

Aus der
Klinik für Orthopädie und Rheumatologie
Direktorin: Prof. Dr. S. Fuchs-Winkelmann
des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg

in Zusammenarbeit mit dem
**Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH,
Standort Marburg**

**Die sphärische Pressfit-Pfanne Plasmacup als Revisionsimplantat beim
Hüftendoprothesenwechsel
Mittelfristige klinische und radiologische Ergebnisse**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Humanmedizin

dem Fachbereich Medizin der
Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von
Günter Aurand aus Ewersbach

Marburg 2008

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Philipps-Universität Marburg am 17.02.2009

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: Prof. Dr. M. Rothmund

Referent: Prof. Dr. Fuchs-Winkelmann

Korreferent: PD Dr. M. Kalinowski

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	5
1.1	Prothesenlockerung	5
1.2	Möglichkeiten des Pfannenwechsels	7
1.3	Die zementfreie Verankerung der Pfanne	9
1.4	Das Design der Plasmacup im Vergleich	10
1.5	Fragestellung	13
2.	Material und Methoden	14
2.1	Patientengut	14
2.2	Studiendesign	16
2.3	Operation	18
2.4	Klassifikation der präoperativen Defektgröße	19
2.5	Pfannengröße	22
2.6	Knochentransplantation	24
2.7	Klinische Untersuchung	25
2.8	Harris-Hip-Score	26
2.9	WOMAC	27
2.10	Röntgenuntersuchung	28
2.11	Bildbearbeitung	30
2.12	Das Programm Wristing	30
2.13	Messvorgang	31
2.14	Lockerungsdiagnose	34
2.15	Osteolysen und periartikuläre Ossifikationen	34
2.16	Statistik	36
3.	Ergebnisse	37
3.1	Postoperative Komplikationen und Prothesenschicksal	37
3.2	Klinische Ergebnisse	38
3.2.1	WOMAC	38
3.2.2.	Harris-Hip-Score	40
3.3	Osteolysen und ektope Ossifikationen	43

3.4	Migrationsanalyse	44
3.4.1	Longitudinale Messung	45
3.4.2	Transversale Messung	51
3.4.3	Inklination und Anteversion	57
3.5	Varianzanalyse	60
3.5.1	Longitudinale Messung	61
3.5.2	Transversale Messung	65
3.5.3	Inklination und Anteversion	69
3.5.4	Anova auf Differenz der beiden Messungen	73
3.6	Zusammenfassung der Röntgenbildvermessung	76
4.	Diskussion	77
4.1	Patientengut	78
4.2	Defektsituation	79
4.3	Operation und Komplikationen	83
4.4	Harris-Hip-Score und WOMAC	85
4.5	Pfannengrößen	87
4.6	Pfannenmigration	90
4.7	Osteolysen und Säume	100
5.	Schlußfolgerung	108
6.	Zusammenfassung	109
7.	Abstract	111
8.	Literaturverzeichnis	113
9.	Verzeichnis der Akademischen Lehrer	121
10.	Danksagung	122

1. Einleitung

1.1 Prothesenlockerung

Die Bedeutung des Wechsels einer Hüftendoprothese nimmt zu, sowohl was die absoluten Zahlen angeht als auch das Verhältnis zu den Primäroperationen.

Das schwedische Hüftregister von 2006 ⁹¹ weist aus, dass in jenem Jahr 13.942 Hüftendoprothesen bei einer Primäroperation eingesetzt wurden. Im gleichen Jahr wurden 1491 Hüftimplantate gewechselt oder entfernt. Dies entspricht einem Verhältnis von 9,4:1. Die Bundesgeschäftsstelle für Qualitätssicherung zählt für Deutschland für das Jahr 2006 146.634 Erstimplantationen und 19.583 Hüftendoprothesenwechsel und Komponentenwechsel ¹⁰. Damit kommt auf sieben Erstimplantationen etwa ein Wechsel. Im Jahre 2003 betrug die Zahl der Erstimplantationen 118.155, die der Wechsel 8323, das Verhältnis war also noch 1:14. Für die USA sind die Zahlen nochmals höher. Laut Sporer 2005 ¹⁰⁸ sind dort 18 % der Hüftarthroplastien Wechseloperationen. Die in der Schwedenstudie beschriebene Überlebenszeit von Hüftimplantaten schwankt, die 15-Jahre-Überlebensrate liegt je nach Modell und betrachtetem Zeitraum zwischen 84% und 88%. Implantationstechniken und Implantate aus jüngerer Zeit scheinen eine höhere Überlebenszeit zu haben. Bei alternder Bevölkerung und steigender Anzahl an Erstimplantationen ist trotzdem in der Zukunft mit einer erhöhten Zahl an Wechseloperationen zu rechnen. Wie sich die zunehmende zementfreie Verankerung und Verbesserungen bei den Gleitpaarungen auswirken, bleibt abzuwarten.

Die Gründe für den Wechsel sind vielgestaltig, zu erwähnen sind mangelnde Primärstabilität, Fehlplatzierung, rezidivierende Luxationen, Polyethylenaufbrauch ¹⁰². Der häufigste Grund für eine Revisionsoperation an der Hüfte aber ist in Schweden mit 71% die aseptische periprothetische Osteolyse und die Lockerung ⁵¹. Und deren Ursache liegt zum großen Teil in der Partikelkrankheit, einer chronischen Entzündungsreaktion, in deren Folge Granulationsgewebe und Bindegewebe den Knochen verdrängen. Sie ist die dominierende Langzeitkomplikation der Hüftendoprothetik ⁴⁷. Eine weitere wesentliche Ursache sind die septischen Lockerungen, wobei in der Praxis die Unterscheidung zwischen aseptischer Lockerung und low-grade Infekt oft schwierig ist.

Aufbauend auf Untersuchungen aus der Zeit der Zementprothesen ¹²⁵, die die Ursache der Osteolyse in der Wirkung von Makrophagen, Riesenzellen und verschiedene Enzymen in der bindegeweblichen Membran am Übergang vom Transplantat zum Knochen

sahen, werden heute weitere Gründe für die aseptische Osteolysen angenommen wie stress-shielding³² und fluidpressure⁴.

Die Pfannen sind das Hauptproblem bei der Hüftendoprothetik und führen doppelt so häufig zu Komplikationen wie die Schäfte¹⁰². Auch die schon erwähnte Schwedenstudie für 2006 weist bei den meisten Prothesensystemen eine für die Pfanne geringere Überlebenszeit aus. Für die Revisionsimplantate ist diese nochmals verkürzt, wobei diese Angaben überwiegend noch auf zementierten Prothesen beruhen.

1.2. Möglichkeiten des Pfannenwechsels

Das Ziel der Revision ist die dauerhafte stabile Fixierung einer neuen Pfanne, daneben die Rekonstruktion des Knochenstocks und die Rekonstruktion des Drehzentrums. Grundsätzlich bestehen verschiedene Möglichkeiten zum Erreichen dieser Ziele:

1. Das Einzementieren einer Pfanne in den gegebenen Defekt. Es hat sich herausgestellt, dass dieses in der Primärsituation nach wie vor übliche Verfahren⁹¹ im Revisionsfall schlechte Langzeitergebnisse bringt^{16,31,62,88} mit bis zu 29% Versagern nach 8 Jahren. Vereinzelt gibt es auch positivere Studien. Marti et al.⁷⁵ berichtet über eine Überlebensrate von erneut einzementierten Pfannen von 85% nach 14 Jahren. Alle Autoren beschreiben aber hohe Raten an Lysesäumen auch rund um die noch einliegenden Pfannen. Das Pfannenbett bietet für eine mikroskopische Verankerung des Zementes mit dem Knochen nicht die notwendige trabekuläre Struktur. Die knöcherne Oberfläche des Acetabulums ist bei gelockerter Pfanne gewöhnlich glatt und sklerotisch^{19,83}. In der Summe scheint man günstige Ergebnisse für 4–5 Jahre erwarten zu können

2. Das Einzementieren oder zementfreie Einsetzen über autogenen Großtransplantaten wie Hüft- und Tibiaköpfen, distalen Femura oder Beckenanteilen oder aber über kleingeraspelten, chipartigen Allografts^{30,42,101}. Die Ergebnisse sind uneinheitlich. Während die Befürworter von Großtransplantaten über gute Ergebnisse mit Nachbeobachtungszeit bis zu über 12 Jahren berichten^{85,97,119}, sehen andere Autoren langfristig eher Nachteile^{9,90,103}. Es ist zweifelhaft, ob von solchen Transplantaten eine knöcherne Integration einer Pfanne ausgeht⁵³.

3. Bipolare Prothesen, in der Versorgung der Schenkelhalsfraktur erfolgreich, versagen im Revisionsfall.^{13,37}

4. Schraubpfannen. Es gibt positive Berichte im Falle, dass der Pfannenrand intakt ist, überwiegend jedoch gelten Schraubpfannen weder in der Primär- noch in der Sekundärsituation als erste Wahl^{12,18,34,37}.

4. Zementfreie ovale Implantate^{41,64}. Die Formgebung dient der Defektfüllung und der Herstellung von mehr Kontaktfläche mit dem originären Knochen, außerdem kann durch speziell geformte Inlays das Rotationszentrum korrigiert werden. Die Ergebnisse sind unterschiedlich bei differenten Defekttypen. Koster et al.⁶⁴ sah 2% aseptische Lockerungen nach im Mittel 3,6 Jahren, Götze et al.⁴¹ 12% nach durchschnittlich 2,8 Jahren.

5. Pfannendachschalen, welche mit Schrauben und Haken am Beckenknochen befestigt

werden und in die Polyethylenpfannen mit Zement eingesetzt werden. Sie können mit autogenem oder allogenem Knochen unterfüttert werden, der später nach Osteointegration die Konstruktion zusätzlich stützt. Mit dem aufwendigen Verfahren können auch große Defekte mit langfristigem Erfolg behandelt werden ^{104,120}.

6. Zementfreie hemisphärische Implantate, welche nur durch Verklebung oder aber mit zusätzlicher Schraubenfixierung eingebracht werden. Es handelt sich hierbei um Standardimplantate aus dem primären Hüftgelenkersatz mit Größen bis 80 mm Durchmesser. Für einige Modelle wurde die Eignung für den Revisionsfall in zahlreichen Studien besonders aus den neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts nachgewiesen ^{29,33,42,45,57,68-70,105}. Es ergaben sich Revisionsraten wegen aseptischer Lockerung von 0-5 % bei Nachbeobachtungszeiten von bis zu 17 Jahren. Sie bieten den Vorteil, dass der Zement als Schwachstelle ausscheidet ⁸⁵, in der Regel kein oder wenig Allograft notwendig ist und die Technik weniger aufwendig ist als das Einbringen einer Pfannendachschale.

1.3 Die zementfreie Verankerung der Pfanne

Ausgehend von den o.g. Möglichkeiten zur Pfannenrevision werden Algorithmen zum Vorgehen im konkreten Fall angegeben. Sporer et al.¹⁰⁹ empfiehlt die zementfreie Revision, wann immer mit einem solchen Transplantat eine stabile Verankerung erzielt werden kann und sieht die Grenze bei Defekten des Typs 3-b nach Paprosky. Rosenberg⁹⁵ schrieb 2003, dass nach seiner Ansicht 95 % der Pfannenwechsel zementfrei durchgeführt werden können und nur 5 % mit anderen Methoden wie einem high-hip-center, einem Sonderfall der zementfreien Revision, oder einer Pfannendachschale versorgt werden müssen.

Soll ein zementfreies Implantat auf Dauer stabil einliegen, muß eine Osteointegration stattfinden. Dazu erforderlich ist eine geeignete profilierte Oberfläche, Kontakt mit vitalem Knochen, besonders am os ilium, und eine stabile Primärfixation. Diese wird erreicht durch eine elastische Vorspannung (pressfit), ggf. unterstützt durch Schrauben, durch welche sich Mikrobewegungen noch verkleinern lassen⁸⁹. Die stabile primäre Verankerung ist Voraussetzung für die sekundäre biologische Stabilität durch Einwachsen von Knochen. Aus histologischer Sicht muß eine direkte Verbindung zwischen Oberfläche und Knochen entstehen ohne Bindegewebe, aus biomechanischer Sicht muß eine funktionelle Verbindung zwischen Implantat und Knochen entstehen ohne kontinuierliche Bewegung zwischen den beiden^{2,12,63}.

Aus den genannten Studien ist zu schließen, dass eine einmal knöchern integrierte zementfreie Pfanne auch eine dauerhafte Verbindung erwarten läßt. Dies ist radiologisch zu beurteilen durch Ausbildung knöcherner Brücken zum Implantat hin, dem Fehlen strahlendurchlässiger Säume und dem Ausbleiben einer frühen Migration^{35,65}. Ein für den Revisionsfall noch nicht beschriebenes Implantat muß sich messen lassen an den etablierten Systemen. Ein typisches, sowohl für die Erstimplantation als auch für den Wechsel sehr gut untersuchtes Primärimplantat ist die Harris-Galante Pfanne der Fa. Zimmer. In einer Multicenterstudie mit mehr als 1000 Primärpfannen stellte Maloney et al.⁷² fest, dass bei einer mittleren Nachbeobachtungszeit von 81 Monaten nur 4 Pfannen wanderten. In einem Unterkollektiv mit wenigstens 10 Jahre einliegenden Pfannen wurde nur eine Migration gesehen. Osteolysen im Beckenknochen, korrelierend mit der Größe des Polyethylenabriebs, waren ausschließlich bei Patienten unter 70 Jahren zu beobachten. Dies ist ein interessanter Aspekt für den Pfannenwechsel. Denn die überwiegend ältere Klientel mit sich hinsichtlich Abrieb günstig auswirkender

reduzierter Aktivität kann bei sicherer Osteointegration sehr günstige Langzeitergebnisse erwarten⁹⁹.

1.4 Das Design der Plasmacup im Vergleich

In Tierversuchen wurden eine Porengröße vom 50 – 400 Mikrometer als optimal für das Einwachsen in den Knochen herausgefunden^{8,121}.

Die Harris-Galante Pfanne (HG) der Fa. Zimmer, Warsaw, Indiana hat eine Porengröße von 300 Mikrometern⁹⁴ und gehört damit ebenso wie die Plasmacup mit einer Porengröße zwischen 20 und 200 Mikrometern¹¹⁰ zu den Pfannen mit der als ideal festgestellten mikroporösen Oberfläche. Auch das Porositätsvolumen ist mit 50% bzw. 40% ähnlich^{1,67}. Beide werden nach dem Prinzip der Verklemmung eingesetzt und haben zusätzlich die Möglichkeit der Verschraubung. Die Oberflächenbeschichtung der Plasmacup mit Titanpulver im Plasmasprayverfahren wird seit 1986 angewandt und war für die drei hier eingesetzten Typen gleich (Firmenangabe). Auch ist entsprechend den Produktbeschreibungen die hemisphärische Form mit der Abplattung am Pol und das Prinzip der äquatorialen Verklemmung gleich geblieben. Die Pfanne wird mit einem Übermaß von 2 mm eingesetzt. Das Konzept der Pfanne ist bei Stallforth et al.¹¹⁰ ausführlich beschrieben und begründet. Die drei Pfannentypen „P“, „S“ und „SC“ weisen allerdings Unterschiede auf: der Typ „P“ hat drei Verankerungszapfen. Typ „S“ und „SC“ sind ohne Zapfen und unterscheiden sich in den Bohrungen für die optionalen Verankerungsschrauben.

In unserer Studie weist die „P“ die längste Nachbeobachtungszeit auf, da sie in den ersten Jahren der untersuchten Serie verwendet wurde. Da bei den drei Typen die gemeinsamen Merkmale überwiegen und sie auch parallel verwendet wurden, werden sie in der Studie gemeinsam als „Plasmacup“ betrachtet und nur in der beschreibenden Statistik der Versuch der Differenzierung unternommen.

Die Plasmacup ist also von den Produktmerkmalen her der HG-Pfanne sehr ähnlich und auch für sie wurde über günstige Ergebnisse beim primären Hüftgelenkersatz berichtet^{26,39,124}.

Untersuchungen, die die Plasmacup in der Revisionsituation nachbeobachtet haben, sind uns aber nicht bekannt.

Die drei Pfannentypen in der Produktdarstellung der Firma Aesculap¹.



Bild 1
Plasmacup P



Bild 2
Verklebung äquatorial

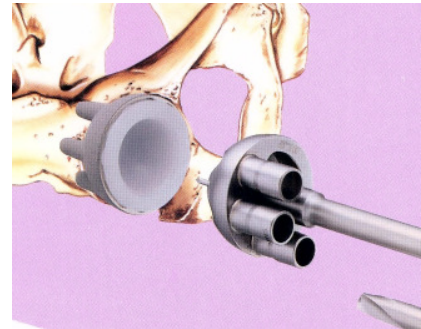


Bild 3
Zapfenbohrung

Plasmacup P mit den drei Verankerungszapfen, die eine zusätzliche Bohrschablone erforderten.



Bild 4
Plasmacup S

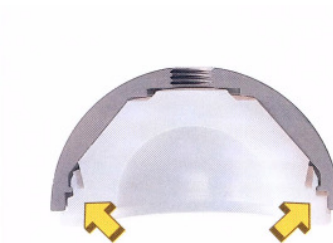


Bild 5
Schnappmechanismus des
Inlays



Bild 6
Verklebung wie
Pfannentyp P

Plasmacup S mit der Möglichkeit, drei Verankerungsschrauben einzubringen. Die Befestigung des Polyethyleninlays ist nur in 30° Rastschritten möglich und erfolgt über

einen Schnappmechanismus am Rand.



Bild 7

Plasmacup SC

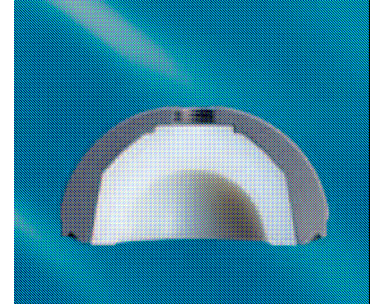


Bild 8

Konische Verklebung des
Inlays

Die Plasmacup SC bietet ebenfalls die Möglichkeit, drei Schrauben einzubringen. Die Gestalt der beiden äußeren Bohrungen (Typ S oval, Typ SC rund) und die Art der Fixierung des Inlays wurde verändert. Sie beruht beim Typ SC auf einer konischen Verklebung des Inlays in der äußeren Schale mit zusätzlicher Abstützung des Bodens statt eines Schnappmechanismus beim Typ S. Die äußere Form der Pfannen mit dem abgeflachten Pol und auch die mikroporöse Oberfläche ist bei allen drei Typen gleich geblieben

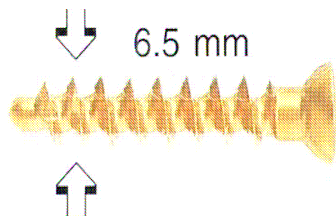


Bild 9

Die Durchmesser der Schrauben sind für die Typen S und SC gleich.

1.5 Fragestellung

Erstellt wird daher eine retrospektive Kohortenstudie mit folgender Fragestellung:

- wie stellt sich die Plasmacup als Revisionsimplantat im Verlauf dar?
- erfolgt eine Osteointegration?
- zeigen sich Osteolysen oder Lockerungssäume und Migration?
- kommt es zu Pfannenverlusten?
- wie ist das klinische Ergebnis?
- wie stellen sich die Ergebnisse im Literaturvergleich dar?

Der Untersuchungsgang und die Darstellung sollen sich an ähnlichen Studien orientieren. Die grundsätzliche Vergleichbarkeit des Patientengutes soll überprüft werden, insbesondere hinsichtlich des Defektgrades. Die im Zeitverlauf angefertigten Röntgenbilder sollen hinsichtlich Osteolysen und Hinweisen auf eine Integration der Pfanne bewertet und eine Migrationsanalyse vorgenommen werden. Mit Hilfe eines etablierten Scores soll die Funktion des Gelenkes und das subjektive Befinden der Patienten erfaßt werden.

2. Material und Methoden

2.1 Patientengut

In die Untersuchung einbezogen wurden alle Patienten, die sich im Kreiskrankenhaus Frankenberg im Zeitraum von 1. Januar 1995 bis 31. Dezember 2003 dem zementfreien Wechsel einer Hüftpfanne unterzogen haben. Es waren 43 weibliche (60%) und 26 männliche (36%) Patienten. Drei der männliche Patienten (4%) erhielten beidseits zu verschiedenen Zeitpunkten den gleichen Eingriff, so gelangten insgesamt 72 Fälle in die Untersuchung. Die Patienten waren zum Operationszeitpunkt zwischen 43 und 81 Jahre alt, Median 66,3, Standardabweichung 6,7.

Die Implantation erfolgte nicht konsekutiv, d.h. es wurden im gleichen Zeitraum auch Pfannenwechsel in anderer Technik vorgenommen. Die Gründe für die Entscheidung im Einzelfall sind in den Krankenunterlagen nicht dokumentiert.

Als Nachbeobachtungszeitraum wurde im Rahmen dieser Studie angesehen der Zeitraum zwischen Implantation der Plasmacup und dem Zeitpunkt, zu dem

- die Patienten entweder persönlich oder per Telefon interviewt werden konnten
- die Patienten aus der Nachbeobachtung fielen wegen Tod oder Unauffindbarkeit
- oder das Implantat versagte.

Als Versagen der Prothese sollte angenommen werden der erneute Wechsel, das endgültige Entfernen der Pfanne oder das Vorliegen im weiteren noch näher definierter Lockerungszeichen. In 68 Fällen (94%) konnte das Schicksal der Pfanne verfolgt werden. Wie viele Patienten nachuntersucht werden konnten, wie viele verstorben sind, telefonisch interviewt wurden oder verschollen sind, stellt die folgende Grafik dar:

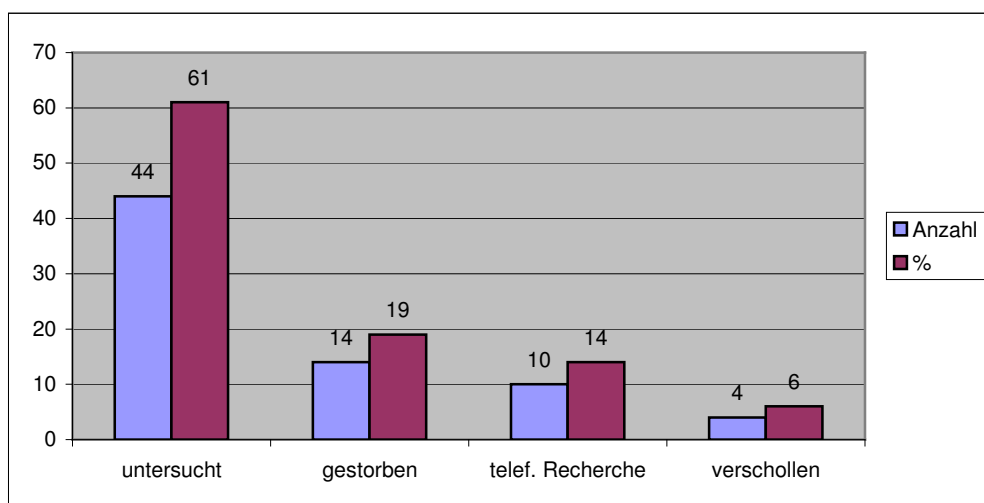


Bild 10

Nachbeobachtungszeit

Die Spanne reichte von 2 bis 150 Monaten, Mittelwert 86,2 Monate, Standardabweichung 38,1.

In zwei Fällen lagen keine Informationen vor, daher konnten hier nur 70 Hüften ausgewertet werden.

	Monate	Jahre
minimal	5	0,4
maximal	150	12,5
Mittelwert	87,4	7,3
1.Quartile	63	5,2
3. Quartile	119	9,9

Tabelle 1

Ein Patient fiel nach zwei Monaten, drei weitere nach 6 bzw. 7 Monaten aus der Beobachtung. Bei den als verschollen geltenden Patienten ist ebenso wie bei den verstorbenen Patienten nur der sicher dokumentierte Zeitraum in die Aufstellung der Nachbeobachtungszeit eingeflossen. Laut Studienauftrag sollten ausdrücklich alle Patienten mit dem Merkmal zementfreie Revisionspfanne betrachtet werden. Ein Ausklammern der schon nach einem halben oder einem Jahr nicht mehr zur Nachuntersuchung erschienen Fälle hätte allerdings die mittlere Nachbeobachtungszeit gesteigert.

Sicher explantiert wurde von $n = 72$ nur eine Pfanne wegen Infekt = 1,4%.

2.2 Studiendesign

Es handelt sich um eine retrospektive Untersuchung unter statistischer Beratung von Frau Timmesfeld vom Institut für Medizinische Biometrie und Epidemiologie der Universität Marburg. Einschlusskriterium war das Einsetzen einer Plasmacup-Pfanne der Typen S, P und SC im genannten Zeitraum. Die Patienten wurden nachuntersucht vom 16. Oktober 2007 bis 12. Februar 2008, entweder im Rahmen einer routinemäßigen Nachkontrolle oder aber per Telefoninterview. Soweit die Patienten verstorben waren, wurde versucht, über Befragen der Angehörigen oder des Hausarztes das Schicksal des Patienten und des Hüftimplantates aufzuklären. In die Röntgenauswertung wurden die präoperativen Bilder eingeschlossen sowie alle greifbaren Bilder vom OP-Zeitpunkt bis zum Studienende. Soweit erreichbar wurden auch auswärtig angefertigte Röntgenbilder angefordert und ausgewertet. Alle untersuchten Patienten wurden über die Ziele der Studie aufgeklärt und gaben ihr Einverständnis.

Explantierte Pfannen

Von der präoperativen Situation lagen bei 65 Patienten Röntgenbilder vor (90%). Die Indikation zum Eingriff war in 65 Fällen (90%) eine aseptische Lockerung der Pfanne, in 2 Fällen eine Fehlplatzierung der Primärpfanne mit Beschwerden. Die Verteilung der explantierten Pfannentypen zeigt Tab. 2

Typ	Anzahl	%
Schraubpfannen	36	55
zementfreie Pfannen	10	15
zementierte Pfannen	19	29
unbekannt	7	

Tabelle 2

gesamt n = 72, dokumentiert = 65

Art des Wechsels septisch/aseptisch

In 4 Fällen lag als Ausgangssituation eine Infektion vor (6%), in 66 Fällen war die OP aseptisch (94%), für zwei Fälle waren keine Angaben in den Krankenunterlagen dokumentiert.

Keimnachweis

In 2 von 4 Fällen eines septischen Pfannenwechsels konnte staph. aureus nachgewiesen werden. In den beiden anderen Fällen gelang kein Keimnachweis.

Fälle mit gleichzeitigem Schaftwechsel

gesamt $n = 72$, dokumentiert $n = 66$

	Anzahl	%
ja	31	47
nein	35	53
unbekannt	6	9

Tabelle 3

2.3 Operation

Alle Eingriffe wurden in Rückenlage über einen transglutealen Zugang durchgeführt. Von den 72 Eingriffen sind 65 durch OP-Berichte dokumentiert (90%). Die OPs erfolgten durch 3 verschiedene Operateure, wobei Operateur 1 62 Eingriffe vornahm (95% der dokumentierten), Operateur 2 zwei Eingriffe (3%) und Operateur 3 einen Eingriff (1,5%). Alle drei Operateure waren Fachärzte für Chirurgie mit Teilgebiet Unfallchirurgie. Details der Nachbehandlung sind weder in den OP- noch in den Entlassungsberichten dokumentiert und fließen nicht in die Untersuchung ein. Durchgängig hielten die Patienten einen nicht genau definierten Zeitraum der Teilbelastung an Unterarmgehstützen ein.

Bei der Durchsicht der OP-Berichte zeigte sich, dass bei allem Eingehen auf den individuellen situs doch als grundlegende Methodik der OP-Schritte folgendes festzuhalten ist: transglutealer Zugang, Resektion von Ossifikation soweit vorhanden, Resektion der Hüftgelenkkapsel soweit von ventral erreichbar. Luxation der Prothese, Abschlagen des Prothesenkopfes, Prüfen der Festigkeit des Schaftes. Dieser wurde zu diesem Zeitpunkt entfernt oder aber belassen. Einstellen des Acetabulums, Entfernen der Pfanne. Jeweils sehr vorsichtiges Auffräsen des Acetabulums, Entscheid über Einbringen von Spongiosa, Einschlagen der Plasmacup. Die Plasmacup P hat drei Zapfen, sodass hier eine Schraubenfixation nicht möglich war. Die Typen S und SC haben Bohrungen und hier wurde von Fall zu Fall entschieden, ob die Verklemmung ausreichend war oder ob eine zusätzliche Schraubenfixation notwendig erschien. Im nächsten Schritt gegebenenfalls Entfernen des Zementköchers im Schaft und Reimplantation des Femurprothese. Es folgte der schichtgerechte Wundverschluß unter Einlegen von je einer Drainage in die Gelenkhöhle, subfascial und subcutan. Es wurde immer eine antibiotische Behandlung über wenigstens 48 Stunden durchgeführt.

2.4 Klassifikation der präoperativen Defektgröße

Die Beurteilung der acetabulären Defekte erfolgte anhand der präoperativ angefertigten Röntgenaufnahmen. Dabei wurde die Klassifikation von Paprosky ⁸⁶ angewendet, ursprünglich entwickelt um aus der Beschreibung von durch Pfannenlockerung entstandenen Defekten direkt Therapieempfehlungen abzuleiten. Die Klassifikation teilt die Defekte in 3 Gruppen mit jeweils weiteren Untergruppen ein.

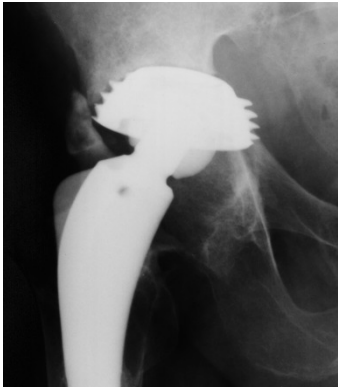
Der Typ 1 ist eine Situation mit vollständig erhaltenem knöchernem Rand, das Acetabulum ist nahezu unversehrt, die Knochenstrukturen sind erhalten, größere Osteolysen fehlen. Eine wesentliche Wanderung der gelockerten Pfanne besteht nicht.



Bild 11

Paprosky Typ 1. Lockerungssaum, keine Wanderung

Beim Defekttyp 2 ist die anteriore und posteriore Säule intakt, die Pfanne selbst ist weniger als 2 cm gewandert, das Pfannenlager in der Regel nach cranial hin ovalär verformt. Der Typ 2 wird in die Untergruppen 2a bis 2c aufgeteilt. Bei der Differenzierung kommt es auf die Richtung der Pfannenwanderung an. Typ 2a bedeutet Wanderung nach cranio-medial, Typ 2b nach cranial-lateral, Typ 2c rein nach medial hin.

**Bild 12**

Paprosky 2a. Wanderung nach cranial-medial.

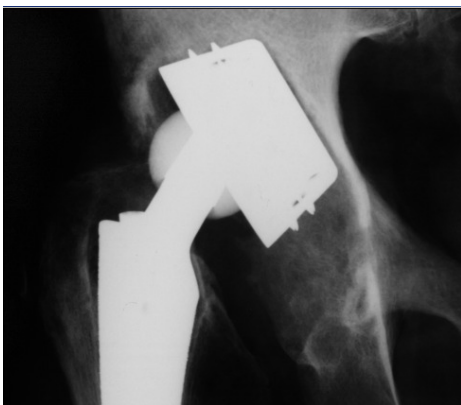
**Bild 13**

Paprosky 2 b. Wanderung nach cranial-lateral

**Bild 14**

Paprosky 2 c. Wanderung nach medial.

Der Defekttyp 3 ist gekennzeichnet durch eine Wanderung der Pfanne von mehr als 2 cm sowie Defekten in der ventralen und dorsalen Säule. Bei diesem Defekttyp werden 2 Gruppen unterschieden, Typ 3a und 3b. Beim Typ 3a ist die Köhlerlinie noch intakt, beim Typ 3b wird sie von der Pfanne durchbrochen.

