

Kurz- bis mittelfristige Ergebnisse der Druckscheibenendoprothese  
in der Behandlung der Femurkopfnekrose

Inauguraldissertation  
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
des Fachbereichs Medizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Käsemann Bertram  
aus Köln

Gießen 2007

Aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie

Direktor: Professor Dr. med. H. Stürz

des Universitätsklinikums Gießen und Marburg GmbH, Standort Gießen

Gutachter: Priv. Doz. Dr. med. G. Gruber

Gutachter: Prof. Dr. Dr. med. R. Schnettler

Tag der Disputation: 18.12.2007

## Inhaltsverzeichnis

### Abkürzungsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b> .....	-1-
1.1	Definition und Epidemiologie der Femurkopfnekrose im Erwachsenenalter.....	-1-
1.2	Ätiologie und Pathogenese der Femurkopfnekrose.....	-3-
1.2.1	Ätiologie der primären Femurkopfnekrose .....	-3-
1.2.2	Ätiologie der sekundären Femurkopfnekrose.....	-7-
1.3	Diagnose der Femurkopfnekrose.....	-8-
1.4	Klassifikation der Femurkopfnekrose.....	-10-
1.5	Therapie der Femurkopfnekrose.....	-13-
1.6	Ziel der vorliegenden Arbeit.....	-15-
<b>2.</b>	<b>Material und Methoden</b> .....	-18-
2.1	Die Druckscheibenendoprothese nach Jacob und Huggler zur Therapie der Femurkopfnekrose.....	-18-
2.2	Patientenkollektiv.....	-24-
2.3	Anamnese.....	-29-
2.4	Datenerhebung anhand standardisierter Erhebungsbögen.....	-29-
2.5	Untersuchung der Patienten.....	-31-
2.5.1	Klinische Untersuchung.....	-31-
2.5.2	Röntgendarstellung.....	-32-
2.5.3	Magnetresonanztomographische Untersuchung der Hüftgelenke....	-33-

<b>3.</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	-35-
3.1	Alters- und Geschlechtsverteilung.....	-35-
3.2	Risikofaktoren und –erkrankungen.....	-36-
3.3	Seitenlokalisation und verwendete Implantate.....	-37-
3.4	Röntgenologische und MRT-basierte Stadieneinteilung der Femurkopfnekrose.....	-39-
3.5	Präoperativer CCD-Winkel, postoperativer DsD-Winkel.....	-40-
3.6	Operationsbedingte Komplikationen.....	-41-
3.7	Follow up- des Harris-Hip-Scores.....	-42-
3.8	Lockerung der Druckscheibenprothese und klinische Auswertung..	-44-
3.9	Ergebnisse der Untersuchung in Hinblick auf die Nekroseausbreitung nach der eigenen Einteilung.....	-49-
<b>4.</b>	<b>Diskussion</b> .....	-53-
<b>5.</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	-66-
<b>6.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	-67-
<b>7.</b>	<b>Anhang</b> .....	-84-
<b>8.</b>	<b>Lebenslauf</b> .....	-88-
<b>9.</b>	<b>Danksagung</b> .....	-89-

**Abkürzungsverzeichnis**

Abb.	Abbildung
a.-p.	anterior-posterior
ARCO	Association Research Circulation Osseus
AVK	Arterielle-Verschluss-Krankheit
CCD-Winkel	Centrum-Collum-Diaphysen-Winkel
CT	Computertomografie
DsD-Winkel	Druckscheiben-Diaphysen-Winkel
DSP	Druckscheibenendoprothese
HHS	Harris-Hip-Score
MRT	Magnetresonanztomografie
N	Gesamtheit einer Betrachtungsmenge, zum Beispiel das Patientenkollektiv
n	Teilmenge innerhalb N
Nr.	Nummer
OP	Operation
Pat.	Patient
PE-	Polyethylen-
kp	kilopond
pAVK	periphere Arterielle-Verschluss-Krankheit
Tab.	Tabelle
TEP	Totalendoprothese

## 1. Einleitung

### 1.1 Definition und Epidemiologie der Femurkopfnekrose im Erwachsenenalter

Die Femurkopfnekrose des Erwachsenenalters gehört zu den ischämischen und aseptischen Osteopathien.

In der Literatur spricht man von ischämischen Knochennekrosen, von avaskulären Knochennekrosen oder von aseptischen Knochennekrosen. Dabei handelt es sich um abakterielle, lokal begrenzte Nekroseareale, die in verschiedenen Knochen entstehen können. Mit dem Begriff „ischämisch“ oder „avaskulär“ unterstreicht man den pathogenetischen Gesichtspunkt.

Mit dem Begriff „aseptisch“ grenzt man die Krankheit von den nekrotischen Sequestern bei Osteomyelitiden klar ab (15, 74).

Nach Hoffmann et al. spricht man beim Erwachsenen von Osteonekrose und beim Kind von Osteochondrose. Für die Osteonekrosen des Erwachsenen unterscheidet man drei verschiedene ätiologische Gruppen: die idiopathischen, die posttraumatischen und die iatrogenen Knochennekrosen (15, 41).

Brandenburg definiert die Femurkopfnekrose als Summe der erworbenen Erkrankungen des Hüftkopfes, die durch eine Ischämie zu einer unterschiedlich großen, meist partiellen Nekrose des Hüftkopfes führen und die in ihrem Endstadium in eine Coxarthrose übergehen können (3).

Nachdem König erstmals 1888 einen typischen Operationsbefund schilderte und somit als Erstbeschreiber der idiopathischen Hüftkopfnekrose gilt, berichtete Freund 1939 über sieben Fälle aus der Weltliteratur sowie sechs eigene Patienten.

Mankin und Brower eruierten 1962 insgesamt 27 (darunter fünf eigene) Fälle und Merle d'Aubigné berichteten 1965, dass 1-2% der Operationen einer orthopädischen Klinik aufgrund einer idiopathischen Hüftkopfnekrose erfolgten.

Frenkel und Schröder kamen 1976 sowie Springfield und Enneking 1978 zu dem Schluss, dass 3-5% aller Hüftendoprothesenimplantationen auf eine idiopathische Hüftkopfnekrose zurückzuführen seien (22, 24, 27, 57, 62, 65, 84).

Nach Niethard und Puhl wird die idiopathische Hüftkopfnekrose Erwachsener mit zunehmender Häufigkeit beobachtet. Niethard und Puhl beobachteten in ihrem eigenen Patientengut seit 1966 einen unvermittelten Anstieg der Erkrankungsziffern, den sie

nicht mehr allein mit einer besseren Kenntnis und Diagnostik dieses früher seltenen Hüftleidens erklären konnten.

Von einer ähnlichen Zunahme wurde im französischen Schrifttum bereits 10 Jahre zuvor berichtet. Louyot und Gaucher rechneten mit einer Häufigkeit von 2-3% unter allen degenerativen Hüfterkrankungen.

Während Reichelt die Zahlenangaben noch für zu hoch hielt, konnte Zinn schon kurze Zeit später die französischen Vermutungen im Rahmen einer schweizerischen, multizentrischen Studie bestätigen (61, 71, 76, 101).

Das Auftreten der Erkrankung findet sich bevorzugt im mittleren Lebensalter. Man findet die Femurkopfnekrose 4-mal häufiger beim männlichen Geschlecht und sie tritt mit einer zeitlichen Verschiebung bei 2/3 der Betroffenen beidseits auf (42, 74).

Nach Brandenburg ist meist das männliche Geschlecht im Alter zwischen dem 35. und 45. Lebensjahr betroffen. Das beidseitige Auftreten ist häufig.

Auch nach Dienst und Kohn bevorzugt die nichttraumatische Hüftkopfnekrose das männliche Geschlecht im mittleren Lebensalter und sie tritt in 30-70% der Fälle beidseitig auf. Nach Chan und Shih tritt die nichttraumatische, avaskuläre Nekrose des Femurkopfes vorwiegend bei jüngeren Patienten im Alter zwischen 20 und 50 Jahren auf (3, 9, 13).

Nach Delank betrifft die nichttraumatische Hüftkopfnekrose des Erwachsenen überwiegend jüngere Patienten mit einem Altersgipfel um das 40. Lebensjahr.

Mit Hilfe der modernen, bildgebenden Verfahren sind heute häufiger die frühzeitige Diagnose und damit die Durchführung eines gelenkerhaltenden Eingriffs möglich.

Nach Stöve tritt die avaskuläre Hüftkopfnekrose gewöhnlich in der 3. - 5. Lebensdekade auf (12, 87).

Unbehandelt führt sie innerhalb weniger Jahre in über 85% zur Progression und in über 50% zum Einbruch des Femurkopfes mit schwerer, sekundärer Gelenkdestruktion (42).

Nach Hungerford sind die ökonomischen Folgen der Osteonekrose des Femurkopfes enorm. So machen Osteonekrosen etwa 10% der Ursachen für Hüftgelenksersatzoperationen aus.

Mit einer jährlichen Inzidenz von 250.000 künstlichen Hüftgelenken in den USA bedeutet dieser Prozentsatz 25.000 Hüftgelenksendoprothesen allein auf der Basis von Osteonekrosen des Femurkopfes. Das mittlere Lebensalter der alloarthroplastisch versorgten Patienten liegt bei 66 Jahren, während es bei Patienten mit Osteonekrose bei

40 Jahren liegt. Zum Zeitpunkt der Operation sind 25% der Patienten bei Hungerford jünger als 25 Jahre (47).

Da die meisten Patienten mit Femurkopfnekrose zumindest noch eine Revisionsoperation im Verlauf ihrer Erkrankung benötigen und weil die Probleme bei diesen Patienten während der Phase ihres Arbeitslebens auftreten, sind die ökonomischen Folgen weitaus größer als ihre 10-prozentige Inzidenz vermuten ließe (47).

Damit kommt eine Vielzahl vorwiegend therapeutischer Probleme auf den behandelnden Orthopäden zu (71).

## 1.2 Ätiologie und Pathogenese der Femurkopfnekrose

Die avaskuläre Femurkopfnekrose lässt sich in primäre, früher auch als idiopathische oder nichttraumatische Femurkopfnekrose bezeichnet, und in sekundäre, posttraumatische Femurkopfnekrosen unterteilen.

Die Entstehung einer nichttraumatischen Femurkopfnekrose ist bedingt durch multifaktorielle, prädisponierende Faktoren, oder tritt im Rahmen einer Hüftreifungsstörung auf.

Die Entwicklung einer posttraumatischen Femurkopfnekrose zeigt sich zum Beispiel nach Fraktur des Femurhalses, schweren Hüftprellungen oder nach Hüftkopfluxation, je nach Schwere der Gefäßschädigung (36, 42, 74, 89, 94).

### 1.2.1 Ätiologie der primären Femurkopfnekrose

Pathophysiologisch wird heute angenommen, dass die Vorgänge bei der Entstehung der Femurkopfnekrose durch multifaktorielle Faktoren oder durch Grunderkrankungen hervorgerufen werden (52).

Grunderkrankungen, bei denen die Femurkopfnekrose als Nebendiagnose auftritt, sind unter anderem Caissonkrankheit, Sichelzellenanämie, Morbus Gaucher, systemischer Lupus erythematodes, terminale Niereninsuffizienz, Fettstoffwechselstörungen, Hyperurikämie, Pankreatitis und Hyperkoagulopathien (9, 52, 70). Die

Osteonekroseentstehung wird durch Meyer und Mitarbeiter auch als seltene Komplikation der HIV-Infektion beschrieben (7, 66).

Bei 50-80% der Femurkopfnekrosen findet sich keine Grunderkrankung, sondern man geht von Risikofaktoren aus, die mit einer erhöhten Osteonekrose-Inzidenz verbunden sind. Auslösende Risikofaktoren können eine über längeren Zeitraum durchgeführte Kortisontherapie, Alkoholabusus, ionisierende Strahlen, Schwangerschaft, HIV-Therapie und Gerinnungsstörungen sein (1, 42).

Dennoch gibt es Patienten mit der Diagnose einer nichttraumatischen Femurkopfnekrose, bei denen keine dieser Risikofaktoren festzustellen sind. Bis heute ist die genaue Lokalisation der hämodynamischen Störungen nicht bekannt (47).

Zu Beginn der Osteonekrose bestehen eine Permeabilitätsstörung und eine Stauung der Gefäße mit Knochenmarködem. Man geht von einem Aggregationsphänomen der Erythrozyten aus.

Diese Ereignisse führen zu einem erhöhten intraossären Druck von 50-100 mmHg, der wiederum die Gefäßversorgung drosselt. Hungerford sowie Hedley und Kim sprechen von einem Kompartiment des Femurkopfes (20, 27, 35, 40, 47, 56, 59).

Die intraossären Gefäße stellen die gemeinsame pathophysiologische Endstrecke für die multifaktoriellen Ursachen der Osteonekrose dar (52).

Es sind vier Modelle zur Erklärung aufgestellt worden, die auf eine Verengung der Gefäße im Bezirk der späteren Osteonekrose hindeuten. Obstruktion von Arterien und Venen, Kapillaren mit verminderter Perfusion, nachfolgende Ischämie mit Stase, Ödembildung und die Erhöhung des extravaskulären Drucks wurden genannt.

Diese Druckerhöhung führt wiederum zur Verminderung des Blutflusses, so dass man von einem Circulus vitiosus sprechen kann, der dann schließlich zur Femurkopfnekrose führt (19, 38, 83). Das am meisten propagierte Modell betrifft die Obstruktion des venösen Abflusses (37, 48).

L. Solomon teilt die Pathogenese in vier Typen ein. Die arterielle Insuffizienz als Typ I, Typ II als venöse Stauung, Typ III als intravaskuläre kapillare Okklusion und Typ IV als intraossäre kapillare Tamponade.

**Tabelle Nr.1: Pathogenetische Klassifikation der avaskulären Knochennekrosen**

<b>Typus I:</b>	<b>Arterielle Insuffizienz</b> <b>1. Fraktur</b> <b>2. Dislokation</b> <b>3. Femurkopfeiphysenlösung</b> <b>4. Massive arterielle Embolie</b> <b>5. Vaskulitiden</b>
<b>Typus II:</b>	<b>Venöse Stauung</b> <b>1. Massive venöse Thrombose</b> <b>2. Perthes-Calve-Legg-Krankheit</b>
<b>Typus III:</b>	<b>Intravaskuläre kapillare Okklusion</b> <b>1. Sichelzellenanämie</b> <b>2. Dysbarische Ischämie (Caissonkrankheit)</b> <b>3. Fettembolie bei Hyperkortisonismus</b> <b>4. Fettembolie bei Alkoholismus</b> <b>5. Vaskulitis (bei syst. Lupus erythematodes)</b>
<b>Typus IV:</b>	<b>Intraossäre kapillare Tamponade</b> <b>1. Knocheninfektion</b> <b>2. Morbus Gaucher-Krankheit</b> <b>3. Kortisoninduzierte Fettgewebsveränderungen</b> <b>4. Alkoholinduzierte Fettgewebsveränderungen</b> <b>5. Familiäre Hyperlipidämie</b> <b>6. Gicht (Hyperlipidämie oder Alkoholabusus)</b>

Bei der nichttraumatischen Form der Femurkopfnekrose spielen offensichtlich neben Lage und Ausdehnung des Nekroseareals revitalisierende Reparaturvorgänge eine entscheidende Rolle für den Verlauf der Erkrankung.

Das nach einem oder mehreren ischämischen Ereignissen geschädigte und nekrotisch gewordene, subchondrale Knochen- und Knochenmarkgewebe löst ebenfalls Reparaturvorgänge aus, die aber nur im Initialstadium (ARCO 0) und reversiblen Frühstadium (ARCO I) zur Ausheilung führen können (ARCO-Klassifikation siehe Seite 11). Dieses reversible Frühstadium ist durch die Bildgebung nicht eindeutig

diagnostizierbar, denn Röntgenbild und CT sind negativ, während Magnetresonanztomographie und/oder Szintigraphie schon Veränderungen zeigen können, die aber unspezifisch sind (40, 75).

Die Osteonekrose reicht, je nach Stadium, vom subchondralen Knochen des Femurkopfes bis zum epiphysären ventro-lateralen Femurkopfanteil. Als Osteonekrose werden das Knochenmark und das trabekuläre Knochengerüst aufgrund einer verminderten Durchblutung in ihrer Struktur geschwächt und es kommt zum Gewebsuntergang des Fettmarks und der Knochenmasse. Man findet leere Osteozytenlakunen in den Trabekelstrukturen und weitgehend leere Markräume, was auf den Knochentod hindeutet.

Die durch Ischämie geschädigten, nekrotischen Knochentrabekel werden durch Makrophagen resorbiert und es kommt vom gesunden Randsaum aus zu reaktiven Reparaturprozessen mit Einsprossung von fibrovaskulärem Gewebe mit Gefäßneubildungen in das Nekroseareal. Im Röntgenbild sind im lateralen epiphysären Femurkopfanteil oft Unregelmäßigkeiten der Trabekelstruktur zu finden.

Ob es zu einer suffizienten Ausheilung der Femurkopfnekrose kommt, hängt vom Ausmaß der Revaskularisation des geschädigten Bereichs ab. Im späteren Stadium wird das vorhandene, avitale Fettmark phagozytiert, die Makrophagen werden zu Schaumzellen und es kommt zu fleckförmigen Kalkseifeneinlagerungen.

Diese schleichenden, insuffizienten Reparaturvorgänge führen in Wochen bis Monaten bei den meisten Patienten zu minderwertigem Knochenersatz. Im Femurkopf-Hals-Bereich unterhalb der Nekroseareale kommt es zu aktiven Knochenneubildungen mit teilweise auftretendem Ödem des Fettmarks, das dann als reaktive Randzone bezeichnet wird (42, 75). Bei Belastung kommt es in diesen geschwächten Bereichen zu subchondralen Frakturen und Ausbildungen von zystischen Veränderungen. Im weiteren Verlauf der Erkrankung führt dies zu einem zunehmenden Zusammensintern der Gelenkfläche und des belasteten Nekroseareals des Femurknochens, die zu Schmerzhaftigkeit, Bewegungseinschränkung und verminderter Belastbarkeit des betroffenen Hüftgelenkes führt (39).

Die Femurkopfnekrose endet unbehandelt bei etwa 85% der Betroffenen innerhalb von 2-3 Jahren nach Diagnose mit einem Gelenkeinbruch mit zum Teil schwerer sekundärer Destruktion des femuralen Hüftgelenkanteils (1, 42). Im Spätstadium der Erkrankung mit massivem Zusammenbruch des Femurkopfes fällt es schwer, die Femurkopfnekrose

von einer Arthrose zu unterscheiden. Eine Besonderheit dieser Erkrankung ist die oft späte Diagnose der nichttraumatischen Femurkopfnekrose. Häufig ist sie ein Zufallsbefund mit unspezifischen Symptomen wie Innenrotationsschmerz oder stellt sich sogar als unauffällige Hüfte („silent hip“) dar (34, 74).

Trotz zahlreicher konservativer und chirurgischer Therapieansätze konnte die Femurkopfnekrose ab dem Stadium ARCO II als „point of no return“ kaum zur Abheilung gebracht werden. Ohne Therapie kommt es bei 85% der Femurkopfnekrosen bei Patienten mit Hüftbeschwerden innerhalb von zwei Jahren nach Diagnosestellung zu subchondralen Frakturen und fortschreitendem Gelenkflächeneinbruch (1, 42, 74).

### 1.2.2 Ätiologie der sekundären Femurkopfnekrose

Die Ätiologie und der pathophysiologische Prozess sind bei der posttraumatischen Femurkopfnekrose im Gegensatz zur nichttraumatischen Femurkopfnekrose bis zum ARCO-Spätstadium unterschiedlich und gut bekannt. In histologischen und mikroangiographischen Untersuchungen konnte eine Gefäßunterbrechung unmittelbar nach dem Trauma nachgewiesen werden, die zur Femurkopfnekrose führen kann. Schon in den 1960iger Jahren konnten anhand von Angiographien die Beeinträchtigungen des Ramus profundus der Arteria circumflexa femoris medialis und der Ramii nutritii capitis dargestellt werden (7, 12).

Bei einigen Autoren wird beschrieben, dass bei der posttraumatischen Femurkopfnekrose meist ein großer Teil des Femurkopfes vaskulär versorgt bleibt, wenn die Gefäßversorgung durch das Ligamentum capitis femoris und Teile der Ramii nutritii capitis erhalten ist. Bei bestehender ausreichender Durchblutung kann dies zur schrittweisen Revaskularisierung des nekrotischen Areals und zu suffizientem Ersatz des Gewebes führen (37, 39).

Es muss dennoch gesagt werden, dass bei jungen Patienten nur der knöcherne Ansatz des Ligamentum capitis femoris am Femurkopf nachweislich versorgt wird und beim Erwachsenen in der Regel nur eine untergeordnete Rolle bei der Blutversorgung darstellt (2, 36). Die einseitige Blutversorgung des Femurkopfes und des subchondralen Bereiches bei obliteriertem Ligamentum capitis femoris macht die Anfälligkeit des Areals für Nekrosen deutlich. Im Vergleich zur nichttraumatischen Femurkopfnekrose

kommt es bei der traumatischen Form größtenteils zu einer Revitalisierung und zu einer suffizienten Reparatur des betroffenen Knochenanteils und somit zur vollständigen Revitalisierung der nekrotischen Gewebeareale durch schleichenden Gewebeersatz (sog. „creeping substitution“).

Ist die Revaskularisierung nicht ausreichend, ein längerer Zeitintervall bis zur Reposition vorhanden, erfolgt eine instabile Osteosynthese und/oder wurde die kritische Ischämiezeit von 12-48 Stunden überschritten, entwickelt sich in den folgenden Tagen ein Knochenmarködem mit Untergang der Knochen trabekel (34). Im weiteren Verlauf kommt es dann zu einem Zusammenbruch des nekrotischen Segments im lasttragenden Femurkopfbereich. Der weitere Verlauf ist nun mit demjenigen der nichttraumatischen Femurkopfnekrose im Spätstadium vergleichbar, so dass man in der Therapie dieser Formen nicht mehr zu unterscheiden braucht (8, 42, 74).

### 1.3 Diagnose der Femurkopfnekrose

Die Anamnese beginnt zunächst mit der speziellen Schmerzanamnese sowie Fragen zu Funktionseinschränkungen (3). Im frühen Stadium treten klinisch uncharakteristische Beschwerden auf. Man findet bei den Patienten meist einen ziehenden Schmerz im Leistenbereich, der teilweise als Lumboischalgie verkannt wird. Im späteren Verlauf kommt es zur starken Bewegungseinschränkung, vor allem bei Innenrotation, Flexion und Abduktion. Aufgrund des Belastungsschmerzes und der Muskelinsuffizienz mit Begleithinken wird meistens eine Gehhilfe benötigt. Im Endstadium kommt es dann zur ankylosierten Hüfte mit radiologischem Korrelat.

Bezüglich der bildgebenden Diagnostik steht das Nativ-Röntgenbild bei entsprechender Symptomatik am Anfang der radiologischen Verfahren. Die Beurteilung des Hüftgelenks ist nur in zwei Ebenen effektiv durchführbar, soweit eine fortgeschrittene Bewegungseinschränkung die radiologische Einstellung zulässt (28, 42, 54). Neben der Beckenübersichtsaufnahme oder der Aufnahme beider Hüftgelenke im anterior-posterioren Strahlengang mit 10-15° Innenrotation des Femurs ist noch die 2. Ebene, entweder eine Lauensteinaufnahme oder axialer Strahlengang anzufertigen. Zusätzliche Informationen können mit Spezialaufnahmen, wie zum Beispiel durch Spezialröntgenaufnahmen nach Schneider gewonnen werden. Hierbei handelt es sich

um eine Röntgeneinstellung im Winkel von 30° und 60° gekippter Röntgenröhre (32, 42). Dies stellt die Voraussetzung für die Abgrenzbarkeit und Beurteilung der Femurkopfnekrose dar.

Die suffiziente Beurteilung ist nur mit entsprechender Erfahrung gegeben und auch erst im Spätstadium aussagekräftig, da es mitunter zur Überlagerung durch den Weichteilmantel kommt und die knöchernen Defekte im Frühstadium nicht eindeutig zu erkennen sind. Als Hinweis kann eine sichtbare Kapselschwellung im Röntgenbild gelten, die aber ein unspezifisches Symptom ist. Zu empfehlen ist hier die Lauenstein-Aufnahme, die eine überlagerungsfreie Projektion und die beste Darstellung der subchondralen, zystischen Veränderungen des Femurkopfes zulässt (55). Die Nativröntgenaufnahme eignet sich nicht als Früherkennungsmethode, da man die knöchernen Trabekelverläufe zur Beurteilung heranzieht, deren typische Zeichnung durch Zusammensinterung und Neubildung in der Nekrose erst ab dem Stadium ARCO II zu erkennen sind. Im Stadium ARCO III kann man eine Kopfabflachung erkennen, welche das Zeichen eines subchondralen Zusammenbruchs des Femurknochens ist. Diese Stadien sind aber bereits als irreversibles Frühstadium bzw. Übergangsstadium definiert, die keine suffiziente Reparatur des Knochens mehr zulassen (42, 75). Im Spätstadium kann eine Femurkopfnekrose teilweise von einer Arthrose nicht unterschieden werden. Als Hinweis kann ein erhaltener Gelenkspalt dienen, der bei der Femurkopfnekrose erst sehr spät aufgehoben wird.

