.3: Einteilung der periartikulären Ossifikationen nach Brooker.
- Tab.4: Durchschnittlicher Merle d´Aubigné-Score prä- und postoperativ.
- Tab.5: Hüftwerte prä- und postoperativ nach Merle d´Aubigné.
- Tab.6: Aktivitätsgrad der sportlich aktiven Patienten vor und nach Prothesenimplanation.
- Tab.7: Verteilung der präoperativen Diagnosen bei sportlich und nicht sportlich aktiven Patienten.
- Tab.8: Hüftwerte nach Merle d´Aubigné bei sportlich aktiven und nicht sportlich aktiven Patienten.
- Tab.9: Durchschnittlicher Merle d´Aubigné-Score bei sportlich aktiven und nicht sportlich aktiven Patienten.
- Tab.10: Verteilung der präoperativen Diagnosen bei sportlich aktiven Patienten mit und ohne Beschwerden beim Sport.
- Tab.11: Hüftwerte nach Merle d´Aubigné bei sportlich aktiven Patienten mit und ohne Beschwerden beim Sport.
- Tab.12: Durchschnittlicher Merle d´Aubigné-Score bei sportlich aktiven Patienten mit und ohne Beschwerden.
- Tab.13: Vergleich der Lockerungsraten verschiedener zementfreier Hüftendoprothesen.

## 7. Abbildungsverzeichnis

- Abb.1: Die Adaptiva<sup>®</sup>-Prothese.
- Abb.2: Präoperative Planung.
- Abb.3: Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation.
- Abb.4: Seitenverteilung der implantierten Prothesen.
- Abb.5: Voroperationen am jetzt endoprothetisch versorgten Hüftgelenk. Mehrfachnennungen pro Patient waren möglich.
- Abb.6: Nachuntersuchungszeit der Patienten.
- Abb.7: Radiologische Zoneneinteilung im a.p.- und axialen Strahlengang. Messdistanz zwischen Trochanter Spitze und Prothesenschulter.
- Abb.8: Verteilung der prä- und postoperativen Schmerzen nach Merle d'Aubigné.
- Abb.9: Verteilung der prä- und postoperativen Beweglichkeit nach Merle d'Aubigné.
- Abb.10: Verteilung der Gehfähigkeit prä- und postoperativ nach Merle d'Aubigné.
- Abb.11: Präoperativer und postoperativer Gesamtscore nach Merle d'Aubigné.
- Abb.12: Nachsinken der Prothese.
- Abb.13: Auftreten von periartikulären Ossifikationen.
- Abb.14: Anteil der sporttreibenden Patienten nach erfolgter Prothesenimplantation.
- Abb.15: Art und Häufigkeit der ausgeübten Sportarten nach Prothesenimplantation.
- Abb.16: Häufigkeit von Beschwerden beim Sport nach Prothesenimplantation.
- Abb.17: Lokalisation der Beschwerden bei sportlicher Betätigung.



## 8. Literaturverzeichnis

Ahrengart, L., Lindgren, U.:  
Functional significance of heterotopic ossification after total hip arthroplasty.  
Clin Orthop 263 (1989) 125-131

Aldinger, G., Fischer, A., Kurtz, B.:  
Computer-gestützte Herstellung individuell-anatomischer Endoprothesen.  
Z Orthop 122 (1984), 733-736

Arcq, M.:  
Die periartikulären Ossifikationen – eine Komplikation der Totalendoprothese  
des Hüftgelenkes.  
Arch Orthop Unfall Chir 77 (1973), 108-131

Athanasou, N.A., Quinn, J., Bulstrode, C.J.K.:  
Resorption of bone by inflammatory cells derived from the joint capsule of hip  
arthroplasties.  
J Bone Joint Surg 74-B (1992), 57-62

Bargar, W.L.:  
Shape the implant to the patient. A rationale for the use of custom-fit  
cementless total hip implants.  
Clin Orthop 249 (1989), 73-78

Barrak, R.L., Jasty, M., Bragdon, C., Haire, T., Harris, W.H.:  
Thigh pain despite bone ingrowth into uncemented femoral stems.  
J Bone Joint Surg 74-B (1992), 507-510.