**Bild 15**

Paprosky 3 a. Wanderung von mehr als 2 cm

Ein Beispiel für den Typ 3 b stellt das **Bild 54** auf Seite 81 dar.

Beurteilt wurde die Defektsituation im wesentlichen anhand der präoperativen Röntgenbilder, ergänzt durch Beschreibungen aus dem Op-Bericht. Diese wurden durch den Autor ausgewertet. Eine ausdrückliche Einstufung intraoperativ war nicht erfolgt. Es fanden sich 9 mal Ty 1, 9 mal Typ 2a, 26 mal Typ 2b, 4 mal Typ 2c, 10 mal Typ 3a und

1 mal Typ 3b. Die folgende Grafik zeigt die Verteilung der Defekttypen der 59 auswertbaren Fälle in Prozent:

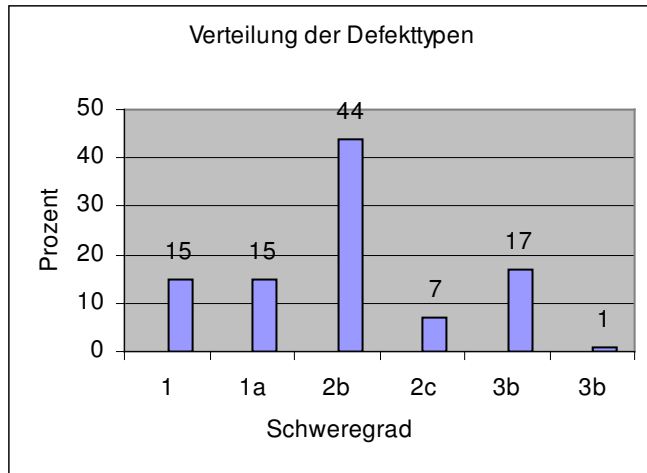


Bild 16

2.5 Pfannengröße

Im Rahmen der Wechseloperationen wurden verschiedene Typen der Plasmacup der Firma Aesculap eingesetzt. Diese hat sich im Laufe der Jahre vom Design her verändert. Verwendet wurden die Typen P (33 mal, 46%), S (17 mal, 24%) und SC (22 mal, 30%). Die Auswahl erfolgte je nach Verfügbarkeit zum Teil zeitlich überschneidend. Entsprechend der Formänderung wurden in den letzten Jahren des Beobachtungszeitraumes nur noch SC-Pfannen verwendet. Bei den männlichen Patienten variierten die Pfannengrößen zwischen 52 und 66 mm, bei den Frauen zwischen 46 und 66 mm.

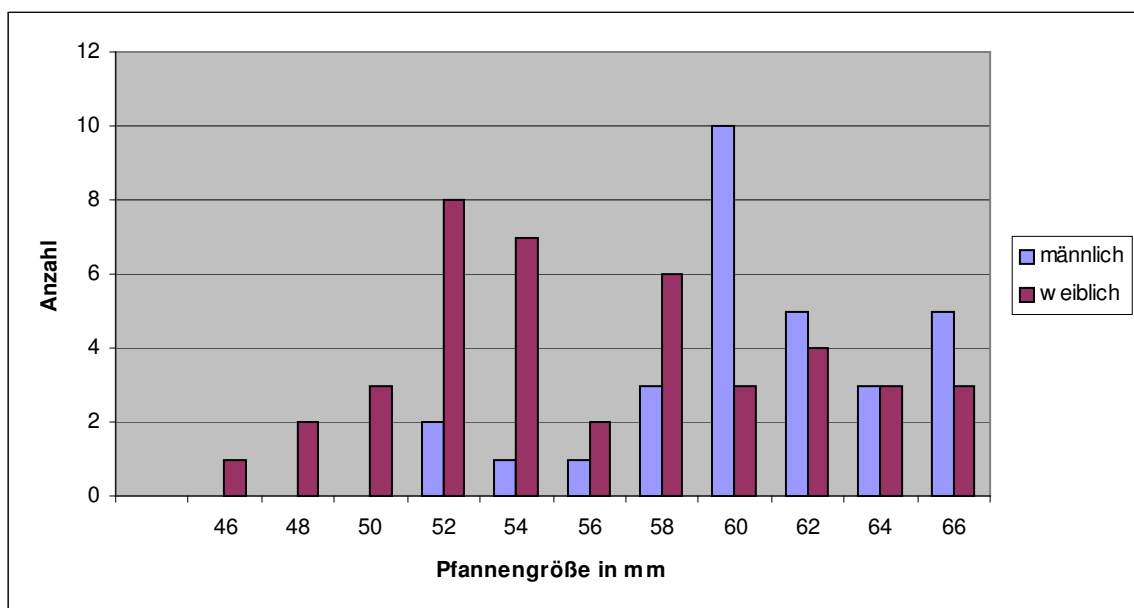


Bild 17

Zusätzliche Verschraubung:

Die Plasmacuptypen S und SC bieten die Möglichkeit der zusätzlichen Verschraubung. Diese wurde bei einer Gesamtzahl von 39 in 36 Fällen, dh. 90 Prozent, genutzt. Verwendet wurden im Mittel 2,14 Schrauben bei einer Standardabweichung von 0,65.

**Bild 18**

Beispiel für zusätzliche Verschraubung, SC 58 mm

**Bild 19**

Reine Verklebung, SC 66 mm,

2.6 Knochentransplantation

In jedem Einzelfall wurde während der Operation entschieden, ob die Defektsituation des Beckens einen Knochenersatz notwendig machte oder nicht, ein schematisches Vorgehen ist hier anhand der OP-Berichte nicht erkennbar. In 71 der 72 operierten Fälle war eine Dokumentation bezüglich der Verwendung von Knochenersatzmaterial in Form von OP-Bericht oder Entlassungsbrief vorhanden. In der Summe wurde in 23 von 71 Fällen Knochen transplantiert. In 7 von 71 Fällen wurde allogenes Knochenersatzmaterial verwendet. 6 mal Spenderknochen aus der eigenen Knochenbank, davon 5 mal in Form von Blöcken oder Scheiben, jeweils hergestellt aus kältekonservierten Hüftköpfen, 2 mal in Form von Chips. Einmal wurde prozessierter allogener Knochen der Firma Tutogen Medical (Tutoplast) verwendet, 3 mal bovine Hydroxylapatitkeramik der Firma Merck Biomaterialien (Endobone) in Form von Chips oder kleinen Blöckchen.

Nur in einem Fall wurde ein Knochenblock zunächst angeschraubt und dann die Pfanne darauf gesetzt. In den übrigen Fällen wurde das Knochenersatzmaterial entweder über mediale Defekte in Form von Scheiben gelegt oder aber kleinere Höhlungen mit Chips gefüllt. In 14 Fällen wurde autogener Knochen verwendet, ganz überwiegend wurden hier die beim Auffräsen der Pfanne gewonnenen Späne wieder verwendet. Das folgende Bild veranschaulicht die Verwendung:

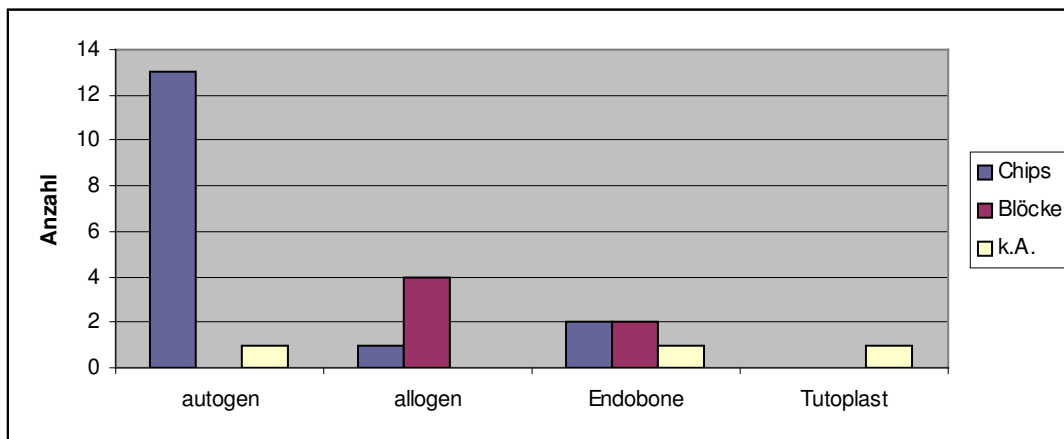


Bild 20

2.7 Klinische Untersuchung

Zunächst wurden die Patienten nach ihrer allgemeinen Zufriedenheit mit der Operation befragt, dann das Gangbild bezüglich Hinken und Ausprägung des Hinkens beurteilt. Lokal wurde die Narbe hinsichtlich Druckschmerz, Rötung und Verlauf beurteilt. Die weitere Untersuchung und Befragung folgte strukturiert den Vorgaben des Harris-Hip-Scores, worin eine Prüfung der Beweglichkeit nach der Neutral-Null-Methode eingeschlossen war. Die Allgemeinanamnese wurde insoweit erhoben, als nach aktuellen Beeinträchtigungen und Behinderungen durch sonstige Leiden und Erkrankungen gefragt wurde. Systematisch wurde nach dem Vorliegen von Diabetes mellitus, Herz-Kreislaufkrankungen und dem Vorliegen einer Primär Chronischen Polyarthrit (PCP) geforscht. Körpergröße und Gewicht wurden zum Bestimmen des Body-Mass-Index (BMI) ermittelt.

Der BMI stellte sich wie folgt dar:

	BMI
min.	21,1
1. Quartile	25,6
Median	27,7
Mittelwert	29,7
3. Quartile	30,4
max.	49,5

Tabelle 4

Die aktuell eingenommenen Medikamente wurden nur insoweit erfragt, als es sich um Analgetika und Nichtsteroidale Antirheumatika (NSAR) handelte, die wegen Schmerzen in der operierten Hüfte eingenommen wurden.

2.8 Harris-Hip-Score

Der Hüftscore nach Harris ⁴⁸ ist eines der verbreitetsten Schemata zur Erfassung der Funktion des Hüftgelenkes. Er wurde 1969 erstmals vorgestellt und kann nicht nur zum Vergleich der Funktion innerhalb einer Studie, sondern auch zum Vergleich von Studien untereinander verwendet werden. Die Idee war, eine Vielzahl von Variablen zu einer einzigen Zahl zusammenzufassen. Die Bewertung des Schmerzes und der Funktion nehmen auf der 100 Punkte umfassenden Skala mit insgesamt 91 Punkten den mit Abstand größten Raum ein, der Rest verteilt sich auf Bewegungsausmaß und die Beurteilung von Deformitäten. In dieser Untersuchung wurde ein etwas modifizierter Score verwendet.

Der Score vergibt für die Erfassung

- des Schmerzes	44 Punkte
- die Funktion mit Gang und Aktivität	47 Punkte
- das Fehlen einer Deformität	4 Punkte
- die Bewegungsmöglichkeit	5 Punkte

Maximal sind 100 Punkte zu erreichen. Je besser der Zustand, desto höher der Punktwert.

Das ursprüngliche Bewertungsschema von Harris sah allerdings eine sehr komplizierte Punktevergabe für den Bewegungsumfang vor, der letztlich aber nur mit 5% in das Gesamtergebnis einfließt. Im Rahmen dieser Studie wurde daher für die Erfassung des Bewegungsumfanges eine Modifikation gewählt, wie sie von Haddag et al. ⁴⁴ beschrieben wurde. Dabei werden die erreichbaren Bewegungsmöglichkeiten in Grad für Flexion, Adduktion, Abduktion, Innen- und Außenrotation addiert. Die so erzielten Werte erhalten Punkte wie folgt:

210 – 300 = 5 Punkte, 160 – 209 = 4 Punkte, 100 – 159 = 3 Punkte, 60 – 99 = 2 Punkte, 30 – 59 = 1 Punkt, 0 – 29 = 0 Punkte.

Das Ergebnis wird als Mittelwert des Gesamtkollektivs und in einer Einteilung in vier Gruppen dargestellt. Ein sehr gutes Resultat wären 90 bis 100 Punkte, ein gutes 80 bis 89, ein mäßiges 70 bis 79 Punkte und eine schlechtes 70 oder weniger ⁴⁸.

2.9 WOMAC

Der WOMAC (Western Ontario and MacMasters University) – Arthroseindex ist ein standardisiertes Verfahren zur Selbstbeurteilung für Patienten mit Osteoarthrose von Hüft- und Kniegelenk^{7,111}. Der Index umfasst 24 Fragen, wobei der Patient auf einer visuellen Analogskala von 0 bis 10 sich selbst einschätzen kann. Bei maximal erreichbaren 240 Punkten ist die Funktion des Gelenkes um so schlechter, je mehr Punkte erreicht wurden. Er wird verwendet sowohl zur Kontrolle des Krankheitsverlaufes als auch der Effektivität einer medikamentösen oder operativen Behandlung von Hüft -und Kniegelenken.

2.10 Röntgenuntersuchung

Vorgesehen war, von allen Patienten folgende Röntgenaufnahmen in die Auswertung einfließen zu lassen:

- präoperativ
- direkt postoperativ
- ½ Jahr
- 1 Jahr,
- 2 Jahre
- 5 Jahre postoperativ sowie
- möglichst zeitnah zur klinischen Untersuchung.

Nur für 18 Patienten waren zu jedem Zeitpunkt auswertbare Röntgenbilder vorhanden. Bei den übrigen Patienten war der Röntgenbildbestand lückenhaft und nicht zu jedem Zeitpunkt Bilder vorliegend.

Insgesamt konnten 69 Patienten (96%) in die Röntgenbildbewertung aufgenommen werden, von den drei weiteren Fällen (4%) waren keinerlei Bilder mehr erreichbar. Um ausreichend große Kollektive zu erhalten, wurden die Röntgenbilder in 7 Gruppen eingeteilt:

- präoperativ
- postoperativ
- 0,5 Jahre
- 1 Jahr
- 2-3 Jahre
- 4-5 Jahre
- das jeweils jüngste Röntgenbild

Ausgewertet wurden die präoperativen Bilder hinsichtlich des Typs der Primärpfanne und des Defektes. Weiterhin wurde auf ihnen und allen postoperativen Bildern die Pfanne vermessen, um eine ggf. entstandene Migration zu erfassen. Bestimmt wurden die Abstände des Pfannenrandes und des Pfannenmittelpunktes zur Tränenfigur sowie die Inklination und Anteversion.

Bei den Röntgenbildern handelte es sich um ap-Aufnahmen der Hüfte oder Beckenübersichtsaufnahmen in unterschiedlicher Höhe. In die Auswertung flossen letztlich 336 Röntgenbilder ein, 74 davon (22%) waren Beckenübersichten, 262 (78%) Hüftbilder. Wie die spätere Ausmessung ergab, waren die Filmfokusabstände unterschiedlich, gerade postoperativ wurden offensichtlich viele Aufnahmen im Bett gemacht. Dies

wurde insoweit ausgeglichen, als für jedes einzelne Röntgenbild der Durchmesser des Prothesenkopfes bestimmt und per Dreisatz als Referenzstrecke verwendet wurde.

2.11 Bildbearbeitung

Die Röntgenbilder wurden eingescannt mit einem Film-Digitizer VXR-12 der Firma Vidar systems Corporation, Herndon, Virginia. Sie wurden anschließend auf einem üblichen Desktop-Computer gespeichert unter Verwendung des Programmes DiagnostiX –32 der Firma GEMED (Freiburg i.Br.). Das Speichern erfolgte im Bitmapformat und eine digitale Migrationsvermessung wurde mit Hilfe des Programmes Wristing vorgenommen (Autor A.Bach).

2.12 Das Programm Wristing

Da die überwiegende Anzahl der auszuwertenden Röntgenbilder Hüftaufnahmen waren, kam das eigentlich für die Migrationsanalyse vorgesehene Programm DiagnostiX –32 der Firma GEMED nicht in Frage, da hier zwingend Referenzpunkte von der kontralateralen Beckenseite erforderlich sind. Das statt dessen verwendete Programm Wristing ist für die digitale Vermessung von Schöroath et al. validiert¹⁰⁰. Mit dieser Software lassen sich Strecken und Winkel an Röntgenbildern vermessen. Es stützt sich im wesentlichen auf die Unterkante der gleichseitigen Tränenfigur als Hauptreferenzpunkt. Von hier ausgehend wurde der Abstand zum Pfannenoberrand, zum medialen Pfannenrand sowie die Entfernung vom Pfannenmittelpunkt in transversaler und longitudinaler Richtung vermessen. Zusätzlich wurde die Möglichkeit des Programms genutzt, die Inklination und die Anteversion zu bestimmen. Die weiteren Optionen des Programmes wie Bestimmung des Polyethylenabriebs, Vermessung der Femurkomponente und Speicherung der Daten wurden nicht verwendet.

2.13 Messvorgang

Die Bilder wurden einzeln in das Programm aufgerufen und zunächst der Kopfdurchmesser bestimmt. Die von dem Programm angegebenen Einheiten für diese Distanz wurden über den bekannten Durchmesser des Hüftkopfes (28 mm oder 32 mm) in eine Strecke mit der Einheit Millimeter umgerechnet. Dies diente als Referenz für alle weiteren Streckenbestimmungen. Im Falle der Verwendung eines Keramikkopf war die Kopfkontur bei manchen Bildern von der Pfannenkontur überlagert und nicht sicher abgrenzbar. In einem solchen Fall wurden auf anderen geeigneten Bildern des Patienten der Kopf und Fixpunkte am Konus vermessen und auf das Ausgangsbild rückübertragen. Im nächsten Schritt wurde die Unterkante der Tränenfigur markiert und von hier ausgehend, den Programmschritten folgend, der Abstand des Pfannenoberrandes in longitudinaler Richtung sowie des medialen Pfannenrandes in transversaler Richtung bestimmt (Bild 21 und 22).



Bild 21

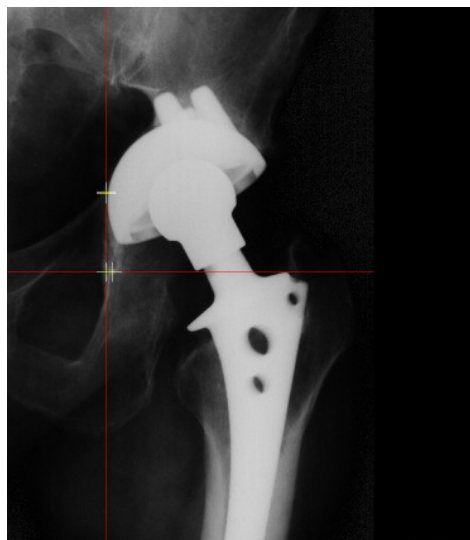


Bild 22

Der Winkel, den die Horizontale vom caudalen Pfanneneckpunkt mit der Verbindungslinie der beiden Pfanneneckpunkte (breitester Röntgenschaten in der Eingangsebene) einschloss, wurde als Inklinationwinkel notiert. Zur Bestimmung der Anteversion verwendet das Programm den Winkel zwischen der Verbindungslinie der beiden Pfanneneckpunkte und der ventralen Torsionskante der Pfanne (unterer Röntgenschaten, Bild 23 und 24).

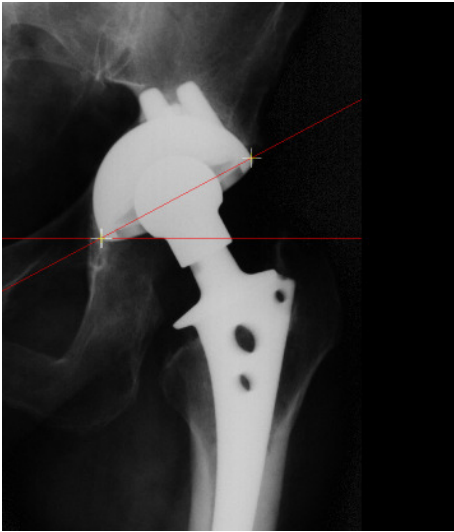


Bild 23

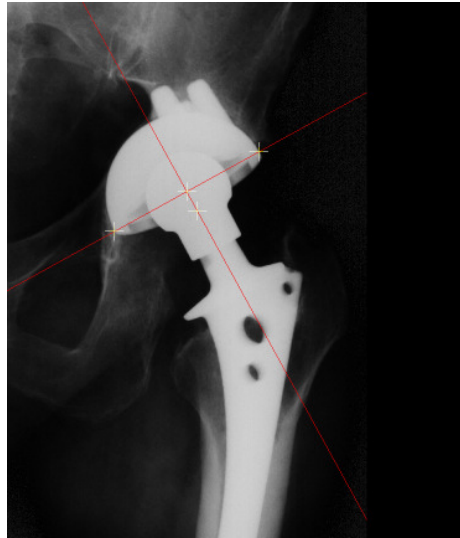


Bild 24

Von A.Bach wurde als Referenzpunkt für die Bestimmung der Pfannenposition transversal, d.h. auf der x-Achse, der Abstand des medialen Pfannenrandes von der Mitte der Symphyse angegeben. Da aber viele der zur Verfügung stehenden Röntgenbilder zu stark auf das Hüftgelenk eingeblendet waren ohne Darstellung der Symphyse, musste die Bestimmung insoweit abgeändert und auch hier die Spitze der Tränenfigur verwendet werden.

Zuletzt wurde der Abstand des Pfannenmittelpunktes wiederum von der Unterkante der Tränenfigur in longitudinaler und transversaler Richtung ausgemessen (Bild 25).

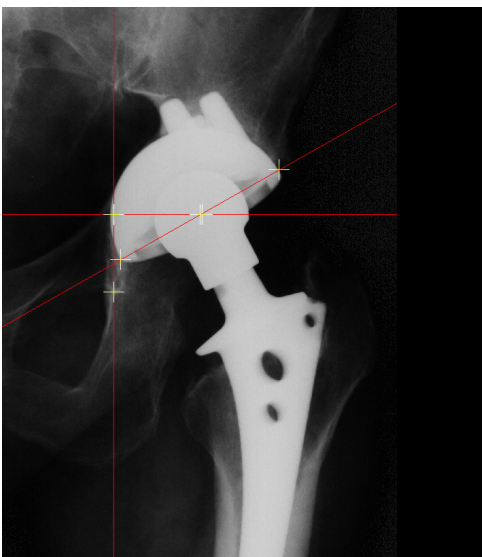


Bild 25

Diese Auswertung wurde sowohl bei den präoperativen als auch bei den im Laufe der Zeit entstandenen postoperativen Aufnahmen angewendet, um durch Veränderung der Meßstrecken und der Winkel eine gegebenenfalls vorliegende Pfannenmigration erkennen zu können.

Sämtliche Werte wurden in einer Exceldatei außerhalb des Programmes abgelegt und statistisch ausgewertet.

In vielen Fällen einer Pfannenlockerung findet eine Pfannenwanderung nach cranial mit einer mehr medialen oder lateralen Komponente und damit einhergehender Verlagerung des Drehzentrums statt. Im Rahmen der Auswertung der Röntgenbilder sollte durch Vergleich der präoperativen und postoperativen Röntgenbildern überprüft werden, ob durch die Neuimplantation eine Rekonstruktion stattgefunden hat. Im Rahmen der Migrationsmessung wurde auf allen Bildern jeweils die Pfannenmittelpunkte bestimmt und nicht der Kopfmittelpunkt als eigentliches Drehzentrum. Denn die Fragestellung der Studie richtet sich nur nach der Pfannenmigration und läßt Lageveränderungen des Kopfes bedingt durch Polyethylenabrieb außer Betracht.

2.14 Lockerungsdiagnose

Für die Unterscheidung zwischen gelockerter und nicht gelockerter Pfanne wurden die von Engh et al. ³⁵ beschriebenen Kriterien verwendet. Für die Osteointegration wurden die von Gerber et al. ⁴⁰ sowie Heekin et al. ⁵⁰ angegebenen Kriterien angewandt. Als radiologische Hinweise auf eine Lockerung wurden angesehen eine umlaufende, röntgenstrahlendurchlässige Zone von mehr als 2 mm Breite, einer Migration von 3 mm oder einer Änderung der Inklination von 8 Grad ^{35,61}. Beachtet wurde besonders das Verhalten von radiologischen Aufhellungen im Zeitverlauf.

Scheitern der Revision wurde angenommen bei Explantation oder erneutem Wechsel ¹⁰⁷.

2.15 Osteolysen und periartikuläre Ossifikationen

Periartikuläre Ossifikationen wurden nach Brooker eingeteilt ¹⁵. Osteolysen und Säume wurden in den von DeLee und Charnley ²³ definierten Zonen erfasst unter Einteilung der Kontaktfläche von Pfanne zu Knochen in drei Abschnitte. Strahlentransparente Säume wurden eingeteilt nach ihrer Lage, der Größe und der Progression.

Die folgenden Beispiele entstammen der Originalarbeit von Brooker ¹⁵ und demonstrieren die vier Stadien:



Bild 26

Brooker Stadium 1.
Kleine Knocheninseln in den Weichteilen



Bild 27

Brooker Stadium 2
Knochenzapfen vom Becken und dem Femur, Abstand größer als 1 cm



Bild 28

Brooker Stadium 3.
der Abstand zwischen den Knochenzapfen beträgt weniger als 1 cm.



Bild 29

Brooker Stadium 4.
ankylosierende Knochenzapfen zwischen Femur und Becken.

Die Einteilung der Zonen nach DeLee und Charnley erfolgte gemäß dem folgenden Schema, welches der Originalarbeit entstammt ²³.

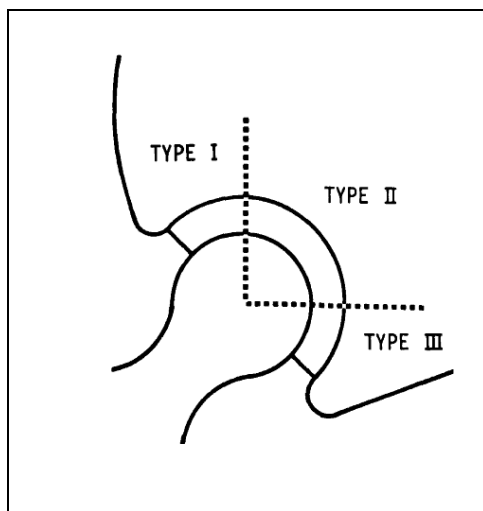


Bild 30

2.15 Statistik

Ausgewertet wurden die Ergebnisse der Röntgenbilder in Form einer deskriptiven Statistik. Beim Vergleich der gemessenen Strecken zu den verschiedenen Zeitpunkten ergaben sich Differenzen. Deren Mittelwerte und Standardabweichungen wurden in Tabellenform dargestellt. Die Differenzen zwischen dem präoperativen und dem postoperativen Bild wurden hinsichtlich Hinweisen auf eine Rekonstruktion des Drehzentrums untersucht, die Vergleiche zwischen den verschiedenen Zeitpunkten hinsichtlich des Ausmaßes und des Zeitpunkts einer Migration.. Die ermittelten Strecken wurden außerdem als Box-and-Whiskers-plots graphisch dargestellt zur Demonstration der Datenverteilung.

In Ergänzung erfolgte eine Varianzanalyse zur Überprüfung, ob überhaupt und ggf. zwischen welchen Zeitpunkten Differenzen zu erkennen waren. Vorgenommen wurde eine Anova mit Meßwiederholung über ein linear mixed model unter Anwendung der restricted maximum likelihood (REML) Methode an den Meßergebnissen aller zu den genannten Zeitpunkten zur Verfügung stehenden Röntgenbilder.

Als Basis diente der post-op Wert. Überprüft wurde die Abweichung der zeitlich späteren Werte mit Angabe des Standardfehlers und des p-Wertes. Signifikanz wurde angenommen bei $p \leq 0,05$.

Für die Berechnung wurde eine Normalverteilung der Meßergebnisse unterstellt.

Um Einflüsse durch Streuung nochmals zu minimieren durch eine größere Datenmenge wurde eine zweite Anova an der Differenz der Werte post-op zu den einzelnen Zeitpunkten für die Parameter „medialer Pfannenrand – TF“ und „Pfannenmittelpunkt – TF“ vorgenommen und zu einem gemeinsamen Mittelwert für jeden Zeitpunkt zusammengeführt. Dies erschien gestattet unter der Vorstellung, dass diese beiden Parameter die gleiche Pfannenbewegung messen und für beide die Differenz zum postoperativen Ausgangswert jeweils gleich sein müsste.

Die Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm “R“ der R Foundation for Statistical Computing, Wien, Österreich.

3. Ergebnisse

3.1 Peri- und postoperative Komplikationen

Die wesentlichen Komplikationen waren Infekte bis zur Konsequenz der Defektarthroplastik, postoperative Luxationen, Peroneusparese und Thrombosen. Die folgende Grafik gibt einen Überblick über die Gesamtzahl und die Verteilung. Infekte und Luxationen stehen im Vordergrund:

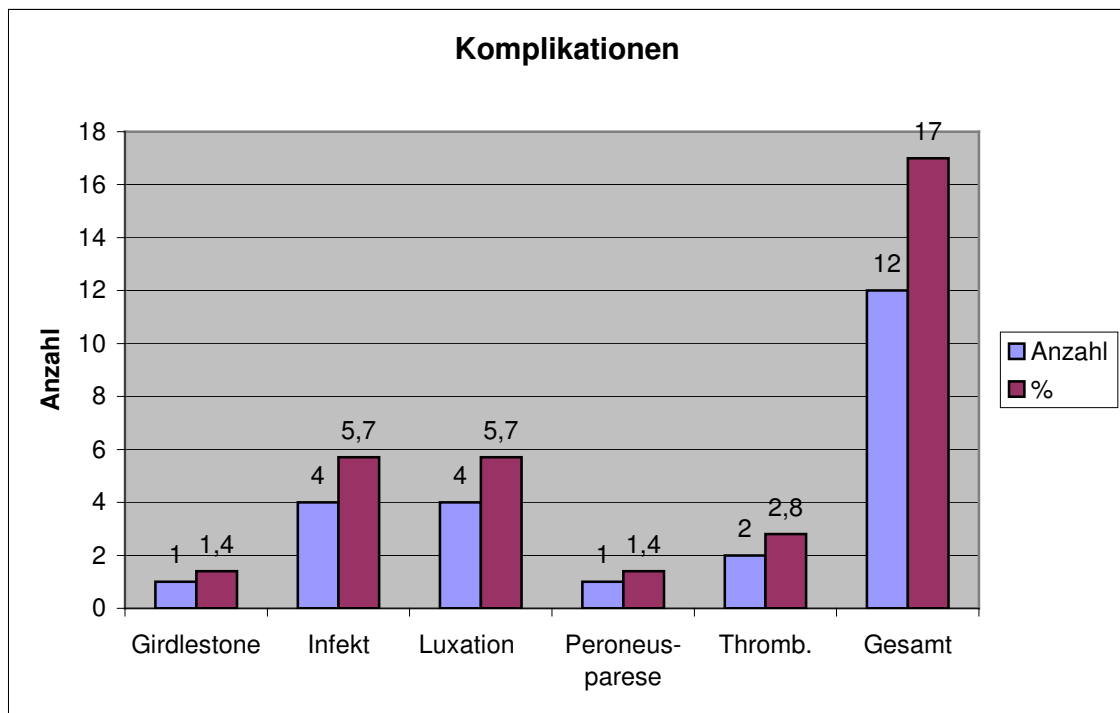


Bild 31

Prothesenschicksal

Sicher explantiert wurde von $n = 72$ nur eine Pfanne wegen Infekt = 1,4%. Ein Wechsel wegen einer aseptischen Lockerung wurde nicht vorgenommen. Bei allen Patienten bis auf den einen septischen Fall war die Pfanne bei der Nachuntersuchung oder beim Ausscheiden aus der Nachbeobachtung noch in situ.

