

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie

– Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. W. Winkelmann –

**Langfristige Nachuntersuchungsergebnisse  
der zementfreien grobspongiösen  
Hüfttotalendoprothese S&G, ESKA:**

*Eine retrospektive klinische, psychometrische und  
radiologische Untersuchung 11,8 Jahre postoperativ*

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung des Doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von

Tschugunow, Andrej

aus Karaganda (Kasachstan)

2005

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der  
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. H. Jürgens

1. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. C. Götze

2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. M. Schult

Tag der mündlichen Prüfung: 27.06.2005

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie  
- Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. W. Winkelmann -

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. C. Götze  
Koreferent: Priv.-Doz. Dr. med. M. Schult

### **ZUSAMMENFASSUNG**

Langfristige Nachuntersuchungsergebnisse der zementfreien  
grospongiosen Hüfttotalendoprothese S&G, ESKA:  
Eine retrospektive klinische, psychometrische und radiologische Untersuchung  
11,8 Jahre postoperativ

Tschugunow  
Andrej

**Material und Methoden:** Von den 232 Patienten mit 265 Hüftgelenken, die in den Jahren 1986-1991 mit der zementfreien grospongiosen Totalendoprothese S&G, ESKA versorgt wurden, wurden 117 Patienten mit 137 Hüftgelenken durchschnittlich 11,8 (10,1-14,9) Jahre postoperativ untersucht. 16 Patienten wurden revidiert. Bei 101 Patienten (121 Hüftgelenke) wurde der klinische Befund (HARRIS-Hip Score, HHS), der psychometrische Befund (SF-36) und der Aktivitätsgrad erhoben. Das Migrationsverhalten, die Osteointegration der Implantate und die heterotope periprothetische Ossifikation wurden im Rahmen der radiologischen Untersuchung beurteilt.

**Ergebnisse:** Fünf Schäfte brachen ohne adäquates Trauma. Die kumulative Überlebensrate nach 14,9 Jahren unter Berücksichtigung aller Revisionsindikationen betrug 84,2% für den Schaft und 91,0% für die Pfanne. Der HHS betrug 88,3 (33,7-100,0) Punkte. 83,5% der Patienten wiesen einen sehr guten bzw. einen guten klinischen Befund auf. Die Patienten unter 60 Jahren wiesen eine schlechtere physische Lebensqualität als die Normpopulation auf ( $p < 0,05$ ), die älteren Patienten erreichten mit der Norm vergleichbare Werte. Dabei korrelierte die physische Lebensqualität mit dem klinischen Befund ( $p < 0,001$ ). Die psychische Lebensqualität der Patienten aller Altersklassen entsprach den Normwerten. 11,3% der Schäfte sanken ein, und 10,4% der Pfannen veränderten ihre Lage. Die meisten Lockerungssäume und Resorptionszeichen fanden sich im proximalen Femur und im medio-kaudalen Acetabulum. Die Sklerosierungszeichen kamen gehäuft im distalen Femur und im kranialen Acetabulum vor. Die radiologischen Befunde hatten keinen Einfluss auf den psychometrischen Befund. Die heterotopen Ossifikationen traten bei postoperativ bestrahlten Patienten seltener auf ( $p = 0,007$ ).

**Schlussfolgerung:** Die physische Lebensqualität der unter 60-jährigen Patienten konnte im Gegensatz zur psychischen Lebensqualität nicht vollständig wiederhergestellt werden. Obwohl die Patienten einen im Vergleich zu anderen Studien guten klinischen Befund aufwiesen, konnte der S&G-Schaft im Gegensatz zur S&G-Pfanne aufgrund einer hohen Lockerungs- und Bruchrate unter dem Aspekt der suffizienten langfristigen Patientenversorgung nur bedingt empfohlen werden.

**Tag der mündlichen Prüfung: 27.06.2005**

# ***Meinen Eltern***

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>1</b>
1.1	ENTWICKLUNG DER HÜFTENDOPROTHETIK .....	1
1.2	FRAGESTELLUNG .....	5
<b>2</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN.....</b>	<b>7</b>
2.1	PATIENTEN .....	7
2.2	OPERATIONSVERFAHREN .....	10
2.2.1	<i>Operationsvorbereitung .....</i>	<i>10</i>
2.2.2	<i>Instrumentarium .....</i>	<i>10</i>
2.2.3	<i>Lagerung.....</i>	<i>11</i>
2.2.4	<i>Operationstechnik.....</i>	<i>11</i>
2.2.5	<i>Postoperative Behandlung.....</i>	<i>12</i>
2.2.6	<i>Bestrahlung.....</i>	<i>13</i>
2.3	PROTHESE.....	14
2.3.1	<i>Schaft .....</i>	<i>15</i>
2.3.2	<i>Pfanne.....</i>	<i>16</i>
2.3.3	<i>Inlay.....</i>	<i>17</i>
2.3.4	<i>Kopf.....</i>	<i>17</i>
2.4	KLINISCHES TESTVERFAHREN .....	18
2.5	UNTERSUCHUNG DES AKTIVITÄTSGRADES .....	20
2.6	PSYCHOMETRISCHES TESTVERFAHREN.....	21
2.7	RADIOLOGISCHE UNTERSUCHUNG.....	23
2.7.1	<i>Prothesenschaft .....</i>	<i>24</i>
2.7.2	<i>Prothesenpfanne .....</i>	<i>25</i>
2.7.3	<i>Heterotope periartikuläre Ossifikation .....</i>	<i>26</i>
2.8	STATISTISCHE TESTVERFAHREN .....	27
<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE.....</b>	<b>28</b>
3.1	REVISIONEN UND ÜBERLEBENSANALYSE .....	28
3.2	KLINISCHE TESTERGEBNISSE.....	30
3.2.1	<i>Harris-Hip Score .....</i>	<i>30</i>

3.2.2	<i>Übrige klinische Befunde</i> .....	41
3.3	ERGEBNISSE DER AKTIVITÄTSUNTERSUCHUNG .....	42
3.4	PSYCHOMETRISCHE TESTERGEBNISSE .....	45
3.5	RADIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE.....	50
3.5.1	<i>Prothesenschaft</i> .....	50
3.5.2	<i>Prothesenpfanne</i> .....	58
3.5.3	<i>Periartikuläre Ossifikation</i> .....	65
<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b> .....	<b>68</b>
4.1	REVISIONEN UND ÜBERLEBENSANALYSE .....	68
4.2	KLINISCHER BEFUND, LEBENSQUALITÄT UND AKTIVITÄTSGRAD .....	71
4.3	RADIOLOGISCHE UNTERSUCHUNG.....	76
4.3.1	<i>Prothesenschaft</i> .....	76
4.3.2	<i>Prothesenpfanne</i> .....	78
4.3.3	<i>Periartikuläre Ossifikation</i> .....	79
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>81</b>
<b>6</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>84</b>
	<b>LEBENSLAUF</b> .....	<b>96</b>
	<b>DANKSAGUNG</b> .....	<b>98</b>
	<b>ANHANG</b> .....	<b>I</b>
	KLINISCHER HÜFT-SCORE NACH HARRIS .....	I
	FRAGEBOGEN ZUM ALLGEMEINEN GESUNDHEITZUSTAND SF 36 .....	V
	FRAGEBOGEN ZUM AKTIVITÄTSGRAD NACH SUTHERLAND .....	X

# 1 Einleitung

## 1.1 *Entwicklung der Hüftendoprothetik*

Die Implantation eines künstlichen anstelle eines krankhaft veränderten Hüftgelenkes stellt heute einen Routineeingriff dar und gehört mit 180.000 jährlich implantierten Endoprothesen zu den häufigsten Operationen in Deutschland. Die Vielzahl der heute eingesetzten Modelle ist das Ergebnis einer konsequenten Entwicklung der Endoprothetik.

Ein versteiftes, deformiertes Hüftgelenk wurde erstmals bereits im Jahre 1797 von BARTON durchtrennt, um dessen Beweglichkeit wiederherzustellen. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts verdrängte immer mehr die Entfernung eines schmerzhaften und die Beweglichkeit einschränkenden Gelenkes die Amputation [11]. Während WHITE 1821 bei der ersten Dekapitationsplastik den Hüftkopf resezierte und den Femurstumpf in das noch vorhandene Acetabulum einstellte, legte CARNOCHON 1840 eine Holzplatte in das Gelenk hinein. Es folgten Interpositionsverfahren, wobei das Fremdmaterial durch körpereigenes Gewebe ersetzt wurde [11;79]. HELFERICH gelang erstmals die dauerhafte Remobilisierung versteifter Gelenke, indem er 1871 Muskeln als gestielten Lappen zwischen die durchtrennten Knochenfragmente interponierte. Damit schaffte er die Grundlage der Arthroplastik.

1890 implantierte GLUCK Kniescharnierprothesen aus Elfenbein. Sehr bald kam es zu Lockerungen aufgrund von Abstoßungsreaktionen, zudem war die mechanische Belastbarkeit des Materials sehr gering. 1922 entwickelte und implantierte GROOVES Hüftkopfprothesen aus Elfenbein.

SMITH-PETERSEN legte erstmalig unfixiert eine Kappe zwischen Kopf und Pfanne eines Hüftgelenkes. Bei der sog. Mouldarthroplastik wurden damals Kappen (cups) aus Glas verwendet [89]. Diese wurden aber bald durch Plexiglas, Viscaloid und Bakelit und ab 1938 durch eine CoCrMo-Legierung („Vitallium“) ersetzt.

ADAMS und LANGE verwendeten ab 1950 aufsitzende anstatt nur eingelegte Cups. WAGNER und FREEMAN verfolgten diesen Gedanken und verbesserten diese Art der Arthroplastik über mehrere Zwischenschritte. Ihr Ziel war es, die artikulierenden Gelenkflächen der Pfanne und des Kopfes durch fest implantierte Komponenten zu erset-

zen. Diese Weiterentwicklung von WAGNER und FREEMAN erwies sich für die Entwicklung der heute eingesetzten Hüftendoprothesen als richtungsweisend.

Im Jahre 1950 entwickelten die Brüder JUDET erstmalig eine Femurprothese (Hemialloarthroplastik) aus Plexiglas und prägten somit als erste den Begriff Endoprothese. THOMPSON und MOORE verwendeten 1954 Metall (CoCrMo-Legierung) für ihre erste Schenkelhalsprothese.

McKEE und sein Partner WATSON-FARRAR entwickelten die erste Hüfttotalendoprothese, die aus einer Pfannenschale und einer femoralen Komponente aus CoCrMo-Legierung ohne Polyethylen-Inlay bestand. Das Team McKEE – FARRAR führte 1953 die erste Metall/Metall Gleitpaarung der Endoprothetik ein [67]. CHARNLEY und MÜLLER wählten als Material der Gelenkpfanne das hochverdichtete Polyethylen (HDPE), nachdem Teflon sich als erheblich abriebanfällig erwiesen hatte.

Mit Einführung von Polymethylmethacrylat (PMMA) als Knochenzement in die Hüftendoprothetik im Jahre 1970 gelang es CHARNLEY, eine stabile Verbindung zwischen Endoprothese und vitalem Knochengewebe zu erzielen. Die vielversprechenden Ergebnisse führten zur breiten Verwendung von Knochenzement bis zunehmend steigende Lockerungsraten die Indikation erneut auf die Versorgung von Patienten höheren Alters beschränkten. Daraus ergab sich die Notwendigkeit, die Ursachen der Lockerung zu erforschen und zu beseitigen. Die weitere Entwicklung der Hüftendoprothetik betraf sowohl das Prothesendesign und das Material als auch das Verankerungsprinzip.

Während für die zementierten Modelle überwiegend Geradschaftprothesen verwendet wurden, entwickelte MÜLLER eine gebogene Schaftform (1969/1970), WELLER setzte diese Entwicklung in den nachfolgenden Jahren fort (1971/1978). So sollte die knöcherne Auflagefläche der Prothesen vergrößert werden, um eine bessere Lastverteilung zu erzielen [69]. Ab 1975 erfolgte der erste klinische Einsatz der im Jahre 1969 von MITTELMEIER entwickelten zementfreien „Tragrippen“-Endoprothese [68]. Als Material setzten sich zunächst die CoCrMo-Legierungen gegenüber dem Edelstahl durch, während später vorwiegend das Titan zum Einsatz kam [88].

Die hohe Lockerungsrate der zementierten Prothesen wurde u.a. den Eigenschaften des Knochenzements zugeschrieben. Aufgrund von Inhomogenitäten durch falsches Anrüh-

ren oder Blutbeimengung kam es zu Zementbrüchen. Die Toxizität des Monomers, die Wärmeentwicklung durch die exotherme Reaktion der Polymerisation und der erhebliche Aufwand verbunden mit einem hohen Knochenverlust im Falle eines Prothesenwechsels begünstigten ebenfalls die Entwicklung der zementfrei zu implantierenden Prothesen in der Hüftendoprothetik [100].

Die ersten Versuche der zementfreien Verankerung wurden 1967 von SIVASH und 1973 von RING unternommen. In den darauf folgenden Jahren wurden viele zum Teil sehr unterschiedlich konzipierte Prothesensysteme entwickelt. MITTELMEIER stellte 1974 eine Prothese mit einem Metallschaft und einer Keramikpfanne vor. Die isoelastische Prothese von MORSCHER und MATHYS bestand aus Polyacetal und sollte Knochen in seiner Elastizität nachahmen [71]. Die Poroprothese aus Metall von JUDET wurde mit einer aufgerauten porösen Oberfläche versehen, um ein Einwachsen des Knochens zu ermöglichen [43].

Das Prinzip der Oberflächenaufrauung wurde erstmals von LORD anhand einer Prothese mit madreporischer Oberfläche (mit 1 mm großen Kugeln bedeckt) vorgestellt [58]. SCHÜTT und GRUNDEI entwickelten 1982 einen anatomisch geformten Prothesenschaft mit einer porösen Oberfläche, die ein dreidimensionales Netzwerk offener Poren darstellte und in ihrer Beschaffenheit den spongiösen Knochen imitierte [33]. Dieses Prothesenmodell stellt den Gegenstand dieser Arbeit dar. Das Prinzip der Oberflächenstrukturierung konnte sich in der zementfreien Endoprothetik des Hüftgelenkes bis in die heutige Zeit durchsetzen.

Diese Entwicklung machte es möglich, auf den Einsatz vom Knochenzement zu verzichten. Dadurch wurde die Prothesenversorgung des Hüftgelenkes vor allem auch jüngeren Patienten zugänglich. Die Standzeit der Prothesen konnte zwar gesteigert werden, die Problematik der aseptischen Lockerung blieb jedoch bestehen, so dass die Suche nach der optimalen Verankerung bis heute anhält, wodurch jährlich zahlreiche neue Modelle auf dem Markt erscheinen.

Mit der Entwicklung der dreidimensionalen bildgebenden Verfahren schritt auch die Entwicklung der individuell an die anatomischen Gegebenheiten des Patienten angepassten Prothesenschäfte voran. ALDINGER und WEIPERT stellten 1991 eines der

ersten Modelle mit diesem Prinzip vor [1]. Das im Jahre 1995 von OS Orthopedic Service entwickelte 3D-System CASPAR ermöglichte eine computertomographisch gestützte dreidimensionale Planung und Darstellung des gesamten Gelenkes während des Eingriffs und eine genaue Aufbereitung der Markhöhle durch den Roboter [78]. Ob sich diese Konzepte als erfolgreich bewähren können, werden weitere Studien aufzeigen. Es sind jedoch längere Verweilzeiten der Prothesen notwendig, um den Erfolg dieser Methoden letztlich beurteilen zu können.

Die Endoprothetik des Hüftgelenkes machte vor allem in den letzten 30 Jahren mit dem technischen Fortschritt einhergehend erstaunliche Entwicklung durch. Das Ergebnis dieser Entwicklung sind über 300 zum Teil sehr unterschiedliche Prothesenmodelle, die derzeit im deutschsprachigen Raum zum Einsatz kommen. Diese Tatsache macht Studien notwendig, um die Langzeitergebnisse nach Versorgung mit unterschiedlichen Prothesen vergleichen zu können und so die Qualität und das Konzept der einzelnen Prothesensysteme objektiv beurteilen zu können.

## **1.2 Fragestellung**

Der Erfolg der zementfreien Fixation von Endoprothesen hängt von der erzielten Primärstabilität und der sekundären dauerstabilen Integration im Knochenlager ab.

Da bei Relativbewegungen auf Dauer eine bindegewebige Schicht zwischen der Endoprothese und dem Knochenlager entsteht, die eine dauerhafte ossäre Verankerung unmöglich macht [14;81], ist bei der Implantation die Primärstabilität ohne Mikrobewegung der Prothese unbedingt erforderlich. Im Hinblick auf eine initial mechanisch feste Verankerung ist ein großflächiger Kontakt zwischen Implantat und Knochen im Sinne eines Formschlusses durch passgenaue Präparation des Implantatlagers sowie ein zusätzlicher Kraftschluss durch Vorspannung (Press fit) anzustreben. Ob diese Vorgaben erfüllt werden können, hängt in entscheidendem Maße von dem Prothesendesign ab.

Für die dauerhafte sekundäre zementfreie Osteointegration ist die Oberflächenbeschaffenheit des Implantates entscheidend. Eine ganze Reihe von unterschiedlichen Oberflächenstrukturen mit dem Ziel der knöchernen Integration wurden bereits entwickelt [70].

Die zementfreien Implantate mit „metallspongiöser“ Oberfläche wurden Ende der 70er Jahre entwickelt und fanden 1981 erstmals ihre Anwendung in der Hüftendoprothetik. Während die ersten Implantate eine zweidimensionale poröse Oberflächenstruktur besaßen, die in nur unzureichendem Maße das Einwachsen des Knochens ermöglichte, wurde in einer konsequenten Weiterentwicklung eine dreidimensionale Oberflächenstruktur entwickelt, die in ihrer Beschaffenheit die natürliche Spongiosastruktur imitierte [33].

Die zementfreie vollstrukturierte Hüftendoprothese mit metallspongiöser Oberfläche (S&G, ESKA-Implants, Lübeck, Deutschland) wurde seit 1983 implantiert. Kurz- und mittelfristige Nachuntersuchungsergebnisse dieses Prothesenmodells waren zufriedenstellend [66;82;87;94]. Langfristige Nachuntersuchungsergebnisse liegen in der Literatur noch nicht vor. Daher ist das Ziel dieser Arbeit, die Effektivität der Patientenversorgung mit der S&G-Hüftendoprothese in einer retrospektiven Langzeitstudie zu untersuchen.

Der Erfolg eines Prothesenkonzepts kann hinsichtlich unterschiedlicher Kriterien untersucht werden. Zu diesem Zweck wurden zahlreiche zum Teil sehr unterschiedlich konzipierte Verfahren entwickelt und eingesetzt [3;10].

Eines der Ziele der Hüftendoprothetik ist es, eine langfristige suffiziente Patientenversorgung sicherzustellen. Vor diesem Hintergrund stellt sich die erste Frage:

- ***Wie hoch sind die langfristigen Revisions- und Überlebensraten für Pfanne und Schaft des S&G-Prothesenkonzepts?***

Wissenschaftliche Studien belegen zum Teil erhebliche Diskrepanzen zwischen dem objektiven ärztlichen Befund und dem subjektiven Empfinden der Patienten nach der endoprothetischen Versorgung [56]. Daher ist für eine umfassende und aussagekräftige Nachuntersuchung der Einsatz von objektivierenden krankheitsspezifischen klinischen Untersuchungsverfahren sowie von krankheitsübergreifenden auf die subjektive Lebensqualität der Patienten bezogenen Untersuchungsverfahren unerlässlich [55]. Auf dieser Überlegung basieren folgende Fragen, die durch diese Studie beantwortet werden sollen:

- ***Wie gut ist der objektive klinische Befund, die gesundheitsbezogene subjektive Lebensqualität und der Aktivitätsgrad der mit der S&G-Prothese versorgter Patienten?***
- ***Welche Zusammenhänge bestehen zwischen diesen Untersuchungsparametern und wie werden sie von solchen Faktoren wie Patientenalter und -geschlecht und Verweildauer der Prothese beeinflusst?***

Durch veränderte biomechanische Bedingungen nach Implantation einer Hüftendoprothese kommt es zu periprothetischen Knochenreaktionen, die sich als radiologische Phänomene widerspiegeln. Die radiologische Nachuntersuchung soll folgende Fragen beantworten:

- ***Wie oft kommt es zur Migration der S&G-Prothesenkomponenten? Kann die angestrebte Osteointegration langfristig radiologisch bestätigt werden?***
- ***Wie oft kommt es zur Ausbildung von heterotopen periartikulären Ossifikationen und wie effektiv ist die prophylaktische postoperative Bestrahlung?***

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Patienten

In den Jahren 1986 – 1991 wurden in der Orthopädischen Klinik des St. Marien-Hospitals in Hamm in Westfalen insgesamt 232 Patienten primär mit einer zementfreien vollstrukturierten Totalendoprothese des Hüftgelenkes vom Typ S&G, ESKA versorgt. Darunter waren 133 (57,3%) Patienten weiblichen und 99 (42,7%) männlichen Geschlechts, das durchschnittliche Alter bei der Versorgung betrug 60,4 (23 – 83) Jahre. 33 Patienten wurden beidseitig operiert, so dass insgesamt 265 Endoprothesen implantiert wurden. Als Indikationen lagen idiopatische, posttraumatische, Dysplasie- und Protrusionscoxarthrose, idiopatische Femurkopfnekrose, Oberschenkelhalsfraktur und chronische rheumatoide Arthritis vor (Tabelle 1).

**Tabelle 1: Indikationen zur TEP-Versorgung**

Diagnose	Anzahl	Anteil
Coxarthrose, idiopatisch	165	62,3%
Femurkopfnekrose, idiopatisch	53	20,0%
Dysplasiecoxarthrose	34	12,8%
Protrusionscoxarthrose	9	3,4%
Coxarthrose, posttraumatisch	2	0,8%
Rheumatoide Arthritis	1	0,4%
Oberschenkelhalsfraktur	1	0,4%
Gesamt	265	100,00%

Von den 232 insgesamt operierten Patienten waren zum Zeitpunkt der Untersuchung 63 (27,2%) Patienten bereits verstorben, 19 (8,2%) der telefonisch oder postalisch zur Untersuchung eingeladenen Patienten verweigerten die Teilnahme, 16 (6,9%) Patienten gaben an, sich bereits einer Revisionsoperation unterzogen zu haben.

Trotz sorgfältiger Nachforschung durch die Einwohnermeldeämter konnten 33 (14,2%) Patienten aufgrund des hohen Patientenalters und der Follow-Up Dauer von durchschnittlich 11,8 Jahren nicht ausfindig gemacht werden. Da aber das Alter der untersuchten Patienten zum Zeitpunkt der Untersuchung im Mittel 71,5 Jahre betrug, muss

davon ausgegangen werden, dass ein erheblicher Anteil der nicht erreichten Patienten bereits verstorben ist (Tabelle 2).

**Tabelle 2: Patienten, Übersicht**

	Anzahl	Anteil
Operiert gesamt	232	100,0%
Verstorben	63	27,2%
Lost to follow up	33	14,2%
Untersuchung verweigert	19	8,2%
Revidiert	16	6,9%
Untersucht	101	43,5%

101 (43,5%) Patienten konnten zwischen März 2001 und Juli 2002 untersucht werden und wurden somit in diese Studie aufgenommen. Die Untersuchung erfolgte in der Orthopädischen Abteilung des St. Marien-Hospitals in Hamm, wobei drei Patienten im Rahmen eines Hausbesuches untersucht wurden und weitere drei durch Beantwortung der ihnen zugeschickten Fragebögen und durch telefonische Evaluierung an der Studie teilnahmen. Von diesen Patienten fehlten die Röntgenaufnahmen, so dass hier keine radiologische Beurteilung erfolgen konnte.

Von den 101 Patienten, die an der Studie teilnahmen, waren 62 (61,4%) weiblich und 39 (38,6%) männlich. Das durchschnittliche Alter betrug bei der Operation 59,0 (24,3 – 73,2, St. Abw. 9,43) und bei der Untersuchung 71,5 (37,7 – 86,9, St. Abw. 9,30) Jahre (Tabelle 3). Beide Hüftgelenke wurden bei 20 Patienten versorgt, so dass insgesamt 121 Eingriffe durchgeführt wurden: 58 (47,9%) am linken und 63 (52,1%) am rechten Hüftgelenk. Die Follow-Up Dauer lag zum Zeitpunkt der Untersuchung bei durchschnittlich 11,8 Jahren (10,1–14,9 Jahre).

Die Untersuchung wurde nach dem folgenden Schema durchgeführt:

- klinische Untersuchung
- Interview anhand des Aktivitätsscore
- psychometrische Untersuchung
- radiologische Untersuchung

Die einzelnen Schritte der Untersuchung werden im Folgenden detailliert dargestellt.

**Tabelle 3: Demographische Daten – untersuchte Patienten**

	Alter (Jahre)	BMI
<b>Gesamt, n=101 (100%)</b>		
Mittelwert	71,48	29,98
Minimum	37,73	18,10
Maximum	86,88	51,80
Standardabweichung	8,73	6,10
<b>Frauen, n=62 (61,4%)</b>		
Mittelwert	73,07	30,69
Minimum	37,73	18,10
Maximum	86,88	51,80
Standardabweichung	8,75	6,58
<b>Männer, n=39 (38,6%)</b>		
Mittelwert	68,95	28,85
Minimum	49,76	19,50
Maximum	83,06	48,40
Standardabweichung	8,17	4,94

## **2.2 Operationsverfahren**

### **2.2.1 Operationsvorbereitung**

Für die Operationsplanung standen Folienschablonen für rechts/links-differente Prothesen mit einer Größenabstufung von jeweils 10% zum nächst größeren Stiel zur Verfügung. Mit deren Hilfe wurde anhand von Röntgenaufnahmen die erforderliche Größe und die anzustrebende Position des Implantates geplant.

Vor der Operation wurden die Beinlängen mittels Brettchenvorlagen und Beckenwaage bestimmt, um evtl. vorhandene Längendifferenzen durch die Prothesenimplantation ausgleichen zu können.

In den Wochen vor der Operation erfolgte in der Regel eine Eigenblutspende, um perioperative Blutverluste kompensieren zu können.

Da die postoperative Mobilisation zunächst im Gehwagen und anschließend an Unterarmgehstützen erfolgte, was angesichts des höheren Patientenalters einer Übung unter Anleitung bedurfte, wurde präoperativ ein Gehtraining durchgeführt. Dabei mussten die Patienten das Gehen mit Unterarmgehstützen ohne Belastung und mit Teilbelastung erlernen.

### **2.2.2 Instrumentarium**

Zum Präparations- und Implantationsinstrumentarium gehörten:

- Oszillierende Säge mit schmalem und breitem Sägeblatt.
- In den Pfannengrößen abgestufte korbformige Raffelfräsen.
- Rechts/links-differente, größenabgestufte Formraspeln für die Femurmarkhöhle.
- Tellerförmige Stößel zum Einschlagen der zementfreien Metallpfanne.
- Zwei Kragenstempel zur Implantation der Prothesenstiele.

### 2.2.3 Lagerung

Die Patienten wurden flach auf dem Rücken ohne Keil unter der zu operierenden Beckenhälfte gelagert, da so die Position der Pfanneneingangsebene nicht verfälscht wurde. Anschließend wurde das Operationsgebiet mit einer Oberschenkelstockinette und proximaler U-Folie abgedeckt.

### 2.2.4 Operationstechnik

Alle Eingriffe wurden in Intubationsnarkose durchgeführt.

Zur Darstellung des Hüftgelenkes wurde bei allen durchgeführten Prothesenimplantationen der nach BAUER [4] modifizierte laterale transgluteale Zugang gewählt.

In Rückenlage wurde dabei ein gerader Schnitt über dem Trochanter major (in der Verlängerung nach proximal) durchgeführt und anschließend die Subcutis gespalten. Der Tractus iliotibialis wurde am Hinterrand des Musculus tensor fasciae latae in Faserverlaufsrichtung längs gespalten. Der dorsale Traktusanteil wurde im Bereich seiner größten Spannung über dem Trochanter major quer gekerbt. Die Sehne des Musculus gluteus minimus wurde quer durchtrennt und die ventralen Anteile der Sehne des Musculus gluteus medius nahe am Trochanter major gekerbt, soweit es die Spannungsverhältnisse erforderten. Nach dem scharfen Ablösen der sehnigen Verbindung zwischen Musculus gluteus minimus und der ventralen Hüftgelenkkapsel konnten die Muskeln im weiteren Verlauf des Eingriffs nach kranial ausweichen, ohne geschädigt zu werden. In dieser Weise ließen sich Schenkelhals, Hüftkopf und Pfanne übersichtlich darstellen.

