

Aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie  
(Ehemaliger Direktor: Prof. Dr. med. habil. G. Mayer,  
kommissarischer Direktor: Prof. Dr. med. habil. D. Köster)  
der Medizinischen Fakultät der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

**Thema:           Bewertung des funktionellen prä- und  
postoperativen Status durch ein isokinetisches Testverfahren  
bei Hüftgelenktotalendoprothesen -Implantation**

Inaugural – Dissertation  
zur  
Erlangung des akademischen  
Grades  
Doktor der Medizin  
(Dr. med.)  
der  
medizinischen Fakultät  
der  
Ernst-Moritz-Arndt-Universität  
Greifswald  
2000

vorgelegt von:  
Tobias Knieß  
geb.am 23.09.1968  
in Hohengehren

---

Dekan: Prof. Dr. rer. nat. H. Kroemer

1. Gutachter: Prof. Dr. med. G.Mayer

2. Gutachter: Prof. Dr. med. J. Buchmann (HRO)

(3. Gutachter:)

Tag der Disputation: 30.04.2001

Raum: Besprechungsraum Station 2 Klinik für Orthopädie

---

## Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1	Einleitung	6
2	Aufgabenstellung	10
3	Material und Methode	12
3.1	Patientengut	12
3.2	Klinische Tests und Untersuchungen	13
3.3	Isokinetischer Test	14
3.3.1	Gerät	14
3.3.2	Testablauf	15
3.4	Scores	19
3.4.1	Merle d`Aubigné	19
3.4.2	Modifizierter Harris-Hip-Score nach Haddad, Cook und Brinker (Haddad)	19
3.4.3	Funktionaler Selbstständigkeitsindex FIM	24
3.4.4	Röntgen – Scores	25
3.5	Datenverarbeitung und Auswertung	30
4	Ergebnisse	31
4.1	Alter, Geschlecht, Körpergröße und Körpergewicht	31
4.2	Operationstechnik und Lokalisation	32
4.3	Vorerkrankungen	33

4.4	Berufstätigkeit, Sport und Physiotherapie	34
4.5	Beckengradstand und Verkürzungsausgleich	35
4.6	Passive Beweglichkeit nach der Neutral-0-Methode	35
4.7	Vergleich der Gegenseiten von präoperativer und postoperativer Gruppe	43
4.7.1	Bewegungsausmaße	44
4.7.2	Statistische Bewertung	45
4.8	Isokinetischer Test	46
4.8.1	Maximalkraft, Kraftausdauer und Kraftverhältnis von Flexion/Extension im Seitenvergleich mit Gegenüberstellung der präoperativen zur postoperativen Gruppe in der Extensions-Flexions-Bewegungsebene	47
4.8.2	Maximalkraft, Kraftausdauer und Kraftverhältnis von Abduktion/Adduktion im Seitenvergleich mit Gegenüberstellung der präoperativen zur postoperativen Gruppe in der Abduktions-Adduktions-Bewegungsebene	51
4.8.3	Maximalkraft, Kraftausdauer und Kraftverhältnis von Innenrotation/Außenrotation im Seitenvergleich mit	55
4.8.3	Gegenüberstellung der präoperativen zur postoperativen Gruppe in der Außenrotations-Innenrotations-Bewegungsebene	55
4.8.4	Statistische Auswertung des isokinetischen Tests	59
4.8.5	Ursachen für einen Testausschluss oder Testabbruch	59
4.9	Scores	62

4.9.1	Merle d´Aubigné	62
4.9.2	Signifikanztest von prä- und postoperativer Gruppe nach dem Score von Merle d`Aubigné	63
4.9.3	Signifikanztest des Score nach Merle d`Aubigné mit Bewegungsausmaß und Testresultaten	63
4.9.4	Modifizierter Harris-Hip-Score	66
4.9.5	Vergleich und Signifikanztest der prä- und der postoperativen Gruppe nach dem modifizierten Harris-Hip-Score in den Qualitäten Schmerz, Beweglichkeit, Funktion und Gesamtsumme	70
4.9.6	Funktioneller Selbstständigkeitsindex FIM	72
4.9.7	Röntgenscores	73
4.9.7.1	Periartikulärer Ossifikationsgrad nach Arcq	73
4.9.7.2	Verteilungen nach radiologischen Veränderungen an der Knochen-Implantatsgrenze der Prothesenpfanne und des Prothesenschafts nach dem Mayo-Hip-Score in der postoperativen Gruppe	74
4.9.7.3	Verteilung der Patienten der präoperativen Gruppe nach dem SINGH- INDEX	76
5	Diskussion	77
6	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	84
	Literaturverzeichnis	87

# 1 Einleitung

In der Bewertung des funktionellen Zustandes eines Hüftgelenkes vor und nach Implantation einer Totalendoprothese stützen sich viele Aussagen auf Scores (Vgl.2.4.), die meist durch Angaben zum subjektiven Befinden oder durch Messen der passiven Beweglichkeit mit der Neutral-O-Methode erfasst werden. Die erwähnten Verfahren ermöglichen Aussagen über den passiven funktionellen Zustand des Hüftgelenkes wie z.B. Bewegungsausmaß, Schmerzen, Kontrakturen der Hüftmuskulatur oder die maximale Gehstrecke. Schmerzen und Angaben zur Gehstrecke unterliegen meist einer stark subjektiven Bewertung durch den Patienten und sind aus diesem Grunde in ihrer Aussagekraft bei dem Versuch eines Vergleichs mit anderen Patienten als kritisch zu bewerten. Außerdem sind die Bewertungskriterien oft nicht ausreichend um sich ein differenziertes und übereinstimmendes Bild vom Grad der Beeinträchtigung und dessen tatsächlichem Korrelat, der Schädigung, zu bilden. Im klinischen Alltag zeigt sich daher eine deutliche Diskrepanz zwischen den klinischen Meßwerten und dem tatsächlichen aktiven funktionellen Zustand der Hüfte (7,10,20).

Es stellt sich die Frage, inwieweit sich diese in der Praxis weitverbreiteten einfach und gut durchführbaren Verfahren mit Untersuchungsmethoden erweitern lassen, die möglichst objektive und für alle betroffenen Patienten vergleichbare Meßergebnisse liefern könnten.

In der Sport- und Rehabilitationsmedizin gibt es eine Anzahl von Arbeiten, die sich mit dem gezielten Trainingsaufbau isolierter Muskelgruppen durch isokinetische Trainingsprogramme beschäftigen. Hier konnte gezeigt werden, dass durch Kräftigung funktionell wichtiger Muskeleinheiten eine Verbesserung in Gangbild, Koordination und Statik zu erzielen ist (7, 20, 21, 23).

Zur Dokumentation und Kontrolle des Verlaufs bzw. des Erfolges des Rehabilitations-Trainingprogramms kommen häufig isokinetische Testverfahren zum Einsatz.

Der Begriff Isokinetik beschreibt eine gleichförmige (= Iso-) Bewegung (= kinetik ). Diese gleichförmige Bewegung wird bei diesen Testverfahren gewährleistet, indem eine definierte Winkelgeschwindigkeit (in Grad/s) festgelegt wird, bei der die Bewegung im entsprechenden Gelenk stattfindet. Der zur Bewegungsdurchführung benötigten Kraft eines Probanden wird, gestützt durch ein angeschlossenes Rechnersystem, elektronisch gesteuert ein variabler Widerstand entgegengesetzt, so dass die Bewegung vollständig gleichförmig durchgeführt wird, unabhängig davon, wieviel Kraft der Proband einsetzt. Das bedeutet, dass bei einer geringen Winkelgeschwindigkeit ( z.B.  $90^{\circ}/s$ ) elektronisch gesteuert ein hoher Widerstand entsteht, wenn der Patient große Kraft einsetzt. Der Widerstand wird geringer, sobald die eingesetzte Kraft abnimmt oder die Bewegung mit weniger Kraft durchführbar ist (11).

Bei hohen Winkelgeschwindigkeiten ( z.B.  $180^{\circ}/s$ ) ist der elektronische Widerstand generell nicht so stark wie bei den niedrigen Winkelgeschwindigkeiten, unterliegt aber demselben Prinzip in Bezug auf die variable Anpassung zur eingesetzten Kraft während der Bewegung wie bei den niedrigen Winkelgeschwindigkeiten. Auf Grund des genannten Sachverhaltes wird bei isokinetischen Testverfahren durch die Registrierung des Drehmomentes (in Nm) in beliebiger Gelenkstellung und bei vorgegebener Winkelgeschwindigkeit eine Analyse der Kraftverhältnisse ermöglicht. Dazu gehören neben dem maximalen Drehmoment auch der Gelenkwinkel (in Grad) bei maximalem Drehmoment, Bewegungsumfang (in Grad), Arbeit pro Bewegung (in J) und Leistung. Diese Parameter spiegeln das Kraftverhalten und die Kraftentwicklung der Muskulatur während des gesamten Bewegungsablaufs wider. Durch Computer gestützte Rechenprogramme lassen sich die Daten graphisch und rechnerisch aufarbeiten und erlauben somit eine objektive Vergleichbarkeit einer verletzten Seite zu einer unverletzten oder den Vergleich zwischen Agonisten und Antagonisten. Desweiteren lassen sich Aussagen durch den Vergleich mit Normkurven treffen und isolierte Schwachzonen und Kraftdefizite durch

die isokinetischen Muskelanalysen aufzeigen (7). Um allerdings ein optimales und zu Vergleichen berechtigendes Ergebnis zu erhalten, muss der Proband den Test mit 100% der ihm im Augenblick zur Verfügung stehenden Kraft und Motivation durchführen

Durch die Einhaltung eines definierten Variationskoeffizienten können allzu große Streuungen der Werte verhindert und damit die Vergleichbarkeit gewährleistet werden.

Eine bessere Vergleichbarkeit wird durch die Quotientenbildung der oben genannten Parameter mit dem Körpergewicht des Patienten erzielt. Dies ist insofern einleuchtend, da eine Person mit einem höheren Körpergewicht auch eine relativ stärkere Muskulatur benötigt.

So liegen wie bei Einsingbach (9) beschrieben die „Vergleichswerte von Frauen im gleichen Alter nur geringfügig unter den Ergebnissen von Männern“, wenn der Bezug zum Körpergewicht hergestellt wird.

Die Bewegungsgeschwindigkeit oder auch Winkelgeschwindigkeit beim isokinetischen Test wird je nach Gelenk zwischen 30 Grad/s und 240 Grad/s gewählt. Dabei werden bei den niedrigen Winkelgeschwindigkeiten von 30 Grad/s - 90 Grad/s und ca. 5 Wiederholungen relativ lange Kontraktionszeiten der Muskulatur mit hoher Spannungsentwicklung bzw. maximaler Kraftentwicklung erreicht (9). Bei einer Winkelgeschwindigkeit von 180 Grad/s und ca. 10 Repetitionen wird dagegen mehr die Kraftausdauer eines Muskels auf Grund der kürzeren Kontraktionsdauer und der geringeren Spannungsentwicklung geprüft. Nach Einsingbach (9) müssen daher „Gelenke mit kleinerer physiologischer Bewegungsamplitude, wie zum Beispiel das Sprung- oder Handgelenk [.....], mit geringeren Geschwindigkeiten getestet werden“ (Einsingbach, 1990: S.101). Das bedeutet am Sprunggelenk, dass z.B. mit 30 Grad/s für die Maximalkraft und mit 120 Grad/s für die Kraftausdauer, am Hüftgelenk mit 90 Grad/s für Maximalkraft und mit 180 Grad/s für die Kraftausdauer beurteilt wird.



Das Drehmoment (M) ist definiert als das Produkt aus der an einem Hebel im Abstand (l) von seinem Drehpunkt angreifenden Kraft (F) [ l = Länge des Hebelarms in Meter (m), M= Drehmoment in Newtonmeter (Nm) ]. Wie bei verschiedenen Autoren (9, 16, 21, 23) beschrieben, lässt sich im Rahmen statischer Drehmomentsmessungen für jede beliebige Gelenkwinkelposition das Drehmoment bestimmen. „Bei dynamischen Drehmomentmessungen bieten die isokinetischen Testverfahren die Möglichkeit, über die produzierten Bewegungskurven einen exakten, objektiven Überblick über die Kraftentwicklung während des gesamten Bewegungsablauf zu erhalten“ (Einsingbach, 1990: S 100). Kommt es nun im dynamischen Verlauf einer Bewegung wegen Schmerzen oder sonstigen pathologischen Prozessen in Gelenk oder Muskulatur zu einer unphysiologischen maximalen Drehmomententwicklung, lässt sich der Grad der Schädigung anhand des Vergleichs mit den Resultaten ungeschädigter Strukturen gut darstellen. Daraus resultiert, dass der Test nach Möglichkeit nur im schmerzfreien Intervall und damit unter optimalen Bedingungen durchzuführen ist, da es andernfalls zu unerwünschten Abweichungen in der Messung kommen kann.

Die beim isokinetischen Test geleistete „Arbeit“ wird graphisch dargestellt durch die Fläche unter der Bewegungskurve (Drehmomentskurve). Wenn nun durch Kraftverlust oder andere Ursachen das maximale Drehmoment nicht gleichmäßig hoch gehalten werden kann, so kommt es zur Verringerung der Fläche unter der Drehmomentskurve, also dem Wert der Arbeit (9).

Auf der Grundlage des oben beschriebenen Sachverhaltes bietet sich für uns in isokinetischen Testverfahren die Möglichkeit, vergleichende Untersuchungen der Hüftgelenksmuskulatur durchzuführen, die den statistischen Testgütekriterien entsprechen (9, 16, 17, 20, 21).

Es bleibt zu prüfen, inwieweit sich die isokinetischen Testverfahren bei einem Krankheitsbild wie der Coxarthrose, das bei vielen Patienten häufig

mit langjährigen und chronischen Funktionseinschränkungen beider Hüftgelenke assoziiert ist, eignen.

## **2 Aufgabenstellung**

Wir stellten uns die Aufgabe, den funktionellen Zustand des Hüftgelenkes und der Muskulatur bei Coxarthrose mit einer isokinetischen Testmethode zu untersuchen. Dabei untersuchten wir präoperativ die Muskulatur des wegen einer Coxarthrose zur Operation anstehenden Hüftgelenkes und gleichzeitig auch die gegenseitige Muskulatur. Es ist hier darauf hinzuweisen, dass auf der Gegenseite bereits voroperierte und verschleißgeschädigte Hüftgelenke vorlagen. Um aber größere Erfahrungen mit der isokinetischen Methode bei den Patienten zu gewinnen, konnte keine Selektion der Patienten erfolgen, da die Hauptaufgabe der Untersuchung in der prä- und postoperativen Beurteilung eines Gelenkes bestehen sollte und darin, das Verfahren überhaupt in die orthopädische Praxis einzuführen.

Postoperativ erfolgte eine Kontrolle des funktionellen Zustandes der Muskulatur eines Hüftgelenkes, an welchem 12-15 Monate vor der Nachuntersuchung eine Totalendoprothesen-Implantation durchgeführt worden war, sowie eine Untersuchung der nicht von der Operation betroffenen Gegenseite.

1. Untersuchung der Maximalkraft der Hüftmuskulatur mit der Qualität „durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht“ bei 90 Grad/s in allen Bewegungsrichtungen
2. Untersuchung der Kraftausdauer der Hüftmuskulatur mit der Qualität „Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht“ bei 180 Grad/s in allen Bewegungsrichtungen

3. Bewertung des Agonisten/Antagonisten-Kraftverhältnisses in allen Bewegungsebenen
4. Signifikanztest der isokinetischen Testergebnisse mit den Ergebnissen des Scores nach Merle d`Aubigné.
5. Vergleich der isokinetischen Testergebnisse mit den im klinischen Alltag üblichen Bewertungskriterien, die zur Beurteilung des funktionellen Zustandes eines Hüftgelenkes eingesetzt werden

Die Fragestellung, inwieweit der isokinetische Test für eine präoperative Diagnostik oder eine postoperative Verlaufskontrolle nach bzw. vor der Implantation einer Totalendoprothese der Hüfte sowie der häufig ebenfalls funktionseingeschränkten Gegenseite geeignet ist, steht im Mittelpunkt dieser Untersuchung. Dies gilt insbesondere für ein Patientenkollektiv, wie wir es in dieser Untersuchung vorfinden, das keine andere Bedingung aufweisen muss als eine fortgeschrittene Coxarthrose, die durch eine Alloarthroplastik behandelt werden soll.

## **3 Material und Methode**

### **3.1 Patientengut**

An der klinisch prospektiven Studie nahmen 98 Patienten teil. Diese teilten sich mit 50 Probanden auf die Gruppe der Postoperativen und 48 auf die Gruppe der Präoperativen auf. Der Anteil der präoperativen Probanden wurde aus dem Patientengut, das in der Zeit von 04.11.1996 bis 28.04.1997 und vom 06.08.1997 bis 25.09.1997 zur elektiven Totalendoprothesen-Implantation (TEP) eines Hüftgelenkes bei Coxarthrose zur stationären Aufnahme in die Klinik für Orthopädie der E.-M.-Arndt-Universität Greifswald kam, ausgewählt. Die Patienten der postoperativen Gruppe wurden im Zeitraum vom 23.11.1996 bis 28.04.1997 und vom 04.08.1997 bis 26.09.1997 im Rahmen der postoperativen Nachkontrolle zum Zeitpunkt 1 Jahr postoperativ oder durch schriftliche Anfrage mit der Bitte um freiwillige Teilnahme an dieser Studie zufällig ausgewählt.

Einschlusskriterium war für die präoperative Gruppe eine klinisch und röntgenologisch manifeste Coxarthrose im fortgeschrittenen Stadium, die innerhalb einer Woche mittels eines alloplastischen Hüftgelenksersatzes der therapeutischen Versorgung zugeführt werden sollte.

Für die postoperative Gruppe wurden Patienten ausgewählt, bei welchen ein Hüftgelenksersatz innerhalb eines Zeitraumes von 12-15 Monaten vor dieser Untersuchung erfolgt war.

Dabei wurden Patienten beider Gruppen, die eine eventuelle Schädigung der Gegenseite aufwiesen z.B. eine Coxarthrose oder eine Totalendoprothesen-Implantation, die länger als 18 Monate zurücklag, nicht vom Test ausgeschlossen, um eine häufig dem klinischen Alltag entsprechende Situation zu untersuchen.

Ausschlusskriterien waren: Herzkreislauferkrankungen (Herzinsuffizienz > NYHA II, und Herzschrittmacherträger), akute Schmerzsymptomatik, Ankylose des Hüftgelenkes, Immobilität, Luxations- oder

Subluxationsgefahr, neuromuskuläre Erkrankungen (Parkinson, Myasthenie, Z.n. Poliomyelitis u.a.) oder Patienten, die die Teilnahme ablehnten.

Das postoperativ untersuchte Patientengut setzte sich aus 27 Männern und 23 Frauen im Alter von 42 bis 74 Jahren ( Ø 62.1 Jahre ) zusammen, das präoperative aus 26 Männern und 22 Frauen zwischen 31 und 83 Jahren (Ø 61,1 Jahre). Das durchschnittliche Körpergewicht betrug in der postoperativen Gruppe 85,68 kg ( 61-109 kg ), die durchschnittliche Körpergröße 168,9 cm (153- 186 cm ). Das durchschnittliche Körpergewicht der Präoperativgruppe war 81,4 kg (58- 107 kg ), die Körpergröße betrug hier im Mittel 168,6 cm (152- 180 cm ).

Mit einer Totalendoprothese des Hüftgelenkes der Gegenseite befanden sich in der postoperativen Gruppe 7 Patienten, in der präoperativen 12 Patienten.

### **3.2 Klinische Tests und Untersuchungen**

Vor jedem Test wurden alle Probanden im Gespräch über den Ablauf, das Ziel und eventuelle Unklarheiten und Probleme, die im Verlauf der Testreihe auftreten könnten, aufgeklärt.