Barthel, T., Baumann, B., Noth, U., Eulert, J.:  
Prophylaxis of heterotopic ossification after total hip arthroplasty: a prospective  
randomized study comparing indomethacin and meloxicam.  
Acta Orthop Scand 73 (2002) 611-614

Bert, J.M.:  
Custom Total Hip Arthroplasty.  
J Arthroplasty 11 (1996), 905-915

Blauth, W., Donner, K.:  
Zur Geschichte der Arthroplastik.  
Z Orthop 117 (1979) 997-1006

van den Bogert, A.J., Read, L., Nigg, B.M.:  
An analysis of hip joint loading during walking, running and skiing.  
Med Sci Sports Exerc 31 (1999), 131-142

Breusch, S.J., Aldinger, P.R., Thomsen, M., Ewerbeck, V., Lukoschek, M.:  
Verankerungsprinzipien in der Hüftendoprothetik Teil I: Prothesenstiel.  
Unfallchirurg 11 (2000) 918-927

Brooker, A.F., Bowerman, J.W., Robinson, R.A., Riley, L.H. jr:  
Ectopic ossification following total hip replacement.  
J Bone Joint Surg 55-A (1973) 1629-1632

Bülow, J.U., Scheller, G., Arnold, P., Synatschke, M., Jani, L.:  
Uncemented total hip replacement and thigh pain.  
Int Orthop 20 (1996), 65-69

Campbell, A.C.L., Rorabeck, C.H., Bourne, R.B., Chess, D., Nott, L.:  
Thigh pain after cementless hip arthroplasty – annoyance or ill omen.  
J Bone Joint Surg 74-B (1992), 63-66

Callaghan, J.J., Dysart, S.H., Savory, C.G.:  
The uncemented porous-coated anatomic hip prosthesis.  
J Bone Joint Surg 70-A (1988), 337-346

Chandler, H.P., Reineck, F.T., Wixson, R.L., McCarthy, J.C.:  
Total hip replacement in patients younger than thirty years old. A five-year  
follow-up study.  
J Bone Joint Surg 63-A: 1426-1434 (1981)

Charnley, J.:  
The bonding of prostheses to bone by cement.  
J Bone Joint Surg, 46-B (1964), 518-529

Charnley, J.:  
Ersatz des Hüftgelenks durch Totalendoprothese.  
Triangel 8 (1968), 211-216

Charnley, J.:  
Femoral Prosthesis Theory.  
In: Charnley, J.: Low-Friction Arthroplasty of the Hip; Springer, Berlin,  
Heidelberg, New York 1979, 111-124

Coventry, M.B., Scanlon, P.W.:  
The use of radiation to discourage ectopic bone. A nine-year study in surgery  
about the hip.  
J Bone Joint Surg 63-A (1981), 201-208

Delank, K.S., Drees, P., Eckardt, A., Heine, J.:  
Ergebnisse zementfreier Endoprothesen bei der nichttraumatischen  
Hüftkopfnekrose.  
Z Orthop 139 (2001), 525-530

Delaunay, C., Cazeau, C., Kapandji, A.I.:  
Cementless primary total hip replacement. Four to eight year results with the  
Zweymüller-Alloclassic® prosthesis.  
Int Orthop 22 (1998), 1-5

Devlin, V., Einhorn, T., Gordon, S., Alvarez, E., Butt, K.:  
Total hip replacement after renal Transplantation. Long-term follow-up study  
and assessment of metabolic bone status.  
J Arthroplasty 3 (1988), 205-213

Dorr, L., Lockett, M.:  
Total hip arthroplasties in patients younger than 45 years.  
Clin Orthop 260 (1990), 215-219

Dubs, L., Gschwend, N., Munzinger, U.:  
Sport after total hip arthroplasty.  
Arch Orthop Trauma Surg 101 (1983), 161-169

Duparc, J., Massin, P.:  
Results of 203 Total Hip Replacements using a smooth, cementless femoral  
Component.  
J Bone Joint Surg 74-B (1992), 251-256

Effenberger, H., Ramsauer, T., Kranzinger, M., Grethen, C., Dorn, U.:  
Ossifikationsprophylaxe bei Hüft-Wechseloperationen mit 7-Gy-  
Einzelbestrahlung.  
Z Orthop 140 (2002), 317-322

Eggl, S., Rodriguez, J., Ganz, R.:  
Heterotopic ossification in total hip arthroplasty: the significance for clinical  
outcome.  
Acta Orthop Belg 66 (2000), 174-180

