

**Die Wiederherstellung des Hüftgelenkdrehzentrums bei der
endoprothetischen Versorgung der Dysplasiecoxarthrose über eine
Pfannendachrekonstruktion mittels Kopfspan und Schraubpfanne**

Christoph-A.M. Gabler

Aus der orthopädischen Abteilung des Krankenhauses
Barmherzige Brüder München
ehemals Ärztlicher Direktor und Chefarzt
Prof. Dr. med. Werner Gördes
(jetzt Prof. Dr. med. Werner Plötz)

**Die Wiederherstellung des Hüftgelenkdrehzentrums bei der
endoprothetischen Versorgung der Dysplasiecoxarthrose über eine
Pfannendachrekonstruktion mittels Kopfspan und Schraubpfanne**

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Christoph-A.M. Gabler
aus
Mallersdorf
2010

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Werner Gördes

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Klaus-Gerhard Kunze

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: entfällt

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser, FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung: 25.02.2010

Inhalt

1	Einleitung	5
2	Besonderheiten der Dysplasiecoxarthrose	6
2.1	Die Dysplasiecoxarthrose	6
2.2	Das Hüftgelenkdrehzentrum bei der Dysplasie und bei der Dysplasiecoxarthrose	7
2.3	Die Bestimmung des approximativen Drehzentrums und Planung der Endoprothesen-Operation	8
2.4	Die endoprothetische Versorgung der Dyplasiecoxarthrose	9
2.4.1	Die Auswahl des Implantates	10
2.4.2	Die Indikation zur Durchführung einer Pfannendachplastik	10
2.4.3	Die operative Rekonstruktion der dysplastischen Pfanne mit einer konischen Kopfspanplastik.....	12
3	Methodik	22
3.1	Patientengut.....	22
3.2	Klinische Befunderhebung	22
3.2.1	Allgemeine Parameter und Untersuchungszeitpunkte	22
3.2.2	Harris Hip Score	23
3.3	Radiologische Auswertung	23
3.3.1	Hüftgelenkdrehzentrum	25
3.3.2	Trochanter major	27
3.4	Technische Auswertung.....	28
4	Ergebnisse.....	29
4.1	Allgemeine Auswertung	29
4.1.1	Fallzahlen, Geschlechtsverteilung und Seitenangabe	29
4.1.2	Altersverteilung.....	30
4.1.3	Dysplasiestadium.....	32
4.1.4	Art der Pfannendachplastik.....	32
4.1.5	Implantatauswahl.....	33
4.1.6	Verwendung von Schrauben	33
4.1.7	Operateure	33
4.1.8	Nachuntersuchungszeitraum	34
4.2	Klinische Ergebnisse.....	36

4.2.1	Harris-Hip-score.....	36
4.2.2	Standzeiten.....	38
4.2.3	Überlebenskurven.....	39
4.3	Radiologische Ergebnisse	40
4.3.1	Position Hüftgelenksdrehpunkt	40
4.3.2	Position Trochanter major.....	43
4.3.3	Auswirkungen auf die Beinlänge.....	47
4.3.4	Pfannenpositionierung	48
4.4	Gruppenbildungen	50
4.4.1	Unterteilung nach Operationstechnik.....	50
4.4.2	Unterteilung nach Crowe-Stadium.....	55
4.4.3	Unterteilung in Altersgruppen	57
4.4.4	Unterteilung nach Geschlecht.....	59
5	Diskussion	60
6	Zusammenfassung.....	69
7	Beschreibung der Versagerfälle.....	71
8	Anhang	73
9	Verzeichnis der Abkürzungen	75
10	Literaturverzeichnis	76
11	Lebenslauf	81

1 Einleitung

Die Dysplasiecoxarthrose kann bei der Versorgung mit einer Hüftgelenksendoprothese erhebliche Probleme bei der stabilen und luxationssicheren Verankerung der Pfannenkomponente bereiten¹⁶. Ziel sollte es sein, das Pfannenimplantat möglichst nahe am „physiologischen“ Ort der Hüfte zu verankern⁴⁴. Die Implantation einer Pfannenprothese im kranialisierten und lateralisierten Bereich der verformten Pfanne, oder gar am Ort der luxierten Sekundärpfanne wird in der Literatur nicht einheitlich bewertet³⁰, lässt aber eine vorzeitige Lockerung erwarten^{44, 37, 2}.

So stellen sich für den Operateur mehrere Fragen:

Wie kann ich dem vorbeugen? Hilft die Implantation an physiologisch-anatomischer Stelle weiter? Wie kann ich diese bestimmen?

Es existieren mehrere Verfahren zur Bestimmung des „physiologischen Drehzentrums“ am Hüftgelenk, diese Techniken wurden zumeist aus den Beobachtungen an gesunden Hüftgelenken abgeleitet^{11, 24, 38}.

Ziel dieser Arbeit ist es, anhand einer gebräuchlichen Messtechnik, die Position des präoperativen mit dem postoperativen Drehzentrum nach der endoprothetischen Versorgung von Dysplasiecoxarthrosen zu vergleichen und eine autologe Pfannendachplastik aus dem Kopfresektat zu bewerten.

2 Besonderheiten der Dysplasiecoxarthrose

2.1 Die Dysplasiecoxarthrose

Die Dysplasiecoxarthrose definiert sich als eine durch anlagebedingte Fehlform begünstigte Hüftgelenksdegeneration. Die Entstehung einer Hüftdysplasie kann unterschiedliche Ursachen haben, beginnend von der embryonalen Entwicklung bis hin zu einer neurologisch bedingten sekundären Ausreifungsstörung im Säuglings- und Kindesalter⁴⁶. Die angeborene Fehlanlage oder erworbene Fehlentwicklung des Hüftgelenks bedingt eine Dezentrierung des Hüftkopfes. Die daraus entstandene Fehlstellung erzeugt einen unphysiologisch veränderten Kraftfluß im Bereich des Hüftgelenks. Im Rahmen der weiteren Entwicklung, zunächst durch das Wachstum, sekundär durch degenerative Veränderungen, führt dies zu einer veränderten Formgebung im Pfannenbereich, aber auch am gesamten coxalen Femurende. Neben der Entstehung einer vermehrt steil stehenden, bezüglich der Konkavität abgeflachten und nach kranial ausgezogenen Hüftpfanne, bewirkt der veränderte Kraftfluß am coxalen Femurende auch eine vermehrt steil und nach ventral ausgerichtete Schenkelhalspositionierung: die Entwicklung einer coxa valga et antetorta. Es kann zu einer Dezentrierung des Hüftkopfes mit Subluxation oder gar einer Luxation kommen. Im Bereich der verlagerten Hüftartikulation entwickelt sich eine Sekundärpfanne.

Durch die unvorteilhafte geometrische Ausrichtung und den biomechanisch ungünstigen Kraftfluß resultiert die Neigung zu einem vorzeitigen Hüftgelenksverschleiß, man spricht hierbei von einer präarthrotischen Deformität. In Abhängigkeit von der Ausprägung der Dysplasie entsteht eine kranial betonte Coxarthrose mit einem mehr oder weniger ausgeprägten Überdachungsdefizit, oder gar eine Arthrose im Bereich der Sekundärpfanne bei kompletter Luxation. Crowe teilt die unterschiedlich ausgeprägte Deformität des Hüftgelenks in 4 Stadien ein⁸. Der Grad der Dezentrierung, Subluxation oder Luxation des Hüftgelenks wird hierbei über die Abweichung des medialen Kopf-Hals-Überganges zu einer Horizontallinie durch die caudale Begrenzung der Tränenfigur im ap-Röntgenbild eingeteilt. Die Abweichungen nach kranial werden in prozentuale Beziehung zur Beckenhöhe gesetzt (Tab.1).

Stadium	Beschreibung	Dislokation
Crowe I	Femur und Acetabulum zeigen nur geringe Veränderungen.	weniger als 50%
Crowe II	Das Acetabulum zeigt Veränderungen.	50 - 75%
Crowe III	Das Acetabulum hat keine ausreichende Überdachung, auf Höhe des dislozierten Hüftkopfes entwickelt sich eine Ersatzpfanne. Das Gelenk ist vollständig disloziert.	75% bis 100%
Crowe IV	Es existiert keine regelrechte Pfanne, es liegt eine hohe Hüftluxation vor.	mehr als 100%

Tab.1: Einteilung der Hüftdysplasie des Erwachsenen nach Crowe.

2.2 Das Hüftgelenkdrehzentrum bei der Dysplasie und bei der Dysplasiecoxarthrose

Durch die in 2.1 beschriebenen Besonderheiten in der Anatomie der dysplastischen Hüfte weicht auch die Position des funktionellen Hüftgelenkdrehzentrums von der physiologischen Situation ab. Mit der Position des Hüftkopfes ändert sich notwendigerweise die Lage des Drehzentrums. Bei der Hüftdysplasie ist der Hüftgelenkkopf und damit das Hüftdrehzentrum in der Regel nach lateral, kranial und dorsal verlagert (Abb.2, Abb.3). Die in Folge entstehende Dysplasiecoxarthrose mit sekundärer Verformung von Pfanne und/oder Hüftkopf ist das Resultat einer veränderten Gelenkmechanik.



Abb.2: Hüftgelenke mit Dysplasie.