Mittels einer Anamnese und verschiedener Scores ( Merle d`Aubigné, nach Haddad, Cook und Brinker modifizierter Harris-Score, FIM, Arcq, u.a.) wurden die Qualitäten Funktion, Schmerz, Gehstrecke und Beweglichkeit und das Röntgenbild des betroffenen Hüftgelenkes sowie die Selbstständigkeit des Patienten beurteilt (1, 5, 14). Erfragt wurde die sportliche Aktivität und ob der Patient sich in physiotherapeutischer Behandlung befinde. Mittels der Neutral -O- Methode wurde die passive Beweglichkeit beider Hüftgelenke in allen Bewegungsebenen gemessen. Die klinische Untersuchung beinhaltete weiterhin die Prüfung eines Zug- und Stauchungsschmerzes als Zeichen einer Implantatslockerung. Der Patient

wurde auf ein mögliches positives Trendelenburg-Zeichen und auf einen Beckengradstand geprüft.

Bei Bestehen einer Beinlängendifferenz wurde diese mit genormten Holztafeln gemessen und ein bestehender Verkürzungsausgleich kontrolliert.

### **3.3 Isokinetischer Test**

#### **3.3.1 Gerät**

Der isokinetische Test wurde an einem „LIDO ACTIV MJ“ der Firma Loredan Biomedical Inc. Davis (California) durchgeführt. Es handelt sich hierbei um das LIDO-Aktiv-Multigelenksystem mit viereckiger Geräteachse und einem „Sliding-Cuff-System“ parallel zum Hebelarm. Das System setzt sich zusammen aus:

- einem Grundrahmen mit Sitz bzw. Liege und einem Schienensystem, auf dem über eine Vertikalsäule eine exakte Positionierung des Antriebs mit Geräteachse möglich ist,
- einem Antrieb mit rechteckiger Geräteachse und Vertikalsäule. Sie dienen der Fixation der zu untersuchenden Extremität mittels eines Hebelarms mit Fixationszubehör, der auf der Geräteachse sitzt. Über den Antrieb mit Geräteachse und Hebelarm ist eine ständige Überprüfung von Belastungsgrad und Bewegungsausmaß gegeben und
- der Kontrolleinheit (Controller), die zwischen Antrieb und Rechereinheit geschaltet ist. Der Controller beinhaltet einen eigenen Rechner, mit dem die Bewegungen der Geräteachse ständig überprüft werden. Er misst mit hoher Abtastfrequenz das momentane Drehmoment für den entsprechenden Winkelgrad und die Position der Geräteachse.

Das sich anschließende Rechnersystem ist mit der „LIDO-

Multigelenksystem Trainings- und Testsoftware LIDOACT 5.5 DG“ ausgestattet. Sie enthält das vom Hersteller bestimmte und vorgeschriebene Anwendungsprogramm (8).

Dieses beschriebene Gerätesystem ermöglicht unter anderem die objektive Erfassung des maximalen Drehmomentes in jeder Winkelstellung des Hebelarmes bei einer der Fragestellung entsprechenden individuell festgelegten Winkelgeschwindigkeit. Durch die isolierte Messung der betroffenen und der nicht betroffenen Seite (Gegenseite) wird eine Vergleichbarkeit und Bewertbarkeit der Funktion der untersuchten Extremitäten bzw. Gelenke ermöglicht. (7, 9, 21).

### **3.3.2 Testablauf**

Zu Beginn des Tests wurden die persönlichen für den isokinetischen Test erforderlichen Daten erfasst und in das entsprechende Rechnerprogramm eingegeben. Dazu gehörten u.a. die Registrierung der Körpergröße und des Körpergewichtes und die Feststellung der betroffenen Seite.

Es folgte ein fünfminütiges Aufwärmprogramm auf einem Standfahrrad. Anschließend wurde der Testperson der weitere Testablauf eingehend am Gerät erklärt. Die während des Tests einzunehmenden Positionen des Probanden wurden durch den Untersucher demonstriert. Es wurden mehrere Wiederholungen durchgeführt, bis die Testdurchführung eindeutig erfasst wurde, bevor mit der eigentlichen Messung begonnen wurde. Die Testperson führte den Test in leichter Sportbekleidung durch.

### **Prüfung von Extension und Flexion**

Der Proband wurde zur Prüfung von Extension und Flexion in Rückenlage positioniert, das nicht zu prüfende Bein bei 90° angewinkelt, Becken und Schultern wurden mittels Drei-Punkte-Fixation durch Gurte festgehalten. Drei Fingerbreit proximal der Patellaoberkante wurde die Haltemanschette

des Hebelarmes, der parallel zum Bein positioniert ist, angebracht. Die Rotationsachse des Hüftgelenkes wurde auf die Drehachse des Dynamometers ausgerichtet.

Im Testprogramm erfolgt nun die Eingabe des maximalen schmerzfreen Bewegungswinkels des Hüftgelenkes durch manuelles, passives Auf- und Abbewegen des Beines mittels des Hebelarms.

Anschließend wurde automatisch eine einmalige Überprüfung des festgestellten Bewegungsausmaßes durch das Testgerät durchgeführt und dabei die Eigenschwere des Beines durch das Messsystem abgeglichen (8).

Die Messung erfolgte zuerst an der nicht betroffenen Seite (Gegenseite) bei einer Winkelgeschwindigkeit von 180 Grad/s. Dabei wurde die lokale Kraftausdauer durch Feststellen des Quotienten „Arbeit pro Bewegung im Verhältnis zum Körpergewicht“ gemessen.

Der Patient wurde aufgefordert mit maximaler Kraft mehrere Flexions-Extensionsbewegungen im Hüftgelenk auszuführen. Dabei wurde gleichzeitig im Knie eine Flexions-Extensionsbewegung durchgeführt. Von den ausgeführten Bewegungen wurden sechs in Folge aufgezeichnet. Die in diesem Zyklus durchgeführten Bewegungen durften einen für diese Bewegungsebene bestimmten Variationskoeffizienten von 18 % nicht überschreiten. Im Falle des Überschreitens wurde die Messung nach einer Pause von 120 Sekunden wiederholt.

Als nächster Schritt folgte die Bestimmung der Maximalkraft. Erfasst wurde der Quotient aus „Durchschnittswert des maximalen Drehmomentes im Verhältnis zum Körpergewicht“ in Extension und Flexion sowie das Kraftverhältnis von Flexion/Extension in Prozent bei 90 Grad/s. Es wurden vier Bewegungsabfolgen aufgezeichnet sowie der entsprechende Variationskoeffizient ermittelt.

An die Prüfung der Gegenseite schloss sich der Test der betroffenen Seite an. Der Ablauf des Tests ist in Einstellposition und Durchführung identisch mit



dem Test der Gegenseite ( siehe oben).

Nach Beendigung jeder Messung gab das Rechnersystem in Prozent die Standardabweichung vom arithmetischen Mittelwert in Form eines Variationskoeffizienten an. Dieser Variationskoeffizient diente dem Untersucher entsprechend statistischer Kriterien als Kontrolle für einen richtig durchgeführten Testzyklus und berechtigte somit zu vergleichenden Aussagen, da die erfassten Messergebnisse keine Zufallsereignisse wiedergeben können.

In einigen Fällen war der Test nicht durchführbar (in 8 Fällen präoperativ und in 7 Fällen postoperativ) oder musste abgebrochen werden (s.Seite 58). Einige der häufigsten Ursachen waren das Auftreten von Krämpfen oder Schmerzen während des Testablaufs. Zum Testabbruch führte auch mangelnde Compliance oder Weigerung des Probanden den Test bis zum Ende durchzuführen. Für eine richtige Durchführung und Bewertbarkeit des isokinetischen Tests ist ein relativ hohes Maß an Motivation und kognitivem Verständnis erforderlich (9, 16, 17, 23).

### **Prüfung von Abduktion und Adduktion**

Es wurde wieder zuerst die Gegenseite geprüft. Dazu wurde der Patient in Seitenlage positioniert, mit dem zu bewegenden Bein nach oben. Der Kopf wurde mit einer Nackenrolle entspannt gelagert. Das Becken wurde mit einem Gurt fixiert, so dass eine isolierte Abduktions- Adduktionsbewegung ohne Mitbeteiligung des Beckengürtels und der Rumpfmuskulatur möglich war. Mit der freien Hand konnte sich der Patient an einem Haltegriff in Schulterhöhe festhalten. Es folgte die Feststellung des möglichen Bewegungswinkels und die Ausführung des Testes nach dem oben schon beschriebenen Ablauf.

Gemessen wurde ebenfalls der Quotient aus „Arbeit pro Bewegung im Verhältnis zum Körpergewicht“ bei 180 Grad/s, als Ausdruck der

Kraftausdauer, und bei 90 Grad/s der Quotient aus „Durchschnittswert des maximalen Drehmoments im Verhältnis zum Körpergewicht“ für die Maximalkraft sowie das Kraftverhältnis von Abduktion/Adduktion in Prozent. Der einzuhaltende Variationskoeffizient musste kleiner als 20% sein.

### **Prüfung von Außenrotation und Innenrotation**

Bei der Untersuchung der Innenrotation und Außenrotation musste der Proband die Bauchlage einnehmen. Das Knie des Beines welches untersucht wurde, wurde in 90° Flexion angewinkelt, um dann mit der Unterschenkelmanschette am Hebelarm fixiert werden zu können. Mit zwei Gurten wurden Becken und Oberschenkel so fixiert, dass eine isolierte Innenrotations- /Außenrotationsbewegung gewährleistet war.

Der sich anschließende Test erfolgte nach denselben Prinzipien und mit der gleichen Zielstellung wie in den voran geschilderten Testabläufen von Abduktion, Adduktion, Extension und Flexion. Der Variationskoeffizient von 15% durfte nicht überschritten werden um die Testreihe als brauchbar zu werten.

Der in dieser Weise durchgeführte isokinetische Test dauerte für den Patienten zwischen zwei und dreieinhalb Stunden. Diese relativ lange Untersuchungszeit hat mehrere Ursachen. Im Vordergrund stehen die benötigte Zeit zur Testdemonstration und Erklärung des Testablaufes für das Verständnis des Patienten, welches unbedingt erforderlich ist um ein verwertbares Messergebnis zu erhalten, sowie die Ruhe- und Pausenzeiten zwischen den einzelnen Wiederholungen und vor dem Test einer neuen Bewegungsebene.

Das Umrüsten des Testgerätes für die jeweils neuen Untersuchungspositionen benötigte sehr viel Zeit, da nach dem Test einer Bewegungsebene die

gesamte Halte- und Fixationsvorrichtung zur anschließenden Prüfung der Gegenseite am Gerät umgesetzt werden musste.

### 3.4 Scores

#### 3.4.1 Merle d`Aubigné

Dieser Score diente der Bewertung der Hüftfunktion. Bewertet wurden Schmerzen, Motilität und Gangbild jeweils mit 0 - 6 Punkten.

Die Beurteilung der Funktion der Hüfte ergab sich aus der Addition der Punkte der einzelnen Kategorien.

Tabelle 1: Funktionsbewertung der Hüfte nach dem Score von Merle d`Aubigné

Kategorie	Punkte
Schlecht	0-8
Mäßig	9-12
Gut	13-16
Sehr gut	17-18

#### 3.4.2 Modifizierter Harris-Hip-Score nach Haddad, Cook und Brinker (Haddad)

Mit dem modifizierten Harris- Score (14) stand ein zweiter Score mit subjektiver wie objektiver Bewertung von Schmerz, Beweglichkeit und

Funktion zur Verfügung. Harris führte 1969 diesen klinischen Score zur Beurteilung von Hüftleiden ein. Von Haddad, Cook und Brinker wurde er 1990 überarbeitet und verändert. Von uns wurden die Punkte „Treppensteigen“ in der Kategorie Funktion und „keine fixierte Abduktion, Innenrotation, und Flexionskontraktur“ in der Kategorie Bewegungsumfang nicht angewandt (Vgl. Tabelle 2).

## 1. Schmerz

Der Schmerz wurde in fünf Kategorien von „keine Schmerzen“ bis „völlig behindert“ differenziert und mit 44 - 0 Punkte bewertet.

Tabelle 2: Modifizierter Harris-Hip-Score nach Haddad, Cook und Brinker: Schmerz

Kategorie	Punkte
Kein	44
leichter, gelegentlicher, der die Aktivität oder Arbeit nicht beeinträchtigt	35
Aktivitäten werden modifiziert oder teilweise aufgegeben	25
Aktivitäten / Arbeit fast nicht möglich	10
Patient völlig behindert	0

## 2. Beweglichkeit

Die Beweglichkeit wurde bewertet durch die Summe des Bewegungsumfangs der einzelnen Bewegungsebenen (Flexion, Abduktion, Adduktion,

Außenrotation, Innenrotation), die mittels der Neutral - 0 -Methode gemessen wurden.

Tabelle 3: Modifizierter Harris-Hip-Score nach Haddad, Cook und Brinker: Beweglichkeit

Gesamtbewegungsausmaß (Grad)	Punkte
300° - 210°	5
209° - 160°	4
159° - 100°	3
99° - 60°	2
59° - 30°	1
29° - 0°	0

### 3. Funktionsbewertung

Sie setzt sich zusammen aus:

Schuhe/Strümpfe anziehen:

Tabelle 4/1: Modifizierter Harris-Hip-Score nach Haddad, Cook und Brinker

Kategorie	Punkte
Ohne Schwierigkeiten	4
Schwierig	2
Unmöglich	0

Sitzen:

Tabelle 4/2: Modifizierter Harris-Hip-Score nach Haddad, Cook und Brinker

Kategorie	Punkte
Jede Sitzgelegenheit mind. 1 Std.	5
Hoher Stuhl mind. ½ Std.	3
Unfähig ½ Std. zu sitzen	0

Öffentliche Verkehrsmittel:

Tabelle 4/3: Modifizierter Harris-Hip-Score nach Haddad, Cook und Brinker

Kategorie	Punkte
Einsteigen möglich	1
Nicht möglich	0

Hinken:

Tabelle 4/4: Modifizierter Harris-Hip-Score nach Haddad, Cook und Brinker

Kategorie	Punkte
Nicht	11
Leicht	8
Mäßig, Patient bemerkt es	5
Schwer, deutlich veränderter Gang bzw. gehunfähig	0

Gehstrecke:

Tabelle 4/5: Modifizierter Harris-Hip-Score nach Haddad, Cook und Brinker

Kategorie	Punkte
Unbegrenzt ( 60 min./ 5 km )	11
30 - 60 min./ 3 km	8
15 - 30 min./1-1.5 km	5
2 - 10 min./< 500 m	3
< 2 min./ nur Wohnung	1
Gehunfähig / max. vom Bett zum Stuhl	0

Gehhilfen:

Tabelle 4/6: Modifizierter Harris-Hip-Score nach Haddad, Cook und Brinker

Kategorie	Punkte
Keine	11
ein Stock für lange Strecken	7
ein Stock ständig	5
Eine Unterarmstütze	4
2 Stöcke oder Unterarmstützen	2
Gehunfähig oder 2 Achselstützen	0

Insgesamt waren in der Kategorie Funktion maximal 43 Punkte zu erreichen. Neben der Bewertung der einzelnen Kategorien wurde auch die Gesamtpunktzahl ermittelt, bei der maximal 92 Punkte zu erreichen waren.

### **3.4.3 Funktionaler Selbstständigkeitsindex FIM**

Der Score wurde erstellt vom Center for Funktional Assessment Research Foundation der State University of New York, Buffalo, um den Schweregrad einer funktionellen körperlichen Einschränkung in der Rehabilitation zu erfassen sowie um deren Verlauf zu dokumentieren und zu bewerten. Die Version 3.1, März 1990 in deutscher Übersetzung der Klinik Bavaria Schaufling (5) ist die ergänzte und überarbeitete Fassung. Anhand einer siebenstufigen Skala (Vgl. Tabelle 5) wurden von 1 Punkt bis maximal 7 Punkte für jeden noch erhaltenen Selbstständigkeitsgrad vergeben.

Der Funktionale Selbstständigkeitsindex FIM setzt sich zusammen aus den Kategorien:

- Selbstversorgung ( Essen/ Trinken, Körperpflege, Waschen, Ankleiden oben, Ankleiden unten, Intimhygiene )
- Kontinenz (Blasenkontrolle, Darmkontrolle )
- Transfer ( Bett/ Stuhl/ Rollstuhl, Toilettensitz, Dusche/ Badewanne )
- Fortbewegung ( Gehen/ Rollstuhl, Treppensteigen )
- Kommunikation ( Verstehen akustisch/ visuell, Ausdruck verbal/ nonverbal)
- Kognitive Fähigkeiten ( soziales Verhalten, Problemlösung, Gedächtnis)



Tabelle 5: Selbstständigkeitsskala des FIM

Selbstständigkeitsgrad	Punkte
- totale Hilfestellung	1
- ausgeprägte Hilfestellung	2
- mäßige Hilfestellung	3
- Kontakthilfe	4
- Supervision/ Vorbereitung	5
- eingeschränkte Selbstständigkeit	6
- völlige Selbstständigkeit	7

### 3.4.4 Röntgen – Scores

#### 1. Klassifikation der periartikulären Verkalkungen nach Arcq (1977)

Es handelt sich um einen Score (1), der zur Klassifikation von periartikulären Verkalkungen, einer Komplikation nach Hüftgelenksendoprothesen-Implantation, eingesetzt wurde. Mittels einer a.p. Röntgenaufnahme des Hüftgelenkbereichs wurden heterotope Ossifikationen nach den von Arcq angegebenen Schweregraden eingeteilt (2). Untersucht wurde, ob der Grad der periartikulären Verkalkung eines Hüftgelenkes sich in den Ergebnissen der Beweglichkeit in Form von Bewegungseinschränkungen und/oder einem Kraftdefizit beim isokinetischen Test widerspiegelt (Vgl. Tab. 6).

Tabelle 6: Bewertung der periartikulären Ossifikation mit der Klassifikation nach Arcq

Kategorie	Klassifikation
- Keine Verkalkung	Arcq 0
- Isolierte oder mehrere kleine Kalkschatten, ohne dass eine Verbindung zwischen Pfanne und Trochanter major bzw. zwischen Pfanne und innerem Anteil des Femurschaftes besteht	Arcq 1
- Überbrückende Verkalkung zwischen beiden Prothesenteilen ohne Einsteifung	Arcq 2
- Vollständige Ummauerung der Prothese durch Verknöcherungen, wobei klinisch oft das Bild einer Ankylose besteht	Arcq 3

## 2. Postoperative röntgenologische Implantatsbewertung nach dem Mayo-Hip-Score

Der von Kavanagh und Fitzgerald (19) entwickelte Score dient der Bewertung und Erfassung des Auftretens von radiologischen Veränderungen in Form von Sklerosierungsbändern an der Knochen-Implantatsgrenze von Pfanne und Schaft bei einer Totalendoprothese des Hüftgelenkes (6, 13). Die Implantat-Knochengrenzen werden in Zonen eingeteilt (Vgl. Abb. 1 und 2). Die sklerotischen Veränderungen sind Ausdruck einer eventuellen Implantatlockerung (2).