Nach dem Umfahren des Schenkelhalses mit zwei Hohmann-Hebeln wurde die Hüftgelenkkapsel ventral doppel-T-förmig ausgeschnitten. Anschließend erfolgte die Stufenosteotomie des Schenkelhalses. Dabei markierte das Tuberculum innominatum (kranio-lateraler Ausläufer des Ursprungs des Musculus vastus lateralis und intertrochanterer Ansatz des Ligamentum iliofemorale) den Kreuzungspunkt der Resektionslinien der Osteotomie und diente als Anhalt für die Resektionsebenen. Die sagittale Osteotomie des Trochanter major mit dem schmalen Sägeblatt der oszillierenden Säge verlief in Verlängerung der Femurlängsachse senkrecht zur Tischebene. Die Osteotomie des

Schenkelhalses mit dem breiten Sägeblatt erfolgte bei um 90° außenrotiertem Oberschenkel. Dabei wurde auf Einhalten des Resektionswinkels von etwa 64° zur Schaftachse geachtet. Die Schnittebene verlief senkrecht durch den Schenkelhals.

Nach der Einstellung der Pfanne durch Adduktion und Flexion des Oberschenkels wurden die Gelenkkapsel und das Labrum acetabulare vollständig reseziert. Das Pfannenbett wurde zunächst durch Entfernen des Knorpels mit Meißeln und Raffelfräsen vorbereitet. Anschließend wurde mit Hilfe einer Bohrschablone ein Verankerungsloch gesetzt, der Metallsockel mit dem Pfanneneinschlagstößel unter Beachtung des Inklinationswinkels von etwa 45° und des Anteversionswinkels von etwa 20° eingeschlagen und das Polyäthyleninlay eingesetzt [35].

Nach erneutem Auslagern des Beines wurde bei um 90° außenrotiertem Oberschenkel die Markhöhle des Femur mit einem Hohlmeißel eröffnet und mit den Formraspeln auf die gewünschte Größe und Form erweitert. Anschließend wurde der Prothesenstiel mit dem Kragenstempel eingetrieben. Ein Zeichen für den korrekten Sitz der Prothese war der volle Kontakt zwischen dem Prothesenkragen und der Resektionsfläche. Wichtig war dabei der primär feste rotationsstabile Sitz der Implantate.

Nach dem Aufsetzen eines passenden Prothesenkopfes wurde das Gelenk reponiert. Anschließend wurde das Gelenkspiel, die Beweglichkeit und die Luxationstendenz beurteilt.

Nach sorgfältiger Wundspülung und Einlage einer tiefen Redondrainage erfolgte Readaptation und Naht der Sehnen des Musculus gluteus minimus und medius und der abgelösten Anteile des Musculus vastus lateralis. Es folgten die subfasciale Drainage sowie die Readaptation des Tractus iliotibialis und die Fasciennaht. Auf die Anlage einer Subcutandrainage folgten die Subcutan- und Intracutannaht und die Anlage eines sterilen Kompressionsverbandes.

### **2.2.5 Postoperative Behandlung**

Das operierte Bein wurde in einer Oberschenkelschaumstoffschiene bei leichter Innenrotation abduziert gelagert. Die Thromboseprophylaxe wurde postoperativ mit subcuta-

nen Gaben von niedermolekularem Heparin durchgeführt. Die perioperative antibiotische Prophylaxe erfolgte durch die dreitägige intravenöse Gabe von 2 g Gramaxin<sup>®</sup> dreimal täglich. Das Stehtraining begann am ersten postoperativen Tag, das Gehtraining mit Tippbelastung im Gehwagen sowie die Sitzmobilisation mit hochgelagertem Unterschenkel nach Entfernung der Redon-Drainagen in der ersten postoperativen Woche. Die Patienten wurden darauf hingewiesen, dass sie eine Adduktion des Beines sowie eine Außenrotation aufgrund der Luxationsgefahr zunächst vermeiden müssen. Die Teilbelastung des operierten Hüftgelenkes erfolgte nach Abschluss der Wundheilung ca. zwei Wochen post operationem an Unterarmgehstützen mit zunächst 20 kp und wurde dann wöchentlich um 10 kp gesteigert, so dass in der Regel nach sechs bis acht Wochen die Vollbelastung erreicht wurde.

### **2.2.6 Bestrahlung**

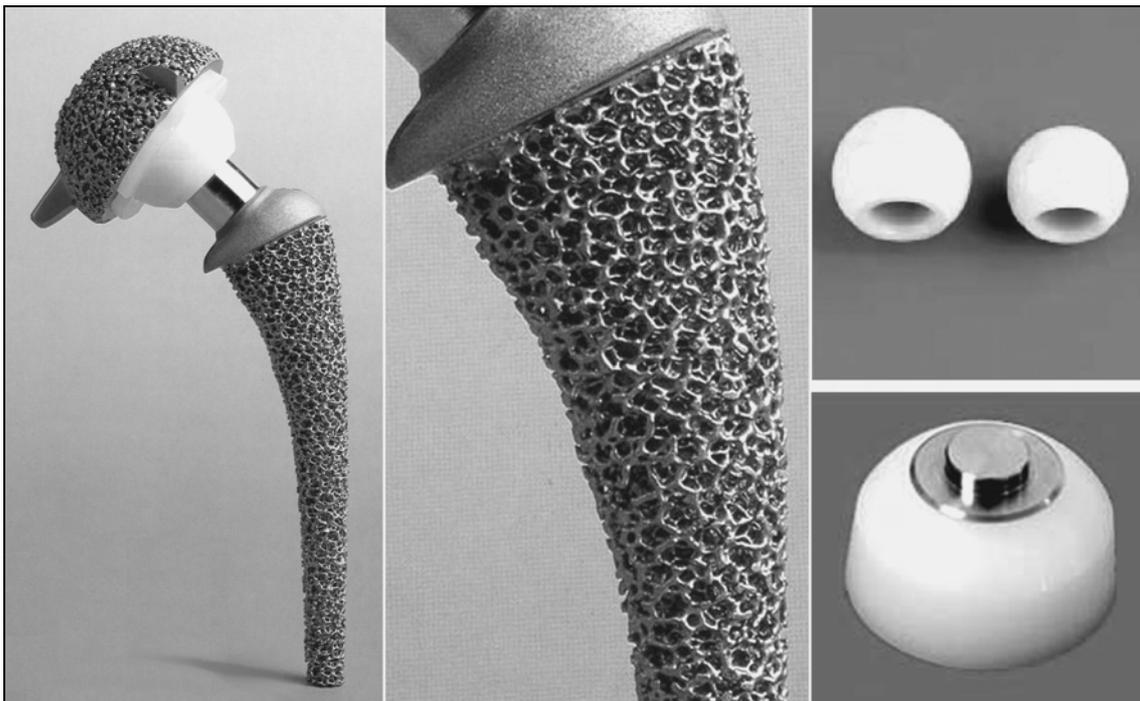
Aufgrund von teilweise unvollständigen Akten liegen für 34 Hüften (15,5%) keine Daten hinsichtlich der Bestrahlung vor. 120 Hüften (45,3%) wurden nicht strahlentherapeutisch behandelt. 104 (39,2%) von 265 operierten Hüften wurden innerhalb der ersten fünf Tage post operationem zur Prophylaxe der heterotopen periartikulären Ossifikation im Bereich des implantierten Hüftgelenkes mit Kobalt-60 bestrahlt. Dabei wurde in der Regel in 8 bis 10 Sitzungen eine Gesamtdosis von 10 Gy im Operationsgebiet in 7-12 cm Tiefe appliziert.

### 2.3 Prothese

Die S&G Hüftendoprothese (ESKA Implants GmbH & Co., Lübeck, Deutschland) ist ein Vier-Komponenten-System bestehend aus einer femoralen (Schaft) und einer acetabulären Komponente (Pfanne), sowie einem Pfanneninlay und einem Kopf.

Die femorale und die acetabuläre Komponente werden aus einer Kobalt-Chrom-Molybdän-Schmiedelegerung (Co-Cr-Mo) hergestellt. Nickel (Ni), Eisen (Fe), Kohlenstoff (C), Mangan (Mn), Silizium (Si) und Stickstoff (N) sind als weitere Bestandteile in Anteilen von jeweils unter 1% in dieser Legierung mit enthalten.

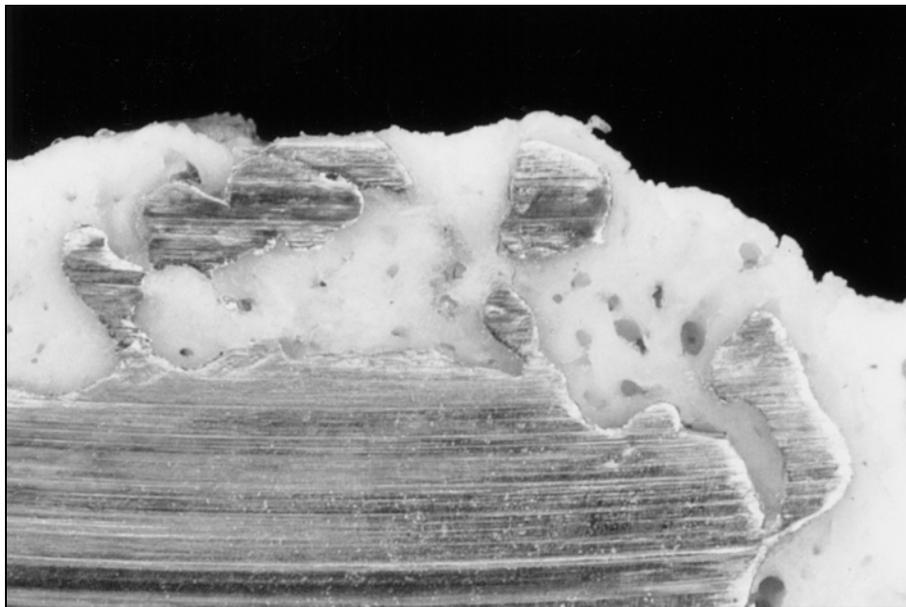
Die mit dem Knochen in Kontakt stehende Oberfläche der Pfanne und des Schaftes ist in ihrer gesamten Ausdehnung strukturiert. Die Oberflächenstruktur und der Kern der Prothese werden in einem speziellen Verfahren in einem Stück gegossen (Abbildung 1).



**Abb. 1: S&G- Prothese – ein Vier-Komponenten-System mit Spongiosa Metal<sup>®</sup> - Oberfläche. Rechts oben: der Kopf, rechts unten: das Inlay**

Die Oberfläche von Schaft und Pfanne ist in ihrem Aufbau an die natürliche Spongiosa des menschlichen Knochens angelehnt, das Material wird vom Hersteller daher als

Spongiosa Metal<sup>®</sup> bezeichnet. Die poröse Struktur stellt ein dreidimensionales Netzwerk miteinander kommunizierender Hohlräume dar. Die Höhe dieser Struktur beträgt durchschnittlich 3,0 mm, und deren Porosität erreicht 60%. Dabei liegt die Größe einzelner Poren zwischen 0,3 mm und 2,5 mm. Tierexperimentelle Studien und Untersuchungen menschlicher Explantate belegen einen dreidimensionalen verzahnenden Einwuchs von lamellärem Knochen in das Hohlraumssystem der Spongiosa-Metal<sup>®</sup> Oberfläche [51;82;87]. Der vergrößerte Querschnitt durch einen explantierten Schaft zeigt die feste Verbindung zwischen dem spongiösen Knochen und den miteinander kommunizierenden Hohlräumen der Prothesenoberfläche (Abbildung 2).



**Abb. 2: Einwachsen des Knochens in die metallspongiöse Oberflächenstruktur der S&G – Prothese (Querschnitt durch einen Schaft, der gebrochen war und explantiert werden musste)**

### 2.3.1 Schaft

Die anatomisch adaptierte femorale Komponente der S&G-Prothese, der sog. Prothesenschaft, wurde unter Berücksichtigung der S-förmigen – proximal dorsalkonvexen, weiter distal ventralkonvexen – Krümmung des Femurs entwickelt. Der im Querschnitt ovale Schaft lag demzufolge in seitendifferenten Ausführungen für das rechte und linke Hüftgelenk vor. Durch diese Form wurden die zentrische Ausrichtung des Schaftes in

der Markhöhle und seine Rotationsstabilität gewährleistet [33]. Die Schaftlänge wurde anhand von 93 menschlichen Femora so gewählt, dass der Schaft oberhalb der engsten Stelle der Femurmarkhöhle endet [33].

Um ähnlich wie beim intakten Femur auch eine Einleitung der Hüftbelastung in die mediale Kortikalis des Femur zu erreichen, wurde der Schaft mit einem Endoprothesenkragen ausgestattet. Der Kragen-Schaft-Winkel betrug  $64^\circ$ , so dass der Prothesenkragen und die Resektionsfläche des Schenkelhalses senkrecht zur Kraftresultierenden des Hüftgelenkes verliefen. Dadurch sollten an dieser Stelle die Scherkräfte weitgehend vermieden werden [35].

Der Prothesenschaft lag in sieben Größen vor: Größen 0 bis 4, Übergröße 5 und Größe 00 für sehr kleine Personen (Tabelle 4). Die Länge des Schafts der Größe 00 betrug 9 cm und nahm pro Größennummer um 1 cm zu, so dass der Schaft der Größe 5 eine Länge von 15 cm aufwies.

**Tabelle 4: Verteilung der verwendeten Schaftgrößen**

	Größe	Anzahl	Anteil
Schaft (n=265)	00	8	3,02%
	0	27	10,19%
	1	93	35,09%
	2	84	31,70%
	3	46	17,36%
	4	5	1,89%
	5	2	0,75%

### 2.3.2 Pfanne

Die hemisphärische acetabuläre Komponente verklemmte sich primär beim Einschlagen in das mit Raspeln vorbereitete knöcherne Acetabulum. Die Pfanne besaß zwei kurze flügelartige Fortsätze, die bei der Implantation in den anterioren und posterioren Acetabulumrand eingetrieben wurden, und einen Verankerungsstift, der in dem Verankerungsloch im Os ischium platziert wurde. Diese Elemente dienten der Rotationsstabilität der Pfanne.

Die Pfannengröße 0 besaß bei einem Außendurchmesser von 44 mm einen Innendurchmesser von 28 mm. Die Pfannengrößen 1 bis 6 waren im Außendurchmesser in Abständen von 4 mm abgestuft. So maß die größte Pfanne im Außendurchmesser 68 mm (Tabelle 5).

**Tabelle 5: Verteilung der verwendeten Pfannengrößen**

	Größe	Anzahl	Anteil
Pfanne (n=265)	0	42	15,85%
	1	143	53,96%
	2	72	27,17%
	3	7	2,64%
	4	1	0,38%

### 2.3.3 Inlay

In die Metallpfanne wurde nach deren Verankerung die Komponente aus UHMWPE (Ultra-high-molecular-weight Polyethylene), das Inlay, eingebracht. In der Gleitpaarung Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Keramik – UHMWPE beträgt die durchschnittliche Abriebrate 0,1 mm/Jahr [93], in der Paarung Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Keramik – Metall beträgt diese nach Herstellerangaben durchschnittlich 0,2 mm/Jahr.

Das Inlay konnte später entfernt bzw. ausgewechselt werden, ohne die Verankerung der Pfanne zu beeinträchtigen. Der Innendurchmesser des Polyethyleninlays betrug nach Wahl des Kopfes 28 mm oder 32 mm.

### 2.3.4 Kopf

Kugelhöpfe aus Aluminiumoxidkeramik (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) mit Durchmessern von 28 mm und 32 mm in drei Bohrungen mit unterschiedlichem Konusaufsitz erlaubten, die Halslänge der Prothese in 3-mm- bzw. 4-mm-Abständen zu variieren. Metallkugelhöpfe aus geschmiedeter Kobaltbasislegierung boten beim Durchmesser von 28 mm eine Anpassungsmöglichkeit der Halslänge in drei Stufen à 3 mm, die Köpfe mit 32 mm Durchmesser in vier Stufen à 4 mm. Darüber hinaus ließ sich der Prothesenhals mit einer überlangen Version um weitere 12 mm verlängern.

## **2.4 Klinisches Testverfahren**

Auf dem jährlichen Treffen der “American Orthopaedic Association” in Virginia 1967 stellte HARRIS eine neue Methode zur Beurteilung der Ergebnisse der Hüftgelenkchirurgie vor [30]. Diese Methode ermöglichte es, alle wichtigen Faktoren in einer verlässlichen, reproduzierbaren und objektiven Zahl zusammenzufassen [90]. Dieses System hat sich inzwischen zum Standardverfahren entwickelt und findet seitdem sowohl bei verschiedenen Hüftgelenkserkrankungen als auch bei unterschiedlichen Behandlungsmethoden weltweit Anwendung.

Diese Beurteilungsmethode basiert auf zwei für den Patienten besonders wichtigen Kriterien: Schmerz und Funktionalität. Diese Kriterien verdienen erhöhte Aufmerksamkeit, da zunehmender Schmerz und abnehmende Bewegungsfunktion des Hüftgelenkes in den meisten Fällen zur Indikationsstellung einer endoprothetischen Versorgung führen.

Das Bewegungsausmaß und die Ausprägung der Fehlstellungen werden ebenfalls mitberücksichtigt.

Der maximal erreichbare Wert beträgt basierend auf diesen vier Kriterien 100 Punkte. Diese Punkte werden nach folgendem Schema verteilt:

- |                           |            |
|---------------------------|------------|
| • Schmerz                 | 44 Punkte  |
| • Funktionalität          | 47 Punkte  |
| • Bewegungsausmaß         | 5 Punkte   |
| • Physiologische Stellung | 4 Punkte   |
| • Gesamt                  | 100 Punkte |

Die beiden wichtigsten Kriterien Schmerz und Funktionalität machen zusammen entsprechend ihrer Bedeutung für den klinischen Befund 91% (91 Punkte) des Testergebnisses aus. Um den Zustand des Patienten möglichst genau und nah an seinem klinischen Befund beurteilen zu können, wurden die Hauptkriterien weiter differenziert.

Die Schmerzintensität wurde in sechs Grade eingeteilt. Jedem Grad wurde ein Punktwert zugeordnet.

Das Hauptkriterium Funktionalität wurde in zwei weitere Unterpunkte untergliedert: Gangbild mit 33 und Aktivitäten mit 14 maximal zu erreichenden Punkten.

Die verbleibenden 9% (9 Punkte) wurden unter den Kriterien Fehlstellung und Bewegungsmaß aufgeteilt.

In der Kategorie Fehlstellung wurden maximal vier Punkte vergeben. Für das Vorhandensein einer Beuge-, Innenrotations- oder Adduktionskontraktur sowie einer Beinlängendifferenz wurde jeweils ein Punkt abgezogen.

Das Bewegungsausmaß des Hüftgelenkes wurde entsprechend den drei Bewegungsachsen in die sechs Bewegungsqualitäten Flexion, Extension, Abduktion, Adduktion, Außenrotation und Innenrotation gegliedert. HARRIS bewertete die Extension und die Innenrotation unabhängig vom Bewegungsausmaß jeweils mit null Punkten, da diese für Patienten im täglichen Leben von untergeordneter Bedeutung seien und daher nicht berücksichtigt werden sollten. Die gemessenen Umfänge anderer Bewegungsqualitäten wurden mit spezifischen Indizes multipliziert und anschließend addiert. Für das Kriterium Bewegungsausmaß wurden maximal fünf Punkte vergeben.

Schließlich wurde das klinische Ergebnis bei einer Punktzahl von 100-90 als sehr gut, bei 89-80 als gut, bei 79-70 als befriedigend und bei weniger als 70 Punkten als unbefriedigend bewertet [30]. Die detaillierte Aufschlüsselung des Harris-Hip Score befindet sich im Anhang.

## **2.5 Untersuchung des Aktivitätsgrades**

Hohe Belastung der Hüftendoprothese ist ein Risikofaktor für eine frühzeitige aseptische Prothesenlockerung. Mehrere Studien haben gezeigt, dass die höhere Lockerungsrate bei jüngeren Patienten trotz besserer Knochenqualität hauptsächlich durch die hohe körperliche Aktivität zu erklären waren [16;23;24;39;42;83;97;99]. Daher schien es auch im Rahmen dieser Studie unerlässlich, die körperliche Aktivität als einen für die Standzeit der Prothese wichtigen Faktor zu erfassen.

SUTHERLAND et al. entwickelte 1982 einen Fragebogen, mit dessen Hilfe das Aktivitätslevel von Patienten erfasst werden kann [96]. Dabei wird die allgemeine Aktivität mit einem bis vier Punkten, die Aktivität im Beruf oder im Haushalt und die Freizeitaktivität jeweils mit einem bis drei Punkten bewertet. Die Gesamtpunktzahl, die im Activity-Score nach SUTHERLAND erreichbar ist, liegt daher zwischen drei und zehn.

Allgemeine Aktivität	1 – 4 Punkte
Aktivität im Beruf/Haushalt	1 – 3 Punkte
<u>Freizeitaktivität</u>	<u>1 – 3 Punkte</u>
Erreichbare Punktzahl	3 – 10 Punkte

Dieser Fragebogen zeichnet sich durch ein breites Spektrum der erfassbaren Tätigkeiten und Aktivitäten sowohl im häuslichen als auch im beruflichen Umfeld. Aus diesem Grund war er für das in dieser Studie untersuchte heterogene Patientenkollektiv besonders geeignet. Der vollständige Fragebogen ist im Anhang abgedruckt.

## **2.6 Psychometrisches Testverfahren**

Die Evaluierung der Lebensqualität der Patienten erfolgte mit Hilfe von SF-36 Health Survey, einem Gesundheitsfragebogen, der im Rahmen der Medical Outcomes Study (MOS) entwickelt wurde [98]. Der SF-36 Gesundheitsfragebogen zählt zu den krankheitsübergreifenden Testverfahren, mit denen die subjektive Gesundheit sowohl gesunder Personen im Alter von 14 Jahren bis zum höchsten Lebensalter als auch erkrankter Populationen unterschiedlicher Erkrankungsgruppen aus der Sicht der Betroffenen erfasst werden kann. BULLINGER et al. übersetzten den Fragebogen ins Deutsche, testeten seine Validität und Reliabilität und beurteilten den SF-36 als ein verlässliches epidemiologisches Instrument [12]. Der SF-36 kann entweder von getesteten Personen selbst ausgefüllt, durch Interviewer direkt oder telefonisch abgefragt oder von den Angehörigen bzw. dem Arzt als Fremdbeurteilung durchgeführt werden. Dementsprechend liegen für den Test Selbstbeurteilungs-, Interview- und Fremdbeurteilungsbögen vor. Bisherige Untersuchungen zeigten keine systematischen Divergenzen zwischen der Selbstbeurteilungs- und der in dieser Arbeit verwendeten Interviewform [13]. Ferner liegen zwei Formen des SF-36 mit unterschiedlichem zeitlichen Bezug vor. Während sich die Fragen der „Akutversion“ auf die vergangene Woche beziehen, betrifft die Standardversion, wie sie in dieser Arbeit verwendet wurde, die vergangenen vier Wochen.

Der SF-36 Gesundheitsfragebogen besteht aus insgesamt 36 Items, die in unterschiedlicher Anzahl den acht Dimensionen der subjektiven Gesundheit zugeordnet werden können. Die Veränderung der Gesundheit wird mit einem Einzelitem bewertet, das keiner der acht o.g. Dimensionen angehört (Tabelle 6). Die Antwortkategorien beim SF-36 variieren von binär (z. B. mit „ja“ oder „nein“) zu beantwortenden Fragen bis hin zu sechsstufigen Antwortskaleten. Die Aufgabe der Patienten besteht dabei darin, die Antwortalternative anzukreuzen, die ihrem subjektiven Empfinden am nächsten kommt.

Der SF-36 Health Survey wurde ursprünglich entwickelt, um die Leistungen von Versicherungssystemen in den USA zu prüfen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde die übersetzte deutschsprachige und anhand einer repräsentativen Stichprobe der ost- und westdeutschen Bevölkerung normierte Version verwendet (Fragebogen im Anhang) [12;13].

Es liegen Standardwerte für Normpopulation und für unterschiedliche Erkranktenpopulationen jeweils nach Geschlecht getrennt und in Altersdekaden zusammengefasst vor.

**Tabelle 6: Gesundheitskonzepte; Itemanzahl- und stufen sowie Inhalt der acht SF-36 Skalen und des Items zur Veränderung des Gesundheitszustandes**

Konzepte	Itemanzahl	Anzahl der Stufen	Inhalt
Körperliche Funktionsfähigkeit	10	21	Ausmaß, in dem der gesundheitliche Zustand körperliche Aktivitäten, wie Selbstversorgung, Gehen, Treppensteigen, Bücken, Heben und mittelschwere oder anstrengende Tätigkeiten, einschränkt
Körperliche Rollenfunktion	4	5	Ausmaß, in dem der körperliche Gesundheitszustand die Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten beeinträchtigt, z.B. weniger schlafen als gewöhnlich, Einschränkungen in der Art der Aktivitäten oder Schwierigkeiten, bestimmte Aktivitäten auszuführen
Körperliche Schmerzen	2	11	Ausmaß an Schmerzen und Einfluss der Schmerzen auf die normale Arbeit, sowohl im Haus als auch außerhalb des Hauses
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	5	21	Persönliche Beurteilung der Gesundheit, einschließlich aktueller Gesundheitszustand, zukünftige Erwartungen und Widerstandsfähigkeit gegenüber Erkrankungen
Vitalität	4	21	Sich energiegeladen und voller Schwung fühlen versus müde und erschöpft
Soziale Funktionsfähigkeit	2	9	Ausmaß, in dem die körperliche Gesundheit oder emotionale Probleme normale soziale Aktivitäten beeinträchtigen
Emotionale Rollenfunktion	3	4	Ausmaß, in dem emotionale Probleme die Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten beeinträchtigen; u.a. weniger Zeit aufbringen, weniger schlafen und nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten
Psychisches Wohlbefinden	5	26	Allgemeine psychische Gesundheit, einschließlich Depression, Angst, emotionale und verhaltensbezogene Kontrolle, allgemeine positive Gemütsstimmung
Veränderung der Gesundheit	1	5	Beurteilung des aktuellen Gesundheitszustandes im Vergleich zum vergangenen Jahr

## **2.7 Radiologische Untersuchung**

Im Rahmen dieser Studie wurden 115 von 121 Hüften radiologisch untersucht. Drei Patienten wurden im Rahmen eines Hausbesuches und weitere drei anhand von postwendend beantworteten Fragebögen in die Studie aufgenommen. In diesen Fällen konnten keine Röntgenaufnahmen angefertigt werden.

Im Rahmen der radiologischen Untersuchung wurden a.-p.-Beckenübersichtsaufnahmen sowie axiale Aufnahmen nach LAUENSTEIN und a.-p.-Aufnahmen der betroffenen Hüftgelenke angefertigt. Um die Implantatlage und deren Veränderungen beurteilen zu können, wurden diese Aufnahmen mit den unmittelbar postoperativ angefertigten Röntgenbildern verglichen.

Um Messfehler durch Vergrößerung vermeiden zu können, wurde für jede Aufnahme ein Vergrößerungsfaktor mit Hilfe des gemessenen Durchmessers der Pfanne, deren realer Durchmesser in allen Fällen aus dem Operationsbericht bekannt war, errechnet. Die weitere Auswertung fand dann unter Berücksichtigung dieses Faktors statt.

Jedes Hüftgelenk wurde anhand von folgenden Kriterien radiologisch beurteilt:

1. Prothesenschaft:
  - Lage des Schaftes und deren Veränderung
  - Periprothetische femorale Knochenveränderungen
2. Prothesenpfanne:
  - Lage der Pfanne und deren Veränderung
  - Periprothetische acetabuläre Knochenveränderungen
3. Heterotope periartikuläre Ossifikation

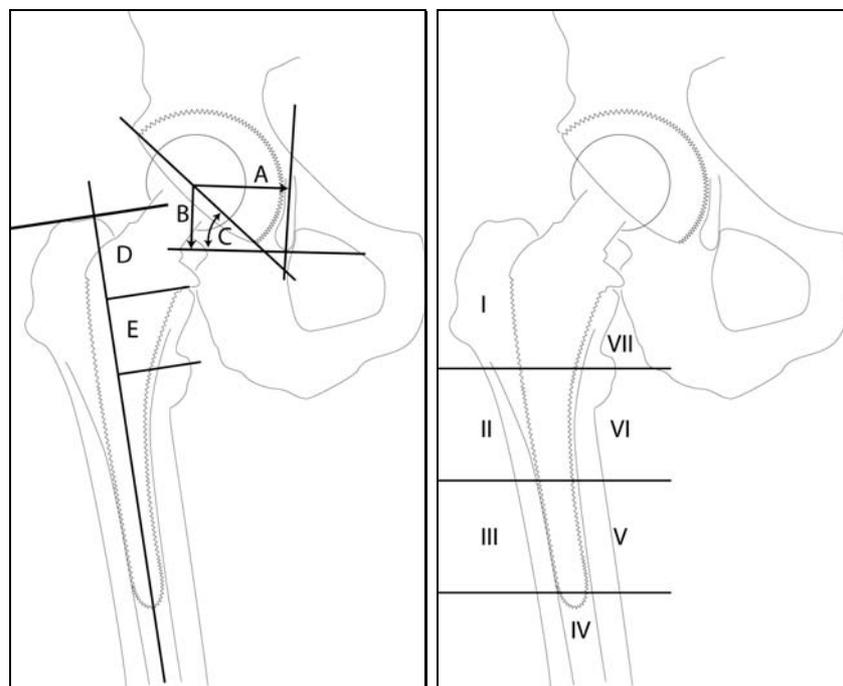
Diese Kriterien werden im Folgenden im Detail erläutert.