Es hat sich im Vergleich zur histologischen Untersuchung gezeigt, dass sich durch die Magnetresonanztomographie (MRT) die demarkierte Ischämie im betroffenen Femurareal wesentlich früher diagnostizieren lässt als durch die Nativröntgenaufnahme. Sensitivität und Spezifität der MRT sind mit über 90% gegenüber dem Röntgenverfahren erheblich höher und zur Beurteilung der Femurkopfnekrose ist die MRT damit die Diagnosemethode der Wahl (28, 54, 67, 68).

Nachdem in der Nativröntgenaufnahme der Verdacht auf eine Femurkopfnekrose gestellt werden konnte, sollte als „Gold Standard“ zur Diagnose und genaueren Beurteilung der Ausbreitung der Femurkopfnekrose eine MRT durchgeführt werden. Sie dient zur Festlegung des weiteren Vorgehens und gegebenenfalls auch zur Operationsplanung.

Als Diagnosefindung kann die MRT mit oder ohne Kontrastmittel (Gadolinium) und die histologische Aufbereitung als Diagnoseverfahren der Wahl gelten (54).

Um nicht das Frühstadium der Femurkopfnekrose zu übersehen, das teilweise ohne klinische Zeichen verläuft („silent hip“), darf hier die beidseitige Untersuchung nicht unterlassen werden. Es muss auch erwähnt werden, dass die MRT gelegentlich ein unspezifisches Verfahren zur Diagnosestellung ist, was auch für die Szintigraphie im reversiblen Frühstadium (ARCO I) gilt (34, 87). Hier kann die Femurkopfnekrose im Frühstadium übersehen werden, weil die MRT unauffällig bleiben kann. Die abgestorbenen Fettzellen im Knochenmark der Nekrose bieten solange ein regelrechtes Signal in der MRT, bis sich die morphologischen Strukturen verändert haben.

Es lassen sich drei Bereiche der Femurkopfnekrose ab dem Stadium ARCO II in der MRT darstellen. Sie lassen sich pathomorphologisch abgrenzen in ein Nekroseareal, das von einem reaktiven Randsaum umgeben ist und dem restlichen Femurknochen, der teilweise ödematöse Randbezirke aufweist, die sich bis in den intertrochantären Bereich ausbreiten können (68, 74). Der reaktive Randsaum („double line sign“) wird zur Beurteilung der Nekroseausbreitung herangezogen.

Man nimmt an, dass es sich hierbei um vaskularisiertes Granulationsgewebe handelt, das aus den Reparaturversuchen des Knochens stammt. Inwieweit die ödematösen Randbezirke durch ischämische Vorgänge geschädigt wurden und damit eine endoprothetische Versorgung notwendig wird, kann daraus aber nicht beurteilt werden (74). Die Magnetresonanztomographie lässt sich durch die sehr unterschiedlichen Signalveränderungen in Form von Momentaufnahmen aber kaum zur Beurteilung des Reparaturprozesses heranziehen (68).

#### 1.4 Klassifikation der Femurkopfnekrose

Es sind etliche Stadieneinteilungen für die Femurkopfnekrose in der Literatur beschrieben, die sich aber kaum miteinander vergleichen lassen. Einfache Modelle zur Einteilung sind jene nach Ficat und Arlet, der Kerboul-Winkel, die Größenangabe nach Steinberg, die Lage nach Ohzono und andere (86, 87).

Die internationale Association Research Circulation Osseus (ARCO) mit ihrer komplexeren Einteilung der Femurkopfnekrose in fünf Stadien (0 bis IV) durch bildgebende Verfahren und Subklassifizierung in Lokalisation und Ausdehnung ist demgegenüber als Standard entwickelt worden (25, 98). Diese Klassifikation

berücksichtigt das vierstufiges Grundgerüst von Ficat und Arlet, die Ausdehnung nach Steinberg und die Lokalisation der Nekrose nach Ohzono (20, 25, 86, 87).

<b>Tab. Nr. 2: Klassifikation der Femurkopfnekrose nach Association Research Circulation Osseus Kriterien (ARCO)</b>	
ARCO-Stadium	Befunde durch bildgebende Verfahren
<b>Stadium 0:</b> reversibles Initialstadium, suffiziente Reparatur möglich	alle Verfahren negativ, aber Veränderungen sind histologisch erkennbar. Plasmotase
<b>Stadium I:</b> reversibles Frühstadium, suffiziente Reparatur möglich	Röntgen und CT negativ, MRT oder Szintigraphie zeigen ein unspezifisches Signal/Speicherung, Fettzellfragmentation, schleichender Ersatz
<b>Stadium II:</b> irreversibles Frühstadium, insuffiziente Reparatur, seltene Reparatur	Röntgen und CT zeigen unspezifische, subchondrale Veränderungen („point of no return“). Im MRT typisches Nekroseareal mit reaktiver Randzone. In der Szintigraphie sog. „cold spot“ oder „cold in hot spot“. Totalnekrose, reaktive Randzone („double line sign“)
<b>Stadium III:</b> Übergangsstadium, insuffiziente Reparatur:	Röntgen und CT zeigen subchondrale Frakturlinie mit oder ohne beginnende Kopfabflachung. Szintigraphie zeigt selten „cold in hot spot“. MRT zeigt kein typisches Signal in diesem Stadium mehr. Mechanische Dekompensation mit Instabilität.
<b>Stadium IV:</b> Spätstadium, insuffiziente Reparatur	Röntgen, CT und MRT zeigen Gelenkspaltverschmälerung, Gelenkflächen-einbruch, sekundäre arthrotische Veränderungen, teilweise ist das Acetabulum mit betroffen. Destruktion und Ölzysten.

**Tab.3: Subklassifikation der Femurkopfnekrose nach ARCO-Kriterien**

Lokalisationsbereich am Femurkopf mit Angabe A, B oder C nur im ARCO-Stadium I bis III:	A = medial B = zentral C = lateral
Ausdehnungsbereich am Femurkopf nur im ARCO-Stadium I bis II:	A = minimal (< 15%) B = mäßig (15-30%) C = maximal (> 30%)
Ausdehnungsbereich am Femurkopf nur im ARCO-Stadium III:	A = minimal (< 15%) oder 2 mm Abflachung B = mäßig (15-30%) oder 2-4 mm Abflachung C = maximal (> 30%) oder > 4 mm Abflachung

Im Jahre 2001 wurden die Kriterien zur Diagnose, Klassifikation und zum Staging der idiopathischen Osteonekrose des Femurkopfes in der japanischen medizinischen Literatur revidiert. Fünf wesentliche diagnostische Kriterien, in Anlehnung an die ARCO-Klassifizierung, wurden herausgearbeitet: der Kollaps des Femurkopfes ohne Gelenkspalteinengung oder acetabulare Abnormalitäten im Röntgenbild, demarkierende Sklerose im Femurkopf ohne Gelenkspaltverengung oder acetabulare Abnormalität, „cold in hot“-Zeichen im Knochen-Scan, niedrige Intensität auf dem T1-gewichteten MRT sowie trabekuläre Nekrose sowie Marknekrose in der Histologie (86, 91).

Eine idiopathische Osteonekrose des Femurkopfes wird, laut Specific Disease Investigation Committee under the auspices of the Japanese Ministry of Health, Labor and Welfare, dann diagnostiziert, wenn der Patient von diesen fünf Kriterien zwei erfüllt und keine Knochentumoren oder Dysplasien aufweist. Die nekrotischen Läsionen werden in drei Subklassifikationen nach den ARCO-Kriterien unterteilt und dies auf der Basis ihrer Lokalisation auf dem T1-gewichteten MRT-Bild oder im Röntgenbild. Typ A-Läsionen der Femurkopfnekrose betreffen weniger als 15 Prozent des Femurkopfes und liegen im medialen Bereich des Femurkopfes. Typ B-Läsionen betreffen 15-30 Prozent und liegen im medialen und zentralen Femurkopfbereich. Typ C-I/II-Läsionen betreffen mehr als 30 Prozent des Femurkopfes und betreffen den medialen, zentralen und lateralen Bereich. Es darf jedoch die Femurkopfnekrose nicht an den acetabularen

Winkel reichen. Bei den CIII-Läsionen sind mehr als 30 Prozent des Femurkopfes durch die Femurkopfnekrose befallen und betreffen den medialen, zentralen und lateralen Anteil und überschreitet den acetabularen Winkel (86).

Das Staging basiert auf der anterior-posterioren und lateralen Sicht des Femurkopfes in der Röntgenaufnahme. Stadium I (ARCO) ist definiert als die Periode, in der keine spezifischen osteonekrotischen Veränderungen im Röntgenbild nachweisbar sind, wobei jedoch spezifische Veränderungen im MRT, im Knochenszintigramm oder histologisch aufgetreten sind. Stadium II ist der Zeitraum, in dem eine demarkierte Sklerose beobachtet wird und dies ohne Kollaps des Femurkopfes. Stadium III beschreibt einen Kollaps des Femurkopfes einschließlich des „crescent“-Zeichen, doch ohne Gelenkspaltverschmälerung. Eine milde Osteophytenformation im Femurkopf oder Acetabulum kann im Stadium III beobachtet werden. Stadium III ist in zwei Unterklassen untergliedert. In Stadium IIIa beträgt der Kollaps des Femurkopfes weniger als 3 mm, in Stadium IIIb ist er größer. Stadium IV ist jene Periode, in der osteoarthritische Veränderungen nachweisbar sind (86, 91). Es wurde auf die international geltende ARCO-Klassifikation in dieser Untersuchung zurückgegriffen, da diese als neuer Standard vorgeschlagen wurde (42).

### 1.5 Therapie der Femurkopfnekrose

Eine kausale Therapie der Femurkopfnekrose ist bisher nicht möglich, da die Ätiologie auch heute noch teilweise unklar ist. Ein wesentliches Problem hinsichtlich der Therapiewahl stellt die Diskrepanz zwischen klinischem und röntgenologischem Befund dar, vor allem in Frühstadien.

So kommen die Patienten häufig erst im fortgeschrittenen Stadium der Femurkopfnekrose zur Behandlung, wenn eine Sanierung der Region nur noch durch Resektion des destruierten Hüftgelenkes erzielt werden kann (12, 71).

Bei der Therapie der Hüftkopfnekrose hängt der Erfolg entscheidend vom Erkrankungsstadium ab. Hierbei ist das Stadium des subchondralen Kollapses (Stadium IIb nach Ficat bzw. Stadium III nach Steinberg) mit Sinterung des nekrotischen Knochens und Abflachung des Hüftkopfes ein entscheidender Scheidepunkt in der Therapie (21). Vor diesem Stadium kann bei nicht zu großer Ausdehnung der Nekrose durch eine freie

Knochen transplantation mit Gefäßanastomosierung eine sogenannte „Cor decompression“ sowie durch die Kombination von „Cor decompression“ und Spongiosaplastik, gefäßgestieltem Knochen transplantat oder Elektrostimulation der Krankheitsprozess günstig beeinflusst werden. So kann versucht werden, den Kollaps des Hüftkopfes hinaus zu zögern (34, 42, 82). Die operative Therapie der Femurkopfnekrose umfasst drei große Gruppen: die Gelenk erhaltende Operation, die Versorgung mit einer Endoprothese und die Arthrodesse des Hüftgelenkes. Die Indikation zur Arthrodesse wird zunehmend seltener gestellt. Oft kommt es nach der Versteifung, wegen des häufig doppelseitigen Auftretens der Erkrankung, zu subjektiv und funktionell relativ ungünstigen Situationen sowie zu hohen durchschnittlichen Ausbildungen von Pseudarthrosen von etwa 50 Prozent. Sie gilt daher nur noch als Ultima ratio, besonders nach Scheitern anderer operativer Eingriffe, wobei die Resektion weit im Gesunden besonders wichtig ist (23).

Gelenkerhaltende Operationen umfassen die Anbohrung des Nekroseherdes, subchondrale Spongiosaplastik, Tibiaspanplastik, muskelgestielte Spanplastik, Knorpel-Knochen-Transplantation, Voß'sche Hängehüfte, Gefäßbündeltransplantation, zentrale Markraumdekompression sowie Umstellungsosteotomien (3, 23, 26, 88).

Nach Fink und Rüter kann bei erfolgter Sinterung der Gelenkfläche als gelenkerhaltender Eingriff eine Umstellungsosteotomie erwogen werden, bei der das nekrotische Hüftkopfareal aus dem Belastungsbereich herausgeschwenkt werden soll. Da die aseptische Knochennekrose in der Regel im anterioren, superioren und lateralen Bereich des Hüftkopfes lokalisiert ist, erfolgt gewöhnlich eine Flexions-Valgisations-Osteotomie oder eine Rotationsosteotomie. Die Ergebnisse dieser Umstellungs-Osteotomien hängen nicht nur vom Ausbreitungsgrad der Nekrose, sondern auch vom Stadium der Nekrose ab und sind umso besser, je früher die Therapie einsetzt bzw. je kleiner der Kollaps des subcorticalen Knochens ist (21).

Spätestens beim Auftreten eines deutlichen Kollapses mit Einbruch der Gelenkfläche und sekundärarthrotischen Veränderungen ist der endoprothetische Gelenkersatz das einzige Erfolg versprechende therapeutische Mittel. In diesem Falle stellt sich die Frage, welcher Endoprothesentyp bei den meist jungen Patienten verwendet werden soll und welche Ergebnisse zu erwarten sind (21, 88, 94).

Nachdem die Indikation zum endoprothetischen Ersatz des Hüftgelenks in den 70iger Jahren wegen der befriedigenden Frühergebnisse immer großzügiger gestellt wurde,

haben die vielen Probleme durch die aseptische Lockerung dazu geführt, dass der endoprothetische Gelenkersatz zunehmend kontrovers diskutiert wird. Insbesondere im jüngeren Lebensalter, wenn die Endoprothese als letzte Therapieoption angesehen wird. Die unsicheren Langzeitergebnisse waren andererseits aber auch Veranlassung, dass nach Wegen gesucht wurde, die Überlebensrate der Hüftendoprothesen auf lange Sicht zu verbessern (14, 18).

Aufgrund umfangreicher biomechanischer Untersuchungen und klinischer Erfahrungen wurden Endoprothesenschäfte entwickelt, die eine physiologischere Kraftübertragung gewährleisten. Die Erfahrung mit verschiedensten Implantatwerkstoffen und deren Verarbeitung hat zu Endoprothesen geführt, deren Biokompatibilität und mechanisches Verhalten eine längere Standzeit erwarten lassen (18, 31, 32).

Insbesondere durch zementfreie Endoprothesenverankerung kam es zur biologischen Fixation durch Osseointegration. Der Vorteil dieser biologischen Fixation liegt in der Überlegung, dass nach einem Anwachsen des Knochens an die Implantatoberfläche eine Lockerung an der Implantat-Knochen-Grenze unwahrscheinlicher ist als bei polymethylmethacrylat (PMMA), den so genannten „Knochenzement“, verankerten Implantaten.

Die in der Literatur beschriebenen Probleme durch eine Knochenresorption am proximalen Femur, das sog. „stress shielding“, sowie Osteolysen im Acetabulum durch Abriebpartikel, stellen diese Erwartungen aber in Frage (12, 98).

## 1.6 Ziel der vorliegenden Arbeit

Eines der Hauptprobleme bei der Implantation der bisherigen künstlichen Hüftgelenke besteht darin, dass der Knochen unphysiologischen Kräften ausgesetzt ist. Daher ist zu fordern, dass die Gestaltung der Endoprothese eine möglichst den physiologischen Verhältnissen entsprechende Beanspruchung des Knochens gewährleistet (50).

Der künstliche Ersatz von Hüftgelenken ist eine Erfolg versprechende Operation, die dem Patienten wieder neue Lebensqualität gibt und sogar lebensverlängernd sein kann (11). An Konstruktion und Materialbeschaffenheit künstlicher Hüftgelenke sind sehr hohe Anforderungen in Bezug auf gute Verankerungsmöglichkeit am Einsatzort,

mechanische Dauerfestigkeit, Verschleißfestigkeit, Leichtgängigkeit, Korrosionsbeständigkeit und Körperverträglichkeit zu stellen.

Obgleich auch in Deutschland an den Problemen beim alloarthroplastischen Gelenkersatz des Hüftgelenks geforscht wird, so ist unter allen bisher bekannten Totalendoprothesen noch keine endgültig befriedigende Lösung zu erkennen (96).

Die konventionelle, endoprothetische Versorgung des Femurschaftes sowohl zementfrei als auch zementiert beruht bei den meisten derzeit verwendeten Hüftendoprothesen auf der Verankerung des Prothesenschaftes in der Femurdiaphyse (17). Der Schaft dieser Hüftprothesen wirkt damit wie eine innere Schienung des proximalen Femurendes. Jacob und Huggler (1980) haben aufgrund experimenteller Spannungsanalysen am unveränderten und am schaftprothetisch versorgten menschlichen Femur nachgewiesen, dass in letzterem Fall am proximalen Femurende eine Entlastung des Knochens von bis zu 60% erfolgt (6, 51).

Darüber hinaus verhindert der Endoprothesenschaft die physiologische Elastizität des proximalen Femur unter Belastung. Beide Vorgänge führen zu einer Osteopenie des umgebenden Wirtknochens am Endoprothesenschaft. So kommt es zu der regelmäßig zu beobachtenden Atrophie des Knochens in diesem Bereich (45).

Das Anbringen eines Kragens, zwecks Aufrechterhaltung der physiologischen Krafteinleitung am proximalen Prothesenstiel führt nicht zu den gewünschten Ergebnissen, bedingt durch das axiale Steifigkeitsverhältnis zwischen Endoprothesenschaft und Knochen. Diese transversalen Kräfte führen dann zu örtlich hohen Flächenpressungen im Bereich des Adam'schen-Bogens, am medialen und am distalen Ende des Endoprothesenschaftes sowie lateral, was zur Resorption des Knochens führen und eine Lockerung der Endoprothese zur Folge haben kann (81).

In den 70iger Jahren entwickelten Huggler und Jacob eine neue Endoprothese, die sog. Druckscheibenendoprothese. Die von Huggler und Jacob 1978 eingeführte Druckscheibenprothese wird konzeptionsbedingt nur im metaphysären Femur verankert. Dadurch ist ein distaler Lastenübergang im Femurschaft wie bei den konventionell diaphysär verankerten Schaftendoprothesen unmöglich. Die physiologische Krafteinleitung bleibt unberührt und erfolgt über die Druckscheibe in den Femur. Anpassungsvorgänge am Femurschaft können daher nicht zu einem stress shielding und einer proximalen Lockerung der Prothese führen. Gerade bei jüngeren Patienten sind

diese Anpassungsreaktionen („bone remodelling“) Ursache für die erhöhte Lockerungstendenz im Vergleich zu älteren Patienten (16, 29, 44).

Im Jahre 1978 erfolgte die erste Implantation einer Druckscheibenprothese bei einem 42-jährigen Mann. Anschließend wurde die erste Serie von 64 Prothesen ab 1981 in Zusammenarbeit mit der Universität Balgrist/Zürich durchgeführt. Es folgte eine stete Weiterentwicklung der Druckscheibenprothese hinsichtlich Material und Design. 13 Jahre nach der Operation der ersten Patienten zeigten sich die subjektiven und objektiven Ergebnisse nicht schlechter als bei den schaftfixierten Prothesen (43, 44).

In den frühen 90iger Jahren war eine Femurkopfnekrose noch eine relative Kontraindikation für die Druckscheibenprothese (17, 46).

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll geprüft werden, ob durch Implantation einer Druckscheibenprothese nach Jacob und Huggler bei Patienten mit Femurkopfnekrose zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden können. Weiter sollte beurteilt werden, ob eine Abhängigkeit der Nekroseausbereitung in Hinblick auf eine Lockerung der Druckscheibenprothese besteht.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Die Druckscheibenprothese nach Jacob und Huggler zur Therapie der Femurkopfnekrose

Im Jahre 1976 wurde die Druckscheibenprothese von A. H. Huggler in Chur und Zürich/Schweiz entworfen und im Jahre 1978 bei zwei Patienten implantiert. Es folgte dann eine erste Serie der Implantation von 20 Druckscheibenendoprothesen.

Die Besonderheit dieser Endoprothese besteht in der zementfreien und metaphysären Verankerung in axialer Ausrichtung zum Collum femoris und die Erhaltung der physiologischen Krafteinleitung in das Femur. Das Design und die Eigenschaften der Druckscheibe wurden weiterentwickelt.

Nach der ersten Operationsserie folgte in den Jahren 1988 bis 1991 eine zweite Implantationsserie. Die dort verwendeten Modelle zeichneten sich dadurch aus, dass bei der Druckscheibe und dem Laschenkopf eine Titanlegierung verwendet wurde, die eine bessere Eigenschaft bei der Osseointegration zeigte. Auch wurde die Druckscheibe im Design von einer früher runden in eine ovale Auflagefläche verändert, um die Gefahr eines Impingements zu verhindern (50).

Die dritte, heute verwendete Serie der Druckscheibenprothese besteht aus Kugelkopf, Scheibenteil, Schraubbolzen und Laschenkopf mit zwei Kortikalisschrauben. Das Scheibenteil dieser dritten Serie besteht aus der Druckscheibe, die in der Mitte der Auflagefläche zu einem konischen Dorn verläuft, der den Schraubbolzen aufnimmt. Diese Einheit von Dorn und Druckscheibe verhindert eine Verkipfung beim Einbau und die Auflage der Druckscheibe kann hierdurch passgenauer implantiert werden.

Die Kugelkopfgröße ist gegenüber der Vorserie jetzt mit einem Durchmesser von 38 mm auf 28 mm variierbar, was mehr Variabilität in Bezug auf die Prothesenpfanne und der Gleitpaarung bietet.

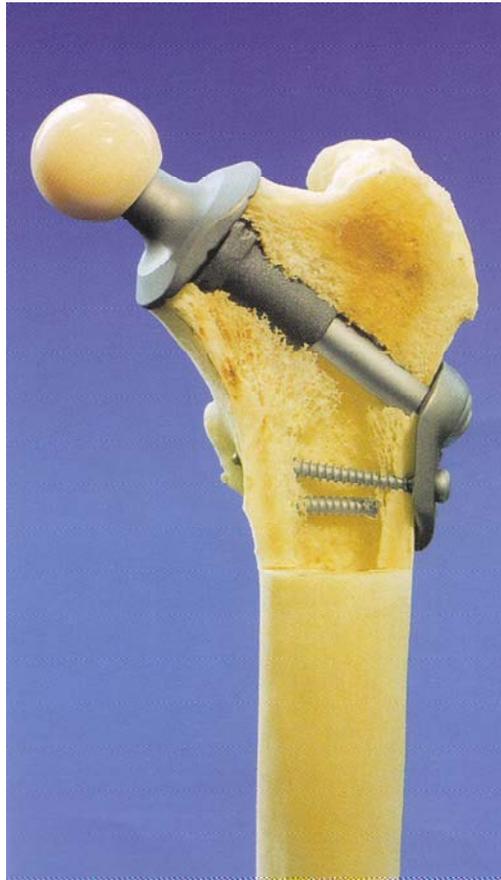
Die Aufgabe der Druckscheibe ist es eine möglichst physiologische Krafteinleitung in die mediale Schenkelhalskortikalis zu gewährleisten. Das Scheibenteil besteht aus einer Titan-Schmiedelegerung in drei Größen (40s, 40 und 44) in Abhängigkeit des Durchmessers des osteotomierten Collum femoris. Der Schraubbolzen ist für die Sicherung der Primär- und Kippstabilität ausschlaggebend (50, 93).

Die Druckscheibe wird gegen den Laschenkopf durch den Schraubbolzen handfest angezogen. Durch diese Vorspannung wird bei der Implantation von der Druckscheibe eine Primär- und Kippstabilität erreicht. Die Vorspannung ist auch für die Osseointegration der Druckscheibenprothese wichtig und verringert sich mit der Zeit, ohne dass die Stabilität nachlässt. Der Laschenkopf ist die axiale Führung des Schraubbolzens und verhindert ein kraniales Auswandern ohne Fixierung des Bolzens. Der Schraubbolzen wird in drei Längen (70, 78 und 86 mm) hergestellt und wird nach der Länge des Schenkelhalsstumpfes (Bone stump) ausgewählt.

Er besteht aus hochfester CoCrMo-Schmiedelegierung. Der Laschenkopf wird mit zwei Kortikalisschrauben fixiert, die in Bezug zur Femurachse leicht versetzt eingebracht werden. Diese Versetzung ist zur Vermeidung einer Sollbruchstelle des Femurknochens wichtig. Die Druckscheibenprothese kann laut Hersteller mit verschiedenen Systemkomponenten für die Hüftpfanne kombiniert werden (50, 93).