3.2 Klinische Ergebnisse

3.2.1 WOMAC

Dieser Fragebogen wurde von allen nachuntersuchten Patienten (n = 44) ausgefüllt.

Abschnitt 1: Schmerz

13 Patienten gaben Schmerzen an = 29,5%

Maximalpunktzahl	50
Min.	0
1. Quartile	0
Median	0
Mittelwert	2,4
3. Quartile	0,5
Max.	29

Abschnitt 2: Steifigkeit

12 Patienten gaben Steifigkeit an = 27,2%

Maximalpunktzahl	20
Min.	0
1. Quartile	0
Median	0
Mittelwert	2,7
3. Quartile	4,2
Max.	16

Abschnitt 3: körperliche Aktivität

40 Patienten gaben hier Beeinträchtigungen an = 91%

Maximalpunktzahl	170
Min.	0
1. Quartile	8,75
Median	18,5
Mittelwert	32,3
3. Quartile	43,25
Max.	167

Summe des WOMAC:

41 Patienten machten wenigstens einen Eintrag im Fragebogen = 93,1%
 3 Patienten machten überhaupt keinen Eintrag und hatten 0 Punkte = 7%

Maximalpunktzahl	240
Min.	0
1. Quartile	8,75
Median	21,5
Mittelwert	37,4
3. Quartile	48,25
Max.	204

Tabelle 5 Womac

3.2.2 Harris Hip Score des nachuntersuchten Kollektivs n = 44

Schmerz	Maximalpunktzahl	44
	Min.	20
	1. Quartile	43
	Median	44
	Mittelwert	41,5
	3. Quartile	44
	Max.	44

Gang	Maximalpunktzahl	33
	Min.	5
	1. Quartile	17,5
	Median	26
	Mittelwert	24,2
	3. Quartile	30,7
	Max.	33

Aktivität	Maximalpunktzahl	14
	Min.	0
	1. Quartile	9
	Median	10
	Mittelwert	9,8
	3. Quartile	12
	Max.	14

Fehlen einer Deformität	Maximalpunktzahl	4
	Min.	0
	1. Quartile	4
	Median	4
	Mittelwert	3,9
	3. Quartile	4
	Max.	4

Bewegungsmöglichkeit	Maximalpunktzahl	5
	Min.	3
	1. Quartile	4
	Median	4
	Mittelwert	4
	3. Quartile	4
	Max.	5

Trendelenburg		
	positiv	5
	negativ	39

Summe HHP	Maximalpunktzahl	14
	min	36
	1. Quartile	75
	Median	88,5
	Mittelwert	83,5
	3. Quartile	95
	max	100

Tabelle 6 Harris Hip Score

Ein sehr gutes Ergebnis zeigten von 44 Patienten 20 (45%), ein gutes 9 (20%), ein mäßiges 10 (20%) und ein schlechtes 5 (14%).

Zufriedenheit mit dem Ergebnis der Behandlung

Die Patienten stufen sich selbst auf die Frage, ob sie insgesamt mit dem Ergebnis der Wechseloperation zufrieden seien, wie folgt ein:

Zufriedenheit mit der Behandlung		
	Anzahl	%
zufrieden	41	93,2
unzufrieden	2	4,5
unschlüssig	1	2,5

Tabelle 7

Schmerzmittel

Auf die Frage, ob sie wegen der Hüfte Schmerzmittel einnehmen, wurden folgende Antworten gegeben:

Schmerzmitteleinnahme		
	Anzahl	%
ja	4	9
nein	40	91

Tabelle 8

Nebenerkrankungen

Die Nebenerkrankungen sind vielgestaltig. Im Folgenden wird nur eine Auflistung derjenigen, die die Patienten als besonders belastend empfanden und die bei den aktuellen Beschwerden als führend genannt wurden, dargestellt. Diese Angaben wurden nicht weiter verwertet.

Nebenerkrankungen
Herzinsuffizienz
Niereninsuffizienz
Herzrhythmusstörungen
Knieschmerzen
Polyarthrose
PCP
weitere HTP
KTP
Kniesteife
Poliofolgen

Tabelle 9

3.3 Osteolysen und periprothetische Ossifikationen

Die Bewertung erfolgte nach der Zoneneinteilung von DeLee und Charnley ²³, Bild 30.

Wir fanden in unserem Kollektiv bei 16 Patienten Säume und Osteolysen in Zone 1 (24%) 4 in Zone 2 (6%) und 5 in Zone 3 (8%). Bis auf 3 Säume in Zone 3 von 2 mm bildeten sich diese zurück im Verlauf des Beobachtungszeitraumes.

In 19 Fällen von 69 auswertbaren (28%) waren postoperativ ektope Ossifikationen zu beobachten, aber nur im Stadium 1 nach Brooker (17%), Stadium 1 und 2 (6%) und Stadium 2 (4%). Stadium 3 und 4 waren nicht festzustellen.

3.4 Migrationsanalyse

Im Folgenden werden die vier mit dem Programm Wristing gemessenen Strecken

- Pfannenoberrand –Tränenfigur
- Medialer Pfannenrand – Tränenfigur
- Pfannenmittelpunkt – Tränenfigur longitudinal
- Pfannenmittelpunkt – Tränenfigur transversal

nacheinander in jeweils einheitlicher Form dargestellt, anschließend die Inklination und die Anteversion. Die Mittelwerte und Standardabweichungen werden in Tabellenform untereinander gestellt, zunächst für alle drei Pfannentypen gemeinsam, dann getrennt. In den farbigen Boxplots sind die absoluten Werte zu den Zeitpunkten bzw. Zeiträumen, differenziert nach Pfannentypen, dargestellt und zwar für alle verfügbaren Bilder.

In der Mehrzahl der Fälle lagen aber nicht von jedem Patienten zu jedem Zeitpunkt Röntgenbilder vor. Daher wurde ein zweites Kollektiv von $n = 18$ gebildet, bei denen durchgängig Bilder vorhanden waren. Diese Darstellung in Form von Boxplots ist einfarbig. Die Boxplots zeigen die Situation nach $\frac{1}{2}$ Jahr, 1 Jahr und gepoolt nach 2 und mehr Jahren. Diese Zusammenfassung der jüngeren Bilder erfolgte aus Gründen der Vereinfachung und in der Annahme, dass in den ersten beiden Jahren die wesentliche Migration der Pfanne stattfindet⁶⁵. Die bei Hinweisen auf eine spätere Migration vorgesehene Differenzierung wurde nicht erforderlich.

3.4.1 Die longitudinalen Messungen

Darstellung der Differenz der Strecken zwischen Pfannenoberrand und Tränenfigur (TF) in mm sowie ihrer Veränderung im Verlauf:

PF.Oberrand - TF longitudinal				
	Mittelwert	SD	Min.	Max.
prä - post	-0,24	9,03	-20,9	28,7
post - halbes Jahr	0,61	2,20	-3,4	5,3
post - 1 Jahr	0,32	3,06	-7,6	7,9
post - 2/3 Jahre	-0,32	3,87	-19,2	6,4
post - 4/5 Jahre	-0,89	4,08	-19,7	3,7
halbes - 1 Jahr	0,30	2,01	-2,8	3,3
1 Jahr - 2/3 Jahre	-1,22	4,27	-20,8	2,2
2/3 Jahre - 4/5 Jahre	-0,86	1,16	-3,2	1,6

Tabelle 10

Im Vergleich präoperativ-postoperativ zeigt der Mittelwert nur eine minimale Differenz zwischen Oberrand der gelockerten und Oberrand der Revisionspfanne. Die Streuung ist groß wegen sehr unterschiedlicher Konturen der gelockerten Pfannen (geschraubt, zementiert, zementfrei) und unterschiedlichen Positionen der Revisionspfannen. Im zeitlichen Verlauf ist bei kleinerer Streuung keine Lageveränderung der Pfannen nachweisbar.

Die gleiche Messung unter Differenzierung der drei Pfannentypen „P“, „S“ und „SC“:

Pf.Oberrand – TF longitudinal	P	S	SC
	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert
prä - post	-2,591	5,93	-3,55
post - halbes Jahr	0,181	1,2	0,93
post - 1.Jahr	0,086	0,93	0,3
post - 2/3 Jahre	-0,956	-0,28	0,54
post - 4/5 Jahre	-1,329	0,37	-0,6
halbes -1 Jahr	-0,62	0,86	1,42
1 Jahr - 2/3 Jahre	-1,858	-0,74	-0,47
2/3 Jahre - 4/5 Jahre	-0,792	-0,88	-0,95

Tabelle 11

Dargestellt ist die Veränderung der gemessenen Strecke von Meßzeitpunkt zu Meßzeitpunkt.

Die Pfannentypen stellen sich in der ersten Messung zwischen alter und neuer Pfanne uneinheitlich dar. Die durch den Typ „S“ ersetzten Pfannen lagen weiter cranial, weisen eine längere Distanz zur TF auf. Die Revisionspfannen in diesen Fällen wurden aber so platziert wie die anderen auch und im weiteren Verlauf bleiben sie unauffällig. Warum das nur bei diesem Pfannentyp auffällt, bleibt unklar. Die Streuung ist insgesamt zu groß und das Kollektiv zu klein für eine differenzierte Aussage zu dieser Untergruppe.

Boxplots mit allen Röntgenbildern zu diesen Werten.

Differenzierte Darstellung der drei Pfannentypen: p = rot, s = blau, sc = grün

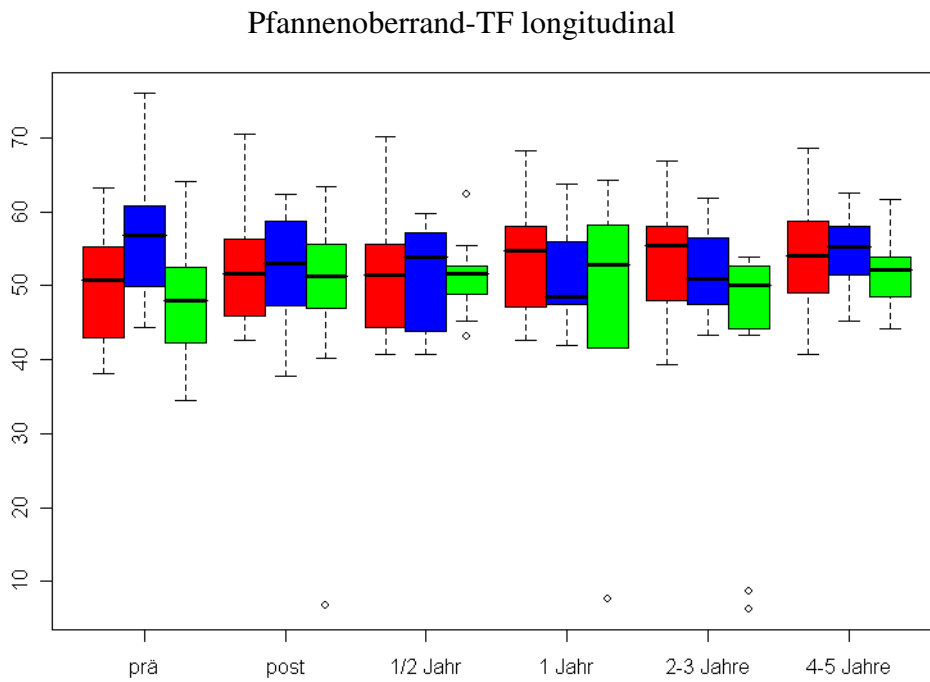


Bild 32

Diese unterschiedliche Ausgangssituation kommt auch graphisch zur Darstellung. Im weiteren Verlauf ist aus den Boxplots keine Veränderung der gemessenen Strecke ablesbar. Eine klare Lageveränderung zwischen prä- und post-op ist nicht erkennbar.

Boxplots mit der gesondert betrachteten Untergruppe mit zu jedem Zeitpunkt vorhandenen Bildern:

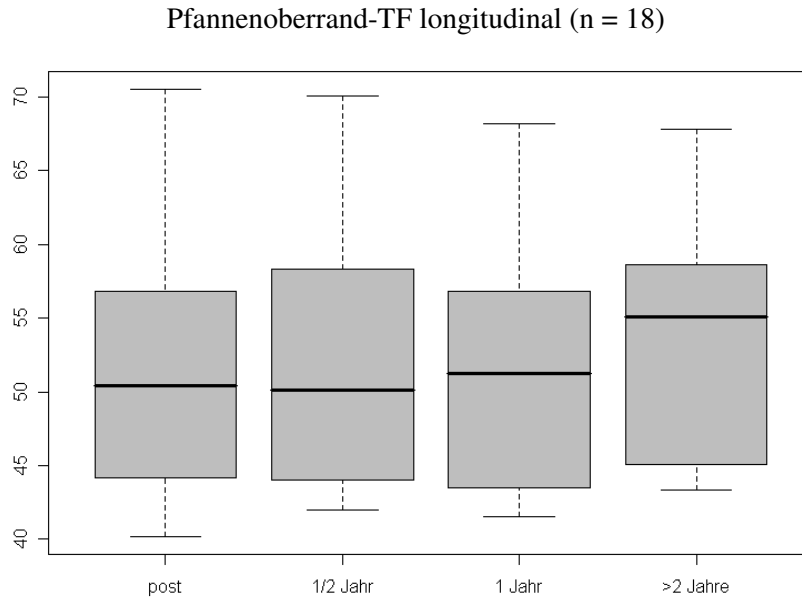


Bild 33

Hier bleiben die Mittelwerte zunächst konstant, steigen dann aber nach 1 Jahr und >2 Jahren an. Die Bereich zwischen oberer und unterer Quartile verändert sich aber nicht. Dies könnte auf eine geringe Bewegung der Pfannen in longitudinaler Richtung hindeuten.

Pfannenmittelpunkt – Tränenfigur longitudinal

Differenz der Mittelwerte in mm sowie ihre Veränderung im Verlauf

Für alle drei Pfannen gemeinsam:

Pf.Mittelpunkt - TF longitudinal				
	Mittelwert	SD	Min.	Max.
prä - post	2,66	8,06	-18,2	25,4
post - halbes Jahr	-0,16	2,51	-7,2	6
post - 1 Jahr	-0,37	2,87	-6,3	7,1
post - 2/3 Jahre	-0,99	3,75	-19,1	4,6
post - 4/5 Jahre	-1,17	4,21	-20,2	3,1
halbes - 1 Jahr	0,11	1,51	-2,7	3,1
1 Jahr - 2/3 Jahre	-1,04	3,10	-14,1	4,6
2/3 Jahre - 4/5 Jahre	-0,33	1,30	-2,9	1,8

Tabelle 12

Von präoperativ zu postoperativ zeigen sich Hinweise auf eine Verlagerung des Mittelpunktes nach distal.

Pf. Mittelpunkt -TF longitudinal	P	S	SC
	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert
prä - post	0,24	7,83	-0,7
post - halbes Jahr	-0,54	0,33	0,34
post - 1.Jahr	-0,94	0,35	0,06
post - 2/3 Jahre	-1,76	-1,23	0,12
post - 4/5 Jahre	-1,33	-2,9	-0,35
halbes -1 Jahr	-0,29	0,3	0,46
1 Jahr - 2/3 Jahre	-1,45	-0,32	-2,03
2/3 Jahre - 4/5 Jahre	-0,24	-0,15	0,04

Tabelle 13

Die Differenzierung nach Pfannentypen zeigt, dass diese Veränderung von den Fällen kommt, bei denen der Typ „S“ verwendet wurde, bei den anderen Pfannentypen ist keine Verlagerung des Pfannenmittelpunktes erkennbar. Ab Datum post-op ist weder ein Unterschied noch eine Lageveränderung erkennbar. Insofern Entsprechung zu Tab. 11.

Boxplots mit allen Fällen:

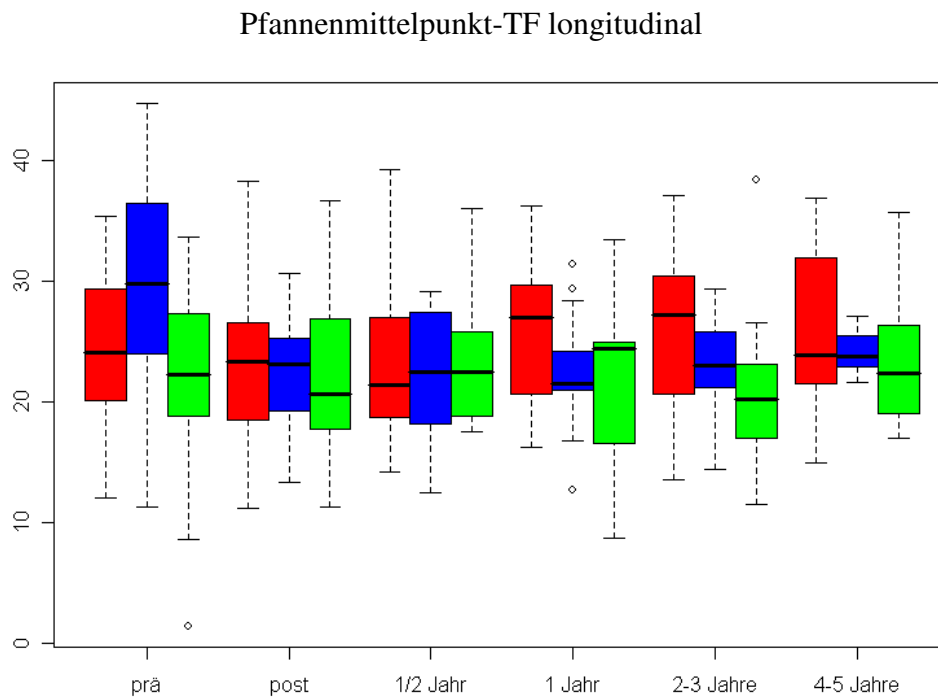


Bild 34

Auch hier zeigt sich bei aller Streuung im Verlauf eine stabile Lage der Pfannenmittelpunkte.

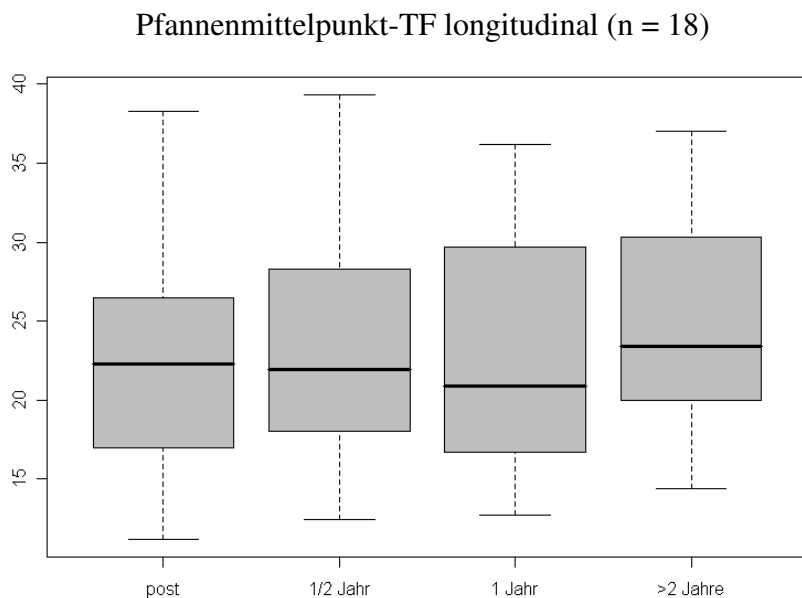


Bild 35

Die Untergruppe zeigt allenfalls einen Trend zur Verlagerung nach cranial und entspricht damit dem Bild 33.

3.4.2 Die transversalen Messungen

Darstellung der Strecke zwischen medialem Pfannenrand und Tränenfigur (TF) in mm sowie ihrer Änderung im Verlauf:

Für alle drei Pfannen gemeinsam:

Med.Pfannenrand - TF transversal				
	Mittelwert	SD	Min.	Max.
prä - post	3,30	5,00	-6,8	19,9
post - halbes Jahr	0,30	2,15	-3,6	9,5
post - 1 Jahr	0,31	2,87	-4,9	11,2
post - 2/3 Jahre	0,52	2,52	-4,5	10
post - 4/5 Jahre	0,11	3,25	-12,5	7,1
halbes - 1 Jahr	-0,02	1,40	-2,8	2,9
1 Jahr - 2/3 Jahre	0,95	2,53	-2,5	9,9
2/3 Jahre - 4/5 Jahre	0,50	1,30	-1,8	3,1

Tabelle 14

Hier zeigt sich bei allen drei Pfannentypen eine Verringerung des Abstandes im Vergleich von alter zu neuer Pfanne, was auf eine medialere Platzierung der Revisionspfanne hindeutet.

Differenzierte Darstellung nach Pfannentypen

Medialer Pf.rand - TF transversal	P	S	SC
	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert
prä - post	3,29	3,56	2,84
post - halbes Jahr	0,68	0,2	-0,22
post - 1.Jahr	0,04	0,19	0,7
post - 2/3 Jahre	0,49	1,06	0
post - 4/5 Jahre	0,51	-1,2	-0,11
halbes - 1 Jahr	0,13	-0,19	-0,04
1 Jahr - 2/3 Jahre	0,5	0,95	2,7
2/3 Jahre - 4/5 Jahre	0,49	-0,33	0,84

Tabelle 15

Auch bei der Aufschlüsselung nach Pfannentypen ist kein Unterschied im Verlauf erkennbar, nur zwischen den Zeitpunkten prä – und post-op.

Boxplots mit allen Röntgenbildern zu diesen Werten

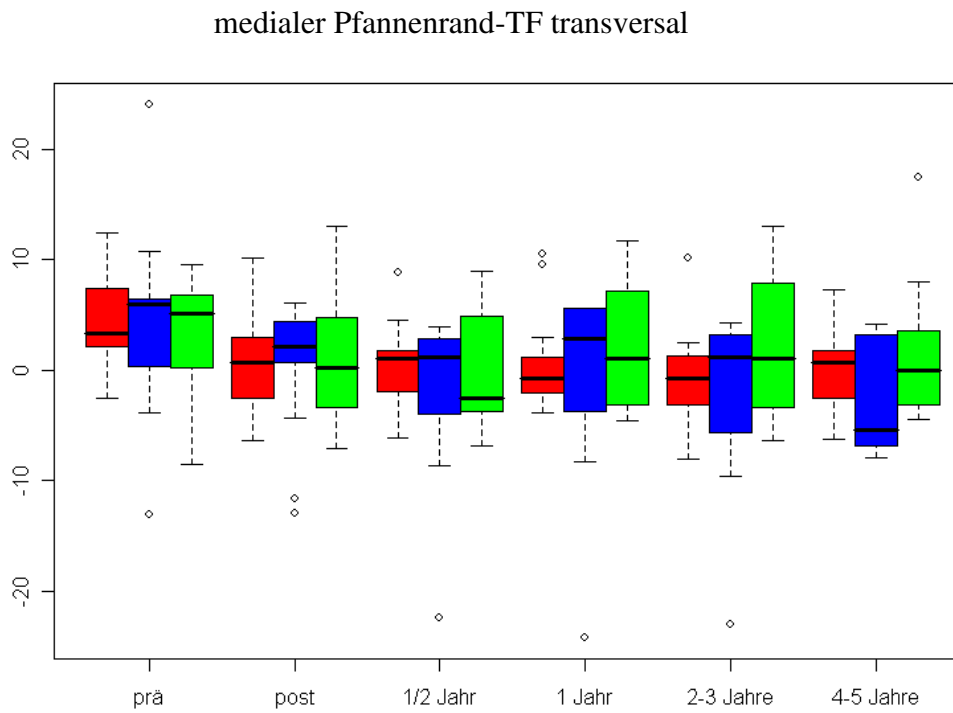


Bild 36

Es zeigt sich die Differenz zwischen prä- und postop. Im weiteren Verlauf ist keine Veränderung mehr ablesbar.

Darstellung der Untergruppe n= 18

medialer Pfannenrand-TF transversal (n = 18)

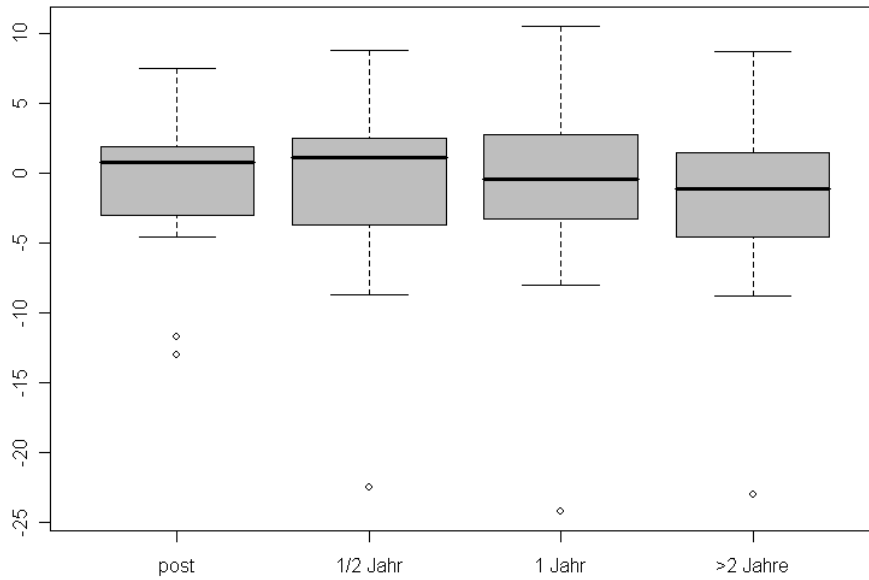


Bild 37

Postoperativ und nach 1/2 Jahr keine Lageveränderung. Hinweis auf geringe Medialwanderung ab dem ersten Jahr.

Darstellung der Strecke zwischen Pfannenmittelpunkt und TF transversal in mm sowie ihrer Änderung im Verlauf.

für alle Pfannen gemeinsam:

Pf. Mittelpunkt - TF transversal				
	Mittelwert	SD	Min.	Max.
prä - post	-0,43	9,88	-41,1	28,7
Post - halbes Jahr	0,65	2,55	-11	8,2
post - 1 Jahr	0,97	2,51	-4,7	8,6
post - 2/3 Jahre	0,51	2,82	-11,5	7,3
post - 4/5 Jahre	0,28	3,18	-12	7
halbes - 1 Jahr	-0,36	1,65	-4,2	2,3
1 Jahr- 2/3 Jahre	0,18	1,46	-3,2	3,3
2/3 Jahre - 4/5 Jahre	0,37	1,59	-2,5	4,4

Tabelle 16

Konstante Mittelwerte im Verlauf bei großer Standardabweichung zwischen prä- und post-op. Im Gegensatz zu Tab.14, wo die Werte auf eine Medialisierung des Pfannenrandes im Vergleich prä-op zu post-op hindeuten, ist eine Verlagerung des Pfannenmittelpunktes hier nicht erkennbar.

Pf. Mittelpunkt -TF transversal	P	S	SC
	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert
prä - post	-0,36	2,77	-1,77
post - halbes Jahr	1,55	-0,97	0,61
post - 1.Jahr	0,91	0,66	1,4
post - 2/3 Jahre	1,19	-0,01	0,09
post - 4/5.Jahre	1,01	-3,77	0,15
halbes -1 Jahr	-0,61	-0,26	0,06
1 Jahr - 2/3 Jahre	0,41	0,15	-0,63
2/3 Jahre - 4/5 Jahre	0,44	-0,02	0,27

Tabelle 17

Auch bei der Differenzierung zeigt nur der Zeitraum prä-op zu post-op beim Typ „S“ eine Veränderung des Mittelwertes von 2,77 mm.

Boxplots mit allen Röntgenbildern zu diesen Werten:

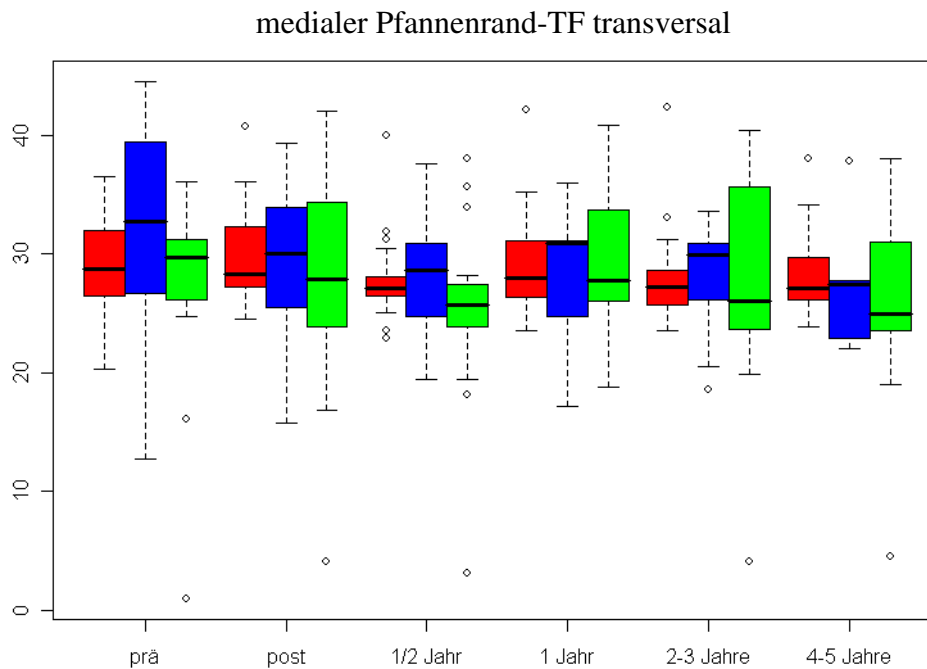


Bild 38

Über den gesamten Verlauf ist aus den Boxplots keine Veränderung der Mittelwerte ablesbar.

Darstellung der Untergruppe n = 18

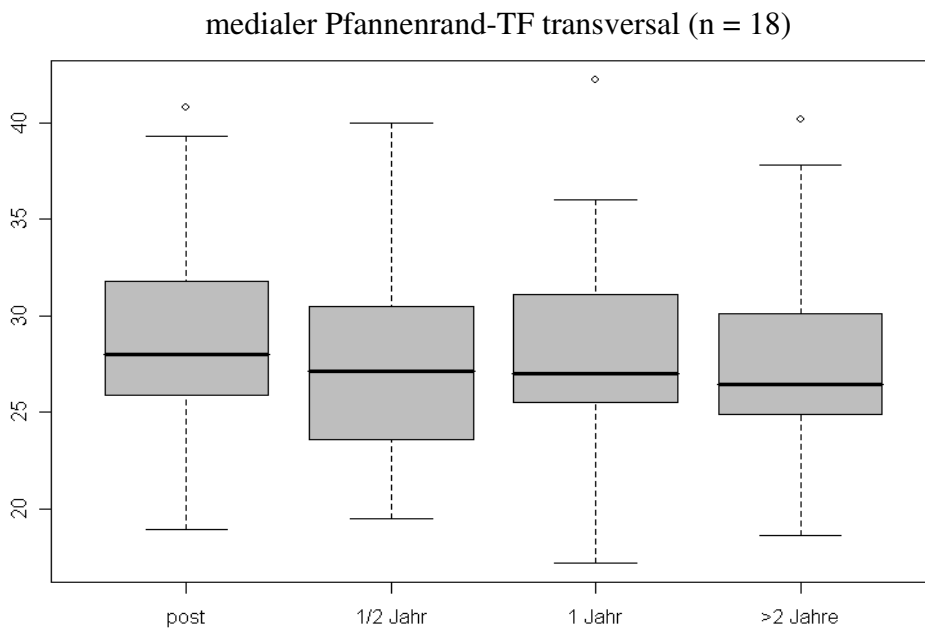


Bild 39

Wie in Bild 36 ist auch hier allenfalls ein Trend zu einer Medialverlagerung von post-op zu > 2 Jahren ablesbar.