### 2.7.1 Prothesenschaft

Veränderungen der Lage des Schaftes wurden mit Hilfe der a.-p.-Aufnahmen vom Becken bzw. vom betroffenen Hüftgelenk ermittelt. Dabei wurde zum einen die Varus-/Valgusfehlstellung des Schaftes beurteilt und zum anderen nach der Methode von HEEKIN et al. [32] dessen Einsinken gemessen. Der Schaft galt als eingesunken, wenn

- der Abstand zwischen der medialen Prothesenschulter und der Spitze des Trochanter major um 5 mm oder mehr zunahm und
- der Abstand zwischen dem Unterrand der medialen Prothesenschulter und der Spitze des Trochanter minor sich um 5 mm oder mehr verringerte.

In allen Fällen, in denen die erste Messung eine Migration des Schaftes ergab, wurde dies durch eine zweite Messung kontrolliert (Abbildung 3). Ein bestehender Messfehler von  $\pm 3$  mm wurde bei in der Untersuchung berücksichtigt [38;63;76].



**Abb. 3: Messung der Schaftsinterung (D, E); Einteilung des Femur in sieben Zonen (I – VII) nach GRUEN**

Die Beurteilung der Osteointegration der femoralen Komponente wurde anhand von a.-p.-Aufnahmen der operierten Hüften durchgeführt. Dazu wurde der periprothetische Knochen nach GRUEN et al. [29] in sieben Zonen eingeteilt (Abbildung 3). Für jede Zone wurden Sklerosierung, Resorption, Periostverdickung und Lysesaum registriert. Lysesäume wurden außerdem ausgemessen. Jedes Femur wurde zusätzlich in Hinsicht auf Atrophie des Calcar femoris und Sockelbildung im Bereich der distalen Schaftspitze beurteilt.

### 2.7.2 Prothesenpfanne

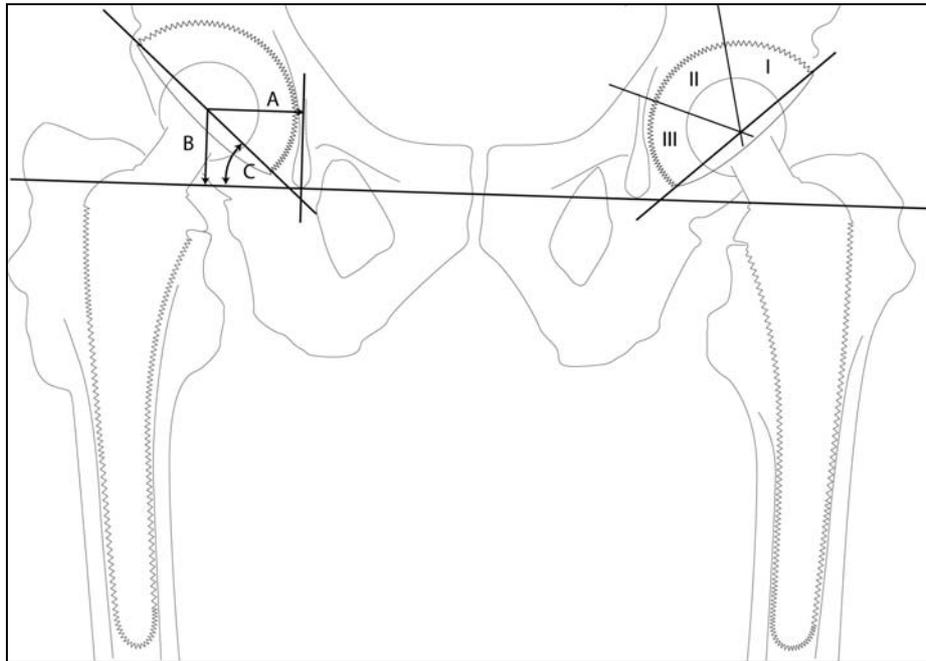
Der Inklinationswinkel der Pfanne wurde anhand der Beckenübersichtsaufnahmen ermittelt. Dieser Winkel wurde definiert als der Winkel zwischen einer Horizontalen durch die beiden Tränenfiguren und einer Linie durch die Öffnungsebene der Pfanne (Abbildung 4) [32].

Die Pfannenposition wurde ermittelt, indem

- der vertikale Abstand zwischen dem Pfannenzentrum und der horizontalen Linie durch die beiden Tränenfiguren und
- der horizontale Abstand zwischen dem Pfannenzentrum und der senkrechten Linie durch die ipsilaterale Tränenfigur gemessen wurde.

Veränderungen des Inklinationswinkels um mehr als  $5^\circ$  und der Pfannenposition um 5 mm oder mehr in jede Richtung zeigten nach HEEKIN et al. [32] eine Migration der Pfanne an.

Um die Osteointegration der Pfanne im Acetabulum beurteilen zu können, wurden anhand von a.-p. Beckenaufnahmen nach der Methode von DELEE und CHARNLEY [22] in den drei periacetabulären Zonen Lysesäume, Resorptions- und Sklerosierungszeichen registriert (Abbildung 4).



**Abb. 4: Messung der horizontalen (A) und der vertikalen (B) Pfannenmigration, sowie des Inklinationswinkels (C) nach HEEKIN et al.; Einteilung des Acetabulums in drei Zonen (I – III) nach DELEE und CHARNLEY**

### 2.7.3 Heterotope periartikuläre Ossifikation

Die heterotope periartikuläre Ossifikation wurde anhand von a.-p. Aufnahmen nach den Kriterien von BROOKER et al. [9] beurteilt. Dabei wurde die Ausprägung in folgende fünf Grade eingeteilt:

- Grad 0: keine Ossifikation
- Grad I: Knocheninseln in den periprothetischen Weichteilen
- Grad II: Osteophyten vom Becken oder Femur ausgehend, Mindestabstand zwischen den Osteophyten größer als 1 cm
- Grad III: Osteophyten vom Becken oder Femur ausgehend, Mindestabstand zwischen den Osteophyten kleiner als 1 cm
- Grad IV: Ankylose des Hüftgelenkes

## **2.8 Statistische Testverfahren**

Die statistische Auswertung der Untersuchungsergebnisse erfolgte mittels eines handelsüblichen Personalcomputers mit den Programmen SPSS für Windows® Version 11.5.1 (SPSS Inc., Chicago, USA) und Microsoft® Excel 2000 (Microsoft Corporation, Seattle, USA).

Die statistische Auswertung für zwei unverbundene Stichproben erfolgte mit dem t – Test und dem Mann-Whitney-U–Test und für mehrere unverbundene Stichproben mit dem Kruskal-Wallis-H-Test. Zur Testung der Beziehungen zwischen Variablen fand das Verfahren für bivariate Korrelationen mit den Koeffizienten nach Pearson und Spearman Anwendung.

Die Überlebensanalyse wurde nach dem Kaplan-Meier-Verfahren durchgeführt.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 Revisionen und Überlebensanalyse

In dieser Studie wurde die Revisionsoperation eines Hüftgelenkes als Misserfolg definiert.

Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren 16 Hüftgelenke (6,1 % aller Hüftgelenke) bei 16 Patienten bereits revidiert worden. Eine 66-jährige Patientin hatte trotz eines gebrochenen Schafts keine klinischen Symptome, so dass eine Revisionsoperation zunächst abgelehnt wurde. Die Revisionsindikationen setzten sich wie folgt zusammen (Tabelle 7):

**Tabelle 7: Indikationen für Revisionsoperationen**

Indikation	Anzahl	Anteil
Aseptische Lockerung - Schaft	7	2,6%
Aseptische Lockerung - Pfanne und Kopfbruch	1	0,4%
Septische Lockerung - Schaft	3	1,1%
Ermüdungsbruch - Schaft	4	1,5%
Subluxation und Abrieb des Inlays	1	0,4%
Gesamt	16	6,1%

Die kumulative Überlebensrate wurde nach dem Verfahren von KAPLAN und MEIER [44] berechnet. Dieses Verfahren bezieht sowohl echte als auch zensierte Beobachtungen aller Patienten mit ein, wobei auch kurze Beobachtungszeiten berücksichtigt werden.

Die Abbildung 5 zeigt die so berechnete kumulative Überlebensrate für Schaft und Pfanne in Abhängigkeit vom Implantatalter. So lag nach 14,9 Jahren die Wahrscheinlichkeit, einen Schaft noch in situ vorzufinden, bei 84,2% ( $\pm 5,3\%$ ) und die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen einer intakten Pfanne bei 91,0% ( $\pm 7,9\%$ ).

Die kumulative Überlebensrate für beide Komponenten insgesamt unabhängig von der Art der Revision betrug 87,6% ( $\pm 4,8\%$ ).

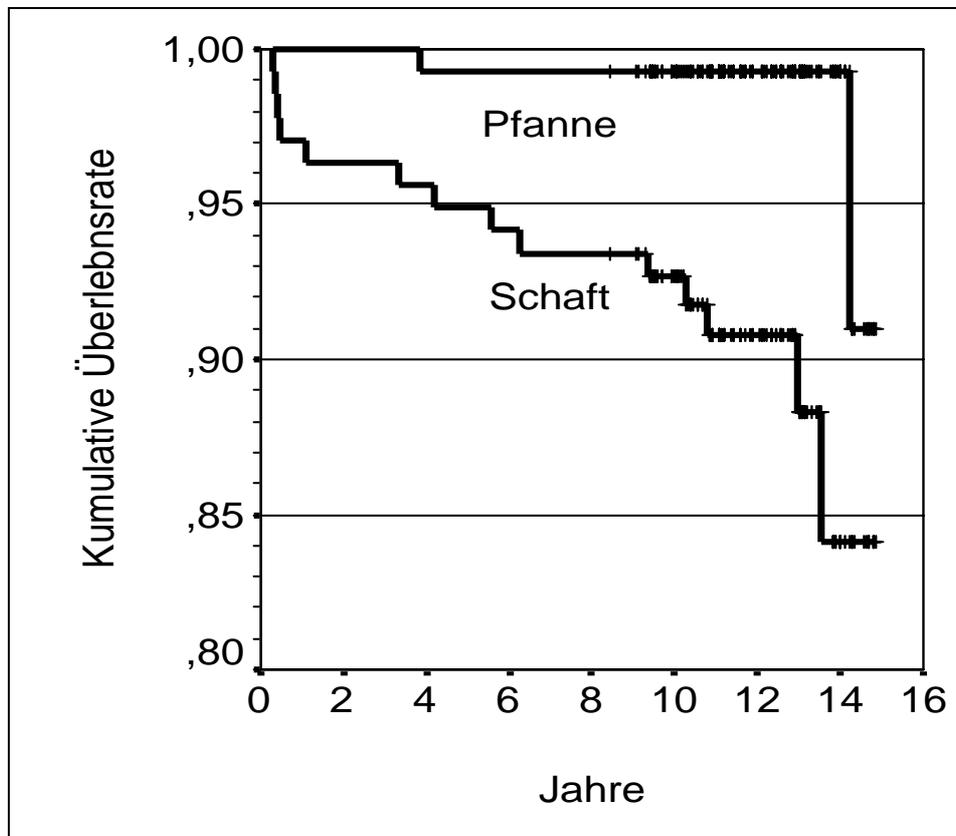


Abb. 5: Kumulative Überlebensraten für Pfanne und Schaft, berechnet nach dem KAPLAN-MEIER-Verfahren

## 3.2 Klinische Testergebnisse

### 3.2.1 Harris-Hip Score

Neben der Standzeit, also dem Zeitraum von der Implantation bis zur Revision, ist in der Endoprothetik das klinische Befinden des Patienten von Bedeutung. Das Versagen eines Implantates ist bis auf Implantatbrüche kein punktuelles Ereignis, sondern erstreckt sich über einen Zeitraum, in dem der Patient unter zunehmenden Beschwerden leiden muss. Der Harris-Hip Score versucht, den klinischen Befund zu quantifizieren. Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt 100 Punkte und entspricht dem Befund eines schmerz- und beschwerdefreien Patienten ohne Einschränkung der Alltagsaktivitäten. Im Folgenden werden die Ergebnisse des Harris-Score und seiner Einzelkriterien dargestellt.

Der Mittelwert des Harris-Hip Score betrug für die gesamte Patientengruppe 88,3 Punkte (33,7 – 100,0, Standardabw. 14,99), für den weiblichen Anteil 91,2 (47,9 – 100,0, Standardabw. 9,74) und für den männlichen Anteil 83,4 Punkte (33,7 – 100,0, Standardabw. 20,31) (Tabelle 8).

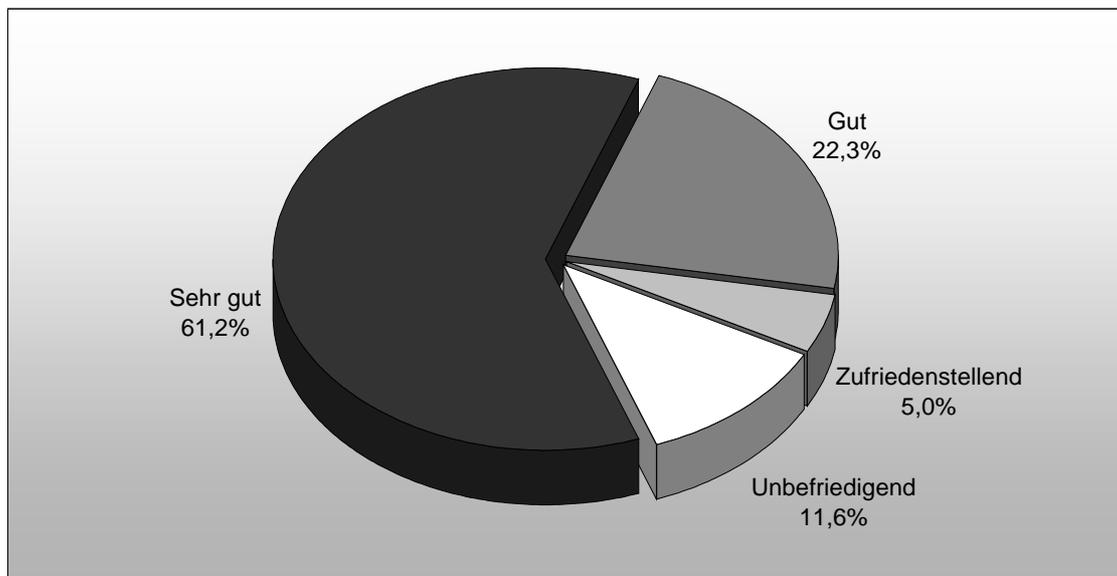


Abb. 6: Verteilung der Ergebnisse des Harris-Hip Score

74 (61,16%) Hüften wurden als sehr gut (90-100 Punkte), 27 (22,31%) als gut (80-89 Punkte), 6 (4,96%) als zufriedenstellend (70-79 Punkte) und 14 (11,57%) als unbefriedigend (weniger als 70 Punkte) beurteilt (Abbildung 6).

**Tabelle 8: Ergebnisse des Harris-Hip Score – aufgeteilt nach Einzelkriterien**

	Schmerz	Gang	Aktivität	Deformität	Bewegungs- ausmaß	Gesamt	
[Max]	[44]	[33]	[14]	[4]	[5]	[100]	
Gesamt	39,87	27,84	11,76	3,98	4,83	88,31	Mittelwert
	8,80	6,22	2,64	0,13	0,23	14,99	St.-Abw.
	0,00	7,00	0,00	3,00	3,65	33,70	Minimum
	44,00	33,00	14,00	4,00	5,00	100,00	Maximum
Frauen	41,84	28,59	11,93	4,00	4,81	91,22	Mittelwert
	5,44	4,97	2,07	0,00	0,23	9,74	St.-Abw.
	10,00	13,00	4,00	4,00	3,65	47,90	Minimum
	44,00	33,00	14,00	4,00	5,00	100,00	Maximum
Männer	36,53	26,58	11,47	3,96	4,85	83,40	Mittelwert
	11,94	7,80	3,41	0,21	0,22	20,31	St.-Abw.
	0,00	7,00	0,00	3,00	3,65	33,70	Minimum
	44,00	33,00	14,00	4,00	5,00	100,00	Maximum

### 3.2.1.1 Schmerzen

Die Schmerzhaftigkeit des operierten Hüftgelenkes wurde im Rahmen des Harris-Hip Score erhoben und beurteilt. Die Ergebnisse des Kriteriums „Schmerzausmaß“ sind in der Tabelle 9 dargestellt.

**Tabelle 9: Schmerzausmaß nach Harris-Hip Score**

Schmerz	[Punkte]	Hüften	Anteil
Ruheschmerz, starke Behinderung	[0]	1	0,8%
Stark, schwere Einschränkung tägl. Aktivität	[10]	3	2,5%
Erträglich, Einschränkung tägl. Aktivität	[20]	8	6,6%
Gering, ohne Einfluss auf tägl. Aktivität	[30]	5	4,1%
Leicht, gelegentlich	[40]	23	19,0%
Kein	[44]	81	66,9%
Gesamt		121	100,0%

Zum Zeitpunkt der Untersuchung waren 81 Hüften (66,9%) schmerzfrei und 28 (23,1%) verursachten gelegentlich nur leichte bzw. geringe Schmerzen ohne Einfluss auf die tägliche Belastung. 12 Hüftgelenke (9,9%) waren derart schmerzhaft, dass daraus eine Einschränkung der täglichen Aktivität resultierte.

### 3.2.1.2 Gang

Ein weiteres wichtiges Kriterium des Harris-Hip Score ist der Gang. Die Verteilung der Ergebnisse der Einzelkriterien Hinken, Gehleistung und Gehhilfen zeigen die Tabellen 10-12.

**Tabelle 10: Hinken nach Harris-Hip Score**

Hinken	[Punkte]	Hüften	Anteil
Stark mit Gehhilfe	[0]	3	2,5%
Mäßig	[5]	9	7,4%
Leicht	[8]	38	31,4%
Kein	[11]	71	58,7%
Gesamt		121	100,0%

In 90,1% der Fälle (91 Patienten mit 109 implantierten TEP) zeigten die Patienten ein flüssiges hinkfreies bzw. leicht hinkendes und in 12 Fällen (9,1%) ein mäßig bis stark hinkendes Gangbild. Die Komorbidität der weiteren Gelenke der unteren Extremität bzw. des Hüftgelenkes der Gegenseite wurde weitgehend berücksichtigt, ihr Einfluss auf das zu beurteilende Gelenk konnte jedoch nur abgeschätzt werden.

**Tabelle 11: Gehleistung nach Harris-Hip Score**

Gehleistung	[Punkte]	Hüften	Anteil
Nicht gehfähig	[0]	0	0%
Nur in der Wohnung	[2]	1	0,8%
ca. 500 m	[5]	15	12,4%
ca. 1000 m	[8]	23	19,0%
Unbegrenzt	[11]	82	67,8%
Gesamt		121	100,0%

Die Untersuchung der Gehleistung ergab, dass alle Patienten gehfähig waren. Nur ein Patient (0,8%) war aufgrund der Gehleistung an seine Wohnung gebunden. 105 operierte Hüften (86,8%) ermöglichten es 87 Patienten, mindestens 1000 m gehend zurückzulegen. Mehr als zwei Drittel aller Patienten (67 Patienten mit 82 Implantaten) waren sogar fähig, länger als 60 Minuten zu gehen und so mehrere Kilometer zu Fuß zurückzulegen. In diesen Fällen wurde die Gehleistung von Harris als unbegrenzt bezeichnet.

**Tabelle 12: Benutzung von Gehhilfen**

Gehhilfen	[Punkte]	Hüften	Anteil
Nicht gehfähig	[0]	0	0%
Gehwagen	[1]	0	0%
Zwei Unterarmgehstützen	[2]	4	3,3%
Zwei Gehstöcke	[3]	2	1,7%
Eine Unterarmgehstütze	[4]	3	2,5%
Ein Gehstock für kurze Strecken	[5]	15	12,4%
Ein Gehstock für lange Strecken	[7]	23	19,0%
Keine	[11]	74	61,2%
Gesamt		121	100,0%

Auch die Evaluation der Benutzung von Gehhilfen zeigte keine nicht gehfähigen Patienten auf. Ebenfalls benutzte kein Patient einen Gehwagen. 41 Patienten (mit 47 (38,8%) operierten Hüftgelenken) waren auf Gehhilfen angewiesen. Der Zustand von neun Hüftgelenken (7,5%) zwang acht betroffene Patienten, permanent Gehhilfen zu benutzen. In 15 Fällen (12,4%) konnten die Patienten selbst kurze Strecken außerhalb der Wohnung nur mit einem Gehstock bewältigen. In den übrigen 97 Fällen (80,2%) war ein Gehstock nur für lange Strecken (19,0%) oder gar nicht notwendig (61,2%).

### 3.2.1.3 Aktivität

Das Kriterium „Aktivität“ setzt sich aus den Unterpunkten „Treppensteigen“, „Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel“, „Sitzfähigkeit“ und „Anziehen von Schuhen und Strümpfen“ zusammen. Diese Unterpunkte werden im Folgenden einzeln ausgewertet (Tabellen 13-16).

**Tabelle 13: Treppensteigen**

Treppensteigen	[Punkte]	Hüften	Anteil
Nicht möglich	[0]	1	0,8%
Mit Nachziehen des Beines	[1]	9	7,4%
Festhalten am Treppengeländer	[2]	50	41,3%
Problemlos möglich	[4]	61	50,4%
Gesamt		121	100,0%

Das Treppensteigen war nur für einen Patienten (0,8%) nicht möglich. Die übrigen 120 Hüftgelenke (99,2%) boten einen klinischen Befund, der ein Begehen von Treppen ermöglichte. Dabei waren 51 Patienten mit 61 (50,4%) versorgten Hüftgelenken beschwerdefrei und 50 Patienten mit 59 (48,7%) betroffenen Hüften mussten das Geländer zur Hilfe nehmen bzw. das operierte Bein nachziehen.

**Tabelle 14: Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel**

Öffentliche Verkehrsmittel	[Punkte]	Hüften	Anteil
Benutzung nicht möglich	[0]	9	7,4%
Benutzung möglich	[1]	112	92,6%
Gesamt		121	100,0%

Harris hielt das Benutzen öffentlicher Verkehrsmittel für eine für die tägliche Aktivität wichtige Voraussetzung. Daher wurde dieses Kriterium ebenfalls anhand des Harris-Score untersucht. Dabei sahen sich acht Patienten mit neun operierten Hüften (7,4%) außerstande, mit Bussen und Bahnen zu reisen. Dabei stellte hauptsächlich das Ein- und Aussteigen das eigentliche Problem dar. 93 Patienten mit 112 operierten Hüftgelenken (92,6%) konnten öffentliche Verkehrsmittel benutzen.

**Tabelle 15: Sitzfähigkeit**

Sitzfähigkeit	[Punkte]	Hüften	Anteil
Nicht beschwerdefrei sitzfähig	[0]	1	0,8%
Hoher Stuhl für ½ Stunde	[3]	17	14,0%
Jeder Stuhl für mind. eine Stunde	[5]	103	85,1%
Gesamt		121	100,0%

Die Anzahl der Patienten, die auf jedem Stuhl bequem für mindestens eine Stunde sitzen konnten, betrug 86 (103 Hüftgelenke, 85,1%) . 14 Patienten mit 17 (14,0%) operierten Hüftgelenken benötigten zum bequemen Sitzen einen hohen Stuhl. Ein Patient (0,8%) klagte im Sitzen bereits nach einigen Minuten über Schmerzen in der operierten Hüfte.

**Tabelle 16: Anziehen von Schuhen und Strümpfen**

Schuhe und Strümpfe anziehen	[Punkte]	Hüften	Anteil
Beides nicht möglich	[0]	7	5,8%
Mit Schwierigkeiten, aber noch möglich	[2]	32	26,4%
Beides problemlos möglich	[4]	82	67,8%
Gesamt		121	100,0%

Die Funktion des Hüftgelenkes im Alltag wurde anhand der Fähigkeit, Schuhe und Strümpfe anzuziehen, beurteilt. Dabei benötigten sechs Patienten mit sieben (5,8%) versorgten Hüftgelenken entweder Schuh- bzw. Strumpfanzieher oder waren auf fremde Hilfe angewiesen. 95 Patienten mit 114 (94,2%) versorgten Hüften waren imstande, ihre Schuhe und Strümpfe problemlos (70 Patienten, 82 Hüften) bzw. mit Mühe (26 Patienten, 32 Hüften) anzuziehen.

#### 3.2.1.4 Deformität

Das Vorhandensein von Deformitäten wurde bei der klinischen Untersuchung ebenfalls berücksichtigt. Insbesondere wurden sowohl Kontrakturen und fixierte Fehlstellungen als auch Beinlängenunterschiede ausgemessen und beurteilt.

Die Auswertung der Beinlängendifferenzen zeigt die Tabelle 17. In 77 Fällen (63,6%) wurde kein Längenunterschied festgestellt. Nur in einem Fall (0,8%) wurde der von Harris vorgeschlagene Grenzwert von 3 cm überschritten, wobei die radiologische Untersuchung ein Einsinken des Prothesenschaftes im Femur ergab.

**Tabelle 17: Beinlängendifferenz, betroffenes Bein im Vergleich zu Gegenseite**

Beinlängendifferenz [cm], bezogen auf die Gegenseite	Anzahl	Anteil
-3,5	1	0,8%
-2,0	1	0,8%
-1,5	2	1,7%
-1,0	5	4,1%
-0,5	9	7,4%
0,0	77	63,6%
0,5	9	7,4%
1,0	11	9,1%
1,5	2	1,7%
2,0	4	3,3%
Gesamt	121	100,0%

Es fanden sich keine Adduktions- oder Abduktions-, Innen- oder Außenrotationskontrakturen. Beugekontrakturen, die bei fünf Patienten festgestellt wurden, sind in der Tabelle 18 aufgeführt. Keine Kontraktur erreichte das Ausmaß von 30°, so dass für keine dieser Fehlstellungen Punkte vom Gesamtergebnis abgezogen werden mussten.

**Tabelle 18: Kontrakturen**

Beugekontraktur [Grad]	Hüften	Anteil
0	113	95,8%
5	2	1,7%
10	1	0,8%
15	2	1,7%
Gesamt	118	100,0%

### 3.2.1.5 Bewegungsmaß

Die Beweglichkeit des Hüftgelenkes bestimmt zu einem erheblichen Anteil das Zu-rechtkommen im alltäglichen Leben. Hierbei spielt neben der Flexionsfähigkeit die Abduktions- und Außenrotationsfähigkeit des Hüftgelenkes eine entscheidende Rolle. Im Folgenden werden die Bewegungsmaße einzeln analysiert (Tabelle 19).

**Tabelle 19: Statistische Verteilung der Bewegungsausmaße**

	Flexion	Extension	Innenrot.	Außenrot.	Abduktion	Adduktion
Anzahl	118	118	118	118	118	118
Minimum	60	0	5	0	15	10
Maximum	125	15	35	45	45	35
St.-Abw.	12,58	2,22	6,07	7,40	6,22	4,18
Mittelwert	101,10	0,42	18,31	29,92	32,25	20,81

**3.2.1.5.1 Flexion**

Die Flexionswerte wurden in vier Gruppen eingeteilt:

1. bis 45°: Alle Bewegungen sind deutlich eingeschränkt, das Sitzen ist kaum möglich.
2. 45° - 90°: Das tiefe Sitzen ist erschwert, das Sitzen auf Stühlen und Toiletten erfordert ein Arthrodesekissen bzw. einen Toilettenaufsatz.
3. 91° - 110°: Die meisten Bewegungen des täglichen Lebens können nahezu problemlos ausgeführt werden.
4. über 110°: Alle Bewegungen sind möglich.

**Tabelle 20: Flexion**

Flexion	Hüften	Anteil
bis 45°	0	0,0%
45°-90°	33	28,0%
91°-110°	69	58,5%
über 110°	16	13,6%
Gesamt	118	100,0%

Die Verteilung der Flexionsgruppen zeigt die Tabelle 20. 85 Hüftgelenke (72,1%) ermöglichen eine Flexion von über 90°, somit konnten die Patienten nahezu problemlos alltägliche Bewegungen, wie z.B. Knien, Gegenstände vom Boden aufheben, in die Badewanne steigen usw., durchführen. Kein Patient war aufgrund der Flexion in der Beweglichkeit oder im Sitzen deutlich eingeschränkt.

### 3.2.1.5.2 Extension

**Tabelle 21: Extension**

Extension	Hüften	Anteil
0°	108	95,6%
über 0°	5	4,4%
Gesamt	113	100,0%

Das Ausmaß der Extension spielt im Alltag der Patienten eine eher untergeordnete Rolle. Viel wichtiger ist da die Abwesenheit einer Beugekontraktur, so dass das Hüftgelenk in die Neutralstellung zurückgeführt werden kann (Extension von 0°). Daher wurde die Extension im Harris-Score unabhängig vom Ausmaß mit 0 Punkten bewertet, während das Nichtvorhandensein einer Beugekontraktur einen Punkt für den Gesamtwert einbrachte. Von den 113 Hüftgelenken ohne Beugekontraktur erreichten 108 (95,6%) die Neutralstellung, 5 Hüftgelenke (4,4%) konnten um bis zu 15° überstreckt werden (Tabelle 21).