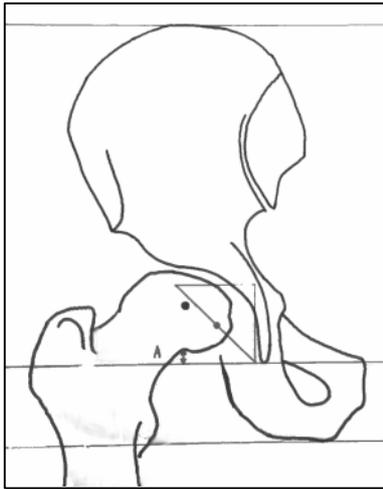


Abb.3:Hüftdysplasie (Crowe II°) mit verlagertem Drehzentrum. Das approximative Drehzentrum ist durch Bestimmung über das „Pagnano-Dreieck“ eingezeichnet.

2.3 Die Bestimmung des approximativen Drehzentrums und Planung der Endoprothesen-Operation

Zur Bestimmung des Drehzentrums am Hüftgelenk wurden von verschiedenen Autoren unterschiedliche Methoden veröffentlicht.

Neben Fessy et al.¹¹, John und Fisher²⁴, Pierchon et al.³⁸ haben insbesondere Pagnano et al.³⁷ und Ranawat et al.³⁹ eine gebräuchliche Methode zur Bestimmung des Drehzentrums vorgestellt. Ranawat et al.³⁹ beschreiben 1980 erstmals ein Verfahren zur Bestimmung des approximativen Drehzentrums im Rahmen der endoprothetischen Versorgung von Protrusionscoxarthrosen beim Rheumatiker. Pagnano et al.³⁷ verwenden diese Meßtechnik 1996 zur Rekonstruktion der Pfannenposition bei Dysplasiecoxarthrosen.

Bei diesem Verfahren wird eine horizontale Linie an der Untergrenze der radiologischen Tränenfigur gelegt (Köhler-Linie). Kranial hierzu wird in einem Abstand von 20% der jeweilig gemessenen Beckenhöhe eine parallel liegende Linie eingezeichnet. Eine senkrecht laufende Linie wird sodann 5 mm lateral am Schnittpunkt der Köhler-Linie mit der Tränenfigur gelegt. Zuletzt wird in einem 45°-Winkel eine Diagonale durch den Schnittpunkt der vertikalen Linie mit der unteren Horizontallinie gezogen, wodurch ein auf dem spitzen Winkel stehendes gleichschenkeliges Dreieck entsteht. Die gleich langen Schenkel haben eine Länge

von 20% der Beckenhöhe. Die Lage des Dreiecks deckt sich mit der „physiologischen“ Pfannenregion, der Mittelpunkt der Diagonalen entspricht dem approximativen Drehzentrum (Abb.4).

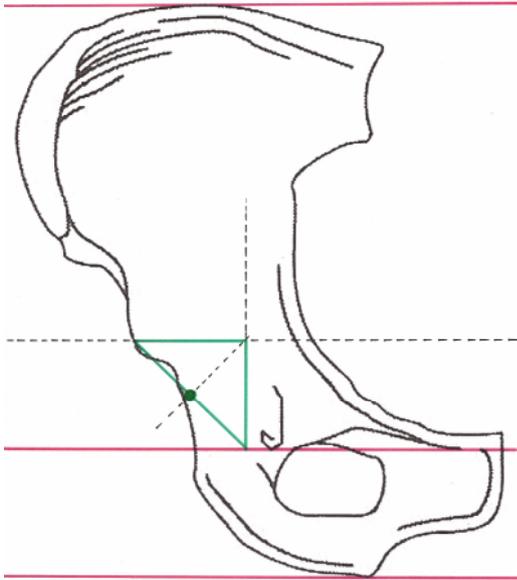


Abb.4: Bestimmung des approximativen Hüftdrehzentrums nach Ranawat³⁹ und Pagnano³⁷.

2.4 Die endoprothetische Versorgung der Dysplasiexarthrose

Die Versorgung der Dysplasiexarthrose mit einer Endoprothese unterscheidet sich in Abhängigkeit von der Ausprägung der Fehlstellung erheblich von der bei einer primären Hüftarthrose¹⁶. Durch die mangelhafte Pfannenausbildung mit entsprechend geringerer Knochensubstanz liegt besonders in den Dysplasiestadien Grad II, III und natürlich Grad IV nach Crowe ein dürftiges knöchernes Pfannenlager vor⁸.

Die schwächliche Ausprägung des os iliums im Pfannenerkerbereich und die wie in 2.1 bereits beschriebene Ausziehung der Pfanne mit einer vermehrten Steilstellung macht die Versorgung mit einem Standard-Pfannenimplantat ohne zusätzliche pfannendachverbessernde Maßnahmen schwierig oder unmöglich. Häufig ist hierbei die in begrenztem Umfang bestehende Möglichkeit die Pfanne nach medial bis an die Lamina interna zu positionieren, oder aber eine grenzwertige Steilheit der Pfanne

in Kauf zu nehmen, nicht ausreichend. Die Literatur beschreibt diesbezüglich ein gehäuftes Versagen der Pfannenkomponente ³⁶.

2.4.1 Die Auswahl des Implantates

Aufgrund der speziellen Pfannen-, Schenkelhals- und Hüftkopfsituation muß bei der endoprothetischen Versorgung der Dysplasiecoxarthrose ein besonderes Augenmerk auf die Auswahl eines geeigneten Implantates gelegt werden. Unabhängig vom operativen Vorgehen im Detail, also beispielsweise der Verwendung einer bestimmten Technik zur Pfannendachverbesserung, erschwert das Fehlen einer üblichen sphärisch ausgebildeten Pfannenkonkavität die Entscheidung für das Pfannenimplantat. Beim Einsatz einer derzeit in der Hüftendoprothesenversorgung vielfach und vielenorts favorisierten sphärischen Pressfitpfanne ist aufgrund eines fehlenden stabilen äußeren Pfannenringes häufig keine ausreichende Pfannenprimärstabilität zu erreichen. Die ergänzende Stabilisierung einer sphärischen Preßfitpfanne mittels Schrauben widerspricht dem Prinzip der preßfit-Verankerungstechnik und stellt daher keine geeignete Problemlösung dar.

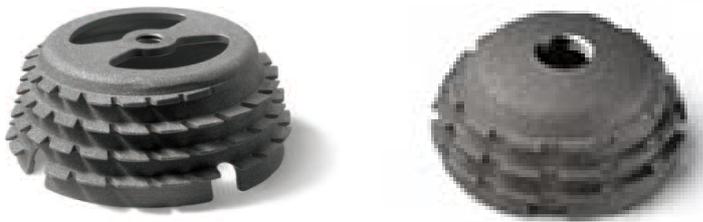


Abb.5: konische Schraubpfanne (links), bikonische Schraubpfanne (rechts).

Aufgrund der insuffizienten Pfannensituation mit unterschiedlich großem knöchernen Defekt im Erkerbereich bietet sich die Verwendung einer Schraubpfanne an (Abb.5). Hier kann im Bereich der Schraubgewinde am ehesten ein segmentaler knöcherner Überdachungsdefekt toleriert werden. Zudem kann ein Pfannendachspan durch Verwendung einer konischen Schraubpfanne gleichzeitig verklemmt werden.

2.4.2 Die Indikation zur Durchführung einer Pfannendachplastik

Das Ziel einer jeden endoprothetischen Operation ist die primär stabile Verankerung der Implantate unter Wiederherstellung möglichst physiologischer Kraftverhältnisse.

Im Falle der Dysplasiecoxarthrose ist ggf. eine Beinverkürzung zu berücksichtigen, die mit dem Pfannenimplantat an „physiologischer“ Stelle ausgeglichen werden kann.



Abb.6: Dysplasiecoxarthrose mit coxa valga und fliehender ausgezogener Pfanne ohne ausreichendes Pfannenlager im Erkerbereich

Der dysplastische Knochen erfordert dazu im Bereich des cranialen Pfannensegmentes eine zusätzliche knöcherne Abstützung, wenn nicht zu erwarten ist, dass eine ausreichend stabile Verankerung im Rahmen des Positionierungsspielraumes am gewünschten Ort zu erzielen ist (Abb.6). Wenn also weder durch die maximal vertretbare Steileinstellung, noch durch die Medialisierung der Pfannenprothese, unter Schonung der zentralen Pfannenbegrenzung durch die lamina interna, ausreichend Stabilität gewährleistet ist.

Bereits bei der präoperativen Planung wird eine Pfannendachplastik erwogen, die entgeltige Entscheidung über die Art und das Ausmaß der Pfannendachverbesserung wird intraoperativ getroffen. Darüber hinaus gewährt ein Knochenimplantat im Falle einer immer auch zu bedenkenden Revisionsoperation ausreichend Knochen vor Ort.

2.4.3 Die operative Rekonstruktion der dysplastischen Pfanne mit einer konischen Kopfspanplastik

In der orthopädischen Abteilung am Krankenhaus der Barmherzigen Brüder wurden primäre Endoprothesenoperationen grundsätzlich in Rückenlagerung des Patienten über den transglutealen Zugang nach Bauer durchgeführt.