Eingartner, C., Volkmann, R., Winter, E., Maurer, F., Sauer, G., Weller, S.,  
Weise, K.:  
Results of an uncemented straight femoral shaft prosthesis after 9 years of  
follow-up.  
J Arthroplasty 15(4) (2000) 1-8

Engh, C.A.:  
Hip arthroplasty with a Moore prosthesis with porous coating: a five year study.  
Clin Orthop 176 (1983) 52-66

Engh, C.A., Massin, P., Suthers, K.E.:  
Roentgenographic assessment of the biologic fixation of porous surfaced  
femoral components.  
Clin Orthop 257 (1990) 107-128

- Fingerroth, R.J., Ahmed, A.Q.:  
Single dose 6 Gy prophylaxis for heterotopic ossification after total hip arthroplasty.  
Clin Orthop 317 (1995) 131-140
- Freeman, M.A.R., Railton, G.T.:  
Die zementlose Verankerung in der Endoprothetik.  
Orthopäde 16, 206-219 (1987).
- Freeman, M.A.R., Plante-Bordeneuve, P.:  
Early migration and late aseptic failure of proximal femoral prostheses.  
J Bone Joint Surg 76-B (1994), 432-438
- Giannikas, K.A., Din, R., Sadiq, S., Dunningham, T.H.:  
Medium-term results of the ABG total hip arthroplasty in young patients.  
J Arthroplasty 17(2) (2002), 184-188
- Gluck, T.:  
Die Invaginationsmethode der Osteo- und Arthroplastik.  
Berl Klin Wschr 19 (1890) 732
- Griss, P., Hackenbroch, M., Jäger, M., Preussner, B., Schäfer, T., Seebauer, R., van Eimeren, W., Winkler, W.:  
Findings in total hip replacement for ten years.  
In: Aktuelle Probleme in Chirurgie und Orthopädie.  
Huber Verlag, Bern, Stuttgart, Wien 1986.
- Gruen, T.A., Mc Neice, G.M., Amstutz, H.C.:  
„Modes of failure“ of cemented stem-type femoral components. A radiographic analysis of loosening.  
Clin Orthop 141 (1979), 17-27
- Gschwend, N., Frei, T., Morscher, E., Nigg, B., Loehr, J.:  
Alpine and cross-country skiing after total hip replacement.  
Acta Orthop Scand 71 (2000), 243-249
- Haddad, R.J., Cook, S.D., Brinker, M.R.:  
A comparison of three varieties of noncemented porous-coated hip replacement.  
J Bone Joint Surg 72-B (1990), 2-8
- Handel, M., Brettschneider, J., Köck, F.X., Anders, S., Perlick, L., Sell, S.:  
Risikofaktoren für heterotope Ossifikationen in der primären Hüftgelenktotalendoprothetik.  
Z Orthop 142 (2004), 564-570

- Hartwig, C.H., Sell, S., Küsswetter, W. :  
 Periartikuläre Verknöcherungen nach zementfreier und zementfixierter  
 Totalendoprothesen-Implantation des Hüftgelenks.  
 Z Orthop 127 (1989), 296-301
- Havelin, L.I., Espehaug, B., Vollset, S.E., Engesaeter, L.B.:  
 Early Aseptic Loosening of Uncemented Femoral Components in Primary Total  
 Hip Replacement.  
 J Bone Joint Surg 77-B (1995), 11-17
- Healy, W.L., Iorio, R., Lemos, M.J.:  
 Athletic activity after joint replacement.  
 Am J Sports Med (2001), 377-388
- Hellmann, E.J., Capello, W.N., Feinberg, J.R.:  
 Omnifit cementless total hip arthroplasty – a 10-year average followup.  
 Clin Orthop 364 (1999) 164-174
- Heisel, J., Schmitt, E.:  
 Sportfähigkeit und Belastbarkeit von Hüftprothesenträgern.  
 In: Böning, D., Braumann, K.M., Busse, M.W., Maassen, N., Schmidt, W.  
 (Hrsg.): Sport: Rettung oder Risiko für die Gesundheit.  
 31. Deutscher Sportärztekongress Hannover 1988.  
 Deutscher Ärzteverlag, Köln 1989.
- Heubner, G.L.:  
 Zementfreie Implantation der Bicontact-Hüftendoprothese. Ergebnisse einer  
 prospektiven Studie über 5 Jahre.  
 Medizinische Dissertation, Universität Tübingen (1994)
- Holz, U., Kraner, F., Weller, S.:  
 Periartikuläre Verknöcherungen nach Hüftgelenktotalendoprothesen.  
 Z Orthop 115 (1977), 146-158
- Hozack, J., Rothman, R.H., Booth, R.E., Balderston, R.A.:  
 Cemented versus cementless total hip arthroplasty.  
 Clin Orthop 289 (1993), 161-165
- Huggler, A.H., Schreiber, A.:  
 Alloarthroplastik des Hüftgelenkes. 2. Auflage.  
 Georg Thieme Verlag Stuttgart 1978
- Huo, M.H., Martin, R.P., Zatorski, L.E., Keggi, K.J.:  
 Total Hip Arthroplasty Using the Zweymuller Stem Implanted Without Cement.  
 J Arthroplasty 10 (1995), 793-799