Nach erfolgter Implantation einer Prothesenpfanne oder eines Prothesenschafts wurde eine eventuell auftretende Sklerosierung entlang des Implantat-Knochen-Überganges mittels einer a.p. Beckenübersicht dargestellt und entsprechend dem Aufhellungsgrad mit Punkten bewertet.

a) Pfannen-Zonen nach DeLEE und CHARNLEY

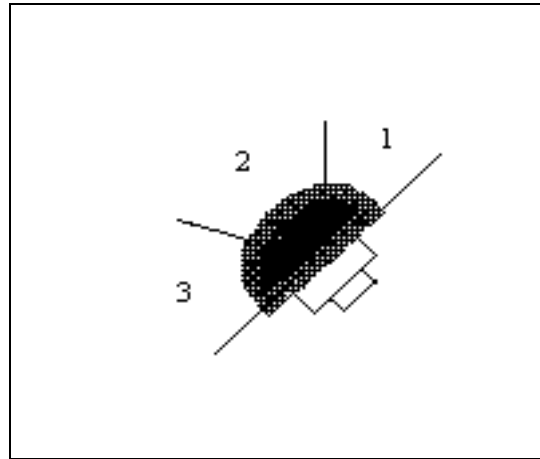


Abbildung 1: Das Pfannen-Implantat wird in drei Zonen eingeteilt (6)

b) Schaft- Zonen nach GRUEN

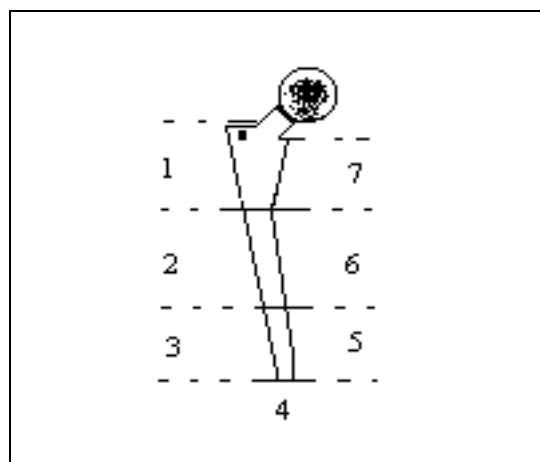


Abbildung 2: Das Schaft-Implantat wird in sieben Zonen aufgeteilt (13)

Tabelle 7: Score für die Pfanne

Kategorien	Punkte
Keine Aufhellungslinie	10
Inkomplette Aufhellungslinie seit OP = 1mm	8
Progression einer Aufhellungslinie in allen Zonen, aber = 1mm	6
Komplette Aufhellungslinie = 1mm in allen Zonen	4
Komplette Aufhellungslinie >1mm	4
Pfannenwanderung	0

Tabelle 8: Score für den Schaft

Kategorien	Punkte
Keine Aufhellungslinie	10
Inkomplette Aufhellungslinie seit OP = 1mm	8
Progression einer Aufhellungslinie in allen Zonen, aber = 1mm	6
komplette Aufhellungslinie = 1mm in allen Zonen	6
komplette Aufhellungslinie >1mm	4
Absinken des Schaftes = 2mm	4
Absinken > 2mm	0

### 3. Präoperativer SINGH- INDEX

Mit dem Singh-Index (25) wird die trabekuläre Struktur und damit der Osteoporosegrad des proximalen Femurendes durch eine a.p. Röntgenaufnahme dargestellt und klassifiziert (2). Je nach Grad des Verlustes an darstellbaren Trajekturen werden Punkte von 1 bis 6 vergeben.

Tabelle 9: Osteoporosegrade des proximalen Femurendes nach Singh

---

Klassifikation der Trajekturenrarifizierung	
Grad 6	Die primären und sekundären Zug- und Druckgruppen der Trajekturen sind vollständig erhalten.
Grad 5	Die sekundären Zug- und Druckgruppen der Trajekturen sind nur noch angedeutet erhalten. Das Wardsche Dreieck kommt deutlich zum Vorschein.
Grad 4	Die primäre Zuggruppe verzeichnet eine erhebliche Verminderung der Anzahl der Trajekturen. Diese verlaufen noch von der lateralen Kortikalis bis in den proximalen Teil des Schenkelhalses.
Grad 3	Ist durch Unterbrechung der primären Zuggruppe gekennzeichnet. Es handelt sich mit Sicherheit um eine Osteoporose.
Grad 2	Es sind nur noch Trajekturen der primären Druckgruppe deutlich vorhanden.
Grad 1	Die Trajekturen der primären Druckgruppe haben in der Anzahl deutlich abgenommen und sind kaum nachweisbar.

---

Maximum = 6 Punkte; Minimum = 1 Punkt

### **3.5 Datenverarbeitung und Auswertung**

Die statistische Auswertung der erfassten Daten erfolgte mittels des Statistikprogramms SAS Vers. 6.12 am Institut für Biometrie und Medizinische Informatik der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.

Auf Grund der als nicht normalverteilt anzunehmenden Messwerte und der statistisch betrachtet relativ kleinen Stichprobenumfänge wurden für die statistische Auswertung nicht parametrische Testverfahren eingesetzt (18).

Zur Anwendung kam der Wilcoxon Test als Rangsummentest für Paardifferenzen bei dem Vergleich der operierten Seiten bzw. der zu operierenden Seiten mit den Gegenseiten innerhalb der einzelnen Gruppen sowie beim Vergleich der Messergebnisse des isokinetischen Test zwischen prä- und postoperativer Gruppe und dem Vergleich der Bewegungsausmaße zwischen beiden Gruppen.

Mit dem Kruskal-Wallis-Test (Rangsummentest für Paardifferenzen bei unverbundenen Stichproben) erfolgte der Vergleich des Scores Merle d`Aubigné mit den Bewegungsausmaßen bzw. den Messergebnissen des isokinetischen Tests der prä- und postoperativen Gruppe.

Die Untersuchung auf Homogenität zwischen beiden Gruppen in den Merkmalen Alter, Körpergewicht, Körpergröße, Geschlecht und in den Qualitäten Schmerz, Beweglichkeit, Funktion und der Gesamtsumme des modifizierten Harris-Hip-Scores erfolgte mittels des Chi-Quadrat-Tests und des Wilcoxon -Test. Die dabei zugrunde gelegte Irrtumswahrscheinlichkeit in allen angewendeten Testverfahren wurde bei einem Konfidenzintervall von 95% mit  $\alpha = 0,05$  festgelegt (15, 18).

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Alter, Geschlecht, Körpergröße und Körpergewicht

Die präoperative Gruppe umfaßte 48 Patienten, 26 Männer und 22 Frauen. In Alter und Körpergewicht lag der Mittelwert bei 61,1 Jahren bzw. bei 81,1 kg. Der schwerste Patient wog 107 kg, der leichteste 58 kg (Standardabweichung: 12,4 kg).

Die durchschnittliche Körpergröße betrug 168,6 cm, der höchste Wert wurde mit 180 cm der kleinste mit 152 cm bei einer Standardabweichung von 12,5 cm gemessen.

Der jüngste Patient war 31 Jahre alt, der älteste 83 Jahre (Standardabweichung: 10,3 Jahre).

Die postoperative Gruppe setzte sich aus 50 Patienten zusammen, 27 Patienten und 23 Patientinnen. Das durchschnittliche Körpergewicht betrug in dieser Gruppe 86,4 kg. Das Minimum lag bei 61 kg, das Maximum bei 109 kg (Standardabweichung: 11,6 kg).

In der Altersverteilung stellte sich die postoperative Gruppe wie folgt dar: Der Altersdurchschnitt lag bei 62,1 Jahren bei einem Minimum von 42 Jahren und dem Maximum von 74 Jahren (Standardabweichung: 6,9 Jahre).

Bei der durchschnittlichen Körpergröße von 168,7 cm betrug das Minimum 153 cm und das Maximum 186 cm (Standardabweichung: 7,9 cm) (Vgl. Tab.10 und 11).

In den Merkmalen Alter, Körpergröße und Körpergewicht konnte bei der statistischen Bearbeitung mit dem Chi-Quadrat-Test bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden. Die Chi-Verteilung ergab für das Merkmal Männlich bzw. Weiblich ebenfalls keinen signifikanten Unterschied.

Tabelle 10: Verteilung nach dem Geschlecht in der präoperativen und der postoperativen Gruppe

	Anzahl N=	Männlich	Weiblich
präoperativ	50	26	22
postoperativ	48	27	23

Tabelle 11: Verteilung von Alter, Körpergröße und Körpergewicht in der präoperativen und der postoperativen Gruppe

	Anzahl N=	Durschnitts- Alter	Durschnitts- Größe	Durschnitts- Gewicht
präoperativ	50	61,1	168 cm	81,4 kg
postoperativ	48	62,1	168 cm	86,4 kg

## 4.2 Operationstechnik und Lokalisation

In der präoperativen Gruppe wurde bei 29 Patienten rechts und bei 19 Patienten links eine Totalendoprothese vom Typ Keramed zementfrei implantiert. In der postoperativen Gruppe erhielten 28 Patienten eine zementfreie Totalendoprothese auf der rechten Seite und 22 Patienten linksseitig.

In beiden Gruppen wurde jeweils in einem Fall eine zementierte Totalendoprothese vom Keramed- Typ implantiert (Vgl. Tab. 12).



Tabelle 12: Verteilung der Lokalisation und Art der Fixierung des Implantats in der präoperativen und der postoperativen Gruppe

	Anzahl	links	rechts	zementierte TEP	nicht zementierte TEP
präoperativ	48	19	29	1	47
postoperativ	50	22	28	1	49

### 4.3 Vorerkrankungen

Bei der vor dem Test durchgeführten klinischen Untersuchung der Patienten und der Erfassung von Vorerkrankungen war bei 24 Patienten (50%) der präoperativen Gruppe eine Coxarthrose oder die Implantation einer Hüftgelenktotalendoprothese der Gegenseite feststellbar.

Ein ähnliches Bild zeigte sich uns auch in der postoperativen Gruppe. Von 50 Patienten wiesen zum Zeitpunkt der Untersuchung 26 (52%) eine Coxarthrose oder eine totalendoprothetische Versorgung der Gegenseite auf.

In der präoperativen Gruppe befanden sich 16 Patienten (33%) wegen eines Hypertonus in ärztlicher Behandlung. Dagegen wurden in der postoperativen Gruppe 23 Patienten (46%) wegen eines Hypertonus behandelt.

In der präoperativen Gruppe war bei 6 Patienten mit einem Körpergewicht von mehr als 95 kg eine ausgeprägte Adipositas zu verzeichnen, in der postoperativen Gruppe hatten 9 Patienten ein Körpergewicht von mehr als 95 kg (Vgl. Tab. 13).

Tabelle 13: Verteilung von Vorerkrankungen in der präoperativen und der postoperativen Gruppe

	Anzahl	Coxarthrose	Hypertonus	Adipositas
präoperativ	48	24	16	6
postoperativ	50	26	23	9

#### 4.4 Berufstätigkeit, Sport und Physiotherapie

Berufstätig waren 11 Patienten (23%) in der präoperativen Gruppe, 37 waren nicht mehr erwerbstätig. In der postoperativen Gruppe waren 5 berufstätig (10%) und 45 nicht mehr erwerbstätig.

Physiotherapie wurde von 5 präoperativen Patienten (10%) regelmäßig durchgeführt, dem standen in der postoperativen Gruppe 4 Patienten (8%) gegenüber.

Sportlich betätigten sich in der präoperativen Gruppe regelmäßig 5 Patienten (10%), in der postoperativen 7 Patienten (14%) (Vgl. Tab.14).

Tabelle 14: Verteilung des Beschäftigungsverhältnisses und der sportlichen Aktivität in der präoperativen und der postoperativen Gruppe

	Anzahl	Rente	Berufstätigkeit	Physiotherapie	Sport
präoperativ	48	37	11	5	5
postoperativ	50	45	5	4	7

## 4.5 Beckengradstand und Verkürzungsausgleich

Die klinische Untersuchung zeigte in der präoperativen Gruppe bei 27 Patienten (56%) einen Beckengradstand, d.h. es wurden 21 Patienten ermittelt, die einen Beckenschiefstand hatten, 21 Patienten (43%) waren mit einem Verkürzungsausgleich von mindestens 1 cm und maximal 4 cm ausgestattet. Im Durchschnitt betrug der Ausgleich 1,83 cm (Standardabweichung: 0,89 cm).

Bei der Untersuchung der postoperativen Gruppe fielen mit 28 (56%) Patienten mit einem Beckengradstand auf. Eine Korrektur mittels Verkürzungsausgleich war bei 22 Patienten durchgeführt worden. Der Durchschnitt des Ausgleichs lag bei 1,32 cm mit Minimum bei 0,5 cm und Maximum bei 2,5 cm (Standardabweichung: 0,57 cm).

Tabelle 15: Verteilung von Beckengradstand und Patienten mit Verkürzungsausgleich in der präoperativen und der postoperativen Gruppe

	Anzahl	Beckengradstand	Verkürzungsausgleich
präoperativ	48	27	21
postoperativ	50	28	22

## 4.6 Passive Beweglichkeit nach der Neutral-0-Methode

Die Bestimmung der passiven Beweglichkeit des Hüftgelenkes nach der Neutral-0-Methode vervollständigte die klinische Untersuchung. Die gemessenen Werte wurden unter anderem in den oben beschriebenen

modifizierten Harris-Score (19) eingearbeitet. In den folgenden Abschnitten werden die Resultate der Beweglichkeitsuntersuchung im einzelnen dargestellt.

### 1. Beweglichkeit in der präoperativen Gruppe

In der präoperativen Gruppe war zu verzeichnen, dass die passive Beweglichkeit des zu operierenden Hüftgelenks vor dem geplanten Eingriff deutlich geringer war gegenüber der Beweglichkeit der Gegenseite.

Die Differenz betrug für die fünf gemessenen Bewegungsebenen im Durchschnitt 10 Grad. Am stärksten war der Unterschied in der Extensions-Flexions-Bewegungsebene mit 16 Grad Flexionsdefizit. In der Abduktion betrug die durchschnittliche Differenz zwischen zu operierender Seite und Gegenseite 12 Grad, in der Adduktion 7 Grad. Ein ähnliches Bild war in der Außenrotation mit 9 Grad und in der Innenrotation mit 8 Grad zu verzeichnen.

Die durchschnittliche Flexion betrug in der präoperativen Gruppe auf der zu operierenden Seite 79 Grad bei einem Minimum von 20 Grad und einem Maximum von 110 Grad.

Dem stand eine Flexion der Gegenseite von durchschnittlich 95 Grad, bei einem Minimum von 70 Grad und einem Maximum von 130 Grad gegenüber (Vgl. Tab.16).

In der Abduktion betrug der Durchschnittswert der zu operierenden Seite 18 Grad, der der Gegenseite 30 Grad. Das Minimum von 0 Grad und das Maximum von 50 Grad der zu operierenden Seite entsprach fast dem Minimum von 5 Grad und dem Maximum von 50 Grad der Gegenseite (Vgl. Tab.17).

Die zu operierenden Seiten zeigten in der Adduktion folgende Charakteristika: Im Durchschnitt wurden 14 Grad erreicht, mit 0 Grad Minimum und 40 Grad Maximum.

Die Patienten erreichten durchschnittlich 21 Grad auf der Gegenseite, mit Minimum bei 10 Grad und Maximum bei 40 Grad (Vgl. Tab.18).

Auf der zu operierenden Seite wurde in der Außenrotation im Durchschnitt ein Winkel von 16 Grad gemessen, mit Minimum bei 0 Grad und Maximum bei 40 Grad.

Die Innenrotationsbewegung war mit einer durchschnittlichen Beweglichkeit von 4 Grad, bei den Minimal-Maximalwerten von 0 Grad bzw. 30 Grad als die Bewegungsachse festzuhalten, die die schlechtesten Ergebnisse in der passiven Beweglichkeit aufwies.

Bei der Außenrotation und der Innenrotation der Gegenseite erreichten die Patienten durchschnittlich 25 Grad bzw. 12 Grad, minimal 5 Grad bzw. 0 Grad und maximal 40 Grad bzw. 60 Winkelgrade (Vgl. Tab.19 u.20).

Abschließend kann festgestellt werden, dass das durchschnittliche Gesamtbewegungsausmaß der einzelnen Bewegungsebenen zwischen der zu operierenden Seite und der Gegenseite eine Differenz von 45 Grad aufwies. Die Operationsseite hat eine Gesamtbeweglichkeit von durchschnittlich 136 Grad, an der Gegenseite wurde eine durchschnittliche Gesamtbeweglichkeit aller Bewegungsebenen von 181 Grad verzeichnet (Vgl. Abb.3).

Bei der statistischen Prüfung der mit der Neutral-0-Methode erfassten Daten des Bewegungsausmaßes ist hinsichtlich des Vergleichs zwischen der zu operierenden Seite mit der Gegenseite für die präoperative Gruppe ein signifikanter Unterschied ( $\alpha = 0,0001$ ) in allen Bewegungsachsen festzustellen (Vgl. Tab. 16-20).

## 2. Beweglichkeit in der postoperativen Gruppe

Die postoperative Gruppe stellte sich beim Vergleich des passiven Bewegungsausmaßes von operierter Seite und Gegenseite insgesamt homogener dar. Die Flexion auf der Gegenseite zeigte mit durchschnittlich 5 Grad gegenüber der operierten Seite nur ein geringes Defizit. In der Abduktion war ein Defizit des durchschnittlichen Bewegungsausmaßes um 4 Grad der operierten Seite gegenüber der Gegenseite feststellbar. Zwischen der operierten Seite und der Gegenseite konnte in der Adduktion, Außenrotation und Innenrotation ein Jahr nach erfolgter Operation kein deutliches Defizit mehr in der passiven Beweglichkeit festgestellt werden.

Es kann daher angemerkt werden, dass eine Angleichung des Gesamtbewegungsausmaßes der operierten Seite gegenüber der Gegenseite erfolgt ist.

In der Flexion wurden auf der operierten Seite im Mittel 90 Grad, mit einem Minimum von 40 Grad und einem Maximum von 120 Grad erreicht. Auf der Gegenseite erreichten die Patienten im Mittel eine Flexion von 95 Grad, mit einem Minimum von 60 Grad und einem Maximum von 125 Grad (Vgl. Tab.16).

Der Abduktion mit 34 Grad und der Adduktion mit 23 Grad der operierten Seiten stand im Mittel ein Bewegungsausmaß von 31 Grad in der Abduktion und 23 Grad in der Adduktion auf der Gegenseite gegenüber. Die Minima der operierten Seite betragen in Abduktion 5 Grad, in der Adduktion 10 Grad, auf der Gegenseite betrug das Minimum für die Abduktion 0 Grad und für die Adduktion 5 Grad (Vgl. Tab.17 u.18).

In der Außen- und Innenrotationsbewegung konnten bezüglich des Seitenvergleichs keine Unterschiede im durchschnittlichen Bewegungsausmaß festgestellt werden. Auch die Außenrotation mit 24 Grad und die Innenrotation mit 12 Grad waren auf beiden Seiten gleich. Die

Gegenseite hat ein Minimum von 10 Grad in Außenrotation und von 0 Grad in Innenrotation, das Maximum liegt in dieser Gruppe für die Außenrotation bei 60 Grad und für die Innenrotation bei 40 Grad. Auf der Seite mit implantierter Hüftgelenktotalendoprothese betragen die Maxima durchschnittlich gleiche Werte in Außenrotation und Innenrotation wie auf der Gegenseite. Die Minima lagen für beide Bewegungsrichtungen bei 0 Grad (Vgl. Tab.19 u.20).

Diese geringen Seitenunterschiede spiegeln sich im Gesamtbewegungsausmaß wider. Zwischen der operierten Seite (Ø 191 Grad) und der Gegenseite (Ø 187 Grad) bestand nur ein durchschnittliches Defizit von 4 Grad zu Gunsten der operierten Seite (Vgl. Abb. 3).

Die statistische Auswertung ergab für alle Bewegungsebenen in der postoperativen Gruppe keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Bewegungsausmaßes beim Vergleich zwischen operierter Seite mit der Gegenseite (Vgl. Tab.16-20).