In Anlehnung an die Technik von Harris et al. (1977)¹⁷ wurde in einigen Fällen nach Schenkelhalsosteotomie der Kopf in situ verschraubt und zur kranialen Abstützung des Pfannenimplantats genutzt (Abb. 7). Der die Beckencorticalis überragende Knochen baute sich jedoch im Laufe der Zeit ab, sodaß die Schrauben in das umgebende Gewebe hineinragten und bei Beschwerden entfernt werden mussten.

Später wurde das Kopfresektat kastenförmig zubereitet, in ein entsprechend geformtes spongiöses Lager im oberen Pfannensegment eingefalzt und mit ein oder zwei Spongiosaschrauben gesichert (Abb.8). Die Schraubpfanne erwies sich als eine weitere Stabilisierung, sodaß die Schrauben in einzelnen Fällen sofort wieder entfernt werden konnten.

Daraus hat sich die Technik der Pfannendachrekonstruktion über einen pressfit eingebrachten konisch geformten Hüftkopfspan entwickelt (Abb.9). Diese Operationstechnik soll hier ausführlicher erläutert werden.

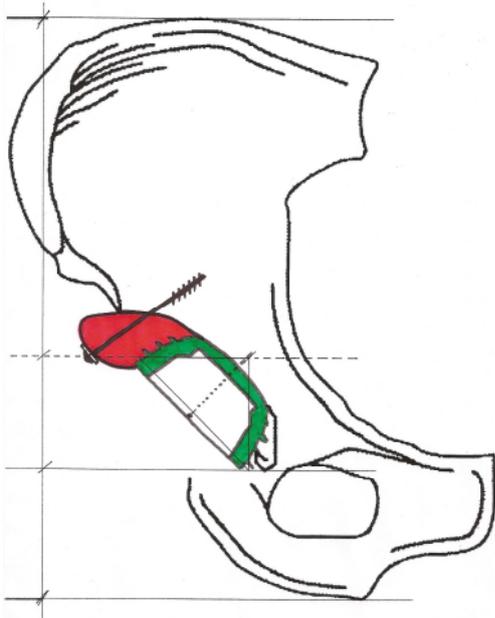


Abb.7. Am Erker direkt in situ verschraubter Hüftkopf, caudal wird das Pfannenlager gefräst.

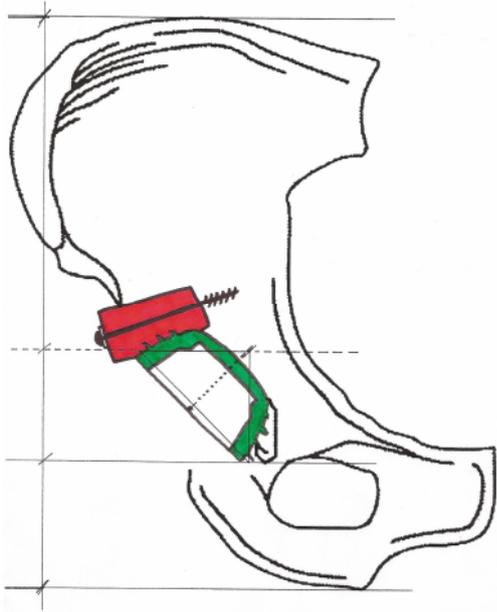


Abb.8: Kastenförmige Pfannendachplastik, am Erker eingefalzt und verschraubt.

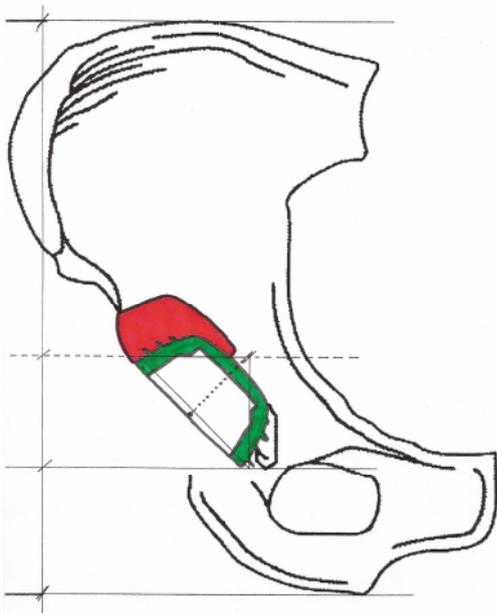


Abb.9: Preßfit verklemmter konischer Kopfspan.

Ergänzend zur üblichen klinischen Untersuchung und den allgemeinen OP-Vorbereitungen, hat bei der Versorgung mit einer Hüfttotalendoprothese, insbesondere bei der Notwendigkeit einer pfannendachverbessernden Maßnahme, die präoperative Planung einen sehr hohen Stellenwert (Abb.21, linke Seite). Neben der Berücksichtigung üblicher Maßstabsaufnahmen der betroffenen Hüfte in zwei

Ebenen, kommen häufig auch Vergleichsaufnahmen von der Gegenseite zum Einsatz. Bei dringendem Verdacht auf größere knöcherne Defekte im ventralen und dorsalen Pfannenpfeiler empfiehlt sich zudem die Anfertigung von CT-Schichtbildern zur genaueren Einschätzung der Defektsituation und der jeweiligen Verankerungsmöglichkeiten. Auf dem AP-Röntgenbild erfolgt die Planung der Pfannen- und Stielkomponenten, ferner das Abschätzen der Dimensionen für die zu erwartende Größe des knöchernen Pfannenerkeraufbaus. Die zweidimensionale radiologische Planung sichert nur die beabsichtigte Höhenlokalisierung des vorgesehenen Implantates. Intraoperativ sind ohne Schwierigkeiten die ventrale und dorsale Pfannenbegrenzung (3. Dimension) und das caudale Ende der Pfanne zu erkennen.

Nach Kopfhalsresektion und Darstellung der Hüftgelenkspfanne wird mittels Probepfannenkörper das Ausmaß des Pfannendefektes entsprechend der präoperativen Planung überprüft und das Kopfresektat zur weiteren Bearbeitung auf einer Halterung fixiert (Abb.10).

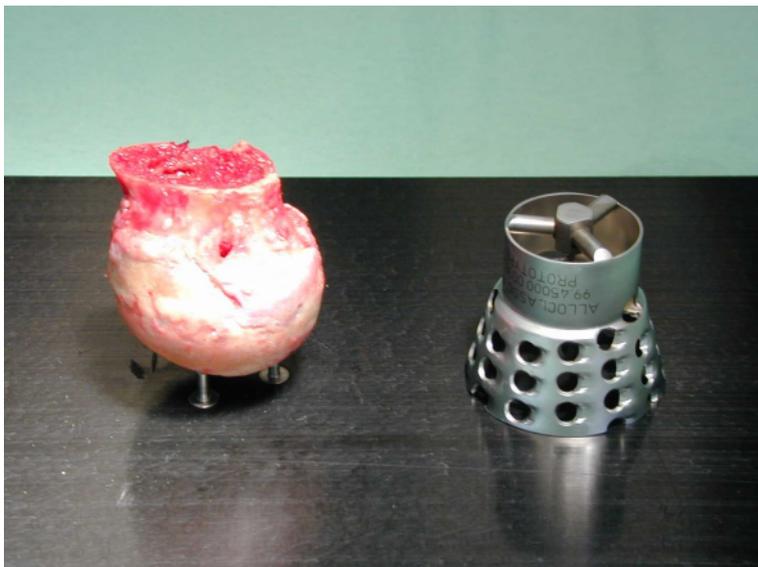


Abb.10: Befestigung des entnommenen Hüftkopfes auf der Haltevorrichtung, daneben eine Negativ-Fräse zur Kopfbearbeitung.

Der entnommene Hüftkopf wird unter Berücksichtigung der Sklerosezonen und Trabekelausrichtung mit einer konischen Negativ-Fräse in Form gebracht (Abb.11,12 und 13).



Abb.11: Der Hüftkopf wird mit der Negativfräse bearbeitet.



Abb.12: Der Hüftkopf ist nun mit der passenden Negativfräse in Form gebracht.

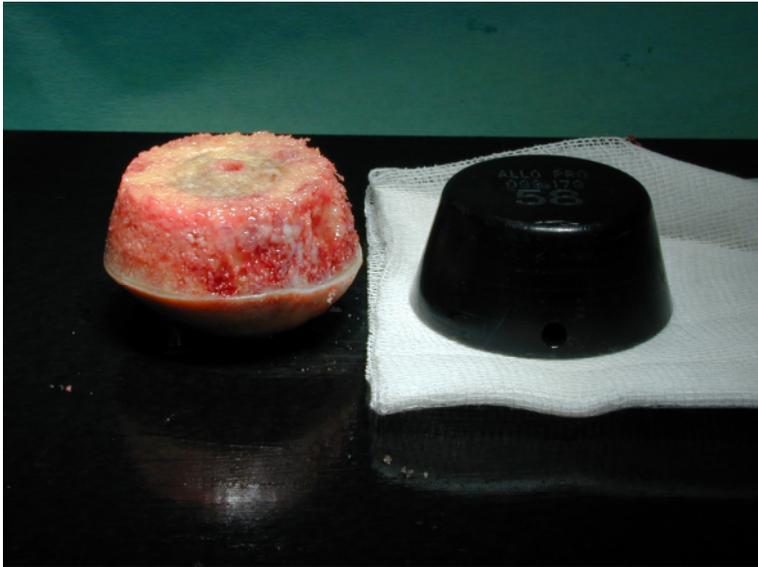


Abb.13: Fertiger Kopfspan, daneben ein Probeimplantat der Gr. 58.