**Abbildung Nr.1a:** Endprothesenkomponenten mit Scheibenteil, Schraubbolzen, Laschenkopf und Kortikalisschrauben (mit freundlicher Genehmigung der Sulzer medica ®)



**Abbildung Nr. 1b:** Verankerung der Druckscheibenprothese im Femur (mit freundlicher Genehmigung der Sulzer medica®)

Eine weitere Besonderheit der Druckscheibenprothese ist die extramedulläre, metaphysäre Verankerung des Scheibenteils im Gegensatz zur zementfreien oder zementierten intramedullären Hüftendoprothese (50).

Durch die Auflage der Druckscheibe auf den osteotomierten Schenkelhalsstumpf wird die physiologische Belastung mit Erhaltung des Spannungsdiagramms weitgehend erhalten.

Das Spannungsdiagramm setzt sich aus Druckspannung der medialen Seite und Zugspannung der lateralen Seite zusammen, die bei physiologischem CCD-Winkel um  $126^\circ$  bis  $128^\circ$  in einem besonders günstigen Verhältnis biomechanisch stehen. Bei verkleinertem CCD-Winkel, wie zum Beispiel bei der Coxa vara, ist die Druck- und Zugspannung verstärkt und verschiebt sich zugunsten der Zugspannung.

Bei der Coxa valga ist der CCD-Winkel vergrößert und es besteht eine reine Druckbelastung (6, 50, 95).

Diese Winkelveränderung bewirkt eine höhere Beanspruchung des Femur und kann nach dem Wolff'schen Gesetz zur Atrophie oder zum Zusammenbruch des Knochens führen. Bei implantierter Druckscheibenprothese kommt es zum „stress shielding“ mit nachfolgender Lockerung. Bei Untersuchungen durch Spannungsanalysen mit Dehnungsmessstreifen bei implantierter Druckscheibenprothese konnte gezeigt werden, dass die physiologische Belastung am proximalen Femur weitgehend erhalten bleibt (6, 43, 50, 95). Da die Druckscheibenprothese in der Schenkelhalslängsachse liegt und im Gegensatz zur Schaftendoprothese keinen kurbelförmigen Halt im intramedullären Raum benötigt, findet man auch nur geringe Scherkräfte, die nach Gruen in verschiedenen Zonen des Implantates zu Lockerungen führen können (33).



**Röntgenaufnahme Nr. 1**

Die Konstruktion der Druckscheibe mit dem Prinzip eines dynamischen Systems erlaubt es, Belastungen auf den Femurhals einzuleiten, ohne den Laschenkopfsitz am lateralen Femurschaft zu gefährden (50).

Bei einer zu erwartenden Standzeit der heutigen Hüftendoprothesen von durchschnittlich 15-20 Jahren besteht eine OP-Indikation dann, wenn es nicht zur vollständigen Zerstörung des Hüftgelenks und zur Arthrode mit deutlicher Einschränkung der Lebensqualität kommen soll. Gelenkersetzende Wechseloperationen sind besonders bei jüngeren Patienten erforderlich, da durch die frühe endoprothetische Versorgung und höhere Freizeitaktivität Lockerungen gehäuft festzustellen sind.

Außerdem erschweren Knochenveränderungsprozesse die dauerhafte Verankerung der Endoprothese (98).

Diese Prozesse sind zum einen die physiologischen Umbauprozesse des jungen Knochens, zum anderen das „bone modelling“ im Alter. An- und Abbau von Knochen verhalten sich wie ein Reglersystem. Dieses System verändert sich bei gleicher Beanspruchungsrichtung und -art nicht, die Verteilung der Knochenmenge und Ausrichtung der Spongiosatrabekel bleibt gleich.

Es entwickelt sich ein Fließgleichgewicht zwischen An- und Abbau. Nach der funktionellen Anpassung wird aus dem jungen, schlanken, dickwandigen Röhrenknochen ein im Durchmesser zunehmender, dünnwandiger Knochen (95). Nach Abschluss des Wachstums ist das Knochengewebe aber weiterhin in ständigem Umbau befindlich, verursacht durch Anpassung an veränderte Krafteinleitung (sog. „bone remodelling“).

Bei Einsatz eines künstlichen Hüftgelenkes wird die biomechanische Situation bzw. die Beanspruchungsrichtung und -art verändert. Dies führt nach dem Wolff'schen Gesetz bei einer Minderbelastung zur Atrophie des Knochens und bei Überschreitung der Beanspruchung zum Zusammenbruch der Knochenmasse und somit zur Lockerung der Endoprothese (45, 100). Bei Patienten im jüngeren und mittleren Alter führt eine erhöhte Aktivität in der Freizeit, zum Beispiel bei sportlicher Belastung, zu einer zusätzlichen Belastung der Endoprothese. Dies trifft besonders auf endoprothetisch versorgte Patienten mit avaskulärer Femurkopfnekrose zu, deren Inzidenz sich gegenüber der Coxarthrose wesentlich früher zeigt (31, 47).

Die Druckscheibenprothese ist nach heutigem Kenntnisstand bei dem Vorliegen einer Coxarthrose eine gute Alternative gegenüber der schaftverankerten Endoprothese. Dennoch müssen Abstriche aufgrund der knöchernen Gegebenheiten und der Grunderkrankung gemacht werden. Relative Kontraindikationen bestehen bei der Femurkopfnekrose mit intratrochantärem Verlauf der Nekrose selbst oder auch beim Knochenmarksödem. Es besteht der Verdacht, dass beim Vorliegen einer ausgeprägten Nekrose der Knochen soweit vorgeschädigt ist, dass die Endoprothese keine ausreichende Abstützung findet (16, 17, 21, 46, 80).

Um die physiologische Krafteinleitung der Druckscheibenprothese auf die Kortikalis zu erreichen, sollte die Endoprothesenachse mit der ehemaligen Schenkelhalsachse nahezu identisch sein.

Je valgischer die Druckscheibenprothese implantiert wird, umso eher entspricht die mechanische Situation einer intramedullär verankerten Schaftprothese. Ein Vorteil der Druckscheibenprothese, die physiologische Spannungsverteilung, wäre zunichte gemacht. Bei einem vermehrten Druckscheiben-Diaphysen-Winkel (DsD-Winkel) außerhalb von 125-135° kommt es zu verstärkten Scherkräften, die zur Lockerung der Druckscheibenendoprothese führen können.

Somit liegt bei Abnormität des CCD-Winkels über oder unter 125-135° eine relative Kontraindikation vor (31, 43, 95).

Ein Implantationsalter der Patienten unter 50 Jahren erfordert jedoch - wie bei Implantation einer konventionellen Endoprothese - eine strenge Indikationsstellung für die Druckscheibenprothese in Anbetracht des Hüftgelenkersatzes als „point of no return“. Dennoch lässt sich bei manchen Patienten die Operation nicht weiter hinauszögern, da die Lebensqualität aufgrund der zunehmenden Arthrose abnimmt. Gerade hier hat die Druckscheibenprothese gegenüber der konventionellen Schaftverankerung durch die sparsame Knochenresektion im Schenkelhals einen Vorteil (13, 35, 40, 80).

Bei älteren Patienten, die man nach der Operation nicht ausreichend unter Teilbelastung der operierten Extremität mobilisieren kann, wird die Druckscheibenprothese nicht empfohlen. Mit der Vollbelastung sollte man erst beginnen, wenn die Vorspannung zwischen der Druckscheibe, dem Bolzen und der Lasche im knöchernen Lager nachgelassen und die Osseointegration der Druckscheibe gegeben ist.

Auch bei fortgeschrittener Osteoporose ist kein ausreichender Halt im Knochenlager zu erwarten, so dass bei Belastung die Druckscheibenprothese auswandert, oder es kann zur Fraktur des Knochens unterhalb der Endoprothese kommen. Niereninsuffizienz mit Beteiligung des Kalzium- und Phosphatstoffwechsels, Osteomalazie, Dialysepflichtigkeit und Kortikoidtherapie erfordern eine strenge Indikationsstellung zur Implantation einer Druckscheibenprothese, da für eine genügende Osseointegration ausreichend stabiler Knochen vorhanden sein muss (14, 29, 31, 44).

Ein weiterer limitierender Faktor der Druckscheibenprothese ist die Halslänge des Femurs. Es stehen drei Bolzenlängen der Druckscheibenprothese zur Implantation zur Verfügung, die der Femurhalslänge entsprechend ausgemessen werden. Bei Über- oder Unterschreitung dieser Messwerte kann die Druckscheibe nicht unter die nötige Vorspannung gesetzt werden oder der Bolzen findet keine Verbindung.

So kann es bei Vorliegen einer Coxa vara mit verkürztem Femurhals oder bei Hüftdysplasie mit verstärkter Antetorsion zu intraoperativen Komplikationen kommen. Wenn der Durchmesser des Femurhalses zu klein ist und die kleinste Größe der Druckscheibe (40s) nicht auf das Knochenlager passt, besteht während der Implantation die Gefahr einer Fraktur im Auflagenbereich, die danach das Lager instabil werden lässt.

Diese Sachverhalte fordern eine exakte präoperative Skizzenplanung anhand der Nativröntgenaufnahmen des zu operierenden Hüftgelenkes in zwei Ebenen (anterior-posteriorer und axialer Strahlengang), um entsprechende intraoperative Komplikationen im Vorfeld ausschließen zu können (30, 31, 93).

## 2.2 Patientenkollektiv

Es handelt sich bei der vorliegenden Untersuchung um eine klinische, prospektive Studie zur Beurteilung der Druckscheibenprothese Mark III (Fa. Sulzer Orthopedics) bei Erkrankung des proximalen Femurs durch avaskuläre Femurkopfnekrose. Die Untersuchung erfolgte in der Orthopädischen Klinik am Klinikum der Justus-Liebig-Universität Gießen. Im mittelfristigen Untersuchungszeitraum von Mai 1994 bis April 1999 wurden Daten von 63 Patienten, die an einer Femurkopfnekrose erkrankten, erhoben. Für die Erhebung der Untersuchungsdaten wurden alle Patienten, soweit möglich, nach einem definierten Schema aufgenommen: Anamnese; klinische Untersuchung; soweit möglich Standard-Röntgenaufnahmen im anterior-posterioren und axialen Strahlengang; T1- und T2-gewichtete Magnetresonanztomographie; operationsbedingte Einflüsse und Operationsbericht; postoperativer Follow-up nach 3, 6, 12 Monaten, dann in jährlichen Abständen mit entsprechender Röntgenkontrolle.

Weiterhin wurden Variablen mit in die Studie aufgenommen, die Einfluss auf das mittelfristige Ergebnis hätten haben können: Stadieneinteilung der Ausbreitung der Femurkopfnekrose nach eigener Einteilung, CCD-Winkel, DsD-Winkel, Risikofaktoren und Grunderkrankung.

Die erhobenen Daten und Befunde wurden auf standardisierten Auswertungsbögen (siehe Anhang, Seite 26 und 27) dokumentiert.

Einige Patienten konnten nicht ausgewertet werden, da sie der Aufforderung der Nachuntersuchung nicht nachkamen und so kein lückenloses Follow up erstellt werden konnte.

Aufgrund des zur Femurhalsachse senkrecht verlaufenden Osteotomieschnittes wurde der proximale Anteil des Femurs in jeweils vier Abschnitte parallel zur Osteotomiezone eingeteilt.

Diese Einteilung ermöglichte es, präoperativ die Ausbreitung der Osteonekrose im Femur festzuhalten und mit den Verlaufsergebnissen nach der Operation zu vergleichen (siehe Zeichnung Nr.1).

**Zeichnung Nr. 1**

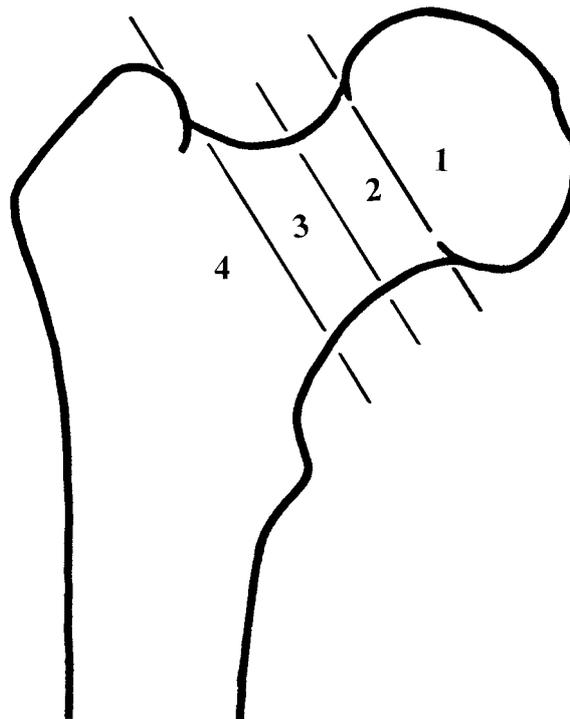


Abbildung Nr. 2a

**HKN-Patientenerfassung**

Prä-op	3.Monat	6.Monat	12. Monat	24. Monat	36. Monat	48.Monat
--------	---------	---------	-----------	-----------	-----------	----------

**Patienten-Nummer:****U.T.-Datum:****Nachname:****Vorname:****Geburtsdatum:****Geschlecht:** weiblich / männlich**Operationsdatum:****Labor-Datum:**

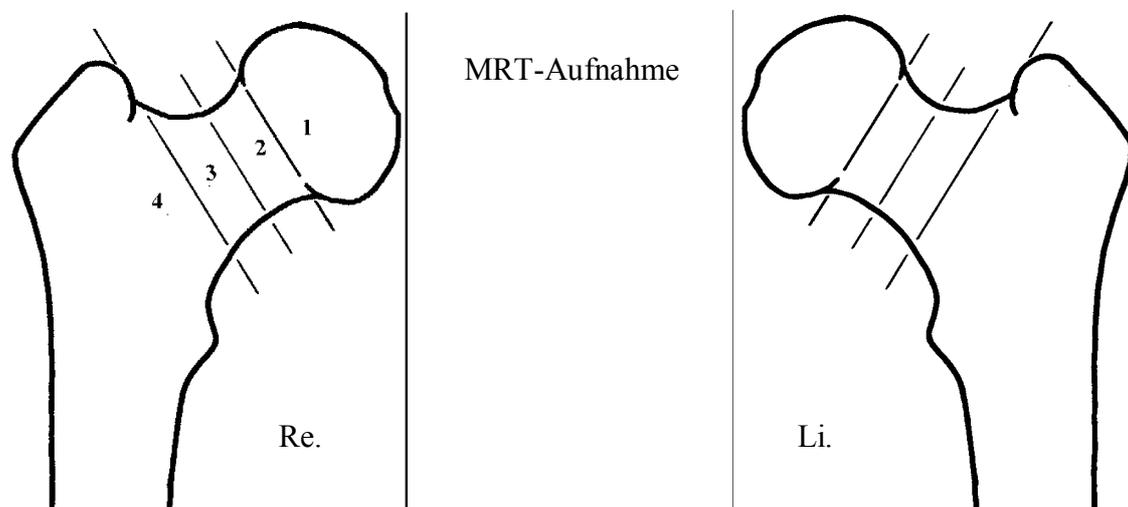
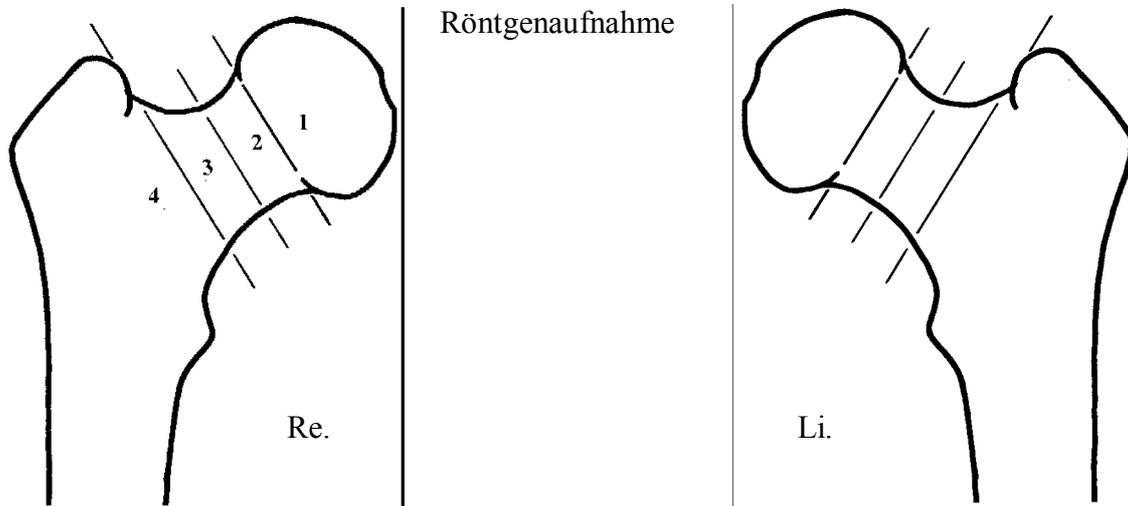
<b>CRP:</b>	<b>Leukozyten:</b>	<b>BSG:</b>
-------------	--------------------	-------------

**Hüftseite:** links / rechts / bds**CCD-Winkel:** prä-Op: post-Op:**DSP-Lockerung:** ja / nein Datum:**Ersatzimplantat:** Ursache:**MRT-Datum:****Risikoerkrankung:****Risikofaktoren:****Nebendiagnosen:****Kommentar:**

Abbildung Nr. 2b:

## Eigene Stadieneinteilung

Capital	prox. Collum	distale Collum	metaphy. Femur
Stadium I	Stadium II	Stadium III	Stadium IV



Im mittelfristigen Untersuchungszeitraum von Mai 1994 bis April 1999 wurden die Daten von insgesamt 63 Patienten, die an einer Femurkopfnekrose erkrankt waren, erhoben. Im Verlauf beurteilt wurden aber nur jene Patienten, die im Rahmen ihrer Erkrankung mit einer Druckscheibenprothese versorgt worden waren und ab dem 2. postoperativen Monat hinweg ausreichend radiologisch und klinisch nachuntersucht und dokumentiert werden konnten.

Von diesen 63 Patienten wurden 12 Patienten mit Femurkopfnekrose miterfasst, nicht aber in die mittelfristige Statistik mit aufgenommen, da eine andere operative Methode gewählt wurde. Hier kam ein anderes Therapieverfahren zum Greifen.

Bei vier dieser 12 Patienten war aufgrund des milden Verlaufes der Femurkopfnekrose keine Druckscheibenprothese implantiert worden, sondern es wurde auf ein anderes Gelenk erhaltendes operatives Verfahren zurückgegriffen.

Die verbleibenden acht Personen der 12 Patienten wurden aufgrund der stark fortgeschrittenen Femurkopfnekrose mit einer konventionellen Schaftendoprothese versorgt.

Weitere 12 Personen mit Femurkopfnekrose konnten nur bis zum Zeitpunkt des ersten postoperativen Monats verfolgt werden, da sie zu den folgenden Nachuntersuchungszeitpunkten nicht mehr erschienen sind. Deshalb konnten von den verbleibenden 51 Patienten, die mit einer Druckscheibenprothese versorgt worden waren, nur die Ergebnisse von 45 Eingriffen bei 39 Patienten in die mittelfristige Auswertung aufgenommen werden.

Insgesamt wurden von diesen ursprünglich 63 an einer Femurkopfnekrose erkrankte Patienten 12 Patienten aufgrund fehlender beziehungsweise unvollständiger Verlaufsdaten und 12 Patienten wegen Auswahl eines anderen operativen Verfahrens nicht in die Studiauswertung mit einbezogen. Bei den verbleibenden 39 Patienten wurde in sechs Fällen beidseitig eine Druckscheibenprothese implantiert, so dass in die Auswertung 45 Untersuchungsfälle eingingen. Die mittlere Untersuchungszeit dieser 45 Druckscheibenprothesen betrug 21,2 Monate mit einer Mindestnachuntersuchungszeit von zwei Monaten und einer maximalen Nachuntersuchungszeit von 57 Monaten.

Die Auswahl der Risikofaktoren und -erkrankungen wurden so definiert, dass die Faktoren, die in irgendeiner Weise einen Einfluss auf die Entstehung einer Femurkopfnekrose und den Verlauf des Prothesensitzes hätten haben können, festgehalten wurden. Teilweise wurden jene Patienten, die diese Faktoren wie Tumore,

Osteoporose, Knochenstoffwechsel beeinträchtigende Nierenerkrankungen aufwiesen von der Implantation einer DSP ausgeschlossen. Im Untersuchungskollektiv fanden sich bei fünf Patienten keinerlei Risikofaktoren für die Entstehung einer Femurkopfnekrose.

### 2.3 Anamnese

Bei der Anamneseerhebung wurden Name und Alter der Patienten festgehalten. Ebenso wurden Funktionseinschränkungen in Bezug auf Belastbarkeit, Beweglichkeit, schmerzfreie Gehstrecke und Benutzung von Gehhilfen vermerkt. Schmerzlokalisation, -dauer und -ausstrahlung wurde erfragt und klinisch untersucht. Berücksichtigt wurde bei der Schmerzangabe auch die Art und Menge eingenommener Schmerzmittel. Zur Bewertung der vorwiegend subjektiven Beschwerden der Patienten wurde die Harris-Hip-Score Klassifikation herangezogen.

Es wurde nach Unfällen sowie bekannten Risikofaktoren für eine Femurkopfnekrose gefragt. Auch wurden Nebendiagnosen weiterer Erkrankungen aufgenommen.

### 2.4 Datenerhebung anhand standardisierter Erhebungsbögen

Für die Erfassung der Daten wurde der Harris-Hip-Score herangezogen und ein standardisierter Fragebogen entworfen (siehe Anhang).

Diese Klassifikation wurde für die Untersuchung verwendet, da sie das international am weitesten verbreitete Nachuntersuchungsschema darstellt (78). Er berücksichtigt die Zufriedenheit der Patienten im Alltag, das sogenannte „outcome research“. Auf diese Weise ist die Vergleichbarkeit der eigenen Ergebnisse mit jenen anderer Studien gegeben, die das subjektive und zum Teil auch das objektive Befinden der Patienten nach Implantation einer Endoprothese verfolgen.

Da beim Harris-Hip-Score zu 91% subjektive und zu 9% objektive Anteile enthalten sind, wurde in der vorliegenden Studie ein zweiter Bogen (siehe Seite 26 und 27) entworfen. So konnten zusätzliche, objektive Kriterien eruiert werden, die als Maßstab zur Indikation der Druckscheibenprothese bei Vorliegen der Diagnose einer Femurkopfnekrose dienen.

Bei diesen objektiven Kriterien wurde großer Wert auf die radiologischen Befunde gelegt. Zu diesem Zweck wurde 1994 ein Schema entwickelt, das zur Beurteilung der Ausbreitung der Femurkopfnekrose in der MRT und in den Nativröntgenaufnahmen diente. Es wurde das Collum femoris in vier parallele Bereiche in Stadien aufgeteilt, die senkrecht zur Achse des Femurhalses verlaufen. Das Stadium I füllt den Femurkopf aus, die Stadien II und III unterteilen den Femurhals in einen proximalen und distalen Anteil. Stadium IV gibt den metaphysären Bereich wieder (siehe Seite 25).

Die präoperative Ausbreitung der Femurkopfnekrose wurde mit dem postoperativen Ergebnis verglichen. Es konnten so eine korrekte Implantatlage, Lockerungszeichen und Lockerungen beurteilt werden, ohne auf die Einschätzung der Schmerzangabe der Patienten eingehen zu müssen.

Die Röntgenaufnahmen des operierten Hüftgelenkes im anterior-posterioren Strahlengang wurde in einer Innenrotationsstellung in einem Winkel von mindestens  $10^\circ$  und maximal  $20^\circ$  angefertigt, da der Auflagebereich der Druckscheibe am Schenkelstumpf nur dann korrekt beurteilt werden konnte. Bei dieser Spezialaufnahmetechnik ist der Auflagebereich der DSP orthograd getroffen und kann so problemlos begutachtet werden.

Besonders in Augenschein genommen wurde der Caput-Collum-Diaphysenwinkel (CCD-Winkel) als auch der Druckscheiben-Diaphysen-Winkel (DsD-Winkel). So konnte bei Abweichungen eine Lockerung und eventuell deren Ursache festgestellt werden. Ebenso wurde im Follow-up die knöcherne Auflagefläche der Druckscheibe am Schenkelhals beobachtet. Hier wurde beurteilt, ob eine Knochenatrophie aufgetreten ist. Im Verlauf des Schraubbolzens wurde das knöcherne Lager kranial und kaudal beurteilt, ob ein Reaktions- und Lysesaum entstanden ist.

Der kortiko-spongiose Bereich zwischen Schraubbolzen, Kalkar und proximaler Laschenschraube wurde begutachtet, denn hier lassen sich gegebenenfalls ein Reaktions- und Lysesaum sowie das Einsinken der Druckscheibe beurteilen. Aufgrund der Frage nach einem Laschenschmerz oder einer Lockerung der Lasche im Auflagebereich an der lateralen Femurkortikalis wurde auch hier in den Kontrolluntersuchungen die Auffälligkeiten vermerkt.