### 3.2.1.5.3 Abduktion

**Tabelle 22: Abduktion**

Abduktion	Hüften	Anteil
bis 15°	0	0,0%
15°-20°	9	7,6%
über 20°	109	92,4%
Gesamt	118	100,0%

Zur Durchführung kombinierter Bewegungen, wie Sitzen oder Treppensteigen ist eine ausreichende Abduktionsfähigkeit der Beine sehr wichtig. Um diese beurteilen zu können, wurden die gemessenen Werte entsprechend der Skala nach Harris in drei Gruppen eingeteilt (Tabelle 22). Alle Hüftgelenke verfügten über eine Abduktionsfähigkeit von 15° oder mehr, wobei ein Großteil davon (92,4% aller Hüften) über 20° abduziert werden konnten.

### 3.2.1.5.4 Adduktion

**Tabelle 23: Adduktion**

Adduktion	Hüften	Anteil
bis 15°	2	1,7%
15°-20°	89	75,4%
über 20°	27	22,9%
Gesamt	118	100,0%

Zur Beurteilung der Adduktionsfähigkeit wurden die erhobenen Befunde ebenfalls drei Gruppen zugeordnet (Tabelle 23). Harris hielt eine Adduktion von 0 - 15° für sehr wichtig für die Funktion des Hüftgelenkes. 116 Hüft-

gelenke (98,3%) konnten bei der Untersuchung um mindestens 15° adduziert werden und entsprachen somit dieser Anforderung.

### 3.2.1.5.5 Außenrotation

**Tabelle 24: Außenrotation**

Außenrotation	Hüften	Anteil
bis 15°	2	1,7%
15°-20°	17	14,4%
über 20°	99	83,9%
Gesamt	118	100,0%

Wie die Abduktion ist die Außenrotation wichtig für die Durchführung kombinierter Bewegungen, Drehbewegungen und Richtungsänderungen beim Gehen. Tabelle 24 stellt die Ergebnisse der Untersuchung dar.

Nur zwei Gelenke (1,7%) konnten die von Harris geforderte Außendrehung von 15° nicht erreichen. Die übrigen 116 (98,3%) erreichten dieses Ausmaß oder lagen darüber.

### 3.2.1.5.6 Innenrotation

**Tabelle 25: Innenrotation**

Innenrotation	Hüften	Anteil
bis 15°	24	20,3%
15°-20°	70	59,4%
über 20°	24	20,3%
Gesamt	118	100,0%

Auch wenn die Innenrotation nach Harris für die Funktion des Hüftgelenkes von geringerer Bedeutung ist, soll in dieser Arbeit auf die Darstellung der Befunde nicht verzichtet werden. Jeweils 24 Hüftgelenke (20,3%) lagen in

ihrer Innenrotationsfähigkeit unter 15° bzw. über 20°. Die übrigen 70 Gelenke (59,4%) erreichten einen Innenrotationswinkel von 15° bis 20° (Tabelle 25).

### 3.2.1.6 Statistische Analyse der klinischen Befunde

Die Analyse der Beziehung zwischen der Dauer des Follow-Up und dem durchschnittlichen Wert des Harris-Hip Score zeigte einen signifikanten Zusammenhang ( $p=0,02$ ). Der klinische Scorewert nahm mit dem zunehmenden Prothesenalter ab (Tabelle 26).

**Tabelle 26: Harris-Hip Score in Abhängigkeit von der Dauer des Follow-Up**

Harris-Hip Score	Dauer des Follow-Up (Jahre)							
	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
Anzahl	1	9	19	29	17	26	14	6
Minimum	100,00	39,80	39,85	45,85	62,00	33,65	79,00	45,60
Maximum	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
St.-Abw.	0,00	19,50	15,99	12,00	10,66	18,67	5,64	21,34
Mittelwert	100,00	90,99	88,61	90,84	88,75	83,31	93,32	77,50

Sowohl das Alter und das Geschlecht als auch der Body-Mass-Index (BMI) der Patienten standen in keinem signifikanten Zusammenhang mit dem erreichten Harris-Hip Score.

Die postoperative Bestrahlung zur Prophylaxe der periartikulären Ossifikation beeinflusste positiv die Werte der Hauptkriterien „Schmerz“ ( $p=0,045$ ) und „Gang“ ( $p=0,018$ ) und somit auch das Gesamtergebnis des Harris-Hip Score ( $p=0,002$ ).

Beziehungen der klinischen Testergebnisse zu den radiologischen und psychometrischen Testergebnissen und zu den Ergebnissen der Aktivitätsuntersuchung werden in den jeweiligen Kapiteln dargestellt.

### 3.2.2 Übrige klinische Befunde

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Befunden wurde bei der klinischen Untersuchung bei allen Patienten neben der Sensibilität und der groben Kraft der unteren Extremität die Hüftgelenkmuskulatur mit Hilfe des Trendelenburg'schen Tests auf Zeichen mechanischer Insuffizienz untersucht. Diese mechanische Insuffizienz wird durch Lähmungen bzw. Schwäche der Hüftabduktoren insbesondere des M. gluteus medius oder durch Veränderungen der Hüftgelenksstatik beim Einsinken des Prothesenschaftes im Femur hervorgerufen. Tabelle 27 fasst die Ergebnisse dieser zusätzlichen Untersuchung zusammen.

**Tabelle 27: zusätzliche klinische Befunde**

Klinischer Befund	Anzahl	Anteil
Trendelenburg-Test positiv	28	23,1%
M. quadriceps geschwächt	11	9,1%
M. tibialis anterior geschwächt	6	5,0%
Sensibilität gestört	7	5,8%
Unauffälliger Befund	69	57,0%
Gesamt	121	100,0%

In 28 (23,1%) Fällen war der Trendelenburg-Test positiv ausgefallen, das Becken kippte also im Einbeinstand zur Schwungbeinseite. In 11 Fällen (9,1%) stellte sich im Seitenvergleich eine Schwäche des M. quadriceps und in sechs Fällen (5,0%) eine Schwäche des M. tibialis anterior dar. In einem Fall war der M. quadriceps deutlich hypotrophiert, wobei anamnestisch eine intraoperative Läsion des N. femoralis bekannt war. Bei sieben Patienten (5,8%) zeigte sich eine Störung der Sensibilität der Haut des operierten Beines. Diese Patienten klagten über ein Taubheitsgefühl in einem etwa handflächengroßen umschriebenen Bereich unterschiedlicher Lokalisation. In zwei Fällen war dieser Befund ebenfalls mit einer anamnestisch bekannten Femoralisläsion assoziiert.

### 3.3 Ergebnisse der Aktivitätsuntersuchung

Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse des Aktivitätsgrades ergab einen Mittelwert von 7,50 Punkten (4 – 9 Punkte, St. abw.: 1,01). Kein Patient erreichte den maximal erreichbaren Wert von zehn Punkten. Aber auch der minimale Wert von drei Punkten wurde von keinem der Patienten erzielt (Tabelle 28).

**Tabelle 28: Ergebnisse des Fragebogens zum Aktivitätsgrad nach Sutherland**

	Allgemein	Beruf	Freizeit	Gesamt
Minimum	2	1	1	4
Maximum	4	3	2	9
Standardabweichung	0,26	0,75	0,31	1,01
Mittelwert	3,97	2,45	1,11	7,50

Wie die Darstellung der erreichten Punktzahlen der einzelnen Untereinheiten des Fragebogens zeigt (Tabelle 29), erreichten 98,3% (119) der Patienten in der Rubrik „Allgemeine Aktivität“ die maximale Punktzahl, während in der Rubrik „Beruf“ nur noch 61,2% (74 Patienten) und in der Rubrik „Freizeit“ kein Patient (0,0%) den maximalen Wert erreichte.

**Tabelle 29: Häufigkeiten der erreichten Punktzahlen, eingeteilt nach Untereinheiten**

Punkte	Allgemein [1-4]		Beruf [1-3]		Freizeit [1-3]		Gesamt [3-10]	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
1	0	0,0%	19	15,7%	108	89,3%		
2	2	1,7%	28	23,1%	13	10,7%		
3	0	0,0%	74	61,2%	0	0,0%	0	0,0%
4	119	98,3%					3	2,5%
5							1	0,8%
6							15	12,4%
7							25	20,7%
8							67	55,4%
9							10	8,3%
Gesamt	121	100,0%	121	100,0%	121	100,0%	121	100,0%

Die statistische Analyse der Ergebnisse zeigte eine Abnahme des Aktivitätsgrades mit zunehmendem Alter der Patienten ( $p < 0,001$ ). Sowohl das Geschlecht ( $p = 0,180$ ) als auch der Body-Mass-Index ( $p = 0,832$ ) und die Dauer des Follow-Up ( $p = 0,107$ ) beeinflussten die Aktivität der Patienten ebenfalls nicht.

Das Gesamtergebnis des Aktivitätsscore nahm mit steigenden Werten des Harris-Hip Score ( $p < 0,001$ ) und seiner Untereinheiten „Schmerz“ ( $p < 0,001$ ), „Aktivität“ ( $p < 0,001$ ) und „Gang“ ( $p < 0,001$ ) zu, während „Deformität“ ( $p = 0,157$ ) und „Beweglichkeit“ ( $p = 0,156$ ) das Aktivitätsniveau nicht signifikant beeinträchtigten.

Der Aktivitätsgrad wies ebenfalls eine deutliche positive Beziehung zur allgemeinen gesundheitsbezogenen Lebensqualität auf. Die Korrelationsanalyse zeigte, dass nur für die emotionale Rollenfunktion ( $p = 0,062$ ) und die standardisierte psychische Summenskala ( $p = 0,059$ ) kein signifikanter Zusammenhang mit dem Grad der Aktivität nachgewiesen werden konnte (Tabelle 30).

**Tabelle 30: Beziehung zwischen dem Aktivitätsgrad und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität**

SF 36 – Konzept	Signifikanz
Körperliche Funktionsfähigkeit	$p < 0,001$
Körperliche Rollenfunktion	$p < 0,001$
Körperliche Schmerzen	$p < 0,001$
Allgemeine Gesundheitswahrnehmung	$p < 0,001$
Vitalität	$p < 0,001$
Soziale Funktionsfähigkeit	$p < 0,001$
Emotionale Rollenfunktion	$p = 0,062$
Psychisches Wohlbefinden	$p = 0,002$
Gesundheitsveränderung	$p < 0,001$
Standard. körperliche Summenskala	$p < 0,001$
Standard. psychische Summenskala	$p = 0,059$

Die radiologischen Befunde wiesen keinen signifikanten Einfluss auf die Aktivität der Patienten auf. So zeigte der Mann-Whitney-U Test keine signifikanten Abweichungen des Aktivitätslevels bei Patienten mit einer Veränderung des Pfanneninkinationswinkels, einer radiologisch nachgewiesenen Pfannenmigration oder einer Positionsänderung des Prothesenschaftes ( $p > 0,05$ ). Der Grad der periartikulären Ossifikation beeinflusste die Aktivität der Patienten ebenfalls nicht signifikant ( $p > 0,05$ ).

### 3.4 Psychometrische Testergebnisse

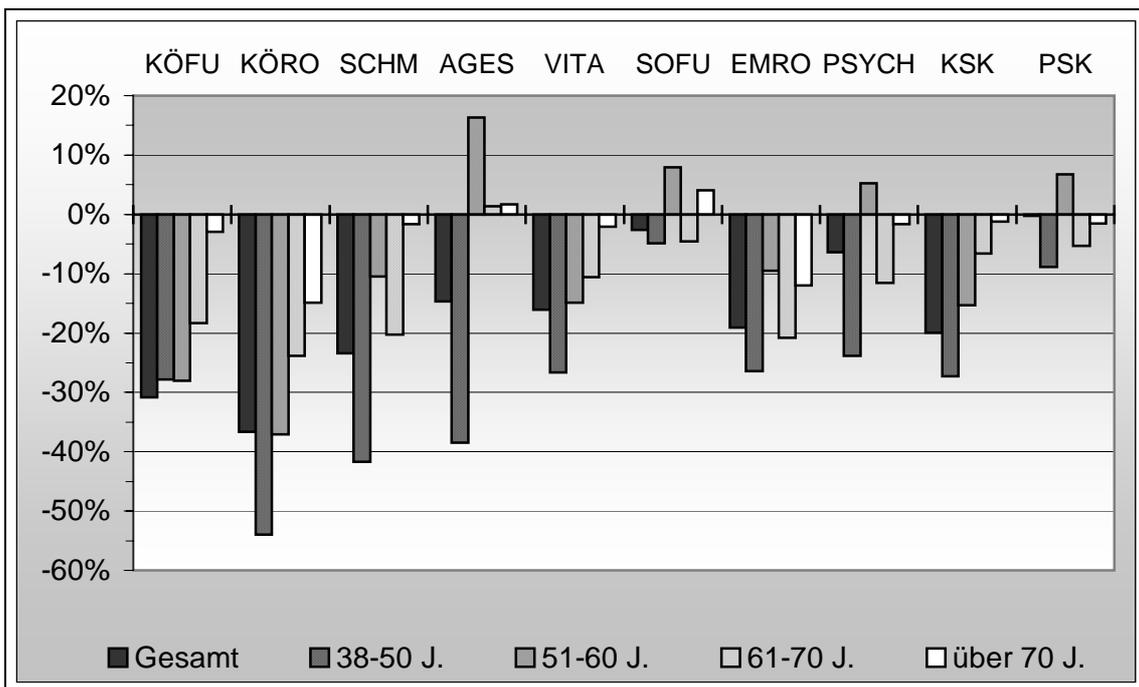
Die Ergebnisse der psychometrischen Untersuchung mit dem SF-36 Gesundheitsfragebogen sind für weibliche und männliche Patienten und für Patienten insgesamt in der Tabelle 31 nach einzelnen Konzepten zusammengefasst dargestellt.

**Tabelle 31: Ergebnisse des SF-36 Gesundheitsfragebogens**

Konzepte	Weibl. Patienten (n=76)		Männl. Patienten (n=45)		Patienten gesamt (n=121)	
	Mittelwert	St. Abw.	Mittelwert	St. Abw.	Mittelwert	St. Abw.
Körperliche Funktionsfähigkeit	62,92	23,44	52,85	28,90	59,23	25,92
Körperliche Rollenfunktion	54,28	39,66	49,39	44,89	52,56	41,44
Körperliche Schmerzen	61,17	26,85	59,61	34,16	60,60	29,63
Allg. Gesundheitswahrnehmung	59,16	19,66	55,83	27,21	57,93	22,69
Vitalität	53,87	15,37	51,59	20,37	53,03	17,34
Soziale Funktionsfähigkeit	90,17	20,27	80,11	30,30	86,45	24,82
Emotionale Rollenfunktion	71,93	39,27	74,42	39,06	72,83	39,05
Psychisches Wohlbefinden	67,97	13,73	70,91	20,33	69,06	16,46
Gesundheitsveränderung	3,22	0,76	3,60	1,00	3,36	0,87
Standard. körperl. Summenskala	41,06	9,96	38,30	13,23	40,08	11,25
Standard. psych. Summenskala	50,78	7,28	52,24	10,73	51,29	8,64

Trotz der differierenden Werte für männliche und weibliche Patienten fanden sich für diese beiden Gruppen keine signifikanten Unterschiede der SF-36 Kriterien sowie der Summenskalen (Mann-Whitney-U-Test,  $p > 0,05$ ).

Um die gesundheitsbezogene Lebensqualität der Patienten und der altersentsprechenden deutschen Normpopulation vergleichen zu können, wurde das Patientenkollektiv in vier Altersgruppen aufgeteilt: 38–50 Jahre (fünf Hüften), 51–60 Jahre (zehn Hüften), 61–70 Jahre (38 Hüften) und älter als 70 Jahre (68 Hüften). Die Ergebnisse jeder Gruppe wurden dann mit den Durchschnittswerten der gleichen Altersgruppen der Normpopulation verglichen (Abbildung 7).



**Abb. 7: Ergebnisse des SF-36-Fragebogens – prozentuale Abweichungen von der altersentsprechenden Normpopulation (KÖFU: Körperliche Funktionsfähigkeit, KÖRO: Körperliche Rollenfunktion, SCHM: Körperlicher Schmerz, AGES: Allgemeine Gesundheitswahrnehmung, VITA: Vitalität, SOFU: Soziale Funktionsfähigkeit, EMRO: Emotionale Rollenfunktion, PSYCH: Psychisches Wohlbefinden, KSK: Standardisierte körperliche Summenskala, PSK: Standardisierte psychische Summenskala)**

Die Werte unterschiedlicher Altersgruppen wichen unterschiedlich stark von der altersentsprechenden Norm ab. Tabelle 32 gibt eine detaillierte Auskunft über die Mittelwerte und die Standardabweichungen der einzelnen SF-36 Konzepte und der Summenskalen des Patientenkollektivs im Vergleich zur altersgleichen Normpopulation.

**Tabelle 32: Mittelwerte und Standardabweichungen der SF-36 Werte der Patienten im Vergleich mit Normpopulation, nach Altersgruppen dargestellt (t –Test für unverbundene Stichproben) (n. s. – nicht signifikant,  $p > 0,05$ ), (KÖFU: Körperliche Funktionsfähigkeit, KÖRO: Körperliche Rollenfunktion, SCHM: Körperlicher Schmerz, AGES: Allgemeine Gesundheitswahrnehmung, VITA: Vitalität, SOFU: Soziale Funktionsfähigkeit, EMRO: Emotionale Rollenfunktion, PSYCH: Psychisches Wohlbefinden, KSK: Standardisierte körperliche Summenskala, PSK: Standardisierte psychische Summenskala)**

Konzept	38 – 50 Jahre			51 – 60 Jahre			61 – 70 Jahre			Über 70 Jahre		
	Pat. n=5	Norm n=427	Signi- fikanz [p]	Pat. n=10	Norm n=541	Signi- fikanz [p]	Pat. n=38	Norm n=446	Signi- fikanz [p]	Pat. n=68	Norm n=327	Signi- fikanz [p]
KÖFU	64,00 ±24,08	88,66 ±17,88	0,002	60,00 ±32,23	83,32 ±19,85	0,048	61,94 ±27,20	75,81 ±22,82	<0,001	57,29 ±24,74	59,00 ±27,67	n. s.
KÖRO	40,00 ±34,21	86,96 ±28,39	<0,001	50,00 ±45,64	79,40 ±33,02	0,006	55,15 ±41,64	72,43 ±35,19	0,004	52,57 ±40,55	61,78 ±41,04	n. s.
SCHM	46,00 ±24,08	78,90 ±28,05	0,009	65,10 ±33,17	72,73 ±27,33	n. s.	56,78 ±30,33	71,20 ±27,00	0,002	63,12 ±29,14	64,20 ±28,13	n. s.
AGES	41,80 ±21,08	67,89 ±18,92	0,002	70,90 ±28,10	60,93 ±19,27	n. s.	59,47 ±21,43	58,68 ±18,49	n. s.	56,34 ±22,06	55,39 ±21,19	n. s.
VITA	47,00 ±26,83	64,07 ±16,48	0,023	52,00 ±20,71	61,09 ±17,38	n. s.	54,46 ±18,59	60,90 ±18,49	0,04	52,84 ±15,58	53,93 ±21,35	n. s.
SOFU	85,00 ±20,54	89,36 ±17,34	n. s.	93,75 ±15,87	86,81 ±18,07	n. s.	83,11 ±30,36	87,07 ±18,43	n. s.	87,34 ±22,87	83,94 ±21,27	n. s.
EMRO	66,67 ±40,82	90,64 ±24,35	n. s.	80,00 ±35,83	88,41 ±27,48	n. s.	70,37 ±42,48	88,81 ±25,83	0,012	73,53 ±37,57	83,55 ±33,76	0,03
PSYCH	56,00 ±14,70	73,55 ±15,74	0,014	76,00 ±19,32	72,20 ±16,44	n. s.	66,65 ±17,61	75,37 ±17,06	0,003	70,33 ±15,03	71,51 ±17,18	n. s.
KSK	37,14 ±13,04	51,05 ±9,27	<0,001	40,43 ±10,21	47,75 ±9,86	0,022	41,84 ±10,72	44,80 ±10,25	n. s.	39,36 ±10,90	39,84 ±11,41	n. s.
PSK	46,60 ±10,37	51,15 ±7,77	n. s.	54,38 ±9,43	50,96 ±8,26	n. s.	50,18 ±12,63	53,02 ±8,03	n. s.	51,75 ±7,82	52,54 ±8,93	n. s.

Der Vergleich mit der Normpopulation machte deutlich, dass die stattgefundenene Versorgung der Patienten mit einer Endoprothese deren psychische Lebensqualität (standardisierte psychische Summenskala) nicht signifikant beeinflusste. Diese Beobachtung ließ sich bei allen Altersklassen machen, so dass sowohl jüngere als auch ältere Patienten in ihrer psychischen Lebensqualität nicht von der gesunden altersgleichen Bevölkerung abweichen.

Anders fiel der Vergleich der Patienten mit der Normpopulation bezüglich der körperlichen Lebensqualität (standardisierte körperliche Summenskala) aus. Während die Patienten im Alter von mehr als 60 Jahren in ihrer körperlichen gesundheitsbezogenen Le-

bensqualität nicht signifikant beeinträchtigt waren, zeigten jüngere Patienten (bis 60 Jahre alt) eine signifikant schlechtere körperliche Lebensqualität.

Die statistische Analyse ergab eine signifikante Korrelation der Ergebnisse der klinischen und der psychometrischen Untersuchung. So wiesen die Patienten mit einem geringen Wert im Harris-Hip Score auch schlechtere körperliche Summenskala auf ( $p < 0,001$ ). Die psychische Summenskala dagegen wurde vom Gesamtergebnis des Harris-Hip Score nicht signifikant beeinflusst ( $p = 0,142$ ). Interessant war die Beobachtung, dass die Deformität die psychische ( $p = 0,008$ ), nicht aber die körperliche Summenskala ( $p = 0,152$ ) signifikant beeinträchtigte. Die Ergebnisse der Korrelation der klinischen und der psychometrischen Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle 33 dargestellt.

**Tabelle 33: Signifikanzangaben der Korrelation der klinischen und psychometrischen Untersuchungsergebnisse, [p]**

SF-36 Konzepte	Harris-Hip Score					
	Schmerz	Aktivität	Gang	Defor- mität	Beweg- lichkeit	Gesamt
Körperliche Funktionsfähigkeit	<0,001	<0,001	<0,001	0,081	0,038	<0,001
Körperliche Rollenfunktion	0,006	<0,001	<0,001	0,070	0,127	<0,001
Körperliche Schmerzen	<0,001	<0,001	<0,001	0,106	0,006	<0,001
Allg. Gesundheitswahrnehmung	0,001	<0,001	0,001	0,150	0,036	<0,001
Vitalität	<0,001	<0,001	<0,001	0,091	0,891	<0,001
Soziale Funktionsfähigkeit	<0,001	<0,001	<0,001	0,311	0,245	<0,001
Emotionale Rollenfunktion	0,211	0,020	0,211	0,007	0,219	0,092
Psychisches Wohlbefinden	0,009	<0,001	0,007	0,007	0,570	0,001
Standard. körperl. Summenskala	<0,001	<0,001	<0,001	0,152	0,008	<0,001
Standard. psych. Summenskala	0,189	0,075	0,452	0,008	0,932	0,142

In ähnlicher Weise beeinflusste auch der Aktivitätsgrad die gesundheitsbezogene Lebensqualität. Während die standardisierte körperliche Summenskala mit abnehmendem Aktivitätsgrad ebenfalls geringer ausfiel ( $p < 0,001$ ), konnte für die standardisierte psychische Summenskala kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden ( $p = 0,059$ ). Tabelle 34 zeigt die Zusammenhänge einzelner Untereinheiten.

**Tabelle 34: Signifikanzangaben der Korrelation der Untersuchungsergebnisse der Lebensqualität und des Aktivitätsgrades, [p]**

SF-36 Konzepte	Aktivitätsscore nach Sutherland			
	Allgemein	Beruf	Freizeit	Gesamt
Körperliche Funktionsfähigkeit	0,003	<0,001	0,003	<0,001
Körperliche Rollenfunktion	0,001	<0,001	0,125	<0,001
Körperliche Schmerzen	0,019	<0,001	0,007	<0,001
Allg. Gesundheitswahrnehmung	0,006	<0,001	0,005	<0,001
Vitalität	0,139	<0,001	0,393	<0,001
Soziale Funktionsfähigkeit	<0,001	<0,001	0,296	<0,001
Emotionale Rollenfunktion	0,323	0,001	0,882	0,062
Psychisches Wohlbefinden	0,011	0,015	0,807	0,002
Standard. körperl. Summenskala	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
Standard. psych. Summenskala	0,013	0,026	0,251	0,059

### 3.5 Radiologische Untersuchungsergebnisse

#### 3.5.1 Prothesenschaft

##### 3.5.1.1 Position des Schaftes

Da nur Schäfte mit Lageveränderungen von mehr als 4 mm als eingesunken registriert wurden [32], ergab sich bei 13 betroffenen Schäften eine Rate von 11,3%. Die Lage der restlichen 102 Schäfte (88,7%) veränderte sich nicht bzw. nicht über den Messfehler hinaus (Tabelle 35).

**Tabelle 35: Einsinken des Schaftes**

Einsinken	Anzahl	Anteil
0 – 4 mm	102	88,7%
Mehr als 4 mm	13	11,3%
Gesamt	115	100,0%

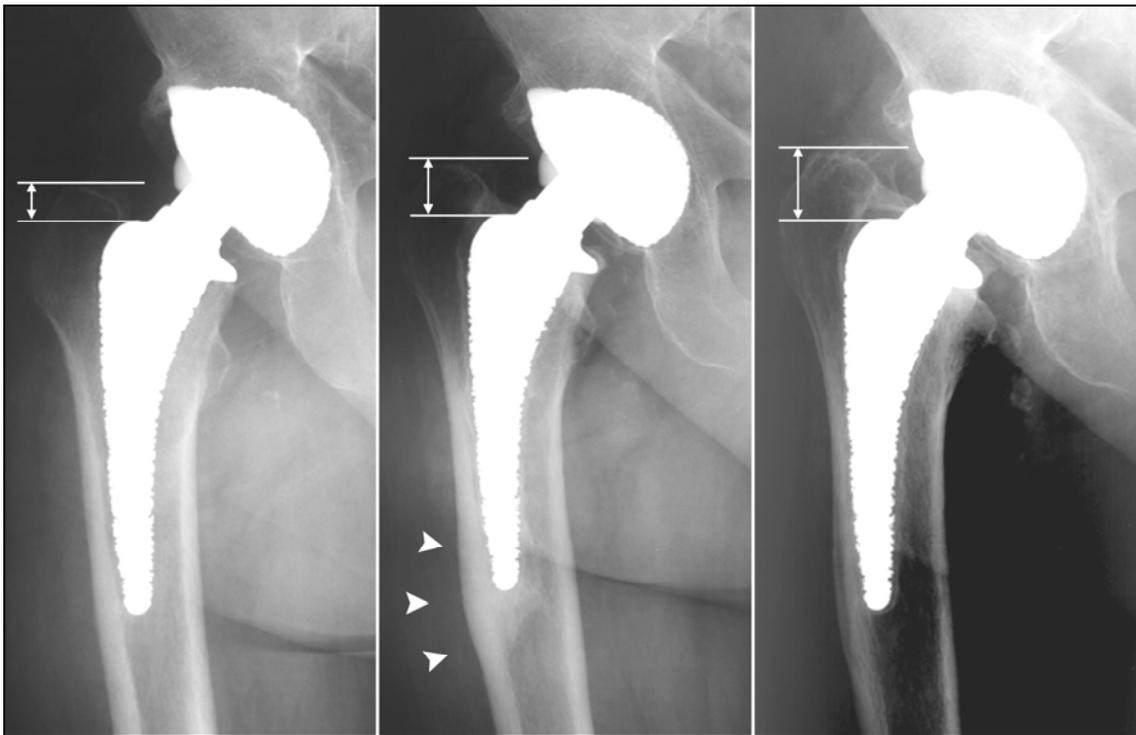
Um eine Varisierung bzw. Valgisierung eines Schaftes feststellen zu können, wurden die entsprechenden Röntgenaufnahmen im direkten Vergleich beurteilt. Dabei ließ sich in der Regel eine Positionsänderung ohne zusätzliches Ausmessen eindeutig feststellen. Dies war bei insgesamt sechs femoralen Komponenten (5,2%) der Fall. Vier von ihnen (3,5%) zeigten eine Varus- und zwei (1,7%) eine Valgusstellung (Tabelle 36).

**Tabelle 36: Positionsänderung des Schaftes**

Positionsänderung	Anzahl	Anteil
Keine Änderung	109	94,8%
Varisierung	4	3,5%
Valgisierung	2	1,7%
Gesamt	115	100,0%

Einen klinischen Fall der Schaftsinterung stellt die Abbildung 8 dar. Sie zeigt a.-p.-Aufnahmen der rechten Hüfte einer 80-jährigen Patientin, die vor 12,3 Jahren aufgrund einer idiopathischen Coxarthrose operiert wurde. Im Vergleich der postoperativen Auf-

nahme mit den vier Jahre und 12,3 Jahre postoperativ erstellten Aufnahmen ist das Einsinken des Schaftes sowohl am zunehmenden Abstand zwischen Trochanter major und der lateralen Prothesenschulter als auch am abnehmenden Abstand zwischen Trochanter minor und dem Prothesenkragen deutlich zu erkennen. Dieses Einsinken führte zur Sockelbildung distal der Schaftspitze. Zusätzlich kam es zu einer Varisierung des Schaftes mit einer damit verbundenen Abstützung der Schaftspitze an der lateralen Kortikalis, wodurch eine ausgeprägte Periostreaktion sowie eine Sklerosierung in diesem Bereich stattfand. Sowohl die Sockelformation als auch die Sklerosierung der Kortikalis im Bereich der distalen Schaftspitze sind Zeichen der distalen Krafteinleitung. Im Harris-Hip Score erzielte die Patientin 79,9 Punkte.