3.4.3 Inklination und Anteversion

Inklination

Dargestellt ist die Inklination der gelockerten Pfannen und gegenübergestellt der Inklination der Revisionspfannen über die Zeit, differenziert nach den drei Pfannentypen für alle verfügbaren Bilder in Boxplots:

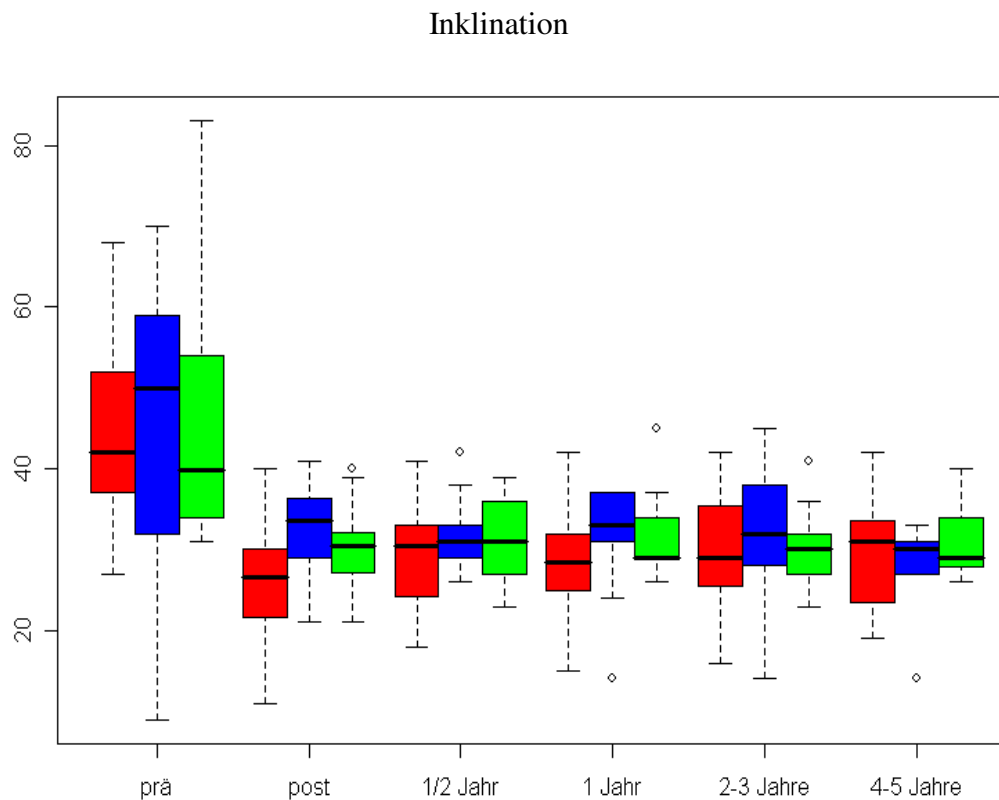


Bild 40

Erkennbar wird, dass die Inklination der gelockerten Pfannen im Mittel deutlich größer war als die der neu implantierten, welche im Mittel zwischen 28° und 31° liegt. Für den Zeitverlauf ist dann keine Veränderung mehr darstellbar, unabhängig vom Pfannentyp.

Darstellung der Untergruppe n = 18:

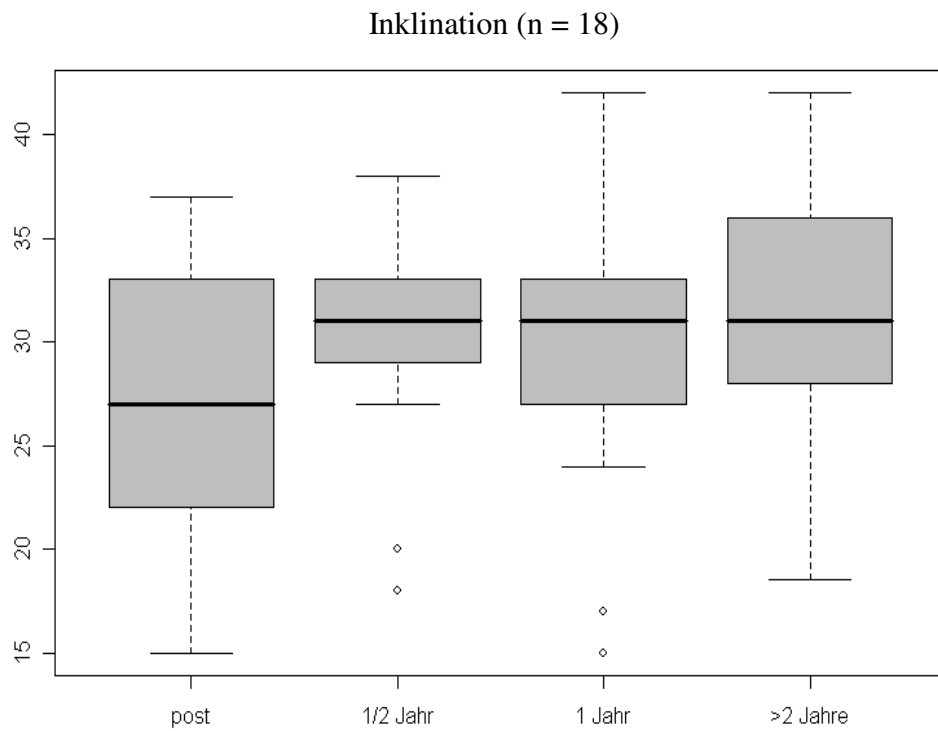


Bild 41

Erkennbar wird die Vergrößerung der Inklination vom Zeitpunkt postoperativ zu 1/2 Jahr von 3 – 4 Grad. Das könnte auf eine Setzung der Pfannen hindeuten. Eine weitere Veränderung der Inklination über diesen Zeitraum hinaus ist nicht darstellbar.

Anteversio

Boxplots mit allen Röntgenbildern zu diesen Werten:

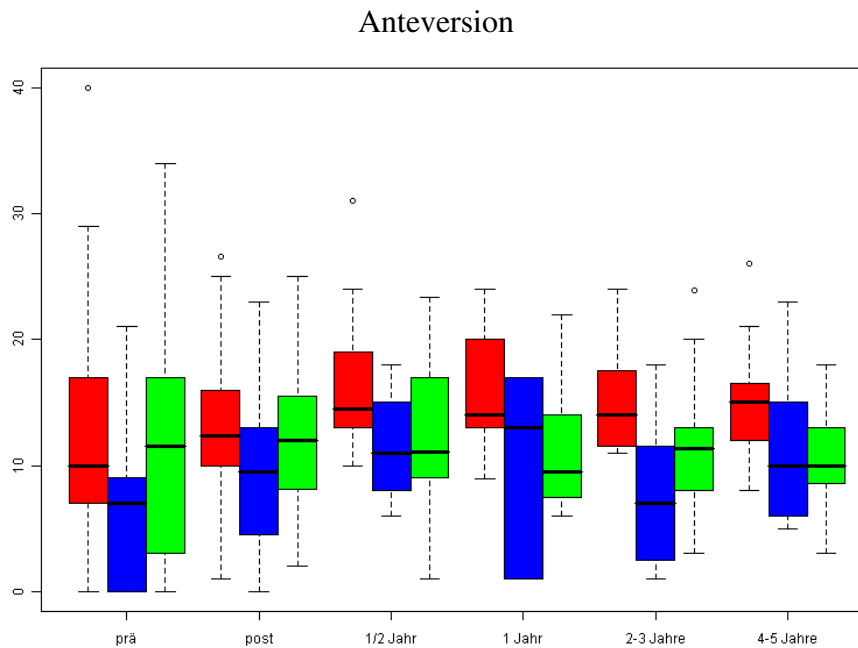


Bild 42

Man erkennt keinen Unterschied bei der Anteversion zwischen prä- und postoperativ sowie zwischen den verschiedenen Zeitpunkten und auch nicht zwischen den Pfannentypen bei erheblicher Streuung.

Darstellung der Untergruppe n = 18:

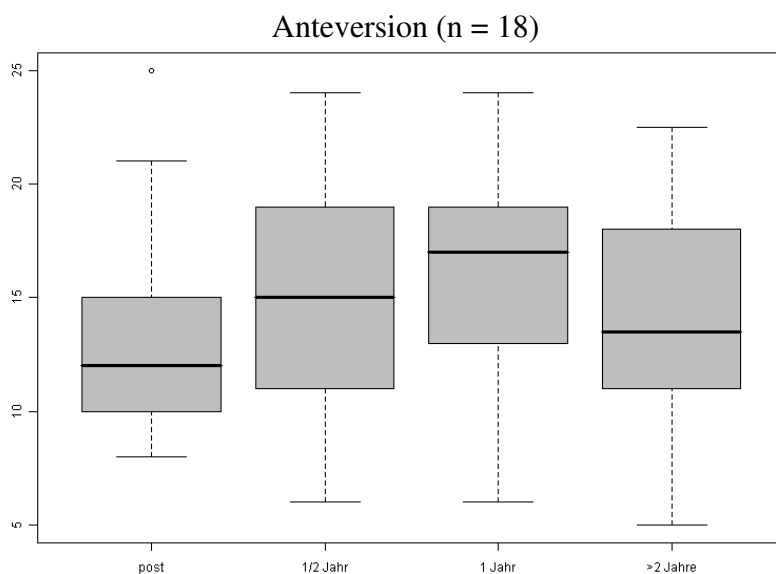


Bild 43

Hier wird kein Trend erkennbar.

3.5 Varianzanalyse

Für alle sechs gemessenen Parameter

- Oberer Pfannenrand -Tränenfigur (TF) longitudinal
- Pfannenmittelpunkt - TF longitudinal
- Medialer Pfannenrand - TF transversal
- Pfannenmittelpunkt -TF transversal
- Inklination
- Anteversion

wurde per Varianzanalyse geprüft, inwieweit sich die Messungen zu den Zeitpunkten

- ½ Jahr
- 1 Jahr
- 2-3 Jahre
- 4-5 Jahre
- > 6 Jahre

unterscheiden von den Werten postoperativ. Dazu wurden die vorhandenen Röntgenbilder zu Gruppen zusammengefaßt:

- | | |
|------------------------|--|
| - postoperative Bilder | d.h. vom OP- Tag bis zum 42.Tag angefertigt |
| - ½ Jahr | d.h. vom 43.Tag bis zum 9. Monat post op angefertigt |
| - 1 Jahr | d.h. vom 10. Monat bis 1,75 Jahre angefertigt |
| - 2-3 Jahre | d.h. vom 1,76. bis 3,5 Jahre angefertigt |
| - 4-5 Jahre | d.h. vom 3,6 bis 5,5 Jahr angefertigt |
| - > 6 Jahre | d.h. alle Bilder älter als 5,5 Jahre |

Die Zusammenfassung zu Gruppen war notwendig, weil die Kontrolluntersuchungen der Patienten nicht immer zu exakten Zeitpunkten erfolgten.

Für die verschiedenen Meßparameter werden die Ergebnisse im Folgenden einheitlich dargestellt. Zunächst Darstellung des p-Wertes der Varianzanalyse. Die darauf folgende jeweils erste Tabelle (Tab.18/20/22/24/26/28) zeigt die Mittelwerte, das Konfidenzintervall und die p-Werte für die Einzelvergleiche.

Die zweite Tabelle (Tab.19/21/23/25/27/29) enthält die Differenz der Mittelwerte zum postoperativen Wert und den Standardfehler. Es folgt die grafische Darstellung der Mittelwerte und Konfidenzintervalle (Bild 44 - 49).

Um Einflüsse durch Streuung nochmals zu minimieren durch eine größere Datenmenge wurden die Mittelwerte der Differenz zwischen postoperativem Bild und den einzelnen Zeitpunkten für die Parameter „medialer Pfannenrand – TF“ und „Pfannenmittelpunkt – TF“ zu einem gemeinsamen Mittelwert zusammengeführt. Dieser ist zusammen mit dem 95% Konfidenzintervall in den Tabellen 30 - 33 und Bild 50 und 51 dargestellt.

3.5.1 Longitudinale Messung

Oberer Pfannenrand – Tränenfigur longitudinal

Ausgewertet wurden 238 Bilder von n = 67 Patienten, Einheit: Millimeter

Für die Annahme einer Differenz aller Werte des Verlaufes zum postoperativen Wert ist $p = 0,1035$.

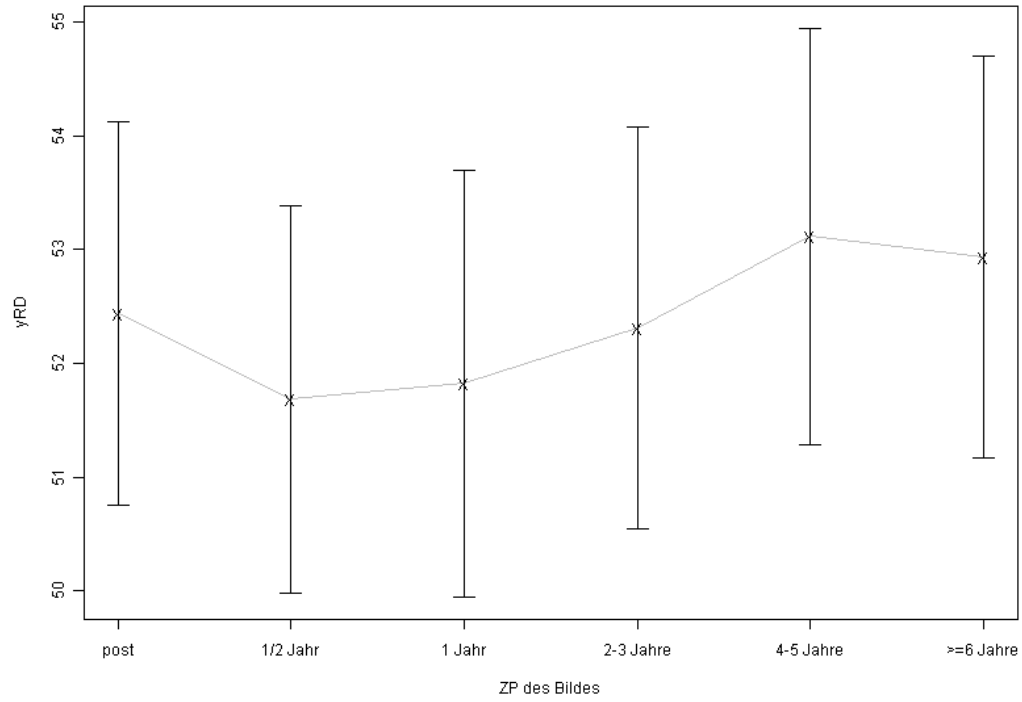
Zeitpunkt	95% Konfidenzintervall		Mittelwert	p-Wert
post op	50,75	54,12	52,44	
½ Jahr	49,98	53,39	51,69	0,12
1Jahr	49,95	53,7	51,82	0,323
2-3 Jahre	50,55	54,07	52,31	0,811
4-5 Jahre	51,28	54,95	53,11	0,247
≥6 Jahre	51,17	54,71	52,94	0,355

Tabelle 18

Zeitpunkt	Wert	Standardfehler
post op	52,437	0,852
½ Jahr	-0,752	0,481
1Jahr	-0,615	0,619
2-3 Jahre	-0,127	0,529
4-5 Jahre	0,677	0,582
≥ 6 Jahre	0,499	0,538

Tabelle 19

Verlauf Pfannenoberrand-Tränenfigur longitudinal

**Bild 44**

Zwischen den verschiedenen Zeitpunkten (ZP) sind keine signifikanten Änderungen darstellbar. Die kleinen Differenzen bis 0,75 mm sind streuungsbedingt.

Pfannenmittelpunkt – Tränenfigur in longitudinaler Richtung

Ausgewertet wurden 238 Bilder von n = 67 Patienten. Einheit: Millimeter

Für die Annahme einer Differenz aller Werte des Verlaufes zum postoperativen Wert ist $p = 0,2285$.

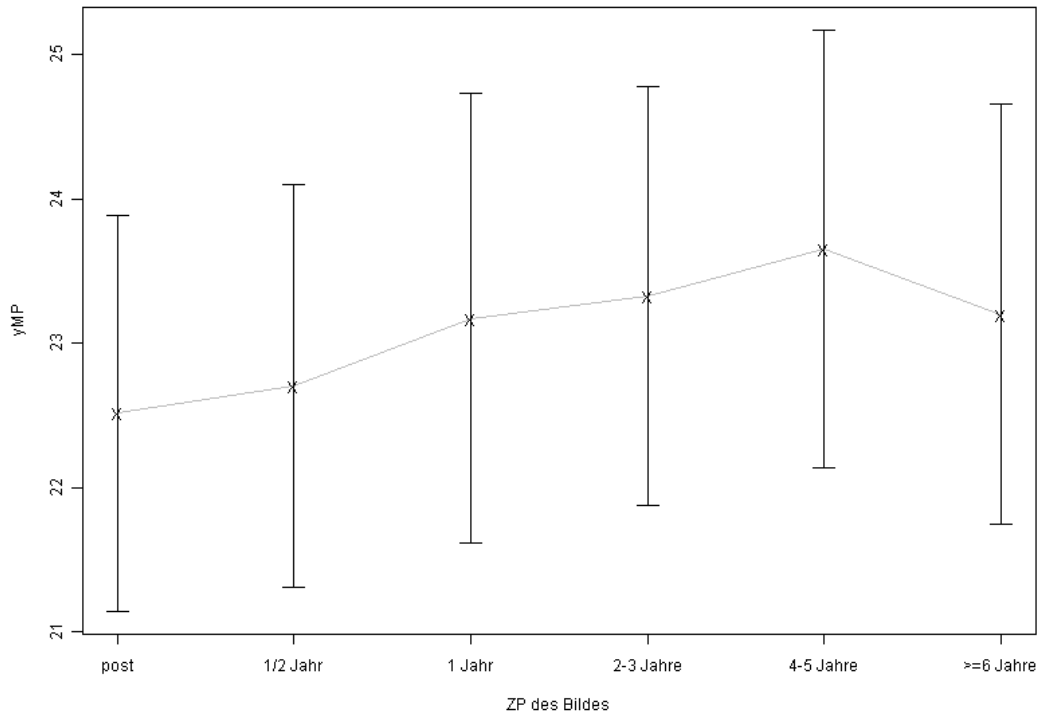
Zeitpunkt	95% Konfidenzintervall		Mittelwert	p-Wert
post op	21,15	23,89	22,52	
½ Jahr	21,31	24,1	22,71	0,663
1Jahr	21,61	24,73	23,17	0,241
2-3 Jahre	21,88	24,78	23,33	0,09
4-5 Jahre	22,14	25,17	23,66	0,031
≥6 Jahre	21,75	24,66	23,2	0,158

Tabelle 20

Zeitpunkt	Wert	Standard fehler
post op	22,519	0,695
½ Jahr	0,188	0,432
1Jahr	0,654	0,556
2-3 Jahre	0,808	0,475
4-5 Jahre	1,138	0,523
≥ 6 Jahre	0,685	0,483

Tabelle 21

Verlauf Pfannenmittelpunkt-Tränenfigur longitudinal

**Bild 45**

Bei dieser zweiten Messung in y-Richtung ist eine Veränderung der Strecke mit $p = 0,031$ zwischen post-op und 4/5 Jahren erkennbar. Auch dies ist nur als Trend zu bewerten, da der Wert ≥ 6 Jahre bereits wieder etwas kleiner ist mit $p = 0,158$. In der Summe bedeuten die beiden Messungen, dass sich eine Pfannenbewegung in longitudinaler Richtung nicht darstellen läßt.

3.5.2 Transversale Messung

Medialer Pfannenrand – Tränenfigur transversal

Ausgewertet wurden 238 Bilder von n = 67 Patienten, Einheit: Millimeter

Für die Annahme einer Differenz aller Werte des Verlaufes zum postoperativen Wert ist $p = 0,4196$.

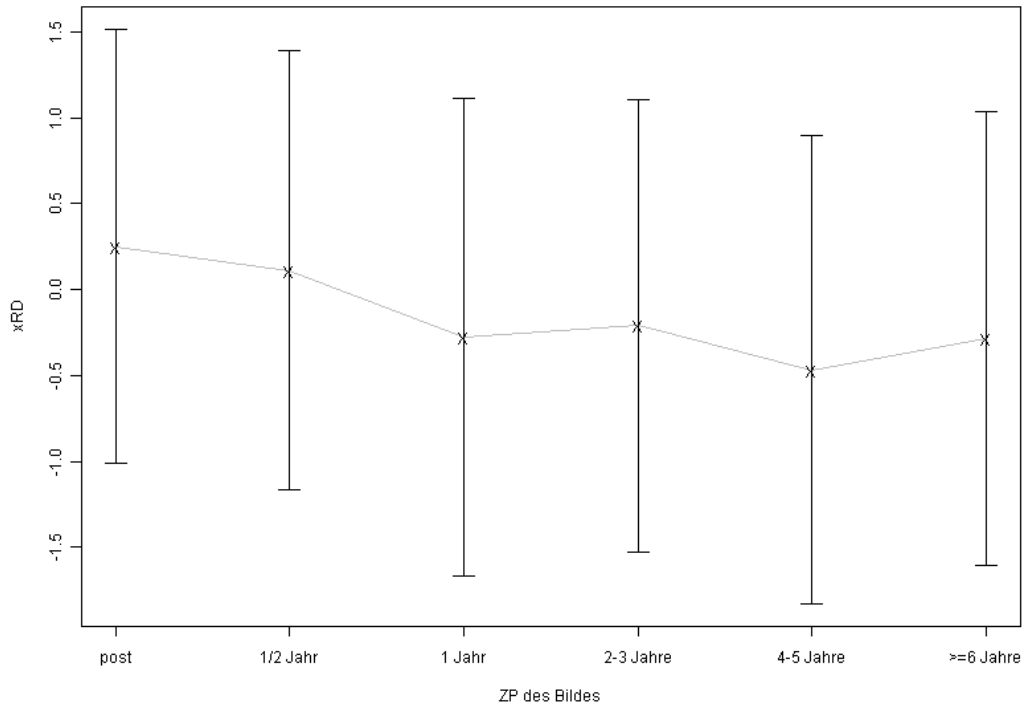
Zeitpunkt	95% Konfidenzintervall		Mittelwert	p-Wert
post op	-1,01	1,52	0,25	
1/2 Jahr	-1,17	1,39	0,11	0,677
1Jahr	-1,67	1,11	-0,28	0,222
2-3 Jahre	-1,53	1,11	-0,21	0,213
4-5 Jahre	-1,83	0,89	-0,47	0,078
≥6 Jahre	-1,61	1,03	-0,29	0,153

Tabelle 22

Zeitpunkt	Wert	Standardfehler
post op	0,251	0,641
1/2 Jahr	-0,14	0,335
1Jahr	-0,529	0,432
2-3 Jahre	-0,46	0,368
4-5 Jahre	-0,719	0,406
≥ 6 Jahre	-0,539	0,375

Tabelle 23

Verlauf medialer Pfannenrand-Tränenfigur transversal

**Bild 46**

Mit $p > 0,05$ werden die Abstände zwischen medialem Pfannenrand und der TF im Verlauf kleiner bzw. wandert der Rand über die TF hinweg. Dies ist nur als Trend zu interpretieren und deutet auf eine Migration der Pfannen im Bereich von unter 1 mm in transversaler Richtung hin.

Pfannenmittelpunkt – Tränenfigur in transversaler Richtung

Ausgewertet wurden 238 Bilder von n = 67 Patienten, Einheit: Millimeter

Für die Annahme einer Differenz aller Werte des Verlaufes zum postoperativen Wert ist $p = 0,2717$.

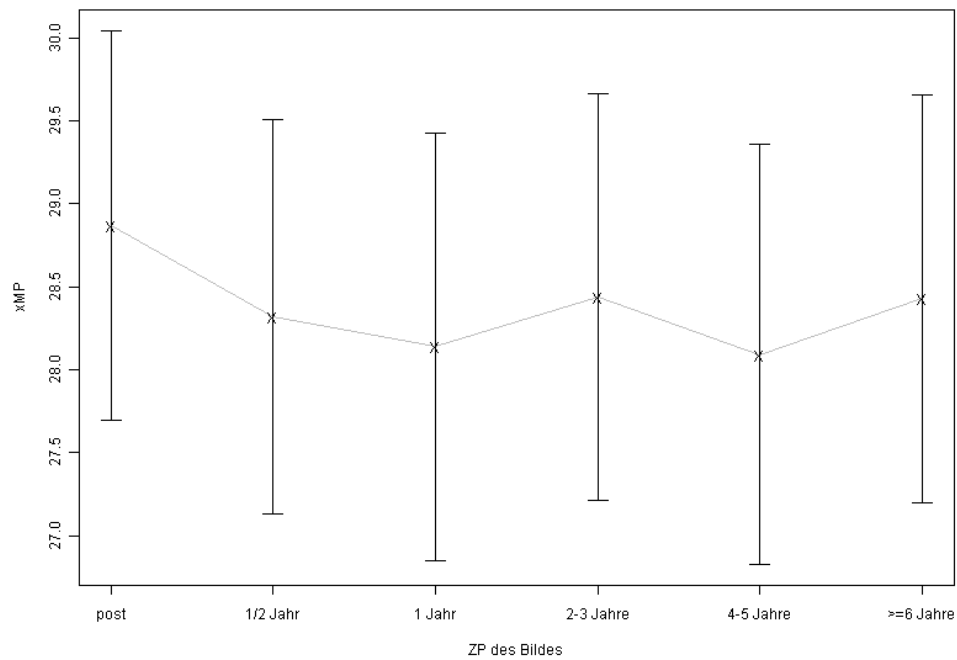
Zeitpunkt	95% Konfidenzintervall		Mittelwert	p-Wert
post op	27,69	30,04	28,87	
1/2 Jahr	27,13	29,51	28,32	0,078
1Jahr	26,85	29,43	28,14	0,07
2-3 Jahre	27,22	29,66	28,44	0,211
4-5 Jahre	26,83	29,36	28,09	0,041
≥6 Jahre	27,2	29,66	28,43	0,207

Tabelle 24

Zeitpunkt	Wert	Standardfehler
post op	28,869	0,596
1/2 Jahr	-0,549	0,31
1Jahr	-0,729	0,399
2-3 Jahre	-0,428	0,341
4-5 Jahre	-0,775	0,376
≥6 Jahre	-0,44	0,347

Tabelle 25

Verlauf Pfannenmittelpunkt – Tränenfigur transversal

**Bild 47**

Zwischen post-op und 4/5 Jahren ist der p-Wert 0,041. Da dies wiederum die einzige signifikante Veränderung ist, ist die insgesamt über die Zeit erkennbare Verkürzung der Strecke von unter einem Millimeter als Trend einzustufen. Insoweit ist keine sichere Bewegung des Pfannenmittelpunktes nach medial darstellbar. Das entspricht der Darstellung in Bild 46.

3.5.3 Inklinaton und Anteversion

Inklinaton:

Ausgewertet wurden 241 Bilder von n = 68 Patienten, Einheit: Grad.

Für die Annahme einer Differenz aller Werte des Verlaufes zum postoperativen Wert ist $p = 0,0001$.

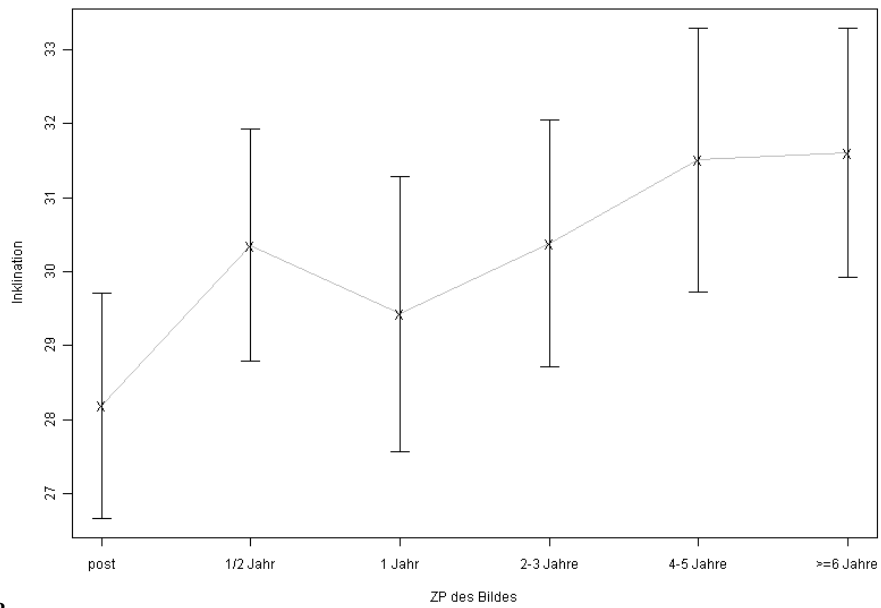
Zeitpunkt	95% Konfidenzintervall		Mittelwert	p-Wert
post op	26,67	29,71	28,19	
1/2 Jahr	28,79	31,92	30,36	0,0005
1Jahr	27,58	31,28	29,43	0,1171
2-3 Jahre	28,71	32,05	30,38	0,0041
4-5 Jahre	29,72	33,29	31,51	0
≥6 Jahre	29,92	33,29	31,61	0

Tabelle 26

Zeitpunkt	Wert	Standardfehler
post op	28,19	0,77
1/2 Jahr	2,17	0,61
1Jahr	1,24	0,79
2-3 Jahre	2,19	0,67
4-5 Jahre	3,32	0,74
≥6 Jahre	3,41	0,68

Tabelle 27

Verlauf Inklination

**Bild 48**

Die Darstellung zeigt, dass sich die Inklination im Laufe der Jahre erhöht um bis zu 3,5°.

Nur im 1. Jahr wird $p \leq 0,05$ nicht erreicht, wohl aber für den Gesamtverlauf.

Anteversio

Ausgewertet wurden 238 Bilder von $n = 68$ Patienten, Einheit: Grad

Für die Annahme einer Differenz aller Werte des Verlaufes zum postoperativen Wert ist $p = 0,1813$.

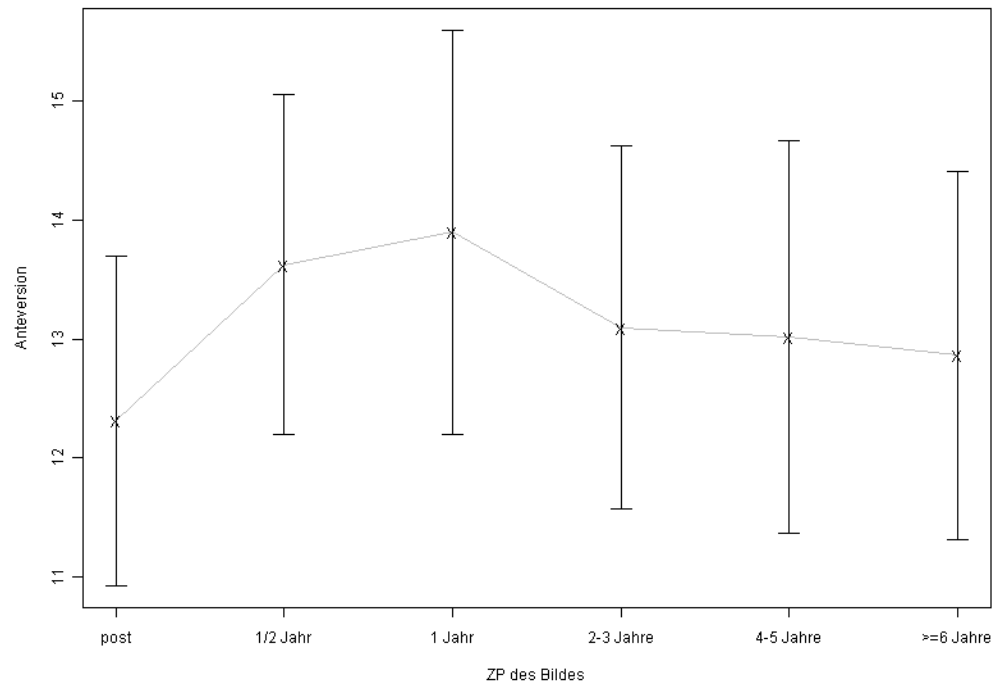
Zeitpunkt	95% Konfidenzintervall		Mittelwert	p-Wert
post op	10,93	13,7	12,31	
1/2 Jahr	12,2	15,06	13,63	0,022
1Jahr	12,2	16	13,9	0,031
2-3 Jahre	11,57	14,63	13,1	0,211
4-5 Jahre	11,37	14,67	13,02	0,315
≥6 Jahre	11,32	14,41	12,86	0,392

Tabelle 28

Zeitpunkt	Wert	Standardfehler
post op	12,31	0,7
1/2 Jahr	1,31	0,57
1Jahr	1,59	0,73
2-3 Jahre	0,79	0,63
4-5 Jahre	0,7	0,7
≥6 Jahre	0,55	0,64

Tabelle 29

Verlauf Anteversion

**Bild 49**

Die Differenzen zeigen nur für den Vergleich post op zu 1/2 Jahr und 1 Jahr eine Signifikanz. Über die gesamte Zeit ist keine Änderung darstellbar. Die Streuung der Mittelwerte ist mit max. $1,6^\circ$ ohnehin nicht groß.