Es erfolgte eine Datenanalyse anhand der klinischen und radiologischen Befunderhebungen, bei der auch Nebendiagnosen und Risikofaktoren festgehalten wurden. Der präoperativ bestandene klinische und radiologische Befund mit der

Einteilung der Nekroseausbreitung wurde mit den einzelnen Follow-up-Daten der Patienten chronologisch festgehalten. Beim Auftreten von Lockerungszeichen oder Verschlechterung des Follow-up wurde die präoperative Lage und Ausdehnung der Femurkopfnekrose mit dem postoperativen Befund verglichen, so dass eventuelle Zusammenhänge und Ursachen erkannt werden konnten.

Dabei wurde bei jedem Follow-up der Harris-Hip-Score dokumentiert, um die Veränderung klinisch festhalten zu können. Am Ende der Statistik wurde dann nach Kaplan Meyer die Überlebensrate der Druckscheibenprothese über 60 Monate dargelegt.

## 2.5 Untersuchung der Patienten

### 2.5.1 Klinische Untersuchung

Bei der klinischen Untersuchung wurde das Gangbild auf Schonungs- und Verkürzungshinken überprüft. Der Patient wurde im entkleideten Zustand aufgefordert, vor dem Untersucher eine kurze Strecke hin und her zu gehen, um ein Duchenne-Hinken festzustellen und im Stehen ein Trendelenburg Zeichen erkennen zu können.

Der Zustand der benachbarten Gelenke wurde auf Voroperationen, Durchblutung, Motorik und Sensibilität untersucht, um möglicherweise eine Schonung oder Mehrbelastung des operierten Hüftgelenkes festhalten zu können.

Präoperativ wurde die Beinlänge und der Beckengeradstand überprüft, um postoperative Veränderungen mit Beschwerden als Hinweis für eine Lockerung der Endoprothesen bewerten zu können.

Ebenso wurde der Trochanter- und Leistendruckschmerz, Bewegungs- und Schmerzumfang des operierten Hüftgelenks entsprechend der Neutral-Null-Methode festgehalten, um den Verlauf beurteilen zu können. Kontrakturen und Muskelinsuffizienzen wurden beim liegenden und stehenden Patienten dokumentiert.

### 2.5.2 Röntgendarstellung

Die prä- und postoperativen Röntgenaufnahmen wurden in der Röntgenabteilung der Orthopädischen Klinik am Klinikum der Justus-Liebig-Universität Gießen durchgeführt. Die hierfür verwendete Röntgenanlage vom Typ Polydoras 50 der Firma Siemens ist in Erlangen hergestellt worden.

Die Belichtungszeit der Röntgenfolien der Firma Dupont betrug 8 mS und wurde mit einer Stromstärke von 46 KV bestrahlt. Die Entwicklung wurde durch ein Gerät der Firma Dupont T 5a durchgeführt.

Es wurde für die präoperative Planung der Operation Röntgenaufnahmen im anterior-posterioren Strahlengang bei der Beckenübersichtsaufnahme und eine Lauenstein-Aufnahme der betroffenen Hüftseite angefertigt. Beim anterior-posterioren Strahlengang wurde das betroffene Bein mit einem Winkel um  $10^\circ$  innenrotiert, soweit dies von dem Patient toleriert wurde.

Es hat sich gezeigt, dass dieser leichte Innenrotationswinkel von  $10-15^\circ$  für die präoperative Planung und für die Festlegung des CCD-Winkels besser geeignet ist als die konventionelle Aufnahme (32). Auch erlaubt der orthograde Strahlengang die genauere Beurteilung der Nekrosezone anhand des Trabekelverlaufes des Femur und des Auflagenbereichs der Druckscheibe in den postoperativen Röntgenaufnahmen.

Präoperativ wurden auf diese Weise Trabekelstruktur, Sklerosezonen, Zysten und subchondrale Frakturen beurteilt und dokumentiert. Der CCD-Winkel wurde gemessen und mit der postoperativen Stellung der Druckscheibenprothese verglichen.

Der Druckscheiben-Diaphysen-Winkel (DsD-Winkel) sollte zwischen  $120-140^\circ$  liegen (31), um die physiologische Krafteinleitung in den Knochen zu gewährleisten und eine Lockerung oder ein Ausbrechen der Prothese aus dem Femurlager zu vermeiden. Keine der implantierten Prothesen hat diesen DsD-Winkel über- oder unterschritten. Auch hier ist die Innenrotationsstellung in einem Winkel von  $10-15^\circ$  bei der Anfertigung der Röntgenaufnahmen erfolgt.

Untersucht wurde eine Differenz von über  $10^\circ$  zwischen CCD-Winkel und postoperativen DsD-Winkel. Auf diese Weise konnten angeborene oder erworbene variable Knochendeformationen mit verändertem Trabekelverlauf beurteilt werden. Die Druckscheibe sollte sich in einem rechten Winkel zur Trabekelstruktur befinden, um die Krafteinleitung soweit wie möglich physiologisch weiterzugeben (43, 50).

Von den 45 operierten Hüftgelenken lagen in 42 Fällen ein präoperatives und ein postoperatives Röntgenbild im anterior-posterioren Strahlengang und eine Lauenstein-Aufnahme vor, so dass ein Vergleich des CCD-Winkels und des DsD-Winkels möglich war. Postoperativ wurde auf entstandene Sklerosezonen am metaphysären Bereich geachtet und im Follow-up vermerkt.

Ein besonderes Augenmerk wurde postoperativ auf die knöcherne Auflagefläche der Druckscheibe, eine periprothetische Saumbildung oder periartikuläre Ossifikation gelegt. Die periprothetische Saumbildung und das Aufsitzen der implantierten Druckscheibenprothese auf der Osteotomiezone wurden besonders hinsichtlich eines Lockerungszeichens betrachtet. Es wurde versucht, eine Beziehung zur periprothetischen Saumbildung und dem Prothesensitz herzustellen. Auch ein übergroßer Spalt zwischen Druckscheibe und Osteotomiezone durch Knochenatrophie in der postoperativen Röntgenkontrolle wurde in Hinblick auf eine Lockerung untersucht.

### 2.5.3 Magnetresonanztomographische Untersuchung der Hüftgelenke

Zur Beurteilung der Nekrose wurde die MRT gewählt, weil sie sich besonders gut für die Fragestellungen im Knochenmarkraum eignet (26). Sie hat sich zur Methode der Wahl für die Erkennung der Femurkopfnekrose und deren Ausbreitung im Vergleich zu den Nativröntgenaufnahmen und der CT entwickelt.

Dies nicht zuletzt auch deshalb, weil bei der MRT im Gegensatz zur Röntgenuntersuchung und zu der Computertomographie keine Strahlenbelastung auftritt. Die Strahlenbelastung des Patienten beträgt durchschnittlich beim Nativröntgenbild 0,29 mSv und beim CT 10-20 mSv (78, 83).

Die MRT-Aufnahmen wurden in der Abteilung Diagnostische Radiologie am Klinikum der Justus-Liebig-Universität Gießen durchgeführt. Die Aufnahmen erfolgten in üblichen planparallelen Schichtebenen. Es wurde ein 1,5 T Magnetom der Fa. Siemens eingesetzt. Bei allen Patienten mit einem MRT wurden zwei Messsequenzen gefahren:

- T1-gewichtet coronar 500/15 ms SE, sagittal 650/15 ms SE rho
- T2-gewichtet SE rho und coronar 2000/25/90 ms

Bei den 23 Patienten, bei denen eine MRT im Rahmen der Eingangsuntersuchung gefertigt worden war, wurde die Ausbreitung der Femurkopfnekrose beurteilt. Als Richtlinie wurde die Reparationszone/Resorptionszone („double line sign“) und die ödematöse Knochenschwellung im T2-gewichteten Bild verwendet.

Bei denjenigen Patienten, bei denen kein MRT des Hüftgelenkes vorlag, wurde versucht, aufgrund der Trabekelstruktur in der Nativröntgenaufnahme im anterior-posterioren Strahlengang die Ausbreitung der Femurkopfnekrose zu beschreiben.

Zur Beurteilung der Femurkopfnekrose in den Röntgenaufnahmen und in der MRT wurde eine hauseigene Einteilung der Ausbreitung der Femurkopfnekrose im Caput und im Collum des Femurs definiert (siehe Seite 25). Es wurde hierfür der proximale Femurabschnitt in vier gleich große, zur Achse senkrecht verlaufende Abschnitte aufgeteilt und als Stadium I bis IV beziffert.

In diese Einteilung wurde das Ergebnis der Röntgen- und der MRT-Untersuchung eingetragen, um diese später beurteilen zu können. Es wurde untersucht, ob die Femurkopfnekrose und das Markraumödem das operative Gebiet tangierte und ob ein Bezug zur späteren Prothesenlockerung bestand. Es wurde der tiefste, fortgeschrittenste Punkt der Femurkopfnekrose in der Ausdehnung dokumentiert.

Die Ergebnisse der Magnetresonanztomographie wurden mit dem Röntgenbefund im postoperativen Verlauf verglichen.

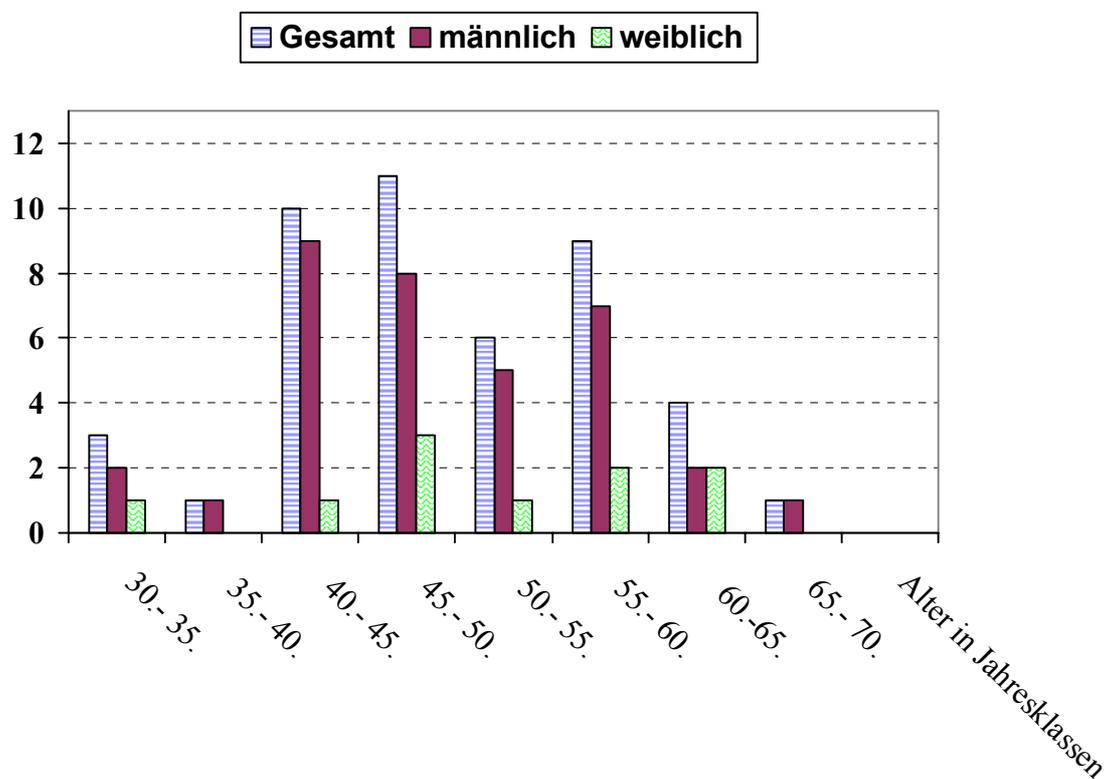
### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Alters- und Geschlechtsverteilung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung konnten Daten von 45 Operationen bei 39 Patienten ausgewertet werden. Bei 6 Patienten wurde eine Druckscheibenprothese auf beiden Seiten implantiert. Es handelte sich um 10 Operationen bei weiblichen und um 35 Operationen bei männlichen Patienten.

Das durchschnittliche Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation betrug 49,5 Jahre, wobei der jüngste Patient 30 Jahre und der älteste Patient 66 Jahre alt waren. Das nachfolgende Diagramm zeigt die Altersverteilung des Gesamtkollektives mit einem Altersgipfel der Patienten zwischen 40 und maximal 60 Jahren.

**Abbildung Nr. 3: Alters- und geschlechtsspezifische Verteilung der operierten Patienten im Gesamtkollektiv sowie geordnet nach dem Geschlecht**



### 3.2 Risikofaktoren und –erkrankungen

Die Auswertung der ermittelten Risikofaktoren und –erkrankungen erfolgte sowohl in Bezug auf das Kollektiv der 39 operierten Patienten als auch in Bezug auf die daraus resultierender 45 operativer Eingriffe.

Die Patienten wiesen am häufigsten den Risikofaktor Adipositas auf. Fast die Hälfte der Patienten waren Raucher und über ein Drittel konsumierten täglich Alkohol in einer Menge, die mehr als 2 Gläsern Bier oder einem Glas Wein entsprach.

Eine Kortisontherapie oder Hormontherapie jedoch war nur selten vorhanden (siehe Tab. Nr.4).

<b>Tab. Nr. 4: Risikofaktoren im Kollektiv der Patienten bzw. im Kollektiv der Operationsfälle</b>		
Risikofaktor	bezogen auf die Patienten (n=39)	bezogen auf die Operationen (n=45)
	Anzahl	Anzahl
Nikotin	16	21
Alkohol <sup>1)</sup>	15	19
Adipositas	17	22
Kortisontherapie	1	1
Hormontherapie	1	1

<sup>1)</sup> Konsum von mehr als 2 Flaschen Bier oder 1 Glas Wein pro Tag

An Risikoerkrankungen dominierte im Patientenkollektiv die Hypertonie in fast einem Drittel der Fälle. Jeder 10. Patient litt an AVK, Hypercholesterinämie oder Hyperurikämie und jeder 5. Patient hatte Herzrhythmusstörungen, Diabetes mellitus oder eine rheumatoide Arthritis. Thrombose oder Hämochromatose wies jeweils nur ein Patient auf (siehe Tab. Nr. 5).

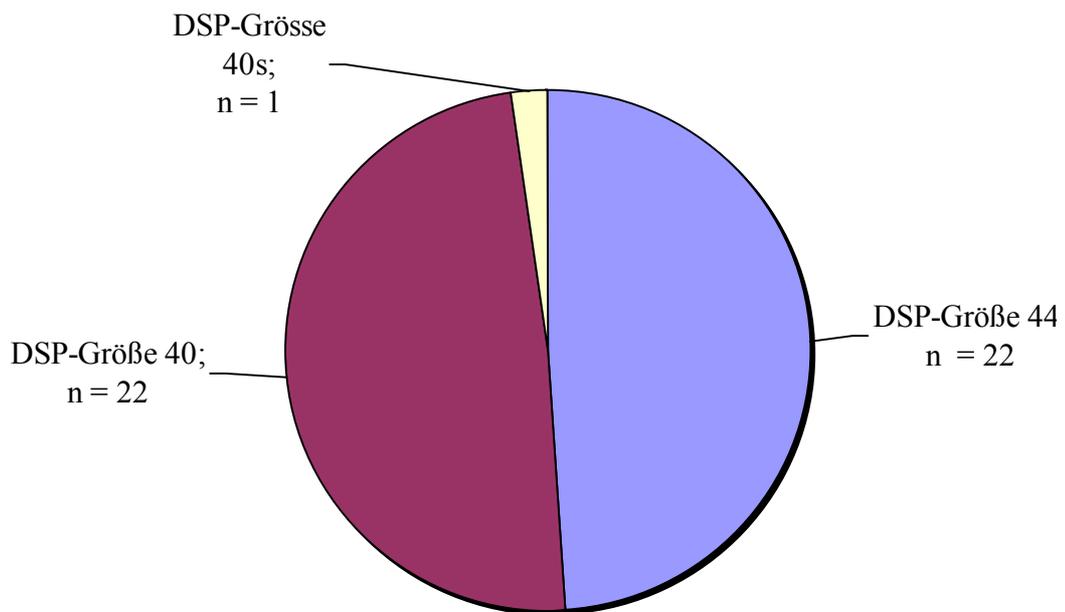
<b>Tab. Nr. 5: Risikoerkrankungen im Kollektiv der Patienten bzw. im Kollektiv der Operationsfälle</b>		
Risikoerkrankungen	bezogen auf die Patienten (n=39)	bezogen auf die Operationen (n=45)
	Anzahl	Anzahl
Hypertonie	11	12
Thrombosen	1	1
AVK	4	4
Herzrhythmusstörung	2	3
Hypercholesterinämie	4	4
Hyperurikämie	4	5
Diabetes mellitus	2	2
rheumatoide Arthritis	2	2
Hämochromatose	1	1

### 3.3 Seitenlokalisierung und verwendete Implantate

Von den 39 in die Studie aufgenommenen Patienten waren 13 beidseitig erkrankt. Es wurde aber nicht in jedem Fall, sondern nur bei sechs dieser 13 Patienten eine beidseitige Versorgung mit einer Druckscheibenprothese vorgenommen. Insgesamt wurden so 45 DSP implantiert, 23-mal rechts- und 22-mal linksseitig.

Bei den 45 Operationen wurden verschiedene Druckscheibengrößen verwendet. Es wurde in jeweils 22 Fällen die DSP-Größe 44 bzw. 40 eingesetzt und in einem Fall die DSP-Größe 44s (siehe Abb. Nr. 4).

**Abbildung Nr. 4: Verteilung der implantierten DSP-Größen  
im Operationskollektiv (n=45)**

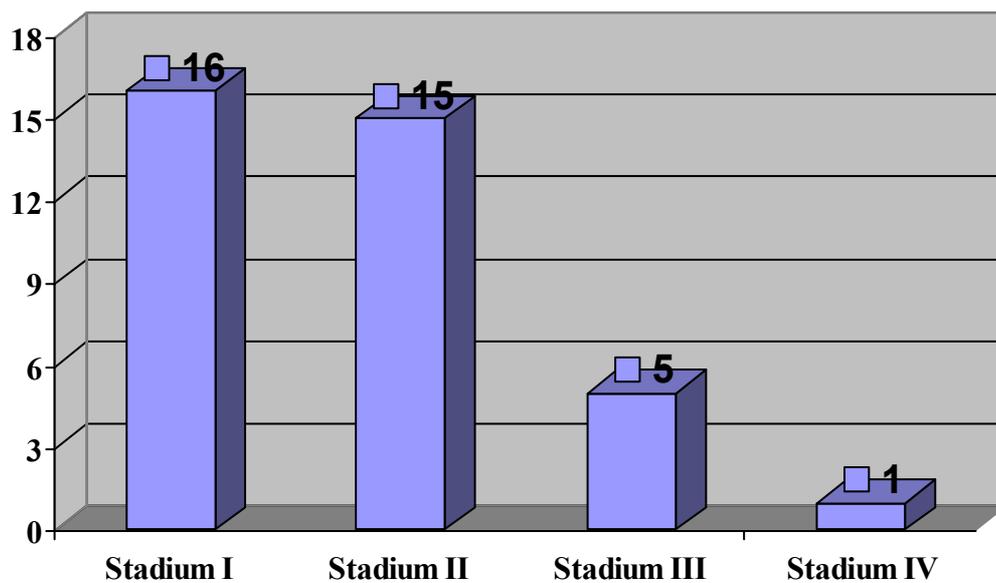


Die verwendeten Endoprothesenpfannen, die bei der Auswertung nicht ausführlich betrachtet wurden, sind bis auf eine Pfannendachplastik mit Eichlerring und PE-Pfanne ausschließlich zementfrei fixiert worden. Bei den 44 zementfreien Endoprothesenpfannen wurden 34 Balgrist-Spreizpfannen, 8 Alloclassic-Schraubpfannen, eine Spotorno-Expansionsschale und eine Duokopfprothese implantiert. Als Inlay wurde, bis auf die Duokopf-Verbindung eine Metasul-Gleitpaarung verwendet.

### 3.4 Röntgenologische und MRT-basierte Stadieneinteilung der Femurkopfnekrose

In den Röntgenaufnahmen in anterior-posterioren Strahlengang konnte die Nekroseausbreitung bei 37 Patienten ermittelt werden. Bei den 37 auswertbaren Patienten ergab sich in 16 Fällen das Stadium I, in 15 Fällen das Stadium II, in fünf Fällen das Stadium III und in einem Fall das Stadium IV (siehe Abbildung Nr. 5).

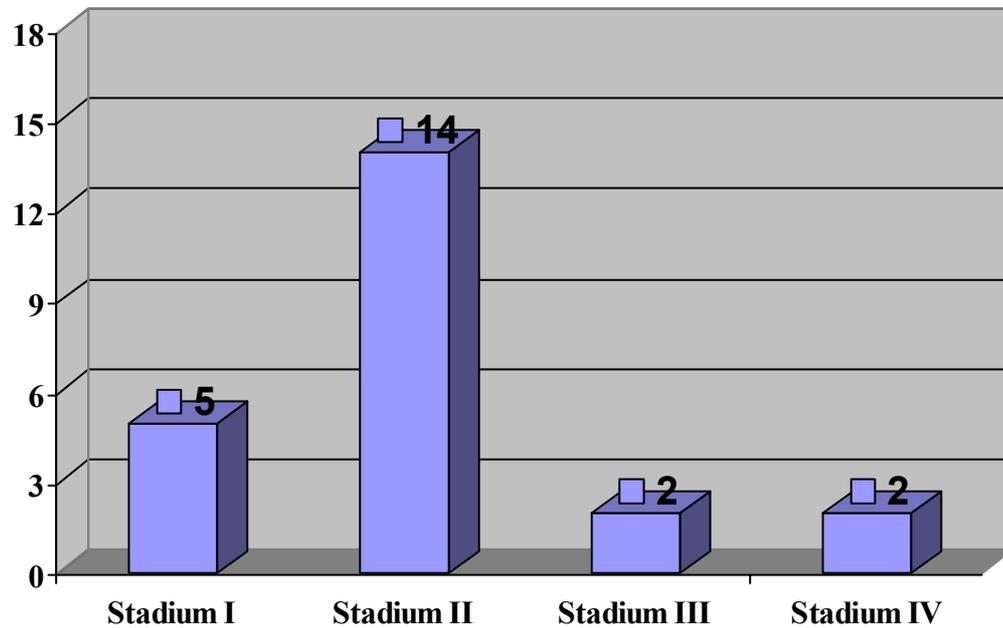
**Abbildung Nr. 5: Nativröntgenologische Einteilung der  
Femurkopfnekrose bei 37 auswertbaren Patienten**



Die Ergebnisse der MRT-basierte Nekroseausbreitung nach dem eigenen Bewertungsschema zeigt die Abbildung Nummer 6.

Bei den 23 auswertbaren Patienten ergab sich in fünf Fällen das Stadium I, in 14 Fällen das Stadium II, und jeweils in zwei Fällen das Stadium III bzw. IV.

**Abbildung Nr. 6: MRT-basierte Einteilung der Femurkopfnekrose bei 23 auswertbaren Patienten**



### 3.5 Präoperativer CCD-Winkel, postoperativer DsD-Winkel

Bei jeweils 42 Patienten konnten beide Winkelmaße (CCD- und DsD-Winkel) ermittelt werden. Wie die Tabelle 6 zeigt, fand sich zwischen beiden Winkeln ein geringer Unterschied von durchschnittlich 1,6 °.

**Tabelle Nr. 6:**

Prä- und postoperativer CCD-/DsD-Winkel im Kollektiv (n=42)		
Winkel	MW	Min. - Max.
CCD-Winkel	134,6	125 - 150
DsD-Winkel	133,0	127 - 140

MW = Mittelwert; Min. = Minimum; Max. = Maximum

### 3.6 Operationsbedingte Komplikationen

Im Rahmen der 45 Operationen kam es im postoperativen Verlauf in vier Fällen zu Komplikationen, die im Einzelnen dargestellt werden. Es handelte sich um drei männliche Patienten und eine weibliche Patientin, die alle nur einseitig operiert worden waren.

#### Fall Nr. 1:

Bei dieser weiblichen 30-jährigen Patientin trat einen Monat nach DSP-Implantation eine epifasziale Fistelung an der Operationsnarbe auf. Am 31. postoperativen Tag erfolgte die Revision der Fistel. Aus dem intraoperativen Wundabstrich konnte *Staphylococcus aureus* nachgewiesen werden. Die Patientin wurde gemäß dem Antibiogramm medikamentös therapiert. Der weitere Verlauf der Patientin war unauffällig.

#### Fall Nr. 2:

Bei diesem männlichen 39-jährigen Patienten entwickelte sich einen Tag nach der Operation eine Nachblutung. Am Folgetag wurde eine Revision vorgenommen, in deren Rahmen sich eine starke Blutung aus einer der Arteria circumflexa femoris entstammenden, gelenkversorgenden Arterie als Ursache herausstellte. Nach der Ligatur der Blutung wurde der Patient, ohne weitere Komplikationen zu entwickeln, in die Anschlussheilbehandlung entlassen. Ein Hinweis auf eine Infektion lag nicht vor.