**Abb. 8:** Links: unmittelbar postoperativ, Mitte: vier Jahre und rechts: 12,3 Jahre postoperativ erstellte a.-p.-Aufnahmen der rechten Hüfte. Das Einsinken des Schaftes ist sowohl am zunehmenden Abstand zwischen Trochanter major und der lateralen Prothesenschulter als auch am abnehmenden Abstand zwischen Trochanter minor und dem Prothesenkragen deutlich zu erkennen. Sockelbildung distal der Schaftspitze sowie eine ausgeprägte Periostreaktion und Sklerosierung im Bereich der lateralen Kortikalis (Pfeilspitzen). Varisierung des Schaftes im Verlauf.

Die statistische Analyse ergab für Patienten mit Schäften, die eine Positionsänderung aufwiesen, keine signifikante Verschlechterung ( $p > 0,05$ ) hinsichtlich des klinischen Befundes (Harris-Hip Score und dessen Untereinheiten), der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (Standardsummenskalen und Einzelkonzepte des SF-36 Health Survey) und des Aktivitätslevels (Aktivitätsscore nach Sutherland).

### 3.5.1.2 Osteointegration des Schaftes

Die zur Beurteilung der Osteointegration einer zementfrei implantierten Prothese notwendigen Parameter sind die Bildung und ggf. die Breite von Lysesäumen und das Vorhandensein von Resorption bzw. Sklerosierung des Knochenlagers in der unmittelbaren Umgebung des Implantates. Sklerosierung wurde dabei in Anlehnung an MATSUI et al. und ENGH et al. [27;66] definiert als eine Zunahme der Radiodensität der an die Prothesenoberfläche angrenzenden Spongiosa und betrachtet als ein Indikator für eine feste knöcherne Verbindung [27;28]. Als Resorption wurde ein Verlust der Radiodensität des Knochenlagers bezeichnet. Als Lysesaum wurde ein direkt an die Prothese angrenzender Bereich deutlich geminderter Dichte definiert, der von außen von einem Sklerosesaum begrenzt war.

Die Osteointegration des Schaftes kann anhand des ihn umgebenden Knochenlagers aufgeteilt nach GRUEN-Zonen beurteilt werden. Dazu wurde für jeden Schaft das Vorhandensein von Lysesäumen registriert und ggf. deren Breite ausgemessen. Das umgebende Knochengewebe wurde nach Zeichen von Sklerosierung und Resorption untersucht, eventuelle Periostveränderungen wurden notiert. Die Atrophie des Calcar femoris und die Ausbildung einer Sockelformation unterhalb der distalen Schaftspitze fanden bei der Untersuchung ebenfalls Beachtung und wurden registriert.

Am häufigsten fanden sich Lysesäume in Zone I (proximo-laterales Femur) mit einer Häufigkeit von 79,1% (91 Fälle). Darunter waren 28 Schäfte (24,3%) von einem mehr als 2 mm breiten Saum umgeben. Zone VII (proximo-mediales Femur) wies in 13 Fällen (11,3%) einen Lysesaum auf, wobei nur ein Saum (0,9%) breiter als 2 mm war. In

den weiter distal gelegenen Zonen II bis VI fand sich in insgesamt 14 Fällen ein Lyse-saum, und die Lyserate lag mit 1,7% (Zonen IV, V, und VI) bis 4,3% (Zone II) deutlich unter der Rate in den Zonen I und VII im proximalen Femur (Tabelle 37).

**Tabelle 37: Lysesäume, nach Gruen-Zonen aufgeteilt**

Brei-te [mm]	Zone I		Zone II		Zone III		Zone IV		Zone V		Zone VI		Zone VII	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
0	24	20,9	110	95,7	112	97,4	113	98,3	113	98,3	113	98,3	102	88,7
1	38	33,0	3	2,6	2	1,7	2	1,7	2	1,7	2	1,7	9	7,8
2	25	21,7	1	0,9	1	0,9							3	2,6
3	18	15,7	1	0,9									1	0,9
4	4	3,5												
6	3	2,6												
7	1	0,9												
8	2	1,7												
Σ	115	100	115	100	115	100	115	100	115	100	115	100	115	100

Das Vorkommen der Knochenresorption in der Umgebung der femoralen Komponente ist in der Tabelle 38 dargestellt. Die Verteilung der Resorption entspricht der Verteilung der Lysesäume mit den höchsten Resorptionsraten in den proximalen Zonen I (17,4%) und VII (34,8%). In den weiter distal gelegenen Zonen wurde die Knochenresorption weitaus seltener beobachtet (0,0% in Zone IV bis 2,6% in Zonen II, III und VI).

**Tabelle 38: Resorption, nach Gruen-Zonen aufgeteilt (0=nicht nachweisbar, 1=nachweisbar)**

	Zone I		Zone II		Zone III		Zone IV		Zone V		Zone VI		Zone VII	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
0	95	82,6	112	97,4	112	97,4	115	100	114	99,1	112	97,4	75	65,2
1	20	17,4	3	2,6	3	2,6	0	0,0	1	0,9	3	2,6	40	34,8
Σ	115	100	115	100	115	100	115	100	115	100	115	100	115	100

Die Verdichtung des Knochens im Sinne einer Sklerosierung fand sich am häufigsten in den distalen Zonen III (in 18,3%), IV (in 7,0%) und V (in 14,8%). Aber auch die Zone

VII zeigte in 12 Fällen (10,4%) eine Sklerosierung (Tabelle 39).

**Tabelle 39: Sklerosierung, nach Gruen-Zonen aufgeteilt (0=nicht nachweisbar, 1=nachweisbar)**

	Zone I		Zone II		Zone III		Zone IV		Zone V		Zone VI		Zone VII	
	n	%	n	%	n	%	N	%	n	%	n	%	n	%
0	115	100	110	94,0	94	81,7	107	93,0	98	85,2	111	96,5	103	89,6
1	0	0,0	7	6,0	21	18,3	8	7,0	17	14,8	4	3,5	12	10,4
Σ	115	100	117	100	115	100	115	100	115	100	115	100	115	100

Die Verdickung des Periosts als ein Zeichen der Reaktion auf Krafteinleitung wurde ausschließlich in den distal gelegenen Zonen III, IV und V beobachtet. Dabei war die Zone III mit 6,1% am häufigsten betroffen, gefolgt von den Zonen V mit 4,3% und IV mit 3,5% (Tabelle 40).

**Tabelle 40: Periostverdickung, nach Gruen-Zonen aufgeteilt (0=nicht nachweisbar, 1=nachweisbar)**

	Zone I		Zone II		Zone III		Zone IV		Zone V		Zone VI		Zone VII	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
0	115	100	115	100	108	93,9	111	96,5	110	95,7	115	100	115	100
1	0	0,0	0	0,0	7	6,1	4	3,5	5	4,3	0	0,0	0	0,0
Σ	115	100	115	100	115	100	115	100	115	100	115	100	115	100

In 32 Fällen (27,8%) wurde eine Atrophie des Knochens im Bereich unmittelbar unterhalb des Prothesenkragens, der auch als Calcar femoris bezeichnet wird, festgestellt. 83 Femora (72,2%) wiesen in dieser Region keinen Knochenabbau auf (Tabelle 41).

**Tabelle 41: Atrophie des Calcar femoris (Zone VII)**

	Anzahl	Anteil
Nicht vorhanden	83	72,2%
Vorhanden	32	27,8%
Gesamt	115	100,0%

Als Sockel wurde eine vom Endost ausgehende sklerosierte knöcherne Struktur definiert, die den Markraum unterhalb der distalen Schaftspitze ganz oder teilweise überbrückte. Eine solche Formation konnte bei 81 Schäften (70,4%) nicht nachgewiesen werden, während sie in 34 restlichen Fällen (29,6%) dokumentiert wurde (Tabelle 42).

**Tabelle 42: Sockelformation in Zone IV**

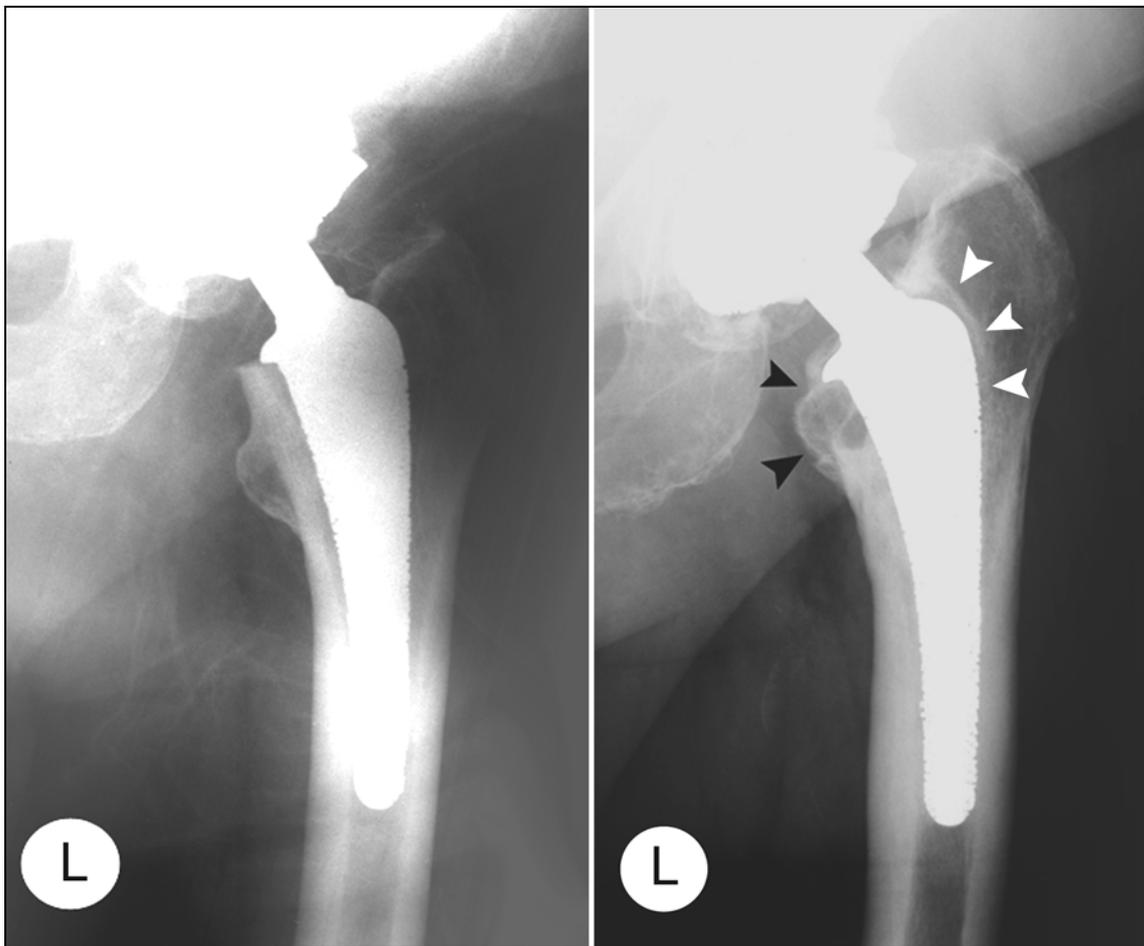
	Anzahl	Anteil
Nicht vorhanden	81	70,4%
Vorhanden	34	29,6%
Gesamt	115	100,0%

Die dargestellten periprothetischen Knochenumbauvorgänge des Femur mit gehäuften Auftreten von Lysesäumen, Resorptions- und Atrophiezeichen proximal sowie Sklerosierungs- und Periostreaktionszeichen distal entsprechen dem Phänomen des Stress shielding. Dabei verursacht die distale Krafteinleitung proximale Knochenresorption.

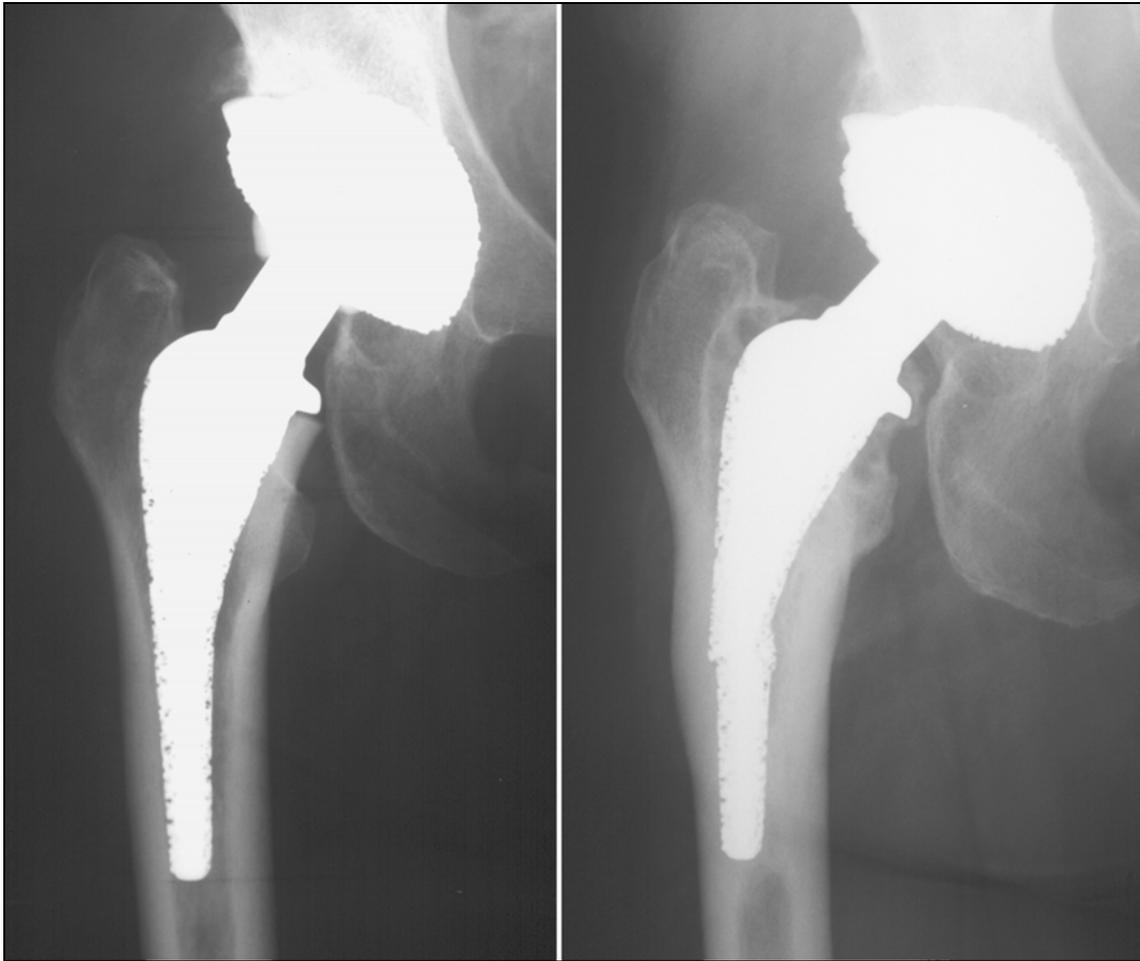
Die Abbildung 9 zeigt die a.-p.-Aufnahmen eines heute 79-jährigen männlichen Patienten unmittelbar und 11 Jahre nach endoprothetischer Versorgung bei idiopathischer Femurkopfnekrose. Der Schaft ist um ca. 20 mm eingesunken, was anhand des Abstandes zwischen der Prothesenschulter und dem Trochanter minor deutlich wird. Die distale Krafteinleitung führte zur deutlichen Sklerosierung und Verdickung der Kortikalis im Bereich der Schaftspitze, während die daraus folgende Entlastung proximal hier deutliche Knochenresorption verursachte. Der Verlust der Knochensubstanz am proximalen Femur ist medial in Form einer Osteolyse distal des Prothesenkragens und lateral an der osteopenischen Dichteminderung des Trochanter major deutlich erkennbar. Der Lyse-saum in Zone I kann durch fehlenden Druck erklärt werden und wurde in dieser Form häufig beobachtet. Die hier beschriebenen Umbauvorgänge werden unter dem Begriff des Stress shielding zusammengefasst.

Ein weiterer klinischer Fall ist in der Abbildung 10 dargestellt. Zu sehen sind die a.-p.-Aufnahmen einer heute 66-jährigen Patientin unmittelbar und 12,6 Jahre nach der Versorgung des rechten Hüftgelenkes bei Dysplasiecoxarthrose. Die Untersuchung fünf

Jahre postoperativ zeigte noch einen guten Stand der Implantate. Im weiteren Verlauf entwickelte sich aufgrund der distalen Krafteinleitung eine Sklerosierung mit Periostreaktionszeichen in diesem Bereich. Der Prothesenschaft ist gebrochen, wobei anamnestisch kein adäquates Trauma angegeben wurde. Die Ursache für den Prothesenbruch war ein zunehmendes Schwingen des proximalen Schaftanteils bedingt durch die proximale Lockerung (deutliche Lysesäume proximal) und feste Osteointegration des distalen Schaftanteils. Das proximale Fragment hat sich in einer Varusposition stabilisiert, so dass die Patientin klinisch absolut beschwerdefrei ist (98,7 Punkte im Harris-Hip Score) und einen Revisionseingriff zunächst ablehnt.



**Abb. 9:** A.-p.-Bilder unmittelbar (links) und 11 Jahre (rechts) postoperativ. Einsinken des Schafts um 20 mm. Deutliche Sklerosierung und Verdickung der Kortikalis im Bereich der Schaftspitze, proximal deutliche Knochenresorption. Osteolyse distal des Prothesenkragens (schwarze Pfeilspitzen), osteopenische Dichteminderung des Trochanter major. Lysesaum in Zone I (weiße Pfeilspitzen) durch fehlende Krafteinleitung.



**Abb. 10:** A.-p.-Aufnahmen unmittelbar (links) und 12,6 Jahre (rechts) postoperativ. Der Prothesenschaft ist gebrochen. Das proximale Fragment hat sich in einer Varusposition stabilisiert.

### 3.5.2 Prothesenpfanne

#### 3.5.2.1 Inklinationswinkel

Bei der Implantation sollte ein Abduktionswinkel von  $45^\circ$  angestrebt werden [35]. Es gelang dem Operateur, die Pfannen mit einem durchschnittlichen Inklinationswinkel von  $45,9^\circ$  ( $32^\circ - 63^\circ$ , St.abw. 6,02) zu implantieren. Somit wurde diese Anforderung hinsichtlich der korrekten Implantation vollständig erfüllt.

Bei der Nachuntersuchung betrug der Pfanneneingangswinkel im Durchschnitt  $47,0^\circ$  ( $32^\circ - 69^\circ$ , St. abw. 6,59), so dass die Berechnung der Differenz zwischen den durchschnittlichen Inklinationswinkeln postoperativ und bei der Nachuntersuchung  $1,1^\circ$  ( $-2,0^\circ - 16,0^\circ$ , St. abw. 2,76) ergab (Tabelle 43).

**Tabelle 43: Inklinationswinkel postoperativ, bei der Nachuntersuchung und deren Differenz [Grad]**

	Winkel, postoperativ	Winkel, bei Untersuchung	Winkel, Differenz
Maximum	63,0	69,0	16,0
Minimum	32,0	32,0	-2,0
St.abweichung	6,02	6,59	2,76
Mittelwert	45,9	47,0	1,1

Da diese Art der Messung nach MASSIN et al. [65] durch Kippung des Beckens und Projektionsunterschiede zwischen den einzelnen radiologischen Untersuchungen mit Fehlern behaftet ist, empfahlen HEEKIN et al. 1993, Winkeländerungen von fünf Grad und weniger nicht als Zeichen einer Pfannenkipfung, sondern als einen Messfehler anzusehen. Die Änderungen des Inklinationswinkels von mehr als fünf Grad sollten dagegen auf ein echtes Kippen der Pfanne zurückgeführt werden [32].

Acht Pfannen (7,0%) wiesen eine Zunahme des Inklinationswinkels von mehr als  $5^\circ$  auf, während bei 107 Pfannen (93,0%) entweder keine Veränderung gemessen wurde oder diese durch Projektionsfehler erklärt werden konnte (Tabelle 44).

**Tabelle 44: Häufigkeiten unterschiedlicher Winkeländerungen**

Winkeländerung	Anzahl	Anteil
0°	63	54,8%
1° – 5°	44	38,2%
Mehr als 5°	8	7,0%
Gesamt	115	100,00%

### 3.5.2.2 Pfannenmigration

Von den 115 Pfannen, die hinsichtlich ihrer Positionsänderung beurteilt werden konnten, zeigten 103 (89,6%) keine Änderung bzw. eine geringfügige Änderung ihrer Position von weniger als 5 mm, die jedoch nach HEEKIN et al. [32] und MASSIN et al. [65] keiner echten Migration entsprach, sondern auf den Messfehler zurückzuführen war. Die restlichen zwölf Pfannen (10,4%) veränderten ihre Position um 5 mm oder mehr, so dass hier eine Wanderung der Pfannen angenommen werden musste. Jeweils drei Pfannen (2,6%) wanderten nach kranial und nach medial. In zwei Fällen (1,7%) war eine Migration nach lateral nachweisbar. Weitere vier Pfannen wanderten sowohl nach kranial als auch in zwei Fällen (1,7%) nach medial und in weiteren zwei Fällen (1,7%) nach lateral (Tabelle 45).

**Tabelle 45: Pfannenwanderung**

	Anzahl	Anteil	Winkeländerung
Keine Veränderung	103	89,6%	-
Kranial	3	2,6%	8°
Medial	3	2,6%	2°
Lateral	2	1,7%	0° / 15°
Mediokranial	2	1,7%	9°
Laterokranial	2	1,7%	16°
Gesamt	115	100,0%	

Acht der zwölf migrierten Hüftgelenkspfannen zeigten zusätzlich eine Änderung des Inklinationswinkels von mehr als 5°. Betroffen waren die Pfannen mit Positionsände-

nung nach laterokranial, mediokranial, kranial, medial und eine der beiden nach lateral gewanderten Pfannen (Tabelle 45).

Die Richtungen der Migration können durch die Einwirkung der Druckkräfte auf die Pfanne erklärt werden. Diese wird bei der Lastaufnahme von kaudal nach kranial belastet. In acht von zwölf Fällen unterstützt die zusätzliche Veränderung des Inklinationswinkels die These einer stattgefundenen Migration.

Die Korrelationsanalyse ergab einen hochsignifikanten Zusammenhang zwischen Pfannenmigration und Veränderung des Pfanneneingangswinkels ( $p < 0,001$ ). Ansonsten zeigte die statistische Auswertung keinen signifikanten Einfluss der Veränderung des Pfanneneingangswinkels bzw. der Pfannenmigration auf die Ergebnisse des Harris-Hip Score und seiner Untereinheiten, des SF-36 Gesundheitsfragebogens mitsamt seiner Einzelkriterien und des Activity-Score nach Sutherland ( $p > 0,05$ ).

### 3.5.2.3 Osteointegration der Pfanne

Die Häufigkeit der Saumbildung insgesamt nahm kontinuierlich von 7,0% in Zone I über 8,7% in Zone II auf 11,3% in Zone III zu. Der Anteil der Lysesäume, die 2 mm oder mehr in Breite maßen, betrug 0,9% für Zonen I und II und stieg in Zone III auf 6,1% deutlich an. Ebenso übertraf die durchschnittliche Breite der Säume in Zone III mit 1,9 mm die in Zone I mit 1,4 mm und in Zone II mit 1,1 mm (Tabelle 46).

**Tabelle 46: Saumbildung um die Prothesepfanne, dargestellt nach Zonen nach DELEE und CHARNLEY [22]**

Saumbildung						
	Zone I		Zone II		Zone III	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
0 mm	107	93,0%	105	91,3%	102	88,7%
1 mm	7	6,1%	9	7,8%	6	5,2%
2 mm	0	0,0%	1	0,9%	4	3,5%
3 mm	0	0,0%	0	0,0%	2	1,7%
4 mm	1	0,9%	0	0,0%	1	0,9%
Gesamt	115	100,0%	115	100,0%	115	100,0%

Die Abnahme der Radiodensität des die Pfanne umgebenden Knochens wurde in 14 Fällen (12,2%) registriert. Dabei trat sie bei 4,3% in Zone I, bei 1,7% in Zone II und bei 6,1% in Zone III auf (Tabelle 47). Das Auftreten von Resorptionen in Zone I wurde überwiegend im Bereich des kranio-lateralen Acetabulumrandes beobachtet.

**Tabelle 47: Resorption des Knochenlagers um die Prothesepfanne, dargestellt nach Zonen nach DELEE und CHARNLEY [22]**

Resorption						
	Zone I		Zone II		Zone III	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
Nicht vorhanden	110	95,7%	113	98,3%	108	93,9%
Vorhanden	5	4,3%	2	1,7%	7	6,1%
Gesamt	115	100,0%	115	100,0%	115	100,0%

Die Sklerosierung des Knochenlagers in der Umgebung der Prothesepfanne wurde insgesamt in neun Fällen (7,8%) beobachtet. Zone I zeigte mit 5,2% (sechs Fälle) die meisten Verdichtungen der Spongiosa, während die Zonen II und III mit zwei bzw. einem Fall (1,7% bzw. 0,9%) deutlich seltener betroffen waren (Tabelle 48).

**Tabelle 48: Sklerosierung des Knochenlagers um die Prothesepfanne, dargestellt nach Zonen nach DELEE und CHARNLEY [22]**

Sklerosierung						
	Zone I		Zone II		Zone III	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
Nicht vorhanden	109	94,8%	113	98,3%	114	99,1%
Vorhanden	6	5,2%	2	1,7%	1	0,9%
Gesamt	115	100%	115	100%	115	100%

Die Verteilung der Lysesäume sowie der Resorptions- und der Sklerosezeichen innerhalb der drei die Pfanne umgebenden Zonen entspricht der physiologischen Reaktion des Knochens auf die Krafteinleitung bei der Lastaufnahme der Prothesepfanne. Dabei entspricht die höchste Sklerosierungsrate sowie die geringste Saumbildungshäufigkeit in Zone I der höchsten Druckbelastung in diesem Bereich. Die Krafteinleitung ist in

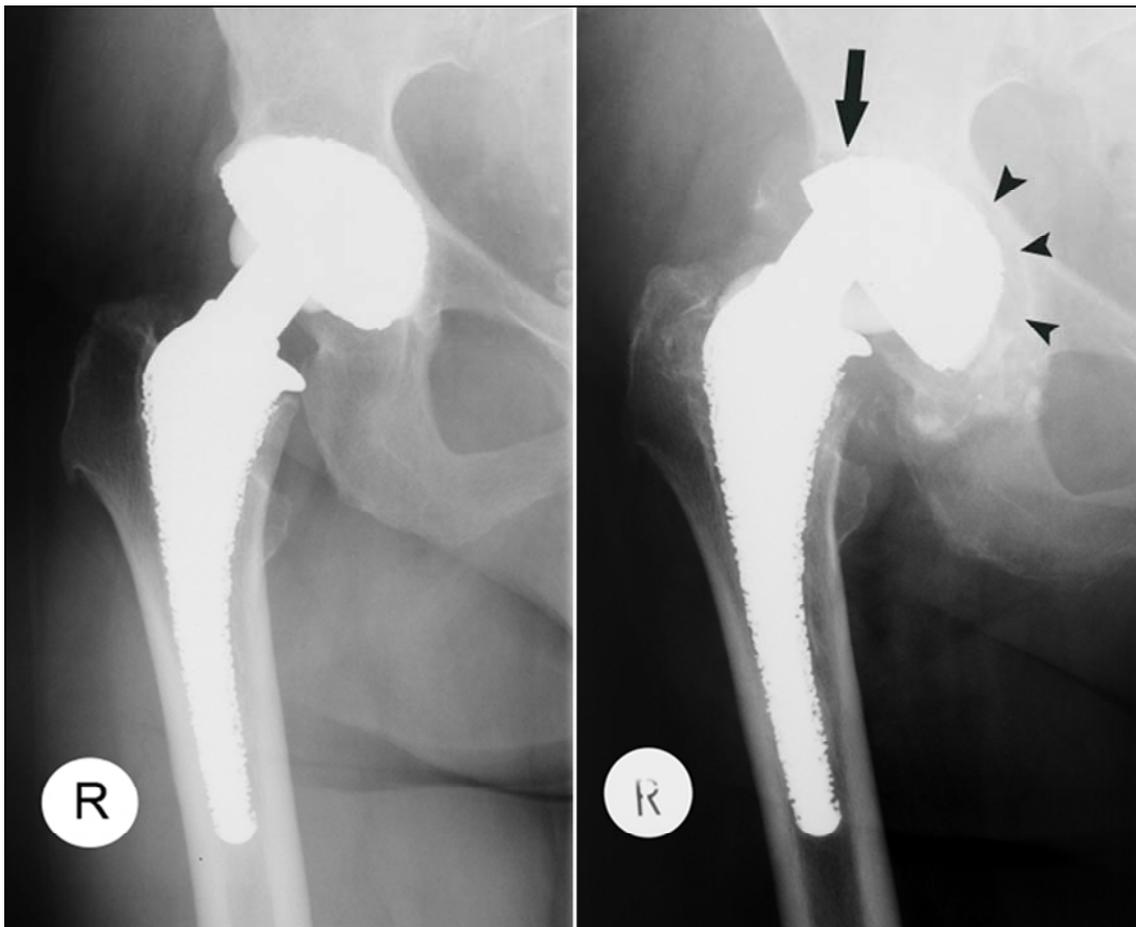
Zone III am geringsten. Stattdessen nehmen hier die tangential auf die Grenzfläche Knochen-Metall einwirkenden Kräfte zu, die sich als ungünstig für die Osteointegration erwiesen haben [40;52]. Daher zeichnet sich dieser Bereich durch den höchsten Anteil der Knochenresorption und Saumbildung aus.