Tabelle 16/1: Vergleich des passiven Bewegungsausmaßes zwischen operierter Seite und Gegenseite der prä- und der postoperativen Gruppen  
Bewegungsrichtung: Flexion

	Präoperativ		Signifikanzniveau
	zu operierende Seite	Gegenseite	
Mittelwert	79	95	0,0001
Minimum	20	70	
Maximum	110	130	

Tabelle: 16/2

	postoperativ		Signifikanz- niveau
	operierte Seite	Gegenseite	
Mittelwert	90	95	0,0895
Minimum	40	60	
Maximum	120	125	

Tabelle 17/1: Vergleich des passiven Bewegungsausmaßes zwischen operierter Seite und Gegenseite der prä- und der postoperativen Gruppen  
Bewegungsrichtung: Abduktion

	Präoperativ		Signifikanz- niveau
	zu operierende Seite	Gegenseite	
Mittelwert	18	30	0,0001
Minimum	0	5	
Maximum	50	50	

Tabelle17/2:

	postoperativ		Signifikanz- niveau
	operierte Seite	Gegenseite	
Mittelwert	34	31	0,3105
Minimum	15	0	
Maximum	50	50	



Tabelle 18/1: Vergleich des passiven Bewegungsausmaßes zwischen operierter Seite und Gegenseite der prä- und der postoperativen Gruppen  
Bewegungsrichtung: Adduktion

	Präoperativ		Signifikanz- niveau
	zu operierende Seite	Gegenseite	
Mittelwert	14	21	0,0001
Minimum	0	10	
Maximum	40	40	

Tabelle18/2:

	postoperativ		Signifikanz- niveau
	operierte Seite	Gegenseite	
Mittelwert	23	23	0,5966
Minimum	10	5	
Maximum	30	40	

Tabelle 19/1: Vergleich des passiven Bewegungsausmaßes zwischen operierter Seite und Gegenseite der prä- und der postoperativen Gruppen  
Bewegungsrichtung: Außenrotation

	Präoperativ		Signifikanz- niveau
	zu operierende Seite	Gegenseite	
Mittelwert	16	25	0,0001
Minimum	0	5	
Maximum	40	60	

Tabelle19/2:

	postoperativ		Signifikanz- niveau
	operierte Seite	Gegenseite	
Mittelwert	24	24	1,000
Minimum	0	10	
Maximum	60	60	

Tabelle 20/1: Vergleich des passiven Bewegungsausmaßes zwischen operierter Seite und Gegenseite der prä- und der postoperativen Gruppen  
Bewegungsrichtung: Innenrotation

	Präoperativ		Signifikanz- niveau
	zu operierende Seite	Gegenseite	
Mittelwert	4	12	0,0001
Minimum	0	0	
Maximum	30	40	

Tabelle20/2:

	postoperativ		Signifikanz- niveau
	operierte Seite	Gegenseite	
Mittelwert	12	12	1,000
Minimum	0	0	
Maximum	40	40	

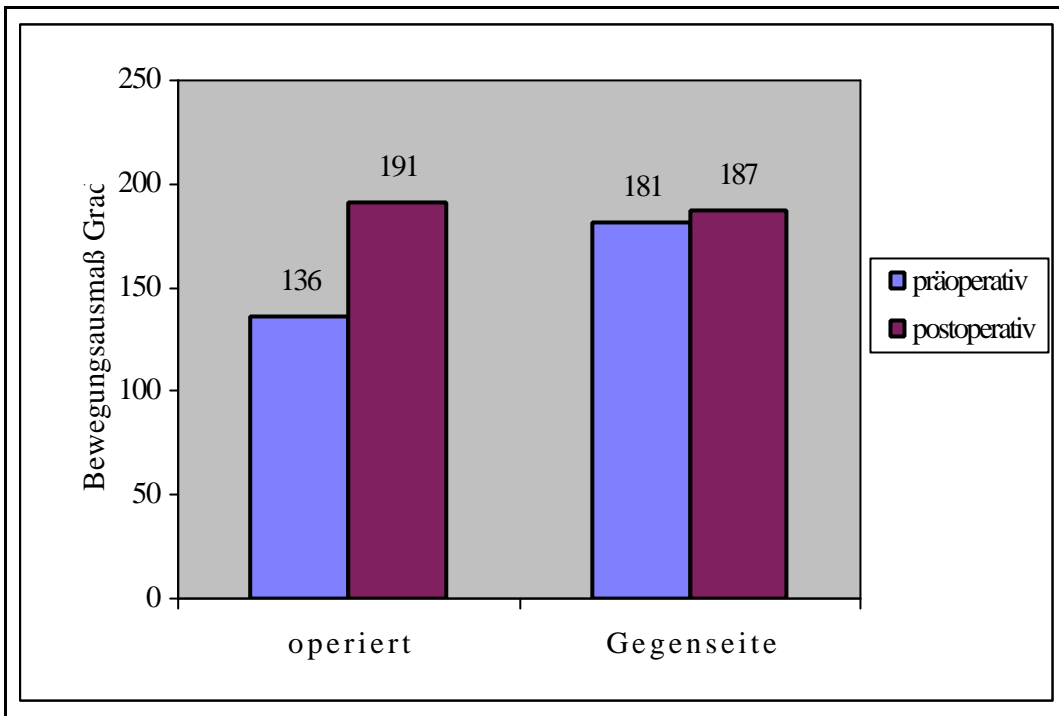


Abbildung 3: Verteilung des Gesamtbewegungsausmaßes im Hüftgelenk vor Operation und ein Jahr nach Implantation einer Hüftgelenktotalendoprothese im Seitenvergleich

#### 4.7 Vergleich der Gegenseiten von präoperativer und postoperativer Gruppe

Verglichen wurden die Bewegungsausmaße aller Bewegungsrichtungen des nicht von der Totalendoprothesen-Implantation betroffenen Beines (Gegenseite) zwischen den Untersuchungsgruppen, außer der Extension. Ermittelt wurde in beiden Gruppen die Anzahl der Patienten, die den in der Praxis gebräuchlichen Sollwert des Bewegungsausmaßes eines als nicht geschädigt einzustufenden Hüftgelenks erreichten oder überschritten.

#### 4.7.1 Bewegungsausmaße

Tabelle 21: Verteilung des maximal erreichten Bewegungsausmaßes der prä- und der postoperativen Gruppen in Bezug zu einem Sollwert eines als gesund einzustufenden Hüftgelenkes

Sollwert		Präoperativ		Postoperativ	
		Anzahl	%	Anzahl	%
Flexion	$\geq 130^\circ$	1	2	0	0
Abduktion	$\geq 40^\circ$	13	27	18	36
Adduktion	$\geq 25^\circ$	21	43	25	50
Außenrotation	$\geq 35^\circ$	9	18	5	10
Innenrotation	$\geq 45^\circ$	0	0	0	0
Gesamtausmaß	$\geq 275^\circ$	0	0	0	0

Beide Gruppen stellten sich, außer in der Außenrotation, mit relativ ähnlichen Werten dar. Auffällig ist, dass in beiden Gruppen das geforderte Bewegungsausmaß in der Adduktion nur von der Hälfte der Patienten erreicht wird und in der Abduktion sogar nur von einem Drittel. In der Flexion hat nur ein Patient der präoperativen Gruppe eine Beweglichkeit, die den Sollwert von 130 Grad überschreitet. In der Innenrotation und im Gesamtbewegungsausmaß beider Gruppen wird von keinem Patienten mit der Gegenseite das Bewegungsausmaß erreicht, mit welchem das Gelenk als gesund zu bezeichnen wäre.

Insgesamt lässt sich daher feststellen, dass die Funktion der Hüftgelenke der Gegenseiten nicht dem Funktionsniveau gesunder Hüftgelenke entspricht.

#### 4.7.2 Statistische Bewertung

Bei der statistischen Bewertung (Wilcoxon-Test) der prä- und der postoperativen Gruppe in Bezug auf das Bewegungsausmaß der Gegenseiten zeigten diese eine deutliche Tendenz zu homogenen Werten.

Tabelle 22: Signifikanzniveaus des Vergleichs der Bewegungsausmaße der Gegenseiten von prä- und postoperativer Gruppe

	Flexion	Abduktion	Adduktion	Innen- rotation	Außen- rotation
Signifikanz- niveau	0,5951	0,3388	0,4974	0,8667	0,9009

Daraus könnte abgeleitet werden, dass die Beweglichkeit der Gegenseite vor und nach erfolgter Operation keine wesentliche Veränderung erfährt.

## 4.8 Isokinetischer Test

Die Ergebnisse des isokinetischen Tests werden wegen des besseren Verständnisses und der Übersicht zusammengefasst und in grafischer Form als Boxplot abgebildet. In einem Boxplot wird das jeweils untersuchte Merkmal einer Bewegungsrichtung im Seitenvergleich dargestellt (12) (Vgl. Abb. 4).

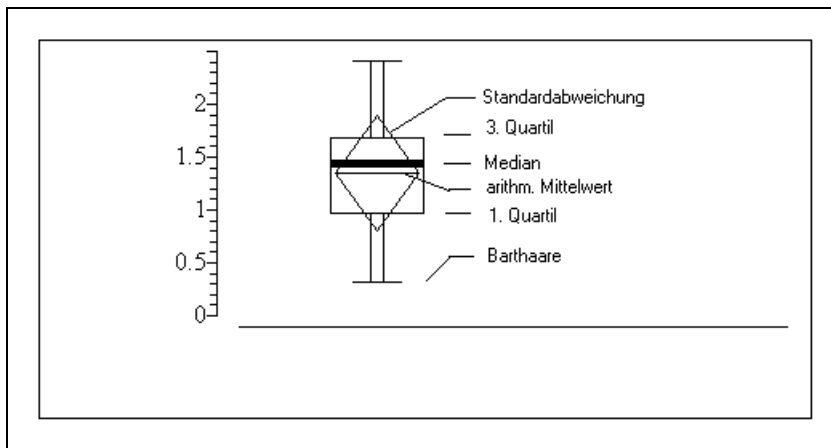


Abbildung 4: Beispiel Boxplot mit Zeichenerklärung

#### 4.8.1 Maximalkraft, Kraftausdauer und Kraftverhältnis von Flexion/Extension im Seitenvergleich mit Gegenüberstellung der präoperativen zur postoperativen Gruppe in der Extensions-Flexions-Bewegungsebene

Maximalkraft (Winkelgeschwindigkeit 90°/s) bei Extension

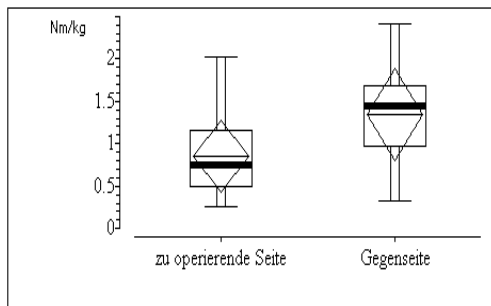


Abbildung 5: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (präoperativ)

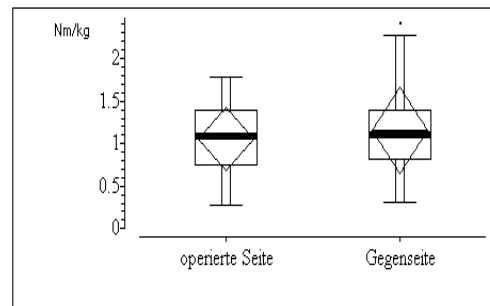


Abbildung 6: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (postoperativ)

Die Maximalkraft der Extensoren der zu operierenden Seite in der präoperativen Gruppe wies vor der Operation noch ein deutliches Defizit auf, welches nach der endoprothetischen Versorgung weitgehend ausgeglichen werden konnte.

## Kraftausdauer (Winkelgeschwindigkeit 180°/s) bei Extension

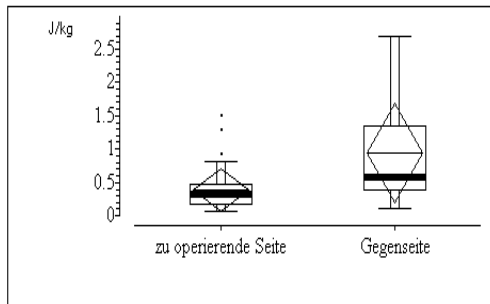


Abbildung 7: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht ( präoperativ)

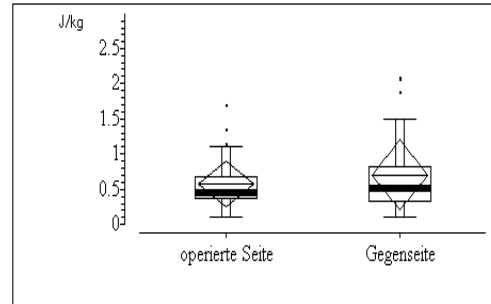


Abbildung 8: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht (postoperativ)

Neben der stärkeren Streuung der Kraftausdauer-Werte der Gegenseite in der präoperativen Gruppe und einem Defizit der Kraftausdauer der zu operierenden Seite konnte ein Jahr nach der Operation eine Angleichung in der Kraftausdauer und ein engeres Beisammenliegen der Werte in der postoperativen Gruppe festgestellt werden.

## Kraftverhältnis Flexion/Extension

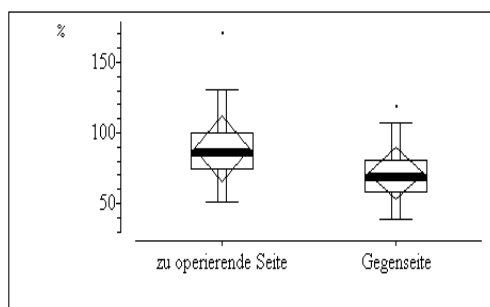


Abbildung 9: Quotient des durchschnittlichen maximalen Drehmoments von Flex /Ext (präoperativ)

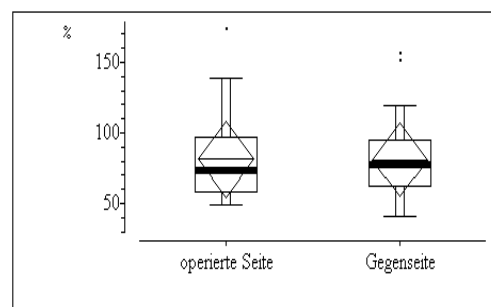


Abbildung 10: Quotient des durchschnittlichen maximalen Drehmoments von Flex /Ext (postoperativ)



Das Kräfteverhältnis der zu operierenden Seite in der präoperativen Gruppe lag vor der Implantation der Hüftgelenksprothese mit ca. 20 % deutlich über dem der Gegenseite. Nach erfolgter Implantation der Hüftgelenks-totalendoprothese war nach einem Jahr eine Angleichung des Kräfteverhältnisses der operierten Seite zur Gegenseite auf fast demselben Niveau wie in der präoperativen Gruppe zu verzeichnen.

#### Maximalkraft (Winkelgeschwindigkeit 90°/s) bei Flexion

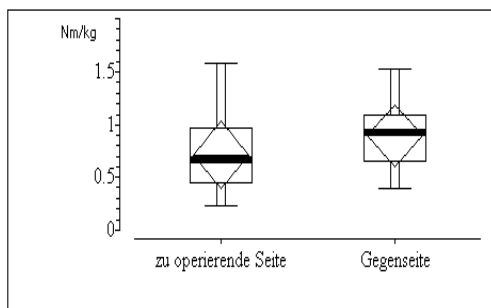


Abbildung 11: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (präoperativ)

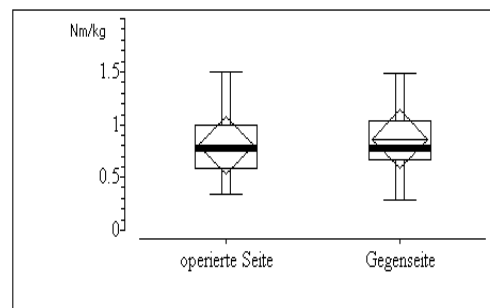


Abbildung 12: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (postoperativ)

Die Defizite an Maximalkraft der Flexoren der zu operierenden Seite in der präoperativen Gruppe zur Gegenseite erfuhr nach erfolgter Implantation des Hüftgelenkersatzes eine Angleichung an das Niveau der Gegenseite in der postoperativen Gruppe.

## Kraftausdauer (Winkelgeschwindigkeit 180°/s) bei Flexion

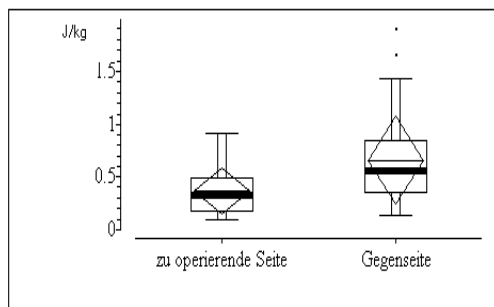


Abbildung 13: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht ( präoperativ)

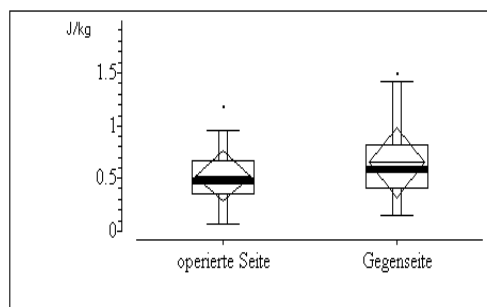


Abbildung 14: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht (postoperativ)

In der Flexion konnte eine Verbesserung der Kraftausdauer nach erfolgter Operation gegenüber dem Zustand vor der Operation festgestellt werden. Dennoch zeigte sich auch in der postoperativen Gruppe noch ein kleines Defizit der Flexoren bezüglich der Kraftausdauer beim Vergleich mit der Gegenseite.

#### 4.8.2 Maximalkraft, Kraftausdauer und Kraftverhältnis von Abduktion/Adduktion im Seitenvergleich mit Gegenüberstellung der präoperativen zur postoperativen Gruppe in der Abduktions-Adduktions-Bewegungsebene

Maximalkraft (Winkelgeschwindigkeit 90°/s) bei Abduktion

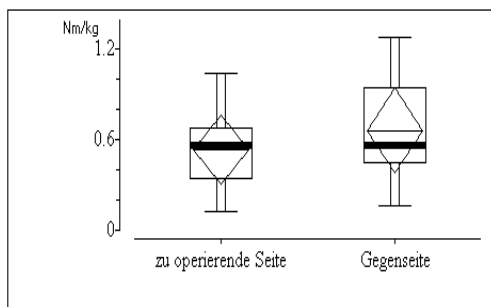


Abbildung 15: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (präoperativ)

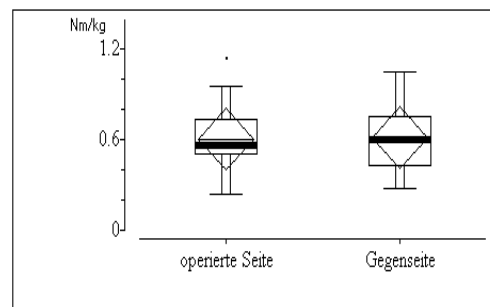


Abbildung 16: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (postoperativ)

Die in der Abduktion ermittelten Durchschnittswerte der Maximalkraft der zu operierenden bzw. operierten Seite und der Gegenseiten befanden sich vor und nach der Implantation der Hüftgelenktotalendoprothese etwa auf gleichem Niveau. Es konnte somit nach der Operation keine gravierende Veränderung des Vorzustandes festgestellt werden.

## Kraftausdauer (Winkelgeschwindigkeit 180°/s) bei Abduktion

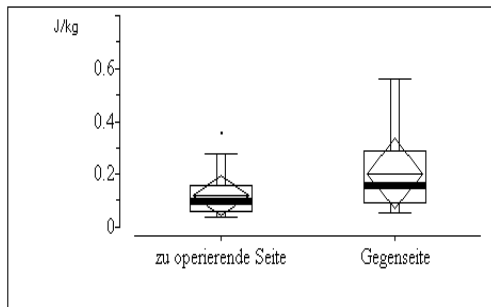


Abbildung 17: Arbeit pro Bewegung  
zum Körpergewicht ( präoperativ)

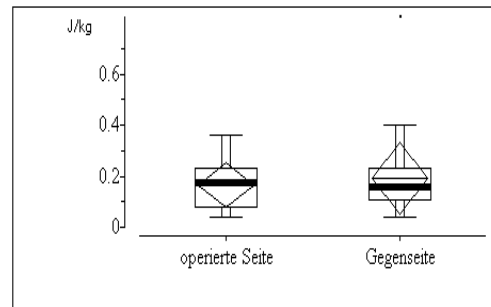


Abbildung 18: Arbeit pro Bewegung  
zum Körpergewicht (postoperativ)

Der Vergleich der Gegenseiten der prä- und postoperativen Gruppe wies keine erheblichen Veränderungen auf. Hingegen wurde mit der operierten Seite der postoperativen Gruppe das Defizit in der Kraftausdauer der zu operierenden Seite in der präoperativen Gruppe nicht nur ausgeglichen, sondern noch in geringem Maße übertroffen.

## Kraftverhältnis Abduktion/Adduktion

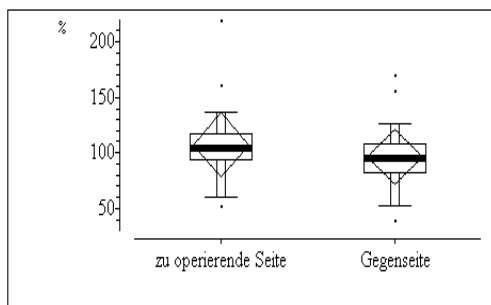


Abbildung 19: Quotient des durchschnittlichen  
maximalen Drehmoments von Abd/Add  
(präoperativ)

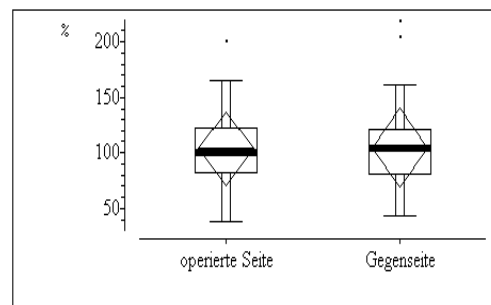


Abbildung 20: Quotient des durchschnittlichen  
maximalen Drehmoments von Abd/Add  
(postoperativ)

Verdeutlicht werden konnte, dass das Ergebnis des Kraftverhältnisses von Abduktion/Adduktion der Gegenseite in der präoperativen Gruppe zu dem der zu operierenden Seite in der präoperativen Gruppe um fast 20% tiefer lag. In der postoperativen Gruppe fand eine Angleichung des Kraftverhältnisses der operierten Seite und der Gegenseite auf das Niveau der Gegenseite in der präoperativen Gruppe statt.