#### Fall Nr.3:

Der männliche 56-jährige Patient entwickelte postoperativ ein intraartikuläres Hämatom, das am achten postoperativen Tag ausgeräumt werden musste. Intraoperativ zeigte sich bei diesem Eingriff ein großes organisiertes Hämatom, jedoch keine offene Blutung. Der Abstrich aus dem Wundgebiet ergab keinen Nachweis auf pathogene Keime.

#### Fall Nr. 4:

Bei diesem männlichen 47-jährigen Patienten wurde nach 39 Tagen postoperativ ein organisiertes Hämatom im Narbenbereich diagnostiziert. Im Rahmen der

Hämatomausräumung wurde ein Abstrich durchgeführt. Der weitere Verlauf zeigte sich unauffällig. Bei der mikrobiologischen Aufarbeitung ließen sich keine pathogenen Keime feststellen.

### 3.7 Follow-up des Harris-Hip-Scores

Der mittlere Follow-up umfasste 3,1 Untersuchungen pro Patient. Die kürzeste Nachuntersuchungszeit betrug 3 Monate, die längste dauerte 4 Jahre.

Der Harris-Hip-Score konnte präoperativ in 43 Fällen ermittelt werden, da bei zwei Patienten keine entsprechende Befragung möglich war.

Der durchschnittliche Scorewert betrug praeoperativ 42,5 Punkte (Maximalwert 100 Punkte) und war erwartungsgemäß schlecht. Dieser Scorewert stieg jedoch im postoperativen Verlauf erheblich an (siehe Tabelle 7 und Abbildung 7).

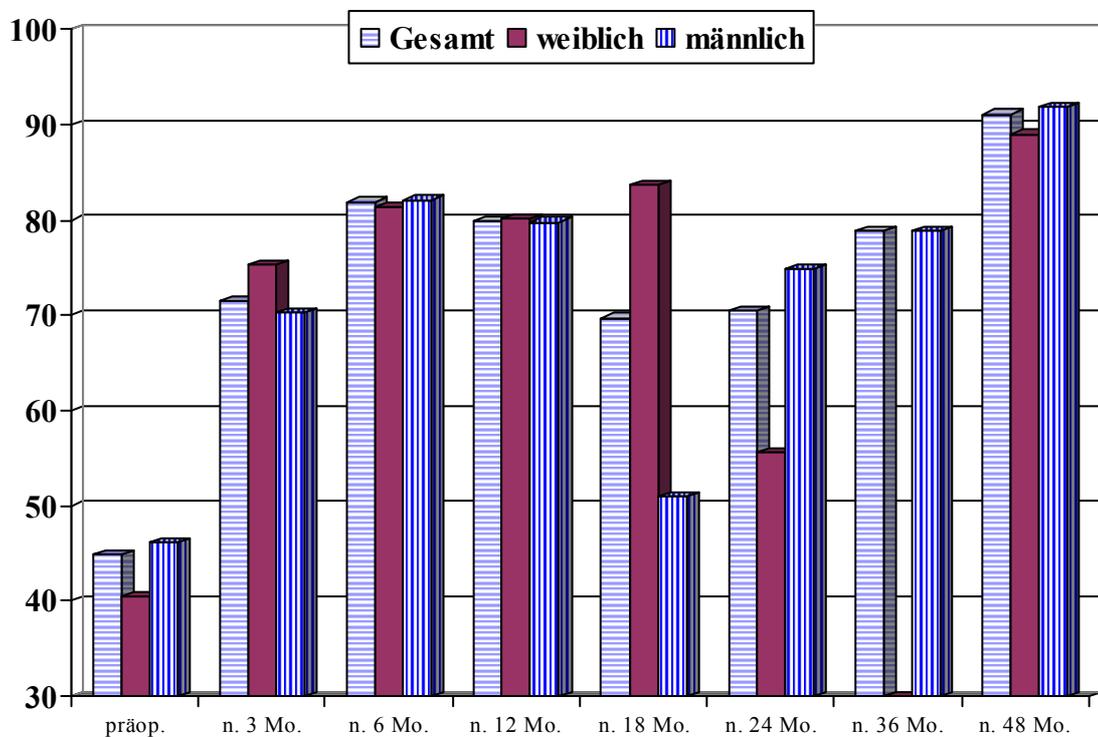
**Tabelle Nr. 7:**

Verlauf des Harris-Hip-Scores während des gesamten Follow up-Zeitraums			
Zeitpunkt	n	MW	Min. – Max.
präoperativ	43	42,5	6,8 - 74
nach 3 Monaten	27	71,5	29,4 - 91,0
nach 6 Monaten	25	81,9	56,7 - 95,0
nach 12 Monaten	21	79,9	35,7 - 94,7
nach 18 Monaten	7	69,7	25,2 - 95,0
nach 2 Jahren	9	70,5	25,2 - 96,5
nach 3 Jahren	6	78,8	49,7 - 96,5
nach 4 Jahren	4	91,1	89,0 - 93,0

MW = Mittelwert; Min. = Minimum; Max. = Maximum

Nicht nur alle postoperativen Harris-Hip-Scorewerte waren höher im Vergleich zum präoperativen Wert, es fanden sich auch noch 6 Monate postoperativ signifikant bessere Werte im Vergleich zum präoperativen Zeitpunkt und zum Zeitpunkt 3 Monate postoperativ. Allerdings kam es zwischen den Zeitpunkten 6 Monate und später nicht mehr zu relevanten Veränderungen des Harris-Hip-Scores (siehe Abbildung Nr.7).

**Abbildung Nr. 7: Verlauf des Harris-Hip-Scores (Maximalwert 100 Punkte) während des bis zu 4 Jahren dauernden Follow-up**

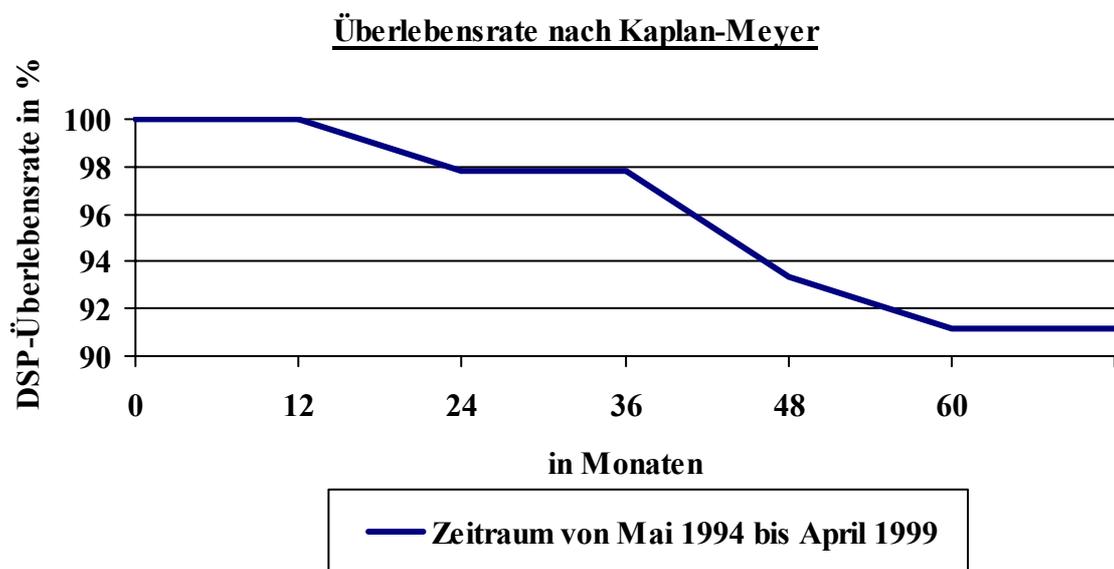


Die eigene Stadieneinteilung der Femurkopfnekrose, die aus der präoperativen Röntgenaufnahme in anterior-posterioren Strahlengang oder aus der MRT-Untersuchung ermittelt wurde, ergab keinen Unterschied zwischen den 4 Stadieneinteilungen und dem präoperativen Harris-Hip-Scorewert. Dies bedeutet, dass die Verbesserungen, die durch die Endoprothese erzielt wurden, stadienunabhängig waren. Sowohl im Früh- als auch im Spätstadium profitierten die Patienten von der Operation.

### 3.8. Lockerung der Druckscheibenprothese und klinische Auswertung

Im vorliegenden Patientenkollektiv mussten vier der ursprünglich 45 Druckscheibenprothesen im Verlauf wieder ausgebaut werden. Die vier Lockerungen der Prothesen ergaben sich im Nachuntersuchungszeitraum von 60 Monaten.

**Abbildung Nr. 8:**



Die Druckscheibenendoprothese zeigte eine Überlebensrate von 91,2% bei der Auswertung nach 60 Monaten gemäß nach Kaplan-Meyer.

Die vier Fälle werden nachfolgend ausführlich dargestellt. Es lagen eine septische und drei aseptische Prothesenlockerungen bei zwei männlichen und zwei weiblichen Patienten vor.

Im folgenden Abschnitt werden diese Lockerungen genauer untersucht:

#### 1. Fall:

Es handelte sich um einen männlichen 55-jährigen Patienten, der am linken Femur an einer nichttraumatischen Femurkopfnekrose erkrankt war. Vorgesehen war zunächst die Durchführung einer Flexions-Valgisations-Osteotomie.

In der MRT zeigte sich eine ausgeprägte Femurkopfnekrose im Hauptbelastungsbereich. Die Nekrose verlief bis in das proximale Collum des Femurs, so dass gemäß der eigenen MRT-Einteilung im Stadium II ausgehen konnte. Auch in den Röntgenaufnahmen im anterior-posterioren Strahlengang und in der Lauensteinaufnahme fand sich das entsprechende Korrelat.

Aufgrund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse wurde von einer Umstellungsosteotomie abgesehen und dem Patienten eine 40 mm-Druckscheibenprothese linksseitig implantiert.

Präoperativ hatte der Patient einen Harris-Hip-Score von 29,6 und einen CCD-Winkel von 139°. Als Risikofaktoren wurden Adipositas per magna, Hypercholesterinämie, Hypertonie, pAVK der unteren Extremitäten und Hyperurikämie diagnostiziert. Es lag zusätzlich ein Alkoholkonsum von 2-3 Flaschen Bier pro Tag vor.

Die Operation verlief regelrecht, so dass der Patient am 13. postoperativen Tag mit 10 kp Teilbelastung für 6 Wochen in die Anschlussheilbehandlung entlassen werden konnte. Zu diesem Zeitpunkt betrug der CCD-Winkel 128°.

Der Patient stellte sich ein Jahr später mit akuten Beschwerden in der linken Hüfte wieder vor. Linksseitig hatte der Patient im Vergleich zu dem vorherigen postoperativen Befund eine neu aufgetretene Beinlängenverkürzung von 1,5 cm. Bei der Röntgenuntersuchung fanden sich eine Varisierung der DSP und ein Bruch der beiden Kortikalisschrauben.

Bei der Wechseloperation ergab sich kein Hinweis auf eine Lockerung der Pfannenkomponente, so dass nach dem Ausbau der DSP eine zementfixierte MS-30-Schaftendoprothese implantiert wurde. Intraoperativ fand man eine Metallose im Bereich des Endoprothesenlagers sowie heterotope Ossifikationen am proximalen Femur. Es wurde ein mikrobiologischer Abstrich vorgenommen und das Narbengewebe histologisch aufgearbeitet, ohne dass ein auffälliges Resultat zu erheben war. Postoperativ entwickelte sich ein Fistelgang, der sich bis in den Neokapselbereich fortsetzte. Die Fistelexzision erfolgte 32 Tage nach der oben genannten Wechseloperation. Die mikrobiologische Aufarbeitung des intraoperativen Abstrichs ergab koagulasenegative Staphylokokken, die gemäß dem Antibioogramm medikamentös therapiert wurden. Die Endoprothese wurde belassen. Der Harris-Hip-Score betrug im dritten postoperativen Monat 61,5 Punkte, nach sechs Monaten 72,5 Punkte und nach 12 Monaten unter Beachtung der Lockerung 35,7 Punkte.

## 2. Fall:

Bei der weiblichen 54-jährigen Patientin mit Femurkopfnekrose betrug der präoperative Harris-Hip-Score 49 Punkte. Es lag praeoperativ eine Beinlängenverkürzung von 1,5 cm zu Ungunsten der später operierten Extremität vor. Der präoperative CCD-Winkel war  $136^\circ$ . Die Femurkopfnekrose wurde gemäß der eigenen MRT-Einteilung als Stadium III bewertet. Die Risikofaktoren der Patientin waren Adipositas und Hypertonie. Weitere Begleiterkrankungen in Form einer Struma nodosa und einer nicht kortisontherapierten Bronchitis lagen vor. Die Patientin war ehemalige Raucherin.

Es wurde eine 40 mm-Druckscheibenprothese linksseitig implantiert. Der DsD-Winkel betrug  $128^\circ$ , die praeoperative Beinlängendifferenz wurde intraoperativ ausgeglichen. Die histologische Aufarbeitung des entnommenen Femurkopfes ergab eine ältere Femurkopfnekrose ohne Anhalt auf eine floride Infektion.

Im Rahmen der postoperativen 1-Jahres-Kontrolle zeigte sich noch ein regelrechter beschwerdefreier postoperativer Verlauf. Der Harris-Hip-Score betrug 91,4 Punkte. Radiologisch zeigten sich ein periprothetischer Lysetsaum am proximalen Teil der Druckscheibenprothese sowie eine Weichteilossifikation im Bereich des Trochanter majors. Bei der 18-Monats-Kontrolle, bei der ein Harris-Hip-Score von 87,4 Punkten ermittelt wurde, gab die Patientin leichte Schmerzen im Bereich des Trochanter major an. Radiologisch gab es keine weiteren Veränderungen im Bereich des Lysetsaums. Dieser Befund veränderte sich bei der 2-Jahres-Kontrolle (Harris-Hip-Score 71,4 Punkte). Die Schmerzen am Trochanter major hatten nach Angaben der Patientin zugenommen und es wurde eine Beinlängenverkürzung links von 0,5 cm festgestellt. Zweieinhalb Jahre postoperativ wurde die Patientin mit typischen Entzündungszeichen im Bereich der linken Hüfte stationär aufgenommen.

Bei der nachfolgenden Punktion wurde frisches Blut aspiriert und zur mikrobiologischen Untersuchung gesandt. Im Röntgenbild zeigte sich eine Lockerung des Schraubbolzens, mit Auflösung des Schenkelhalsstumpfes im Bereich der Auflagefläche der Druckscheibe, so dass die Druckscheibe eingesunken war. Die laborchemischen Entzündungsparameter waren im physiologischen Bereich und das gewonnene Punktat ergab keinen Keimnachweis.

Die Druckscheibenendoprothese wurde 2 Tage später ausgebaut und durch eine MS 30-Schaftendoprothese ersetzt. Die Pfannekomponente der Endoprothese zeigte sich noch fest im Knochenlager fixiert. Intraoperativ wurde eine Metallose gefunden. Die

histologische Aufarbeitung des Knochens an der Auflagefläche der Druckscheibe ergab lokale Knochennekrosen und eine Markraumfibrose.

Da weder Infektionserreger gefunden wurden, noch erhöhte Entzündungsparameter vorlagen, liegt der Verdacht auf eine septische Lockerung nahe. Nach der histologischen Auswertung der intraoperativ entnommenen Knochenprobe zeigte sich ein Fortbestehen der lokalen Nekrose im Auflagebereich der Druckscheibe. Es erscheint wahrscheinlich, dass die Lockerung aufgrund eines progressiven Verlaufs der Femurkopfnekrose resultierte.

### 3. Fall:

Der männliche 42-jährige Patient verlor bei einem Arbeitsunfall seinen linken Unterschenkel. Ein halbes Jahr später wurde mit entsprechender Klinik beidseits eine Femurkopfnekrose radiologisch diagnostiziert. Das radiologisch bewertete Stadium war linksseitig III und rechtsseitig IV nach der eigenen MRT-Einteilung. Der praeoperative ausgemessene CCD-Winkel betrug links  $138^\circ$  und rechts  $130^\circ$ . Die Risikofaktoren bei diesem Patienten waren ein oral eingestellter Diabetes mellitus, Adipositas und ein Nikotinabusus (bis 1 Schachtel Zigaretten pro Tag).

Es folgte die Implantation einer 44 mm DSP in das linke Hüftgelenk mit einem DsD-Winkel von  $133^\circ$ . Der Harris-Hip-Score konnte aufgrund der teilamputierten linken unteren Extremität nicht nach den geforderten Kriterien von Hinken, Gehstrecke und benötigten Hilfsmitteln festgelegt werden.

Zwei Monate nach der Implantation der DSP linksseitig wurde die rechtsseitig Implantation der DSP durchgeführt. Der DsD-Winkel rechtsseitig betrug  $132^\circ$ . Der Patient wurde mit regelrechtem postoperativem Verlauf in die Anschlussheilbehandlung entlassen.

Drei Monate postoperativ traten erneut, nach kurzer Besserung, zunehmende Beschwerden auf. Es zeigten sich deutliche klinische Entzündungszeichen an der gesamten rechten unteren Extremität.

Aufgrund der Beschwerden musste die Druckscheibenendoprothese rechtsseitig gewechselt werden. Intraoperativ fand sich ein aus dem Laschenkopf um etwa 1 cm herausstehender Schraubbolzen, der sich als völlig locker erwies. Der intraoperative Abstrich erbrachte nach der mikrobiologischer Anreicherung den Nachweis vereinzelter koagulasenegativer Staphylokokken und wurde gemäß dem Antibioogramm

medikamentös therapiert. Die Druckscheibenprothese wurde gegen eine zementierte MS 30-Schaft-Prothese ersetzt. Die Pfannekomponente der Endoprothese zeigte sich im Pfannenlager fest integriert und konnte belassen werden. Eine Knochenprobe wurde zur histologischen Aufarbeitung gesandt.

Ein Jahr nach der Wechseloperation klagte der Patient erneut über heftige Schmerzen im endoprothetisch versorgten rechten Hüftgelenk. Die Röntgenaufnahme der Beckenübersicht im anterior-posterioren Strahlengang und in der Lauensteinaufnahme zeigte eine deutliche Periostreaktion am Trochanterbereich. Reaktionssäume als Hinweis auf eine Lyse waren nicht erkennbar. Die laborchemischen Entzündungsparameter waren geringfügig erhöht und eine durchgeführte Szintigraphie erbrachte keinen Hinweis auf eine septische Lockerung. Es wurde der MS 30-Schaft gegen eine Revisionsendoprothese gewechselt. Die festsitzende Pfannekomponente wurde belassen. Intraoperativ wurde ein blutiger, seröser Erguß vorgefunden. Der postoperative Verlauf der Wechseloperation zeigte sich bei fallenden Entzündungsparametern regelrecht.

Die linksseitige Druckscheibenprothese war aufgrund der Unterschenkelamputation in unserer Untersuchung nicht eindeutig einzuordnen. Der Verlauf zeigte sich regelrecht.

#### 4. Fall:

Im vierten Fall handelt es sich um eine weibliche 63-jährige Patientin, welche seit drei Jahren über bestehende Schmerzen in der rechten Hüfte mit zunehmender Intensität klagte. Der Harris-Hip-Score lag präoperativ bei 38,9 Punkten, die Femurkopfnekrose befand sich nach der eigenen Klassifikation im Stadium II und der CCD-Winkel lag bei 130°.

Es erfolgte die rechtsseitige Implantation einer 40 mm-Druckscheibenprothese unter der Diagnose einer sekundären Coxarthrose bei Femurkopfnekrose. Der Operationsverlauf war wünschenswert. Der DsD-Winkel betrug 135°. Das nachfolgenden Follow-up ergaben einen Harris-Hip-Score nach 3 Monaten von 69,7 Punkten und nach 6 Monaten von 95 Punkten bei jeweils klinisch unauffälligem Verlauf.

Im Rahmen der 1-Jahres-Kontrolle klagte die Patientin über einen schmerzhaften Leisten- und Trochanterdruckpunkt. In den Röntgenaufnahmen im anterior-posterioren Strahlengang und in der Lauensteinaufnahme zeigten sich vereinzelte Osteolysen im Auflagenbereich der Druckscheibe und heterotope Weichteilossifikationen im Bereich

des Trochanter majors. Die laborchemischen Entzündungsparameter waren im Normbereich. Die nachfolgende Szintigraphie ergab keinen Anhalt für eine Lockerung. Der Harris-Hip-Score betrug zu diesem Zeitpunkt 71,8 Punkte.

Neun Monate später klagte die Patientin über moderate Schmerzen beim Gehen und über ein Druckgefühl im Hüftbereich. Weiterhin gab sie eine zweimalige Subluxationsneigung der Druckscheibenendoprothese an. In den Röntgenaufnahmen im anterior-posterioren Strahlengang sowie in der Lauensteinaufnahme zeigten sich eine deutliche Verkippung der Pfannenkomponente der Endoprothesen sowie eine Knochenatrophie im Auflagebereich der Druckscheibe. Die daraufhin durchgeführte Hüftfunktion zeigte in der mikrobiologischen Aufarbeitung keine pathogenen Keime.

Die Untersuchung ergab ein Absinken des Harris-Hip-Scores auf 39,7 Punkte. Nach 22 Monaten wurde die DSP in toto auf eine zementiert fixierte MS 30-Schaftendoprothese ausgewechselt. Intraoperativ zeigte sich ein massiver seröser Erguß, die Pfannenkomponente war gelockert und der kortikale Auflagebereich der Druckscheibe zeigte sich deutlich atrophiert. Die Pfannenkomponente der Endoprothese wurde durch einen Eichlerstützring mit einer darin zement fixierte Polyethylen-Pfanne ersetzt. Ein halbes Jahr postoperativ nach Wechsel der DSP zeigte sich ein unauffälliger Verlauf.

### 3.9. Ergebnisse der Untersuchung in Hinblick auf die Nekroseausbreitung nach der eigenen Einteilung

Bei der Einteilung des proximalen Femurs in vier Abschnitte gemäß der eigenen Einteilung sind vor allem die Zonen III und IV zu beachten, da in dieser Region die Femurkopfnekrose mit der späteren Prothesenauflagefläche in Kontakt kommt. Geschieht dies, wurde angenommen, dass es zu einer Lockerung der Druckscheibenprothese im späteren Verlauf kommt.

In der vorliegenden Studie hatten vier Patienten eine Femurkopfnekrose, die laut hauseigener MRT-Einteilung in das Stadium III und IV reichte.

Bei drei dieser Patienten zeigte sich im postoperativen Verlauf eine Lockerung der Endoprothese, die nicht unmittelbar im Zusammenhang mit der Femurkopfnekrose stand (siehe Kapitel 3.8).

Bei einem Patienten, mit eigener MRT-Einteilung im Stadium IV, traten postoperativ keine Komplikationen auf und der Verlauf war unauffällig.

Insgesamt folgt daraus eine Ausfallquote von  $\frac{3}{4}$  der implantierten Druckscheibenendoprothesen in der eigenen MRT-Einteilung im Stadium III und IV.

Diese vier Patienten werden nachfolgend detailliert vorgestellt:

#### 1. Patient mit Stadium III in der eigenen MRT-Klassifizierung:

Bei einer weiblichen 54-jährigen Patientin (siehe Fall Nr. 2 in Kap. 3.8.) war eine Lockerung der Endoprothese beschrieben worden. Es fand sich zwei Jahre nach der Wechseloperation eine Nekrose der knöchernen Auflagefläche. Deshalb konnte keine ausreichende Osseointegration erfolgen und die Druckscheibe war aufgrund der bestehenden Femurkopfnekrose im Bereich der Auflagefläche in das Knochenlager eingesunken.

#### 2. Patient mit Stadium III in der eigenen MRT-Klassifizierung:

Der männliche 42-jährige Patient (siehe Fall Nr. 3 in Kap. 3.8.) zeigte fünf Monate nach rechtsseitiger Implantation der Druckscheibenprothese eine Lockerung der Endoprothese. Aufgrund einer vorherigen Unterschenkelamputation der linken Extremität konnte die üblichen Kriterien zur Auswertung nicht herangezogen werden. Die Prothesenlockerung ergab sich im Rahmen eines septischen Geschehens, welches bei der Wechseloperation gesichert werden konnte. Allerdings konnte eine Beziehung zwischen der Nekroseausbreitung und der Lockerung der Endoprothese nicht bestätigt werden.

#### 3. Patient mit Stadium IV in der eigenen MRT-Klassifizierung:

Es handelt sich um den gleichen Patienten, wie beim obigen Patienten Nr. 2 allerdings um dessen linkes Hüftgelenk. Dieser Patient hatte letztendlich im Abstand von 11 Monaten beidseits eine Druckscheibenprothese erhalten. Die linke Seite zeigte keine Lockerung, wobei in Betracht gezogen werden muss, dass diese Seite im postoperativen Verlauf wegen einer vorherigen Unterschenkelamputation auch kaum in größerem

Maße beansprucht wurde. Der postoperative Verlauf des linksseitig endoprothetisch versorgten Hüftgelenkes zeigte sich unauffällig.