Jockheck, M., Willms, R., Volkmann, R., Sell, S., Weller, S., Küsswetter, W.:  
Prevention of periarticular heterotopic ossification after endoprosthesis hip joint  
replacement by means of diclofenac.  
Arch Orthop Trauma Surg 117 (1998), 337-340

Johnston, R.C., Fitzgerald jr., R.H., Harris, W.H., Poss, R., Müller, M.E, Sledge,  
C.B.:  
Clinical and radiographic evaluation of total hip replacement. A standard system  
of terminology for reporting results.  
J Bone Joint Surg 72-A (1990) 161-168

Judet, J., Judet, R.:  
The use of artificial femoral head for arthroplasty of the hip joint.  
J Bone Joint Surg. 32-B (1950),166-173.

Judet, R., Siguier, M., Brumpt, B., Judet, T.:  
A Noncemented Total Hip Prosthesis.  
Clin Orthop 137 (1978) 76-84

Kantorowitz, D.A., Miller, G., Ferrara, J.A., Ibbott, G., Fisher, R., Ahrens, C.R.:  
Preoperative versus postoperative irradiation in the prophylaxis of heterotopic  
bone formation in rats.  
Int J Radiation Oncol Biol Phys 19 (1990), 1431-1438

Kattapuram, S.V., Lodwick, G.S., Chandler, H., Khurana, J.S., Ehara, S.,  
Rosenthal, D.I.:  
Porous-coated anatomic total hip prostheses: radiographic analysis and clinical  
correlation.  
Radiology 174 (1990), 861-864

Katzer, A., Löhr, J.F.:  
Frühlockerung von Hüftgelenkendoprothesen.  
Dtsch Ärztebl 2003; 100: A 784-790

Kilgus, D.J., Dorey, F.J., Finerman, G.A.M., Amstutz, H.C.:  
Patient activity, sports participation, and impact loading on the durability of  
cemented total hip replacements.  
Clin Orthop 269 (1991), 25-31

Kneller, D., Barthel, T., Karrer, A., Kraus, U., Eulert, J., Kölbl, O.:  
Prevention of heterotopic ossification after total hip replacement. A prospective,  
randomised study using acetylsalicylic acid, indomethacin and fractional or  
single-dose irradiation.  
J Bone Joint Surg 79-B (1997), 596-602

Kobayashi, A., Donnelly, W.J., Scott, G., Freeman, M.A.:  
Early radiological observations may predict the long-term survival of femoral hip prostheses.  
J Bone Joint Surgery 79-B (1997), 583-589

Koch, F.W., Messler, H.H., Wagner, U., Meyer, H.J.:  
Kurzfristige Ergebnisse (2 bis 5 Jahre) der Hydroxylapatit-beschichteten Hüftendoprothese vom Typ Furlong.  
Z Ortop 131 (1993), 562-567

Kohn, D., Plitz, W.:  
Endoprothetik und Knochenreaktion  
Orthopäde 24 (1995), 409-415

Kolbl, O., Knelles, D., Barthel, T., Kraus, U., Flentje, M., Eulert, J.:  
Randomized trial comparing early postoperative irradiation vs. the use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs for prevention of heterotopic ossification following prosthetic total hip replacement.  
Int J Radiat Oncol Biol Phys 39 (1997), 961-966