3.5.4 Anova auf Differenz der beiden Messungen

In longitudinaler Richtung (y-Achse)

Ausgewertet wurden 159 Bilder von $n = 55$ Patienten, Einheit: Millimeter

Darstellung der Mittelwerte der Differenz zu den postoperativen Werten aus den Messungen „medialer Pfannenrand – TF“ und „Pfannenmittelpunkt – TF“ mit dem 95% Konfidenzintervall und dem p-Wert für die Einzelvergleiche als Tabelle und Grafik. Für die Annahme einer Differenz aller Werte des Verlaufes zum postoperativen Wert ist $p = 0,2801$.

Zeitpunkt	95% Konfidenzintervall		Mittelwert	p-Wert
1/2 Jahr	-1,22	0,7	-0,26	0,595
1Jahr	-1,46	0,98	-0,24	0,698
2-3 Jahre	-0,68	1,42	0,37	0,486
4-5 Jahre	-0,24	2,07	0,92	0,118
≥6 Jahre	-0,53	1,61	0,54	0,32

Tabelle 30

Zeitpunkt	Wert	Standardfehler
1/2 Jahr	-0,259	0,485
1Jahr	-0,24	0,615
2-3 Jahre	0,371	0,53
4-5 Jahre	0,916	0,581
≥6 Jahre	0,541	0,541

Tabelle 31

Verlauf in longitudinaler Richtung

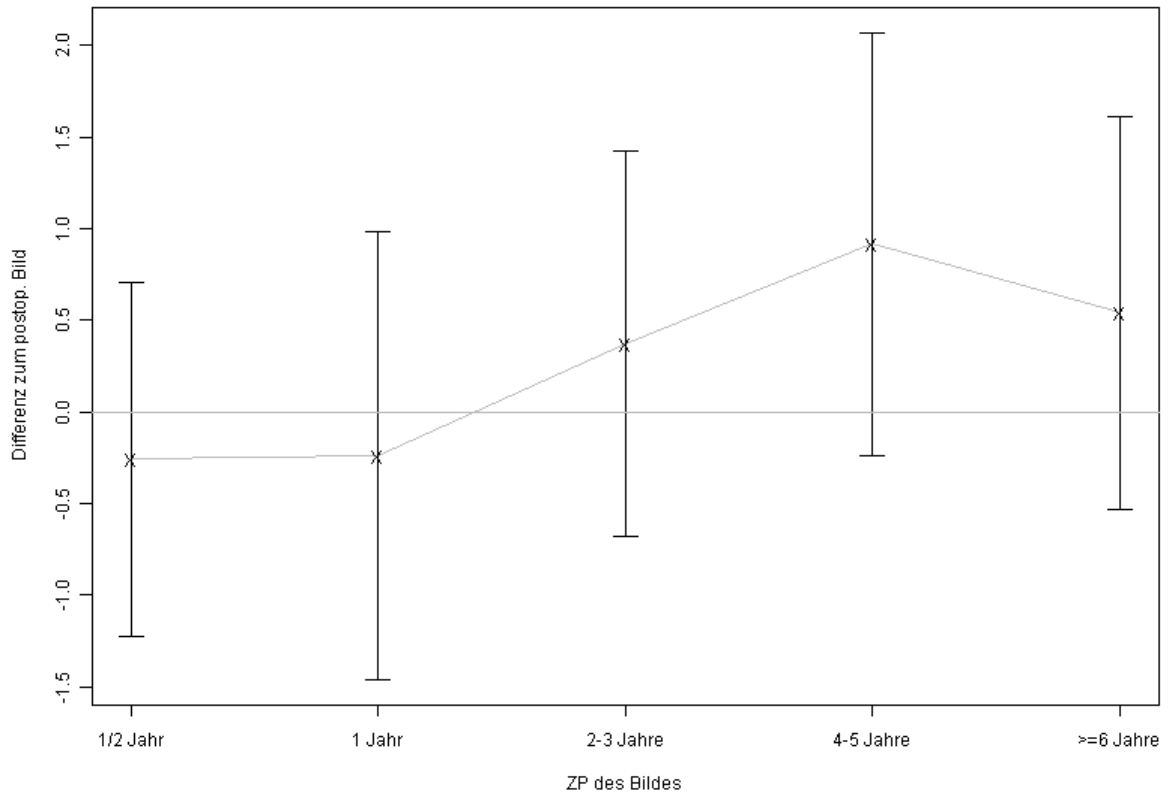
**Bild 50**

Bild 50 und 51 stellen den größten Pool an Meßwerten dar.

Sollten die Pfannen bei der Messung in longitudinaler Richtung keine Wanderung zeigen, müßten die Mittelwerte bei Null liegen. Sie liegen in dieser Darstellung aber gering mit 0,26 mm für die Zeitpunkte 1/2 Jahr und 1 Jahr im minus. Dies ist Ausdruck der Streuung, da eine Lageveränderung nach distal nicht möglich ist. Ab dem 2-3 Jahr deuten die Mittelwerte auf eine geringe Lageveränderung nach cranial bis 0,9 mm hin.

In transversaler Richtung (x-Achse)

Ausgewertet wurden 159 Bilder von $n = 55$ Patienten, Einheit: Millimeter

Für die Annahme einer Differenz aller Werte des Verlaufes zum postoperativen Wert ist $p = 0,1196$.

Zeitpunkt	95% Konfidenzintervall		Mittelwert	p-Wert
1/2 Jahr	-0,98	0,35	-0,31	0,3538
1 Jahr	-1,03	0,48	-0,27	0,4725
2-3 Jahre	-1,23	0,16	-0,53	0,1329
4-5 Jahre	-1,69	-0,23	-0,96	0,109

Tabelle 32

Zeitpunkt	Wert	Standardfehler
1/2 Jahr	-0,312	0,335
1 Jahr	-0,275	0,381
2-3 Jahre	-0,531	0,351
4-5 Jahre	-0,958	0,369

Tabelle 33

Verlauf in transversaler Richtung

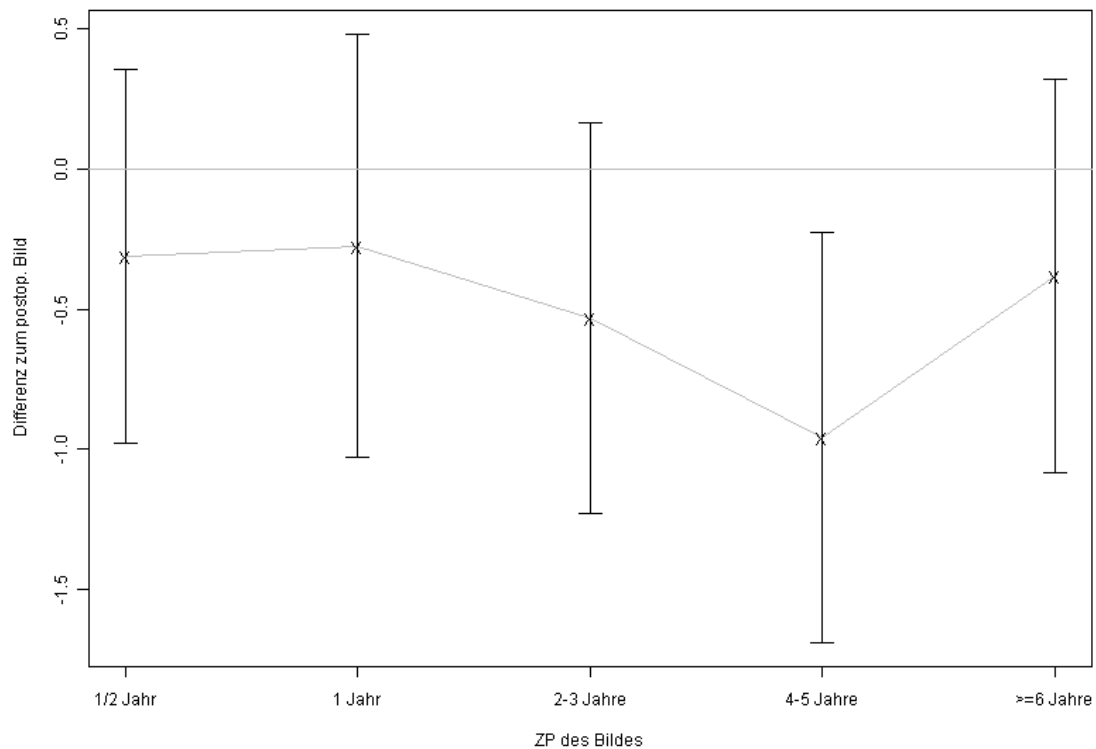


Bild 51

Für die x-Achse liegen die Mittelwerte ab einem halben Jahr durchgängig zwischen minus 0,3 und minus 1 mm. Dies deutet auf eine geringe Wanderung der Pfannen nach medial innerhalb des ersten halben Jahres hin. Eine weitere Lageveränderung darüber hinaus ist nicht erkennbar.

3.6 Zusammenfassung der Röntgenbildvermessung:

Die Varianzanalyse ergibt die gleiche Aussage wie die Boxplot-Darstellung: eine Wanderung der Pfannen in transversaler und longitudinaler Richtung ist nicht nachweisbar. Die Boxplots für das Unterkollektiv n=18 deuten für beide Richtungen nur einen Trend zur Wanderung an.

Als einzige der denkbaren Lageveränderungen ist für die Inklination eine signifikante Veränderung von im Mittel + 3,5° zwischen Ausgangsbild post-op und dem Zeitraum ≥ 6 Jahre darstellbar.

4. Diskussion

Die Ergebnisse einer solchen Studie lassen sich nicht darstellen ohne Erörterung der Begriffe Lockerung und Scheitern des Implantates. Leider sind diese nicht klar definiert. In Anlehnung an Seifert et al.¹⁰² und in Reduktion auf die zementfreien Implantate sind direkte Zeichen der Lockerung die periprothetische Fraktur ohne adäquates Trauma, Implantatbruch bzw. Schraubenbruch, Implantatwanderung in noch zu besprechendem Umfang sowie indirekte Zeichen wie große Osteolysen und erheblicher Abrieb an den Gleitpartnern. Die Explantation oder der Implantatwechsel werden als Scheitern angesehen, die Entscheidung zu einem solchen Schritt ist aber ebenfalls zu hinterfragen. Was der eine Operateur für einen angesichts von Alter und Allgemeinzustand akzeptablen Zustand hält, ist für den anderen eine klare OP-Indikation¹¹. Auch regelmäßige Kontrollen können zu einer Verzerrung zugunsten einer häufigeren operativen Intervention führen³⁸. Die scheinbare Objektivität und Vergleichbarkeit von Überlebenskurven leidet unter solchen Überlegungen. Das Scheitern der Revision in Form einer erneuten Revision oder Resektionsarthroplastik ist aber noch das klarste Kriterium und konnte in unserem Patientengut 1 mal definitiv beobachtet werden (1,4% der Fälle).

Schwieriger ist die Beantwortung der Frage nach dem Schicksal der verbliebenen Implantate, nämlich ob es im Beobachtungszeitraum zu Lockerungen oder Migrationen der in situ verbliebenen Pfannen gekommen ist oder ob diese stabil osteointegriert sind. Die Diskussion der Ergebnisse der Untersuchung soll daher auch die kritische Auseinandersetzung mit der Definition der Begriffe Migration und Lockerung einschließen.

4.1 Patientengut

Zahlreiche andere Studien sind zum Thema zementfreie Pfannenrevision erstellt worden, eine Auswahl zeigt Tabelle 35. Ein Vergleich der Ergebnisse ist nur sinnvoll, wenn ähnliche Patientenkollektive betrachtet werden. Angesichts der relativ kleinen Patientenzahlen zwischen 19 und 256 Fällen (Mittelwert 103) in diesen Beispielen ist zum einen eine gleichmäßige Verteilung aller auf das Endergebnis möglicherweise einflussnehmenden Parameter nicht gewährleistet. Das große Spektrum an Nebenerkrankungen kann ebensowenig berücksichtigt werden wie der Typ der gelockerten Pfanne. Zum anderen kann in einen Vergleich auch nur einfließen, was in möglichst vielen Studien überhaupt dargestellt wird. Die grundsätzliche Vergleichbarkeit des hier betrachteten Patientengutes wird in den nächsten Abschnitten überprüft. Ein entscheidendes Kriterium und in den Studien der Literatur immer erwähnt ist der Defekttyp, allerdings unter Verwendung zweier verschiedener, miteinander nicht direkt vergleichbarer Klassifikationen (AAOS und Paprosky), und die Nachbeobachtungszeit. Weitere in der Regel nutzbare Parameter sind Patientenalter und der BMI.

BMI

In unserer Studie lag der BMI von 50% der Patienten zwischen 25,6 und 30,4, Median 27,7. Dies liegt über dem BMI von Vergleichskollektiven mit einem Median von 26,8, 23,6, 24,9 und 25,7^{45,57,83,126}. Insofern sind die Voraussetzungen in unserem Kollektiv aus dieser Sicht eher ungünstiger. In keiner dieser Vergleichsstudien wird das Ergebnis des zementfreien Wechsels als abhängig vom BMI dargestellt. Dass das Körpergewicht dennoch eine Rolle spielen kann, zeigt Jones et al.⁵⁹. Ein signifikant schlechteres Ergebnis fand sich dort bei einem Körpergewicht über 82 kg, wobei allerdings in dieser Untersuchung nur das Gewicht und nicht der BMI angegeben ist.

4.2 Defektsituation

Ziel der Studie war es nicht, die verschiedenen Defektklassifikationen, die gängigsten sind die nach Paprosky⁸⁶, die AAOS-Klassifikation²⁰ oder die Methode nach Gross (in Campbell et al.¹⁷), auf ihre Anwendbarkeit zu überprüfen oder gar mehrere Defektklassifikationen zur Anwendung zu bringen.

Eine informelle Einschätzung der präoperativen Defekte wird in jedem Falle in der einen oder anderen Weise vom Operateur vorgenommen, um das angemessene Verfahren zur Rekonstruktion zu wählen. Eine darüber hinausgehende schematische Klassifikation der präoperativen Defekte ist notwendig, um Ergebnisse verschiedener Behandlungsmethoden miteinander vergleichen zu können.

Wie die Arbeit von Campbell et al.¹⁷ darstellt, ist die Inter- und Intraobserver Reliabilität aller drei Methoden (Paprosky/AAOS/Gross) schlecht und nur in der Anwendung durch ihre Urheber verlässlich. Besonders die Einstufung allein anhand der präoperativen Röntgenbilder liefert uneinheitliche Ergebnisse, sodass bei allen drei Klassifikationen die endgültige Einstufung erst intraoperativ geschieht²⁰. In unserer Studie war solches nicht erfolgt und die Einstufung kann daher nur auf den vorhandenen präoperativen Röntgenbildern und den indirekten Hinweisen in den OP-Berichten beruhen, was aber für andere Studien ebenfalls gilt^{57,126}. Wiederum andere Autoren erwähnen ausdrücklich die intraoperative Einteilung des Acetabulum-Defektes^{41,83}.

Die Paprosky-Einteilung wurde gewählt, da sie für diese Studie geeigneter erschien. Sie orientiert sich stärker am präoperativen Röntgenbild als die AAOS-Klassifikation. Paprosky versucht, aus der Wanderungsrichtung des gelockerten Implantates und der zurückgelegten Strecke sowie aus dem Vorhandensein oder Fehlen der Tränenfigur Schlüsse auf den entstandenen Defekt zu ziehen. Daher können schon aus ap-Röntgenbildern die unterschiedlichen Schweregrade differenziert werden, seitliche Bilder sind nicht erforderlich. Die AAOS-Klassifikation legt ihren Schwerpunkt auf die Unterscheidung zwischen cavitärem und/oder segmentalem Defekt, was die zusätzliche intraoperative Beurteilung erfordert. Zur präoperativen Planung benutzt, wollen beide Hilfen geben zur Methodenwahl der Neuimplantation. Für die Beurteilung des Defektes vor einer konkreten Operation und nicht zum Vergleich mit der Literatur existieren auch Vorschläge für einfachere Schemata. Da es letzten Endes nur darauf ankommt, ob der Pfannenrand noch stabil genug zur press-fit-Verklebung sei oder aber eine Rekon-

struktion mit Allograft oder Abstützring erforderlich werde, genüge die Unterscheidung „contained“ und „noncontained“²⁹.

Die beiden Grafiken zeigen die Defektgrößen von vier Studien im Vergleich zu den Einstufungen unseres Kollektives in Prozentzahlen:

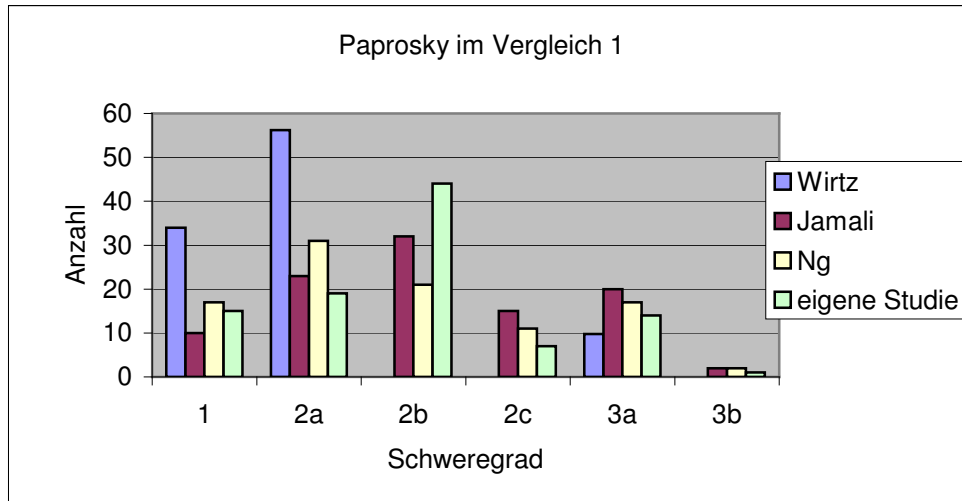


Bild 52 Bei vollständiger Differenzierung laut Paprosky-Klassifikation uneinheitliche Verteilung der Defekte in den Studien von Wirtz, Jamali und Ng^{57,81,126} im Vergleich zur eigenen.

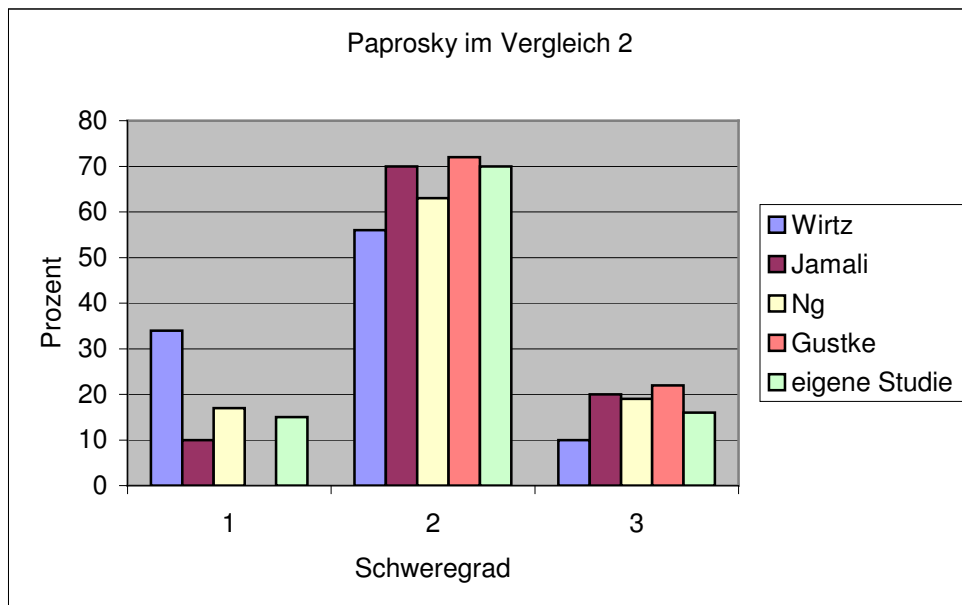


Bild 53 Bei Zusammenfassung der Schweregrade 2 wird die ähnliche Beurteilung in den Vergleichsstudien deutlich. Hier konnte noch die Untersuchung von Gustke⁴³, der schon primär nicht differenzierte, dazugenommen werden.

In Bild 52 sind die Defekte komplett wie von Paprosky⁸⁶ angegeben differenziert, die Verteilung erscheint etwas uneinheitlich. Wenn aber die für die Auswahl des OP-

Verfahrens nicht so wichtige Unterteilung innerhalb der Gruppe 2 unterbleibt, erkennt man eine recht ähnliche Beurteilung der Defektsituation in den 5 Kollektiven (Bild 53). Überwiegend werden Defekte der Stufe 2 angetroffen. Patienten mit Grad 3b-Defekten, wo laut Beschreibung der Knochenverlust auch die vordere und hintere Säule umfaßt, sind selten, kommen aber vor. Obwohl Gustke et al. ⁴³ diesen Schweregrad ausdrücklich für eine Kontraindikation zur Verwendung von pressfit-Pfannen hält, gilt dies entweder nicht in jedem Fall oder die Defektgröße wurde in den genannten Studien bei der Klassifizierung überschätzt.

Zur Veranschaulichung ist der einzige als 3b eingestufte Defekt unseres Kollektives mit Einbruch der Pfanne in das kleine Becken vor und nach der OP dargestellt. Allerdings handelt es sich hier nicht um eine langfristige Migration, sondern um eine kurz nach der Primärimplantation angetroffene Situation:



Bild 54

weibl., Pfanne in das kleine Becken
eingebrochen

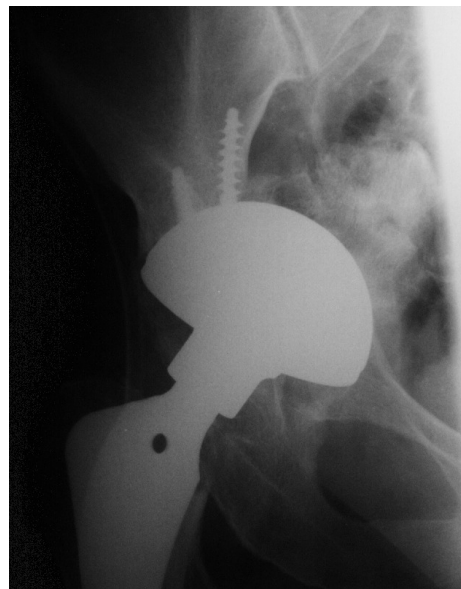


Bild 55

Versorgung mit Pfannentyp „SC“,
60 mm + Allograft

Diese Versorgung zeigt auch die Verankerung. Die Revisionspfanne stützt sich ausschließlich auf den Pfannenrand („rim“) ab, der große mediale Defekt ist nur mit Allograft in Scheibenform bedeckt, welche keine Last aufnehmen können. Ob die Pfanne den üblicherweise ^{29,42,68,70} geforderten Kontakt mit dem genuinen Knochen von 50% der Pfannenoberfläche hat, kann auf den Röntgenbildern nicht sicher beurteilt werden. Allerdings schreibt Gustke et al. ⁴³, dass eine sichere Fixierung der Pfanne das Wesent-

liche ist und dann auch eine Kontaktfläche kleiner als 50% akzeptabel ist. Entsprechend zu dieser Aussage kommt es auch in unserem Fall zu keiner erkennbaren Pfannenmigration und drei Jahre nach der Implantation erscheint die Pfanne immer noch fest.

Die ähnliche Darstellung der fünf Kollektive in der Grafik spricht nicht gegen die Intra- und Interobserver-Problematik der Defektklassifikation. Das Paprosky-Schema erscheint gerade durch die Differenzierung des Schweregrades 2 schwierig in der Anwendung. Andererseits sprechen die vergleichbaren Zahlen der in der Grafik dargestellten verschiedenen Studien doch dafür, dass zumindest eine grobe Einteilung in die Gruppen 1, 2 und 3 möglich ist und dass das Stadium 3b, eigentlich mit Lageveränderung von zwei Zentimetern und Durchbrechen des Implantates durch die Köhler-Linie deutlich beschrieben, als Grenzindikation erkannt und nur ausnahmsweise mit pressfit-Pfannen versorgt wird. Letztlich zeigt die Darstellung, dass das Patientengut unserer Studie von der Ausgangssituation her mit den Kollektiven anderer Studien mit ähnlicher Fragestellung vergleichbar ist.

Paprosky⁸⁵ hatte ursprünglich mit der Klassifikation auch detaillierte Empfehlungen zur Therapie verbunden. Allerdings wird der Zusammenhang zwischen Defektgrad und Ergebnis in Frage gestellt^{41,43}. Da bei anderen Untersuchungen^{19,37,46,57,59,105} die zementfreien Revisionspfannen ohnehin kaum Lockerungen aufwiesen, werden die wenigen Fehlschläge durch die Autoren nicht nochmals hinsichtlich ihrer Ausgangssituation differenziert. Aus diesen Ergebnissen, auch dem unserer Studie, kann man schließen, dass die Defektklassifikation nur zum Überprüfen der Vergleichbarkeit verschiedener Kollektive sinnvoll ist. Zum Vorhersagen des Ergebnisses der Wechseloperation und auch für die Wahl der OP-Methode erscheint die grobe Unterteilung in „pressfit möglich“ oder „pressfit nicht möglich“ ausreichend²⁹.

4.3 Operation und Komplikationen

Die postoperative Luxation ist die häufigste Komplikation, die Notwendigkeit zur Revision wegen rezidivierender Luxationen kann durchaus die Rate an Revisionen wegen aseptischer Lockerung übersteigen. Gustke et al.⁴³ revidierte neunmal postoperativ, in 4 Fällen wegen rezidivierender Luxationen, dreimal wegen Infektionen und zweimal wegen aseptischer Lockerung, Jamali et al.⁵⁷ führte erneute Operationen je vier mal wegen Luxation und aseptischer Lockerung durch. Elke et al.²⁹ beobachtete 12 Luxationen bei einer Fallzahl von 171 (7%) und revidierte davon 9. Andere Autoren sahen gar keine Luxationen^{41,83}, 6% Luxationen und 8% Luxationen^{57,126}. Die hinteren Zugänge scheinen mit höheren Luxationsraten verbunden zu sein mit 12% bzw. 29%^{46,59}.

Alle Patienten dieser Studie wurden in Rückenlage operiert. Der Zugang erfolgte von lateral-transgluteal. Vergleichsstudien weisen unterschiedliche Zugänge auf. Verwendet wird ebenfalls der laterale Zugang^{37,126}, der antrolaterale Zugang nach Watson-Jones^{20,83} sowie der posteriore Zugang^{45,59}. Gründe für den im Einzelfall verwendeten Zugang werden nicht genannt. Ausdrücklich erwähnt wird in keiner Studie, dass der jeweilige Primärzugang wiederverwendet wurde. Zu vermuten ist, dass die Operateure den ihnen geläufigsten oder in der Klinik üblichen Zugang verwendeten. Ascherl gibt die Empfehlung, in der septischen Situation den Primärzugang und in der aseptischen den Standardzugang der Klinik zu verwenden³.

Als Ursache für die hohe Luxationsrate wird häufig die desolante Weichteilsituation und besonders die Schwäche der Abduktoren angesehen, in den angloamerikanischen Vergleichsstudien kommen noch Pseudarthrosen des Trochanter major hinzu bei den häufig verwendeten Trochanterosteotomien^{57,68,105}.

In unserer Studie kam es in 3 Fällen (4%) zur postoperativen Luxation. Die Behandlung war zweimal konservativ, einmal operativ. Bei der Revision wurde ein längerer Hals aufgesetzt. Positiv auf die geringe Zahl wirkte sich sicher aus, dass immer ein lateraler Zugang verwendet wurde und nur ein Mehrfachwechsel vorlag.

Postoperative Infekte

Die Rate an postoperativen Infektionen in den Vergleichsstudien beträgt zwischen 0%⁵⁷ und 10%⁸¹, mittlere einstellige Prozentraten scheinen zu überwiegen mit 3 bis 7%^{19,41,45,59,83,126}. Das Vorgehen ist unterschiedlich, das Hüftgelenk wird revidiert mit

Inlay- und Kopfwechsel⁸³, zweizeitig gewechselt¹⁹, aber auch definitiv explantiert in Fällen mit tiefer Infektion^{19,84}.

Genauso wie in den Literaturkollektiven wurde auch bei unseren Patienten differenziert behandelt. Die Umstände sind bei den kleinen Fallzahlen zu unterschiedlich für ein systematisches Vorgehen, es läuft schnell auf eine Fallbesprechung hinaus. Auch ist die Nachbeobachtungszeit entscheidend, da Komplikationen noch nach vielen Jahren auftreten. In unserem Kollektiv gab es vier Wechsel (6%), die eine septische Ausgangssituation hatten. Einer endete nach 6 Jahren und Mehrfachrevisionen in einer Resektionsarthroplastik, ein zweiter schied nach 6 Monaten aus der Kontrolle aus, die anderen beiden Pfannen waren zum Studienende nach 8 und 11 Jahren noch in situ. Bei zwei anderen, ursprünglich aseptischen Wechseln traten postoperative Infekte auf, die noch 2,5 Jahre später zu Revisionen führten. Auch ist im Einzelfall nicht zu unterscheiden, ob es sich um einem echten neuen Infekt oder um einen exazerbierten alten low-grade Infekt handelt. In der Summe liegt die hier beobachtete Zahl im beschriebenen Rahmen.

Nervenschädigungen

Die meisten der zum Vergleich herangezogenen Arbeiten machen keine Aussagen zu Nervenläsionen postoperativ^{19,24,27,37,45,46,70,83,105}. Allerdings scheinen solche Läsionen durchaus vorzukommen^{41,57,66,126}. Diese reichen von 3% bis 13% der Fälle^{41,57,66}. Die Läsionen betreffen sowohl den Nervus ischiadicus als auch den Nervus femoralis und sie werden in zwei Drittel der Fälle als rückläufig beschrieben^{41,57}.

In unserer Studie wurde bei einem der Patienten (1,4%) eine Peroneusparese postoperativ beobachtet. Auch hier zeigte sich während des stationären Aufenthaltes bereits eine nachlassende Symptomatik. Inwieweit eine vollständige Erholung eingetreten ist, ist nicht dokumentiert.