#### 4. Patient mit Stadium IV in der eigenen MRT-Klassifizierung:

Der männliche 49-jährige Patient zeigte keinerlei Komplikationen im klinischen Verlauf und auch nicht bei den angefertigten radiologischen Untersuchungen. Während der sechsmonatigen Nachbeobachtungszeit war der Befund der Druckscheibenprothese regelrecht.

Die Auswertung der eigenen nativröntgenologischen Einteilung der Femurkopfnekrose im Stadium III und IV zeigte sich diffiziler. Um ein Ergebnis der Nativröntgen-Untersuchung in Bezug auf die Nekroseausbreitung darlegen zu können, muss erwähnt werden, dass die radiologische Auswertung der Femurkopfnekrose stark von der Qualität der angefertigten Röntgenbilder abhängig ist. Da man das Knochenmarködem des Knochens und dessen Ausbreitung in den Röntgenaufnahmen nicht identifizieren kann, ist man auf die Beurteilung der Trabekelstruktur angewiesen. Die Trabekelstruktur kann in den Röntgenaufnahmen nur zum Teil beurteilt werden und so auch die Größe der Nekrosezone. Ab dem ARCO-Stadium III kann man hauptsächlich die subchondrale Frakturlinie erkennen, die dann bis zur vitalen Randzone reicht.

Fünf Druckscheibenprothesen wurden in der eigenen nativröntgenologischen Einteilung im Stadium III implantiert und eine weitere im Stadium IV. Von diesen Patienten zeigten drei eine Lockerung der Endoprothesen, die schon bei der eigenen MRT-Einteilung genauer betrachtet wurden. Zwei Patienten, die oben noch nicht erwähnt wurden, zeigten eine Ausdehnung der Femurkopfnekrose in der eigenen nativröntgenologischen Einteilung das Stadium III. Der postoperative Verlauf verlief unauffällig. Dies ergibt einer Lockerung jeder 2. implantierten Druckscheibenprothese im der eigenen nativröntgenologische Einteilung.

Ob eine Beziehung der Nekroseausbreitung mit der Prothesenlockerung besteht, kann aufgrund der geringen Patientenzahl in der vorliegenden Studie nicht ermittelt werden. Es zeigt sich aber eine Tendenz hinsichtlich einer Zunahme der Lockerung der Druckscheibenprothese ab dem Stadium III nach der eigenen nativröntgenologischen und kernspintomographischen Einteilung.

#### 4. Diskussion

Eine besondere Herausforderung an die endoprothetische Versorgung stellt die fortgeschrittene Femurkopfnekrose dar. Sehr häufig sind junge und körperlich aktive Patienten betroffen. Bei denen kommt es, im Gegensatz zu älteren Patienten, aufgrund der erhöhten Aktivität zu vermehrten Prothesenlockerungen. Häufig ist auch die Knochenqualität in Folge einer systemischen Begleiterkrankung bei der Femurkopfnekrose vermindert. Auch die Versorgung jungen Patienten mit zement fixierten Endoprothesentypen ist unbefriedigend (12,14).

Saito et al. fand etwa 7 Jahre nach einer Prothesenversorgung mit zementierten Endoprothesen signifikant schlechtere Ergebnisse für die Osteonekrosegruppe im Vergleich zu Coxarthrosepatienten. Revisionspflichtige, aseptische Lockerungen der Endoprothesen waren deutlich häufiger (80).

Sullivan et al. berichteten 18 Jahre nach Implantation einer zementierten Charnley-Prothese bei Patienten mit einer Femurkopfnekrose in der Hälfte der Fälle von einer Lockerung der Pfannenkomponente (92, 98).

Auch im Patientenkollektiv von Ballard et al. lag bei Osteonekrosepatienten im Alter unter 50 Jahren die Pfannenlockerungsrate bei über 33% und die Schaftlockerungsrate bei 16% nach zementierter Hüftendoprothesenversorgung (4).

Die Verwendung bewährter zementfreier Hüftendoprothesenmodelle führt auch bei der Hüftkopfnekrose zu günstigeren Ergebnissen gegenüber zementierten Modelle (12). Die Resultate im Pfannenbereich werden dabei hauptsächlich von der Abriebproblematik beeinflusst.

Die wachsende Zahl der jungen Endoprothesenträger lässt die aseptische Spätlockerung immer mehr zum zentralen Thema werden (23, 43).

Die zwangsläufig steigende Zahl der Prothesenwechseleingriffe mit zum Teil erheblichen Substanzdefekten führt bei Operateuren und Patienten zu großen Problemen. Der Wechsel einer klinisch lockeren schaftfixierten Hüftendoprothese ist gerade bei der zementfreien fixierten Endoprothese problematisch.

Oft muss das Femur distal gedeckelt werden, damit die lockere Endoprothese entfernt werden kann. Daraus resultieren zusätzliche Substanzdefekte (43).

Als eine Ursache für die langfristig schlechteren Ergebnisse bei jungen Patienten kann der in diesem Alter noch aktivere Knochenstoffwechsel bzw. ein lebhafteres „bone-

remodelling“ angenommen werden. Ein weiterer Grund ist eine erhöhte körperliche Aktivität der jungen Patienten(58).

Dadurch kommt es zu vergleichsweise schnellen atrophischen Reaktionen entlasteter Bezirke, zu Mikrobewegungen zwischen proximalen Knochenabschnitten und Implantat (partielle Lockerung) und damit zu den entsprechenden klinischen Symptomen (49, 64). In den vergangenen Jahren wurde eine Vielzahl von konstruktiven Lösungsansätzen zur Verhinderung dieses stress-shielding angeboten, ohne dass aber eine überzeugende Lösung des Problems gelungen wäre (64).

Ein Vorschlag in Form des vollständigen Verzichts auf einen diaphysären Stiel erfolgte mit der Druckscheibenprothese von Huggler und Jacob.

Die Druckscheibenprothese ist für die Knochensubstanz der schonendere, physiologischere und biodynamisch günstigere Hüftgelenkersatz im Vergleich zur konventionellen, diaphysären Schaftverankerung. Auch im Vergleich von E. Steinhauser et al. trat bei zementloser Standard-Hüftstielprouthesen zu den Schenkelhalsprothesen, wie der DSP, ein höher ausgeprägtes stress-shielding mit der Gefahr von einer Kortikalisatrophie auf (85).

Nach Klärung der Indikationsmöglichkeiten der Druckscheibenprothese kann sie bei Coxarthrose, posttraumatischen Frakturen, nach Umstellungsosteotomie und der avaskulären Femurkopfnekrose in Betracht gezogen werden. Heute ist der endoprothetische Ersatz bei Femurkopfnekrose nur unter strenger Indikationsstellung zu sehen, da sich in neueren Studien gezeigt hat, dass bei der Femurkopfnekrose eine erhöhte Ausfallquote der Implantate festzustellen ist (16, 49).

Im eigenen Patientenkollektiv wurde versucht eine Beziehung der Nekroseausbreitung zur Ausfallrate der Druckscheibenprothese im postoperativen Verlauf aufzuzeigen. Hierfür wurde eine eindimensionale Einteilung des proximalen Femurs in vier gleich große Abschnitte, parallel zur gedachten Osteotomiezone, entworfen. Auf eine weitere Unterteilung in craniale und caudale Abschnitte parallel zur Druckscheibenachse wurde verzichtet, da es für die Beurteilung der präoperativen Nekrosentiefe im proximalen Femur keinen weiteren Vorteil bot. Bei der postoperativen Beurteilung der Druckscheibenprothesenlockerungen, in Bezug auf die Femurkopfnekrose, wurde die Ausdehnung der Nekrose mit den präoperativen Befund verglichen. Eine zweidimensionale Ausbreitung der Femurkopfnekrose präoperativ lässt sich mit dem Nekrosewinkel nach Kerboul festhalten (86). Diese Einteilung lässt keine Aussage über

die Tiefe der Femurkopfnekrose in den Hals- oder metaphysären Bereich zu. Die ARCO-Klassifikation fasst mehrere Parameter zusammen, besonders die Beurteilung der Lage und Größe der Nekrosezone. Dennoch gibt die ARCO-Klassifikation keine weiterführende Aussage über die Nekrosentiefe in Bezug auf eine Prothesenlockerung wieder, sondern wurde zur Entscheidungshilfe des Behandlungsverfahren und des Erkrankungsverlaufes entworfen (87).

Auch in der eigenen Einteilung konnte aber wegen der geringen Patientenzahlen eine Beziehung der Nekroseausbreitung zur Ausfallrate der Druckscheibenprothese nicht mit ausreichender Genauigkeit ermittelt werden.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde eine Versorgung mit der Druckscheibenendoprothese bei 39 Patienten durchgeführt. Insgesamt wurden 45 Hüftgelenke operiert. 10 Hüftgelenke wurden bei weiblichen Patienten operiert, 35 Operationen betrafen Männer. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug 49,5 Jahre, wobei die jüngste Patientin 30 Jahre und der älteste Patient 66 Jahre war. Es dominierten im Patientenkollektiv die 40- bis 50-jährigen Personen. Damit liegt die Alters- und Geschlechtsverteilung im Bereich der Angaben anderer Literaturstudien bezüglich endoprothetisch versorgter Hüftgelenke mit Femurkopfnekrose. Delank et al. versorgte 11 Patienten mit nichttraumatischer Hüftkopfnekrose mittels zementfreien Endoprothesen, wobei das mittlere Alter ihrer Patienten 48 Jahre betrug. Niethard und Puhl berichteten über 28 Patienten, die wegen idiopathischer Hüftkopfnekrose in ihrer Klinik in Behandlung waren (12, 71). In 17 Fällen waren Männer und in 11 Fällen Frauen von der Erkrankung betroffen. Das Durchschnittsalter der Männer lag bei Erkrankungsbeginn bei 40,2 Jahren und das der Frauen bei 43,8 Jahren. Von den 80 operativ versorgten Patienten mit Hüftkopfnekrose von Melzer et al. waren 67 männlich und 13 weiblich (63).

Das mittlere Alter zum Operationszeitpunkt lag bei 41,7 Jahren (19-69 Jahre). Suezawa et al. berichteten über 19 Patienten, bei denen eine Druckscheibenendoprothese implantiert wurde. Acht dieser Patienten litten an einer Femurkopfnekrose. Insgesamt waren 15 Patienten männlichen und vier weiblichen Geschlechts. Das Alter der Patienten lag bei der Operation im Mittel bei 54,7 Jahren (35-77 Jahre) (90).

Ishaque et al. hatten in einem Gesamtkollektiv von 386 mittels Druckscheibenendoprothese versorgten Patienten 60 mit Hüftkopfnekrosen. Es handelte sich um 47 Männer (20,8%) und 13 Frauen (7,8%) (49).

Dunai und Menge operierten 240 Druckscheibenendoprothesen bei 217 Patienten mit Coxarthrose oder Hüftkopfnekrosen. Insgesamt wurden 86 Frauen (39,6%) und 131 Männer (60,4%) operativ behandelt, deren Durchschnittsalter bei 56,1 Jahren lag. Hüftkopfnekrosen hatten 33 dieser Patienten (16).

Es zeigt sich also in Übereinstimmung mit der Literatur, dass es sich bei endoprothetisch versorgten Patienten mit Hüftkopfnekrosen um ein vergleichsweise junges Patientenkollektiv handelt.

Wie schon zu Beginn der Diskussion dargelegt wurde, liegt bei jüngeren Patienten eine höhere körperliche Aktivität und ein aktiverer Knochenstoffwechsel vor (12, 58). Daher sind die Ergebnisse auch nicht mit anderen Literaturstudien vergleichbar bei denen ein älteres Patientenkollektiv besteht.

Die eigenen Patienten wurden etwa gleich häufig rechts- bzw. linksseitig operiert. 23 Patienten erhielten ihre Endoprothese nur rechts, 22 nur links. Von den 39 in die Studie aufgenommenen Patienten waren 13 beidseitig erkrankt. Es wurde aber nicht in jedem Fall, sondern nur bei sechs dieser 13 Patienten eine beidseitige Versorgung mit einer Druckscheibenprothese vorgenommen. Die in etwa ausgeglichene Seitenverteilung bestätigt sich auch in anderen Studien. Melzer et al. hatten in 38 Fällen die rechte, in 25 Fällen die linke und in 17 Fälle beide Hüftgelenke operiert (63). Bezüglich der Seitenverteilung ergaben sich in der Studie von Ishaque et al. ebenso wie bei den eigenen Patienten keine Unterschiede. In dieser Studie wurden 49,7% der linken und 50,3% der rechten Hüfte operiert (49).

Im Rahmen der eigenen Studie zeigte sich eine etwas abweichende Stadieneinteilung der Femurkopfnekrose im Nativröntgen bzw. im MRT. Im Nativröntgen waren fünf Patienten dem Stadium I zuzuordnen, 14 Patienten dem Stadium II und jeweils zwei Patienten dem Stadium III bzw. IV. Die MRT-Einteilung ergab 16 Patienten im Stadium I, 15 Patienten im Stadium II, 5 Patienten im Stadium III und nur einen Patienten im Stadium IV. Angaben zur Stadieneinteilung der Femurkopfnekrose bei Patienten, die mit Druckscheibenendoprothesen versorgt wurden, fanden sich in der Vergleichsliteratur nicht.

Generell hängt bei der Therapie der Femurkopfnekrose der Erfolg entscheidend vom Stadium der Nekrose zum Zeitpunkt der Operation ab. Nach Fink und Rütter ist dabei das Stadium des subchondralen Kollapses (Stadium IIb nach Ficat, bzw. Stadium III nach Steinberg oder ARCO-Einteilung) mit Sinterung des nekrotischen Knochens und

Abflachung des Hüftkopfes ein bedeutsamer Scheidepunkt in der Therapie (21). Vor diesem Stadium befürworteten Fink und Rütter bei nicht zu großer Ausdehnung der Nekrose durch eine freie Knochentransplantation mit Gefäßanastomosierung eine Cor-Decompression sowie eine Kombination von Cor-Decompression und Spongiosaplastik, gefäßgestieltem Knochentransplantat oder Elektrostimulation. Bei erfolgter Gelenkflächeninterung kann als gelenkerhaltender Eingriff eine Umstellungsosteotomie erwogen werden. Bei Auftreten eines deutlichen Kollapses mit Einbruch der Gelenkfläche und sekundärarthrotischen Veränderungen ist der endoprothetische Gelenkersatz das einzige Erfolg versprechende Mittel (21). Im vorliegenden Patientenkollektiv wurde zum Teil auch bei Fällen in einem frühen Stadium der Femurkopfnekrose eine DSP implantiert, wenn die klinischen Beschwerden und der Leidensdruck für eine Operation sprachen.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden Risikofaktoren, die das Auftreten der idiopathischen Femurkopfnekrose begünstigt haben könnten, erhoben. So zeigte sich bei 43,6% der Patienten eine Adipositas, 41% waren nikotinabhängig, 38,5% waren alkoholabhängig mit einem Alkoholabusus von mehr als 2 Gläsern Bier oder einem Glas Wein täglich. Jeweils 2,6% erhielten eine Kortison- oder Hormontherapie, 28,2% der eigenen Patienten litten an Hypertonie und jeweils 10,3% hatten AVK, Hypercholesterinämie oder Hyperurikämie. Je 5,1% der Patienten wiesen Herzrhythmusstörungen, Diabetes mellitus oder rheumatoide Arthritis auf. Jeweils ein Patient (2,6%) hatte eine Thrombose bzw. eine Hämochromatose in der Anamnese. Auch Niethard und Puhl berichteten in ihrem Patientenkollektiv von 28 Personen mit idiopathischer Femurkopfnekrose über verschiedenen Begleiterkrankungen oder Risikofaktoren. Lediglich neun Patienten (32%) blieben bei der Stoffwechseluntersuchung vollständig unauffällig. Die häufigste Störung fanden Niethard und Puhl im Fettstoffwechsel bei 14 Patienten (50%). Bei acht Patienten fand sich jeweils eine Purin- bzw. Zuckerstoffwechselstörung. Die meisten Patienten wiesen eine Kombination der oben genannten metabolischen Erkrankungen auf (71). Einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten multipler Osteonekrosen und Fettstoffwechselstörungen in ihrem Patientenkollektiv hielten Niethard und Puhl daher für sehr wahrscheinlich (71).

Bei Patienten mit über 10-jähriger Anamnesedauer waren multiple Osteonekrosen deutlich häufiger als bei Patienten mit kürzerer Anamnesedauer. Alle Patienten mit multiplem Befall wiesen eine erhebliche Stoffwechselstörung auf. Die 59 Patienten von Delank et al. hatten ebenfalls Risikofaktoren. 23-mal fanden die Autoren einen ätiologisch relevanten Alkoholabusus, 14-mal eine langfristige Steroidbehandlung und fünfmal einen hohen Nikotinabusus (12).

Rössig et al. hatten insgesamt 68 Patienten mit Femurkopfnekrose in ihrer Studie. Vier dieser Patienten hatten eine Hyperurikämie, drei eine Hyperlipidämie, sechs Patienten wurden einer länger andauernden Kortisontherapie unterzogen und 16 Patienten hatten einen Alkoholabusus (77).

Meyer et al. beschrieben mehrere mit Osteonekrose assoziierte Risikofaktoren: Koagulopathien oder mit embolischen Komplikationen vergesellschaftete Erkrankungen wie Sichelzellanämie, erhöhter Alkoholkonsum, HIV und dessen Behandlung, Vaskulitiden und Bindegewebserkrankungen. Ein weiterer wichtiger, iatrogener Risikofaktor stellte eine Steroidtherapie dar. Auch zwischen Fettstoffwechselstörungen und der aseptischen Femurkopfnekrose besteht nach Meyer et al. eine Verbindung (66). So wurde auch das Auftreten einer Femurkopfnekrose mit einer Hypertriglyzeridämie von anderen Autoren beschrieben (59). Unter Studienteilnehmern mit atraumatischer Femurkopfnekrose ohne andere nachweisbare Risikofaktoren war der Anteil der Patienten mit einer Hypercholesterinämie mit mittleren Werten von 254 mg/dl erhöht (70). Weiterhin wird ein Zusammenhang zwischen Femurkopfnekrosen mit einer Dyslipoproteinämie und einer erhöhten Apolipoprotein B/Apolipoprotein A<sub>1</sub>-Ratio beschrieben (69).

Rüther et al. beschrieben bei 29 Patienten mit Femurkopfnekrose acht mit Alkoholabusus, sieben Nierentransplantierte, drei Leukämiepatienten, ein Patienten mit systemischer Lupus erythematoses Arthritis sowie zwei Patienten unter längerfristiger Kortisontherapie (79).

Generell zeigt sich also, dass die Begleiterkrankungen und Risikofaktoren, die im eigenen Patientenkollektiv ermittelt wurden, eine gute Übereinstimmung zu den Literaturangaben zeigen.

Im Verlauf der röntgenologischen Untersuchung zeigte sich im eigenen Patientenkollektiv ein präoperativer CCD-Winkel von im Mittel 134,6°.

Der postoperative DsD-Winkel betrug im Durchschnitt  $133,0^\circ$ . Es zeigt sich ein geringer Unterschied von im Mittel  $1,6^\circ$ , der nicht signifikant war.

Ishaque et al. fanden im Rahmen einer Vergleichsarbeit ebenfalls mit Druckscheibenendoprothesen versorgten Hüftgelenken präoperative CCD-Winkel von im Mittel  $133^\circ$  und postoperative Werte von  $132,3^\circ$  (49).

Im Rahmen der eigenen Studie kam es bei vier von 39 Patienten zu Komplikationen. Bei diesen vier Patienten handelte es sich um drei männliche Patienten und eine weibliche Patientin. Im ersten Fall trat im Verlauf eines Monat eine epifasciale Fistelung an der Operationsnarbe auf, im zweiten Fall kam es aufgrund einer arteriellen Blutung eines Hüftkapselgefäßes zu einem revisionspflichtigen Hämatom, im dritten Fall entwickelte sich unmittelbar postoperativ ein intraartikuläres Hämatomhöhle nach einer diffusen Blutung und im vierten Fall persistieren zwei Monate nach der Operation immer noch Beschwerden und es zeigte sich, dass jene auf ein organisierendes Hämatom im subcutanen Narbenbereich beruhen.

In einer Studie von Suezawa et al. wurden bei 19 Patienten 20 Druckscheibenendoprothese implantiert. In diesen Patientenkollektives traten weder intra- und unmittelbar postoperative Komplikationen auf. Die Operationswunde heilte bei allen Patienten primär aus. Acht der Patienten hatten eine Femurkopfnekrose (90).

Bei der Auswertung der eigenen Patientendaten fand man bei vier Femurkopfnekrosen eine Lockerung der Druckscheibenendoprothese im Verlauf des 5.-21. postoperativen Monats. In der vorliegenden Arbeit trat bei vier der 45 implantierten Druckscheibenendoprothesen eine Lockerung auf, so dass diese entfernt werden mussten.

Bei den drei aseptischen Lockerungen war bei einem Patient der Scheibenteil der Druckscheibenendoprothese in caudaler Richtung zum Trochanter minor ausgewandert, da sich die Verankerung des Laschenkopfs gelöst hatte. Die Nekroseausbreitung in der eigenen Einteilung im Stadium II konnte als Lockerungsursache ausgeschlossen werden.

Der zweite Fall einer gelockerten Druckscheibenprothese mit einem Stadium III in der eigenen Einteilung zeigte nach der Wechseloperation in der histologischen Untersuchung einen Fortbestand der Nekrose. Die bestehende Osteonekrose im kortikalen Auflagebereich der Druckscheibe wurde als Ursache für die Lockerung angenommen.

Im dritten Fall wurde bei der Wechseloperation eine gelockerte Pfannenkomponente der Endoprothese vorgefunden und der Auflagenbereich der Druckscheibe war vollständig atrophiert. Die Einteilung zeigte ein Stadium II der Ausbreitung der Femurkopfnekrose und es ist hier eher die Prothesenpfanne als Lockerungsgrund anzunehmen. Einen direkten Bezug der Nekroseausbreitung zur Lockerung konnte man aufgrund dieser Daten nicht bestätigen.

Die Patientenzahl war sehr gering und die Lockerungsursachen waren sehr verschieden, so dass die betroffenen Patienten nur als Fallbeschreibung angesehen werden können. Festzustellen ist aber, dass alle Patienten mit einer Druckscheibenprothesenlockerung unter einer Adipositas litten. Die eigenen Ergebnisse lassen darauf schließen, dass Risikofaktoren und Erkrankungen im postoperativen Verlauf wahrscheinlich einen Einfluss auf die Lockerung der Druckscheibenprothese haben.

Dunai und Menge führten bei insgesamt 240 Druckscheibenendoprothesen, die bei 217 Patienten implantiert wurden, acht Revisionen durch (3,3%).

Es handelte sich um vier aseptische Lockerungen (1,7%) und zwei septische Lockerungen (0,8%) (16). Allerdings handelte es sich nur bei 33 dieser Patienten um Fälle mit einer Femurkopfnekrose. Dunai und Menge forderten bei der Femurkopfnekrose von Fall zu Fall zu prüfen, ob eine Druckscheibenprothese eingesetzt werden sollte (16). Idealerweise sollte präoperativ eine Kernspintomographie der zu operierenden Hüfte vorliegen, um die Ausdehnung der Nekrosezone feststellen zu können. Gegebenenfalls sollte bei Ausdehnung der Nekrosezone in den intratrochantären Bereich ein anderer Prothesentyp mit distaler Verankerung implantiert werden.

Was das Auftreten radiologischer Saumbildungen betrifft, so fanden Ishaque et al. bei etwa jedem vierten ihrer 170 Druckscheibenprothesen-Patienten eine mehr oder weniger große Saumbildung unmittelbar unter der Druckscheibe, die in fast der Hälfte der Fälle kombiniert (d.h. kranial und kaudal) vorlag (49). Zum Teil bestand überhaupt kein Kontakt mehr zwischen Druckscheibe und dem Schenkelhalsstumpf.

Fink et al. berichteten über eine 43jährige Patientin, bei der es 11 Monate nach Versorgung mit der Druckscheibenendoprothese zu einer vollständigen Resorption unterhalb der Druckscheibe gekommen war (21). Sie interpretierten dies als radiologisches Lockerungszeichen. Demgegenüber sehen Ishaque et al. in diesen Fällen ein Remodelling im Rahmen des Stress Shieldings der Druckscheibenendoprothese als

Ursache. Bei subtiler Betrachtung der entsprechenden Röntgenbilder zeigte sich meist ein gleichzeitiges Vorliegen einer Sklerosierung und periostalen Verdickung im Bereich des Kalkar femoris (49). Eine ähnliche Beobachtung machte auch Menge. Bei einigen seiner Patienten kam es radiologisch zu einer Transformation solider kortikaler Strukturen des Kalkar femoris zu trabekulären Bündeln (64).

Ishaque et al. berichteten über eine Rate septischer Lockerungen von 1,2%, welche im Rahmen der in der Literatur angegebenen Häufigkeiten für septische Komplikationen nach Implantation einer Hüftprothese liegen. Bei der Beurteilung der Ergebnisse von Ishaque et al. ist aber zu bedenken, dass lediglich 60 Prothesen (15,5%) aufgrund einer Hüftkopfnekrose implantiert worden waren (49).