Küsswetter, W:  
Endoprothetik und körperliche Belastung.  
Vortrag in: 35. Deutscher Sportärztekongress, 332  
Hrsg: Dickhut, H.H., Küsswetter, W.  
Novartis Pharma Verlag, Wehr, 1997

Küsswetter, W., Sell, S.:  
Mittelfristige Ergebnisse mit dem zementfreien individuellen Femurersatz.  
Z Orthop 131 (1993), 553-557

Kutschera, H.P., Eyb, R., Schartelmüller, T., Toma, C., Zweymüller, K.:  
Das zementfreie Zweymüller Hüft-System. Ergebnisse einer 5-Jahres-Nachuntersuchung.  
Z Orthop 131 (1993), 513-517

Lindgren, J.U., Svensson, O., Mathieson, E.B.:  
Remodelling and pain after uncemented total hip replacement.  
Int Orthop 20 (1996), 7-11

Lord, G., Bancel, P.:  
The Madreporic Cementless Total Hip Arthroplasty.  
Clin Orthop 176 (1983) 67-76

Ludwig, F.J., Melzer, C., Backofen, D.:  
Kriterien zur radiologischen Beurteilung zementfreier Hüftendoprothesen am Beispiel des Spotorno-Schafts.  
Unfallchirurg 99 (1996), 750-757

- Malchau, H., Herberts, P., Ahnfelt, L.:  
Prognosis of total hip replacement in Sweden. Follow-up of 92.675 operations performed 1978-1990.  
Acta Orthop Scand 64 (1993), 497-506
- Malchau, H., Kärrholm, J., Wang, Y.X., Herberts, P.:  
Accuracy of migration analysis in hip arthroplasty: digitized and conventional radiography, compared to radiostereometry in 51 patients.  
Acta Orthop Scand 66 (1995), 418-424
- Malchau, H., Herberts, P., Wang, Y.X., Kärrholm, J., Romanus, B.:  
Long-term clinical and radiological results of the Lord total hip prosthesis. A prospective study.  
J Bone Joint Surg 78-B (1996), 884-891
- Maloney, W.J., Smith, R.L.:  
Periprosthetic osteolysis in total hip arthroplasty: the role of particulate wear debris.  
J Bone Joint Surg 77-A (1995), 1448-1461
- Martell, J.M., Pierson, R.H., Jacobs, J.J., Rosenberg, A.G., Maley, M., Galante, J.O.:  
Primary Total Hip Reconstruction with a Titanium Fiber-Coated Prosthesis Inserted without Cement.  
J Bone Joint Surg 75-A (1993), 554-571
- Matsui, M., Nakata, K., Masuhara, K., Ohzono, K., Sugano, N., Ochi, T.:  
The Metal-Cancellous Cementless Lübeck total hip arthroplasty. Five-to-nine-year results.  
J Bone Joint Surg 80-B (1998), 404-410
- McGrory, B.J., Stuart, M.J., Sim, F.H.:  
Participation in Sports After Hip and Knee Arthroplasty: Review of Literature and Survey of Surgeon Preferences.  
Mayo Clin Proc 70 (1995), 342-348
- McKee, G.K.:  
Artificial Hip Joint.  
J Bone Joint Surg 33-B (1951), 465
- McKee, G.K., Watson-Farrar, J.:  
Replacement of arthritic hips by the McKee-Farrar prosthesis.  
J Bone Joint Surg 48-B (1966), 245-259
- McLaughlin J.R., Lee K.R.:  
Total hip arthroplasty with an uncemented femoral component – excellent results at ten-year follow-up.  
J Bone Joint Surg 79-B (1997), 900-907



Merle d'Aubigné R., Postel M.:  
Functional results of hip arthroplasty with acrylic prosthesis.  
J Bone Joint Surg 36-A (1954), 451-475

Mittelmeier, H.:  
Hüftgelenkersatz bei jungen Menschen.  
Z Orthop 122 (1984), 20-26

Mittelmeier, H., Heisel, J., Schmitt, E.:  
Hüftgelenkersatz bei jungen Menschen unter 40 Jahren.  
Z Orthop 126 (1988) 304-313

Moore, A. T., Bohlman, H. R.:  
A metal hip joint.  
J Bone Joint Surg 25 (1943), 688-692

Moore, A.T.:  
Metal hip joint. A new self locking Vitallium prosthesis.  
5th. Med. J. 45 (1952), 11