4.4 Harris-Hip-Score und WOMAC

44 von 72 Patienten des Gesamtkollektivs konnten nachuntersucht werden. Dabei wurde der Harris-Hip-Score (HHS) erhoben. Dieser Score wurde z.B. von Söderman et al.¹⁰⁶ mit dem WOMAC und dem SF-32 verglichen und für geeignet für den Vergleich der Ergebnisse nach Hüftgelenkersatz befunden. Hohe Validität und Reliabilität wurden attestiert außer für Beweglichkeit, welche aber ohnehin nur mit 5% zum Gesamtergebnis beiträgt. Neben den Qualitäten spricht für den HHS, dass er der am weitesten verbreitete Score ist.

In unserem Fall betrug der Mittelwert 83,6 Punkte, der Median 88,5 Punkte. Auch in den hier mehrfach erwähnten Vergleichsstudien wurde der HHS regelmäßig erhoben. Demnach sind nach zementlosen Pfannenrevisionen Werte zwischen 78 und 90 als Median zu erwarten^{19,24,27,37,41,46,57,59,83,105,109,126}. Der für unser Kollektiv bestimmte Harris-Hip-Score lag in diesem Bereich. Wir bestimmten einen Minimalwert von 36 Punkte im schlechtesten Falle und einen Maximalwert von 100 Punkten bei einem völlig beschwerdefreien Patienten. Auch dies entspricht den Literaturangaben, wo eine Spannweite von 31 bis 100 Punkten angegeben wird^{19,24,81}. Die präoperativen Werte liegen in dieser Studie nicht vor, da diese bei keinem der Patienten bestimmt wurden. In den genannten Vergleichskollektiven betrug der Anstieg im Median 18 bis 31 Punkte^{24,57,81}. Die HHS-Werte der hier zitierten Studien liegen auf recht ähnlichem Niveau, erreichen allerdings nicht ganz die Höhe der bei einer Primäroperation laut Literatur zu erwartenden Werten mit etwa 87 Punkten¹⁰⁷. Aufgrund der nach Wechseloperationen oft bestehenden Weichteildefekte und Vernarbungen sowie der erhöhten Rate an Komplikationen wie Infekte und Luxationen ist das etwas niedrigere HHS-Niveau nicht unerwartet und auch die mit anderen Methoden ermittelte Lebensqualität ist etwas niedriger¹⁴. Nochmals deutlich niedriger sind die Scores in der Girdlestonesituation mit einem Durchschnittswert von 38 Punkten.⁹² Der einzige in unserer Studie vertretene Fall mit Girdlestonesituation erreichte einen Wert von 36 Punkten.

Bei der Einteilung der Ergebnisse in Prozentzahlen in die Gruppen sehr gut/gut/mäßig/schlecht ergab sich in unserem Kollektiv 45/20/20/14, bei ähnlichen Vergleichskollektiven mit der HG-Pfanne 34/24/18/24, 35/45/17/3 oder 43/30/20/7^{19,68,105}. Die Ergebnisse liegen also auch insofern auf dem Niveau des Vergleichs.

WOMAC

Alle untersuchten Patienten erhielten einen WOMAC Fragebogen, eine mündliche Anleitung zum Ausfüllen, wenn notwendig auch während des Ausfüllens Erläuterung und Hilfe.

Leider stellte sich später heraus, dass keine einzige der vielen Vergleichsstudien zum zementfreien Pfannenwechsel den WOMAC, immerhin schon 1988 vorgestellt ⁷, erwähnt. Insofern sind auf der Basis des WOMAC keine Vergleiche mit anderen Kollektiven möglich. Wenn in den Studien klinisch-funktionelle Parameter bestimmt werden, dann unter Verwendung des HHS.

Patientenzufriedenheit

Auf die einfache Frage, ob sie mit dem Gesamtergebnis der Wechseloperation zufrieden seien, antworteten 93% mit ja, 2 Patienten (4,5%), waren unzufrieden, einer (2,5%), war unentschieden. Das zeigt, dass die Patienten subjektiv ihre Gesamtsituation besser einschätzten als die differenzierte Darstellung des HHS dies erwarten lässt. Am wichtigsten ist für die Patienten die Schmerzfreiheit, die Funktions- und Aktivitätseinschränkungen in der gegebenen Situation werden akzeptiert. Bei den Nachuntersuchungen des im Median 73 Jahre alten Kollektives zeigte sich, dass bei der Erhebung des HHS die Patienten Schwierigkeiten hatten, ihre Beschwerden ausschließlich auf das operierte Hüftgelenk zu beziehen. In 10 der 44 Fälle gaben die Patienten an, unter Schmerzen an sonstigen Organen (Rückenschmerzen, Polyarthrosen) zu leiden. Ein weiterer Patient war durch die Folgen einer kindlichen Polioerkrankung beeinträchtigt, drei weitere Patienten litten an Schmerzen an den Kniegelenken oder hatten Probleme mit einer Hüftendoprothese auf der Gegenseite.

Das untersuchte Kollektiv ist mit im Median 65,4 Jahre im Literaturvergleich von durchschnittlichem Alter. In Vergleichsstudien sind die Patienten 60,5 Jahre alt bei einer Nachbeobachtungszeit von 10,5 Jahre ⁷⁰, 67,3 Jahre alt bei einem Nachbeobachtungszeitraum von 10,8 Jahre ⁵⁷ oder 65 Jahre alt bei einer durchschnittlichen Nachuntersuchungszeit von knapp 15 Jahren ²⁴. Die Scores in diesen Studien liegen auf dem gleichen Niveau wie bei unserem Kollektiv. Insofern wird die große subjektive Zufriedenheit der Patienten auch durch einen im Vergleich hohen Hip-Score unterstützt. Mit zunehmenden Alter ist ein Rückgang des Hip-Scores allein aufgrund der Altersmorbidity zu erwarten ¹⁴.

4.5 Pfannengrößen

Pfannen, die als Revisionsimplantat größer als 62 mm für Frauen und 66 mm für Männer sind, werden Jumbo-Cups genannt¹²³. Einige Autoren stellen Studien ausschließlich mit diesen Pfannengrößen vor^{22,43,58,83,123}. Abgeleitet wird die Definition daraus, dass diese Implantate im Durchschnitt 10 mm größer sind als die Implantate bei einer Primärimplantation. Außerdem müssen gewisse Größendifferenzen zu den Erstimplantaten gegeben sein^{87,123}. Die Befürworter solcher Großpfannen vermuten, dass die besonders große Oberfläche zu zusätzlicher Reibung und damit zu stabiler Fixation auch ohne Schrauben führt. Außerdem wird das Drehzentrum eher nach lateral/distal verlagert. Diese Definition ist willkürlich, denn außer durch die Größe unterscheiden sich die Implantate nicht. Sie stellen aber alleine vom Durchmesser her die Obergrenze dessen dar, was an Defektgröße noch mit zementfreien Pfannen aufgefüllt werden kann. Die o.g. Autoren beschreiben sehr gute Resultate. Der Weg ist aber nicht unumstritten, da evtl. zusätzlicher Knochen in der Eingangsebene entfernt werden muß, um die Pfannen überhaupt einbringen zu können⁴¹. Zum Problem, dass der ap-Durchmesser limitierend ist, schreibt Gustke et al.⁴³, dass im Gegensatz zur posterioren Säule durchaus Teile der anterioren entfernt werden dürfen. Verklemmung und ausreichende Stabilität sei auch ohne anterioren Rand, ggf. auch in Kombination mit einem medialen Defekt, zu erzielen²².

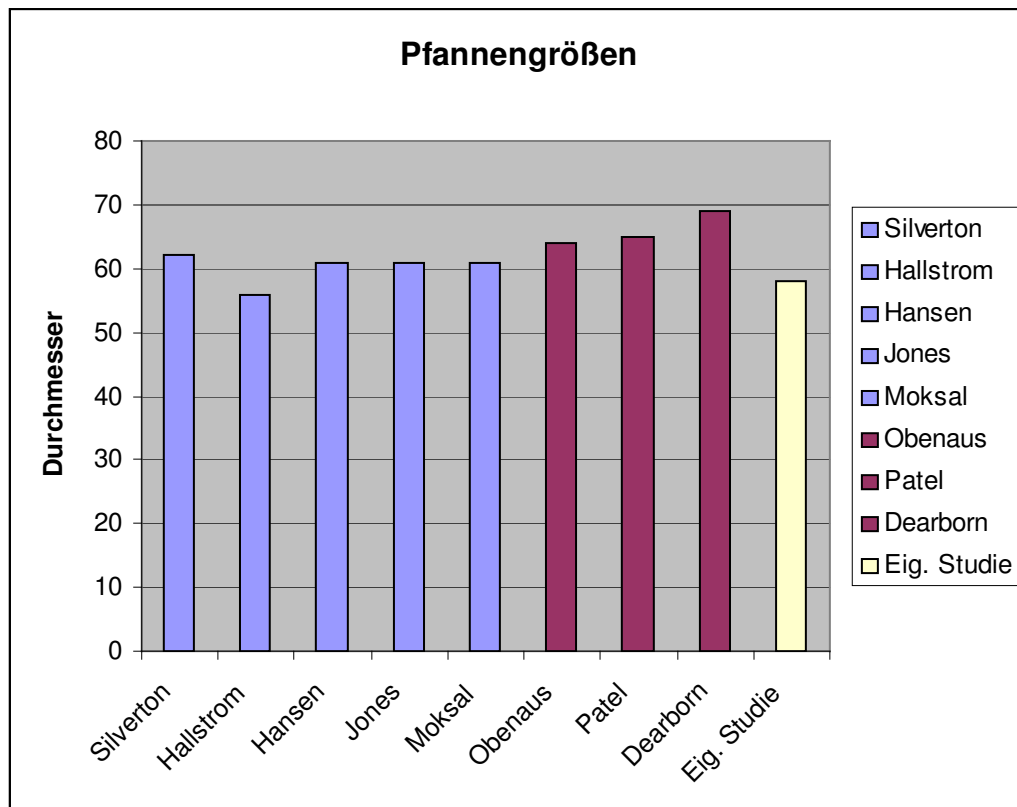


Bild 56 Vergleich der implantierten Pfannengrößen aus der Literatur mit der eigenen Studie. Die blauen Balken zeigen Studien, in denen Pfannen ohne besondere Herausstellung des Durchmessers verwendet wurden^{45,46,59,80,105}. Die roten Balken demonstrieren Studien, in denen ausdrücklich besonders große Pfannen („Jumbo“) eingesetzt wurden^{22,83,87}.

Bild 56 zeigt die durchschnittlich implantierten Pfannengrößen. Die erste Gruppe sind „normale“ Studien^{45,46,59,80,105}, die zweite ausdrücklich als „Jumbo“ überschriebene Studien, zuletzt werden die eigenen Ergebnisse aufgeführt. Man erkennt, dass sich die Pfannengrößen der eigenen Studie im Rahmen der Vergleichsstudien bewegt. Die mittleren Durchmesser der Jumbogruppe liegen mit 6-11 mm darüber.

Autor	Nr. der Literaturliste	Größe von-bis	Median	Anzahl Jumbo	Anteil Jumbo in %
Ng	81	50-68 mm	k.A.	k.A.	
Silverton	105	42-74 mm	62	k.A.	
Hallstrom	45	k.A.	56	4 > 65	3
Hansen	46	52-70 mm	61	k.A.	
Jamali	57	k.A.	k.A.	4 > 65	5
Jones	59	46-80 mm	61	k.A.	
Moksal	80	52-74 mm	61	k.A.	
Whaley	123	62-80 mm	k.A.	alle 89	100
Obenaus	83	60-74 mm	64	k.A.	
Patel	87	62-72 mm	65	alle 42	100
Dearborn	22	66-74 mm	69	alle 24	100
eig. Studie		46-66 mm	58	15 > 62/66	21

Tabelle 34

Die Tabelle 34 dient der Veranschaulichung, da die Angaben der verschiedenen Autoren immer inkomplett sind. Sie zeigt aber, dass die in unserer Studie verwendete Maximalgröße von 66 mm von den anderen Autoren zum Teil erheblich überschritten wird, dass aber der Anteil „Jumbocups“ mit 21% nennenswert ist. Daraus kann man schließen, dass sich die Defektsituation nicht von der Defektsituation anderer Studien unterschieden hat und sich die Probleme mit Aufbrauch des ventralen Randes und des Pfannenbodens, wie sie bei den Großpfannen beschrieben wurden, auch in unserem Kollektiv stellten. Ebenso wie in den anderen Studien gab es auch hier bei den großen Pfannen keine aseptischen Lockerungen, was darauf hindeutet, dass die Grenze der Methode nicht überschritten wurde.

4.6 Pfannenmigration

Eines der wesentlichen Ziele der Studie war, festzustellen, ob die Plasmacups in der gegebenen Situation auf Dauer stabil fixiert werden können oder ob und gegebenenfalls zu welchem Zeitpunkt Lockerungen beobachtet werden können. Dazu mussten die vorhandenen Röntgenbilder einer Migrationsanalyse unterzogen werden. Die Bilder sind im Laufe der Jahre im alltäglichen Klinikbetrieb im Krankenhaus Frankenberg entstanden. Es wurden entweder Hüft- oder Beckenaufnahmen angeordnet und dann per Inaugenscheinnahme beurteilt. Eine systematische Vermessung war weder vorgesehen noch wurde sie durchgeführt. Bei sehr unterschiedlicher Bildqualität erschien es sinnvoll, die Röntgenbilder einzuscannen, um durch Nachbearbeitung gegebenenfalls vorliegende Mängel, zum Beispiel in der Belichtung, ausgleichen zu können.

Die grundsätzlichen Probleme der Migrationsanalyse sind bei Malchau et al.⁷¹ gut beschrieben. Dort wurden zementfreie und zementierte Hüftprothesen sowohl digital als auch manuell ausgewertet, wobei sowohl Tantalummarkierungen als auch der Mittelpunkt des Hüftkopfes als Referenzpunkte dienten. Malchau et al. stellte fest, dass der Intraobserverfehler bis zu 5,6 mm und der Interobserverfehler bis 6,6 mm betragen kann und dass die Exaktheit der Messung noch durch das Pfannendesign beeinflusst wird. Als Gründe für diese große Variabilität werden eine nicht exakte Lagerung postoperativ, bedingt durch Schmerzen oder Streckdefizite, im späteren Verlauf Veränderungen an der Röntgeneinrichtung und an der Filmqualität angesehen. Die unterschiedliche Zentrierung des Röntgenstrahls könne durch über die Jahre wechselndes Personal zu Beeinflussung führen. Referenzpunkte an Hüfte und Becken könnten durch Osteophyten oder durch die Bildung von ektopem Knochen verändert werden. Ob digital oder per Hand vermessen wurde, machte in der zitierten Studie keinen Unterschied.

Nunn et al.⁸² beschreibt einen Interobserverirrtum von +/- 3 mm beim Benutzen von Schablonen auf normalen Röntgenfilmen. Seine Methode stützt sich auf beide Tränenfiguren und den Kopfmittelpunkt. Der Meßfehler wird mit 4,6 mm für die horizontale und 2,9 mm für die vertikale Migration angegeben bei mehreren Untersuchern, bei einem Untersucher auf +/- 2 mm in x- und y- Richtung, wobei Nunn noch jeweils 1 mm für jede Achse zugibt für unerkannte Fehler. Sutherland et al.¹¹³ bezieht sich auf die Ileosakralgelenke und die Köhlerlinie und gibt die Genauigkeit mit +/- 5 mm an, Wetherell et al.¹²² führt neue Referenzlinien ein, die Genauigkeit im Vergleich zur RSA steigt aber nur gering an⁵⁵.

Um die Präzision der Röntgenbildauswertung zu verbessern, wurden andere Methoden eingeführt, wobei die Röntgenstereophotometrie (RSA) als die genaueste Methode angesehen wird⁵⁵. Da sich die Messung hierbei auf intraoperativ eingebrachte Tantalumkügelchen stützt, kommt sie nur für prospektive Studien in Frage.

Die Einbildröntgenanalyse (EBRA) benutzt Beckenaufnahmen, welche zunächst hinsichtlich der Projektion miteinander verglichen werden. Wenigstens 4 Beckenaufnahmen pro Patient sind erforderlich und diese müssen auch noch gewisse Kriterien erfüllen⁵⁶. Diese daher für die Patienten mit einer hohen Strahlenbelastung verbundene Untersuchungsmethode erlaubt grundsätzlich auch retrospektive Untersuchungen.

Sei es nun die Methode der Handvermessung nach Nunn, Sutherland oder Massin et al.⁷⁷ oder die neueren Methoden wie EBRA oder die Methode nach Dickob²⁵, jedes Mal sind Beckenübersichtsaufnahmen erforderlich, da immer Referenzpunkte beider Beckenhälften benötigt werden. In der Regel ist es die gegenüberliegende Tränenfigur, aber auch die Ileosakralfuge. Eine weitere Methode ist die nach Wetherell et al.¹²², wo neben der bekannten Köhlerlinie eine weitere Referenzlinie (Obturator-rim-Linie) eingeführt wird und als weiterer Fixpunkt auch der obere Rand der gegenüberliegenden Hüftpfanne erkennbar sein muss. Der Vorteil der neueren gegenüber den älteren Stift- und Lineal Methoden^{82,113} ist der Versuch, Fehlprojektionen und insbesondere Fehlrotationen des Beckens zu berücksichtigen und als wesentlichen Faktor für Fehlmessungen auszuschalten.

In unserer Studie konnte keine dieser Methoden Anwendung finden, da bei der überwiegenden Zahl der Patienten keine Beckenaufnahmen, sondern nur Hüftaufnahmen vorlagen.

Verwendet wurde daher das Programm Wristing, welches für die Migrationsmessung von Hüftpfannen und Schäften von Schönraht et al. validiert wurde¹⁰⁰. Dieses Programm zur Auswertung digitalisierter Röntgenbilder am PC stützt sich ganz entscheidend auf die Tränenfigur. Diese wurde als unempfindlichster Punkt der knöchernen Beckenstruktur gegenüber unterschiedlichen Projektionen in Versuchsreihen ermittelt. Die grundsätzliche Eignung der Tränenfigur als Fixpunkt wird durchaus bestritten¹²². Die mittlere Interobserver-Abweichung bei ihrer Bestimmung betrage 2,4 mm. Die Figur hat jedoch den großen Vorteil, dass sie bei Hüftaufnahmen nahezu immer abgebildet ist und beim Zentrieren des Zentralstrahl von Hüftaufnahmen auf die Hüftpfanne weniger von Verzerrungen betroffen ist als andere Strukturen wie das Iliosacralgelenk, welches am Rande des Röntgenbildes liegt. Außerdem wurde die Tränenfigur in der

Untersuchung von Schönraht als eindeutiger zu identifizieren beschrieben als das Ileosacralgelenk.

Bei der Vermessung der Pfanne wurde in der gleichen Arbeit der Pfannenmittelpunkt als geeigneter Parameter zur Migrationsbestimmung herausgefunden ¹⁰⁰. Der Autor stellt dieses digitalisierte Verfahren als exakter als die zeichnerische Auswertung vor und belegt, dass die Interobserverstabilität hoch ist. Da nur Primäroperationen beobachtet wurden, sind die Studien nicht direkt vergleichbar. Insgesamt 9 der 111 beobachteten Prothesen in der Untersuchung von Schönraht mussten wegen aseptischer Lockerung innerhalb von 9 Jahren gewechselt werden. Mit Hilfe der Migrationsanalyse wurde erkannt, dass die Prothesen in den ersten Jahren stärker wanderten als am Ende der Studie und dass die Wanderungsgeschwindigkeit der gelockerten und später reoperierten Prothesen durchschnittlich höher war als die der klinisch unauffälligen. Dieses Phänomen haben auch andere Autoren bereits beschrieben ⁷⁹.

Bei der Anwendung des Programmes Wristing zeigte sich, dass die Referenzpunkte auf dem Bildschirm sehr exakt gesetzt werden konnten bei beliebiger Vergrößerung. Bei nicht in die Statistik eingeflossenen Wiederholungsmessungen durch den einzigen Untersucher zeigte sich eine große Stabilität. Die Tränenfigur war bei 336 Röntgenbildern 300 mal gut, 34 mal schlecht und 2 mal nicht erkennbar. Die Röntgenbilder mit nicht erkennbarer Tränenfigur wurden nicht ausgewertet, solche mit als schlecht erkennbar eingestuften Tränenfiguren in die Auswertung einbezogen. Die TF war damit in 90,3% der Fälle gut identifizierbar. Damit kann die Angabe von Martens ⁷⁴ nicht bestätigt werden, wo in 50% der Beckenübersichtsaufnahmen die TF nicht identifiziert werden konnte. Auch Robb et al. ⁹³ fand bei 93 von 100 zufällig ausgewählten Beckenbildern die Tränenfigur gut erkennbar und empfahl sie als Referenzpunkt. Aber bereits Katz ⁶⁰, welcher 1969 ausführlich den radiologischen Aspekt der TF darstellte, empfahl trotz aller Konstanz der Figur eine neutrale Lagerung des Beckens, da schon kleine Abweichungen zu Projektionsveränderungen der TF führten.

Bei aller Exaktheit zur Vermessung der Referenzstrecken (Pfannenoberrand-TF, Pfannenmedialrand-TF, Pfannenmittelpunkt-TF in transversaler und longitudinaler Richtung) durch das Programm ist doch eine entscheidende Einschränkung zu machen: Beim Setzen der Markierung auf die Unterkante der Tränenfigur und an den Rändern der Pfanne erzeugt das Programm automatisch die zur Vermessung notwendigen Hilfslinien, die immer parallel zum Rand der Bildschirmmaske liegen. Die Berücksichtigung

eines fehlrotierten Beckens ist nicht möglich. Auch die Bestimmung des Inklinationswinkels ist entscheidend von der Kenntnis der Rotation des Beckens um eine sagittale Achse abhängig. Die Pfanneneingangsebene lässt sich zwar präzise festlegen, aber nur gegen eine willkürlich gezogene Horizontale vermessen. Die Genauigkeit der EBRA, wo die Projektion der Bilder verglichen wird, kann nicht erreicht werden. Daher bleibt die Analyse eines Hüftbildes auch mit Computerunterstützung mit einigen Variablen verbunden. Mit dem Programm Wristing lassen sich Strecken präzise messen, unzureichendes Bildmaterial als Grundlage ist ihm nicht anzulasten.

Genauigkeit der Messung und Definition der Migration stehen in Zusammenhang. Bei den Methoden der Röntgenbildauswertung stellt sich erstens die Frage, ab wann kann auf einem Röntgenbild die Lageveränderung einer Pfanne erkannt werden unter Einbeziehung aller Störgrößen bezüglich Projektion und Bildqualität. Zum anderen ist zu klären, ab welcher Wanderungsstrecke von einer Lockerung auszugehen ist. Hier sind die Ansichten durchaus unterschiedlich. Krismer et al.⁶⁵ wies in einer EBRA nach, dass schon eine Migration von 1 mm in den ersten 2 Jahren die Überlebenswahrscheinlichkeit erheblich herabsetzt. In der Studie von Webering¹¹⁸ ebenfalls mit EBRA zeigten 27% der Pfannen eine Migration von 1 mm, aber nur bei den 11% mit mehr als 2 mm wurde die Pfanne gewechselt bzw. der Wechsel empfohlen. Beide Autoren messen ebenso wie Dearborn et al.²¹ der Migration einen entscheidenden prädiktiven Wert für das spätere Implantatversagen bei und betonen den Wert der frühen Erkennung schon kleiner Lageveränderungen.

Sutherland et al.¹¹³ summiert die Fehler aus der Bestimmung der Referenzpunkte, der Rotation des Beckens bei der Aufnahme sowie der Vergrößerung und bewertet dann eine Pfanne als gewandert, wenn das Hüftzentrum sich auf den späteren Aufnahmen im Vergleich zur postoperativen Röntgenaufnahme um mehr als 5 mm verändert hat, ein Maß, welches von einigen Autoren aufgenommen wird, ergänzt um die Limitierung der Inklination bei 4 Grad^{66,122}.

Andere Autoren ziehen die Grenzen bei der Bewertung zementfreier Revisionspfannen enger^{16,19,27,37,41,57,84,105,114}. Das am häufigsten verwendete Verfahren sind die Kombinationen der Stift-und-Lineal-Methoden immer unter Benutzung der Tränenfiguren beider Seiten, der Senkrechten zu deren Verbindungslinie und meistens auch der Köhlerlinie. Der Inklinationswinkel, soweit er bestimmt wird, ist in diesen Studien der Winkel zwischen inter-teardrop-Linie und der Pfanneneingangsebene. Die Streckenveränderung, ab der von Lockerung gesprochen wird, wird bei 2-3 mm bzw. 3° gesehen.

Diese Werte scheinen sich zu orientieren, weil immer wieder zitiert, an den von Massin et al.⁷⁷ angegebenen Größen, ermittelt an Leichenpräparaten. Wobei dieser aber für den Fehler bei der Messung der Inklination eine Standardabweichung von mehr als 4° angibt und diesen Parameter für weniger aussagekräftig hält.

Es bleibt festzuhalten, dass die Millimeterangaben variieren und eine klare Schwelle für die Definition der Lockerung nicht festgelegt ist. Sie dürfte unter Berücksichtigung der oben zitierten Untersuchungen bei der konventionellen Auswertung nach Nunn und Sutherland oder eine ihrer Varianten bei einer Lageveränderung von 3 – 5 mm liegen, für die Inklination sind 3° als Untergrenze anzunehmen.

Genauigkeitsgrenzen

Für die RSA wird eine Genauigkeit von 0,1 mm angegeben, das 95% Konfidenzintervall der EBRA liegt bei 1 mm^{6,65}. Mit beiden Methoden kann die Migration einer bestimmten Pfanne gemessen und damit auch im Einzelfall der Verlauf vorhergesagt werden. Das ist mit den anderen Methoden nicht möglich, jedenfalls wenn es sich um Lageveränderungen in der Größenordnung von 1 Millimeter handelt. Bei direkten Vergleichen der Methoden kommt es zu Differenzen⁷⁶. Bei aller Präzision werden aber auch die Nachteile der EBRA erkennbar. Ihle konnte 39% der Beckenbilder für die EBRA-Auswertung nicht verwenden⁵⁴.

Schönrath beschreibt für die Messungen mit seinem Programm eine Genauigkeitsgrenze für die Pfanne von 2 mm und für die Winkelmessung von 3,2 Grad.

Dies erschien für unsere Ziele ausreichend. Denn wir wollten nicht die Migration einer einzelnen Pfanne, sondern das Migrationsverhalten des Pfannentyps im Gesamtkollektiv beobachten. Dazu ist eines der präzisen Verfahren nicht unbedingt notwendig. Nunn et al.⁸² schreibt zu diesem Problem, dass in einer vergleichenden Studie unter der Annahme, dass sich die Fehler zufällig verteilen und für alle Gruppen gleich sind und diese auch die gleiche Größen haben, zwischen den Gruppen eine Differenz, die kleiner ist als der Meßfehler, erkannt werden kann. Allerdings mußte auch er ein Regressionsmodell als Hilfe benutzen, um die unterschiedlichen Gruppengrößen zu den verschiedenen Zeitpunkten auszugleichen.

Wir haben diese Überlegungen bei der Auswertung der Ergebnisse aufgegriffen. Es wurden die verschiedenen Gruppen prä-op, post-op, ½ Jahr, 2-3 Jahre, 4-5-Jahre sowie ≥ 6 Jahre gebildet. Durch die Zusammenfassung zu Gruppen, die dann auch noch unterschiedlich groß sind, kommen neue Ungenauigkeiten hinzu. Statt des erwähnten Regressionsmodells verwendeten wir in der statistischen Auswertung ein mixed-effects Modell zum Ausgleichen solcher Fehler.

Eigene Ergebnisse:

Wie im Ergebnisteil dargestellt, haben wir auf drei Wegen versucht herauszufinden, ob die Pfannen über die Zeit wandern oder nicht.

In der ersten Gruppe, wo die verschiedenen Pfannenpositionen untereinander verglichen wurden, zeigten sich deutliche Unterschiede in den Mittelwerten zwischen prä-op und post-op und geringe Unterschiede dann im weiteren Verlauf. Wie insbesondere die Boxplot-Darstellung anzeigt, liegen die Mittelwerte auf einem Niveau, ohne dass ein

Trend zu erkennen wäre. Wegen zu starker Streuung in unserem Kollektiv konnte keine Bewertung bezüglich einer Rekonstruktion des Drehzentrums gemacht werden. Weiterhin ließ die Aufschlüsselung nach Pfannentypen keine Unterschiede im Verhalten über die Zeit erkennen. Nur die Inklination war zwischen prä- und post-operativ auffallend different, im weiteren Verlauf waren dann aber auch hier keine Unterschiede mehr darstellbar. Dies ist aber nur Ausdruck der betont anderen Positionierung der Revisionspfanne. Sie liegt mit Mittelwerten von 28-31 Grad am Unterrand des empfohlenen Bereiches von 30-55 Grad ⁵. Die Anteversion war wegen zu großer Streuung nicht verwertbar. Dieser Parameter scheint zu empfindlich auf Projektionsfehler zu sein und wird auch in den Vergleichsstudien nicht erwähnt.

Im zweiten Ansatz wurden alle die Pfannen miteinander verglichen, bei denen zu jedem Zeitpunkt Röntgenbilder vorhanden waren. Aus diesen Bildern ließen sich bei der gegebenen Streuung Trends ablesen, nämlich eine geringe Wanderung nach medial und cranial. Bei der Inklination ergaben sich Hinweise auf eine geringe Zunahme postoperativ zu ½ Jahr von etwa 3°. Im dritten Ansatz, der Varianzanalyse, konnte nur für die Inklination eine signifikante Veränderung mit $p < 0,0001$ über den Gesamtverlauf gefunden werden, wobei der Mittelwert zwischen post-op und ≥ 6 Jahre sich um 3,6° veränderte. Für die anderen Parameter war mit diesem Ansatz keine Migration nachweisbar.

Bei der Zusammenfassung der Mittelwerte der beiden Messungen jeweils in x- und y-Richtung ließ sich zwischen post-op und ≥ 6 Jahren kein Unterschied feststellen.

In der Summe ist festzustellen, dass wir mit unseren Methoden keine Lageveränderung in x- oder y-Richtung feststellen konnten. Die Mittelwerte streuten bei der Varianzanalyse um weniger als +/- 1 mm und das 95% Konfidenzintervall zu einem bestimmten Zeitpunkt betrug maximal 2,4 mm. Damit sind unerkannte Migrationen größer als 3 mm sehr unwahrscheinlich. Entsprechend sind weder für x/y-Bewegungen noch für die Inklination die o.g. Lockerungskriterien der meisten Autoren erfüllt.

Hinzu kommt, dass auch in der Realität keine der implantierten Pfannen wegen aseptischer Lockerung gewechselt wurde. Die Notwendigkeit der präzisen Meßmethoden abseits von Studien wird auch durch die Autoren der EBRA etwas in Frage gestellt indem sie betonen, dass die Entscheidung zur Revision nicht auf einer minimalen Migration beruhen kann, sondern immer in Zusammenschau mit anderen Lockerungszeichen und den klinischen Symptomen zu treffen ist ⁵⁵.

Diese Ergebnisse sind zu vergleichen mit denen zahlreicher Studien, welche zementfreie Pfannenwechsel mit anderen Implantaten beschreiben, insbesondere der der Plasmacup ähnlichen Harris-Galante Pfanne der Fa. Zimmer, die ebenfalls im Laufe der Zeit im Design etwas verändert wurde ^{19,24,45,57,59,70,76,105}, der Chendopfanne ¹²⁶, der Morscher Pressfit Pfanne der Fa. Sulzer ²⁹ und der LOR-Pfanne der Fa. Zimmer ^{41,64}.