Interessant ist auch ein Vergleich der Lockerungsraten der eigenen Ergebnisse mit den Lockerungsraten von anderen Prothesentypen. Die Entwicklung der Kappenprothesen wie die Wagner-Schalen-Endoprothese in den 70er Jahren, die Birmingham Hip Resurfacing nach Mc Minn (BHR) Ende der 80er Jahre und Wagner und Amstutz zu Beginn der 90er Jahren brachte eine Renaissance der von Sir John Charnley in den 50er Jahren implantierten Oberflächenersatzprothese. Da eine Indikationsstellung der Kappenprothese bei Femurkopfnekrose zurückhaltend gestellt werden muss, da sich eine erhöhte Ausfallrate zeigte, liegen kaum Studien zur mittel- bis langfristigen Untersuchungsergebnissen vor (17, 21, 81, 96).

So kann ein Vergleich mit Kappenprothesen nur unter der Diagnose einer sekundären Coxarthrose sowie eine Dysplasiecoxarthrose bei jungen, aktiven Patienten durchgeführt werden.

So werden in der Studie von Witzleb und Mitarbeitern in einem Zeitraum von 1977 bis 1987 insgesamt 305 Wagner-Schalen-Endoprothesen bei 285 Patienten implantiert. Es kam zu früh auftretenden aseptischen Lockerungen, die durchschnittlich in 7 Jahren postoperativ zu 50% revidiert werden mussten. Eine zweite Studie durch Witzleb von 1998 bis 2002 mit 196 Implantationen bei 180 Patienten, die bevorzugt mit einer Mc Minn Kappenprothese versorgt wurden, ergab eine Revisionsrate von 2%. Die Patientenkollektive dieser Untersuchungen lassen sich aufgrund der verschiedenen Diagnosen nur in Hinblick auf das Patientenalter von durchschnittlich 50 Jahren (16-69 Jahre) vergleichen (97). Auch gehen die am Femurkopf fixierten Kappenprothesen im Gegensatz zu der metaphysären Verankerung der Druckscheibenprothese von einem anderen Konzept aus (50, 97, 43).

Delank et al. berichtete über 56 Patienten, die aufgrund einer nichttraumatischen Femurkopfnekrose an 66 Hüftgelenken mit einer zementfrei fixierten Totalendoprothese versorgt worden waren. Als Implantate kamen 30mal die Zweymüller- und 25mal die hydroxylapatitbeschichtete ABG-Prothese zum Einsatz. Zusätzlich wurden die Ergebnisse von 11 Versorgungen mit einer Endler-Polyethylenpfanne in Kombination mit dem Zweymüller-Schaft ausgewertet (12). Die klinischen Untersuchungsbefunde zeigten keine Unterschiede zwischen den Prothesentypen. Im Merle d'Aubigne-Score sind günstigere Resultate für die Zweymüller- und ABG-Prothesen im Gegensatz zur Endler-Pfanne festzustellen. Eine Schaftlockerung trat während des Untersuchungszeitraumes nicht auf. Bei insgesamt 7,5% der Patienten (dreimal Endler, zweimal ABG) führte eine aseptische Lockerung der Pfanne zur Revision. Dies entspricht von der Größenordnung her in etwa den Ergebnissen der eigenen Studie. Bei 20% der Patienten von Delank et al., die mit einer ABG-Pfanne versorgt worden waren, waren acetabuläre Osteolysen unterschiedlichen Ausmaßes zu verzeichnen, welche mit einem erhöhten Polyethylen-Abrieb des Inlays in Zusammenhang stehen dürften (12).

Die Revisionsraten nach zementfreien implantierten Hüftendoprothesen bei jungen Patienten werden in der Literatur bei mittleren Nachuntersuchungszeiträumen überwiegend günstig angegeben. Phillips et al. setzten 20 zementfreie Endoprothesen bei steroidindizierter Femurkopfnekrose ein (72). Die Patienten waren im Mittel 45 Jahre alt, das Follow-up betrug 5 Jahre. Keine Endoprothese musste revidiert werden. In einem Fall zeigte sich radiologisch eine Lockerung der Schaftkomponente. In 60% der Fälle ließ sich nach radiologischen Kriterien eine vollständige knöcherne Integration der Endoprothese feststellen. Bei 35% der Patienten bestand eine stabile, fibro-ossäre Verankerung.

Lins et al. versorgten 27 Patienten, die an einer Femurkopfnekrose erkrankt waren, mit einer zementfrei fixierten Endoprothese. Es zeigte sich bei 81% der Fälle eine stabile knöcherne Integration der Endoprothesen und 46 Monate postoperativ keine aseptische Endoprothesenlockerung (60).

Piston et al. versorgten 35 Hüftgelenke mit der Diagnose einer Femurkopfnekrose mittels zementfrei fixierten Endoprothesen. Bei diesem Patientenkollektiv, mit sehr jungen Patienten, fand sich ein Durchschnittsalter von 32 Jahren. 94% dieser Patienten zeigten eine Osseointegration der Endoprothese, bei 6% musste aufgrund einer aseptischen Lockerung der Endoprothesen revidiert werden (73).

Brinker et al. berichteten über 81 zementfrei fixierten Hüfttotalendoprothesen bei 64 Patienten mit Femurkopfnnekrosen unterschiedlicher Ätiologie und fanden eine Versagerquote von 10% nach 4-8 Jahren Follow-up (5).

Weniger gute Ergebnisse berichteten Kim et al. bei 78 zementfrei fixierte Hüfttotalendoprothesen bei 61 Patienten mit Femurkopfnnekrosen unterschiedlicher Genese (53). Die Autoren fanden nach einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 7,2 Jahren eine Versagerquote von 20,5%. In neueren Studien zeigte sich bei zementfrei fixierten Endoprothesen im Vergleich von Femurkopfnnekrose und Coxarthrosepatienten keine signifikant unterschiedlichen Versagerquoten mehr. So berichteten Xenakis et al. über jeweils 29 zementlose Hüftendoprothesen bei Femurkopfnnekrose und Coxarthrose mit einem durchschnittlichen Follow-up von 7,6 bzw. 7,1 Jahren (99). Die klinischen Befunde wie Schmerzfreiheit und Funktion waren in beiden Gruppen ähnlich und nur eine Endoprothese bei Femurkopfnnekrose musste wegen einer aseptischen Lockerung gewechselt werden. Dies entspricht einer Lockerungsrate von 3,4% nach einem Mindestnachuntersuchungszeitraum von 5 Jahren. Auch die Zahl radiologischer Saumbildungen war in beiden Patientengruppen mit 13 Femurkopfnnekrosen- und 14 Arthrosehöften ähnlich.

Chiu et al. beschrieben ähnliche klinische Ergebnisse für jeweils 36 zementlose, gecoatete, anatomische Hüftendoprothesen bei Femurkopfnnekrose und Coxarthrose (10). Es zeigte sich keine Lockerung nach einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von sechs Jahren.

Die Nachuntersuchungsperiode der eigenen Patienten betrug zwischen zwei Monate und vier Jahren. Im Mittel wurden 3,1 Nachuntersuchungen pro Patient durchgeführt. Dabei wurden der Harris-Hipp-Score miteinander verglichen. Präoperativ lag der Scorewert im Mittel bei 42,5 Punkten. Postoperativ stieg er signifikant an. Dieser Anstieg persistierte bis sechs Monate postoperativ. Danach zeigten sich keine relevanten Veränderungen mehr. Der präoperative Harris-Hipp-Score war nicht signifikant verschieden zwischen den beiden Stadieneinteilungen im Nativröntgenbild bzw. im MRT. Dies bedeutet, dass die Verbesserungen, die durch die Endoprothese erzielt wurden, stadienunabhängig waren. Sowohl im Früh- als auch im Spätstadium profitierten die Patienten von der Operation.

Vergleichbare Studien mit Druckscheibenendoprothesen ausschließlich bei Patienten mit Femurkopfnnekrosen liegen nicht vor. Die Literaturstudien, die sich mit

Druckscheibenendoprothesen befassen, haben nur gemischte Kollektive zum Untersuchungsgegenstand.

So berichteten Ishaque et al. von insgesamt 170 eingesetzten Druckscheibenendoprothesen, bei denen der präoperative Harris-Hipp-Score von 48,7 Punkten auf 93,7 Punkte innerhalb von 24 postoperativen Monaten anstieg (49).

Ebenso wie in der vorliegenden Arbeit pendelte sich im weiteren Nachuntersuchungszeitraum der Score bei einem Durchschnittswert von etwa 90 Punkten ein und veränderte sich nachfolgend nicht mehr wesentlich. Dunai und Menge berichteten von 240 Druckscheibenendoprothesen bei insgesamt 217 Patienten. Nach fünf Jahren betrug der durchschnittliche Harris-Hipp-Score 83,9 Punkte (16). Betrachtet man nur die Patienten mit Femurkopfnekrosen in der Studie von Dunai und Menge, so stieg der Harris-Hipp-Score von präoperativ 25 Punkten auf 84,7 Punkte nach 36 Monaten (16). Er fiel dann aber leicht ab und erreichte nach 60 Monaten 66,5 Punkte. Rössig et al. berichteten über 20 Patienten mit Femurkopfnekrose (77). Bei 15 dieser Patienten war eine Alloarthroplastik eingesetzt worden.

Während zu Beginn des Beobachtungszeitraumes noch in einigen Fällen zementiert fixierte Implantate zur Anwendung kamen, setzten Rössig et al. im späteren Verlauf ausschließlich zementfrei fixierte Totalendoprothesen, gerade Schäfte und Schraubpfannen ein (77). In der Patientengruppe mit Alloarthroplastik fand sich präoperativ ein durchschnittlicher Harris-Hip-Score von 30,6 Punkten. Im postoperativen Verlauf stieg er bis zum sechsten Jahr deutlich an (auf 74,4 Punkte), verminderte sich dann etwas und stabilisierte sich nach 12 Jahren bei 75,2 Punkten.

Es existieren einige Studien, die zwar keine Harris-Hip-Score-Werte bei Druckscheibenendoprothesen ermittelten, jedoch eine subjektive Bewertung des Operationserfolges durchführten. Huggler und Seemann operierten insgesamt 44 Patienten mittels Druckscheibenendoprothese, von denen 19 Patienten eine idiopathische Femurkopfnekrose aufwiesen (44). Die große Mehrheit der Patienten hatte einen ausgezeichneten bis guten postoperativen Bewegungsumfang und verfügte über eine unbegrenzte oder zumindest deutlich verbesserte Gehstrecke ohne Hilfsmittel. Auch die Leistungsfähigkeit der beruflichen wie auch der Alltagsaktivität konnte gesteigert werden. Die meisten Patienten waren postoperativ schmerzfrei.

Suezawa et al. berichteten über erste Erfahrungen mittels Druckscheibenendoprothese bei 19 Patienten mit 20 Hüftoperationen (90). Mit Ausnahme von zwei Hüften, bei

denen histologisch ein schleichender Infekt nachgewiesen wurde, war das klinische Resultat bei 18 Patienten bzw. 18 Endoprothesen als gut zu bezeichnen. Rüter et al. operierten insgesamt 59 Patienten mit der Druckscheibenendoprothese (79). 29 dieser Patienten hatten eine Femurkopfnekrose. Nach maximal 2,5 Jahren Nachbeobachtungszeit kam es bei vier Patienten zu einer Positionsänderung des Femurimplantates in Richtung einer Varusstellung. Diese Patienten hatten metabolische Nebenerkrankungen, zwei Patienten nach Nierentransplantation, ein Patient mit Alkoholabusus und eine Patientin mit idiopathischer Femurkopfnekrose.

Zusammenfassend zeigt die vorliegende Studie, dass es durchaus gerechtfertigt ist, auch bei Patienten mit einer Femurkopfnekrose Druckscheibenendoprothesen einzusetzen. Diese bieten den Vorteil, dass der diaphysäre Knochen für den Endoprothesenwechsel unberührt bleibt. Die Druckscheibenendoprothese ist damit vor allem bei Patienten jüngeren Alters mit einer Hüftgelenkerkrankung, unter denen gehäuft die Femurkopfnekrose auftritt, geeignet (21). Bei der operativen Versorgung der Femurkopfnekrose mit anderen Endoprothesentypen in jungem Alter kommt es, aufgrund der erhöhten alltäglichen Aktivität und des aktiveren Knochenstoffwechsels, dem „bone-remodelling“, langfristig zu schlechteren Ergebnissen. Da alternativ bei der Mac Minn Prothese nur Fünf-Jahresergebnisse vorliegen, muss hinsichtlich der Dauerhaltbarkeit der weitere Verlauf abgewartet und durch entsprechende Studien überprüft werden (23, 58, 98).

## 5. Zusammenfassung

In der vorliegenden klinischen Studie wurden 45 implantierte Druckscheibenendoprothesen von 39 Patienten, die ab dem Stadium ARCO II an einer Femurkopfnekrose erkrankt waren, zwischen Mai 1994 bis April 1999 beobachtet. Das durchschnittliche Alter der Patienten lag bei 49,5 Jahren (30-66 Jahre). Die mittlere Nachuntersuchungszeit belief sich, bei einer Spanne von 2-57 Monaten, auf 21,2 Monaten. Das durchschnittliche Follow-up betrug 3,1 Jahre. Im Vorfeld der Untersuchung erfolgte eine eigene Einteilung der Osteonekroseausbreitung im Stadium I-IV der röntgologischen- und kernspintomographischen Untersuchung. Der Verlauf wurde durch ein Follow-up nach der Harris-Hip-Score-Klassifikation dokumentiert und mit der bildgebenden präoperativen Einteilung in Bezug auf Lockerungen verglichen. Insgesamt traten bei vier Patienten eine Lockerung der Druckscheibenprothese zwischen dem 5.-21. postoperativen Monat auf, die zum Ausbau der Prothese zwang. Dies entspricht einer Versagerquote von 8,9%. Es lagen eine septische Lockerung und drei aseptische Lockerungen vor. Bei den drei aseptischen Lockerungen konnte in einem Fall die Nekroseausbreitung in der eigenen Einteilung im Stadium II als Lockerungsursache ausgeschlossen werden. Im zweiten Fall zeigte sich nach der Wechseloperation histologisch ein Fortbestand der Nekrose im Auflagebereich der Druckscheibe, die zur Lockerung geführt hatte. Im dritten Fall zeigte sich bei der Wechseloperation der kortikale Auflagebereich der Druckscheibe atrophiert und die Pfannenkomponente der Endoprothese gelockert, so dass die Endoprothesenpfanne hier als Beschwerdeursache und Revisionsgrund diskutiert werden muss. Aufgrund dieser Daten konnte ein direkter Bezug der Nekroseausbreitung zur Endoprothesenlockerung nicht belegt werden. Bezüglich des Harris-Hip-Scorewertes zeigte sich im Vergleich zu den präoperativen Mittelwerten von 42,5 Punkten postoperativ ein signifikanter Anstieg, der bis sechs Monate postoperativ persistierte und sich danach einpendelte. Insgesamt zeigten die eigenen Ergebnisse in Übereinstimmung zur Literatur, dass es durchaus gerechtfertigt ist, auch bei Femurkopfnekrosen Druckscheibentotalendoprothesen einzusetzen. Diese bieten den Vorteil, dass der diaphysäre Knochen für den Prothesenwechsel unberührt bleibt. Allerdings sollte die Entscheidung für oder gegen eine Druckscheibenendoprothese von der Ausbreitung der Nekrose im proximalen Anteil des Femurs abhängig gemacht werden.

## 6. Literatur

1. Arlet J  
Nontraumatic avascular necrosis of the femoral head. Past, present,  
and future.  
Clin Orthop 277 (1992) 12-21
2. Anderhuber F  
Klinische Anatomie  
In: Die Hüfte  
Hrsg.: Tschauer C  
Ferdinand Enke Verlag Stuttgart (1997) 4-12
3. Brandenburg A  
Hüftgelenkserkrankungen.  
In: Ein Patienteninformationsblatt, Hüftgelenkserkrankungen  
Hrsg.: Niethard FU  
RWTH Aachen, Orthopädische Universität 1998
4. Ballard WT, Callaghan JJ, Sullivan PM, Johnston RC  
The results of improved cementing techniques for total hip arthroplasty  
in patients less than fifty years old.  
J Bone Joint Surg 76A (1994) 959-964
5. Brinker MR, Rosenberry AG, Kull L, Galante JO  
Primary total hip arthroplasty using noncemental porous-coated femoral  
components in patients with osteonecrosis of the femoral head.  
J Arthroplasty 9 (1994) 457-462
6. Bürger F.H.  
Biodynamische Untersuchung zur Druckscheibenendoprothese,  
Inaugural-Dissertation, Fachbereich Humanmedizin der Justus-Liebig-  
Universität Gießen, 2001

7. Brown P, Crane L:  
Avascular necrosis of bone in patients with human immunodeficiency virus infection: report of 6 cases and review of the literature.  
Clin Infect Dis 32 (2001) 1221-1226
8. Catto M  
A histological study of avascular necrosis of the femoral head after transcervical fracture.  
J Bone Joint Surg B 47 (1965) 749-776
9. Chan YS, Shih SH  
Bipolar versus total hip arthroplasty for hip osteonecrosis in the same patient.  
Clin Orthop Rel Res 379 (2000) 169-177
10. Chiu KH, Shen WY, Ko CK, Chan KM  
Osteonecrosis of the femoral head treated with other diagnosis.  
J Arthroplasty, Volume12, Issue 6 (1997) 683-688
11. Cotta H, Niethard FU, Pfeil J  
Alternativen zur Endoprothetik an Hüft- und Kniegelenk.  
Chirurg 57 (1986) 684-690
12. Delank KS, Drees P, Eckardt A, Heine J  
Ergebnisse zementfreier Endoprothesen bei der nicht-traumatischen Hüftkopfnekrose.  
Z Orthop 319 (2001) 525-530
13. Dienst M, Kohn D  
Die Osteonekrose des Hüftgelenks im Erwachsenenalter.  
Orthopäde 29 (2000) 430-441

14. Dörr LD, Luckett M, Conaty JP  
Total hip arthroplasty in patients less than 45 years old.  
A nine- to ten-year follow-up study.  
Clin Orthop 260 (1990) 215-219
15. Dotti R, Müller DM, Benini A  
Klinik, Ätiologie, Pathogenese, Diagnostik und Therapie der aseptischen  
Knochennekrosen - eine aktuelle Literaturanalyse.  
Praxis 91 (2002) 163-176
16. Dunai FJ, Menge M  
Die Druckscheibenprothese – Erfahrungen der ersten fünf Jahre.  
Orthop Prax 32 (1996) 673-678
17. Dunai FJ, Fikentscher J, Menge M  
Die Druckscheibenprothese (DSP) nach Huggler und Jacob. Eine zementfreie  
metaphysäre Verankerung als Alternative zur konventionellen  
Hüftendoprothetik.  
Orthop Prax 32 (1996) 188-193
18. Faensen M, Rahmzadeh R  
Hüftgelenksersatz - Indikationen, Früh- und Spätergebnisse.  
Z Ges Inn Med 43 (1988) 344-347
19. Ficat RP  
Vasculäre Besonderheiten der Osteonekrose.  
Orthopäde 9 (1980) 239-244
20. Ficat RP  
Idiopathic bone necrosis of the femoral head. Early diagnosis and treatment.  
J Bone Joint Surg [Br] 67 (1985) 3-9

21. Fink B, Rüter W  
Teil- und Totalgelenkersatz bei Hüftkopfnnekrosen.  
Orthopäde 29 (2000) 449-456
22. Frenkel H, Schröder HW  
Zur Ätiologie der idiopathischen Hüftkopfnnekrose unter Berücksichtigung der Befunde bei der transossären petrochanteren Venographie.  
Beitr Orthop Traumatol 23 (1976) 297-303
23. Freiherr von Salis-Soglio G, Ruff C  
Die idiopathische Hüftkopfnnekrose des Erwachsenen - Ergebnisse der operativen Therapie.  
Z Orthop 126 (1988) 492-499
24. Freund E  
Osteochondritis dissecans of the head of the femur.  
Arch Surg 39 (1939) 323-352
25. Gardeniers JW  
A new international classification of osteonecrosis of the ARCO committee on terminology and classification.  
J Jpn Orthop Assoc 6 (1992) 18-20
26. Gautier E, Ganz K, Krugel N, Gill T, Ganz R  
Anatomy of the medial femoral circumflex artery and its surgical implications.  
J Bone Joint Surg [Br] 82 (2000) 679-682
27. Glas. K, Träger J., Röttger A.F.  
Zur Ätiologie der sog. Idiopathischen Hüftkopfnnekrose.  
In: Hüftkopfnnekrose  
Hrsg.: Th. Stuhler  
Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1991) 25-32

28. Grimm J, Hopf C, Higer HP  
Femur head necrosis. Diagnosis and morphologic analysis using roentgen, scintigraphy, computerized tomography and magnetic resonance tomography.  
Z Orthop Grenzgeb 127 (1989) 680-690
29. Gruber G  
Knöchernes Einwachsverhalten von Titan Hohlschaft-Implantaten im Femur: eine tierexperimentelle und klinische Untersuchung.  
Habilitationsschrift. Justus-Liebig-Universität Gießen  
Gießen 1997
30. Gruber G, Matter H-P, Herbold D, Stürz H  
First experiences with the Thrust Plate Prothesis.  
20th World Congress SICOT Amsterdam 1996  
Abstract-CD-Rom P.2.250 (1996)
31. Gruber G, Stürz H  
The limits of indications for the Thrust Plate Prothesis.  
In: The Thrust Plate Hip Prosthesis.  
Eds.: A.H. Huggler and H.A.C. Jacob  
Springer Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Budapest, Hong Kong, London, Milan, Paris, Santa Clara, Singapore, Tokyo (1996) 119-127
32. Gruber G, Wricke J, Stürz H  
Empfehlungen für die standardisierte radiologische Nachuntersuchung der Druckscheibenprothese.  
Akt Radiol 7 (1997) 312-316
33. Gruen TA, McNeice GM, Amstutz HC  
“Models of failure” of cemented stem-type femoral components: A radiographic analysis of loosening.  
Clin Orthop 141 (1979) 17-27

34. Hasegawa Y, Iwata H, Torii S, Iwase T, Kawamoto K, Iwasada S  
Vascularized pedicle bonegrafting for nontraumatic avascular necrosis of the femoral head. A 5 to 11 year follow-up.  
Arch Orthop Trauma Surg 116 (1997) 251-258
35. Hedley AK, Kim W  
Prothetic replacement in osteonecrosis of the hip.  
Am Acad Orthop Surg 32 (1983) 265-271
36. Hefti F  
Offene Repositionsverfahren im Säuglings- und Kleinkindalter  
In: Die Hüftreifeungsstörung: Diagnose und Therapie  
Hrsg.: Konermann W, Gruber G, Tschauer C  
Steinkopff Verlag, Darmstadt. (1999) 423-437
37. Hipp E  
Hüftkopfnekrose, Neue Gesichtspunkte ihrer Entstehung aufgrund angiographischer Untersuchungen.  
Verh Dtsch Orthop Ges 50 (1963) 254-260
38. Hipp E  
Das röntgenologische und angiologische Bild bei der spontanen Hüftkopfnekrose des Erwachsenen.  
Verh Dtsch Orthop Ges 54 (1968) 236-244
39. Hipp E, Glas P  
Idiopathische Hüftkopfnekrose, Erkrankung mit besonderen Ursachen  
In: Orthopädie in Praxis und Klinik  
Hrsg.: Witt AN, Rettig H, Schlegel KF  
G. Thieme Verlag, Stuttgart, Band VII, Teil 1 (1978) 2.65-2.104

40. Hofmann S, Mazieres B:  
Osteonekrose. Natürlicher Verlauf und konservative Therapie.  
Orthopäde 29 (2000) 403-410
41. Hofmann S, Kramer J, Plenk H Jr, Leder K, Imhof H, Engel A  
Osteonekrose  
Orthopäde 23 (1994) 331-341
42. Hofmann S, Kramer J, Plenk H:  
Die Osteonekrose des Hüftgelenks im Erwachsenenalter.  
Radiologe 42 (2002) 440-450
43. Honl M, Hille E, Lampe F  
Druckscheibenprothese im Management von Hüftgelenkserkrankungen.  
Extracta Orthopaedica 18 (1995) 14-16
44. Huggler AH  
The Thrust Plate Hip Prosthesis: A New Experience in Hip Surgery  
In: The Thrust -Plate Hip Prosthesis.  
Eds. Huggler A.H., Jacob H.A.C.  
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Budapest,  
Hong Kong, London, Milan, Paris, Santa Clara, Singapore, Tokyo (1996) 1-24
45. Huggler AH, Seemann PS  
Die Druckscheibenprothese im siebten Jahr ihrer klinischen Anwendung.  
In: Beiträge zur Implantationsverankerung  
Hrsg.: Draenert K, Rütt A  
Histo-Morph. Bewegungsapparat, Art and Science 3 (1987) 171-184
46. Huggler A.H., Jacob H.A.C., Bereiter H, Haferkorn M, Ryf Ch, Schenk R  
LONG-TERM RESULTS WITH THE UNCEMENTED THRUST PLATE  
PROSTHESIS (TPP).  
Acta Orthop Belg Vol 59 (Suppl.1) (1993) 215-223