Morscher, E.:  
Erfahrungen, Anforderungen und Entwicklung von zementfreien  
Hüftendoprothesen.  
Orthopäde 16 (1987), 185-196

Mouret, P., Zichner, L.:  
Postoperative Behandlung , Rehabilitation und gutachterliche Beurteilung von  
Endoprothesenträgern des Hüftgelenks.  
Versicherungsmedizin 44 (1992), 7-10

Mulier, J.C., Mulier, M., Brady, L.P., Steenhout, U., Cauwe, Y., Goosens, M.,  
Elloy, M.:  
A new system to produce intraoperatively custom femoral prosthesis from  
measurements taken during the surgical procedure.  
Clin Orthop 249 (1989), 97-112

Noble, P.C., Alexander, J.W., Lindahl, L.J., Yew, D.T., Granberry, W.M.,  
Tullows, H.S.:  
The anatomic basics of femoral component design.  
Clin Orthop 235 (1988), 148-165

Ohsawa, S., Fukuda, K., Matsushita, S., Mori, S., Norimatsu, H., Ueno, R.:  
Middle-term results of anatomic medullary locking total hip arthroplasty.  
Arch Orthop Trauma Surg 118 (1998), 14-20

Petrou, G., Gavras, M., Diamantopoulos, A., Kapetsis, T., Kremmydas, N., Kouzoupis, A.:

Uncemented total hip replacements and thigh pain.

Arch Orthop Trauma Surg 113 (1994), 322-326

Puolakka, T.J.S., Pajamäki, K.J.J., Pulkkinen, P.O., Nevalainen, J.K.:

Poor survival of cementless Biomet Total Hip. A report on 1.047 hips from the Finnish Arthroplasty Register.

Acta Orthop Scand 70 (1999), 425-429

Puolakka, T.J.S., Pajamäki, K.J.J., Halonen, P.J., Pulkkinen, P.O., Paavolainen, P., Nevalainen, J.K.:

The Finnish Arthroplasty Register. Report of the hip register.

Acta Orthop Scand 72 (2001), 433-441

Ring, P.A.:

Complete replacement arthroplasty of the hip by the Ring prosthesis.

J Bone Joint Surg 50-B (1968), 720

Ritter, M.A., Meding, J.B.:

Total hip arthroplasty. Can the patient play sports again?

Orthopedics 10 (1987), 1447-1452

Romano, C.L., Duci, D., Romano, D., Mazza, M., Meani, E.:

Celecoxib versus indomethacin in the prevention of heterotopic ossification after total hip arthroplasty.

J Arthroplasty 19 (2004), 14-18

Rossi, P., Sibelli, P., Fumero, S., Crua, E.:

Short-term results of hydroxyapatite-coated primary total hip arthroplasty.

Clin Orthop 310 (1995), 98-102

Rost, R., Berg, A., Franke, H., Glatthaar, G., Groher, G., Steinbach, K., Tschirdewahn, B., Zimmer, M.:

Sport bei Endoprothesenträgern.

Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention 1998

Sakalkale, D.P., Eng, K., Hozack, W.J., Rothmann, R.H.:

Minimum 10-year results of a tapered cementless hip replacement.

Clin Orthop 362 (1999), 138-144

Schmalzried, T., Jasty, M., Harris, W.H.:

Periprosthetic bone loss in total hip arthroplasty. Polyethylene wear debris and the concept of the effective joint space.

J Bone Joint Surg 74-A (1992), 849-863

Schmitt, H., Frank, C., Brocai, D., Schneider, U., Lukoschek, M.:  
Sportfähigkeit nach endoprothetischem Ersatz.  
Vortrag in: 35. Deutscher Sportärztekongress, 355  
Hrsg: Dickhut, H.H., Küsswetter, W.  
Novartis Pharma Verlag, Wehr, 1997

Schneider, E., Kinast, C., Eulenberger, J., Wyder, D., Eskilsson, G., Perren, S.M.:  
A comparative study of the initial stability of cementless hip prostheses.  
Clin Orthop 248 (1989), 200-209

Scholz, R., Freiherr von Salis-Soglio, S.:  
Sportfähigkeit nach endoprothetischem Gelenkersatz.  
Orthopäde 31 (2002), 423-431