Unter Berücksichtigung der entgültigen Größe des gewonnenen konischen Knochenimplantates wird dann mit einer üblichen Positiv-Pfannenfräse das Lager für die Pfannendachplastik im Erkerbereich gefräst (Abb. 14).

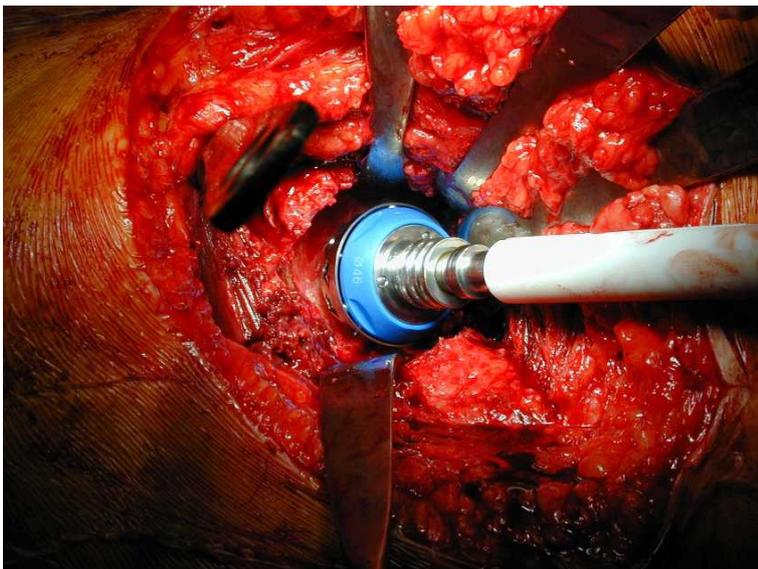


Abb.14: In der Größe des gewonnen Kopfspanes kann nun im Erkerbereich das Spanlager gefräst werden.

Die Tiefe und Position des Spanlagers sowie die Ausrichtung des konischen Spans bei der entgültigen Fixierung müssen die spätere Pfannenpositionierung bereits berücksichtigen.



Abb.15: Hier zeigt sich das vollständig gefräste Lager für die konische Kopf-Spanplastik, distal die geplante Pfannenposition (blauer Ring).

Nach Fräsen des Spanlagers (Abb.15) wird die konische Spanplastik preßfit in das Spanlager eingebracht. Die chondrale/subchondrale Oberfläche des Spans weist nach außen.

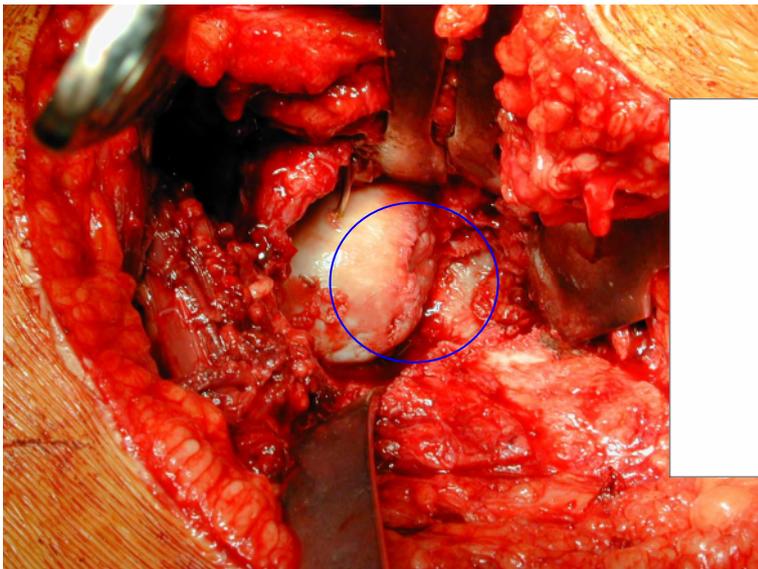


Abb.16: Die konische Kopfplastik wird in das Spanlager eingebracht und im kranialen Bereich temporär mit K-Drähten fixiert. Der blaue Ring kennzeichnet wiederum die geplante Pfannenposition.

Für den Fräsvorgang des Pfannenlagers wird das Spanimplantat im kranial-lateralen Bereich temporär mit ein bis zwei kurzen K-Drähten am Becken fixiert (Abb.16).

Damit soll verhindert werden, daß der Span durch den Fräsvorgang für das Implantatlager beschädigt oder aus der Verankerung gerissen wird.

Nun kann der Fräsvorgang im Zielgebiet der gewünschten Pfannenpositionierung beginnen. Beim Fräsen wird schrittweise ein segmentaler Anteil der konischen Pfannendachplastik ausgefräst, es sollte jedoch ein ausreichender Teil der Spanplastik auch unter dem Pfannenimplantat zur Verklemmung verbleiben (Abb.17).

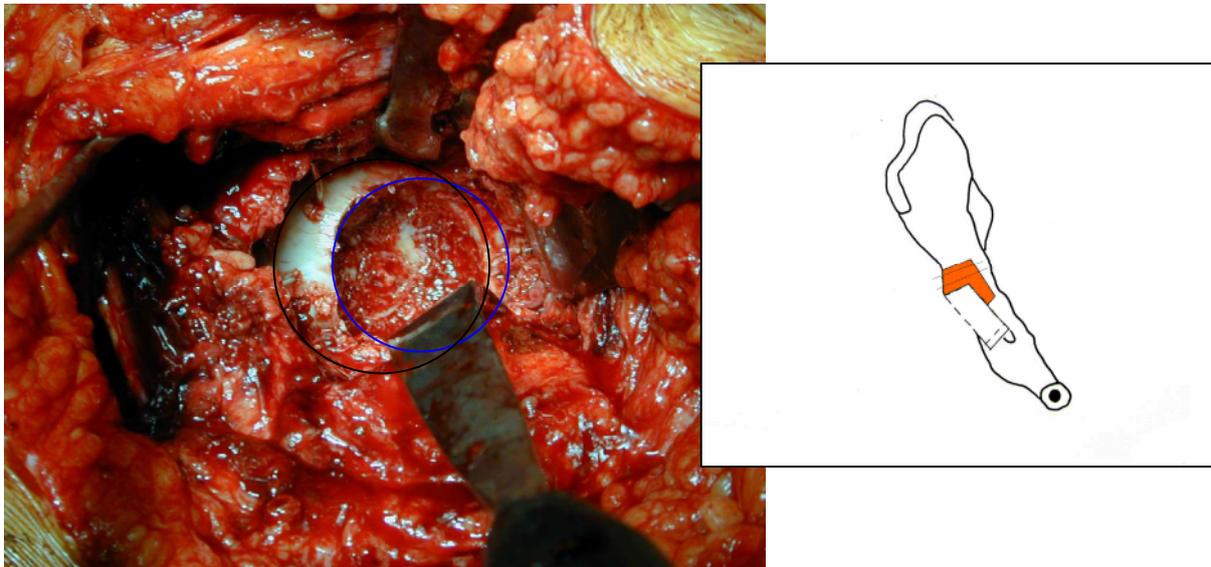


Abb.17: Über den fixierten Kopfspan (schwarzer Ring) wurde das Pfannenlager (blauer Ring) eingefräst.

Das Spanimplantat sollte nicht mehr als 50% des Pfannenimplantates umfassen (Abb.18), da sonst keine Stabilität gewährleistet ist. Ferner müssen wenigstens 1-2 Schraubenwindungen in der Tiefe der originären Pfannenkonkavität greifen. Ggf. muß auf ein größeres Pfannenimplantat gewechselt werden.

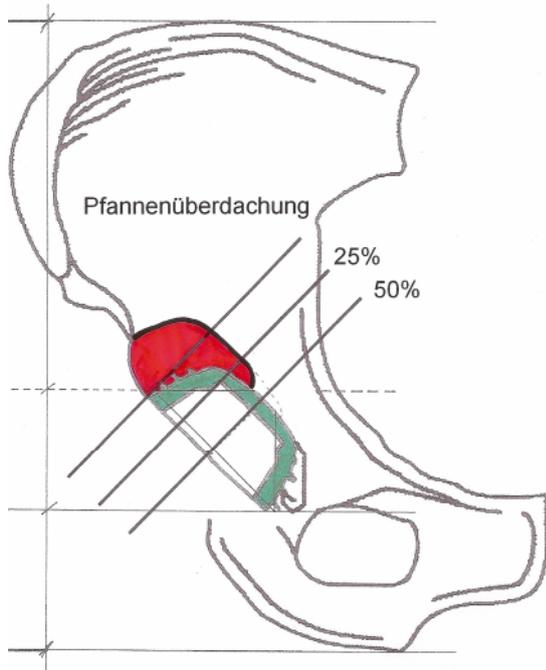


Abb.18: Pfannendachplastik mit akzeptabler Spanüberdachung von weniger als 50%.