### Maximalkraft (Winkelgeschwindigkeit 90°/s) bei Adduktion

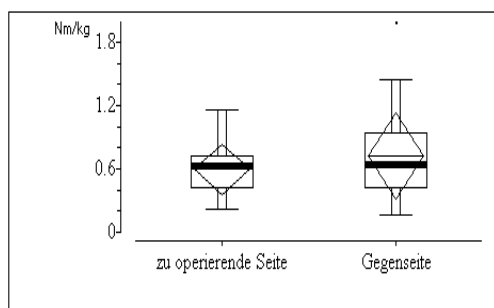


Abbildung 21: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (präoperativ)

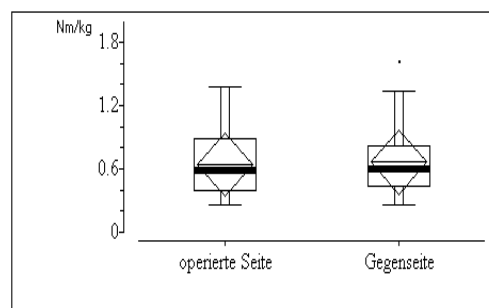


Abbildung 22: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (postoperativ)

In der Maximalkraft der Adduktoren zeigten lediglich die Streumaße größere Differenzen, die Mediane der verschiedenen Hüftgelenke in beiden Gruppen zeigten hingegen nur geringe Unterschiede.

## Kraftausdauer (Winkelgeschwindigkeit 180°/s) bei Adduktion

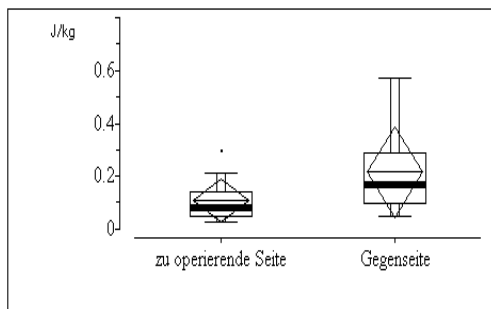


Abbildung 23: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht ( präoperativ)

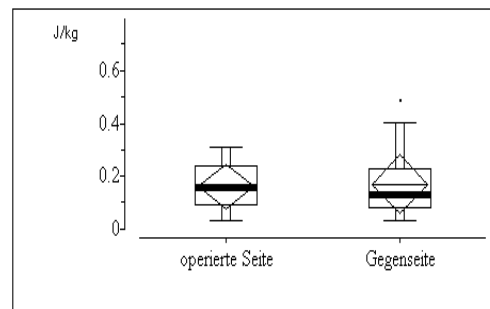


Abbildung 24: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht (postoperativ)

Wie auch schon bei der Maximalkraft der Abduktoren wurde eine deutliche Kraftausdauer-Zunahme der operierten Seite in der postoperativen Gruppe zu der der zu operierenden Seite bzw. Gegenseite in der präoperativen Gruppe merkbar.

### 4.8.3 Maximalkraft, Kraftausdauer und Kraftverhältnis von Innenrotation/Außenrotation im Seitenvergleich mit Gegenüberstellung der präoperativen zur postoperativen Gruppe in der Außenrotations-Innenrotations-Bewegungsebene

Maximalkraft (Winkelgeschwindigkeit 90°/s) bei Außenrotation

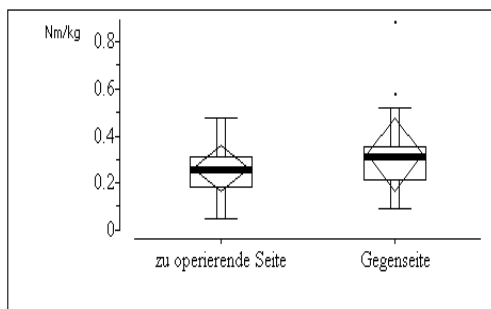


Abbildung 25: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (präoperativ)

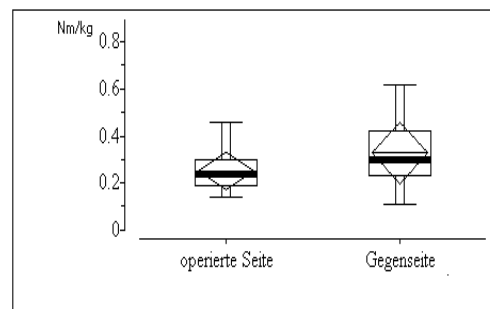


Abbildung 26: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (postoperativ)

Defizite der Maximalkraft waren in beiden Gruppen auf der zu operierenden bzw. der mit Implantat versehenen Seite im Vergleich mit der Gegenseite festzustellen.

## Kraftausdauer (Winkelgeschwindigkeit 180°/s) bei Außenrotation

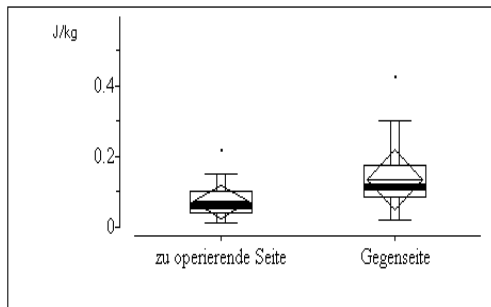


Abbildung 27: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht ( präoperativ)

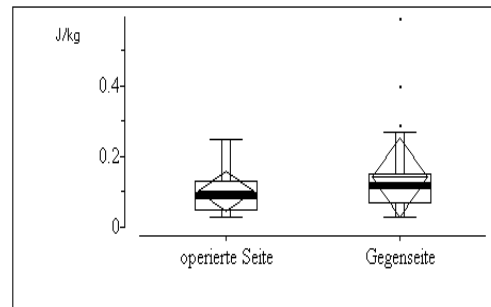


Abbildung 28: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht (postoperativ)

In Bezug auf die Kraftausdauer in der Außenrotation konnte gegenüber der zu operierenden Seite auf der operierten Seite eine geringe Angleichung der Kraftwerte im Verhältnis zur Gegenseite festgestellt werden. Insgesamt aber zeigten in beiden Gruppen die betroffenen Seiten niedrigere Werte als die Gegenseiten.

## Kraftverhältnis Innenrotation/Außenrotation

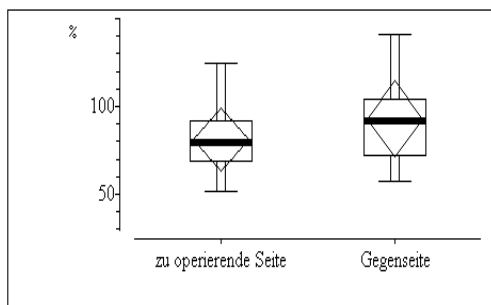


Abbildung 29: Quotient des durchschnittlichen maximalen Drehmoments von IR /AR (präoperativ)

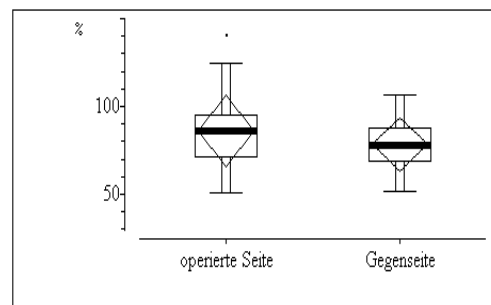


Abbildung 30: Quotient des durchschnittlichen maximalen Drehmoments von IR /AR (postoperativ)



Das Kräfteverhältnis der Innenrotatoren zu den Außenrotatoren war in der präoperativen Gruppe auf der zur Operation anstehenden Seite mit ungefähr 10% kleiner als das der Gegenseite. Umgekehrt stellt sich die Situation in der postoperativen Gruppe dar, denn hier lag das Kräfteverhältnis der operierten Seite zur Gegenseite um etwa 10% höher. Insgesamt befanden sich die zur Operation anstehende Seite und die Gegenseite der postoperativen Gruppe auf ähnlichem Niveau.

### Maximalkraft (Winkelgeschwindigkeit 90°/s) bei Innenrotation

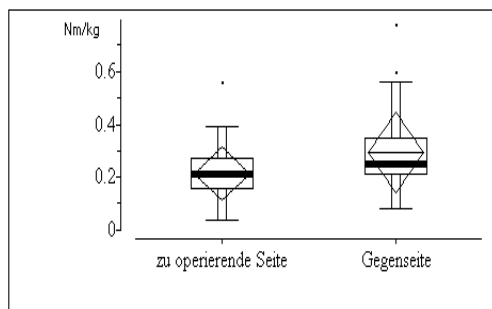


Abbildung 31: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (präoperativ)

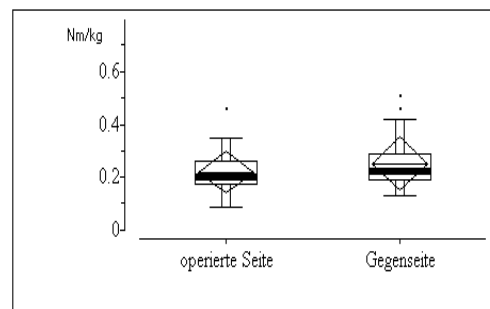


Abbildung 32: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (postoperativ)

Die Werte der Maximalkraft bei der Innenrotation waren nach Operation vergleichbar mit den Werten der Maximalkraft in der Außenrotation. Es konnten weder beim Vergleich beider Gruppen untereinander deutliche Unterschiede gemessen werden, noch wurde eine vielleicht zu erwartete Angleichung des geringen Defizites der betroffenen Seite zur den Gegenseiten ermittelt.

## Kraftausdauer (Winkelgeschwindigkeit 180°/s) bei Innenrotation

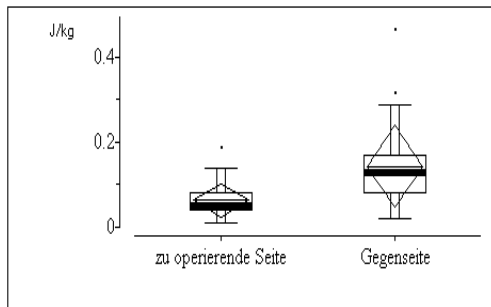


Abbildung 33: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht ( präoperativ)

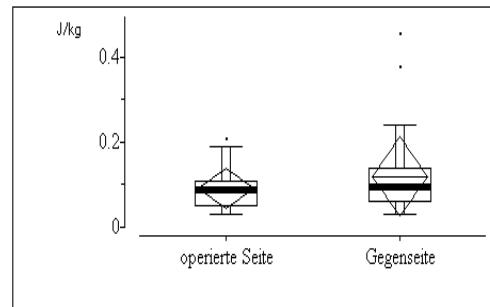


Abbildung 34: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht (postoperativ)

Die zu operierende Seite zeigte einen stärker ausgeprägten Kraftausdauer-Unterschied gegenüber der Gegenseite in der präoperativen Gruppe als die mit einer Hüftgelenktotalendoprothese versehene Seite nach einem Jahr. Berücksichtigt werden muss jedoch, dass die Kraftausdauer der Gegenseite der postoperativen Gruppe insgesamt etwas geringer zu sein scheint als die der Gegenseite der präoperativen Gruppe.

#### **4.8.4 Statistische Auswertung des isokinetischen Tests**

In der postoperativen Gruppe ergaben sich nur wenige signifikante Unterschiede im Wilcoxon- Test zwischen operierter Seite und Gegenseite. Die Kraftausdauer der operierten Seite, beurteilt bei einer Winkelgeschwindigkeit von 180 Grad/s in der Flexionsbewegung ( $\alpha = 0,0003$ ), und die Maximalkraft bei Außenrotation ( $\alpha = 0,0125$ ) der operierten Seite, beurteilt bei einer Winkelgeschwindigkeit von 90 Grad/s, waren signifikant schwächer als auf der Gegenseite. Für alle anderen Bewegungsebenen ergab sich in der postoperativen Gruppe kein signifikanter Unterschied.

In der präoperativen Gruppe stellte sich ein gegensätzliches Bild dar. Die meisten Merkmale zeigten ein hoch signifikantes Defizit im Seitenvergleich ( $\alpha = 0,0001$ ), außer in der Maximalkraft der Abduktionsbewegung die sich nicht signifikant ( $\alpha = 0,1490$ ) von der zu operierenden Seite unterschied.

#### **4.8.5 Ursachen für einen Testausschluss oder Testabbruch**

In der präoperativen Gruppe musste der isokinetische Test in zwölf Fällen (25%) abgebrochen werden. Die Gründe sind vor allen Dingen in der Schmerzproblematik der Patienten mit schwerer Coxarthrose zu sehen, die unmittelbar vor dem Implantationseingriff standen. In einzelnen Fällen wurde das zum isokinetischen Test erforderliche Mindestbewegungsausmaß nicht erreicht und führte infolgedessen zu einem vorzeitigen Ende des Tests. In sieben Fällen (14%) war eine ordnungsgemäße Durchführung des isokinetischen Tests nicht gewährleistet. Die Ursache lag bei sechs Patienten (12%) an einer akuten Schmerzsymptomatik, in einem Fall war der Proband Träger eines Herzschrittmachers und auf Grund des Herz-Kreislauf-Risikos konnte mit ihm der isokinetische Test nicht durchgeführt werden (Vgl. Tab. 23).

Tabelle 23: Ursachen für einen Testabbruch und die Nichtdurchführbarkeit des isokinetischen Tests in der präoperativen Gruppe

	Testabbruch in				Nicht testbar	
	Ext/Flex	Abd/Add	AR/IR	%		%
Schmerz		1	6	14	6	12
Bewegungsausmaß		1	2	6		
Herzschrittmacher					1	2
Compliance		1	1	4		
Gesamtanzahl	0	3	9	24	7	14

Die postoperative Gruppe zeigte insgesamt ein heterogeneres Bild gegenüber der präoperativen Gruppe bei den Ursachen für die Undurchführbarkeit des isokinetischen Tests bzw. den Gründen für eine vorzeitige Testbeendigung.

In der postoperativen Gruppe konnte der isokinetische Test bei acht Patienten (16%) nicht durchgeführt werden. Zu einem Abbruch des Tests waren wir in fünfzehn Fällen (30%) veranlasst.

Neben den Gründen wie Schmerz und mangelndes Mindestbewegungsausmaß, die in der präoperativen Gruppe die Hauptursachen des Testabbruchs waren, klagten in der postoperativen Gruppe einige Probanden über Krämpfe in der Beinmuskulatur. Mangelnde Koordinationsfähigkeit im Bewegungsablauf und in der Kraftverteilung beim Test führten zu einem zu hohen Variationskoeffizienten und einem nicht zu verwertenden Ergebnis.

Zusätzlich zu Patienten mit Herzschrittmachern wegen kardialer Insuffizienz wie im präoperativen Patientengut waren in der postoperativen Gruppe in je einem Fall Ankylose des Hüftgelenks und M. Parkinson, in zwei Fällen mangelnde Compliance die Gründe, die einen isokinetischen Test nicht durchführbar machten (Vgl. Tab. 24).

Tabelle 24: Ursachen für einen Testabbruch und die Nichtdurchführbarkeit des isokinetischen Tests in der postoperativen Gruppe

	Testabbruch in				Nicht testbar	
	Ext/Flex	Abd/Add	AR/IR	%		%
Schmerz		2	4	12		
Bewegungsausmaß			2	4		
Krämpfe			4	8		
Koordination	3	3	2	16		
Subluxation					2	4
M.Parkinson					1	2
kardiale Insuffizienz					2	4
Ankylose					1	2
Compliance					2	4
Gesamtanzahl	3	5	12	40	8	16

## 4.9 Scores

### 4.9.1 Merle d'Aubigné

Die in beiden Untersuchungsgruppen vorgenommene Funktionsbewertung der Implantation einer Hüftgelenktotalendoprothese nach dem Score von Merle d'Aubigné zeigte in der präoperativen Gruppe (n = 45) eine im Durchschnitt mäßige Funktion.

Der niedrigste Wert lag bei fünf Punkten, der höchste bei 13 Punkten. Die postoperative Gruppe (n = 48) wies mit durchschnittlich fünf Punkten mehr eine bessere Funktion auf, die somit als gut bezeichnet werden konnte. Der Höchstwert betrug in dieser Gruppe 18 Punkte, das Minimum lag bei 7 Punkten. Dies war vor allem auf eine erwartungsgemäß bessere Schmerzsituation ein Jahr nach erfolgter Implantation zurückzuführen (Vgl. Abb. 35).

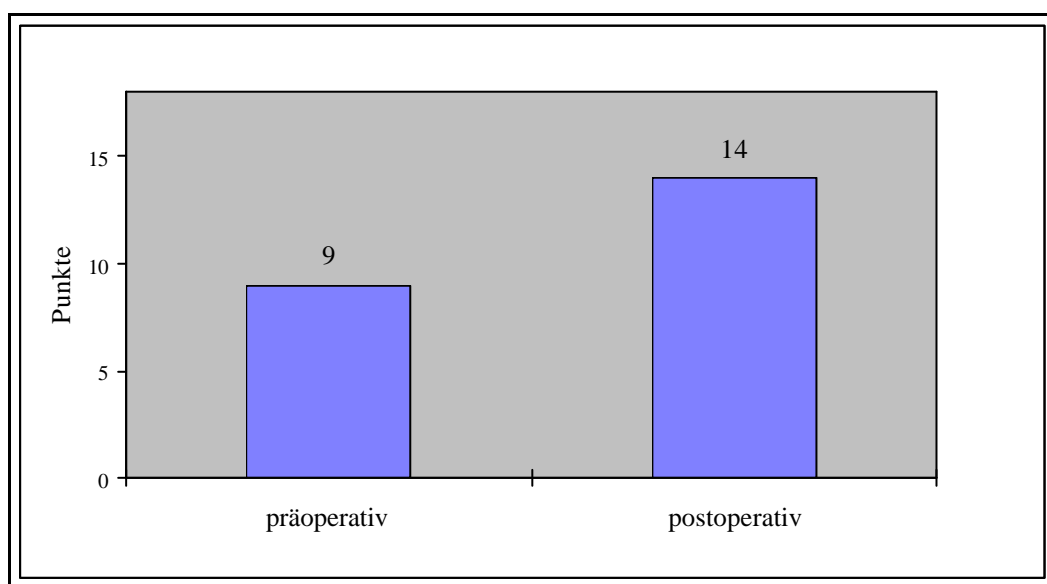


Abbildung 35: Vergleich der prä- und der postoperativen Gruppe nach dem Score von Merle d'Aubigné

#### 4.9.2 Signifikanztest von prä- und postoperativer Gruppe nach dem Score von Merle d`Aubigné

Zwischen den Ergebnissen der präoperativen und der postoperativen Gruppe besteht ein hochsignifikanter Unterschied von  $\alpha = 0,0001$  (Wilcoxon Test).

#### 4.9.3 Signifikanztest des Score nach Merle d`Aubigné mit Bewegungsausmaß und Testresultaten

Die statistische Auswertung erfolgte mittels des Kruskal-Wallis-Test

##### Präoperativ:

##### 1. Bewegungsausmaß

Der statistische Vergleich der Ergebnisse des Scores nach Merle d`Aubigné mit den in der klinischen Untersuchung gemessenen Bewegungsausmaßen der zu operierenden Seite der präoperativen Gruppe zeigte in allen Bewegungsrichtungen signifikante Unterschiede (Vgl. Tab. 25).