Die statistische Analyse ergab im Vergleich eine signifikante Häufung der Lysesäume in den Zonen I ( $p < 0,001$ ) und II ( $p < 0,001$ ) und eine signifikante Zunahme der Resorptionen in der Zone III ( $p < 0,001$ ) periacetabulär bei den abgekippten Pfannen. Die Lysesäume in den Zonen I ( $p < 0,001$ ) und II ( $p < 0,001$ ) kamen ebenfalls signifikant häufiger in der Umgebung von migrierten Pfannen vor.

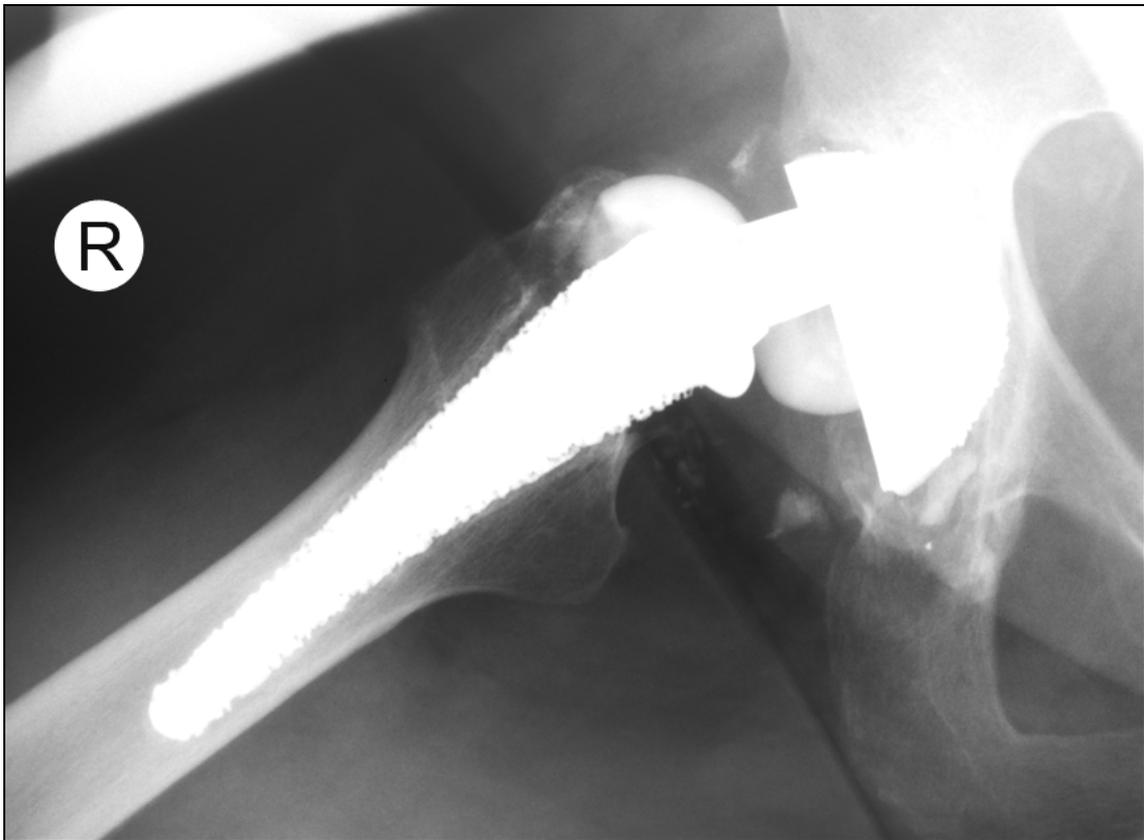
Veränderungen des Knochenlagers in der Umgebung der Pfanne standen in keinem signifikanten Zusammenhang mit den klinischen und psychometrischen Befunden, sowie mit den Ergebnissen des Aktivitätsscore ( $p > 0,05$ ).

Die Abbildungen 11 und 12 zeigen die radiologischen Befunde einer 78-jährigen Patientin mit einer gelockerten und dislozierten Prothesenpfanne sowie einem gebrochenen Prothesenkopf aus Aluminiumoxidkeramik. Die operative Versorgung des rechten Hüftgelenkes fand vor 13,8 Jahren aufgrund von idiopathischer Coxarthrose statt. Der Vergleich der a.-p.-Aufnahmen der rechten Hüfte, die zwei und 13,8 Jahre postoperativ angefertigt wurden, ist in der Abbildung 11 dargestellt. Der Aluminiumoxidkeramik-Kopf ist gebrochen, der Hals der femoralen Komponente hat das Inlay vollständig destruiert (s. auch Abbildung 12). Der Inklinationswinkel der Prothesenpfanne nahm zwischen den beiden dargestellten Untersuchungen um 16 Grad zu (maximale Zunahme im vorliegenden Patientenkollektiv). Zusätzlich fand eine Migration der Pfanne nach kranio-lateral statt. Die Lockerung der Pfanne wird ebenfalls durch einen Lysesaum in Zone I und durch den Sklerosesaum in den Zonen II und III, der den ursprünglichen Sitz des Implantates markiert, belegt. Trotz des gebrochenen Prothesenkopfes und der gelockerten und dislozierten Prothesenpfanne gab die Patientin keinerlei Schmerzen an (91,9 Punkte im Harris-Score). Im Rahmen eines Revisionseingriffes wurden aufgrund des dargestellten Befundes eine zementierte Pfanne und ein neues Inlay implantiert.

Die Aufnahme nach LAUENSTEIN ermöglicht eine bessere Darstellung der Fragmente des gebrochenen Kopfes aus Aluminiumoxidkeramik, sowie der Zeichen der Prothesenlockerung und -migration. Im Bereich des proximalen Schaftes sind Lockerungssäume und eine deutliche Atrophie des Calcar femoris zu erkennen (Abbildung 12).



**Abb. 11:** A.-p.-Aufnahmen links 2 Jahre, rechts 13,8 Jahre postoperativ. Der Aluminiumoxidkeramik-Kopf ist gebrochen, der Hals der femoralen Komponente hat das Inlay vollständig zerstört (s. auch Abb. 12). Der Inklinationswinkel der Prothesenpfanne nahm um 16 Grad zu. Es fand eine Migration der Pfanne nach kranio-lateral statt. Der Lyse-saum in Zone I (Pfeil) und der Sklerosesaum in den Zonen II und III (Pfeilspitzen) belegen die Lockerung.



**Abb. 12:** In der Aufnahme nach Lauenstein von derselben Patientin (s. Abb. 11) stellen sich sowohl die Fragmente des gebrochenen Aluminiumoxidkeramik-Kopfes als auch die Zeichen der Pfannenlockerung und -migration deutlich dar. Im Bereich des proximalen Prothesenschaftes fallen Lockerungssäume und eine deutliche Resorption des Calcar femoris auf.

### 3.5.3 Periartikuläre Ossifikation

Insgesamt konnten 115 Röntgenaufnahmen im Hinblick auf heterotope periartikuläre Ossifikation untersucht werden. Dabei stellte sich heraus, dass 62 (53,9%) der untersuchten Hüftgelenke keine Ossifikation (Grad 0 nach BROOKER [9]) und 38 (33,0%) der Gelenke lediglich einzelne Knocheninseln im umgebenden Weichteilgewebe (Grad I) aufwiesen. Zehn Gelenke (8,7%) zeigten vom Becken oder vom Femur ausgehende Osteophyten mit einem Mindestabstand von mehr als 1 cm (Grad II) und weitere fünf (4,4%) mit einem Mindestabstand von weniger als 1 cm (Grad III). Keines der untersuchten Hüftgelenke wies eine Ankylose (Grad IV) auf (Tabelle 49).

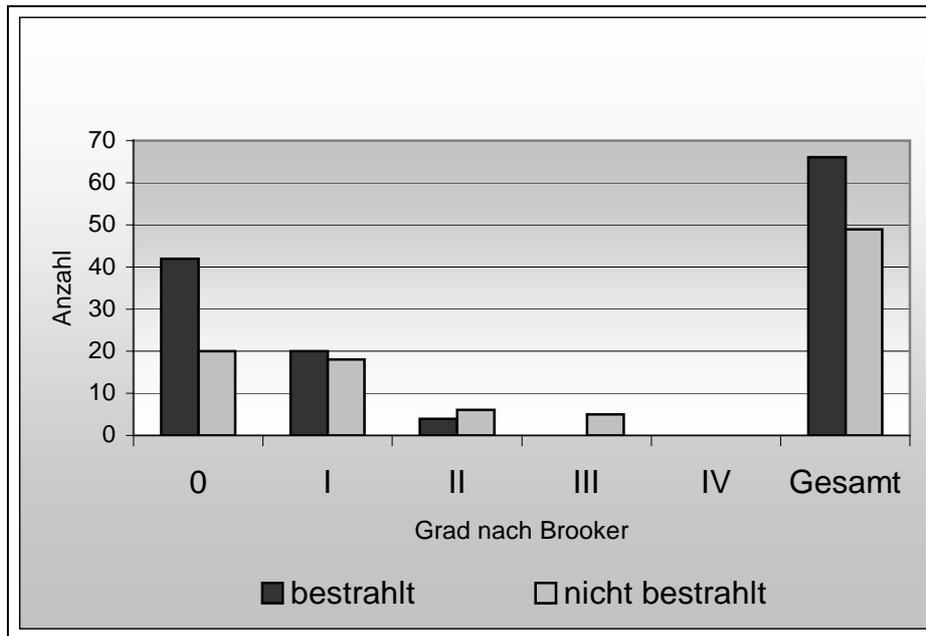
**Tabelle 49: Periartikuläre Ossifikation nach BROOKER**

Periartikuläre Ossifikation	Anzahl	Anteil
Grad 0	62	53,9%
Grad I	38	33,0%
Grad II	10	8,7%
Grad III	5	4,4%
Grad IV	0	0,0%
Gesamt	115	100,0%

Die Häufigkeiten unterschiedlicher Ausprägungsgrade sind in Abhängigkeit von postoperativ prophylaktisch durchgeführter lokaler Kobalt-Bestrahlung in Tabelle 50 aufgeführt.

**Tabelle 50: Häufigkeiten der periartikulären Ossifikationen in Abhängigkeit von postoperativer prophylaktischer Bestrahlung**

Ossifikation (n. BROOKER)	Bestrahlt		Nicht bestrahlt	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
Grad 0	42	63,6%	20	40,8%
Grad I	20	30,3%	18	36,8%
Grad II	4	6,1%	6	12,2%
Grad III	0	0,0%	5	10,2%
Grad IV	0	0,0%	0	0,0%
Gesamt	66	100,00%	49	100,00%



**Abb. 13: Ausprägung der Ossifikation in Abhängigkeit von der Bestrahlung**

Die Abbildung 13 stellt die Ausprägung der heterotopen periartikulären Ossifikation in Abhängigkeit von der prophylaktischen postoperativen Tele-Cobalt-Bestrahlung dar.

Der Mann-Whitney-U-Test für zwei unverbundene Stichproben ergab eine signifikante Zunahme der periartikulären Ossifikationen in der Gruppe der nicht bestrahlten Patienten ( $p=0,007$ ). Ebenso zeigte die Korrelationsanalyse einen signifikanten Zusammenhang zwischen Bestrahlung und geringerer Ossifikationsrate ( $p=0,023$ ).

Der klinische Befund (das Gesamtergebnis des Harris-Hip Score) verschlechterte sich signifikant mit der zunehmenden Ausprägung der Ossifikation ( $p=0,045$ ). Der Grad der heterotopen Ossifikation zeigte allerdings keinen signifikanten Einfluss auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität (Einzelkriterien des SF-36, Körperliche und Psychische Summenskalen des SF-36,  $p>0,05$ ) wie auch auf das Aktivitätslevel der Patienten (Sutherland-Aktivitätsscore,  $p=0,866$ ).

Die Abbildung 14 verdeutlicht die Auswirkung der Bestrahlung am Beispiel eines 67-jährigen Patienten, der vor 10 Jahren aufgrund von idiopathischer Femurkopfnekrose an beiden Hüftgelenken operiert wurde, wobei postoperativ nur das linke einer Tele-

Kobalt-Bestrahlung unterzogen wurde. Das nicht bestrahlte rechte Hüftgelenk weist eine deutliche, die Beweglichkeit einschränkende periartikuläre Ossifikation (Grad III), während links keine heterotopen Ossifikationsherde nachweisbar sind (Grad 0). Im Harris-Hip Score wurde für das linke Hüftgelenk ein um zehn Punkte besseres Ergebnis als für die Gegenseite ermittelt.



**Abb. 14:** 10 Jahre nach der operativen Versorgung beider Hüftgelenke. Postoperativ fand eine Bestrahlung nur des linken Hüftgelenkes statt. Rechts zeigt sich eine deutliche, die Beweglichkeit einschränkende periartikuläre Ossifikation (Grad III). Links sind keine heterotopen Ossifikationsherde nachweisbar (Grad 0).

## 4 Diskussion

### 4.1 Revisionen und Überlebensanalyse

Die Analyse der im Laufe der Nachuntersuchung identifizierten Revisionsfälle ergab eine Revisionsrate von 6,1%, welche 16 reoperierten Gelenken entsprach. Darauf basierend konnte nach dem KAPLAN-MEIER-Verfahren nach 14,9 Jahren eine gesamte kumulative Überlebensrate für Pfanne und Schaft von 87,6% ( $\pm 4,8\%$ ) errechnet werden. Die Überlebensrate betrug für den Schaft 84,2% ( $\pm 5,3\%$ ) und für die Pfanne 91,0% ( $\pm 7,9\%$ ). Dabei wurden alle Revisionen unabhängig von ihrer Indikation berücksichtigt [72]. Die aseptische Lockerung stellt langfristig das Hauptproblem der zementfreien Hüftenendoprothetik dar [31;59;62;84] und machte auch in der vorliegenden Studie in 75% (12 von 16) der Fälle die Indikation zur Revision aus. In fünf Fällen aufgetretene Schaftbrüche sind vorrangig ebenfalls durch proximale aseptische Lockerung und nicht etwa durch Materialfehler zu erklären, so dass auch diese statistisch den aseptisch gelockerten Implantaten zugeschrieben wurden [48].

Folgende Studien verfolgten den Verlauf von Patienten, die allesamt ebenfalls mit der S&G-Endoprothese versorgt wurden:

- NAKAI et al. untersuchten 17 Hüftgelenke von Hämodialysepatienten 3,7 Jahre nach endoprothetischer Versorgung und mussten eine Revisionsrate von 11,8% feststellen. Dabei handelte es sich um einen Schaft und eine Pfanne bei einem und demselben Patienten, die aufgrund einer Infektion gewechselt werden mussten [73].
- HENSSGE et al. ermittelten nach 3,8 Jahren vier revidierte unter 57 primär operierten Gelenken (7,0%) [34].
- SPRICK und DUFEK berichteten nach einem Nachuntersuchungszeitraum von 6,3 Jahren von einer Revisionsrate von 5,8%, wobei von acht Fällen nur ein Schaft gelockert war [92].

- MATSUI et al. revidierten 3,9% der 51 primär operierten Gelenke. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug dabei 6,3 Jahre. In einem der beiden Revisionsfälle lag ein gebrochener Schaft vor [66].
- KISHIDA et al. berichteten in ihrer Arbeit über fünf gebrochene Schäfte von 204 insgesamt implantierten Endoprothesen. Dabei betrug die Rate der Schaftbrüche 2,4%, verglichen mit 1,9% in der vorliegenden Studie [48].

**Tabelle 51: Revisionsraten S&G-Endoprothesen (Literaturübersicht)**

Autoren, Jahr	Follow-Up [Jahre]	Hüften	Revisionsrate
PLÖTZ et al., 1992 [82]	2,8	106	0,0%
RUNKEL et al., 1994 [85]	3,6	72	6,9%
SUGANO et al., 1994 [94]	3,6	65	0,0%
NAKAI et al., 2003 [73]	3,7	17	11,8%
HENSSGE et al., 1991 [34]	3,8	57	7,0%
SPRICK und DUFEK, 1993 [92]	6,3	138	5,8%
MATSUI et al., 1998 [66]	6,3	51	3,9%
Vorliegende Studie	11,8	265	6,1%

Tabelle 51 zeigt eine Übersicht der in diesen Studien veröffentlichten und sehr breit gestreuten Revisionsraten der S&G-Endoprothese (0,0% - 11,8%). Die in der vorliegenden Arbeit ermittelte Rate ist vergleichbar. Ein direkter Vergleich ist jedoch aufgrund erheblicher Unterschiede der Nachuntersuchungszeiträume und der Patientenzahlen nur eingeschränkt aussagefähig.

Zum langfristigen Vergleich unterschiedlicher Prothesenmodelle existieren v. a. im skandinavischen Raum Hüftarthroplastik-Register, da dort aufgrund des staatlichen Gesundheitssystems nahezu 100% der Fälle erfasst werden [31;59;62;84]. Anhand dieser Register wurden kumulative Überlebensraten für unterschiedliche Prothesenkonzepte und –desings bestimmt.

MALCHAU et al. werteten die Daten des Schwedischen Hüftarthroplastik-Registers aus, in dem in den Jahren 1979 – 2000 86.207 operierte Hüftgelenke registriert wurden. Dabei stellten sie in den Jahren 1990 – 2000 anhand von 2.744 beobachteten Fällen eine

10-Jahres-Überlebensrate für zementfreie Implantate von 87,7% (85,2%-90,3%) fest. Für 1.772 Gelenke wurde eine 17-Jahres-Überlebensrate von 56,9% (52,4%-61,8%) ermittelt [62]. Der Vergleich mit den Ergebnissen unserer Studie zeigt, dass die S&G-Implantate über einen Zeitraum von 14,9 Jahren mit 87,6% ( $\pm 4,8\%$ ) eine vergleichbare Überlebensrate aufweisen.

Autoren neuerer Studien berichteten jedoch von zementfreien Prothesensystemen mit deutlich besseren Überlebensraten nach 10 Jahren. DELAUNAY et al. ermittelten 1998 eine 10-Jahres-Überlebensrate von 99,1% für den Schaft und von 98,6% für die Pfanne der von ihnen untersuchten zementfrei implantierten Zweimüller-Endoprothese [21]. BONNOMET et al. untersuchten ein ebenfalls zementfrei implantiertes Prothesenmodell Alloclassic-SL. Sie berichteten 2001 von einer 10-Jahres-Überlebensrate für den Schaft von 99,2% [6]. EINGARTNER et al. fanden 2003 elf Jahre nach zementfreier Implantation des BiCONTACT-Schaftes eine Überlebensrate von 97,1% [25].

Während die S&G Pfanne eine vergleichbar gute Überlebensrate von 91,0% ( $\pm 7,9\%$ ) nach 14,9 Jahren aufwies, zeigte der S&G Schaft mit einer Überlebensrate von 84,2% ( $\pm 5,3\%$ ) ein nach neueren Erkenntnissen unbefriedigendes Langzeitergebnis. Ähnlich der Darstellung von KISHIDA et al. [48] ergaben die fünf Schaftbrüche, die durch die proximale aseptische Lockerung bedingt auftraten, eine inakzeptabel hohe Bruchrate.

## **4.2 Klinischer Befund, Lebensqualität und Aktivitätsgrad**

Seit der Etablierung der Hüftendoprothetik als ein orthopädisches Standardverfahren werden fortwährend Versuche unternommen, das Ergebnis der endoprothetischen Versorgung zu quantifizieren [3;10;30;96]. Zu diesem Zweck wurden zahlreiche zum Teil sehr unterschiedlich konzipierte Verfahren entwickelt und eingesetzt [3;10]. In einer prospektiven Studie an 147 Patienten, die mit einer Hüftendoprothese versorgt wurden, konnten LIEBERMAN et al. aufzeigen, dass die patienteneigene Beurteilung des Gesundheitszustandes erheblich von der Beurteilung des medizinischen Personals abwich und ein zusätzliches patientenbezogenes Untersuchungsverfahren notwendig war, um das Outcome der Endoprothesenversorgung optimal beurteilen zu können [56]. Als ein solches Messinstrument korreliert der gesundheitsbezogene Fragebogen SF-36 im Gegensatz zu anderen Verfahren in hohem Maße mit dem klinischen Erfolg der endoprothetischen Patientenversorgung [41;75;91]. Dieser Fragebogen ermöglicht es, eine ganze Reihe zusätzlicher lebensqualitätsbezogener Faktoren, die durch operative Hüftgelenkversorgung beeinflusst werden, in die Beurteilung des Erfolges miteinzubeziehen [3]. Durch die gemeinsame Anwendung von krankheitsspezifischen klinischen Untersuchungsverfahren wie Harris-Hip Score und auf die Lebensqualität der Patienten bezogenen Untersuchungsverfahren wie SF-36 erwarten LIEBERMAN et al. umfassendere und aussagekräftige Untersuchungsergebnisse der mit einem künstlichen Hüftgelenk versorgten Patienten [55].

Mehrere Arbeitsgruppen stellten fest, dass ein erhöhter Aktivitätsgrad nach einer Endoprothesenversorgung des Hüftgelenks zu einer frühzeitigen aseptischen Implantatlockerung führen und somit sowohl den klinischen Erfolg als auch die gesundheitsbezogene Lebensqualität negativ beeinflussen kann [37;53;54]. So waren höhere Lockerungsraten bei jüngeren Patienten trotz besserer Knochenqualität hauptsächlich auf höhere körperliche Aktivität zurückzuführen [16;23;24;39;42;83;97;99]. Aus diesem Grund ist für die langfristige Beurteilung einer Endoprothese die Erfassung des Aktivitätsgrades der Patienten von großer Bedeutung.

In der vorliegenden Studie wurden 121 Hüftgelenke von 101 Patienten mindestens 10,1 Jahre nach der Versorgung mit der zementfreien S&G-Endoprothese untersucht. Nach durchschnittlich 11,8 Jahren wurde der klinische Befund mit dem krankheitsspezifischen Harris-Hip Score, das Aktivitätslevel mit dem Activity-Score nach SUTHERLAND und die gesundheitsbezogene Qualität mit dem MOS SF-36 Fragebogen erhoben.

Der durchschnittliche Wert des klinischen Hüftscore nach HARRIS der in dieser Studie untersuchten Patienten betrug 88,3 Punkte (33,7 – 100,0, Standardabw. 14,99). 83,5% der Patienten erzielten ein sehr gutes oder ein gutes und 5,0% der operierten Patienten ein zufriedenstellendes Ergebnis. Der klinische Befund von 11,6% der Hüftgelenke wurde als unbefriedigend beurteilt.

PLÖTZ et al. berichteten über 106 Hüftgelenke von 100 Patienten, die mit der S&G - Prothese versorgt und im Rahmen einer prospektiven Studie über einen Zeitraum von durchschnittlich 2,8 (1,0 – 5,4) Jahren beobachtet wurden [82]. Dabei zeigten 94% der Patienten einen sehr guten oder einen guten und 6% einen zufriedenstellenden klinischen Befund. Das Alter dieser Gruppe entsprach zum Zeitpunkt der Operation mit durchschnittlich 60 Jahren in etwa dem der Patienten in der vorliegenden Studie (59,0 Jahre). Ein erheblicher Unterschied lag allerdings bezüglich der Follow-Up-Dauer vor.

HENSSGE et al. fanden heraus, dass mindestens 3,8 Jahre nach der Implantation einer S&G - Endoprothese 87,7% der 77 Hüften einen guten und sehr guten, 8,8% einen zufriedenstellenden und 3,5% einen unbefriedigenden Befund aufwiesen [34].

SPRICK und DUFEK untersuchten 138 Hüftgelenke 6,3 (5,0 – 8,5) Jahre nach der Implantation einer S&G - Prothese. Die Patienten erreichten im Mittel 91,2 Punkte im Harris-Hip Score. 90,6% von ihnen konnten als sehr gut/gut, 5,8% als zufriedenstellend und 3,6% als unbefriedigend beurteilt werden [92]. Das Patientenalter betrug im Mittel 62,4 Jahre.

Bisher liegen keine Berichte über Untersuchungen mit S&G - Prothesen versorgter Patienten mit Beobachtungszeiten von zehn Jahren und mehr. Andere zementfrei zu implanzierende Prothesenmodelle wurden hingegen zum Teil über längere Zeiträume verfolgt.

Dabei wurden für den Harris-Hip Score Werte zwischen 85,0 und 91,3 Punkten ermittelt [45-47;49].

Die klinischen Ergebnisse der vorliegenden Studie liegen zwar etwas unter dem Durchschnitt der in der Literatur dargestellten Ergebnisse von Studien mit einer mittleren Beobachtungsdauer von zwei bis sechs Jahren. Sie entsprechen jedoch den Werten, die in Studien mit vergleichbarer Follow-Up-Dauer sowie Patientenaltersverteilung ermittelt wurden. Der in der vorliegenden Arbeit dargestellte negative Zusammenhang zwischen der Verweildauer der Endoprothese in situ und dem klinischen Befund ( $p=0,02$ ) bestätigt diese Verschlechterung des klinischen Befundes mit zunehmender Follow-Up-Dauer.

In zahlreichen Studien konnte gezeigt werden, dass Patienten, die im Alter von 50 Jahren oder darunter operiert wurden, deutlich schlechtere klinische Ergebnisse erzielten [16;18;23;24;61;74]. Die statistische Analyse unserer Studie ergab jedoch keinen signifikanten Einfluss des Patientenalters zum Zeitpunkt der Operation auf das Ergebnis der klinischen Untersuchung. CHAN und VILLAR fanden keinen signifikanten Einfluss des Übergewichts auf das mittelfristige Ergebnis endoprothetischer Versorgung [15]. Diese Feststellung kann durch die vorliegende Studie bestätigt werden, da sich hier ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem BMI und dem Ergebnis des Harris-Hip-Score ergab ( $p>0,05$ ). Die Tatsache, dass sowohl jüngere als auch übergewichtige Patienten im beschriebenen Patientenkollektiv gleichermaßen von der Versorgung mit der S&G-Endoprothese profitierten, lässt die Schlussfolgerung zu, dass weder das geringe Alter noch das Übergewicht zum Ausschluss der betroffenen Patienten von der Versorgung mit der zementfreien Hüftendoprothese führen dürfen.

Die Ergebnisse der klinischen Untersuchung korrelierten signifikant mit den Ergebnissen der psychometrischen Untersuchung. So wiesen die Patienten mit einem geringen Wert im Harris-Hip Score auch eine schlechtere körperliche Summenskala auf ( $p<0,001$ ). Die psychische Summenskala dagegen wurde vom Gesamtergebnis des Harris-Hip Score nicht signifikant beeinflusst ( $p=0,142$ ). LIEBERMAN et al. fanden in einem Patientenkollektiv mit 140 operierten Hüftgelenken ebenfalls einen hoch signifikanten Zusammenhang zwischen dem Punktwert des Harris-Hip Score und der körper-

lichen Summenskala des SF-36, während die psychische Summenskala auch in ihrer Studie vom klinischen Befund unbeeinflusst blieb [55].

In ähnlicher Weise beeinflusste auch der Aktivitätsgrad die gesundheitsbezogene Lebensqualität. Während die standardisierte körperliche Summenskala mit abnehmendem Aktivitätsgrad ebenfalls geringer ausfiel ( $p < 0,001$ ), konnte für die standardisierte psychische Summenskala kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden ( $p = 0,059$ ). CHIU et al. und BOARDMAN et al. stellten in ihren Untersuchungen ebenfalls einen signifikanten Zusammenhang zwischen der physischen Aktivität und der Lebensqualität ihrer Patienten fest [5;17].