Wenn mehr als 50% des Pfannenimplantates vom Span der Pfannendachplastik überdacht ist (Abb.19), besteht aufgrund der vermehrten Spanbelastung ein erheblich erhöhtes Risiko für ein Zusammensinken und damit Versagen der Pfannendachplastik.

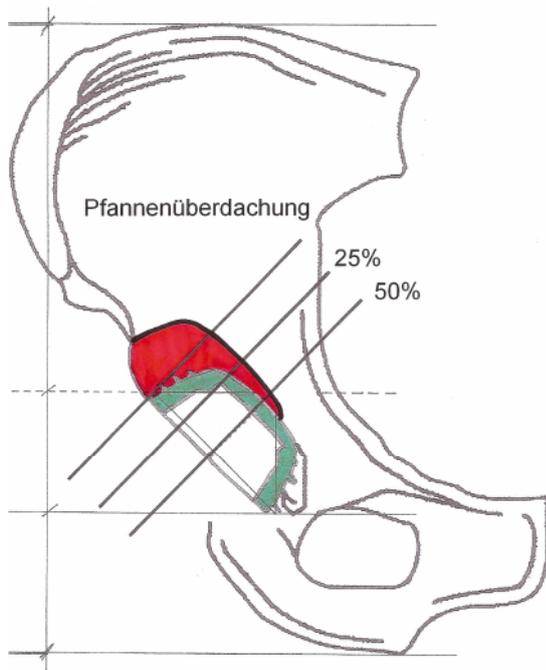


Abb.19: Pfannendachplastik mit einer Spanüberdachung von mehr als 50%, hierbei besteht ein hohes Risiko für ein Spanversagen.

Nach Eindrehen der konischen Schraubpfanne sind Pfanne und Span stabil verklemmt, die temporär gesetzten K-Drähte können entfernt werden (Abb.20).

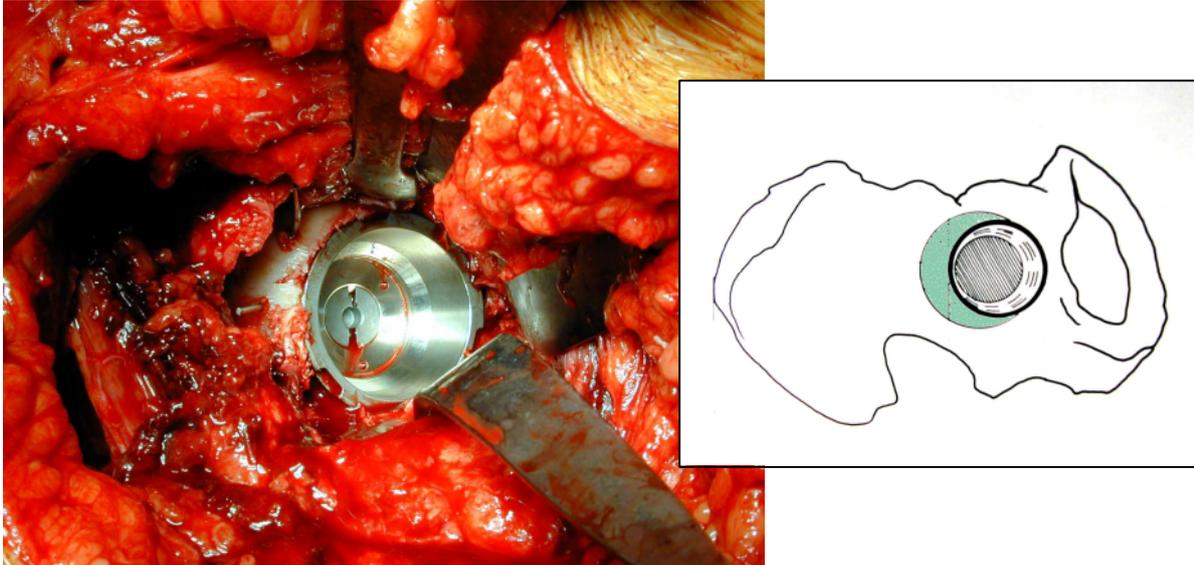


Abb.20: Die Schraubpfanne wird in das neu geschaffenen Pfannenlager eingedreht und verklemmt den segmental kranial liegenden Span. Die K-Drähte können entfernt werden.

Dem zu Beginn stehenden präoperativen Röntgen-Planungsbild steht nun das postoperative Röntgenbild nach erfolgreicher Versorgung mit einer Totalendoprothese unter Anwendung der beschriebenen konischen Kopfspanplastik gegenüber (Abb.21).

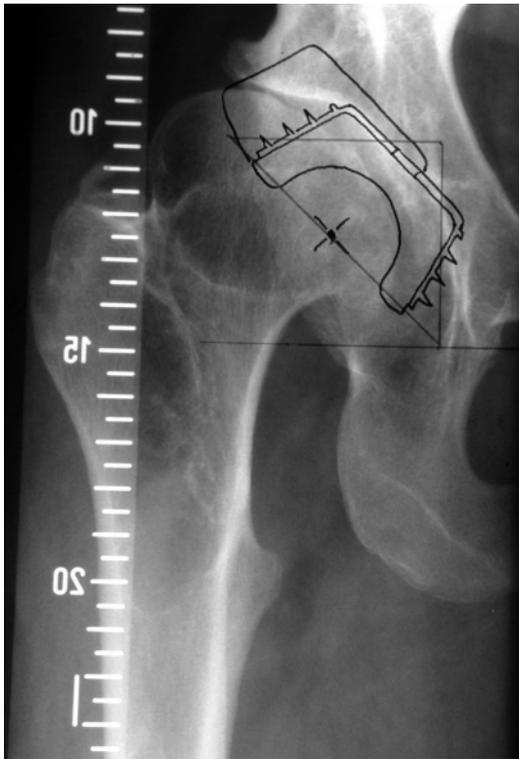


Abb.21: Prä- und postoperative Röntgenuntersuchung. Die Grenzen des Kopfspanes sind durch Bildbearbeitung sichtbar gemacht.

3 Methodik

3.1 Patientengut

Im Rahmen einer prospektiven Analyse wurden alle Patienten zwischen 1989-1998, also einem Zeitraum von 10 Jahren, erfasst, welche die Versorgung mit einer Hüftgelenksendoprothese unter zusätzlicher Anwendung einer pfannendachverbessernden Maßnahme erhalten hatten. Von diesen Patienten wurden zur Befunderhebung der präoperativen und postoperativen Situation systematisch die Befunde der Krankenakte, sowie die Röntgenbilder analysiert. Um aussagekräftige Informationen über die Standzeiten und den Verlauf zu erhalten, wurden die Patienten im Zeitraum 2005 bis Mitte 2006 nochmals zu einer Nachuntersuchung einbestellt. Die Daten von Patienten, welche nicht mehr erreicht werden konnten, wurden bei ausreichender Aktenlage erfasst, ansonsten ausgeschlossen. Bei Patienten, welche bis zum letzten Nachuntersuchungstermin 2006 bereits verstorben waren, erfolgte nach Möglichkeit eine Befragung der Angehörigen zum Verlauf bezüglich der Hüftgelenksendoprothese.

3.2 Klinische Befunderhebung

3.2.1 Allgemeine Parameter und Untersuchungszeitpunkte

Bei allen Patienten wurden die klinischen und radiologischen Parameter an 3 Untersuchungszeitpunkten erfasst: präoperativ, postoperativ und nach Möglichkeit im Rahmen der letzten Nachuntersuchung 2006.

Folgende klinische Basis-Parameter wurden erhoben:

- Geschlecht
- Alter
- Seitenangabe
- Patientenalter zum OP-Zeitpunkt
- Dysplasie-Stadium nach Crowe
- Operateur

- Art der Pfannendachplastik
- Schraubenbefestigung
- Verwendetes Pfannenimplantat

3.2.2 Harris Hip Score

Als Parameter für die Funktion des Hüftgelenks und für das Befinden des Patienten wurde der Harris-Hip-Score prä- und postoperativ erhoben. Der Harris Hip Score ist ein Punktescore über den subjektiven und objektiven Befund in Form eines Zahlencodes ¹⁸. Je höher die errechnete Punktzahl des Patienten ist, desto besser ist der klinische und radiologische Befund. Die maximal erreichbare Punktzahl liegt bei 100. Das Schema der Punkteverteilung ist im Anhang unter Kapitel 8 angeführt. Ein postoperativer Zuwachs von 20 Punkten wird als erfolgreiches Operationsergebnis betrachtet. Die im folgenden angeführte Punkte-Gruppenbildung nach Marchetti et al. (2005) soll das Ergebnis weiter klassifizieren ³² (Tab.2).

Hip-Score	<70 Punkte	schlechtes Ergebnis
	70-79 Punkte	ordentliches, mittelmäßiges Ergebnis
	80-89 Punkte	gutes Ergebnis
	90-100 Punkte	hervorragendes Ergebnis

Tab.2: Einteilung Punkte-Gruppen nach Marchetti et al. (2005) ³².

3.3 Radiologische Auswertung

Zur Analyse der Rekonstruktion des idealisierten Hüftgelenksdrehzentrums wurden die präoperativen und postoperativen Röntgenbilder vermessen. Zunächst wurde auf dem Röntgenbild im anterior-posterioren Strahlengang, zumeist der präoperativen Beckenübersichtsaufnahme, im Verfahren nach Pagnano et al. ³⁷ und Ranawat et al. ³⁹ das idealisierte Hüftgelenkdrehzentrum bestimmt und eingezeichnet (Abb.22a).