Es gibt zahlreiche Studien, die gute Ergebnisse mit zementfreien Revisionspfannen nachweisen und keine, die negative Resultate aufweist, jedenfalls soweit die Indikation nicht zu weit gestellt wird ⁴¹. Die folgende Tabelle 35 ist eine kleine Auswahl neuerer Arbeiten. In der Rubrik Ergebnisse sind nur die aseptischen Lockerungen dargestellt und die sonstigen Gründe für eine Revision wie septische Lockerung oder wiederholte Luxationen, oft alle gemeinsam als Implantatversagen summiert, herausgenommen. Diese sind nicht in erster Linie dem Implantat anzulasten und kommen auch bei allen anderen Formen der Revision vor.

Autor	Literat. Nr.	Jahr	Anzahl Fälle	Nacbeobachtungszeit	Ergebnisse	Lux. rev.pfl.
Tanzer	¹¹⁴	1992	140	3,7 (2-5,5)	1,4 % Revision wg. asept. Lockerung	1,4%
Padgett	⁸⁴	1993	138	3,6 (3-6)	keine asept.Lockerung	2%
Dorr	²⁷	1995	139	4,3 (2-9,8)	1,4 % Revision wg. asept. Lockerung	1,4
Moskal	⁸⁰	1997	32	8 (3-9,5)	6 % erneuter Wechsel	0
Jasty	⁵⁸	1998	19	10 (8-11)	keine asept. Lockerung, Jumbo cups	0
Lachiewicz	⁶⁷	1998	57	7 (5-12)	keine asept.Lockerung	2%
Leopold	⁷⁰	1999	138	10,5 (7-14)	1,8% radiolog Lockerung	3%
Chareanch.	¹⁹	1999	40	8 (5-11)	5 % Revision wg. asept. Lockerung	5%
Dearborn	²²	2000	24	7 (5-10)	keine Lockerung, Jumbo cups > 66 mm	4%
Templeton	¹¹⁶	2001	61	12,9 (11,5-14,3)	3,5% radiolog. gelockert.	7%
Obenaus	⁸³	2003	95	5,6 (4-7)	2 % Rev. wg. asept. Lock. Jumbo cups	0
Etienne	³⁷	2003	108	7 (5-9,8)	keine asept.Lockerung	2%
Della Valle	²⁴	2003	138	10-19)	0,7 % Revision wg. asept. Lockerung	4%
Hallstrom	⁴⁵	2004	188	12,4(10-17)	4% gewechselt, 7% radiolog. gelockert	2%
Jones	⁵⁹	2004	211	6 (<1-18)	2 % asept. Lockerung	0,5%
Jamali	⁵⁷	2004	63	10,8(5-17)	5 % asept. Lockerung	8%
Wirtz	¹²⁶	1997	256	6,5 (0,5-10,7)	2,4 % aseptische Lockerung	4%
Hansen	⁴⁶	2006	19	2,8 (2-6)	keine asept.Lockerung	5%

Tab. 35

Unsere Studie umfaßte 72 Fälle mit einer Nachbeobachtungszeit von 0,5-12,5 Jahren, Mittelwert 7 Jahre. Wenn man einen anderen Zeitraum betrachtet ^{69,119,126} und die 4 Patienten herausnimmt, die bereits nach einem halben Jahr verschollen sind, sind es 2-12,5 Jahre mit einem Mittelwert von 7,4 Jahre. Sie ist damit von Umfang und Beobachtungszeitraum durchaus mit der Literatur vergleichbar vergleichbar.

In diesem Zeitraum wurde keine der Pfannen bei den 68 Patienten, deren Schicksal aufgeklärt werden konnte, aufgrund einer aseptischen Lockerung explantiert, d.h. mindestens 94% (die unbekanntes alle als Versager angenommen) blieben in situ.

1 Pfanne, 1,4%, lockerte sich septisch. In einem Falle (1,4%) wurde eine Revision wegen Luxation erforderlich. Dieses Ergebnis ordnet sich im günstigen Abschnitt des Vergleiches ein.

In unserer Studie wurden 40 Pfannen „S“ und „SC“ mit der Möglichkeit der Verschraubung verwendet. In 90% der Fälle wurde diese genutzt. Über die Notwendigkeit der Verschraubung gehen die Meinungen auseinander. Einige Autoren benutzen immer zusätzlich Schrauben bei der HG-Pfanne ^{19,57,59,68,114,116}, andere verwenden sie meistens ^{37,69}, der Nutzen wird bestritten oder sogar Nachteile in Form von Osteolysen um die Schrauben herum gesehen ^{27,81}. Auch die Extremposition mit völliger Ablehnung einer zusätzlichen Schraubenfixation und reiner press-fit-Verankerung der Pfanne wird vertreten mit der Begründung, der Pfanne ein Setzen zu ermöglichen und Allografts unter der Pfanne nicht zu entlasten ⁴⁹. Über Schraubenbrüche oder schraubenbedingte Nervenschäden wird an keiner Stelle berichtet.

Eine andere Möglichkeit, Pfannen gegen Kippmomente abzustützen ist die Krone der Morscher-Pfanne und auch die drei Zapfen der in unserer Studie verwendeten Plasma-cup „P“.

Der Nutzen von Schrauben und Zapfen wird nicht klar, unabhängig vom Vorgehen sind die Ergebnisse immer gleich günstig.

Auch in unserer Studie waren keine schraubenbedingten Komplikationen erkennbar. Da in keiner der Untersuchungen Schrauben oder Nichtschrauben randomisiert gegeneinander geprüft wurde, gibt es zur Notwendigkeit keine abschließende Antwort.

Die meisten Autoren verwenden Schrauben und vertrauen nicht alleine auf die Verklemmung der Pfanne. Angesichts der wenigen berichteten Probleme mit Schrauben scheint die eher großzügige Verwendung in der Revisionssituation gerechtfertigt. In etwa der Hälfte der Fälle (53%) unseres Kollektivs wurde der Schaft für fest befunden.

den und belassen. Dies entspricht dem üblichen Vorgehen. Es wurde auch im weiteren Verlauf keine Revision wegen Komplikationen an der Femurkomponente notwendig.

Wir bestimmten die Migration der Pfanne in horizontaler und vertikaler Richtung sowie die Inklination und Anteversion. Wegen der kleinen Fallzahl von $n=72$, der großen Differenz in der Nachbeobachtung (5 bis 150 Monate, Mittelwert=87,4 Monate) und der verfahrensbedingt großen Streuung bei der Ausmessung der Pfannenposition wurde auf die Untersuchung hinsichtlich einer statistischen Signifikanz zwischen Pfannenmigration und Parametern wie Patientenalter und –geschlecht sowie BMI, Defektgröße, Pfannengröße, Benutzen von Schrauben und Knochenersatzstoffen verzichtet. In Vergleichsstudien war hier bereits keine Korrelation erkennbar geworden²⁸.

Eine Überlebenskurve nach Kaplan-Meier wurde nicht erstellt, da lediglich eine Pfanne wegen Infektion ausfiel, was kaum in eine ursächliche Verbindung zum Pfannentyp gebracht werden kann. Was die aseptische Lockerung angeht, wäre die Kaplan-Meier Darstellung eine Gerade.

4.7 Osteolysen und Säume

Das zweite wichtige Kriterium in der Diagnostik der Lockerungen sind Osteolysen. Darunter fällt zum einen der strahlendurchlässige Saum rund um Implantate (radiolucent lines), zum anderen die im Beckenknochen gelegenen Osteolysen. Üblicherweise wird der Knochen rund um die Hüftpfanne in die drei Zonen nach DeLee²³ eingeteilt und die Lage und Ausdehnung der Osteolysen entsprechend zugeordnet.

Bei den zementierten Pfannen erscheint das radiologische Feststellen einer Pfannenlockerung eindeutiger. Das Auftreten eines durchgehenden strahlendurchlässigen Saumes an der Zement-Knochengrenze ist mit einer Wahrscheinlichkeit von 94% mit einer Lockerung der Komponente assoziiert⁵², auch wenn möglicherweise noch keine Beschwerden bestehen. Dieser Saum entspricht einer bindegewebigen Membran, welche unter Resorption des trabekulären Knochens entsteht⁹⁸. Die komplexe Oberfläche der zementierten Pfanne widersteht schneller Migration und erlaubt die Bildung eines Sklerosesauces. Gerade der Kontrast zwischen strahlendichter Sklerose und transparenter bindegewebiger Membran führt bei den gelockerten Zementpfannen zu radiologisch eindeutigen Interpretationen. Nach 3-7 Jahren sind in 30% bis 40% der zementierten Revisionen solche Säume zu erwarten^{31,62}.

Bei den zementfreien Pfanne ist die radiologische Diagnose weniger klar, es muß subtiler nach Indizien gesucht werden.

Udomikat et al.¹¹⁷ gibt fünf Kriterien an, auf welche hin die Röntgenbilder untersucht werden müssen:

1. strahlentransparente Säume
2. deren Progression
3. ihr Vorliegen in allen drei Zonen
4. Säume größer als 2 mm und
5. Migration.

Der Autor hebt besonders hervor, dass nur ab dem dritten Jahr bestehende strahlentransparente Säume prädiktiv sind für eine Lockerung, Ähnlich wie bei den Zementprothesen⁵² steige das Risiko von etwa 20% bei einem Saum in einer Zone über ca. 80% bei zwei betroffenen Zonen an auf 100%, wenn die Säume nach dem zweiten Jahr größer werden oder erstmals auftreten. Die Aussagen gelten nur für aseptische Fälle.

Kurzfristig nach der Implantation von zementfreien Pfannen dürfen strahlentransparente Zonen auftauchen und sind nicht als Lockerungszeichen sondern als radiologisches

Korrelat des Heilungsvorgangs zu interpretieren ^{27,115}. Engh et al. ³⁴ beobachtete ihr Verschwinden innerhalb von 2 Jahren in 65% der Fälle. Längerfristig bestehende Säume sind aber als Zeichen ausbleibender Osteointegration zu bewerten.

Zwei weitere Merkmale für das Fehlen einer Fixierung des Implantates durch Osteointegration ist das Ausbleiben der überbrückenden Knochenneubildung zwischen der endostalen Oberfläche und der Pfanne sowie das Auftreten von reaktiven Linien, d.h. zarten Sklerosesäumen ³⁵. Solche Linien werden auch bei zementfreien Implantaten beobachtet, wenn die Lockerung langfristig besteht und dem Knochen Zeit zur Sklerosierung bleibt. Bei osteointegrierten Pfannen erscheint ein solcher Sklerosesaum nicht ⁷². Roth et al. ⁹⁶ beobachtete dieses Phänomen bei press-fit Pfannen mit zusätzlicher Verschraubung in der Zone 3 und sah die Ursache dafür in einem Schwingen des nur im cranialen lasttragenden Bereich fixierten Implantates.

Die auch bei den zementfreien Pfannen auftretenden Abriebpartikel aus dem Gelenk können zu in der Pfannenumgebung gelegenen blasenartigen Osteolysen führen. Als Ursache wird das Fehlen des Pseudocortex, wie er sich hinter lockernden Zementpfannen bildet und welcher den Beckenknochen gegenüber aggressiven Partikeln abschirmt, vermutet. Aber selbst ausgedehnte dieser sich typischerweise in den Beckenknochen entwickelnden Osteolysen sind primär kein Zeichen einer Lockerung, mindern aber die Stabilität des Pfannenlagers ⁷³.

Bei den zementfreien Pfannen von Dorr et al. ²⁷ wiesen 20% der Hüftpfannen bei einer Nachbeobachtungszeit von 4,3 Jahren strahlentransparente Säume überwiegend in einer oder zwei Zonen auf bei nur 1,4% Revisionen wegen aseptischer Lockerung ²⁷. Lachiewicz beschrieb strahlendurchlässige Zonen bis 1 mm in 17% der Fälle bei einer Nachbeobachtungszeit von 5 Jahren. Allerdings waren nie alle drei Zonen gleichzeitig betroffen, er mußte keine Revision wegen Lockerung vornehmen ⁶⁸. Silverton sah in 54% nach 8 Jahren nicht progressive Säume, in 4% sogar in allen 3 Zonen und verzeichnete keine Revision ¹⁰⁵. Köster fand in 17,6% strahlentransparente Säume und revidierte 2% der Hüftgelenke ⁶⁴. Diese Angaben zeigen, dass strahlentransparente Säume in der aseptischen Situation nicht zwingend mit Migration oder drohendem Pfannenverlust verknüpft sind.

Wir fanden in unserem Kollektiv bei 16 Patienten Säume und Osteolysen in Zone 1 (24%), bei 4 Patienten in Zone 2 (6%) und bei 5 Patienten in Zone 3 (8%). Bis auf 3 Säume in Zone 3 von 2 mm bildeten sich diese zurück. Die Strahlentransparenz war

meist nach 2 Jahren nicht mehr nachweisbar, die Pfannen wirkten nun auch in diesen Abschnitten knöchern integriert. Sie hatten offensichtlich anfangs auch nach dem Fräsen aufgrund von tieferen Defekten nicht auf ganzer Fläche Kontakt mit dem originären Knochen. Ein Zusammenhang mit der Verwendung von Allo- oder Autograft war nicht erkennbar, obwohl bei der Verwendung von Allografts mit dem vermehrten Auftreten strahlentransparenter Säume zu rechnen ist⁶⁴.

In 3 Fällen mit fortbestehendem Lysesaum in Zone 3 war keine Progredienz erkennbar über 5 und 8 Jahre. Die Pfannen waren in der Belastungszone am os ilium fixiert, medial bestand ein Knochendefekt und am Os ischii hatte die Primärstabilität in diesem Bereich zur Integration nicht ausgereicht¹². Insofern war hier das von Roth beschriebene Phänomen des Schwingens um eine osteointegrierte Zone 1 erkennbar bei statistisch erhöhtem Risiko des Pfannenverlustes, der hier bisher aber nicht eingetreten ist. Der Fall einer Patientin, bei welcher die Pfanne komplett auf einen Allograft gesetzt worden war und wo sich bis zum Ausscheiden aus der radiologischen Kontrolle ein progredienter Saum zwischen Allograft und Beckenknochen fand, deutet auf die Schwierigkeit der knöchernen Integration einer zementfreien Pfanne in einer solchen Situation mit wenig Kontakt zum originären Knochen hin (Bild 60 und 61). Bei der Pfanne mit septischem Verlauf waren Säume von 2 mm in allen drei Zonen vom postoperativen Bild bis zum Entfernen der Pfanne 6 Jahre später zu verfolgen (Bild 57). Bei einem weiteren septischen Wechsel war der gleiche Befund auch ein halbes Jahr post-op noch zu beobachten. Die weitere Entwicklung der Patienten ist wegen Ausscheidens aus der Beobachtung nicht bekannt.

McGann et al.⁷⁸ 1988 in der frühen Zeit der zementfreien Revision sah Säume überwiegend in Regionen mit Knochentransplantation. Er ging davon aus, dass in diesem Bereich bestenfalls eine fibröse Fixation erfolge und vermutete, dass auch nur teilweise knöchern integrierte Pfannen stabil sein können. Diese Ansicht wird durch histologische Untersuchungen von Sumner an explantierten Pfannen gestützt¹¹². Er fand bei den Implantaten, die im Durchschnitt 2 ½ Jahre eingelegt hatten, extrem unterschiedliches Einwachsen von Knochen in die mikroporöse Schicht von 0 bis 85% der Oberfläche. Dabei waren auch Pfannen als klinisch fest angesehen worden, die später mikroskopisch kein Einwachsen zeigten. Obwohl hier Röntgenvergleiche fehlen und der Zeitraum in situ kurz war weist diese Studie und die langfristig stabilen Pfannen der o.g. Autoren trotz (in der Regel begrenzter) Säume darauf hin, dass zementfreie Pfannen nicht auf der ganzen Oberfläche Osteointegration aufweisen müssen um klinisch stabil zu sein. An-

gesichts der hemisphärischen Form der Pfannen ist das nativradiologisch nicht sicher nachzuweisen.

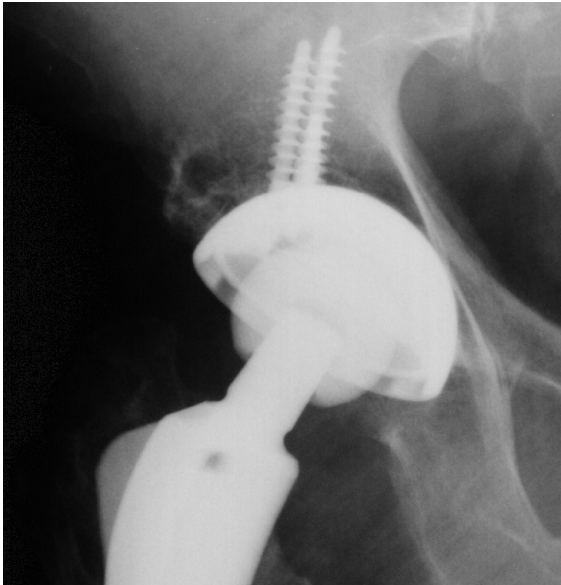
Auch in unserem Patientengut mündete keiner der Fälle mit Saum in der einen oder anderen Zone in eine aseptische Revision. Festzustellen ist, dass in den erwähnten Studien und auch in unserem Patientengut in der Regel in einzelnen Zonen strahlentransparente Säume auftraten und dass diese, soweit sie nicht zunehmen, nicht mit einer Lockerung gleichzusetzen sind.

Der oben gemachten Erörterung der Osteolysen sollen ein paar Röntgenbilder zur Demonstration unserer Befunde folgen.

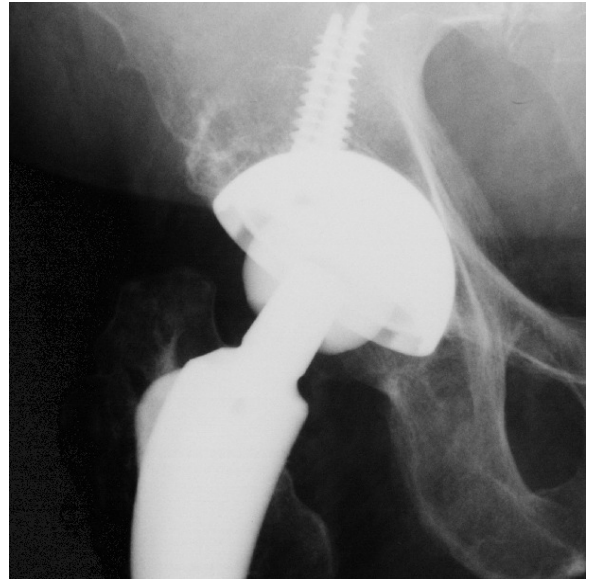


Bild 57

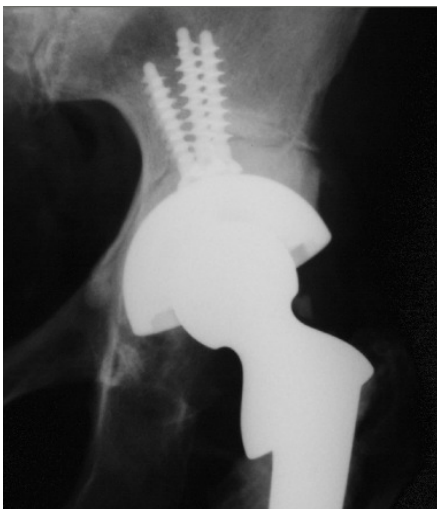
männl. 58 mm SC. umlaufender Saum,
septischer Verlauf. Die Pfanne wurde entfernt

**Bild 58**

männl., 52 mm SC, post-op Osteolyse
in Zone 1 ein Jahr p.op. Keine Knochen-
transplantation

**Bild 59**

gleicher Patient wie Bild 58, 10 Jahre später.
Vollständige Integration der Pfanne

**Bild 60**

weibl., 58 mm SC, Saum zwischen
Allograft und genuinem Knochen

**Bild 61**

Gleicher Patient wie Bild 60 vier Jahre
später: Zunahme des Aufhellungssaumes.

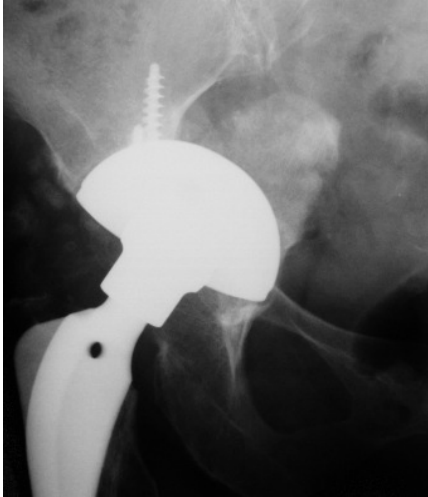


Bild 62
weibl, 60 mm „SC“, Saum in Zone 1
und 3 nach ½ Jahr.



Bild 63
Gleicher Patient wie Bild 62. Nach 3 Jahren
sind die Säume vollständig verschwunden



Bild 64
männlich, 60 mm SC. Postoperativ
Saum in Zone 1, autogene Knochen-
transplantation

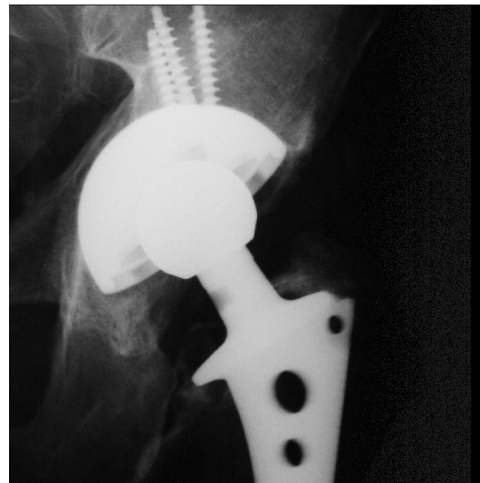


Bild 65
Gleicher Patient wie Bild 64 2 Jahre später.
Vollständige Integration.

Knochen transplantation

In unserer Studie wurde in 32% der Fälle Knochenersatz vorgenommen. Dabei wurden knöcherne Defekte der Pfanne mit allogenen und/oder autogenem, in zwei Fällen mit xenogenem Material, (Tutoplast) gefüllt. Nach Auswertung der Op-Berichte und der p.op Röntgenbilder war nur in einem Falle ein strukturelles Transplantat verwendet worden. In allen anderen Fällen wurden die Pfannen auf den originären Knochen gesetzt, die Transplantate füllten nur die Lücken. Ein vollständiges Einebnen der Defekte und das Schaffen eines hemisphärischen Pfannenlagers, gar mit rückwärtslaufenden Fräsern wurde nicht angestrebt ¹⁹.

Dies entspricht dem weitverbreitetem Vorgehen in der Literatur ^{24,45,46,59,70}. Ng, der in der Hälfte seiner Fälle Knochen transplantate einsetzte, betont, dass die Stabilität der Pfanne bei der Implantation ausschließlich aus dem Kontakt mit dem genuinen Knochen herrühren muß ⁸¹. Er fand bei Nachbeobachtung über im Mittel 58 Monate keinen Unterschied zwischen Patienten mit und ohne Knochen transplantation. Der Nutzen der Transplantation zur Auffüllung von Defekten wird mit solchen Ergebnissen etwas in Frage gestellt, für eine dauerhafte Fixation scheint sie nicht erforderlich.

Das Schicksal großer Mengen an Allograft in medialen Defekte beschreiben Hansen et al. und Padgett et al. ^{46,84}. Demnach wird dieses Allograft innerhalb von 2 Jahren zu einer dünnen, im Mittel 5 mm dicken Sklerose ab- und umgebaut. Die Revaskularisation des Transplantates scheint in erster Linie vom Becken auszugehen und nicht vom peripheren Gewebe her. Große mediale Defekte bis 50% der gesamten Pfannenoberfläche können demnach von gemahlenem Knochen transplantat bedeckt sein, wenn nur am Pfannenrand eine ausreichende Verklebung stattgefunden hat.

In unserer Studie sahen wir einen solchen ausgeprägten Knochenabbau nicht. Bild 63 zeigt einen großen medialen Allograft nach 3 Jahren. Das Transplantat ist am Übergang von Zone 1 zu 2 abgebaut, in Zone 2 noch in Form eines großen Zapfens erhalten. Bei fehlenden Osteolysen ist von der Stabilität der Konstruktion auszugehen.

Während die Verwendung von Knochenchips zur Defektfüllung unumstritten ist, wird die Verwendung struktureller Allografts sehr kontrovers diskutiert. Alle Autoren betonen die Notwendigkeit, dass das Pfannenimplantat zu wenigstens 50 % von originärem Knochen bedeckt wird ^{24,29,53,83,95}. Angaben darüber, wie das in der konkreten Op-Situation bestimmt wird, werden nicht gemacht. Vermutlich wird geschätzt.

Jedenfalls sind die Ergebnisse von Pfannenwechseln unter Verwendung von strukturellen Allografts langfristig eher schlecht in Verbindung mit zementfreien Pfannen^{19,29,53,103,104}. Wenn die Defektsituation die Verwendung sehr großer Allografts erforderlich macht und keine Abstützschale verwendet werden soll, haben zementierte Pfannen die besseren Ergebnisse^{97,119}. Da große Transplantate nur sehr langsam und nur in den Randbezirken bis 5 mm vaskularisiert werden³⁶, werden sie von den meisten Autoren nicht als geeignet zum Tragen einer zementfreien Pfanne angesehen und nur als zusätzliche Abstützung im Randbereich eingesetzt.

Ektopische Ossifikationen nach Brooker¹⁵ fanden sich in 19 von 69 auswertbaren Fällen (28%) in den Stadien 1 und 2., d.h. bei 72% lagen keine vor. Ob und wie lange die Patienten im Einzelfall eine medikamentöse Prophylaxe heterotoper Ossifikationen erfuhren, ist nicht dokumentiert. Eine Radiatio zur Ossifikationsprophylaxe wurde nicht vorgenommen. Die Ossifikationen spielen in den Berichten über die Vergleichskollektive eine kleine Rolle, werden in den Artikeln oft gar nicht erwähnt. Bei 5 Vergleichen verneinen die Autoren das Vorliegen in 42% bis 97% der Fälle^{19,66,69,83,114}. Eine große Problematik scheint ihnen nicht zuzukommen und auch in unserer Studie war keine Revision deswegen erforderlich.

5. **Schlußfolgerung**

Grundsätzlich sollte ein neues Implantat mit einer präzisen und validierten Methode (z.B. EBRA) auf eine Migration überprüft werden, da nur damit auch Wanderung im Bereich von 1 mm erkannt werden kann. Kleine Lageveränderungen können als Vorzeichen der Lockerung gewertet werden. Solche minimalen Migrationen sind aber nur im ersten Jahr postoperativ von Interesse. Für Beobachtungen des langfristigen Verlaufes genügt das hier angewendete Niveau der Genauigkeit. Denn Migration ist bei der Indikationsstellung zu einer Revision nach vielen Jahren eines Implantates in situ nur ein Baustein neben der Ausbildung von Osteolysen und dem klinischen Bild des Patienten. Wie der Überblick über die Literatur in Übereinstimmung mit unseren Ergebnissen zeigt, ist bei ausreichender Verklemmung im noch intakten Knochenrand, Defekte im ventralen Rand und medial sind gestattet, und stabiler primärer Fixation mit oder ohne Schrauben eine dauerhafte Fixierung der verwendeten Pressfit-Pfanne Plasmacup zu erwarten. Die Wertigkeit von Knochenersatz erscheint bei Defekten, die mit dieser Methode noch behandelt werden können, eingeschränkt. Die Pfanne gewinnt ihre Stabilität aus dem Kontakt mit dem originären Knochen und bleibt stabil auch bei großen medialen Defekten. Eine Osteointegration der ganzen Pfannenoberfläche ist nicht notwendig und auch nicht zu erwarten. Strahlentransparente Säume sind nicht mit Lockerung gleichzusetzen und werden im Laufe der Zeit eher kleiner. Bei Progression und Auftreten in allen 3 Zonen besteht der Verdacht auf einen Infekt. Die Vermessung von Röntgenbildern im alltäglichen Klinikbetrieb bleibt schwierig, die einfachen Lineal- und Bleistiftmethoden auch mit Computerassistenz sind ungenau, die präzisen Methoden wie RSA und EBRA zu aufwendig. Unsere Methode zur Auswertung der Röntgenbilder zeigte in der statistischen Auswertung beim Vergleich der Pfannenpositionen zu den verschiedenen Zeitpunkten ein 95% Konfidenzintervall von bis zu 2,4 mm. Insofern sind Migrationen in diesem Rahmen in unserem Kollektiv nicht sicher auszuschließen, darüber hinausgehende aber sehr unwahrscheinlich. Die klinischen Ergebnisse entsprechen denen vergleichbarer Implantate, keine der Plasmacup mußte aufgrund einer aseptischen Lockerung revidiert werden.

Insgesamt sprechen also die Ergebnisse der Studie für die Eignung der Plasmacup als Sekundärimplantat beim Hüftpfannenwechsel. Resultate wie bei vergleichbaren Prothesen können erwartet werden.

6. Zusammenfassung

Hintergrund: Beim Hüftpfannenwechsel werden heute überwiegend zementfreie Implantate verwendet. In der vorliegenden Arbeit wird erstmals über die Ergebnisse der Anwendung der Hüftpfanne Plasmacup der Fa. Aesculap bei dieser Indikation berichtet.

Methode: Retrospektiv wurden 72 zementfreie Hüftpfannenwechsel aus dem Zeitraum vom 1. Januar 1996 bis 31. Dezember 2003 erfaßt, welche im Kreiskrankenhaus Franckenberg unter Verwendung der drei sich in den wesentlichen Parametern gleichenden Plasmacup vom Typ P (33 Fälle, 46%), Typ S (17 Fälle, 24%) und Typ SC (22 Fälle, 30%) vorgenommen wurden. Die mittlere Nachbeobachtungszeit betrug 7 Jahre (0,5 bis 12,5 Jahre). Das Durchschnittsalter der Patienten bei der Implantation war 65,4 Jahre. Die Acetabulumdefekte wurden anhand der präoperativen Bilder nach Paprosky eingeteilt. Es fanden sich 9 Paprosky Typ 1, 40 Typ 2, 10 Typ 3a und 1 Typ 3b. In 20% wurde zusätzlich autogener, in 10% allogener und in 1% xenogener Knochenersatz verwendet. 90% der Typen S und SC erhielten eine zusätzliche Schraubenfixierung. Bei 68 Patienten (94%) konnte das Schicksal der Pfanne verfolgt werden. 14 Patienten (19%) waren verstorben, hier wurden die Angehörigen oder der Hausarzt befragt. 44 Patienten (61%) konnten persönlich untersucht werden und bei 10 (14%) erfolgte ein standardisiertes Telefoninterview. Die verfügbaren Röntgenaufnahmen (336 Aufnahmen, davon 74 Hüft- und 262 Beckenaufnahmen) wurden hinsichtlich Osteointegration der Pfannen sowie Osteolysen in den DeLee Zonen beurteilt. Die Entwicklung einer Pfannenmigration wurde mit Hilfe des computergestützten Programmes Wristing überprüft, welches die gleichseitige Tränenfigur als wesentlichen Referenzpunkt benutzt. Zur Bewertung des klinischen Befundes wurde der Harris Hip Score und der WOMAC Score erhoben.

Ergebnisse: Der Harris Hip Score betrug bei der Nachuntersuchung im Median 88,5 Punkte und der WOMAC Score 18,5 Punkte. 93% der nachuntersuchten Patienten zeigten sich mit dem Ergebnis der Wechseloperation zufrieden. Eine der Hüftpfannen musste wegen einer Infektion entfernt werden. Weitere Pfannenlockerungen traten im Nachuntersuchungszeitraum nicht auf. Röntgenologische Hinweise auf eine Pfannenlockerung in Form von zunehmenden strahlentransparenten Säumen fanden sich nicht. Postoperativ in 24% der Fälle vorhandene Säume bildeten sich zurück. Die zusätzliche Verschraubung der Pfanne oder die Verwendung von Knochentransplantaten beeinflusste das Ergebnis nicht. Am Gesamtkollektiv der Pfannen war keine signifikante Migrati-

on in longitudinaler oder transversaler Richtung festzustellen. Allerdings vergrößerte sich der Inklinationwinkel um $3,5^\circ$ signifikant ($p < 0,001$).