Tabelle 25: Signifikanztest von Merle d`Aubigné mit dem Bewegungsausmaß der präoperativen Gruppe

	Exten- sion	Flexion	Abduk- tion	Adduk- tion	Außen- rotation	Innen- rotation	Gesamt- ausmaß
Signifi- kanz	X	X	X	X	X	X	X

X = signifikant ( $\alpha = 0,005$ ); O = nicht signifikant

## 2. Testresultat

Die Werte des isokinetischen Tests der zu operierenden Seite waren im Merkmal „durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht“ bei 90 Grad/s (Maximalkraft) in den Bewegungsrichtungen Flexion, Abduktion, Adduktion und Außenrotation signifikant unterschiedlich. In Extension ( $\alpha=0,0204$ ) und Innenrotation ( $\alpha=0,0076$ ) lag ein nicht signifikanter Unterschied vor. Das Merkmal „Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht“ bei 180 Grad/s (Kraftausdauer) zeigte in allen Bewegungsrichtungen signifikant unterschiedliche Werte gegenüber den Werten des Merle d`Aubigné Scores (Vgl. Tab. 26).

Tabelle 26: Signifikanztest von Merle d`Aubigné mit den isokinetischen Testergebnissen der präoperativen Gruppe

	Exten- sion	Flexion	Abduk -tion	Adduk- tion	Außen- rotation	Innen- rotation
Maximalkraft bei 90 Grad/s	O	X	X	X	X	O
Kraftausdauer bei 180 Grad/s	X	X	X	X	X	X

X = signifikant ( $\alpha = 0,005$ ); O = nicht signifikant



## Postoperativ:

### 1. Bewegungsausmaß

Der Vergleich des Score nach Merle d`Aubigné mit dem Bewegungsausmaß der operierten Seite der postoperativen Gruppe war in den Bewegungsrichtungen Flexion ( $\alpha=0,0134$ ), Adduktion ( $\alpha=0,0445$ ) und Gesamtbewegungsausmaß ( $\alpha=0,0031$ ) nicht signifikant unterschiedlich.

In den Bewegungsrichtungen Extension, Abduktion, Außenrotation und Innenrotation war ein signifikanter Unterschied zu verzeichnen (Vgl. Tab. 27).

Tabelle 27: Signifikanztest von Merle d`Aubigné mit dem Bewegungsausmaß der postoperativen Gruppe

	Exten- sion	Flexion	Abduk- tion	Adduk- tion	Außen- rotation	Innen- rotation	Gesamt- ausmaß
Signi- fikanz	X	O	X	O	X	X	O

X = signifikant ( $\alpha = 0,005$ ); O = nicht signifikant

### 2. Testresultat

Die Werte des isokinetischen Test der implantierten Seite waren in den Merkmalen „durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht“ bei 90 Grad/s (Maximalkraft) und in „Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht“ bei 180 Grad/s (Kraftausdauer) in allen Bewegungsrichtungen signifikant unterschiedlich zu den Ergebnissen des Merle d`Aubigné (Vgl. Tab. 28).

Tabelle 28: Signifikanztest von Merle d`Aubigné mit isokinetischen Testergebnissen in der postoperativen Gruppe

	Exten- sion	Flexion	Abduk- tion	Adduk- tion	Außen- rotation	Innen- rotation
Maximalkraft bei 90 Grad/s	X	X	X	X	X	X
Kraftausdauer bei 180 Grad/s	X	X	X	X	X	X

X = signifikant ( $\alpha = 0,005$ ); O = nicht signifikant

#### 4.9.4 Modifizierter Harris-Hip-Score

##### Präoperativ, in den Qualitäten:

##### 1. Schmerz

Durchschnittlich wurden in der Qualität Schmerz 19 Punkte ermittelt (n = 45). Diese Punktzahl lag nach dem modifizierten Harris-Hip-Score zwischen den Bereichen „Aktivitäten werden modifiziert oder teilweise aufgegeben“ und „Aktivitäten / Arbeit fast nicht möglich“. Das Minimum lag bei 0 Punkten, das Maximum bei 35 Punkten, bei einer Standardabweichung von  $s = 10$  (Vgl. Tab. 29).

##### 2. Beweglichkeit

In der Qualität Beweglichkeit konnte auf der Gegenseite (n = 48) ein Durchschnitt von 3 Punkten, auf der zu operierenden Seite (n = 46) ebenfalls

3 Punkte erreicht werden. Das Minimum lag bei 2 Punkten, das Maximum bei 5 Punkten auf beiden Seiten. Die Standardabweichung lag bei  $s = 0,76$  für die Gegenseite, für die zu operierende Seite bei  $s = 0,67$ . Nach dem modifizierten Harris-Hip-Score entsprechen 3 Punkte einer Gesamtbeweglichkeit aller Bewegungsrichtungen von  $100^\circ$  bis  $159^\circ$ .

### 3. Funktion

Durchschnittlich lagen die Werte der Qualität Funktion bei 20 Punkten ( $n = 45$ ), d.h. die Funktionalität der zu operierenden Seite in der präoperativen Gruppe musste als mittelmäßig eingestuft werden. Das Minimum lag bei 7 Punkten, das Maximum bei 35 Punkten, bei einer Standardabweichung von  $s = 7$  (Vgl. Tab. 29).

### 4. Gesamtsumme

Sie setzt sich zusammen aus den Punkten der Qualitäten Schmerz, Beweglichkeit und Funktion. Die Durchschnittliche Punktzahl lag bei 47 Punkten ( $n = 45$ ). Nach dem modifizierten Harris-Hip-Score handelte es sich hierbei um ein als ungenügend zu bewertendes Ergebnis bei einer maximal zu erreichenden Punktzahl von 92 Punkten. Das Minimum lag bei 13 Punkten, das Maximum bei 68 Punkten bei einer Standardabweichung von  $s = 16$  (Vgl. Tab. 29).

Tabelle 29: Modifizierter Harris-Hip-Score der präoperativen Gruppe in den Qualitäten Schmerz, Beweglichkeit, Funktion und Gesamtsumme der zu operierenden Seite

	Schmerz	Beweglichkeit	Funktion	Gesamtsumme
Istwert	44	5	43	92
Mittelwert	19	3	20	47
Minimum	0	2	7	13
Maximum	35	5	35	68

Insgesamt war das Ergebnis aller Qualitäten der zu operierenden Seite in der präoperativen Gruppe als ungenügend zu bezeichnen.

### **Postoperativ, in den Qualitäten:**

#### 1. Schmerz

In der postoperativen Gruppe (n = 43) wurden durchschnittlich 37 Punkte erreicht, die einer Beeinträchtigung infolge von Schmerzen nach dem modifizierten Harris-Hip-Score zwischen „leichter, gelegentlicher Schmerz, der die Aktivität oder Arbeit nicht beeinträchtigt“ und „keine Schmerzen“ entspricht. Dieses Ergebnis bedeutete eine Verbesserung der Schmerzproblematik der operierten Seite ein Jahr nach der Implantation um durchschnittlich 18 Punkte. Das Minimum lag bei 10 Punkten, das Maximum bei 44 Punkten mit einer Standardabweichung von  $s = 7$  (Vgl. Tab. 30).

## 2. Beweglichkeit

Die durchschnittliche Beweglichkeit betrug 4 Punkte, mit Minimum von 3 Punkten und Maximum von 5 Punkten auf beiden Seiten. Die durchschnittliche Gesamtbeweglichkeit der operierten Seite verbesserte sich somit entsprechend dem modifizierten Harris-Hip-Score auf  $160^{\circ} - 209^{\circ}$ . Die Standardabweichung betrug auf der operierten Seite  $s = 0,66$ , auf der Gegenseite ( $n = 47$ )  $s = 0,79$  (Vgl. Tab. 30).

## 3. Funktion

In der Qualität „Funktion“ konnte die postoperative Gruppe ( $n = 43$ ) eine durchschnittlich erreichte Punktzahl von 29 Punkten verzeichnen. Dies entsprach bei einer maximal zu erreichenden Punktzahl von 43 Punkten einem guten Ergebnis. Gegenüber der präoperativen Gruppe bedeutete dies eine Verbesserung der operierten Seite um 9 Punkte. Das Minimum lag bei 11 Punkten, das Maximum bei 43 Punkten mit einer Standardabweichung von  $s = 7$  (Vgl. Tab. 30).

## 4. Gesamtsumme

Die durchschnittliche Punktzahl der Gesamtsumme aller Qualitäten der operierten Seite betrug 74 Punkte, was eine Verbesserung um 27 Punkte gegenüber der zu operierenden Seite der präoperativen Gruppe bedeutete. Bei der maximal zu erreichenden Punktzahl von 92 Punkten war dieses Ergebnis als gut zu bewerten ( $n = 43$ ). Das Minimum lag bei 37 Punkten, das Maximum bei 92 Punkten bei einer Standardabweichung von  $s = 13$  (Vgl. Tab. 30).

Tabelle 30: Modifizierter Harris-Hip-Score der postoperativen Gruppe in den Qualitäten Schmerz, Beweglichkeit, Funktion und Gesamtsumme der operierten Seite

	Schmerz	Beweglichkeit	Funktion	Gesamtsumme
Istwert	44	5	43	92
Mittelwert	37	4	29	74
Minimum	10	3	11	37
Maximum	44	5	43	92

Insgesamt war das Ergebnis aller Qualitäten auf der operierten Seite in der postoperativen Gruppe als gut zu bezeichnen.

#### **4.9.5 Vergleich und Signifikanztest der prä- und der postoperativen Gruppe nach dem modifizierten Harris-Hip-Score in den Qualitäten Schmerz, Beweglichkeit, Funktion und Gesamtsumme**

Der Vergleich der Ergebnisse des modifizierten Harris-Hip-Score vor und nach erfolgter Implantation zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen der zu operierenden Seite und der operierten Seite in den Qualitäten Schmerz Beweglichkeit (Chi-Quadrat-Test), Funktion und Gesamtsumme (Wilcoxon-Test)(Vgl. Tab.31).

Tabelle 31: Vergleich der prä- und der postoperativen Gruppe nach dem modifizierten Harris-Hip-Score in den Qualitäten Schmerz, Beweglichkeit, Funktion und Gesamtsumme

		Schmerz	Beweglich- keit	Funktion	Gesamt- summe
Mittelwert	Präoperativ	19	3	20	47
Mittelwert	Postoperativ	37	5	29	74
Signifikanzniveau		0,001	0,001*	0,0001	0,0001

Zugrunde gelegtes Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,005$ ; \* = für den Vergleich zwischen der zu operierenden Seite und der operierten Seite

Das Signifikanzniveau zwischen der Beweglichkeit der Gegenseiten vor und nach der Operation betrug  $\alpha = 0,306$  und war somit nicht signifikant unterschiedlich.

#### 4.9.6 Funktioneller Selbstständigkeitsindex FIM

Wie aus Tabelle 31 zu entnehmen ist, erzielten die beiden Gruppen in der Beurteilung nach dem funktionellen Selbstständigkeitsindex FIM wenig differente Ergebnisse. Es wurde keine deutliche Ergebnisverbesserung des Zustandes nach erfolgter Implantation ein Jahr nach der Operation erkennbar, wie es z.B. bei dem Score nach Merle d`Aubigné der Fall war.

Im statistischen Test (Wilcoxon) bestand kein signifikanter Unterschied zwischen präoperativer und der postoperativen Gruppe (Vgl. Tab. 32).

Tabelle 32: Vergleich der prä- und der postoperativen Gruppe nach dem funktionellen Selbstständigkeitsindex FIM

	Anzahl	Mittelwert	Minimum	Maximum
Präoperativ	47	120	106	126
Postoperativ	49	122	113	126



## 4.9.7 Röntgenscores

### 4.9.7.1 Periartikulärer Ossifikationsgrad nach Arcq

In der Beurteilung des operierten Hüftgelenks nach Arcq wiesen 10 Patienten (28%) keine periartikulären Ossifikationen auf. Grad 1 konnte bei 19 Patienten (54%) festgestellt werden und bei 6 Patienten (17%) zeigten sich periartikuläre Ossifikationen zweiten Grades (Vgl. Abb.36).

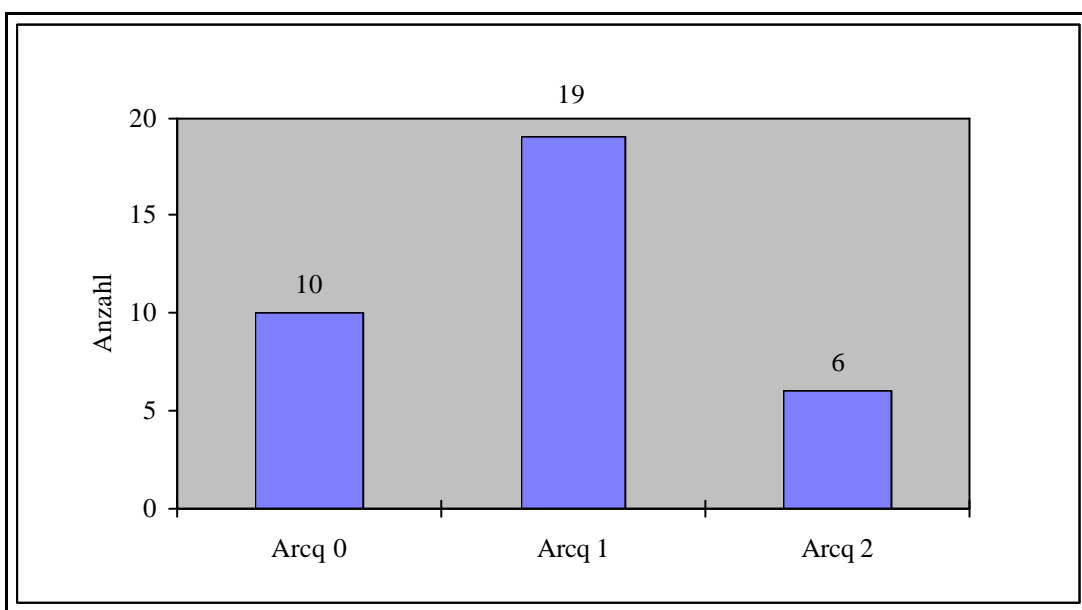


Abbildung 36: Periartikulärer Ossifikationsgrad nach Arcq ein Jahr nach Implantation einer Hüftgelenktotalendoprothese ( n = 35)

#### 4.9.7.2 Verteilungen nach radiologischen Veränderungen an der Knochen-Implantatsgrenze der Prothesenpfanne und des Prothesenschafts nach dem Mayo-Hip-Score in der postoperativen Gruppe

##### 1. Prothesenpfanne

Radiologisch erkennbare Veränderungen an der Knochen-Implantatsgrenze zeigten 18 Patienten (42 %), davon wiesen 13 Patienten eine inkomplette Aufhellungslinie  $\leq 1\text{mm}$  und 5 Patienten eine komplette Aufhellungslinie  $> 1\text{mm}$  auf. Bei 24 Patienten (57 %) war keine Veränderung an der Knochen-Implantatsgrenze im Röntgenbild erkennbar ( $n = 42$ ) (Vgl. Abb.37).

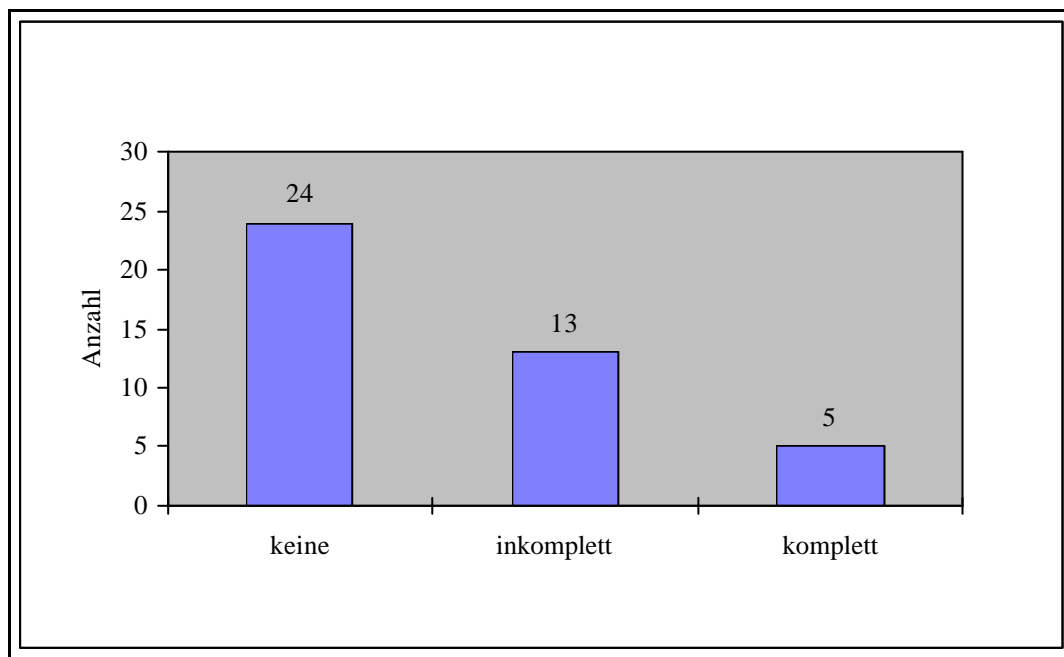


Abbildung 37: Verteilung nach radiologischen Veränderungen an der Knochen-Implantatsgrenze der Prothesenpfanne nach dem Mayo-Hip-Score in der postoperativen Gruppe ( $n = 42$ )

## 2. Prothesenschaft

Von insgesamt 42 ausgewerteten Röntgenbildern ( $n = 42$ ) war bei 33 Patienten (78 %) eine radiologisch erkennbare Veränderung an der Knochen-Implantatgrenze zu verzeichnen. Dabei wiesen 32 Patienten (76 %) eine inkomplette Aufhellungslinie  $\leq 1\text{mm}$  und 1 Patient eine komplette Aufhellungslinie  $> 1\text{mm}$  auf. Keine Veränderungen wurden bei 9 Patienten (21 %) registriert (Vgl. Abb. 38).

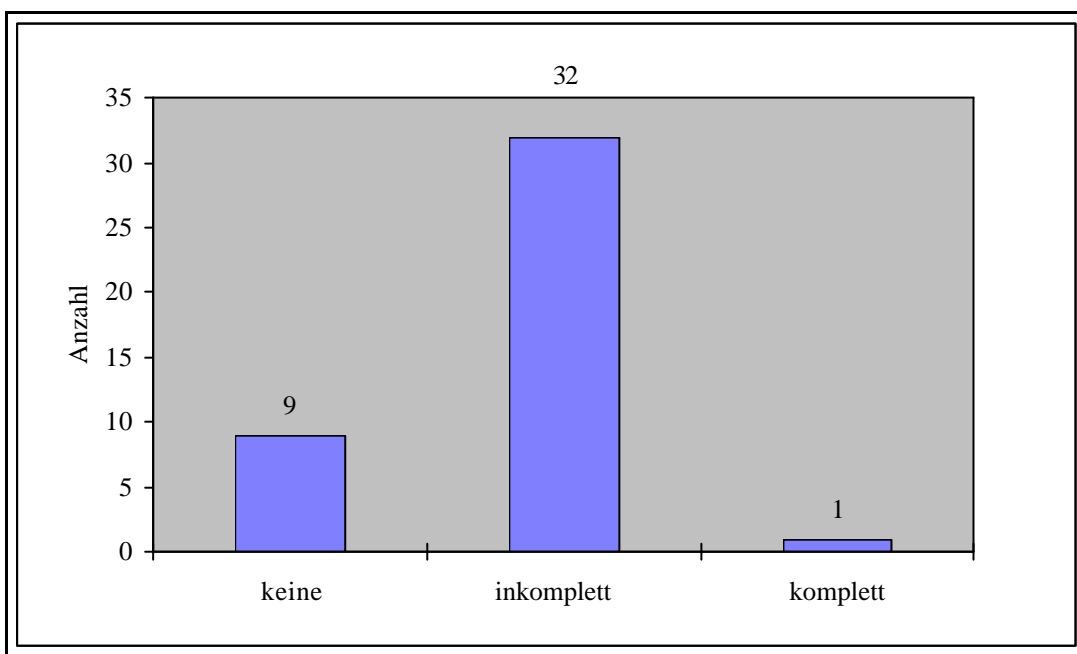


Abbildung 38: Verteilung nach radiologischen Veränderungen an der Knochen-Implantatgrenze des Prothesenschafts nach dem Mayo-Hip-Score in der postoperativen Gruppe ( $n = 42$ )

#### 4.9.7.3 Verteilung der Patienten der präoperativen Gruppe nach dem SINGH- INDEX

In der Verteilung des Osteoporosegrades des proximalen Femurendes nach Singh zeigten 25 Patienten (56 %) mindestens eine Rarifizierung von Grad 3, was einem als sicher einzustufenden Osteoporosegrad entsprach. Kein Röntgenbild eines Patienten zeigte vollständig erhaltene primäre und sekundäre Zug- und Druckgruppen der Trajektoren entsprechend Grad 6 nach dem Singh-Index ( n = 44) (Vgl. Abb. 39).