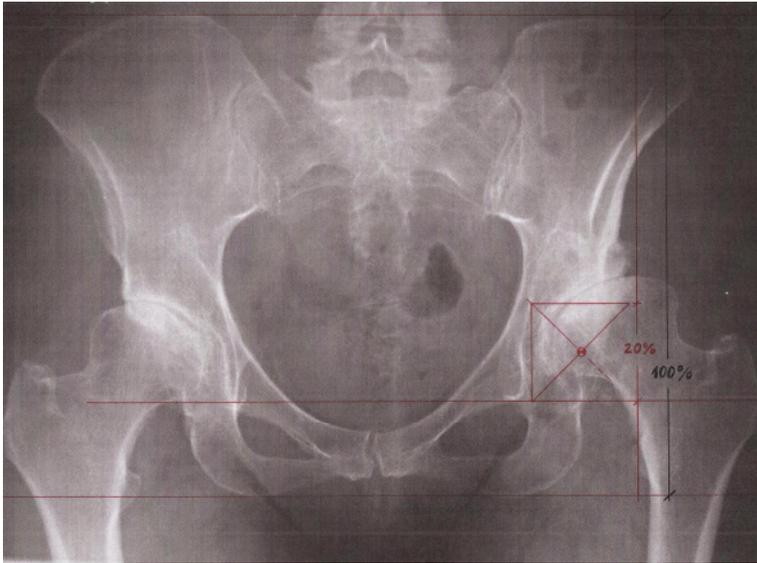


Abb.22a: BÜS mit links eingezeichnetem Pfannendreieck.

Das auf diesem Weg definierte Drehzentrum diente im weiteren als Neutralpunkt für ein 2-dimensionales X-Y-Achs-Koordinatensystem. Die X-Achse (Abszissenachse) wurde mit positiv aufsteigenden Werten nach jeweils lateral definiert, die Y-Achse (Ordinatenachse) mit positiv aufsteigenden Werten nach kranial (Abb. 22b)

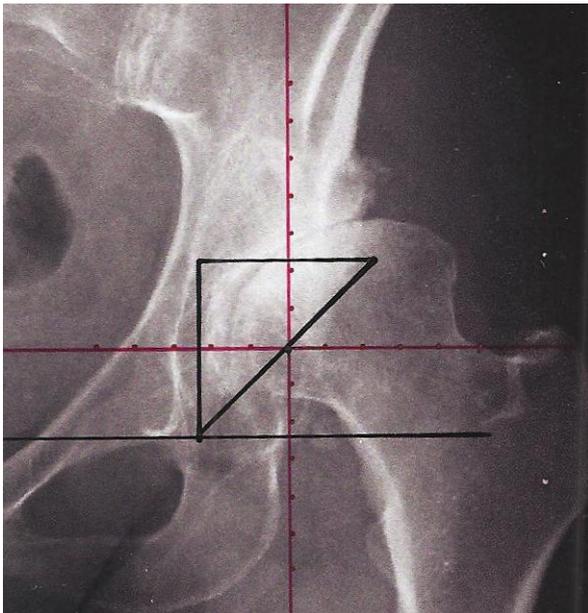


Abb.22b: Dysplasiecoxarthrose mit Koordinatensystem.

Über dieses auf das Röntgenbild projizierte Koordinatensystem können nun definierte anatomische Messpunkte feste Lage-Koordinaten erhalten. Die

Veränderungen dieser Koordinaten geben die Lageänderungen der Messpunkte von präoperativ nach postoperativ wieder.

Die Röntgenbilder wurden sodann bezüglich mehrerer Messpunkte und Parameter analysiert, die Koordinaten der folgenden anatomischen Punkte wurden erfasst.

3.3.1 Hüftgelenkdrehzentrum

Bereits unter 2.2 wurde das Verfahren zur Bestimmung des Hüftgelenkdrehzentrums nach Pagnano et al.³⁷ und Ranawat et al.³⁹ erläutert. Nun ging es aber eben darum, das reell vorliegende prä- und postoperative Drehzentrum zu finden und über das in 3.3 erläuterte Verfahren abzubilden. Im einfachen Gedankenmodell eines Kugelgelenks könnte man, vereinfacht 2-dimensional betrachtet, den Drehpunkt auf die Mitte des rund zur Darstellung kommenden Hüftgelenks definieren. Im Idealfall eines gesunden Hüftgelenks sollte der Hüftkopfmittelpunkt auf dem idealisierten O-Punkt des Koordinatensystems zu messen sein (Abb.23).

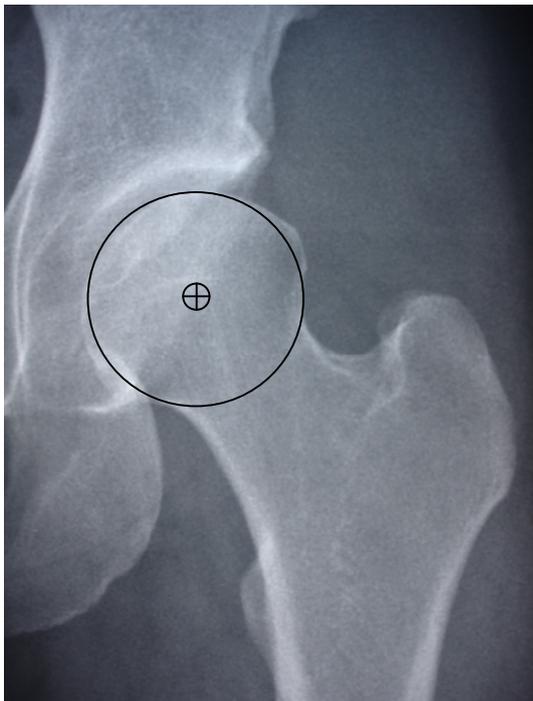


Abb.23: Normales Hüftgelenk, der funktionelle Hüftgelenkdrehpunkt entspricht annähernd dem Mittelpunkt des 2-dimensional dargestellten Hüftkopfes.

Ein durch Dysplasie und/oder Hüftarthrose verformtes Hüftgelenk stellt sich in Abhängigkeit vom Ausprägungsgrad weder bildmorphologisch, noch funktionell, als

kugelig funktionierendes Gelenk dar. Mit zunehmender Arthrose stellt sich eine Deformität und zumeist Abplattung im kranioventralen Hüftkopfbereich ein. Zusätzlich beeinflusst die arthrotische Pfannenverformung die Position des reellen Dreh- oder besser genannt Bewegungszentrums. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wurde bei abgeplattet und verformten Hüftköpfen zur Mittelpunktbestimmung anstelle von Kreisen und deren Mittelpunkten, geschlossene Kurven in elliptischer Form aufgelegt (Abb.24). Gedanklich ist diese Ellipse zweidimensional als ein gemeinsam mit seinem Mittelpunkt gekippter Kreis zu betrachten. In der dreidimensionalen Betrachtung ersetzt im Gedankenmodell das Ellipsoid, die dreidimensionale Ellipse, das vereinfachte Bild der kugelförmigen „Normalhüfte“.

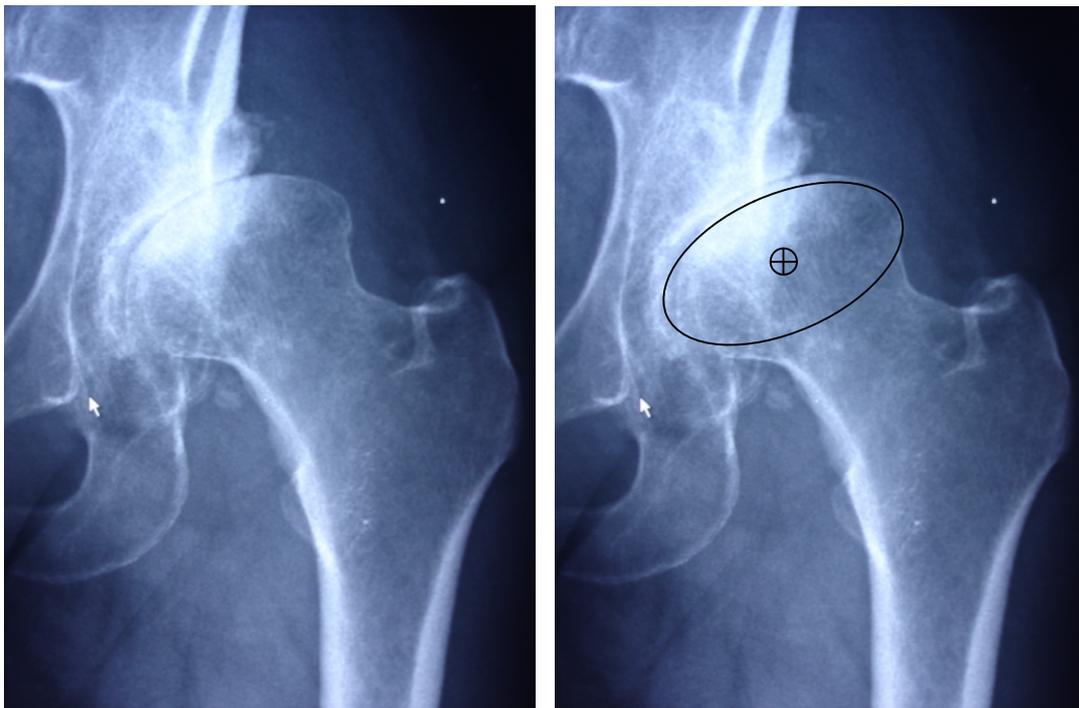


Abb.24: Beispiel für eine Dysplasiecoxarthrose mit bereits mittelgradig abgeplattetem Hüftkopf, rechts mit eingezeichneter Ellipse.