Der Vergleich der Lebensqualität der Patienten mit der altersgleichen deutschen Normpopulation zeigte, dass die Versorgung der Patienten mit einer Endoprothese deren psychische Lebensqualität (standardisierte psychische Summenskala des SF-36) nicht signifikant beeinflusste ( $p > 0,05$ ). Diese Beobachtung betraf alle Altersklassen, so dass sowohl jüngere als auch ältere Patienten in ihrer psychischen Lebensqualität nicht von der gesunden altersgleichen Bevölkerung abweichen und somit gleichermaßen von der operativen Versorgung profitierten. Die körperliche Lebensqualität (standardisierte körperliche Summenskala des SF-36) hingegen zeigte eine deutliche Beziehung zum Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation. Während die Patienten im Alter von mehr als 60 Jahren in ihrer körperlichen gesundheitsbezogenen Lebensqualität nicht signifikant beeinträchtigt waren ( $p > 0,05$ ), zeigten jüngere Patienten unter 60 Jahren eine signifikant schlechtere körperliche Lebensqualität ( $p < 0,001$  für Patienten im Alter von 38-50 Jahren,  $p = 0,022$  für Patienten im Alter von 51-60 Jahren) als die altersgleiche Normpopulation. JONES et al. fanden in einer Untersuchung von 228 hüftendoprothetisch versorgten Patienten ebenfalls, dass obwohl die Konzepte „körperliche Funktion“ und „körperliche Schmerzen“ durch die Operation am meisten verbessert werden konnten, genau diese beiden Konzepte und somit auch die physische Lebensqualität ihrer Patienten signifikant schlechtere Werte aufwiesen als die Normpopulation. Dabei waren psychosoziale Konzepte und damit die psychische Lebensqualität der Patienten vergleichbar mit den geschlechts- und altersadjustierten Normwerten [41]. LIEBERMAN et al. beobachteten diesen Zusammenhang in ihrem Patientenkollektiv mit 140 operierten Hüftgelenken für Patienten im Alter von unter 65 Jahren: diese Patientengruppe wies im

Vergleich zur Normpopulation eine eingeschränkte körperliche Lebensqualität, während die psychische Lebensqualität vom Alter nicht beeinflusst wurde. Männliche Patienten im Alter von 65 Jahren und älter erreichten in allen Bereichen Werte, die den Werten der Normpopulation entsprachen, während weibliche Patienten dieser Altersklasse ebenfalls eine schlechtere körperliche Lebensqualität aufwiesen [55]. In der vorliegenden Studie konnten keine geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Lebensqualität der Patienten festgestellt werden. MARCH et al. berichteten ebenfalls, dass das Geschlecht die Lebensqualität der Patienten nicht beeinflusste [64].

Ein weiterer wichtiger Faktor, der die Zufriedenheit der Patienten nach einem endoprothetischen Eingriff in erheblichem Maße beeinflusst, ist nach MAHOMED et al. die präoperative Erwartungshaltung, die besonders bei jüngeren Patienten oft aufgrund einer bleibenden Funktionseinschränkung nicht erfüllt werden kann und sich in der geringeren körperlichen Lebensqualität niederschlägt [60]

Der Aktivitätsgrad der Patienten wurde von dem Alter und dem klinischen Befund beeinflusst. So waren ältere Patienten weniger aktiv ( $p < 0,001$ ), und ein besseres Ergebnis im Harris-Hip Score ermöglichte ein höheres Aktivitätsniveau ( $p < 0,001$ ).

Die retrospektive Evaluation des Aktivitätsgrades stellt das Resultat der endoprothetischen Versorgung dar und erlaubt daher keine Aussage über die ursächliche Auswirkung des Aktivitätsgrades auf die klinischen und radiologischen Ergebnisse dieser Studie. Es bedarf vielmehr einer prospektiven Untersuchung der täglichen Aktivität, um ihren Einfluss auf die Osteointegration und die aseptische Lockerung der Implantate beurteilen zu können. Sie ist jedoch sehr wertvoll, um klinische, radiologische und psychometrische Untersuchungsergebnisse interpretieren und so den Erfolg der Patientenversorgung umfassend einschätzen zu können [96].

### **4.3 Radiologische Untersuchung**

Durch veränderte biomechanische Bedingungen nach Implantation einer Hüftendoprothese kommt es zu periprothetischen Knochenreaktionen, die sich als radiologische Phänomene (Lyse- und Sklerosesaum, Resorption, kortikale und spongiöse Verdichtung) widerspiegeln. Dem Wolffschen Gesetz (1892) folgend, kommt es bei vermehrter Kraftübertragung zu einer Knochenmassenzunahme und bei Entlastung zur Verminderung der Knochenmasse und somit zur Resorption und Atrophie.

#### **4.3.1 Prothesenschaft**

Das Auftreten und die Lokalisation von radiologischen Phänomenen sind Folge des Prothesendesigns und der Prothesenposition [95]. Im vorliegenden Patientenkollektiv wurden vier (3,5%) femorale Komponenten in Varus- und zwei (1,7%) in Valgusfehlstellung ermittelt. HENSSGE et al. und SPRICK et al. gaben die Rate der Varusfehlstellungen mit 7,1% bzw. 4,4% und die der Valgusfehlstellungen mit 1,8% bzw. 1,4% an [34;92]. Das Einsinken der Schäfte um mehr als 4 mm wurde in der vorliegenden Studie in 11,3% der Fälle beobachtet. In der Literatur finden sich unterschiedliche Angaben bezüglich des Einsinken der zementfreien Schäfte, dabei variiert die Rate in Abhängigkeit von der Dauer des Follow-Up zwischen 0% [73] und 10% [45]. Das Migrationsverhalten der Schäfte zeigte in der vorliegenden Studie keinen Einfluss sowohl auf den klinischen Befund als auch auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität der Patienten. Kein eingesunkener Schaft wurde als gelockert eingestuft.

Das Auftreten von Lysesäumen im periprothetischen Femur 11,8 Jahre nach der Implantation eines S&G-Schaftes wurde hauptsächlich im proximalen Bereich registriert (Zonen I und VII nach GRUEN [29]). 79,1% der Femora wiesen proximo-lateral im Bereich des Trochanter major einen Saum auf, in 24,3% war dieser breiter als 2 mm. PLÖTZ et al. beobachteten ein Jahr postoperativ einen schmalen Lysesaum in dieser Lokalisation bei allen Patienten [82]. Fünf Jahre postoperativ fanden SPRICK et al. in 46,4% der Fälle einen Lysesaum von weniger als 2 mm an dieser Stelle [92]. Weitere Forschungsgruppen bestätigten in ihren Untersuchungen nach mehr als sechs Jahren

postoperativ die höchste Rate der Lysesäume im proximo-lateralen Femur (Zone I) [66;94].

Das Vorkommen der Knochenresorption im Femur entspricht der Verteilung der Lyse-säume mit den höchsten Resorptionsraten in den proximalen Zonen lateral (17,4%) und medial (34,8%). Die Calcarresorption („calcar rounding“) wurde in 27,8% registriert. Die Verdichtung des periprothetischen Knochenlagers fand sich am häufigsten in den distalen Zonen lateral (Zone III: 18,3%) und medial (Zone V: 14,8%). Die Periostver-dickung als Hinweis auf Knochenhypertrophie lag ausschließlich in den distalen Zonen III – V vor. Dieses Verteilungsmuster der Knochenumbauvorgänge wird in der Literatur als typisch für den vollstrukturierten S&G-Schaft beschrieben [20;66;82;85;94]. Dabei bedingt die distale Krafteinleitung eine Sklerosierung der Knochensubstanz in diesem Bereich sowie eine proximale Druckentlastung, welche zu Atrophie- und Resorptions-vorgängen führt. YAMAGUCHI et al. ermittelten mit Hilfe der Osteodensitometrie eine erniedrigte Knochendichte des proximalen Femur [101]. Sie verfolgten über 24 - 30 Monate zwei Patientengruppen mit insgesamt 61 operierten Hüftgelenken, die mit zwei unterschiedlichen S&G-Systemen versorgt worden waren. Dabei stellten sie unabhängig von der Ausdehnung der porösen Schaftoberfläche proximal einen Dichteverlust von 20% fest. Diese Vorgänge des „Stess shielding“ waren in der vorliegenden Studie für den klinischen Befund irrelevant, was in der Literatur ebenfalls bestätigt wurde [7], je-doch sahen einige Autoren in der Knochenatrophie eine Gefahr für die langfristige Sta-bilität [26;36].

So kam es auch im vorliegenden Patientenkollektiv zu insgesamt fünf Brüchen des Pro-thesenschaftes. KISHIDA et al. registrierten in einem Patientenkollektiv mit 204 ze-mentfrei implantierten S&G-Hüftendoprothesen ebenfalls fünf gebrochene Schäfte [48]. Sie fanden heraus, dass die Kombination aus der fehlenden proximalen Abstützung des Schaftes im Knochenlager und der festen knöchernen Integration der distalen Schaf-tabschnitte, die durch die vollständig strukturierte Schaftoberfläche besonders begüns-tigt wurde, den Hauptgrund für den Ermüdungsbruch des S&G-Schaftes darstellte. Durch die proximal weite Markhöhle konnte der Schaft dort keine ausreichende Abstüt-zung finden, so dass es unter physiologischer Belastung zu Mikrobewegungen und spä-ter zum Implantatbruch im mittleren Schaftanteil kam. Wie in den Studien von KISHI-

DA und SUGANO und Mitarbeitern waren auch in der vorliegenden Untersuchung Schäfte kleiner Größen betroffen, da diese im mittleren Bereich durch die durchschnittlich 3 mm tiefe spongiöse Oberfläche einen Kern mit einem Durchmesser von nur 4 – 5 mm aufwiesen [48;94].

Im Vergleich mit in der Literatur veröffentlichten Untersuchungsergebnissen anderer Endoprothesensysteme, die über einen vergleichbaren Zeitraum verfolgt wurden [6;21;25], erweist sich die in der vorliegenden Studie ermittelte Rate der proximalen aseptischen Schaftlockerung und der daraus resultierenden Implantatbrüche als zu hoch und sollte unter dem Aspekt der langfristigen Patientenversorgung in der Zukunft nicht mehr akzeptiert werden.

### 4.3.2 Prothesenpfanne

Die Analyse der Pfannenmigration ergab in acht Fällen (7,0%) eine Zunahme des Inklinationwinkels um mehr als 5° und in zwölf Fällen (10,4%) eine Positionsänderung der Pfanne um 5 mm oder mehr. Mehrere Studien mit kürzerer Standzeit der S&G-Endoprothesen berichten über geringere Pfannenmigrationsraten [66;82;87;94]. Trotz dieser Beobachtung musste insgesamt nur ein Gelenk (0,4%) aufgrund der aseptischen Pfannenlockerung revidiert werden. Damit erzielte die S&G-Pfanne im Vergleich mit anderen in Deutschland eingesetzten Pfannensystemen ein gutes Ergebnis [8]. Durch das Migrationsverhalten der Pfannen wurde weder der klinische noch der psychometrische Befund oder das Aktivitätsniveau der betroffenen Patienten beeinflusst.

Die radiologische Untersuchung des periacetabulären Knochens nach der Implantation der S&G-Pfanne ergab häufigeres Vorkommen von Lysesäumen in der mediokaudalen Region (Zone III nach DE LEE und CHARNLEY [22]) als in dem medialen (Zone II) und dem kranialen (Zone I) periacetabulären Bereich. Sklerosezeichen traten vermehrt in den Zonen I und II auf, während sie in der Zone III kaum beobachtet werden konnten. Die Zonen I (kranial) und II (medial der hemisphärischen Pfanne gelegen) bildeten dabei das sogenannte Pfannendach und stellten den Bereich mit der höchsten Druckbelastung dar [8]. Die Druckkräfte nahmen von kranial nach kaudal ab, so dass die am weitesten kaudal gelegene Zone III mit 6,1% den höchsten Anteil der Saumbildung auf-

wies. Andere Arbeitsgruppen bestätigten diese Verteilung der Umbauvorgänge des periacetabulären Knochens in ihren Veröffentlichungen [8;66;94]. Die Tatsache, dass keine Pfanne komplett von einem Lockerungssaum umgeben war und im gesamten Nachuntersuchungszeitraum nur ein Fall von revisionspflichtiger aseptischer Pfannenlockerung registriert wurde, bestätigt die Annahme einer suffizienten Osteointegration von zementfreien hemisphärischen Pressfit-Pfannen des untersuchten S&G- Systems.

### 4.3.3 Periartikuläre Ossifikation

Heterotope periartikuläre Ossifikationen sind Knochenneubildungen im Weichteilgewebe und stellen die häufigste Komplikation der Hüftendoprothetik dar [57]. Bei der Diskussion über deren Entstehungsmechanismus misst man den undifferenzierten, pluripotenten mesenchymalen Stammzellen eine große Bedeutung bei [77]. Die periartikulären Ossifikationsherde sind im Röntgenbild nach drei bis sechs Monaten postoperativ in ihrem gesamten Umfang beurteilbar. Erst nach sechs bis zwölf Monaten sind sie mit einer geordneten Trabekelstruktur und scharfer Abgrenzung weitgehend ausgereift [50].

Da nach der Ausreifung von heterotopen Ossifikationen nur die operative Entfernung als therapeutische Maßnahme zur Verfügung steht, kommt der Prophylaxe dieser Komplikation die entscheidende Rolle zu. Dabei gehört die Bestrahlung in einem Zeitrahmen von einem Tag vor der Operation bis zum vierten Tag postoperativ zu den wirksamsten prophylaktischen Maßnahmen [50].

Die Patienten der vorliegenden Studie wurden postoperativ in mehreren Fraktionen mit einer Gesamtdosis von 10 Gy im Bereich des operierten Gelenkes bestrahlt. 11,8 Jahre nach der operativen Versorgung und der anschließenden strahlentherapeutischen Prophylaxe fanden sich heterotope periartikuläre Ossifikationen bei 36,4% der bestrahlten und bei 59,2% der nicht bestrahlten Hüftgelenke ( $p=0,007$ ). Dabei machten vereinzelte Knocheninseln in den Weichteilen (Grad I nach BROOKER et al. [9]) bei den bestrahlten Hüften den Großteil der Ossifikationen aus, die keine Verschlechterung der Funktion und des klinischen Befundes sowie der Lebensqualität oder des Aktivitätsgrades zur Folge hatten. Im Gegensatz dazu waren 22,4% der nicht

strahlentherapeutisch behandelten Hüften von Ossifikationen zweiten und dritten Grades nach BROOKER betroffen. Dadurch zeigten diese Patienten signifikante Einschränkungen des klinischen Befundes im Harris-Hip Score ( $p < 0,05$ ), ihre gesundheitsbezogene Lebensqualität und das Aktivitätsniveau wurden jedoch nicht beeinflusst. 1981 berichteten COVENTRY et al. in ihrer ersten klinischen Studie die strahlentherapeutische Prävention von heterotopen Ossifikationen von postoperativ verabreichten Dosen von bis zu  $10 \times 2$  Gy [19]. In den folgenden Jahren wurde die Wirksamkeit zahlreicher anderer Konzepte geprüft. Dabei stellte sich heraus, dass die anfängliche Dosis von  $10 \times 2$  Gy auf  $5 \times 3,5$  Gy,  $5 \times 2$  Gy bis zu  $2 \times 2,5$  Gy reduziert werden konnte, ohne dass die prophylaktische Wirkung aufgehoben wurde. Die Ossifikationsrate betrug je nach Konzept zwischen 3 und 50 Prozent [50]. In der postoperativen Einzelbestrahlung, die seit Ende der 80er Jahre eingesetzt wird, lag die Einzeldosis bei 8 Gy und wurde später auf 7 Gy gesenkt. Dabei schwankte die Ossifikationsrate nach der Einzelbestrahlung zwischen 6 und 36 Prozent [50].

Die in der Literatur beschriebenen Ossifikationsraten sowohl nach fraktionierter wie auch nach einmaliger Bestrahlung entsprechen den in dieser Untersuchung ermittelten Ossifikationsraten. Ebenfalls konnte in der vorliegenden Studie gezeigt werden, dass die postoperative Bestrahlung eines endoprothetisch versorgten Hüftgelenkes eine wirksame Maßnahme zur Prophylaxe von heterotopen periartikulären Ossifikationen darstellt [2;80;86], die den klinischen Befund signifikant verbessern kann [57]. Dabei erhöht sie weder die Rate der Frühkomplikationen, wie Hämatom oder Wundheilungsstörungen, noch der Spätkomplikationen, wie Verzögerung des Einwachsens von zementfreien Endoprothesen oder frühzeitige Lockerung der Implantate [50;86].

## 5 Zusammenfassung

Um den langfristigen Erfolg der Patientenversorgung mit der vollstrukturierten metallspöngösen S&G-Endoprothese zu beurteilen, wurden 101 Patienten mit 121 operierten Hüftgelenken durchschnittlich 11,8 Jahre nach dem Eingriff untersucht. Dabei wurden zum einen die objektiven Parameter, wie Revisions- und Überlebensraten, klinischer Befund und Aktivitätsgrad, ermittelt und zum anderen patienteneigene subjektive Beurteilung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität durchgeführt. Sowohl Osteointegration der Implantate als auch die Umbauvorgänge des periprothetischen Knochens wurden im Rahmen einer radiologischen Untersuchung beurteilt.

Die Überlebensanalyse der S&G-Pfannen und -Schäfte zeigte im Vergleich mit älteren kurz- bis mittelfristigen Studien, die vollstrukturierte zementfreie Endoprothesen erster Generation untersuchten, vergleichbare Ergebnisse. Während die S&G-Pfanne auch beim Vergleich mit neueren Langzeitstudien ein gutes Ergebnis erzielte, stellte sich heraus, dass der S&G-Schaft mit einer hohen Revisionsrate entsprechend geringe Überlebensrate aufwies und somit ein unbefriedigendes Langzeitergebnis erzielte.

Der ermittelte klinische Befund sowie der Aktivitätsgrad der Patienten waren im Vergleich mit den Resultaten anderer Langzeitstudien als gut einzustufen. Sowohl der klinische Zustand als auch der Aktivitätsgrad der Patienten zeigten einen signifikanten Zusammenhang mit der körperlichen Lebensqualität der Patienten aller Altersstufen ( $p < 0,001$ ), so dass die Patienten, die höhere Werte im klinischen Score bzw. in der Aktivitätsuntersuchung erreichten, ebenfalls eine bessere körperliche Lebensqualität aufwiesen, während die psychische Lebensqualität unbeeinflusst blieb ( $p > 0,05$ ). Der Vergleich des Patientenkollektivs mit der altersadjustierten Normpopulation zeigte, dass für die Patienten, die im Alter von unter 60 Jahren operiert wurden, eine signifikant schlechtere körperliche Lebensqualität ermittelt wurde. Ältere Patienten im Alter von 60 Jahren oder mehr zum Zeitpunkt der Operation zeigten jedoch mit der Norm vergleichbare Werte bezüglich der physischen Lebensqualität. Hinsichtlich der psychischen Lebensqualität konnten in allen Altersklassen keine signifikanten Unterschiede zwischen Patienten und Normpopulation festgestellt werden ( $p > 0,05$ ). Diese Beobachtung betraf beide Geschlechter ohne signifikante Differenzen.

Die radiologische Untersuchung ergab für den Prothesenschaft höhere Migrationsraten als die in der Literatur veröffentlichten Angaben. Die Analyse der Osteointegration des Schaftes ergab ein gehäuftes Auftreten von Lockerungssäumen und Knochenresorptionen im proximalen Femur. Die Zeichen von Sklerosierung und Periostverdickung traten vermehrt in den distalen Femurabschnitten auf. Der Grund für eine solche Verteilung der Knochenumbauvorgänge war die distale Einleitung der unter der Belastung des endoprothetisch versorgten Femur auftretenden Druck- und Zugkräfte. Dadurch kam es zur Entlastung des proximalen Femur, dem „Stress shielding“. Die fehlende Abstützung im proximalen und die feste knöcherne Integration im distalen Femur führten in fünf Fällen zu Mikrobewegungen und Brüchen im mittleren Schaftdrittel. Begünstigend für einen solchen Verlauf waren die proximal weite und distal enge Markhöhle des Femur, die volle Strukturierung des S&G-Schaftes und der geringe Durchmesser vom tragenden soliden Kern im mittleren Anteil der Schäfte kleiner Größen.

Die Häufigkeit der Migration von S&G-Pfannen war im Vergleich zu den Ergebnissen anderer Langzeitstudien etwas höher, jedoch musste aufgrund der aseptischen Lockerung nur eine Pfanne revidiert werden. Die Lockerungs- und Resorptionszeichen traten insgesamt selten, dann jedoch vermehrt in medio-kaudalen Bereichen des Azetabulums auf, während die Verdichtung des periprothetischen Knochens vorwiegend kranial im Bereich des Pfannendachs beobachtet wurde. So reagierte der periacetabuläre Knochen mit Verdichtung auf die hier auftretenden Druckkräfte im Bereich des Pfannendachs und mit Resorption und Lockerungssäumen auf die einwirkenden Scherkräfte medio-kaudal.

Insgesamt zeigte die radiologische Analyse der Osteointegration, dass der vollstrukturierte S&G-Schaft eine hohe Rate der proximalen aseptischen Lockerung als Folge von Stress shielding und dadurch bedingt eine hohe Inzidenz von Implantatbrüchen aufwies. Die hemisphärische S&G-Pfanne zeigte im Gegensatz zum Schaft eine sehr geringe Lockerungsrate und somit eine suffiziente Osteointegration.

Die in der Literatur beschriebenen Ossifikationsraten entsprechen den in dieser Untersuchung ermittelten Ossifikationsraten. Ebenfalls konnte gezeigt werden, dass die postoperative Bestrahlung eines endoprothetisch versorgten Hüftgelenkes eine

---

wirksame Maßnahme zur Prophylaxe von heterotopen periartikulären Ossifikationen darstellte, die den klinischen Befund signifikant verbessern konnte ohne die Rate der Spätkomplikationen, wie Verzögerung des Einwachsens von zementfreien Endoprothesen oder frühzeitige Lockerung der Implantate, zu erhöhen.

## 6 Literaturverzeichnis

- [1] Aldinger G, Weipert A: [3D-based production of hip joints: the Aldinger system]. *Radiologe* 31:474-480, 1991
- [2] Ayers DC, Pellegrini VD, Jr., Evarts CM: Prevention of heterotopic ossification in high-risk patients by radiation therapy. *Clin Orthop* 87-93, 1991
- [3] Bachmeier CJ, March LM, Cross MJ, Lapsley HM, Tribe KL, Courtenay BG, Brooks PM: A comparison of outcomes in osteoarthritis patients undergoing total hip and knee replacement surgery. *Osteoarthritis Cartilage* 9:137-146, 2001
- [4] Bauer R, Kerschbaumer F, Poisel S, Oberthaler W: The transgluteal approach to the hip joint. *Arch Orthop Trauma Surg* 95:47-49, 1979
- [5] Boardman DL, Dorey F, Thomas BJ, Lieberman JR: The accuracy of assessing total hip arthroplasty outcomes: a prospective correlation study of walking ability and 2 validated measurement devices. *J Arthroplasty* 15:200-204, 2000
- [6] Bonnomet F, Delaunay C, Simon P, Lefebvre Y, Clavert P, Kapandji AI, Kempf JF: [Straight femoral taper in cementless primary total hip replacement in less than 65 year-old patients: multicenter study of 115 consecutive implantations at mean 8,2 year follow-up]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 87:802-814, 2001
- [7] Breusch SJ, Aldinger PR, Thomsen M, Ewerbeck V, Lukoschek M: [Anchoring principles in hip endoprostheses. I: Prosthesis stem]. *Unfallchirurg* 103:918-931, 2000
- [8] Breusch SJ, Aldinger PR, Thomsen M, Lukoschek M, Ewerbeck V: [Anchoring principles in hip prosthesis implantation. II: Acetabulum components]. *Unfallchirurg* 103:1017-1031, 2000

- 
- [9] Brooker AF, Bowerman JW, Robinson RA, Riley LH, Jr.: Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification. *J Bone Joint Surg Am* 55:1629-1632, 1973
- [10] Bryant MJ, Kernohan WG, Nixon JR, Mollan RA: A statistical analysis of hip scores. *J Bone Joint Surg Br* 75:705-709, 1993
- [11] Buchholz HW: [Joint surgery in advanced age]. *Verh Dtsch Ges Pathol* 59:258-259, 1975
- [12] Bullinger M: German translation and psychometric testing of the SF-36 Health Survey: preliminary results from the IQOLA Project. *International Quality of Life Assessment. Soc Sci Med* 41:1359-1366, 1995
- [13] Bullinger M, Kirchberger I.: *Der SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand, Handbuch für die deutschsprachige Fragebogenversion. Medical Outcomes Trust, München, 1995*
- [14] Burke DW, O'Connor DO, Zalenski EB, Jasty M, Harris WH: Micromotion of cemented and uncemented femoral components. *J Bone Joint Surg Br* 73:33-37, 1991
- [15] Chan CL, Villar RN: Obesity and quality of life after primary hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 78:78-81, 1996
- [16] Chandler HP, Reineck FT, Wixson RL, McCarthy JC: Total hip replacement in patients younger than thirty years old. A five-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am* 63:1426-1434, 1981
- [17] Chiu HC, Chern JY, Shi HY, Chen SH, Chang JK: Physical functioning and health-related quality of life: before and after total hip replacement. *Kaohsiung J Med Sci* 16:285-292, 2000

- [18] Collis DK: Long-term (twelve to eighteen-year) follow-up of cemented total hip replacements in patients who were less than fifty years old. A follow-up note. *J Bone Joint Surg Am* 73:593-597, 1991
- [19] Coventry MB, Scanlon PW: The use of radiation to discourage ectopic bone. A nine-year study in surgery about the hip. *J Bone Joint Surg Am* 63:201-208, 1981
- [20] Decking J, Rosendahl T, Decking D: [Proximal fixation of hip endoprotheses with porous surface: results of 6 years]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 137:108-113, 1999
- [21] Delaunay C, Kapandji AI: [10-year survival of Zweymuller total prostheses in primary uncemented arthroplasty of the hip]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 84:421-432, 1998
- [22] DeLee JG, Charnley J: Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin Orthop* 20-32, 1976
- [23] Dorr LD, Lockett M, Conaty JP: Total hip arthroplasties in patients younger than 45 years. A nine- to ten-year follow-up study. *Clin Orthop* 215-219, 1990
- [24] Dorr LD, Takei GK, Conaty JP: Total hip arthroplasties in patients less than forty-five years old. *J Bone Joint Surg Am* 65:474-479, 1983
- [25] Eingartner C, Heigele T, Dieter J, Winter E, Weise K: Long-term results with the BiCONTACT system--aspects to investigate and to learn from. *Int Orthop* 27 Suppl 1:S11-S15, 2003
- [26] Engh CA, Bobyn JD, Glassman AH: Porous-coated hip replacement. The factors governing bone ingrowth, stress shielding, and clinical results. *J Bone Joint Surg Br* 69:45-55, 1987
- [27] Engh CA, Massin P, Suthers KE: Roentgenographic assessment of the biologic fixation of porous-surfaced femoral components. *Clin Orthop* 107-128, 1990

- [28] Engh CA, O'Connor D, Jasty M, McGovern TF, Bobyn JD, Harris WH: Quantification of implant micromotion, strain shielding, and bone resorption with porous-coated anatomic medullary locking femoral prostheses. *Clin Orthop* 13-29, 1992
- [29] Gruen TA, McNeice GM, Amstutz HC: "Modes of failure" of cemented stem-type femoral components: a radiographic analysis of loosening. *Clin Orthop* 17-27, 1979
- [30] Harris WH: Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 51:737-755, 1969
- [31] Havelin LI, Engesaeter LB, Espehaug B, Furnes O, Lie SA, Vollset SE: The Norwegian Arthroplasty Register: 11 years and 73,000 arthroplasties. *Acta Orthop Scand* 71:337-353, 2000
- [32] Heekin RD, Callaghan JJ, Hopkinson WJ, Savory CG, Xenos JS: The porous-coated anatomic total hip prosthesis, inserted without cement. Results after five to seven years in a prospective study. *J Bone Joint Surg Am* 75:77-91, 1993
- [33] Henssge EJ, Grundei H, Etspuler R, Koller W, Fink K: Die anatomisch angepaßte Endoprothese des proximalen Femurendes. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 123:821-828, 1985
- [34] Henssge EJ, Sprick O, Engster J: Concepts and Experiences with Our Cementless Total Hip Replacement. pp. 162-167. In Küsswetter W, Aldinger G, Sell S, Beyer A (eds): *Noncemented Total Hip Replacement*. Georg Thieme Verlag; Stuttgart, New York, 1991
- [35] Henssge EJ, Tichy P, Sprick O, Engster J: Die Implantation anatomisch adaptierter Hüftgelenkendoprothesen mit Stufenosteotomie des proximalen Fe-