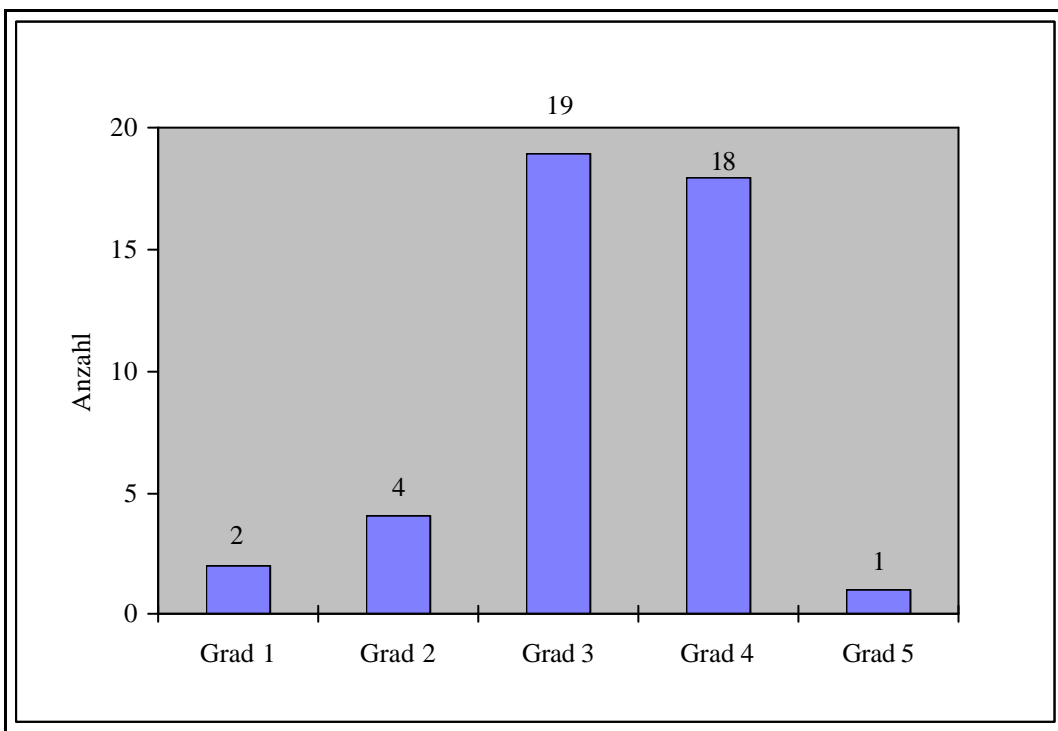


Abbildung 39: Verteilung der Patienten entsprechend dem Osteoporosegrade des proximalen Femurendes nach Singh in der präoperativen Gruppe (n = 44)

## 5 Diskussion

Wie in der Einleitung erwähnt, war es das Anliegen mit dieser Arbeit Informationen zu gewinnen, inwieweit eine objektive Stellungnahme zum funktionellen Zustand der Hüftmuskulatur bei Patienten mit Coxarthrose mittels isokinetischen Tests möglich ist. Der direkte Vergleich der präoperativen Gruppe mit der postoperativen Gruppe muss unter dem Blickwinkel betrachtet werden, dass das in dieser Pilotstudie untersuchte Patientengut in der präoperativen Gruppe und der postoperativen Gruppe nicht identisch war.

Um dennoch einige vergleichende Fragen beantworten zu können wurden die Gruppen in den allgemeinen Merkmalen einem direkten Vergleich unterzogen. Bei der Bewertung der prä- und der postoperativen Gruppe in den Merkmalen Alter, Geschlecht, Gewicht und Körpergröße stellten sich beide Gruppen als relativ homogen dar, da keine signifikanten Unterschiede in den oben genannten allgemeinen Parametern beim direkten Vergleich feststellbar waren. Aus diesem Grunde waren tendenziell einige vergleichende Aussagen zu beiden Gruppen möglich, auch wenn es sich in der postoperativen Gruppe nicht um dieselben Patienten handelte wie in der präoperativen Gruppe.

Grundsätzlich ist die Nachuntersuchung der Patienten, die vor der Operation bereits untersucht worden sind, zu empfehlen. Diese Fragestellung war jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit. Vielmehr stand im Vordergrund zu prüfen, ob die Untersuchungsmethode und der Aussagewert des isokinetischen Tests bei einem Patientengut, das den klinischen Alltag am ehesten widerspiegelt, brauchbar sind.

Bei den Vorerkrankungen, die für einen Test als ungünstig einzustufen waren, zeigten beide Gruppen ein ähnlich homogenes Bild, so dass hier ebenfalls keine gravierenden Unterschiede zwischen den Gruppen zu

erkennen waren und uns daher der direkte Vergleich nicht unmöglich erschien. Einheitlich waren auch die durchgeführten Operationen, ersichtlich an der Verteilung zementfreier und zementierter Hüftgelenktotalendoprothesen. Die gleiche Aussage kann hinsichtlich des Operationsteams getroffen werden, bei dem es sich immer um dasselbe Team handelte, so dass auch von dieser Seite keine variablen Größen vorlagen.

Die vor dem isokinetischen Test durchgeführten klinischen Tests, die Bewertung der Röntgenbilder und die Erfassung der Patientendaten für die Bewertung nach den verschiedenen Scores sowie die Durchführung aller isokinetischen Testreihen wurden in beiden Gruppen immer von derselben Person vorgenommen um dadurch mögliche Fehlerquellen weitgehend auszuschalten.

Die bei der klinischen Untersuchung festgestellte deutliche Einschränkung in der Beweglichkeit kennzeichnete zum einen die Einschränkung der Funktion der zu operierenden Seite in der präoperativen Gruppe, andererseits typisierte sie aber auch eine häufige beidseitige Coxarthrose in dieser Patientengruppe. Aus diesem Grunde ist der in der Traumatologie übliche Vergleich der isokinetischen Messung zwischen verletzter (operierter) und gesunder (Gegenseite) Seite nicht in demselben Maße auf das in dieser Studie untersuchte Patientengut übertragbar. Die beidseitig hüftgelenkserkrankten Patienten wurden dennoch nicht aus der Untersuchung ausgeschlossen, da, wie in der Verteilung zu erkennen ist, im klinischen Alltag gerade diese Situation typisch ist und nicht die Idealsituation, die dem Vorhandensein einer einseitigen Coxarthrose und einer völlig gesunden Gegenseite entspräche. (3, 4, 10, 16, 17, 20).

Der Vergleich der Beweglichkeit der präoperativen Gruppe mit den üblichen Normwerten (Sollwerte) für ein funktionell uneingeschränktes Hüftgelenk zeigte in gleichem Maße, dass ein überwiegender Teil der Patienten eine Hüftgelenkserkrankung auf beiden Seiten (zu operierende Seite und

Gegenseite) aufwiesen und somit die einseitige Coxarthrose, die nicht Folge eines traumatischen Ereignisses ist, nicht typisch ist, was unsere Vorgehensweise, nämlich die Untersuchung einer Normalpopulation unterstützt.

Um den diagnostischen Wert einer aufwendigen Untersuchungsmethode zu beurteilen halten wir diese Herangehensweise für geeignet, da andernfalls nur eine Aussage zu einem sehr begrenzten und klinisch seltenen Patientengut mit streng einseitiger Coxarthrose möglich wäre (10).

Die für die präoperative Gruppe beschriebene Situation trifft in ähnlicher Weise für die postoperative Gruppe zu.

Die in der klinischen Untersuchung der postoperativen Gruppe festgestellte Angleichung der Beweglichkeit der operierten Seite an die der Gegenseite muss auch hier auf dem Hintergrund bewertet werden, dass in dieser Gruppe die Gegenseite nicht als ganz gesund zu bezeichnen war. Diesen Sachverhalt bestätigte auch der Vergleich der Bewegungsausmaße aller Bewegungsebenen mittels der Neutral-0-Methode des postoperativen Patientenguts mit gebräuchlichen Normwerten (Sollwert) für ein funktionstüchtiges Hüftgelenk.

Aus diesem Grunde wurde in unserer Versuchsreihe nicht eine absolute Verbesserung der Hüftgelenksfunktion nach erfolgter Hüftgelenks-totalendoprothesen-Implantation untersucht und dokumentiert. Vielmehr stellte sich uns der isokinetische Test als eine dem klinischen Alltag Rechnung tragende Untersuchungsmethode dar, mit der objektiv erfasst werden soll, inwieweit eine eventuelle funktionelle Verbesserung eines totalendoprothetisch versorgten Hüftgelenkes im Vergleich zur Gegenseite erfolgt. Die Gegenseite entspricht in der Mehrzahl der Fälle nicht dem Idealzustand eines weder durch Arthrose noch durch ähnliche Ursachen geschädigten Hüftgelenkes.

Der Vergleich der isokinetischen Testergebnisse von 32 Patienten ein bis zwei Jahre nach Implantation einer zementfreien Hüftgelenks-

totalendoprothese mit einer nicht geschädigten Gegenseite bei Fitz (1997) zeigte bei einer Winkelgeschwindigkeit von 60 Grad/s ein ähnliches Ergebnis, wie wir es in unserer Testreihe messen konnten. Fitz (1997) stellte für die Bewegungsrichtungen Extension, Flexion, Abduktion und Adduktion in seiner postoperativen Gruppe beim Vergleich der operierten Seite mit der gesunden Gegenseite keine signifikanten Unterschiede fest. Als Kontrollgruppe dienten Fitz (1997) 8 Probanden zwischen 20 und 30 Jahren (Ø 25 Jahre), die als gesund eingestuft wurden. Die Ergebnisse aus dem Vergleich der beiden Seiten der Kontrollgruppe waren in allen Fällen nicht signifikant unterschiedlich (10).

Die Interpretation der Kräfteverhältnisse im isokinetischen Test dieser Arbeit muss mit Rücksicht auf das spezielle Patientengut erfolgen, da Normwerte für derartige Patientengruppen nicht vorhanden sind. Die in der Literatur verfügbaren Werte beziehen sich auf die Darstellung der Kräfteverhältnisse gesunder, zumeist jugendlicher Probanden (Sportstudenten). Nach Kunz (19, 20) beträgt die anzustrebende Normalrelation der reziproken Muskulatur für das Kräfteverhältnis Flexion/Extension 50-70%, das der Abduktion/Adduktion 50%, und das der Außenrotation/Innenrotation 80%. Wir interpretieren die Ergebnisse zum Kräfteverhältnis nicht in Bezug auf Normwerte, sondern auf die Gegenseite des Patienten.

Die Grenzen der Aussagekraft des isokinetischen Tests wurden deutlich bei Patienten mit einer schwerwiegenden Schmerzproblematik erreicht. In diesen Fällen erwies sich diese Untersuchungsmethode als unbrauchbar. Die Gründe sind zum einen in der praktischen Undurchführbarkeit des isokinetischen Tests zu sehen, zum andern in den unzuverlässigen Messergebnissen, die durch einen zu hohen Variationskoeffizienten zum Ausdruck kamen.

Außerdem kann möglicherweise das vermeintliche Kraftdefizit eine Folge des Schmerzes, also einer schmerzreflektorischen Hemmung sein und nicht ein tatsächlicher Kraftverlust. Überlegenswert wäre darum ein Testvergleich mit und ohne Analgetikagabe.



Wie in der Einleitung erwähnt, stellten wir uns die Frage, inwieweit Ergebnisse der wegen ihres geringen Aufwands relativ häufig zur Anwendung kommenden Scores, wie z.B. der nach Merle d`Aubigné, sich in den Ergebnissen des isokinetischen Tests widerspiegeln.

Im Ergebnisteil wurde die präoperative Gruppe betreffend ein signifikanter Unterschied beim direkten Vergleich des Scores nach Merle d`Aubigné mit den klinisch untersuchten Bewegungsausmaßen und den Ergebnissen des isokinetischen Tests beschrieben. Zu bewerten war dieses Ergebnis dahingehend, dass sich die Funktionsmerkmale (Schmerz, Beweglichkeit und Gangbild) des Scores nicht in den Ergebnissen der klinischen Prüfung der Beweglichkeit und in den isokinetischen Testergebnissen widerspiegelten. Eine mögliche Ursache kann darin gesehen werden, dass die Beweglichkeit als einziges objektives Merkmal im Score nur mit 33,3% an der Bewertung beteiligt ist und sich die restlichen Werte auf subjektive Angaben des Patienten stützen (10).

Der signifikante Unterschied zwischen dem Score nach Merle d`Aubigné und den isokinetischen Testergebnissen zeigte, dass eine subjektive Befragung und Beurteilung (z.B. Schmerz und Gangbild) des Patienten und die daraus resultierende Bewertung der passiven Beweglichkeit keine Rückschlüsse auf die aktive Funktion des Hüftgelenks in den untersuchten Merkmalen Maximalkraft zum Körpergewicht, Kraftausdauer zum Körpergewicht und Kräfteverhältnis Agonist/Antagonist erlauben (10).

Die signifikant unterschiedlichen Ergebnisse aus dem Vergleich des Scores nach Merle d`Aubigné mit den Testresultaten der Isokinetik und der Beweglichkeit in der postoperativen Gruppe führten zu ähnlichen Erkenntnissen wie in der präoperativen Gruppe. In Bezug auf die Beweglichkeit konnte allerdings in 3 der 7 Bewegungsebenen ein nicht signifikanter Unterschied beim direkten Vergleich festgestellt werden. Daraus könnte man schließen, dass für die Beurteilung der

Hüftgelenksfunktion bei postoperativ untersuchten Patienten der Score zu gleicher Aussage berechtigen könnte, allerdings nur für die Beurteilung der passiven Funktion.

Für die Beurteilung der aktiven Hüftgelenksfunktion erscheint uns die Beurteilung mit dem Score nach Merle d`Aubigné eher ungeeignet, denn in allen Merkmalen, d.h. in der Maximalkraft zum Körpergewicht, in der Kraftausdauer zum Körpergewicht und im Verhältnis der Kräfte Agonist/Antagonist wurde ein signifikanter Unterschied zwischen Score und Testergebnis festgestellt. Es stellt sich daher die Frage, inwieweit der Score ein besseres Ergebnis durch seine relative Unspezifität vortäuscht, als es bei einem objektiven Messverfahren tatsächlich der Fall ist (10).

Die nicht signifikanten Unterschiede in der Beweglichkeit zwischen der zu operierenden und der operierten Seite im Harris-Hip-Score müssen unter dem Gesichtspunkt zweier nicht identischer Gruppen gewertet werden. Trotz der unterschiedlichen Zusammensetzung und Struktur der Gruppen halten wir es auf Grund der schon erwähnten nicht signifikanten Unterschiede in den allgemeinen Merkmalen durchaus für gerechtfertigt, eine Aussage zu treffen. Ein Vergleich erschien uns erlaubt, da mathematisch nicht „Birnen mit Äpfeln“ verglichen werden. Dies ist z.B. auch nicht der Fall, wenn man zwei Gruppen mit unterschiedlichen Totalendoprothese-Typen miteinander vergleicht.

Um diese Argumentation zu stützen verglichen wir auch den Harris-Hip-Score, der die Beweglichkeit der Gegenseite betrifft, hinsichtlich signifikanter Unterschiede zwischen der präoperativen und der postoperativen Gruppe. Dabei konnte gezeigt werden, dass in allen Bewegungsebenen kein signifikanter Unterschied auftrat.

Der Score „Funktioneller Selbstständigkeitsindex FIM“, der ursprünglich für den Bereich Rehabilitation in der Neurologie entwickelt wurde, stellte sich für die Erfassung funktioneller orthopädischer Parameter als zu grobmaschig

und damit zumindest für den Vergleichszeitraum von einem Jahr als ungeeignet heraus. Die Parameter sind zwar einfach zu erfassen, die Vielzahl der untersuchten Qualitäten erweist sich aber als unzweckmäßig, da viele von ihnen bei einem totalendoprothetisch versorgten Patienten nur eine untergeordnete Rolle spielen. Es gehen viele Qualitäten in die Bewertung ein, die einen, gemessen am präoperativen Zustand, unveränderten postoperativen Zustand vortäuschen.

In der Beurteilung der Stabilität einer Prothese mittels des Mayo-Hip-Scores wurden von Baumann (2) ähnliche Bewertungsergebnisse wie wir sie erheben konnten beschrieben.

Baumann konnte bei seinen Untersuchungen nach dem Mayo-Hip-Score bei 96,2 % seiner Probanden, die mit einer zementfreien Zweymüller-Alloclassic® -Prothese totalendoprothetisch versorgt worden waren, eine Prothesenschaft- Lockerung ausschließen. Bei 97,1 % seiner Patienten war eine Prothesenpfannen-Lockerung nicht nachweisbar (2).

Im Vergleich zu seinen Ergebnissen konnten wir bei unseren postoperativ untersuchten Patienten bei 89 % keine Prothesenpfannen- und bei 97 % keine Prothesenschaft-Lockerung nachweisen (2).

## **6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen**

In der vorliegenden Arbeit sind die Ergebnisse der klinischen Untersuchungen, der Scores (Merle d`Aubigné, Harris- Hip-Score, Mayo-Hip-Score, Singh-Index, Selbstständigkeitsindex FIM) und der isokinetischen Testreihen von 48 Patienten vor Implantation einer Hüftgelenktotalendoprothese und von 50 Patienten ein Jahr nach der Implantation von Hüftgelenktotalendoprothesen niedergelegt worden.

Die Resultate des isokinetischen Tests der postoperativen Gruppe sind mit Resultaten anderer Veröffentlichungen vergleichbar. Fitz (1997) konnte z.B. bei seinen Untersuchungen an einer vergleichbar altersstrukturierten Patientengruppe mit gesunder Gegenseite ähnliche Ergebnisse dokumentieren (10).

Das vor der Operation bestehende deutliche Defizit in der passiven Beweglichkeit gegenüber der Gegenseite konnte am operierten Hüftgelenk ein Jahr nach der Totalprothesen-Implantation nicht mehr festgestellt werden. Es erfolgte somit eine Angleichung der passiven Beweglichkeit der operierten Seite an das Niveau der Gegenseite.

Beide Gegenseiten zeigten im direkten Vergleich kein signifikantes Defizit in der passiven Beweglichkeit.

Im Vergleich des funktionellen Zustandes der zu operierenden Hüfte (präoperativ) mit dem totalendoprothetisch versorgten Hüftgelenk (postoperativ) nach klinischen Gesichtspunkten und mittels des Merle d`Aubigné-Scores und des Harris-Hip-Scores konnte die zu erwartende signifikante Verbesserung dargestellt werden.

In der präoperativen Gruppe konnte im isokinetischen Test in den meisten Bewegungsebenen ein Kräfte-defizit der zu operierenden Seite gegenüber der Gegenseite festgestellt werden.

In der postoperativen Gruppe fand in allen Bewegungsebenen mindestens eine Angleichung der Kraftparameter an die Gegenseite, in einigen Fällen auch eine Verbesserung gegenüber der Gegenseite statt.

Die vorliegenden Ergebnisse veranlassen uns zu dem Schluss, dass der isokinetische Test geeignet ist, den funktionellen Zustand eines Hüftgelenkes zu beurteilen.

Die Bewertung der Funktion des Hüftgelenkes nur durch klinische Parameter und durch oben erwähnte Scores erscheint uns hinsichtlich der Beurteilung der Hüftfunktion als nicht objektiv genug. Scores und klinische Untersuchung werden sicherlich infolge ihrer einfachen Anwendbarkeit weiterhin ihren Stellenwert beibehalten, denn auf Grund des nicht unerheblichen Aufwandes und der damit verbundenen Kosten wird der isokinetische Test wahrscheinlich nur in speziellen Fragestellungen von Nutzen sein und den entsprechenden Aufwand rechtfertigen.