Dies hat zur Folge, dass bei der Drehpunktbestimmung auf dem Röntgenbild, mit zunehmender Kopfdeformität, ein flacher elliptischer Ring zur Anwendung kommt. Das Drehzentrum rückt dadurch näher an den Gelenkspalt heran, im Extremfall bis in den Gelenkspalt (Abb.25). Dieser Fall tritt ein, wenn der Hüftkopf komplett entrundet ist, und aus dem Kugelgelenk eine wackelsteife Ankylose, oder ein schlecht bewegliches Scharniergelenk geworden ist. Das räumlich gedachte Drehzentrum im Kugelmittelpunkt veränderte sich über ein Ellipsoid zu einer Drehachse auf

Gelenkspalthöhe. Diese Beobachtung korreliert auch mit der klinischen Beweglichkeit.

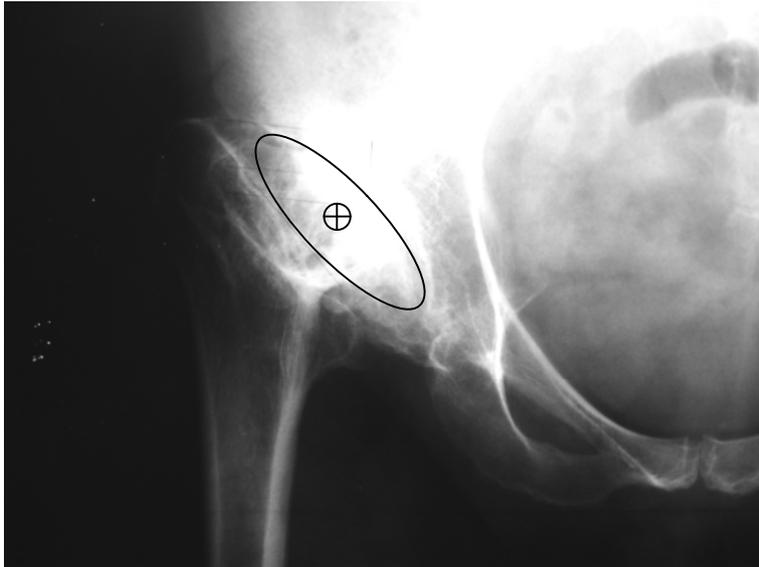


Abb.25: Stark deformiertes Hüftgelenk.

3.3.2 Trochanter major

Als weiterer Messpunkt zur Dokumentation der geometrischen Auswirkungen auf das Hüftgelenk wurde die kraniale Spitze des Trochanter major erfasst. Dieser Messpunkt lässt sich auf einem AP-Röntgenbild zumeist problemlos finden. Die Position dieses Punktes in Beziehung zum 0-Punkt des Koordinatensystems (Abb.26), also dem Drehzentrum nach Pagnano et al. ³⁷, gibt Aussagen zu Auswirkungen auf das offset der Femurachse, sowie zur Varus- oder Valgusstellung im coxalen Femurende. Zudem lassen sich beim prä- und postoperativen Vergleich Rückschlüsse auf die Veränderung der Beinlänge ziehen.



Abb.26: Hüfte mit Pfannendreieck, Koordinatenkreuz, Drehzentrum (rotes Kreuz) und Markierung an der Spitze des Trochanter major (weißes Kreuz).

3.4 Technische Auswertung

Die Datenerhebung erfolgte zunächst über einen mehrseitigen Erhebungsbogen; die Daten wurden dann über eine Excel-Tabelle zur Auswertung erfasst. Ein Teil der statistischen Auswertungen erfolgte über die programmierbaren Statistikfunktionen der Excel-Datenbank. Für weitere Detailberechnungen, insbesondere die Überlebenskurve, das Kaplan-Meier-Verfahren und Signifikanzberechnungen wurden die Daten über das Statistik-Programm SPSS ausgewertet.

4 Ergebnisse

4.1 Allgemeine Auswertung

4.1.1 Fallzahlen, Geschlechtsverteilung und Seitenangabe

Es wurden insgesamt 71 Patienten in die Nachuntersuchung einbezogen, 61 Frauen und 10 Männer. An diesen Patienten wurden insgesamt 84 Hüftgelenksoperationen durchgeführt. An 11 Frauen und an 2 Männern wurde die Operation mit einer Pfannendachplastik an beiden Hüftgelenksseiten durchgeführt (Tab.3).

Bei beidseitig operierten Patienten wurde die jeweilige Seite bewusst als unabhängig betrachtet. Ein Ausschluß der gegenseitigen Hüfte erfolgte bei einseitigem Versagen der Endoprothese oder Pfannendachplastik nicht. Jede Hüfte wurde also als einzelner Fall betrachtet. Begründet wird dieses Vorgehen mit dem Umstand, dass auch bei einseitig operierten Patienten keine Betrachtung oder Berücksichtigung der Situation an der jeweiligen Gegenseite erfolgte. Auch bei dieser Patientengruppe müßte ansonsten eine Beeinflussung durch Arthrose, Bewegungseinschränkung, Beinlängendifferenz oder ähnliches von der Gegenseite unterstellt werden.

	Häufigkeit Anzahl	Verteilung In Prozent
männlich	12	14,3
weiblich	72	85,7
Gesamt	84	100,0

Tab.3: Geschlechtsverteilung.

Bezüglich der Seitenangabe stellt sich die untersuchte Patientengruppe sehr ausgeglichen dar. Insgesamt wurde in 43 Fällen linke Hüften operiert, die rechte Hüfte wurde 41 mal versorgt (Tab.4).

	Häufigkeit	Prozent
links	43	51,2
rechts	41	48,8
Gesamt	84	100,0

Tab.4: Seitenangabe.

4.1.2 Altersverteilung

Das Durchschnittsalter der Patienten zum Operationszeitpunkt lag bei 53,2 Jahren, der jüngste Patient war 23 Jahre, der älteste Patient war 81 Jahre alt (Tab.5, Abb.27).

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
OP-Alter	84	23,3	81,1	53,5	11,76

Tab.5: Alter zum OP-Zeitpunkt.

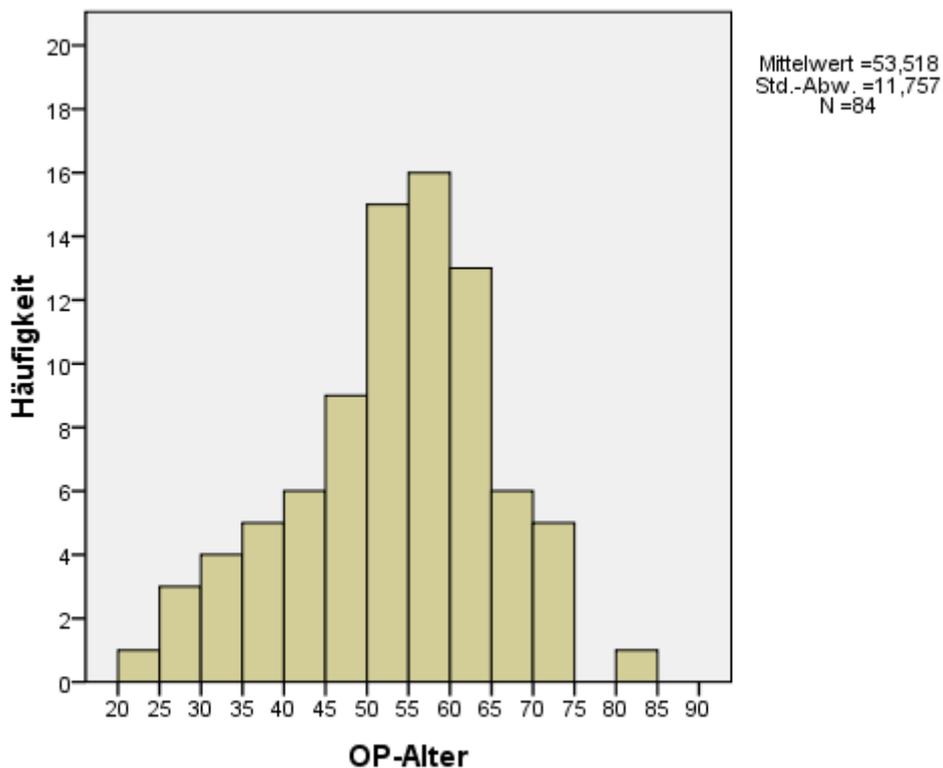


Abb.27: Grafische Darstellung der Altersverteilung aller Patienten.