Schüle, K.:  
Sport in der Rehabilitation von Patienten mit künstlichen Hüftgelenken –  
Sozialmedizinische und pädagogische Aspekte.  
In: Zichner, L., Engelhardt, M., Freiwald, J. (Hrsg.):  
Sport bei Arthrose und nach endoprothetischem Einsatz.  
Novartis, Nürnberg 1999, 113-122

Sell, S., Phillips, O., Handel, M.:  
No difference between two doses of diclofenac in prophylaxis of heterotopic  
ossifications after total hip arthroplasty.  
Acta Orthop Scand 75 (2004), 45-49

Smith-Peterson, M.N.:  
Arthroplasty of the hip. A new method.  
J Bone Joint Surg 21 (1939), 269-288

Snorrason, F., Kärrholm, J., Löwenhielm, G., Hietala, S.O., Hansson, L.I.:  
Poor Fixation of the Mittelmeier Hip Prosthesis.  
Acta Orthop Scand 60 (1989), 81-85

Spotorno, L., Schenk, R.K., Dietschi, C., Romagnoli, S., Mumenthaler, A.:  
Unsere Erfahrungen mit nicht-zementierten Prothesen.  
Orthopäde 16 (1987), 225-238

von Stempel, A., Menke, W., Wirth, C.J.:  
Sportliche Aktivitäten von Patienten mit zementfrei implantiertem  
Hüftgelenkersatz.  
Prakt Sport Traum Sportmed 2 (1992), 58-64

Stürmer, K.M. (Herausgeber):  
Leitlinien Unfallchirurgie  
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1999), 119-128

- Sumner, D.R., Galante, J.O.:  
Advances in osteointegration of cementless total hip replacements.  
Curr Opin Orthop 3 (1992) 427-435
- Thompson, F.R.:  
Two and half years experience with a vitallium intramedullary hip prosthesis.  
J Bone Joint Surg 36-A (1954), 489
- Tonino, A.J., Romanini, L., Rossi, P., Borroni, M., Greco, F., Garcia-Araujo, C.,  
Garcia-Dihinx, L., Murcia-Mazòn, A., Hein, W., Anderson, J.:  
Hydroxyapatite-Coated Hip Prosthese. Early Results from an International  
Study.  
Clin Orthop 312 (1995), 211-225
- Toom, A., Haviko, T., Rips, L.:  
Heterotopic ossification after total hip arthroplasty.  
Int Orthop 24 (2001), 323-326
- Ungethüm, M., Blömer, W.:  
Technologie der zementlosen Hüftendoprothetik.  
Orthopäde 16 (1987), 170-184
- Urist, M.R.:  
The principles of hip socket arthroplasty.  
J Bone Joint Surg 39-A (1957), 786.
- Widhalm, R., Höfer, G., Krugluger, J., Bartalsky, L.:  
Ist die Gefahr der Sportverletzung oder die Gefahr der Inaktivitätsosteoporose  
beim Hüftendoprothesenträger größer? Folgerung auf die Dauerhaftigkeit von  
Prothesenverankerungen.  
Z Orthop 128 (1990), 139-143
- Wiles, P.:  
The surgery of the osteo-arthritic hip.  
Brit J Surg 45 (1958), 488-497
- Willert, H.G., Semlitsch, M.:  
Kunststoffe als Implantatwerkstoffe.  
MOT 96 (1976), 94
- Wirtz, D.C., Niethard, F.U.:  
Ursachen, Diagnostik und Therapie der aseptischen  
Hüftendoprothesenlockerung – eine Standortbestimmung.  
Z Orthop 135 (1997), 270-280

Zenz, P., Pospisil, C., Fertschak, W., Schwägerl, W.:  
10 Jahre zementfreie Implantation von Hüfttotalendoprothesen unter  
Verwendung des Zweymüller-Schaftes.  
Z Orthop 133 (1995) 558-561

9. Anhang 1

**Datenerhebung individuelle Hüftprothese Adaptiva®**

Patentname: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum: \_\_\_\_\_

Geschlecht: männlich  weiblich

Präoperative Diagnose: \_\_\_\_\_

Voroperationen: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Operierte Seite: links  rechts