- murendes vom anterolateralen Zugang aus. *Operat Orthop Traumatol* 3:130-141, 1991
- [36] Hughes SS, Furia JP, Smith P, Pellegrini VD, Jr.: Atrophy of the proximal part of the femur after total hip arthroplasty without cement. A quantitative comparison of cobalt-chromium and titanium femoral stems with use of dual x-ray absorptiometry. *J Bone Joint Surg Am* 77:231-239, 1995
- [37] Iannotti JP, Balderston RA, Booth RE, Rothman RH, Cohn JC, Pickens G: Aseptic loosening after total hip arthroplasty. Incidence, clinical significance, and etiology. *J Arthroplasty* 1:99-107, 1986
- [38] Ilchmann T, Freeman MA, Mjoberg B: Accuracy of the Nunn method in measuring acetabular cup migration. *Ups J Med Sci* 97:67-68, 1992
- [39] Ivory JP, Kershaw CJ, Choudhry R, Parmar H, Stoye TF: Autophor cementless total hip arthroplasty for osteoarthritis secondary to congenital hip dysplasia. *J Arthroplasty* 9:427-433, 1994
- [40] Jasty M, Bragdon C, Burke D, O'Connor D, Lowenstein J, Harris WH: In vivo skeletal responses to porous-surfaced implants subjected to small induced motions. *J Bone Joint Surg Am* 79:707-714, 1997
- [41] Jones CA, Voaklander DC, Johnston DW, Suarez-Almazor ME: Health related quality of life outcomes after total hip and knee arthroplasties in a community based population. *J Rheumatol* 27:1745-1752, 2000
- [42] Joshi AB, Porter ML, Trail IA, Hunt LP, Murphy JC, Hardinge K: Long-term results of Charnley low-friction arthroplasty in young patients. *J Bone Joint Surg Br* 75:616-623, 1993
- [43] Judet R: [Total hip endoprosthesis made of porometal without cement anchoring]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 113:828-829, 1975

- [44] Kaplan EL, Meier P: Nonparametric-Estimation from Incomplete Observations. *Journal of the American Statistical Association* 53:457-481, 1958
- [45] Kawamura H, Dunbar MJ, Murray P, Bourne RB, Rorabeck CH: The porous coated anatomic total hip replacement. A ten to fourteen-year follow-up study of a cementless total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 83-A:1333-1338, 2001
- [46] Kim YH, Kim JS, Cho SH: Primary total hip arthroplasty with a cementless porous-coated anatomic total hip prosthesis: 10- to 12-year results of prospective and consecutive series. *J Arthroplasty* 14:538-548, 1999
- [47] Kim YH, Kim VE: Uncemented porous-coated anatomic total hip replacement. Results at six years in a consecutive series. *J Bone Joint Surg Br* 75:6-13, 1993
- [48] Kishida Y, Sugano N, Ohzono K, Sakai T, Nishii T, Yoshikawa H: Stem fracture of the cementless spongy metal Lubeck hip prosthesis. *J Arthroplasty* 17:1021-1027, 2002
- [49] Knight JL, Atwater RD, Guo J: Clinical results of the midstem porous-coated anatomic uncemented femoral stem in primary total hip arthroplasty: a five- to nine-year prospective study. *J Arthroplasty* 13:535-545, 1998
- [50] Kölbl O, Barthel T, Krödel A, Seegenschmiedt MH: Prävention von heterotopen Ossifikationen nach Totalendoprothese des Hüftgelenks. *Dtsch Arztebl* 100 [Heft 45]:A 2944-2954, 2003
- [51] Kruger M, Henssge EJ, Sellin D: Gegossene spongiös-metallische Implantate im Tierversuch. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 123:962-965, 1985
- [52] Kummer B: Biomechanics of the Hip, before and after Endoprosthetic Replacement. pp. 10-21. In Küsswetter W, Aldinger G, Sell S, Beyer A (eds): *Noncemented Total Hip Replacement*. Georg Thieme Verlag; Stuttgart, New York, 1991

- [53] Lachiewicz PF, McCaskill B, Inglis A, Ranawat CS, Rosenstein BD: Total hip arthroplasty in juvenile rheumatoid arthritis. Two to eleven-year results. *J Bone Joint Surg Am* 68:502-508, 1986
- [54] Letson GD, D'Ambrosia RD, Aguilar EA, Wagespack A: Activity relationships of total hip arthroplasty in patients with osteonecrosis and osteoarthritis. *Orthopedics* 19:665-668, 1996
- [55] Lieberman JR, Dorey F, Shekelle P, Schumacher L, Kilgus DJ, Thomas BJ, Finerman GA: Outcome after total hip arthroplasty. Comparison of a traditional disease-specific and a quality-of-life measurement of outcome. *J Arthroplasty* 12:639-645, 1997
- [56] Lieberman JR, Dorey F, Shekelle P, Schumacher L, Thomas BJ, Kilgus DJ, Finerman GA: Differences between patients' and physicians' evaluations of outcome after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 78:835-838, 1996
- [57] Linclau L, Dokter G, Debois JM, Gutwirth P: Radiation therapy to prevent heterotopic ossification in cementless total hip arthroplasty. *Acta Orthop Belg* 60:220-224, 1994
- [58] Lord G, Marotte JH, Blanchard JP, Guillamon JL, Gory M: [Biological fixation of total hip arthroplasty without cement. Initial evaluation of 200 madreporic prostheses]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 64 Suppl 2:5-13, 1978
- [59] Lucht U: The Danish Hip Arthroplasty Register. *Acta Orthop Scand* 71:433-439, 2000
- [60] Mahomed NN, Liang MH, Cook EF, Daltroy LH, Fortin PR, Fossel AH, Katz JN: The importance of patient expectations in predicting functional outcomes after total joint arthroplasty. *J Rheumatol* 29:1273-1279, 2002

- [61] 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* 64:497-506, 1993
- [62] Malchau H, Herberts P, Eisler T, Garellick G, Soderman P: The Swedish Total Hip Replacement Register. *J Bone Joint Surg Am* 84-A Suppl 2:2-20, 2002
- [63] Malchau H, Karrholm J, Wang YX, Herberts P: Accuracy of migration analysis in hip arthroplasty. Digitized and conventional radiography, compared to radiostereometry in 51 patients. *Acta Orthop Scand* 66:418-424, 1995
- [64] March LM, Cross MJ, Lapsley H, Brnabic AJ, Tribe KL, Bachmeier CJ, Courtenay BG, Brooks PM: Outcomes after hip or knee replacement surgery for osteoarthritis. A prospective cohort study comparing patients' quality of life before and after surgery with age-related population norms. *Med J Aust* 171:235-238, 1999
- [65] Massin P, Schmidt L, Engh CA: Evaluation of cementless acetabular component migration. An experimental study. *J Arthroplasty* 4:245-251, 1989
- [66] Matsui M, Nakata K, Masuhara K, Ohzono K, Sugano N, Ochi T: The Metal-Cancellous Cementless Lubeck total hip arthroplasty. Five-to-nine-year results. *J Bone Joint Surg Br* 80:404-410, 1998
- [67] McKee GK, Watson-Farrar J: Replacement of arthritic hips by the McKee-Farrar prosthesis. *J Bone Joint Surg Br* 48:245-259, 1966
- [68] Mittelmeier H, Grabowski MT: [Method of implantation of ceramic ribbed endoprosthesis of the hip joint without cement]. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol* 47:195-200, 1982
- [69] Mittelmeier H, Singer L: [Anatomical and histological studies on arthroplasty with plexiglass endoprosthesis; possibilities and limitations of reformation of joints]. *Arch Orthop Unfallchir* 48:519-560, 1956

- [70] Mittelmeier W, Grunwald I, Schafer R, Steinhauser E, Grading R: [Comparative static biomechanical studies of tripod surface structures of cementless endoprotheses]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 137:122-128, 1999
- [71] Morscher E, Mathys R: Erste Erfahrungen mit einer zementlosen isoelastischen Totalendoprothese der Hüfte. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 113:745-749, 1975
- [72] Murray DW, Carr AJ, Bulstrode C: Survival analysis of joint replacements. *J Bone Joint Surg Br* 75:697-704, 1993
- [73] Nakai T, Masuhara K, Yamasaki S, Fuji T, Kanbara N: Metal cancellous Lübeck total hip arthroplasty in hemodialysis patients. *J Orthopaed Traumatol* 4:26-29, 2003
- [74] Neumann L, Freund KG, Sorensen KH: Total hip arthroplasty with the Charnley prosthesis in patients fifty-five years old and less. Fifteen to twenty-one-year results. *J Bone Joint Surg Am* 78:73-79, 1996
- [75] Nilsson A: Patient relevant outcome after total hip replacement in osteoarthritis. Thesis, 2001
- [76] Nunn D, Freeman MA, Hill PF, Evans SJ: The measurement of migration of the acetabular component of hip prostheses. *J Bone Joint Surg Br* 71:629-631, 1989
- [77] Owen M: Cell population kinetics of an osteogenic tissue. I. *J Cell Biol* 19:19-32, 1963
- [78] Paul A: [Surgical robot in endoprothetics. How CASPAR assists on the hip]. *MMW Fortschr Med* 141:18, 1999
- [79] Payr E: Gelenkstreifen und Gelenkplastiken. Springer Verlag, Berlin, 1934

- [80] Pellegrini VD, Jr., Gregoritch SJ: Preoperative irradiation for prevention of heterotopic ossification following total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 78:870-881, 1996
- [81] Pilliar RM, Lee JM, Maniopoulos C: Observations on the effect of movement on bone ingrowth into porous-surfaced implants. *Clin Orthop* 108-113, 1986
- [82] Plötz W, Gradinger R, Rechl H, Ascherl R, Wicke-Wittenius S, Hipp E: Cementless prosthesis of the hip joint with "spongy metal" surface. A prospective study. *Arch Orthop Trauma Surg* 111:102-109, 1992
- [83] Porsch M, Siegel A: Künstlicher Hüftgelenkersatz bei jugendlichen Patienten mit Hüft dysplasie - Langzeitergebnisse nach über 10 Jahren. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 136:548-553, 1998
- [84] Puolakka TJ, Pajamaki KJ, Halonen PJ, Pulkkinen PO, Paavolainen P, Nevalainen JK: The Finnish Arthroplasty Register: report of the hip register. *Acta Orthop Scand* 72:433-441, 2001
- [85] Runkel M, Jaeger U, Wenda K, Degreif J, Rudig L, Ritter G: [Results of implantation of uncemented porous metal hip prostheses]. *Unfallchirurgie* 20:76-85, 1994
- [86] Seegenschmiedt MH, Keilholz L, Martus P, Goldmann A, Wolfel R, Henning F, Sauer R: Prevention of heterotopic ossification about the hip: final results of two randomized trials in 410 patients using either preoperative or postoperative radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 39:161-171, 1997
- [87] Sielewicz M, Scholz J, Hanslik L: A five year follow-up of 605 cases of the MCCL (metal-cancellous cementless Lubeck) total hip prosthesis. *Ital J Orthop Traumatol* 15:433-443, 1989
- [88] Sivash KM, Volkova VV, Tararak AT: [Titanium alloys for bone surgery]. *Ortop Travmatol Protez* 71-73, 1975

- [89] Smith-Petersen MN: The classic: Evolution of mould arthroplasty of the hip joint. *Clin Orthop* 5-11, 1978
- [90] Soderman P, Malchau H: Is the Harris hip score system useful to study the outcome of total hip replacement? *Clin Orthop* 189-197, 2001
- [91] Soderman P, Malchau H, Herberts P: Outcome after total hip arthroplasty: Part I. General health evaluation in relation to definition of failure in the Swedish National Total Hip Arthroplasty register. *Acta Orthop Scand* 71:354-359, 2000
- [92] Sprick O, Dufek P: Biologische Fixation und klinische Ergebnisse der zementfreien Lübecker Totalendoprothese aus Spongiosametall. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 131:524-531, 1993
- [93] Sugano N, Nishii T, Nakata K, Masuhara K, Takaoka K: Polyethylene sockets and alumina ceramic heads in cemented total hip arthroplasty. A ten-year study. *J Bone Joint Surg Br* 77:548-556, 1995
- [94] Sugano N, Saito S, Takaoka K, Ohzono K, Masuhara K, Saito M, Ono K: Spongy metal Lubeck hip prostheses for osteoarthritis secondary to hip dysplasia. A 2-6-year follow-up study. *J Arthroplasty* 9:253-262, 1994
- [95] Sumner DR, Turner TM, Urban RM, Galante JO: Experimental studies of bone remodeling in total hip arthroplasty. *Clin Orthop* 83-90, 1992
- [96] Sutherland CJ, Wilde AH, Borden LS, Marks KE: A ten-year follow-up of one hundred consecutive Muller curved-stem total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am* 64:970-982, 1982
- [97] Torchia ME, Klassen RA, Bianco AJ: Total hip arthroplasty with cement in patients less than twenty years old. Long-term results. *J Bone Joint Surg Am* 78:995-1003, 1996
- [98] Ware JE, Jr., Sherbourne CD: The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care* 30:473-483, 1992

- 
- [99] Wedge JH, Cummiskey DJ: Primary arthroplasty of the hip in patients younger than 21 years of age. *Instr Course Lect* 44:275-280, 1995
- [100] Willert HG: Prothesenverankerung mit oder ohne Zement? *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 131:601-609, 1993
- [101] Yamaguchi K, Masuhara K, Ohzono K, Sugano N, Nishii T, Ochi T: Evaluation of periprosthetic bone-remodeling after cementless total hip arthroplasty. The influence of the extent of porous coating. *J Bone Joint Surg Am* 82-A:1426-1431, 2000

## Lebenslauf

### Persönliche Angaben

Name: Andrej Tschugunow  
Geboren am: 26.06.1976 in Karaganda (Kasachstan)  
Familienstand: ledig  
Staatsangehörigkeit: deutsch  
Eltern: Lydia Tschugunow, geb. Oborowski,  
Operationskrankenschwester  
Waleri Tschugunow, Bergmann

### Schulbildung

1983 – 1992 Mittelschule Nr. 6, Karaganda  
1992 – 1994 Städt. Realschule, Ahlen  
06/1994 Fachoberschulreife  
1994 – 1997 St. Michael Gymnasium, Ahlen  
06/1997 Allgemeine Hochschulreife

### Akademische Ausbildung

09/1997 – 11/2004 Studium der Humanmedizin an der WWU Münster  
09/1999 Ärztliche Vorprüfung  
09/2000 Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung  
04/2003 Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung  
11/2004 Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

Praktisches Jahr Universitätsklinikum Münster  
Klinik für Unfall- und Handchirurgie  
Institut für klinische Radiologie  
Klinik für Innere Medizin

## **Berufliche Weiterbildung**

Seit 15.02.2005

Assistenzarzt, Institut für klinische Radiologie,  
Universitätsklinikum Münster

Münster, 27.06.2005

## Danksagung

Herrn Univ.-Prof. Dr. med. W. Winkelmann möchte ich für die freundliche Überlassung des Themas danken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Priv.-Doz. Dr. med. C. Götze für die zahlreichen Anregungen bei der Bewältigung der Aufgabenstellung sowie für die Betreuung und kontinuierliche Unterstützung während der Durchführung der Arbeit.

Dem gesamten Team der Orthopädischen Abteilung des St. Marien-Hospitals in Hamm und insbesondere Herrn Prof. Dr. med. H. G. Götze danke ich für die Bereitstellung der Untersuchungsräume sowie für die Unterstützung bei der klinischen und der radiologischen Untersuchung sowie bei der Aktenbeschaffung.

Herren S. Schmeil, C. Sippel, T. Hemmer und T. Nientiedt danke ich herzlich für zahlreiche praktische Tipps und Hinweise, die die technische Umsetzung dieser Arbeit betrafen.

Nicht zuletzt gilt mein ganz besonderer Dank meiner Familie, ohne deren Unterstützung und Zuspruch sowohl das Medizinstudium als auch die Fertigstellung dieser Dissertation nicht möglich gewesen wären.

## Anhang

### *Klinischer Hüft-Score nach HARRIS*

#### I. Schmerz (max. 44 Punkte)

A. Kein	44 Punkte
B. Leicht, gelegentlich	40 Punkte
C. Gering, ohne Einfluss auf übliche Belastung, gelegentlich Analgetikum	30 Punkte
D. Erträglich, Begrenzung der normalen Aktivitäten oder beruflicher Tätigkeit	20 Punkte
E. Stark, schwere Einschränkung normaler Aktivität	10 Punkte
F. Ruheschmerz, bettlägerig, starke Behinderung	0 Punkte

#### I. Funktion (max. 47 Punkte)

##### A. Gangbild (max. 33 Punkte)

##### 1. Hinken

a. kein Hinken	11 Punkte
b. leichtes Hinken	8 Punkte
c. mäßiges Hinken	5 Punkte
d. starkes Hinken mit Gehhilfe	0 Punkte

##### 2. Gehhilfen

a. keine Gehhilfen	11 Punkte
b. ein Gehstock nur für lange Strecken	7 Punkte
c. ein Gehstock auch für kurze Strecken	5 Punkte
d. eine Unterarmgehstütze	4 Punkte
e. zwei Gehstöcke	3 Punkte
f. zwei Unterarmgehstützen	2 Punkte
g. Gehwagen	1 Punkt
i. nicht gehfähig	0 Punkte

**3. Gehleistung**

- |                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| a. unbegrenzt                 | 11 Punkte |
| b. ca. 1000 m                 | 8 Punkte  |
| c. ca. 500 m                  | 5 Punkte  |
| d. nur im Haus/in der Wohnung | 2 Punkte  |
| e. nicht gehfähig             | 0 Punkte  |

**B. Aktivitäten (max. 14 Punkte)****1. Treppensteigen**

- |                                  |          |
|----------------------------------|----------|
| a. problemlos möglich            | 4 Punkte |
| b. Festhalten am Treppengeländer | 2 Punkte |
| c. mit Nachziehen des Beines     | 1 Punkt  |
| d. nicht möglich                 | 0 Punkte |

**2. Öffentliche Verkehrsmittel**

- |                            |          |
|----------------------------|----------|
| a. Benutzung möglich       | 1 Punkt  |
| b. Benutzung nicht möglich | 0 Punkte |

**3. Sitzfähigkeit**

- |                                   |          |
|-----------------------------------|----------|
| a. jeder Stuhl für eine Stunde    | 5 Punkte |
| b. hoher Stuhl für ½ Stunde       | 3 Punkte |
| c. nicht beschwerdefrei sitzfähig | 0 Punkte |

**4. Schuh- und Strumpfanziehen**

- |   |          |
|---|----------|
| a. ohne Schwierigkeiten beides möglich    | 4 Punkte |
| b. mit Schwierigkeiten, aber noch möglich | 2 Punkte |
| c. beides nicht möglich                   | 0 Punkte |

**III. Deformität (max. 4 Punkte)****A. Beugekontraktur**

- |           |          |
|-----------|----------|
| < 30 Grad | 1 Punkt  |
| > 30 Grad | 0 Punkte |

**B. Adduktionskontraktur**

< 10 Grad	1 Punkt
> 10 Grad	0 Punkte

**C. Innenrotationskontraktur in Extension**

< 10 Grad	1 Punkt
> 10 Grad	0 Punkte

**D. Beinlängendifferenz**

< 3 cm	1 Punkt
> 3 cm	0 Punkte

**IV. Bewegungsumfang (max. 5 Punkte)****A. Flexion**

0 – 45 Grad	× 1,0	max. 45 Punkte
45 – 90 Grad	× 0,6	max. 27 Punkte
90 – 110 Grad	× 0,3	max. 6 Punkte
110 – 130 Grad	× 0,0	max. 0 Punkte

**B. Abduktion**

0 – 15 Grad	× 0,8	max. 12 Punkte
15 – 20 Grad	× 0,3	max. 1,5 Punkte
20 – 45 Grad	× 0,0	max. 0 Punkte

**C. Adduktion**

0 – 15 Grad	× 0,2	max. 3 Punkte
> 15 Grad	× 0,0	max. 0 Punkte

**D. Außenrotation**

0 – 15 Grad	× 0,4	max. 6 Punkte
> 15 Grad	× 0,0	max. 0 Punkte

## E. Innenrotation

Keine Vorgabe × 0,0 max. 0 Punkte

## F. Extension

Keine Vorgabe × 0,0 max. 0 Punkte

Errechnete Punktzahl aus Flexion, Abduktion und Außenrotation werden addiert (max. 100,5 Punkte) und dann mit 0,05 multipliziert = Maß der Beweglichkeit (max. 5,025 Punkte).

TRENDELENBURG –Test

Positiv 0 Punkte\*

Negativ 0 Punkte\*

\*Das Ergebnis wird notiert, fließt jedoch nicht in die Beurteilung mit ein.

**Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand SF 36***Interviewform**Zeitfenster 4 Wochen*

In diesen Fragen geht es um die Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Die Fragen ermöglichen es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen.

Die ersten Fragen betreffen Ihre derzeitige Gesundheit und Ihre täglichen Aktivitäten. Bitte versuchen Sie, jede der Fragen so genau wie möglich zu beantworten.

Ich werde Ihnen jede Frage und die dazugehörigen Antwortmöglichkeiten vorlesen. Bitte nennen Sie mir dann die auf Sie zutreffende Antwort.

[Interviewer(in): bitte vorlesen]	Ausgezeichnet	Sehr gut	Gut	Weniger gut	Schlecht
<b>1. Wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand im allgemeinen beschreiben?</b>	1	2	3	4	5

	derzeit viel besser als vor einem Jahr	derzeit etwas besser als vor einem Jahr	etwa wie vor einem Jahr	derzeit etwas schlechter als vor einem Jahr	derzeit viel schlechter als vor einem Jahr
<b>2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?</b> Würden Sie sagen, er ist...	1	2	3	4	5

<b>Ich werde Ihnen nun eine Reihe von Tätigkeiten vorlesen, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben. Bitte sagen Sie mir, ob Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten stark eingeschränkt, eingeschränkt, etwas eingeschränkt oder überhaupt nicht eingeschränkt sind.</b>	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
<b>3.a ...anstrengende Tätigkeiten, z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben.</b> Sind Sie durch Ihren Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten stark eingeschränkt, eingeschränkt, etwas eingeschränkt oder überhaupt nicht eingeschränkt? [Wenn der Patient/die Patientin sagt, dass er/sie diese Tätigkeit nicht ausübt, fragen Sie nach: Ist das wegen Ihres Gesundheitszustandes? Wenn ja, als 1 kodieren (stark eingeschränkt).]	1	2	3

<p><b>3.b ...mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, Staubsaugen, Kegeln, Golf spielen.</b> Sind Sie durch Ihren Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten stark eingeschränkt, eingeschränkt, etwas eingeschränkt oder überhaupt nicht eingeschränkt?</p>	1	2	3
<p><b>3.c ...Einkaufstaschen heben oder tragen.</b> Sind Sie durch Ihren Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten stark eingeschränkt, eingeschränkt, etwas eingeschränkt oder überhaupt nicht eingeschränkt?</p>	1	2	3
<p><b>3.d ...mehrere Treppenabsätze steigen.</b> Sind Sie durch Ihren Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten stark eingeschränkt, eingeschränkt, etwas eingeschränkt oder überhaupt nicht eingeschränkt?</p>	1	2	3
<p><b>3.e ...einen Treppenabsatz steigen.</b> Sind Sie durch Ihren Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten stark eingeschränkt, eingeschränkt, etwas eingeschränkt oder überhaupt nicht eingeschränkt?</p>	1	2	3
<p><b>3.f ...sich beugen, knien, bücken.</b> Sind Sie durch Ihren Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten stark eingeschränkt, eingeschränkt, etwas eingeschränkt oder überhaupt nicht eingeschränkt?</p>	1	2	3
<p><b>3.g ...mehr als einen Kilometer zu Fuß gehen.</b> Sind Sie durch Ihren Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten stark eingeschränkt, eingeschränkt, etwas eingeschränkt oder überhaupt nicht eingeschränkt?</p>	1	2	3
<p><b>3.h ...mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen.</b> Sind Sie durch Ihren Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten stark eingeschränkt, eingeschränkt, etwas eingeschränkt oder überhaupt nicht eingeschränkt?</p>	1	2	3
<p><b>3.i ...eine Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen.</b> Sind Sie durch Ihren Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten stark eingeschränkt, eingeschränkt, etwas eingeschränkt oder überhaupt nicht eingeschränkt?</p>	1	2	3
<p><b>3.j ...sich baden oder anziehen.</b> Sind Sie durch Ihren Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten stark eingeschränkt, eingeschränkt, etwas eingeschränkt oder überhaupt nicht eingeschränkt?</p>	1	2	3

<b>Die folgenden Fragen beschäftigen sich mit Ihrer körperlichen Gesundheit und Ihren Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf oder zu Hause.</b>	Ja	Nein
<b>4.a</b> In den vergangenen 4 Wochen, konnten Sie <b>nicht so lange wie üblich tätig sein</b> wegen Ihrer körperlichen Gesundheit?	1	2
<b>4.b</b> In den vergangenen 4 Wochen, haben Sie <b>weniger geschafft als Sie wollten</b> wegen Ihrer körperlichen Gesundheit?	1	2
<b>4.c</b> In den vergangenen 4 Wochen, konnten Sie <b>nur bestimmte Dinge tun</b> wegen Ihrer körperlichen Gesundheit?	1	2
<b>4.d</b> In den vergangenen 4 Wochen, hatten Sie <b>Schwierigkeiten bei der Ausführung</b> wegen Ihrer körperlichen Gesundheit?	1	2

<b>Die folgenden Fragen beschäftigen sich mit Ihren seelischen Problemen und Ihren Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf oder zu Hause.</b>	Ja	Nein
<b>5.a</b> In den vergangenen 4 Wochen, konnten Sie <b>nicht so lange wie üblich tätig sein</b> wegen seelischer Probleme, z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten?	1	2
<b>5.b</b> In den vergangenen 4 Wochen, haben Sie <b>weniger geschafft als Sie wollten</b> wegen seelischer Probleme, z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten?	1	2
<b>5.c</b> In den vergangenen 4 Wochen, konnten Sie <b>nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten</b> wegen seelischer Probleme, z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten?	1	2

	Überhaupt nicht	Etwas	Mäßig	Ziemlich	Sehr
<b>6. Wie sehr haben in den vergangenen 4 Wochen Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?</b>	1	2	3	4	5

	Keine Schmerzen	Sehr leicht	Leicht	Mäßig	Stark	Sehr stark
<b>7. Wie sehr haben in den vergangenen 4 Wochen Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?</b>	1	2	3	4	5	6

	Überhaupt nicht	Etwas	Mäßig	Ziemlich	Sehr
<b>8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?</b>	1	2	3	4	5

<b>In den nächsten Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen gegangen ist. Bitte geben Sie mir zu jeder Frage die Antwort, die Ihrem Befinden am besten entspricht.</b>	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manchmal	Selten	Nie
<b>9.a</b> Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen <b>voller Schwung</b> ?	1	2	3	4	5	6
<b>9.b</b> Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen <b>nervös</b> ?	1	2	3	4	5	6
<b>9.c</b> Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen <b>so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte</b> ?	1	2	3	4	5	6
<b>9.d</b> Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen <b>ruhig und gelassen</b> ?	1	2	3	4	5	6
<b>9.e</b> Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen <b>voller Energie</b> ?	1	2	3	4	5	6
<b>9.f</b> Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen <b>entmutigt und traurig</b> ?	1	2	3	4	5	6
<b>9.g</b> Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen <b>erschöpft</b> ?	1	2	3	4	5	6
<b>9.h</b> Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen <b>glücklich</b> ?	1	2	3	4	5	6
<b>9.i</b> Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen <b>müde</b> ?	1	2	3	4	5	6

	Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
<b>10.i</b> Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelische Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre Kontakte zu anderen Menschen (z.B. Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?	1	2	3	4	5

Die nächsten Fragen betreffen Ihre Gesundheit und Dinge, die mit Ihrer Gesundheit zu tun haben. Ich werde mehrere Aussagen vorlesen. Nach jeder Aussage sagen Sie mir bitte, ob diese Aussage ganz auf Sie zutrifft, weitgehend zutrifft, weitgehend nicht zutrifft oder überhaupt nicht zutrifft. Wenn Sie es nicht wissen, sagen Sie es mir auch.	Trifft ganz zu	Trifft weitgehend zu	Weiß nicht	Trifft weitgehend nicht zu	Trifft überhaupt nicht zu
<b>11.a</b> Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden.	1	2	3	4	5
<b>11.b</b> Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne.	1	2	3	4	5
<b>11.c</b> Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt.	1	2	3	4	5
<b>11.d</b> Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit.	1	2	3	4	5

**Fragebogen zum Aktivitätsgrad nach SUTHERLAND**

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

geb. am: \_\_\_\_\_

Körpergröße: \_\_\_\_\_ cm, Gewicht: \_\_\_\_\_ kg Datum: \_\_\_\_\_

**Allgemein**

- |                                | Punkte                     |
|--------------------------------|----------------------------|
| ▪ Bettlägerig                  | <input type="checkbox"/> 1 |
| ▪ Übergang vom Bett zum Stuhl  | <input type="checkbox"/> 2 |
| ▪ Gehen in der Wohnung/im Haus | <input type="checkbox"/> 3 |
| ▪ Verlassen der Wohnung        | <input type="checkbox"/> 4 |

**Beruf/Haushalt**

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| ▪ Sitzende <b>Teilzeittätigkeit</b> oder <b>leichte</b> Aufgaben im Haushalt | <input type="checkbox"/> 1 |
| ▪ Sitzende <b>Vollzeittätigkeit</b> oder <b>einige</b> Aufgaben im Haushalt  | <input type="checkbox"/> 2 |
| ▪ <b>Vollzeittätigkeit (nicht im Sitzen)</b> oder <b>alle</b> Hausarbeiten   | <input type="checkbox"/> 3 |

**Freizeitgestaltung**

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| ▪ Leicht (Spazieren, leichte Gartenarbeit) | <input type="checkbox"/> 1 |
| ▪ Mittelschwer (Golf, Kegeln)              | <input type="checkbox"/> 2 |
| ▪ Schwer (Tennis, Joggen)                  | <input type="checkbox"/> 3 |

--	--	--