Schlussfolgerung: Die Plasmacup erscheint für zementfreie Wechseloperationen geeignet, die Ergebnisse der Studie sind, wie der Literaturvergleich zeigt, mit denen gut untersuchter ähnlicher Pfannen anderer Hersteller vergleichbar. Die Pfanne zeigt langfristig eine stabile Osteointegration nach Implantation auch bei größeren Knochendefekten im Acetabulum.

7. Abstract

Background: A cementless component is currently used in most acetabular revisions. The present study gives the first report about the application of the Plasmacup from Aesculap, which is a hemispherical porous socket as a revision component.

Methods: 72 cementless cup revisions were performed in the Frankenberg district hospital between 1st January 1996 and 31st December using one of three types of Plasmacup, each having identical main features Type P was used in 33 cases (46%), type S in 17 cases (24%) and type SC in 22 cases (30%). The mean follow up period was 7 years (range 0.5 – 12.5 years). The mean age of the patients at the index operation was 65.4 years. The pre-operative X-rays were used for grading the bone defects according to the Paprosky score. There were 9 Paprosky type 1, 40 type 2, 10 type 3a and 1 type 3b defects. Autografts were used in 20%, allografts in 10% and xenografts in 1% of the revisions. The fate of 68 cups (94%) could be followed up. 44 (41%) patients could be examined in person, 10 (14%) were interviewed by telephone by the means of a standardised questionnaire, 14 patients (19%) died, and therefore the relatives or the GP were interviewed. 336 X-rays were evaluable (74 of the hip and 262 of the pelvis) and analysed in respect of osseointegration of the cups and osteolysis according to the DeLee zones. Cup migration was checked with the help of the computer-program Wristing, with the teardrop as main reference point. For the clinical evaluation the Harris Hip Score and the WOMAC score were used.

Results: At the final examination the mean Harris Hip Score was 88.5 points and the mean WOMAC score 18.5 points. 93% of the personally examined patients expressed their satisfaction with the result of the operation. During the follow up period no aseptic loosening could be observed and only one cup had to be removed due to infection. Regarding the acetabular implants as an entirety, no significant migration could be observed in the longitudinal and the transversal direction. The inclination showed a significant alteration of 3.5° ($p < 0,001$). There was no progressive radiolucency in the aseptic cases and the postoperative radiolucency which occurred in 24% of the cups decreased. Neither the application of screws (done in 90% of type S and SC) nor grafting influenced the outcome.

Conclusion: The Plasmacup is suitable for cementless cup revision. It achieves results comparable to cups from other manufacturers which have been well examined and

described in the literature. A solid osseointegration can even be expected in the event of major bone loss.

8. Literaturverzeichnis

1. **Aesculap:** Plasmacup, Firmenprospekt
2. **Albrektsson, T.; Branemark, P. I.; Hansson, H. A.; and Lindstrom, J.:** Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta orthop scand*, 52(2): 155-70, 1981.
3. **Ascherl, R.:** Risiken und Gefahren beim Revisionseingriff nach alloplastischem Hüftgelenkersatz. In *Modulare Revisionsendoprothetik des Hüftgelenkes*, pp. 174-183. Edited by Thümler, p., 174-183, Berlin, Springer, 2005.
4. **Aspenberg, P., and van der Vis, H.:** Fluid pressure may cause periprosthetic osteolysis. Particles are not the only thing. *Acta orthop scand*, 69(1): 1-4, 1998.
5. **Bader, R.; Steinhauser, E.; Gradinger, R.; Willmann, G.; and Mittelmeier, W.:** [Computer-based motion simulation of total hip prostheses with ceramic-on-ceramic wear couple. Analysis of implant design and orientation as influence parameters]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 140(3): 310-6, 2002.
6. **Baldursson, H.; Hansson, L. I.; Olsson, T. H.; and Selvik, G.:** Migration of the acetabular socket after total hip replacement determined by roentgen stereophotogrammetry. *Acta orthop scand*, 51(3): 535-40, 1980.
7. **Bellamy, N.; Buchanan, W. W.; Goldsmith, C. H.; Campbell, J.; and Stitt, L. W.:** Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. *J Rheumatol*, 15(12): 1833-40, 1988.
8. **Bobyn, J. D.; Pilliar, R. M.; Cameron, H. U.; and Weatherly, G. C.:** The optimum pore size for the fixation of porous-surfaced metal implants by the ingrowth of bone. *Clin Orthop Relat Res*, (150): 263-70, 1980.
9. **Bohm, P., and Banzhaf, S.:** Acetabular revision with allograft bone. 103 revisions with 3 reconstruction alternatives, followed for 0.3-13 years. *Acta orthop scand*, 70(3): 240-9, 1999.
10. **BQS, B. Q. g.:** BQS-Qualitätsreport 2006. Edited, Düsseldorf, 2007.
11. **Brand, R. A.; Pedersen, D. R.; and Yoder, S. A.:** How definition of "loosening" affects the incidence of loose total hip reconstructions. *Clin Orthop Relat Res*, (210): 185-91, 1986.
12. **Breusch, S. J.; Aldinger, P. R.; Thomsen, M.; Lukoschek, M.; and Ewerbeck, V.:** [Anchoring principles in hip prosthesis implantation. II: Acetabulum components]. *Unfallchirurg*, 103(12): 1017-31, 2000.
13. **Brien, W. W.; Bruce, W. J.; Salvati, E. A.; Wilson, P. D., Jr.; and Pellicci, P. M.:** Acetabular reconstruction with a bipolar prosthesis and morselled bone grafts. *J Bone Joint Surg Am*, 72(8): 1230-5, 1990.
14. **Brinker, M. R.; Lund, P. J.; Cox, D. D.; and Barrack, R. L.:** Demographic biases found in scoring instruments of total hip arthroplasty. *J arthroplasty*, 11(7): 820-30, 1996.
15. **Brooker, A. F.; Bowerman, J. W.; Robinson, R. A.; and Riley, L. H., Jr.:** Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification. *J Bone Joint Surg Am*, 55(8): 1629-32, 1973.
16. **Callaghan, J. J.; Dysart, S. H.; and Savory, C. G.:** The uncemented porous-coated anatomic total hip prosthesis. Two-year results of a prospective consecutive series. *J Bone Joint Surg Am*, 70(3): 337-46, 1988.

17. **Campbell, D. G.; Garbuz, D. S.; Masri, B. A.; and Duncan, C. P.:** Reliability of acetabular bone defect classification systems in revision total hip arthroplasty. *J arthroplasty*, 16(1): 83-6, 2001.
18. **Capello, W. N.; Colyer, R. A.; Kernek, C. B.; Carnahan, J. V.; and Hess, J. J.:** Failure of the Mecron screw-in ring. *J Bone Joint Surg Br*, 75(5): 835-6, 1993.
19. **Chareancholvanich, K.; Tanchuling, A.; Seki, T.; and Gustilo, R. B.:** Cementless acetabular revision for aseptic failure of cemented hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, (361): 140-9, 1999.
20. **D'Antonio, J. A.; Capello, W. N.; Borden, L. S.; Bargar, W. L.; Bierbaum, B. F.; Boettcher, W. G.; Steinberg, M. E.; Stulberg, S. D.; and Wedge, J. H.:** Classification and management of acetabular abnormalities in total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, (243): 126-37, 1989.
21. **Dearborn, J. T., and Harris, W. H.:** Acetabular revision after failed total hip arthroplasty in patients with congenital hip dislocation and dysplasia. Results after a mean of 8.6 years. *J Bone Joint Surg Am*, 82-A(8): 1146-53, 2000.
22. **Dearborn, J. T., and Harris, W. H.:** Acetabular revision arthroplasty using so-called jumbo cementless components: an average 7-year follow-up study. *J arthroplasty*, 15(1): 8-15, 2000.
23. **DeLee, J. G., and Charnley, J.:** Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res*, (121): 20-32, 1976.
24. **Della Valle, C. J.; Berger, R. A.; Rosenberg, A. G.; and Galante, J. O.:** Cementless acetabular reconstruction in revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, (420): 96-100, 2004.
25. **Dickob, M.; Bleher, J.; and Puhl, W.:** [Standardized analysis of acetabulum cup migration in hip endoprosthesis using digital image processing]. *Unfallchirurg*, 97(2): 92-7, 1994.
26. **Dohmae, Y.:** Plasmacup--special design. Aspects of the dysplastic acetabulum. *Int Orthop*, 27 Suppl 1: S20-3, 2003.
27. **Dorr, L. D., and Wan, Z.:** Ten years of experience with porous acetabular components for revision surgery. *Clin Orthop Relat Res*, (319): 191-200, 1995.
28. **Durst, h. b.:** Radiologische Migrationsanalyse der unzementierten Fitek-Pfanne. Edited, Ulm, Krankenhaus der Barmherzigen Brüder Regensburg, 2005.
29. **Elke, R.; Wagner, A.; Berli, B.; and Morscher, E.:** [Acetabulum revision. Classifications and treatment possibilities]. *Orthopäde*, 30(5): 266-72, 2001.
30. **Emerson, R. H., Jr.; Head, W. C.; Berklacich, F. M.; and Malinin, T. I.:** Noncemented acetabular revision arthroplasty using allograft bone. *Clin Orthop Relat Res*, (249): 30-43, 1989.
31. **Engelbrecht, D. J.; Weber, F. A.; Sweet, M. B.; and Jakim, I.:** Long-term results of revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*, 72(1): 41-5, 1990.
32. **Engl, C. A., and Bobyn, J. D.:** The influence of stem size and extent of porous coating on femoral bone resorption after primary cementless hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, (231): 7-28, 1988.
33. **Engl, C. A.; Glassman, A. H.; Griffin, W. L.; and Mayer, J. G.:** Results of cementless revision for failed cemented total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, (235): 91-110, 1988.
34. **Engl, C. A.; Griffin, W. L.; and Marx, C. L.:** Cementless acetabular components. *J Bone Joint Surg Br*, 72(1): 53-9, 1990.

35. **Engh, C. A.; Massin, P.; and Suthers, K. E.:** Roentgenographic assessment of the biologic fixation of porous-surfaced femoral components. *Clin Orthop Relat Res*, (257): 107-28, 1990.
36. **Enneking, W. F., and Mindell, E. R.:** Observations on massive retrieved human allografts. *J Bone Joint Surg Am*, 73(8): 1123-42, 1991.
37. **Etienne, G.; Bezwada, H. P.; Hungerford, D. S.; and Mont, M. A.:** The incorporation of morselized bone grafts in cementless acetabular revisions. *Clin Orthop Relat Res*, (428): 241-6, 2004.
38. **Garellick, G.; Malchau, H.; and Herberts, P.:** Survival of hip replacements. A comparison of a randomized trial and a registry. *Clin Orthop Relat Res*, (375): 157-67, 2000.
39. **Gekeler, J.:** Modulare sphärische Press-fit-Pfannen und Keramik-Gleitpaarung. Edited by Weller, S., 32-38, Stutthart, Georg Thieme Verlag, 1998.
40. **Gerber, S. D., and Harris, W. H.:** Femoral head autografting to augment acetabular deficiency in patients requiring total hip replacement. A minimum five-year and an average seven-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*, 68(8): 1241-8, 1986.
41. **Gotze, C.; Sippel, C.; Wendt, G.; and Steinbeck, J.:** [Limits in cementless hip revision total hip arthroplasty. Midterm experience with an oblong revision cup]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 141(2): 182-9, 2003.
42. **Gross, A. E.:** Revision arthroplasty of the acetabulum with restoration of bone stock. *Clin Orthop Relat Res*, (369): 198-207, 1999.
43. **Gustke, K. A.:** Jumbo cup or high hip center: is bigger better? *J arthroplasty*, 19(4 Suppl 1): 120-3, 2004.
44. **Haddad, R. J.; Cook, S. D.; and Brinker, M. R.:** A comparison of three varieties of noncemented porous-coated hip replacement. *J Bone Joint Surg Br*, 72(1): 2-8, 1990.
45. **Hallstrom, B. R.; Golladay, G. J.; Vittetoe, D. A.; and Harris, W. H.:** Cementless acetabular revision with the Harris-Galante porous prosthesis. Results after a minimum of ten years of follow-up. *J Bone Joint Surg Am*, 86-A(5): 1007-11, 2004.
46. **Hansen, E., and Ries, M. D.:** Revision total hip arthroplasty for large medial (protrusio) defects with a rim-fit cementless acetabular component. *J arthroplasty*, 21(1): 72-9, 2006.
47. **Harris, W. H.:** Conquest of a worldwide human disease: particle-induced periprosthetic osteolysis. *Clin Orthop Relat Res*, (429): 39-42, 2004.
48. **Harris, W. H.:** Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *J Bone Joint Surg Am*, 51(4): 737-55, 1969.
49. **Hedley, A. K.; Gruen, T. A.; and Ruoff, D. P.:** Revision of failed total hip arthroplasties with uncemented porous-coated anatomic components. *Clin Orthop Relat Res*, (235): 75-90, 1988.
50. **Heekin, R. D.; Engh, C. A.; and Vinh, T.:** Morselized allograft in acetabular reconstruction. A postmortem retrieval analysis. *Clin Orthop Relat Res*, (319): 184-90, 1995.
51. **Herberts, P., and Malchau, H.:** Long-term registration has improved the quality of hip replacement: a review of the Swedish THR Register comparing 160,000 cases. *Acta orthop scand*, 71(2): 111-21, 2000.
52. **Hodgkinson, J. P.; Shelley, P.; and Wroblewski, B. M.:** The correlation between the roentgenographic appearance and operative findings at the bone-

- cement junction of the socket in Charnley low friction arthroplasties. *Clin Orthop Relat Res*, (228): 105-9, 1988.
53. **Hooten, J. P., Jr.; Engh, C. A., Jr.; and Engh, C. A.:** Failure of structural acetabular allografts in cementless revision hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*, 76(3): 419-22, 1994.
 54. **Ihle, M.:** 20 Jahre Ergebnisse der Kombination von beschichteter RM-Pfanne und CLS-Schaft Langzeitbeobachtung einer komplett zementfreien Hüftendoprothesenimplantation. Edited, Marburg, Orthopädische Universitätsklinik, 2007.
 55. **Ilchmann, T.; Franzen, H.; Mjoberg, B.; and Wingstrand, H.:** Measurement accuracy in acetabular cup migration. A comparison of four radiologic methods versus roentgen stereophotogrammetric analysis. *J arthroplasty*, 7(2): 121-7, 1992.
 56. **Ilchmann, T.; Kesteris, U.; and Wingstrand, H.:** EBRA improves the accuracy of radiographic analysis of acetabular cup migration. *Acta orthop scand*, 69(2): 119-24, 1998.
 57. **Jamali, A. A.; Dungey, D. S.; Mark, A.; Schule, S.; and Harris, W. H.:** Isolated acetabular revision with use of the Harris-Galante Cementless Component. Study with intermediate-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am*, 86-A(8): 1690-7, 2004.
 58. **Jasty, M.:** Jumbo cups and morsalized graft. *Orthop Clin North Am*, 29(2): 249-54, 1998.
 59. **Jones, C. P., and Lachiewicz, P. F.:** Factors influencing the longer-term survival of uncemented acetabular components used in total hip revisions. *J Bone Joint Surg Am*, 86-A(2): 342-7, 2004.
 60. **Katz, J. F.:** Identification of the "teardrop" figure and acetabular margins on the roentgenogram. *Clin Orthop Relat Res*, 62: 232-9, 1969.
 61. **Katzer, A., and Löhr, j. f.:** Frühlockerung von Hüftgelenkendoprothesen. *Deutsches Ärzteblatt*, 100(12): 784-790, 2003.
 62. **Kavanagh, B. F.; Ilstrup, D. M.; and Fitzgerald, R. H., Jr.:** Revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, 67(4): 517-26, 1985.
 63. **Kim, Y. S.; Brown, T. D.; Pedersen, D. R.; and Callaghan, J. J.:** Reamed surface topography and component seating in press-fit cementless acetabular fixation. *J arthroplasty*, 10 Suppl: S14-21, 1995.
 64. **Koster, G.; Willert, H. G.; Kohler, H. P.; and Dopkens, K.:** An oblong revision cup for large acetabular defects: design rationale and two- to seven-year follow-up. *J arthroplasty*, 13(5): 559-69, 1998.
 65. **Krismer, M.; Stockl, B.; Fischer, M.; Bauer, R.; Mayrhofer, P.; and Ogon, M.:** Early migration predicts late aseptic failure of hip sockets. *J Bone Joint Surg Br*, 78(3): 422-6, 1996.
 66. **Kruger-Franke, M.; Birk, M.; and Rosemeyer, B.:** [Results of cementless acetabular revision surgery]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 133(4): 374-9, 1995.
 67. **Lachiewicz, P. F.; Anspach, W. E., 3rd; and DeMasi, R.:** A prospective study of 100 consecutive Harris-Galante porous total hip arthroplasties. 2-5-year results. *J arthroplasty*, 7(4): 519-26, 1992.
 68. **Lachiewicz, P. F., and Hussamy, O. D.:** Revision of the acetabulum without cement with use of the Harris-Galante porous-coated implant. Two to eight-year results. *J Bone Joint Surg Am*, 76(12): 1834-9, 1994.

69. **Lawrence, J. M.; Engh, C. A.; Macalino, G. E.; and Lauro, G. R.:** Outcome of revision hip arthroplasty done without cement. *J Bone Joint Surg Am*, 76(7): 965-73, 1994.
70. **Leopold, S. S.; Rosenberg, A. G.; Bhatt, R. D.; Sheinkop, M. B.; Quigley, L. R.; and Galante, J. O.:** Cementless acetabular revision. Evaluation at an average of 10.5 years. *Clin Orthop Relat Res*, (369): 179-86, 1999.
71. **Malchau, H.; Karrholm, J.; Wang, Y. X.; and Herberts, P.:** Accuracy of migration analysis in hip arthroplasty. Digitized and conventional radiography, compared to radiostereometry in 51 patients. *Acta orthop scand*, 66(5): 418-24, 1995.
72. **Maloney, W. J. et al.:** Fixation, polyethylene wear, and pelvic osteolysis in primary total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res*, (369): 157-64, 1999.
73. **Maloney, W. J.; Peters, P.; Engh, C. A.; and Chandler, H.:** Severe osteolysis of the pelvis in association with acetabular replacement without cement. *J Bone Joint Surg Am*, 75(11): 1627-35, 1993.
74. **Martens, F.:** Auswirkung einer primär rekonstruierten Positionierung des Hüft-drehzentrums auf das Lockerungsverhalten von Hüftendoprothesen. Edited, Marburg, Orthopädische Universitätsklinik, 2005.
75. **Marti, R. K.; Schuller, H. M.; Besselaar, P. P.; and Vanfrank Haasnoot, E. L.:** Results of revision of hip arthroplasty with cement. A five to fourteen-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*, 72(3): 346-54, 1990.
76. **Marx, J. S.:** Vergleich der Gleitpaarungen Keramik-Keramik und Keramik-Polyethylen bei der Hüftgelenkspfanne PLASMACUP. Edited, Tübingen, Klinik für Unfallchirurgie, 2006.
77. **Massin, P.; Schmidt, L.; and Engh, C. A.:** Evaluation of cementless acetabular component migration. An experimental study. *J arthroplasty*, 4(3): 245-51, 1989.
78. **McGann, W. A.; Welch, R. B.; and Picetti, G. D., 3rd:** Acetabular preparation in cementless revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*, (235): 35-46, 1988.
79. **Mjoberg, B.:** Fixation and loosening of hip prostheses. A review. *Acta orthop scand*, 62(5): 500-8, 1991.
80. **Moskal, J. T.; Danisa, O. A.; and Shaffrey, C. I.:** Isolated revision acetabuloplasty using a porous-coated cementless acetabular component without removal of a well-fixed femoral component. A 3- to 9-year follow-up study. *J arthroplasty*, 12(7): 719-27, 1997.
81. **Ng, T. P., and Chiu, K. Y.:** Acetabular revision without cement. *J arthroplasty*, 18(4): 435-41, 2003.
82. **Nunn, D.; Freeman, M. A.; Hill, P. F.; and Evans, S. J.:** The measurement of migration of the acetabular component of hip prostheses. *J Bone Joint Surg Br*, 71(4): 629-31, 1989.
83. **Obenaus, C.; Winkler, H.; Girtler, R.; Huber, M.; and Schwagerl, W.:** Extra-large press-fit cups without screws for acetabular revision. *J arthroplasty*, 18(3): 271-7, 2003.
84. **Padgett, D. E.; Kull, L.; Rosenberg, A.; Sumner, D. R.; and Galante, J. O.:** Revision of the acetabular component without cement after total hip arthroplasty. Three to six-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am*, 75(5): 663-73, 1993.
85. **Paprosky, W. G., and Magnus, R. E.:** Principles of bone grafting in revision total hip arthroplasty. Acetabular technique. *Clin Orthop Relat Res*, (298): 147-55, 1994.

86. **Paprosky, W. G.; Perona, P. G.; and Lawrence, J. M.:** Acetabular defect classification and surgical reconstruction in revision arthroplasty. A 6-year follow-up evaluation. *J arthroplasty*, 9(1): 33-44, 1994.
87. **Patel, J. V.; Masonis, J. L.; Bourne, R. B.; and Rorabeck, C. H.:** The fate of cementless jumbo cups in revision hip arthroplasty. *J arthroplasty*, 18(2): 129-33, 2003.
88. **Pellicci, P. M.; Wilson, P. D., Jr.; Sledge, C. B.; Salvati, E. A.; Ranawat, C. S.; Poss, R.; and Callaghan, J. J.:** Long-term results of revision total hip replacement. A follow-up report. *J Bone Joint Surg Am*, 67(4): 513-6, 1985.
89. **Perona, P. G.; Lawrence, J.; Paprosky, W. G.; Patwardhan, A. G.; and Sartori, M.:** Acetabular micromotion as a measure of initial implant stability in primary hip arthroplasty. An in vitro comparison of different methods of initial acetabular component fixation. *J arthroplasty*, 7(4): 537-47, 1992.
90. **Pollock, F. H., and Whiteside, L. A.:** The fate of massive allografts in total hip acetabular revision surgery. *J arthroplasty*, 7(3): 271-6, 1992.
91. **Register, T. S. N. H. A.:** Swedish Hip Arthroplasty Register, Annual Report 2006. 2007.
92. **Rittmeister, M. E.; Manthei, L.; and Hailer, N. P.:** Prosthetic replacement in secondary Girdlestone arthroplasty has an unpredictable outcome. *Int Orthop*, 29(3): 145-8, 2005.
93. **Robb, J. E.; Rymaszewski, L. A.; Bentley, H. B.; and Donnan, P. T.:** Reliability of the acetabular teardrop as a landmark. *Surg Radiol Anat*, 13(3): 181-5, 1991.
94. **Roller:** Abriebverhalten der Harris-Galante-Pfanne in Kombination mit 28mm Keramik- und Metallköpfen 2005.
95. **Rosenberg, A. G.:** Cementless acetabular components: the gold standard for socket revision. *J arthroplasty*, 18(3 Suppl 1): 118-20, 2003.
96. **Roth, A.; Winzer, T.; Sander, K.; Anders, J. O.; and Venbrocks, R. A.:** Press fit fixation of cementless cups: how much stability do we need indeed? *Arch Orthop Trauma Surg*, 126(2): 77-81, 2006.
97. **Saxler, G.; Fitzek, J. G.; Sterner, T.; von Knoch, M.; Barden, B.; and Loer, F.:** [Revision of failed acetabular cups with extensive structural allografts]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 143(1): 56-63, 2005.
98. **Schmalzried, T. P. et al.:** The mechanism of loosening of cemented acetabular components in total hip arthroplasty. Analysis of specimens retrieved at autopsy. *Clin Orthop Relat Res*, (274): 60-78, 1992.
99. **Schmalzried, T. P.; Szuszczewicz, E. S.; Northfield, M. R.; Akizuki, K. H.; Frankel, R. E.; Belcher, G.; and Amstutz, H. C.:** Quantitative assessment of walking activity after total hip or knee replacement. *J Bone Joint Surg Am*, 80(1): 54-9, 1998.
100. **Schonrath, F.; Hein, W.; Klima, S.; and Bach, A.:** [Wristing -- a new opportunity in digital migration analysis of uncemented total hip arthroplasty]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 143(4): 431-7, 2005.
101. **Schreurs, B. W.; Slooff, T. J.; Buma, P.; Gardeniers, J. W.; and Huiskes, R.:** Acetabular reconstruction with impacted morsellised cancellous bone graft and cement. A 10- to 15-year follow-up of 60 revision arthroplasties. *J Bone Joint Surg Br*, 80(3): 391-5, 1998.
102. **Seifert, j. d., and Rader, p.:** Versagensursachen primärer Implantationen. Edited by wirtz, d., Berlin, Springer, 2007.

103. **Shinar, A. A., and Harris, W. H.:** Bulk structural autogenous grafts and allografts for reconstruction of the acetabulum in total hip arthroplasty. Sixteen-year-average follow-up. *J Bone Joint Surg Am*, 79(2): 159-68, 1997.
104. **Siebenrock, K. A.; Trochsler, M.; Sadri, H.; and Ganz, R.:** [Hooked roof cup in revision of difficult loose hip prosthesis cups. Results after a minimum of 10 years]. *Orthopäde*, 30(5): 273-9, 2001.
105. **Silverton, C. D.; Rosenberg, A. G.; Sheinkop, M. B.; Kull, L. R.; and Galante, J. O.:** Revision total hip arthroplasty using a cementless acetabular component. Technique and results. *Clin Orthop Relat Res*, (319): 201-8, 1995.
106. **Soderman, P., and Malchau, H.:** Is the Harris hip score system useful to study the outcome of total hip replacement? *Clin Orthop Relat Res*, (384): 189-97, 2001.
107. **Soderman, P.; Malchau, H.; Herberts, P.; Zugner, R.; Regner, H.; and Garellick, G.:** Outcome after total hip arthroplasty: Part II. Disease-specific follow-up and the Swedish National Total Hip Arthroplasty Register. *Acta orthop scand*, 72(2): 113-9, 2001.
108. **Sporer, S. M.; O'Rourke, M.; Chong, P.; and Paprosky, W. G.:** The use of structural distal femoral allografts for acetabular reconstruction. Average ten-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am*, 87(4): 760-5, 2005.
109. **Sporer, S. M.; Paprosky, W. G.; and O'Rourke, M. R.:** Managing bone loss in acetabular revision. *Instr Course Lect*, 55: 287-97, 2006.
110. **Stallforth, h., and Blömer, W.:** Biomechanische und technologische Aspekte zementfreier Hüftendoprothesen. Edited by Weller, S., Stuttgart, Georg Thieme Verlag, 1998.
111. **Stucki, G.; Meier, D.; Stucki, S.; Michel, B. A.; Tyndall, A. G.; Dick, W.; and Theiler, R.:** [Evaluation of a German version of WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities) Arthrosis Index]. *Z Rheumatol*, 55(1): 40-9, 1996.
112. **Sumner, D. R.; Jasty, M.; Jacobs, J. J.; Urban, R. M.; Bragdon, C. R.; Harris, W. H.; and Galante, J. O.:** Histology of porous-coated acetabular components. 25 cementless cups retrieved after arthroplasty. *Acta orthop scand*, 64(6): 619-26, 1993.
113. **Sutherland, C. J.; Wilde, A. H.; Borden, L. S.; and Marks, K. E.:** A ten-year follow-up of one hundred consecutive Muller curved-stem total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am*, 64(7): 970-82, 1982.
114. **Tanzer, M.; Drucker, D.; Jasty, M.; McDonald, M.; and Harris, W. H.:** Revision of the acetabular component with an uncemented Harris-Galante porous-coated prosthesis. *J Bone Joint Surg Am*, 74(7): 987-94, 1992.
115. **Taylor, M., and Tanner, K. E.:** Fatigue failure of cancellous bone: a possible cause of implant migration and loosening. *J Bone Joint Surg Br*, 79(2): 181-2, 1997.
116. **Templeton, J. E.; Callaghan, J. J.; Goetz, D. D.; Sullivan, P. M.; and Johnston, R. C.:** Revision of a cemented acetabular component to a cementless acetabular component. A ten to fourteen-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*, 83-A(11): 1706-11, 2001.
117. **Udomkiat, P.; Wan, Z.; and Dorr, L. D.:** Comparison of preoperative radiographs and intraoperative findings of fixation of hemispheric porous-coated sockets. *J Bone Joint Surg Am*, 83-A(12): 1865-70, 2001.

118. **Webering, I.:** Langzeitergebnisse und Migrationsanalyse sphärischer Pressfit-Pfannen in Kombination mit einer Pfannendachplastik Edited, Würzburg, Orthopädische Klinik der Universität, 2002.
119. **Wedemeyer, C.; Otte, S.; von Knoch, M.; Quint, U.; von Knoch, F.; Loer, F.; and Saxler, G.:** [Structural femoral head allografts in revision surgery of loosened acetabular cups]. *Unfallchirurg*, 110(2): 104-10, 2007.
120. **Weise, K., and Winter, E.:** Revision arthroplasty--acetabular aspect: cementless acetabular bone reconstruction. *Int Orthop*, 27 Suppl 1: S29-36, 2003.
121. **Welsh, R. P.; Pilliar, R. M.; and Macnab, I.:** Surgical implants. The role of surface porosity in fixation to bone and acrylic. *J Bone Joint Surg Am*, 53(5): 963-77, 1971.
122. **Wetherell, R. G.; Amis, A. A.; and Heatley, F. W.:** Measurement of acetabular erosion. The effect of pelvic rotation on common landmarks. *J Bone Joint Surg Br*, 71(3): 447-51, 1989.
123. **Whaley, A. L.; Berry, D. J.; and Harmsen, W. S.:** Extra-large uncemented hemispherical acetabular components for revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, 83-A(9): 1352-7, 2001.
124. **Wilkinson, J. M.; Gordon, A.; and Stockley, I.:** Experiences with the Plasmacup--early stability, wear, remodelling, and outcome. *Int Orthop*, 27 Suppl 1: S16-9, 2003.
125. **Willert, H. G.:** Reactions of the articular capsule to wear products of artificial joint prostheses. *J Biomed Mater Res*, 11(2): 157-64, 1977.
126. **Wirtz, D. C.; Thielemann, F.; and Holz, U.:** [Cement-free revision arthroplasty of the acetabulum--intermediate term outcome with trabecular-oriented acetabulum implant]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 135(4): 301-9, 1997.

9. Verzeichnis der akademischen Lehrer

Meine akademischen Lehrer in Gießen die Herren

Bauer	Jacobi	Schwemmler
Bayindir	Koch	Siegfried
Beck	Kracht	Ueck
Benedum	Kuenzel	Wüsten
Dorndorf	Lampert	
Dreyer	Lasch	
Dudeck	Ludwig	
Duncker	Müller	
Ebner	Oksche	
Fleischer	Rdka	
Schumacher	Rettig	
Habermann	Richter	
Hey	Rothauge	
Hoppe	Schatz	
Illig	Scheer	

In Paderborn die Herren Fritz und Krings.

10. Danksagung

An erster Stelle gilt mein Dank Herrn Dr. Markus Schofer für die kompetente, freundliche und inspirierende Unterstützung während der Erstellung der Arbeit.

Bedanken möchte ich mich bei Herrn Dr. Andreas Bach für die Überlassung des Programmes Wristing zur Röntgenbildauswertung sowie Herrn Dr. Wagner vom Krankenhaus in Frankenberg für die Erlaubnis zur Durchführung der Studie am dortigen Patientenkollektiv.

Mein ganz besonderer Dank gilt Frau Timmesfeld vom Institut für Medizinische Biometrie und Epidemiologie der Universität Marburg für die fortwährende und freundliche Unterstützung bei der statistischen Auswertung der Daten.