Datum der Operation: \_\_\_\_\_ Alter bei OP: \_\_\_\_\_

Nachuntersuchung: \_\_\_\_\_ Monate nach OP

Prothesenwechsel: nein  ja

Datum: \_\_\_\_\_

Ort: \_\_\_\_\_

**Klinische Daten:**

Bewertung nach Merle d'Aubigné **präoperativ:**

Schmerzen: \_\_\_\_\_ Punkte

Beweglichkeit: \_\_\_\_\_ Punkte

Gehfähigkeit: \_\_\_\_\_ Punkte Gesamt: \_\_\_\_\_ Punkte

Bewertung nach Merle d'Aubigné **postoperativ:**

Schmerzen: \_\_\_\_\_ Punkte

Beweglichkeit: \_\_\_\_\_ Punkte

Gehfähigkeit: \_\_\_\_\_ Punkte Gesamt: \_\_\_\_\_ Punkte



10. Anhang 2

**Datenerhebung Sportfähigkeit nach Implantation  
der individuellen Hüftprothese Adaptiva®**

Haben Sie vor Ihrer Hüftoperation Sport getrieben?

- ja  nein

Treiben Sie seit Ihrer Hüftoperation Sport?

- ja  nein

Wenn ja, wie viel im Vergleich zur Situation vor der Operation?

- mehr Sport vor OP  gleichviel Sport  
 weniger Sport vor OP  kein Sport vor OP

Welche Sportarten betreiben Sie seit der Prothesenimplantation und wie häufig?

Sportarten	Täglich	Mehrmals wöchentlich	Einmal wöchentlich	Weniger als einmal pro Woche
Wandern/ Spaziergehen				
Radfahren				
Schwimmen				
Gymnastik				
Tennis				
Fussball				
Kegeln				
Golf				
Tischtennis				
Bergwandern				
Ski alpin				
Skilanglauf				
Sonstige:				



Treten beim Ausüben der Sportarten Beschwerden von Seiten der operierten Hüfte auf?

ja

nein

Wenn ja, welche Beschwerden treten auf:

---

---

---

## 11. Danksagung

Ich möchte mich ganz herzlich bei meinem Doktorvater Herrn Professor Dr. Sell für die Überlassung des Themas und die jederzeit sehr gute und unkomplizierte Betreuung während der Arbeit bedanken. Mein Dank gilt außerdem Herrn Dr. Patrik Reize für die freundliche Unterstützung bei der Abfassung der Studie.

Ebenso danke ich herzlich meinen Eltern Andreas und Claudia Bronner, die mir das Studium der Humanmedizin und somit auch die Durchführung einer medizinischen Doktorarbeit ermöglicht haben.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinem Bruder Tobias Bronner, der mir bei computertechnischen Problemen jederzeit hilfreich zur Seite stand, sowie bei meiner Freundin Denise für die moralische Unterstützung.

Meinem Chefarzt Herrn Professor Dr. Mörk gebührt ein ganz besonders herzlicher Dank. Er hat durch seine stetige Motivation und Unterstützung in ganz erheblichem Maße zur Fertigstellung dieser Dissertation beigetragen. Ohne ihn wäre ein erfolgreicher Abschluss der Arbeit wohl kaum möglich gewesen.

## 12. Lebenslauf

**Name:** Rüdiger Bronner

**Geburtstag:** 18. März 1973

**Geburtsort:** Sulz am Neckar

**Eltern:** Andreas Bronner, Schulamtsdirektor a.D.  
Claudia Bronner

**Familienstand:** ledig

**Schulbildung:**

1979 – 1983	Grundschule Horb-Altheim
1983 – 1992	Martin-Gerbert-Gymnasium Horb a.N.
1992	Abitur

**Wehrdienst:** 07/1992 – 09/1993 Sanitätsbataillon 10 Horb a.N. und  
Bundeswehrkrankenhaus Kiel

**Studium:**

10/1993	Beginn des Medizinstudiums an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen
08/1995	Physikum
08/1996	Erstes Staatsexamen
03/1999	Zweites Staatsexamen
03/11/2000	Drittes Staatsexamen, Abschluss des Studiums mit der Gesamtnote „gut“

**Beruf:**

02/2001 – 01/2002	AIP Chirurgischen Abteilung Bodenseekreiskrankenhaus Tettnang
02/2002 – 07/2002	AIP Innere Abteilung Kreiskrankenhaus Nagold
Seit 08/2002	Assistenzarzt in selbiger Abteilung