Für die Zukunft wäre eventuell eine Untersuchung mit feiner differenzierten Gruppen von weiterreichendem Interesse. Zum Beispiel könnte eine Unterteilung in Gruppen mit gesunder, mit arthrotisch veränderter und bereits mit Totalendoprothese versorgter Gegenseite erfolgen um möglicherweise bestehende Funktionsunterschiede näher zu charakterisieren.



## Literaturverzeichnis

- 1 Arcq, M.: Die periartikulären Ossifikationen, eine Komplikation der Totalendoprothese des Hüftgelenks. Arch. Orthop. Unfall. Chir. 77 (1973) 108 – 112.
- 2 Baumann, S.: Ergebnisse nach Implantation zementfreier Hüfttotalendoprothesen. Med. Diss., Greifswald 1998.
- 3 Burnett, C.N., E.F. Betts, W.M. King: Reliability of isokinetic measurements of hip muscle torque in young boys. Phys. Ther. 70 (1990) 244-249.
- 4 Cahalan, T.D., M.E. Johnson, S. Liu, E.Y.S. Chao: Quantitative Measurements of Hip Strength in Different Age Groups. Clinical Orthopaedics and Related Research 246 (1989) 136-145.
- 5 Center for Funktional Assessment Research Foundation. Übers.: Zimmermann, G., Frommelt, P. Klinik Bavaria Schaufler: Leitfaden zur Verwendung des einheitlichen Datenschemas für die medizinische Rehabilitation. Version 3.1 März 1990. Straubing 1990.:State University of New York, Buffalo 1990.
- 6 DeLee, J.G., J. Charnley: Radiological Demarkation of Cemented Sockets in Total Hip Replacement. Clin. Orthop. 121 (1976) 20 - 30.
- 7 Duesberg, F., A. Verdonck: Aspekte isokinetischer Test- und Diagnoseverfahren in der Sportmedizin.  
In: Sprintge, R., R. Droh (Hrsg.) Schmerz und Sport: interdisziplinäre Schmerztherapie in der Sportmedizin. Springer, Berlin- Heidelberg- New York- London- Paris-Tokyo 1988, S. 26-32.

- 8 DIMEQ Medizinelektronik GmbH, Nunsdorfer Ring 14, 12277 Berlin:  
Lido Activ Bedienungshandbuch, Kapitel 1, Systemübersicht, (1994)  
S.1-6.
- 9 Einsingbach, T.: Isokinetisches Training in Sport- und Rehabilitation  
Pflaum, München 1990.
- 10 Fitz, G.F.: Zementierte und nicht zementierte Hüftendoprothesen vom  
Typ Landos Euroform und Egoform im isokinetischen Vergleich. Med.  
Diss., Frankfurt a. M. 1995.
- 11 Froböse, I.: Isokinetisches Training in Sport und Therapie: Steuerung  
des Trainingsaufbaus nach Sport und Unfallverletzungen. Academia-  
Verl., Sankt Augustin 1993.
- 12 Graf, A.: Statistische und grafische Datenanalyse mit SAS, Spektrum  
Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford 1995.
- 13 Gruen, T.A., G.M. McNeise, H.C. Amstutz.: Modes of Failure of  
Cemented Stem-type Femoral Components. Clin. Orthop. 141 (1979)  
17 – 27  
.
- 14 Haddad, R.J., S.D. Cook, M.R. Brinker: A Comparison of Three  
Varieties of Noncemented Porous-coated Hip Replacement.  
J. Bone Joint Surg. 72-B (1990) 2 - 7.
- 15 Harms, V.: Biomathematik Statistik und Dokumentation. 6. Neuauflage.  
Harms, Kiel 1992.



- 16 Horstmann Th., F. Martini, F. Mayer, S. Sell, J. Knak, J. Zacher:  
Kraftverhalten der hüftumgreifenden Muskulatur und Gehfähigkeit bei  
Patienten nach Implantation einer zementfreien Hüftendoprothese.  
Z. Orthop. 133 (1995) 562- 567.
- 17 Horstmann T., F. Martini, F. Mayer, S. Sell, J. Knak, J. Zacher, W.  
Küsswetter: Isokinetic Force-Velocity Curves in Patients Following  
Implantation of an Individual Total Hip Prothesis.  
Z. Int. J. Med. 15 (1994) S64- S69.
- 18 Hüsler, J., H. Zimmermann: Statistische Prinzipien für medizinische  
Projekte, Huber, Bern 1993.
- 19 Kavanagh, B. F., R.H. Fitzgerald, W.H. Harris, M.E. Müller, C.D.  
Sledge: Clinical and Radiografic Evaluation of Total Hip Replacement.  
J. Bone Joint Surg. 72-A (1990) 161 - 168.
- 20 Kunz, M. : Effektivität eines dreiwöchigen präoperativen Programmes  
auf isokinetische Drehmomente, Hüftgelenksfunktion und  
Gesamtrehabilitation bei Patienten nach Implantation einer Hüft-  
totalendoprothese. Teil 1.  
Z. Physikalische Therapie. 18 (6/1997) 346- 351.
- 21 Kunz, M. : Effektivität eines dreiwöchigen präoperativen Programmes  
auf isokinetische Drehmomente, Hüftgelenksfunktion und  
Gesamtrehabilitation bei Patienten nach Implantation einer Hüft-  
totalendoprothese. Teil 2.  
Z. Physikalische Therapie 18 (7/1997) 410-417.

- 22 Mc Grory, B.J., T.D. Cahalan, K.N. An, M.E. Cabanela: Effect of Femoral offset on Range of Motion and Abduktor Muscle Strength after Total Hip Arthroplasty. *J. Bone Joint Surg* 77 B (1995) 865- 869.
- 23 Puhl, W.: *Isokinetisches Muskeltraining in Sport und Rehabilitation*. 2. Aufl., Perimed-Fachbuch-Verl.-Ges., Erlangen 1991.
- 24 Ryser, D.K., P. Erickson, T. Cahalan: Isometric and Isokinetic Hip Abduktor Strength in Persons with Above-Knee Amputations. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 69 (8/1988) 840-845.
- 25 Singh, M., A.R. Nagrath, R.S. Maini: Changes in Trabekular Pattern of the Upper End of the Femur as an Index of Osteoporosis. *J. Bone Joint Surg.* 52 A (1970) 457 - 467.
- 26 Tsuyoshi, U., T. Atsumu: Evaluation of Isokinetic Hip Strenth after Rotational Acetabular Osteotomy. *J. Jpn. Assoc.* 67 (1993) 1105-1113.

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Funktionsbewertung der Hüfte nach dem Score von Merle d`Aubigné	19
Tabelle 2:	Modifizierter Harris-Hip-Score nach Haddad, Cook und Brinker: Schmerz	20
Tabelle 3:	Modifizierter Harris-Hip-Score nach Haddad, Cook und Brinker: Beweglichkeit	21
Tabelle 4/1:	Modifizierter Harris-Hip-Score nach Haddad, Cook und Brinker	21
Tabelle 5:	Selbstständigkeitsskala des FIM	25
Tabelle 6:	Bewertung der periartikulären Ossifikation mit der Klassifikation nach Arcq	26
Tabelle 7:	Score für die Pfanne	28
Tabelle 8:	Score für den Schaft	28
Tabelle 9:	Osteoporosegrade des proximalen Femurendes nach Singh	29
Tabelle 10:	Verteilung nach dem Geschlecht in der präoperativen und der postoperativen Gruppe	32
Tabelle 11:	Verteilung von Alter, Körpergröße und Körpergewicht in der präoperativen und der postoperativen Gruppe	32
Tabelle 12:	Verteilung der Lokalisation und Art der Fixierung des Implantats in der präoperativen und der postoperativen Gruppe	33
Tabelle 13:	Verteilung von Vorerkrankungen in der präoperativen und der postoperativen Gruppe	34

Tabelle 14:	Verteilung des Beschäftigungsverhältnisses und der sportlichen Aktivität in der präoperativen und der postoperativen Gruppe	34
Tabelle 15:	Verteilung von Beckengradstand und Patienten mit Verkürzungsausgleich in der präoperativen und der postoperativen Gruppe	35
Tabelle 16/1:	Vergleich des passiven Bewegungsausmaßes zwischen operierter Seite und Gegenseite der prä- und der postoperativen Gruppen Bewegungsrichtung: Flexion	39
Tabelle 17/1:	Vergleich des passiven Bewegungsausmaßes zwischen operierter Seite und Gegenseite der prä- und der postoperativen Gruppen Bewegungsrichtung: Abduktion	40
Tabelle 18/1:	Vergleich des passiven Bewegungsausmaßes zwischen operierter Seite und Gegenseite der prä- und der postoperativen Gruppen Bewegungsrichtung: Adduktion	41
Tabelle 19/1:	Vergleich des passiven Bewegungsausmaßes zwischen operierter Seite und Gegenseite der prä- und der postoperativen Gruppen Bewegungsrichtung: Außenrotation	41
Tabelle 20/1:	Vergleich des passiven Bewegungsausmaßes zwischen operierter Seite und Gegenseite der prä- und der postoperativen Gruppen Bewegungsrichtung: Innenrotation	42
Tabelle 21:	Verteilung des maximal erreichten Bewegungsausmaßes der prä- und der postoperativen Gruppen in Bezug zu einem Sollwert eines als gesund einzustufenden Hüftgelenkes	44

Tabelle 22:	Signifikanzniveaus des Vergleichs der Bewegungsausmaße der Gegenseiten von prä- und postoperativer Gruppe	45
Tabelle 23:	Ursachen für einen Testabbruch und die Nichtdurchführbarkeit des isokinetischen Tests in der präoperativen Gruppe	60
Tabelle 24:	Ursachen für einen Testabbruch und die Nichtdurchführbarkeit des isokinetischen Tests in der postoperativen Gruppe	61
Tabelle 25:	Signifikanztest von Merle d`Aubigné mit dem Bewegungsausmaß der präoperativen Gruppe	63
Tabelle 26:	Signifikanztest von Merle d`Aubigné mit den isokinetischen Testergebnissen der präoperativen Gruppe	64
Tabelle 27:	Signifikanztest von Merle d`Aubigné mit dem Bewegungsausmaß der postoperativen Gruppe	65
Tabelle 28:	Signifikanztest von Merle d`Aubigné mit isokinetischen Testergebnissen in der postoperativen Gruppe	66
Tabelle 29:	Modifizierter Harris-Hip-Score der präoperativen Gruppe in den Qualitäten Schmerz, Beweglichkeit, Funktion und Gesamtsumme der zu operierenden Seite	68
Tabelle 30:	Modifizierter Harris-Hip-Score der postoperativen Gruppe in den Qualitäten Schmerz, Beweglichkeit, Funktion und Gesamtsumme der operierten Seite	70

Tabelle 31:	Vergleich der prä- und der postoperativen Gruppe nach dem modifizierten Harris-Hip-Score in den Qualitäten Schmerz, Beweglichkeit, Funktion und Gesamtsumme	71
Tabelle 32:	Vergleich der prä- und der postoperativen Gruppe nach dem funktionellen Selbstständigkeitsindex FIM	72

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Das Pfannen-Implantat	27
Abbildung 2:	Das Schaft-Implantat	27
Abbildung 3:	Verteilung des Gesamtbewegungsausmaßes im Hüftgelenk vor Operation und ein Jahr nach Implantation einer Hüftgelenktotalendoprothese im Seitenvergleich	43
Abbildung 4:	Beispiel Boxplot mit Zeichenerklärung	46
Abbildung 5:	Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (präoperativ)	47
Abbildung 6:	Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (postoperativ)	47
Abbildung 7:	Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht (präoperativ)	48
Abbildung 8:	Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht (postoperativ)	48
Abbildung 9:	Quotient des durchschnittlichen maximalen Drehmoments von Flex /Ext (präoperativ)	48
Abbildung 10:	Quotient des durchschnittlichen maximalen Drehmoments von Flex /Ext (postoperativ)	48
Abbildung 11:	Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (präoperativ)	49
Abbildung 12:	Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (postoperativ)	49
Abbildung 13:	Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht (präoperativ)	50
Abbildung 14:	Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht (postoperativ)	50

Abbildung 15: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (präoperativ)	51
Abbildung 16: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (postoperativ)	51
Abbildung 17: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht (präoperativ)	52
Abbildung 18: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht (postoperativ)	52
Abbildung 19: Quotient des durchschnittlichen maximalen Drehmoments von Abd/Add (präoperativ)	52
Abbildung 20: Quotient des durchschnittlichen maximalen Drehmoments von Abd/Add (postoperativ)	52
Abbildung 21: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (präoperativ)	53
Abbildung 22: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (postoperativ)	53
Abbildung 23: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht (präoperativ)	54
Abbildung 24: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht (postoperativ)	54
Abbildung 25: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (präoperativ)	55
Abbildung 26: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (postoperativ)	55
Abbildung 27: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht (präoperativ)	56
Abbildung 28: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht (postoperativ)	56



Abbildung 29: Quotient des durchschnittlichen maximalen Drehmoments von IR /AR (präoperativ)	56
Abbildung 30: Quotient des durchschnittlichen maximalen Drehmoments von IR /AR (postoperativ)	56
Abbildung 31: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (präoperativ)	57
Abbildung 32: Durchschnittliches maximales Drehmoment zum Körpergewicht (postoperativ)	57
Abbildung 33: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht (präoperativ)	58
Abbildung 34: Arbeit pro Bewegung zum Körpergewicht (postoperativ)	58
Abbildung 35: Vergleich der prä- und der postoperativen Gruppe nach dem Score von Merle d`Aubigné	62
Abbildung 36: Periartikulärer Ossifikationsgrad nach Arcq ein Jahr nach Implantation einer Hüftgelenktotalendoprothese ( n = 35)	73
Abbildung 37: Verteilung nach radiologischen Veränderungen an der Knochen-Implantatsgrenze der Prothesenpfanne nach dem Mayo-Hip-Score in der postoperativen Gruppe (n = 42)	74
Abbildung 38: Verteilung nach radiologischen Veränderungen an der Knochen-Implantatsgrenze des Prothesenschafts nach dem Mayo-Hip-Score in der postoperativen Gruppe (n = 42)	75
Abbildung 39: Verteilung der Patienten entsprechend dem Osteoporosegrade des proximalen Femurendes nach Singh in der präoperativen Gruppe (n = 44)	76

## Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Die Dissertation ist bisher an keiner anderen Fakultät vorgelegt worden.

Ich erkläre, dass ich bisher kein Promotionsverfahren erfolglos beendet habe und dass eine Aberkennung eines bereits erworbenen Doktorgrades nicht vorliegt.

---

## Lebenslauf

Am 23.09.1968 wurde ich, Tobias Michael Knieß als drittes von sieben Kindern meiner Eltern Barbara Knieß geb. Lauinger, und Oskar Knieß in Hohengehren geboren.

- 1988 Mai            Abschluss an der Freien Waldorfschule Engelberg mit der Allgemeinen Hochschulreife.  
  
                          Im Anschluss ½ Jahr Arbeit im väterlichen Betrieb.
  - 1989 April        Beginn des 18 monatigen Zivildienstes auf einer orthopädischen Station am Olgahospital Stuttgart.
  - Bis 1991 April    Für ein weiteres ½ Jahr im Betrieb des Vaters angestellt.
  - 1991 April        Beginn der Ausbildung zum staatl. gepr. Masseur und medizinischen Bademeister am Lehrinstitut für Massage (LFM) Freiburg i. Br.. Abschluss im März 1992 mit Staatsexamen für Masseur.
  - 1992 April        Beginn des obligatorischen 1 ½ jährigen Anerkennungspraktikums für Masseur am Centre Medical Leukerbad (CH) bis Oktober 1993.  
  
                          Erhalt der Urkunde über die Erlaubnis zur Führung der Berufsbezeichnung Masseur.
  - 1993 Oktober    Studium der Humanmedizin an der Ernst- Moritz- Arndt- Universität Greifswald.
  - 1995 Herbst      Ärztliche Vorprüfung.
  - 1996 Herbst      1. Abschnitt der ärztlichen Prüfung.
  - 1997 März        Heirat mit meiner Frau Leonore Knieß geb. Zirlewagen.
  - 1997 Juli         Geburt unserer Tochter Johanna.
-

- 1998 Herbst 2. Abschnitt der ärztlichen Prüfung.
  - 1998 Oktober Erziehungsurlaub bis zum Beginn des PJ im April 1999.
  - 1999 April Seit dieser Zeit als Pflichtassistent an den Kliniken der Ernst- Moritz- Arndt- Universität beschäftigt.
  - 2000 Mai Abschluss des Studiums der Humanmedizin an der Ernst- Moritz- Arndt- Universität mit dem 3. Abschnitt der ärztlichen Prüfung.
  - 2000 Juli Beginn der Tätigkeit als Arzt im Praktikum an der Neurologischen Klinik GmbH Bad Neustadt a.d. Saale
-

## Danksagung

Mein Dank gilt Univ.- Prof. em. Dr. med. habil. G. Mayer, Direktor der Klinik für Orthopädie der Ernst-Moritz-Arndt-Universität für die Überlassung des Themas und seine Unterstützung bei der Durchführung dieser Dissertation.

Weiterhin gilt mein besonderer Dank dem Betreuer dieser Arbeit, Herrn Oberarzt Dr. med. Minnich; ehemaliger Leiter der zentralen physikalischen Medizin, Rehabilitation und Sporttherapie der Ernst-Moritz-Arndt-Universität, der mir stets auf Grund seiner großen Erfahrung gute Ratschläge und Denkanstöße zu fachlichen und inhaltlichen Fragen bei der Anfertigung dieser Arbeit geben konnte.

Prof. Dr. med D. Köster kommissarischer Leiter der Klinik für Orthopädie der Ernst-Moritz-Arndt-Universität sei für die weiterführende Betreuung nach dem Ausscheiden von Dr. med. Minnich im September 1999 gedankt.

Für die statistische Beratung und Hilfe bei der Auswertung der umfangreichen Testergebnisse möchte ich mich herzlich bei Frau Dipl. Phys. Meyer, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Biometrie und Medizinische Informatik der Ernst-Moritz-Arndt-Universität, bedanken.

Mein Dank gilt auch Frau Ambroz, die mir bei der Einbestellung der Probanden und bei der Terminvergabe sehr behilflich war.

Zum Abschluss sei meinem Schwiegervater für die Durchsicht und Korrektur dieser Arbeit nach neuer deutscher Rechtschreibung gedankt sowie meiner Frau und meiner kleinen Tochter, die mich oft in schwierigen Momenten liebevoll unterstützt haben.

---

## Thesen

1. Es erfolgt postoperativ eine Angleichung der passiven Beweglichkeit des Totalendoprothesen-Implantierten Hüftgelenkes an das Beweglichkeitsniveau der Gegenseite innerhalb eines Jahres.
2. Die im klinischen Alltag häufig gebräuchlichen Funktionsbewertungskriterien sind zur objektiven Bewertung der Hüftgelenksfunktion bei präoperativ untersuchten Patienten nur in unzureichendem und bei postoperativ zu bewertenden Probanden nur in geringem Maße geeignet.
3. Die Ergebnisse des Hüftscore nach Merle d`Aubigné spiegeln sich nicht in den objektiv erfassten isokinetischen Testergebnissen wider.
4. Der Vergleich der zu operierende und der operierten Seite mit der Gegenseite zeigt sowohl im isokinetischen Test als auch in den Scores und den klinischen Untersuchungsmerkmalen die zu erwartende Angleichung an das Funktionsniveau der Gegenseite.
5. Das vor der Operation bestehende Kräftedefizit des zu operierenden Beines gegenüber der Gegenseite wird innerhalb eines Jahres nach Operation ausgeglichen.
6. Ein Jahr nach Implantation einer Totalendoprothese besteht kein gravierendes Kraftdefizit mehr zwischen operierter Seite und Gegenseite.
7. Die für die einzelnen Kraftparameter des isokinetischen Tests zur Verfügung stehenden Normwerte sind nicht direkt auf ein Patientengut, wie es in dieser Arbeit untersucht wurde, übertragbar.
8. Testlimitierende Faktoren sind in erster Linie akute Schmerzsymptomaten, Muskelkrämpfe, kardiale Risiken und Malcompliance von Patientenseite.

9. Der isokinetische Test ist zur objektiven Erfassung der Hüftfunktion als ein geeignetes Verfahren zu betrachten.