47. Hungerford DS  
Osteonecrosis.  
J Arthroplasty (Suppl.1) (2002) 17
48. Imhof H, Breitensteiner M, Trattning S, Kramer J, Hofmann S, Plenck H, Schneider W, Engel A  
Imaging of avascular necrosis of the bone.  
Eur Radiol 7(1997)180-186
49. Ishaque BA, Wienbeck S, Stürz H  
Mittelfristige Ergebnisse und Wechseloperationen nach  
Druckscheibenendoprothesen (DSP).  
Z Orthop 142 (2004) 25-32
50. Jacob H.A.C.  
Biomechanical Principles and Design Details of the Thrust Plate Prosthesis  
In: The Thrust -Plate Hip Prosthesis  
Eds.: Huggler A.H., Jacob H.A.C.  
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Budapest,  
Hong Kong, London, Milan, Paris, Santa Clara, Singapore, Tokyo (1996) 25-47
51. Jacob HAC, Huggler AH  
An investigation into biomechanical causes of prosthesis stem loosening  
within the proximal end of the human femur.  
J Biomech 13 (1980) 159-173
52. Jones JP  
Epidemiologische Risikofaktoren für die nichttraumatische Osteonekrose.  
Orthopäde 29 (2000) 370-379

53. Kim YH, Oh JH, Oh SH  
Cementless total hip arthroplasty in patients with osteonecrosis of the femoral head.  
Clin Orthop 320 (1995) 73-78
54. Kramer JS, Hofmann S, Imhof H  
Die nichttraumatische Hüftkopfnekrose des Erwachsenen.  
Teil 2. Radiologische Diagnostik und Stadieneinteilung  
Radiologe 34 (1994) 11-15
55. Kramer JS, Breitenseher M, Imhof H, Urban M, Plenk H, Hofmann S  
Bildgebung bei der Hüftkopfnekrose  
Orthopäde 29 (2000) 380-388
56. Krause R, Glas K, Schulz A, Gradlinger R  
Das transitorische Knochenmarködemsyndrom der Hüfte  
Z Orthop 140 (2002) 286-296
57. König F  
Beiträge zur Ätiologie der Corpora mobilis. Entstehung derselben durch  
Osteochondritis dissecans.  
Dtsch Z Chir 27 (1888) 99-109
58. Küsswetter W, Gabriel E  
Spongiosierungsvorgänge im femoralen Knochenlager konventionell  
implantierter Hüftendoprothesen.  
In: The cementless fixation of hip endoprothesis  
Ed.: Morscher E  
Springer (1984) 16-19
59. Lee CK, Corcoran SF, Parson JR  
Hyperlipidemia and idiopathic aseptic necrosis of the femoral head in adults.  
Orthopaedics 3 (1980) 651-655

60. Lins RE, Barnes BC, Callaghan JJ, Mair SD, McCollum DE  
Evaluation of uncemented total hip arthroplasty in patients with avascular necrosis of the femoral head.  
Clin Orthop 2971(993) 168-173
61. Louyot P, Gaucher A  
A propos de trente observations d'ostéonécrose primitive de la tête fémorale.  
Bull Hosp Jt Dis 23/241(962) 42-57
62. Mankin HJ, Brower TD  
Bilateral idiopathic aseptic necrosis of the femur in adults.  
"Candler's Disease"  
Bull Hosp Jt Dis 23/24 (1962) 42-57
63. Melzer C, Boom, H. von den, Manz P  
Operative treatment of femoral head necrosis.  
Arch Orthop Trauma Surg 111 (1992) 85-90
64. Menge M  
Die metaphysäre Prothesenverankerung – ein neues Prinzip für die Femurprothese.  
Orthop Prax 2 (1995) 94-102
65. Merle d'Aubigné R, Postel M, Mazabraud A, Massias P, Goeguen J  
Idiopathic necrosis of the femoral head in adults.  
J Bone Joint Surg [Br] 47 (1965) 612-633
66. Meyer D, Behrens G, Stoll M, Schmidt RE  
Die Osteonekrose: eine seltene Komplikation der HIV-Infektion.  
Münch Med Wschr 142 (2000) 225-228

67. Mitchell DG, Kundel HL, Steinberg ME, Kessel HY, Alavi A, Axel L  
Avascular necrosis of the hip: comparison of MR, CT and scintigraphy.  
Am J Radiol 147 (1986) 67-71
68. Mitchell DG, Steinberg ME, Dalinka MK, Rao VM, Fallon M, Kessel HY  
Magnetic resonance imaging of the ischemic hip: alterations within the  
osteonecrotic, viable and reactive zones.  
Clin Orthop 329 (1989) 60-77
69. Miyanishi K, Yamamoto T, Irida T, Noguchi Y, Sugioka Y, Iwamoto Y  
Increased level of apolipoprotein B/apolipoprotein A ratio as a potential  
risk for osteonecrosis.  
Ann Rheum Dis 58 (1999) 514-516
70. Moskal JT, Topping RE, Franklin LL  
Hypercholesterolemia: an association with osteonecrosis of the femoral head.  
Am J Orthop. 26(9) (1997) 609-612
71. Niethard FU, Puhl W  
Langzeitbeobachtungen bei der idiopathischen Hüftkopfnekrose Erwachsener.  
Z Orthop 116 (1978) 93-100
72. Phillips FM, Pottenger LA, Finn HA, Vandermolen J  
Cementless total hip arthroplasty in patients with steroid-induced  
avascular necrosis of the hip.  
Clin Orthop 303 (1994) 147-154
73. Piston RW, Engh CA, de Carvalho PE, Suthers K  
Osteonecrosis of the femoral Head treated with total hip arthroplasty  
without cement.  
J Bone Joint surg 76(A) (1994) 202-214

74. Plenk H, Hofmann S, Breitensehere M, Urban M  
Pathomorphologische Aspekte und Reparaturmechanismen der  
Femurkopfosteonekrose.  
Orthopäde 29 (2000) 389-402
75. Plenk H, Gstettner M, Grossschmidt K, Breitenseher M, Urban M, Hofmann S  
Magnetic resonance imaging and histology of repair in femoral  
head osteonecrosis.  
Clin Orthop Rel Res 386 (2001) 42-53
76. Reichelt A  
Die idiopathische Hüftkopfnekrose.  
Z Orthop 106 (1969) 273-275
77. Rössig S, Kohn D, Daentzer D  
Intertrochantäre Flexionsosteotomie und Alloarthroplastik  
bei Femurkopfnekrose.  
Z Orthop 135 (1997) 24-30
78. Rogalla P, Muze S, Hamm B  
CT-Untersuchungstechnik  
Zuckerschwerdt Verlag, München 1995
79. Rüter W, Fink B, Schneider T, Kornely E  
The Thrust Plate Prosthesis in Osteological Disorders.  
In: The Thrust Plate Hip Prosthesis  
Eds: Huggler A.H., Jacob H.A.C.  
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Budapest, Hong  
Kong, London, Milan, Paris, Santa Clara, Singapore, Tokyo (1996) 107-118

80. Saito S, Saito M, Nishina T, Ohzono K, Ono K  
Long-term results of a total hip arthroplasty for osteonecrosis of the femoral head.  
Clin Orthop 244 (1989) 198-207
81. Schreiber A, Jacob HAC, Hilfiker B, Papandreou A, Walker T  
Biomechanische Grundlagen und klinische Erfahrungen mit der Druckscheiben-Hüfttotalendoprothese.  
In: Zementfreie Implantation von Hüftgelenksendoprothesen- Standortbestimmung und Tendenzen  
Hrsg: Refior HJ  
Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1987) 127-131
82. Siguier T, Siguier M, Judet T, Charnley G, Brumpt B  
Partial resurfacing arthroplasty of the femoral head in avascular necrosis.  
Clin Orthop Rel Res 386 (2001) 85-92
83. Solomon L  
Klinische und therapeutische Konzepte der ischämischen Femurkopfnekrose.  
Orthopäde 19 (1990) 200-207
84. Springfield DS, Enneking WJ  
Surgery for aseptic necrosis of the femoral head.  
Clin Orthop 130 (1978) 175-185
85. Steinhauser E, Ellenrieder M, Gruber G, Busch R, Gradinger R, Mittelmeier W.  
Die Lastübertragung verschiedener Schenkelhalsendoprothesen auf das Femur.  
Z Orthop 144 (2006) 386-393
86. Steinberg M E, Steinberg D R  
Classification systems for Osteonecrosis : an overview  
Orthop Clin N Am 35 (2004) 273-283

87. Stöve J, Riederle F, Kessler S, Puhl W, Günther K  
Reproduzierbarkeit radiologischer Klassifikationskriterien  
der Femurkopfnekrose.  
Z Orthop 139 (2001) 163-167
88. Stöve J, Riederle F, Puhl W, Günther K  
Prädiktoren des Behandlungsverlaufes nach Umstellungsosteotomie  
bei Hüftkopfnekrose.  
Z Orthop 319 (2001) 507-511
89. Stücker R  
Maßnahmen zur Vermeidung einer Hüftkopfnekrose in der Behandlung von  
Hüftreifungsstörungen.  
In: Die Hüftreifungsstörung: Diagnose und Therapie  
Hrsg.: Konermann W, Gruber G, Tschauer C.  
Steinkopff Verlag, Darmstadt. (1999) 401-412
90. Suezawa Y, Schreiber A, Jacob HAC  
Erste klinische Ergebnisse der neuen Druckscheiben-Hüfttotalendoprothese.  
Orthop Prax 4 (1983) 264-267
91. Sugano N, Astumi T, Ohzono K, Kubo T, Hotokebuchi T, Takaoka K  
The 2001 revised criteria for diagnosis, classification and staging of  
idiopathic osteonecrosis of the femoral head.  
J Orthop Sci 7 (2002) 601-605
92. Sullivan PM, MacKenzie JF, Callaghan JJ, Johnston RC  
Total hip arthroplasty with cement in patients who are less than fifty years old.  
J Bone Joint Surg 76(A) (1994) 863-869
93. Sulzer Orthopedics  
Allopro SulzerMedica Produktinformation Druckscheibenprothese.  
Sulzer Orthopedics Ltd., Baar/Schweiz, ED 03/1997

94. Tönnis D  
Die Hüftkopfnekrose in der konservativen und operativen Behandlung der angeborenen Hüftluxation-Ursachen, Häufigkeit, Vorbeugung.  
In: Hüftkopfnekrose  
Hrsg: Stuhler T  
Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona, Budapest (1991) 215-226
95. Tillmann B  
Skelettsystem.  
In: Rauber/Kopsch Anatomie des Menschen. Band 1  
Hrsg.: Leonhardt H, Tillmann B, Töndury G, Zilles K  
Thieme Verlag, Stuttgart New York (1987) 51-120
96. Ungethüm M, Jäger M, Witt AN  
Sphärizitätsmessungen an Totalendoprothesen nach McKee-Farrar und Weber-Huggler.  
Arch Orthop Unfall Chir 73 (1972) 1-6
97. Wagner H, Zeiler G  
Idiopathische Hüftkopfnekrose. Ergebnisse der intertrochantären Osteotomie und der Schalenprothese.  
Orthopäde 9 (1980) 290-310
98. Witzleb WC  
Hüftgelenks-Oberflächenersatzendoprothetik für den jungen, aktiven Patienten.  
Z Orthop 140 (2002) 243-247
99. Xenakis TA, Beris AE, Malizos KK, Koukoubis T, Gelalis J, Soucacos PN  
Total hip arthroplasty for avascular necrosis and degenerative osteoarthritis of the hip.  
Clin Orthop 341 (1997) 62-68

100. Zidi M, Ramtani S  
Bone remodeling theory applied to the study of unit-elements model.  
J Biomech 32 (1999) 743-747
  
101. Zinn WM  
Idiopathic ischemic necrosis of the femoral head in adults.  
Thieme Verlag, Stuttgart, 1971

**Abstract:**

This clinical trial investigated 45 thrust plate prosthesis implanted in 39 patients suffering from femoral head necrosis (Stage ARCO II) being treated between May 1994 and April 1999. The average age of the patients was 49.5 years (range 30-66 years), the mean investigation period was 21.2 months (range 2-57 months) and the mean follow up was 3.1 years. Before the trial started a classification system for the clinical course of osteonecrosis (stage I-IV) was developed based on the system of roentgenological and MRI findings. The natural course of the disease during the follow up period was classified according to the classification of the Harris-Hip-Score and it was compared to the preoperative findings of our classification system (i.e. loosening of prosthesis).

Four patients showed loosening of the thrust plate prosthesis between the 5th and 21st postoperative month. A surgical removal of the prosthesis was necessary (rate of failure: 8.9%). We found one case of septic and three cases of aseptic loosening. In the three cases of aseptic loosening we found one case (grade II of our classification system) in which the spread of the osteolytic necrosis was not the reason of loosening. In the second case of aseptic loosening the necrosis persisted histologically at the contact surface of the thrust plate after surgical implantation of a second prosthesis. The third case, during the replacement, showed atrophy of the contact surface and loosening of the thrust plate. This was the main reason for the clinical symptoms and revision. The whys and wherefores have to be discussed. Based on our data we found no direct relationship between the spread of necrosis and the looseness of prosthesis. The Harris-Hip Score (preoperative: 42.5 points) significantly increased postoperatively and persisted after six months on a stable level.

All in all, our findings showed according to the literature that it is justified to implant thrust plate prosthesis in patients with femoral head necrosis. If this method is used, the diaphyseal bone stays unchanged. The decision for or against the implantation of a thrust plate prosthesis should depend on the staging of osteonecrosis in the proximal region of the femur.

## 7. Anhang

**HKN-Patientenerfassung**

Prä-op	3.Monat	6.Monat	12. Monat	24. Monat	36. Monat	48.Monat
--------	---------	---------	-----------	-----------	-----------	----------

**Patienten-Nummer:****U.T.-Datum:****Nachname:****Vorname:****Geburtsdatum:****Geschlecht:** weiblich / männlich**Operationsdatum:****Labor-Datum:**

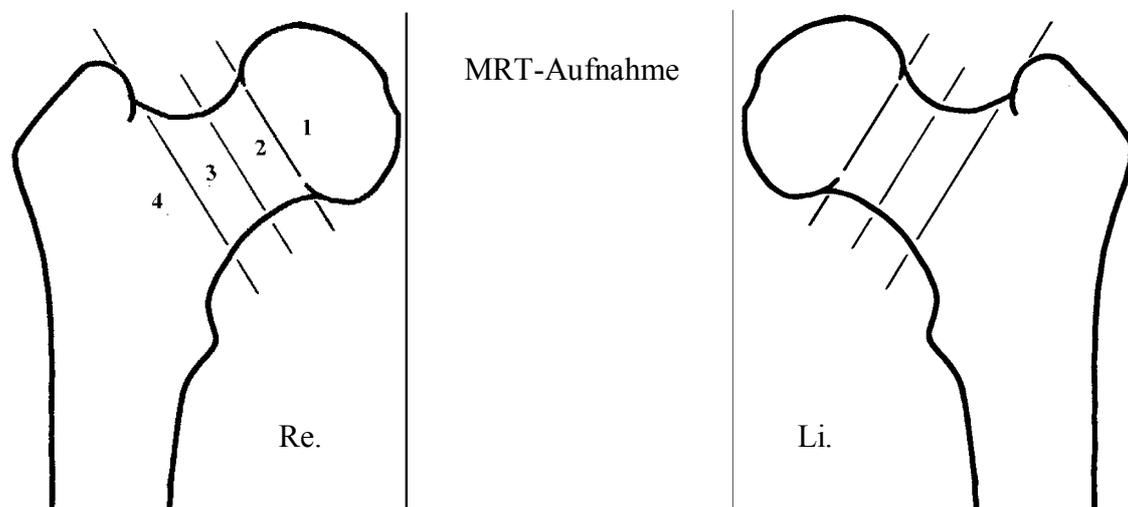
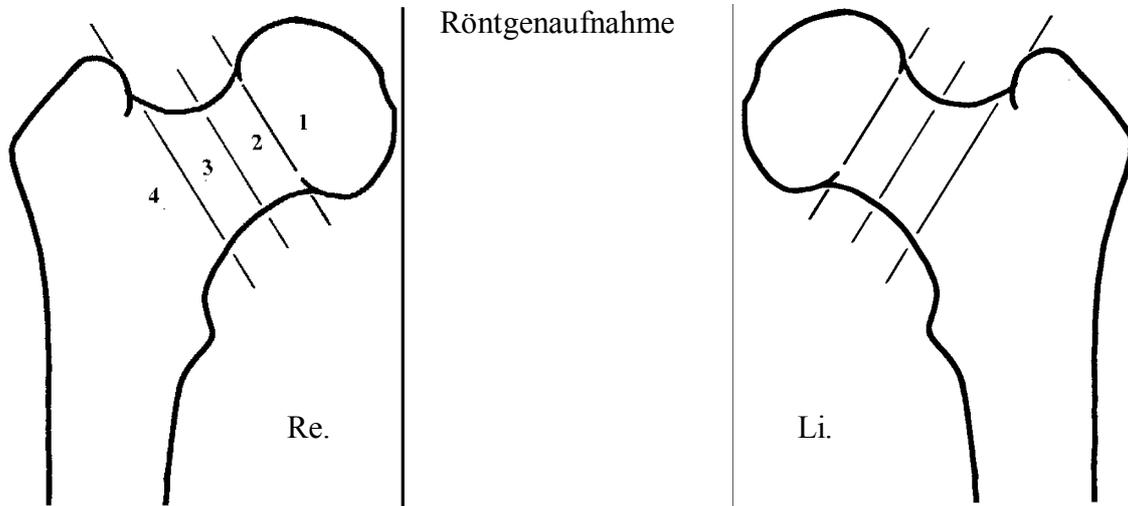
<b>CRP:</b>	<b>Leukozyten:</b>	<b>BSG:</b>
-------------	--------------------	-------------

**Hüftseite:** links / rechts / bds**CCD-Winkel:** prä-Op: post-Op:**DSP-Lockerung:** ja / nein Datum:**Ersatzimplantat:** Ursache:**MRT-Datum:****Risikoerkrankung:****Risikofaktoren:****Nebendiagnosen:****Kommentar:**

Abbildung Nr. 2b:

## Eigene Stadieneinteilung

Capital	prox. Collum	distale Collum	metaphy. Femur
Stadium I	Stadium II	Stadium III	Stadium IV



**Nachuntersuchung DSP: Harris Hip Score**

**Laufende Patienten-Nummer:** .....

<b>Untersuchung</b>	<input type="checkbox"/> präoperativ	<input type="checkbox"/> nach 12	<input type="checkbox"/> nach 2 Jahren
	<input type="checkbox"/> nach 3 Monaten	<input type="checkbox"/> Monaten	<input type="checkbox"/> nach 3 Jahren
	<input type="checkbox"/> nach 6 Monaten	<input type="checkbox"/> nach 18	<input type="checkbox"/> nach 4 Jahren
		Monaten	
		<input type="checkbox"/> nach 1 Jahr	

**Schmerzen**

keine Schmerzen	44 Punkte
leichte Schmerzen (gelegentlich, keine Schmerzmittel)	40 Punkte
milde Schmerzen (gelegentlich, bei Bedarf Schmerzmittel)	30 Punkte
moderate Schmerzen (Konzessionen, bei Bedarf starke Analgetika)	20 Punkte
deutliche Schmerzen (eingeschränkte Aktivität, Schmerzmittel)	10 Punkte
starke Schmerzen (invalidisierend, Bettlägrigkeit)	0 Punkte

**Hinken**

kein Hinken	11 Punkte
leichtes Hinken	8 Punkte
mäßiges Hinken	5 Punkte
starkes Hinken	0 Punkte

**Hilfsmittel**

keine	11 Punkte
1 Gehstock gelegentlich	7 Punkte
1 Gehstock ständig	5 Punkte
1 Krücke	3 Punkte
2 Gehstöcke	2 Punkte
2 Krücken, gehunfähig	0 Punkte

**Gehstrecke**

kein Hinken	11 Punkte
leichtes Hinken	8 Punkte
mäßiges Hinken	5 Punkte
starkes Hinken	0 Punkte

**Treppensteigen**

keine	11 Punkte
1 Gehstock gelegentlich	7 Punkte
1 Gehstock ständig	5 Punkte
1 Krücke	3 Punkte
2 Gehstöcke	2 Punkte
2 Krücken, gehunfähig	0 Punkte

**Schuhe/Strümpfe**

<b>anziehen</b>	
problemlos	4 Punkte
mit Schwierigkeiten	2 Punkte
unmöglich	0 Punkte

**Öffentliche**

<b>Transportmittel</b>	
möglich	1 Punkt
unmöglich	0 Punkte

**Sitzen**

bequem 1 h, normaler Stuhl	5 Punkte
½ h, erhöhter Stuhl	3 Punkte
unmöglich	0 Punkte

**Deformität**

kein Kriterium erfüllt	1 Punkt
eines der Kriterien erfüllt:	0 Punkte
< 30 Grad fixierte Beugekontraktur	
< 10 Grad fixierte Adduktion	
< 30 Grad fixierte Innenrotation	
2-3 cm Beinlängendifferenz	

<b>Flexion</b>	Punktzahl	<b>Abduktion</b>	Punktzahl
0-45 Grad:	Winkel x 1,0	0-15 Grad:	Winkel x 0,8
45-90 Grad:	Winkel x 0,6	15-20 Grad:	Winkel x 0,3
90-100 Grad:	Winkel x 0,3	> 20 Grad	Winkel x 0
> 110 Grad	Winkel x 0		
<b>Aussenrotation</b>	Punktzahl	<b>Innenrotation</b>	
0-15 Grad:	Winkel x 0,4	0 Punkte:	0 Punkte
> 15 Grad:	Winkel x 0		
<b>Adduktion</b>	Punktzahl	<b>Extension</b>	
0-15 Grad:	Winkel x 0,2	0 Punkte:	0 Punkte

Summe des „Kastens Bewegungsausmaß“ = ..... x 0,05 = Ergebnis .....Punkte

Punktzahl des Harris-Hip-Scores insgesamt: ..... Punkte (maximal 100 Punkte)

## 8. Lebenslauf

Name: Bertram Käsemann  
 Geburtsdatum: 31.01.1968  
 Geburtsort: Köln  
 Familienstand: verheiratet, 4 Kinder

### Schulbildung

1975-1979 Grundschole Am Berg in Schwieberdingen, Kreis Ludwigsburg  
 1979-1980 Realschule Schwieberdingen-Hemmingen  
 1980-1987 Hans-Grüninger-Gymnasium in Markgröningen  
 1987-1990 Robert-Frank-Gymnasium in Ludwigsburg  
 09.05.1990 Allgemeine Hochschulreife

### Wehrpflicht und berufliche Tätigkeit

1990-1991 Wehrdienst in München  
 1991-1992 Rettungssanitäter beim DRK Stuttgart

### Studium

1992-1995 Studium der Medizin an der Universität des Saarlandes  
 Homburg/Saar  
 1995-2000 Studienortwechsel an die Justus-Liebig-Universität Gießen  
 15.05.2000 Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

### Ärztliche Tätigkeiten

06/2000-07/2001 AiP an der Orthopädischen Klinik Markgröningen  
 08/2001-07/2002 AiP/Assistenzarzt im Kreiskrankenhaus Mühlacker;  
 Unfall-/Chirurgie  
 10.01.2002 Approbation  
 02/2003-05/2004 Assistenzarzt in der Praxis Dres. med. Hegelmaier/  
 Waizenegger/Zink in Waiblingen  
 Seit 06/2004 Assistenzarzt in der Baumann-Klinik Orthopädie Stuttgart

## 9. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem geduldigen und immer hilfsbereiten Doktorvater Herrn Priv. Doz. Dr. Gerd Gruber, ATOS-Klinik Heidelberg für das Überlassen des Themas.

Insbesondere für die zu jeder Tageszeit wissenschaftliche Beratung in einem außerordentlich freundlichen und schon fast familiären Umfeld.

Herrn Professor Dr. H. Stürz, Direktor der Orthopädischen Klinik am Klinikum der Justus-Liebig-Universität Gießen bin ich für die Möglichkeit der Durchführung der Untersuchungen zu Dank verpflichtet.

Mein spezieller Dank gilt Herrn Chefarzt Dr. Kirschbaum Kreiskrankenhaus Mühlacker für das stets angenehme und freundliche Arbeitsklima sowie für den Freiraum für diese Arbeit.

Meiner Frau Sabine, den Kindern Lukas, Lene, Finn und Nick möchte ich mich für die Freigabe der Zeit, vor allem für die Wochenenden bedanken und widme Ihnen diese Arbeit, bei der ich oft an sie gedacht habe.

Zum Schluss möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mir die Möglichkeit des Medizinstudiums eröffnet haben und mich unermüdlich unterstützt haben.