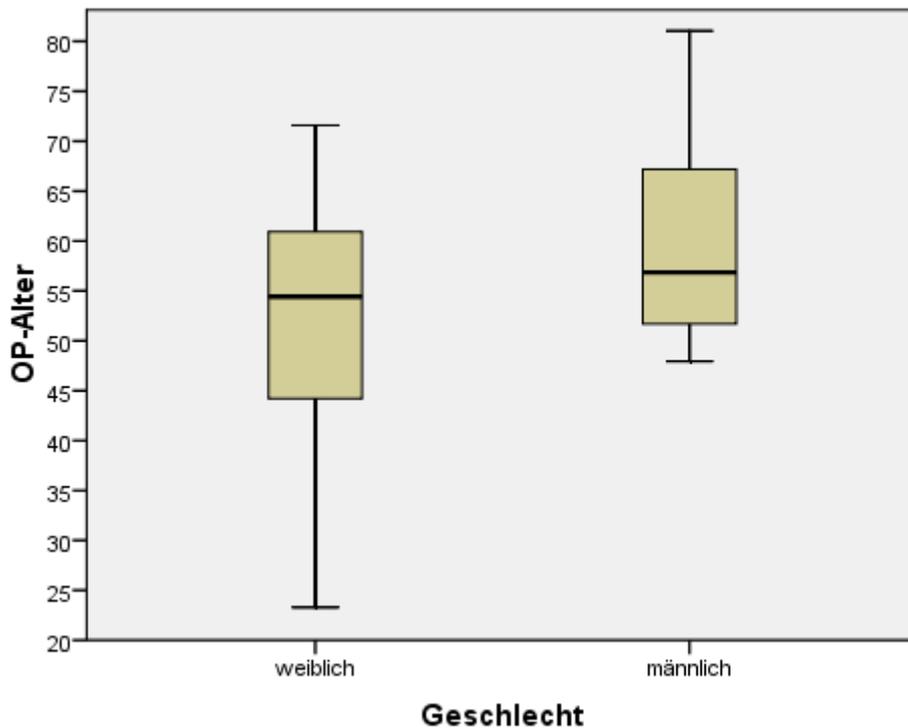


Abb.28: Boxplot-Darstellung der Altersverteilung unterschieden nach Geschlecht.

Geschlecht	N	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standard-abweichung
männlich	12	60,114	47,9	81,1	10,5700
weiblich	72	52,418	23,3	71,6	11,6490
Insgesamt	84	53,518	23,3	81,1	11,7570

Tab.6: Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation.

Bei Betrachtung des Alters der Patienten zum Zeitpunkt der Operation zeigt sich, daß die weiblichen Patienten durchschnittlich 8 Jahre jünger waren als die männlichen (Abb.28, Tab.6).

4.1.3 Dysplasiestadium

In 68 Fällen (81,0%) konnte eine präoperative Einteilung in die Dysplasiestadien nach Crowe erfolgen. In 16 Fällen (19%) konnte die Einstufung nach Crowe nachträglich nicht mehr durchgeführt werden, da ein geeignetes präoperatives Röntgenbild nicht mehr vorlag.

In 46 Fällen handelte es sich um eine Dysplasie Crowe-Stadium I, entsprechend 54,8% der Fälle, in 12 Fällen ein Crowe-Stadium II (14,3%). Fast 70% der Patienten setzten sich also aus den Crowe-Stadien I und II zusammen. 6 Fälle (7,1%) boten eine Dysplasie Crowe Grad III und 4 Hüftgelenke (4,8%) wiesen eine Deformität Crowe Grad IV auf (Tab.7).

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente
I	46	54,8	67,6
II	12	14,3	17,6
III	6	7,1	8,8
IV	4	4,8	5,9
Summe	68	81,0	100,0
fehlend	16	19,0	
Gesamt	84	100,0	

Tab.7: Einteilung in Dysplasiestadien nach Crowe.

4.1.4 Art der Pfannendachplastik

In 60 Fällen, entsprechend 71,4%, wurde eine Pfannendachplastik mittels einer kastenförmigen Spaneinfalzung durchgeführt, in 24 Fällen, entsprechend 28,6%, wurde die press-fit-Implantation eines konischen Kopfspanes in der oben beschriebenen Technik (2.4.3) durchgeführt (Tab.8).

	Häufigkeit	Prozent
Kastenspan	60	71,4
konischer Kopfspan	24	28,6
Gesamt	84	100,0

Tab.8: Art der Pfannendachplastik.

4.1.5 Implantatauswahl

In allen 84 Fällen kamen zementfreie Schraubpfannen zum Einsatz. In 71 Fällen (84,5%) wurden konische und bikonische Schraubpfannen nach Zweymüller implantiert (Alloclassic, Bicon). In 5 Fällen wurde die bikonische Schraubpfanne Variall verwendet (Tab.9).

	Häufigkeit	Prozent
Alloclassic (Fa. Allopro)	54	64,3
Bicon (Fa. Endoplus)	17	20,2
Variall (Fa. Sulzer-Orthopedics)	5	6,0
Hofer	3	3,6
Wagner	3	3,6
Stühmer	2	2,4
Gesamt	84	100,0

Tab.9: Verwendeter Pfannentyp.

4.1.6 Verwendung von Schrauben

In 47 Fällen (56%) wurde die Pfannendachplastik ohne zusätzliche Schraubenverankerung durch stabile Verklebung im Erkerbereich befestigt. In 31% der Fälle, also bei 26 Operationen, wurde eine Schraube verwendet, in 13,1%, also bei 11 Operationen, erfolgte die Befestigung der Pfannendachplastik mit 2 Schrauben (Tab.10).

	Häufigkeit	Prozent
0	47	56,0
1	26	31,0
2	11	13,1
Gesamt	84	100,0

Tab.10: Verwendung von Schrauben.

4.1.7 Operateure

Die Operationen wurden von insgesamt 6 verschiedenen Operateuren durchgeführt. Vom Chefarzt (CA) wurden 49 Operationen durchgeführt, auf die Oberärzte (OÄ)

fallen 27 Operationen, die übrigen 8 Operationen verteilen sich auf weitere Fachärzte der Abteilung (Tab.11).

Fast 91% der Eingriffe wurden von 3 Operateuren durchgeführt.

	Häufigkeit	Prozent
Chefarzt	49	58,3
Oberärzte	27	32,1
weitere Fachärzte	8	9,5
Gesamt	84	100,0

Tab.11: Verteilung der Operateure.

4.1.8 Nachuntersuchungszeitraum

Der durchschnittliche Nachbeobachtungszeitraum lag bei 9,7 Jahren (0,02 bis 17,6 J., Stabw 3,14 Jahre) (Tab.12, Abb.29 und 30).

	N	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standardabweichung
Beobachtungszeitraum	69	9,6835	,02	17,65	3,14321

Tab.12: Beobachtungszeitraum in Jahren.

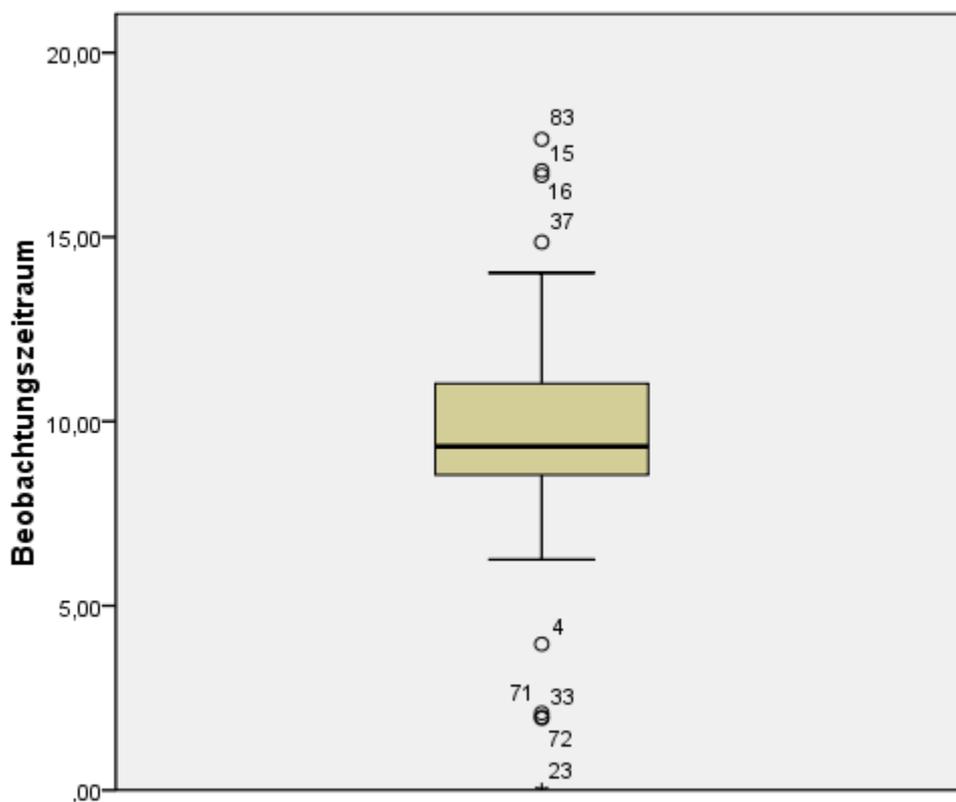


Abb.29: Boxplot-Darstellung des Beobachtungszeitraumes.

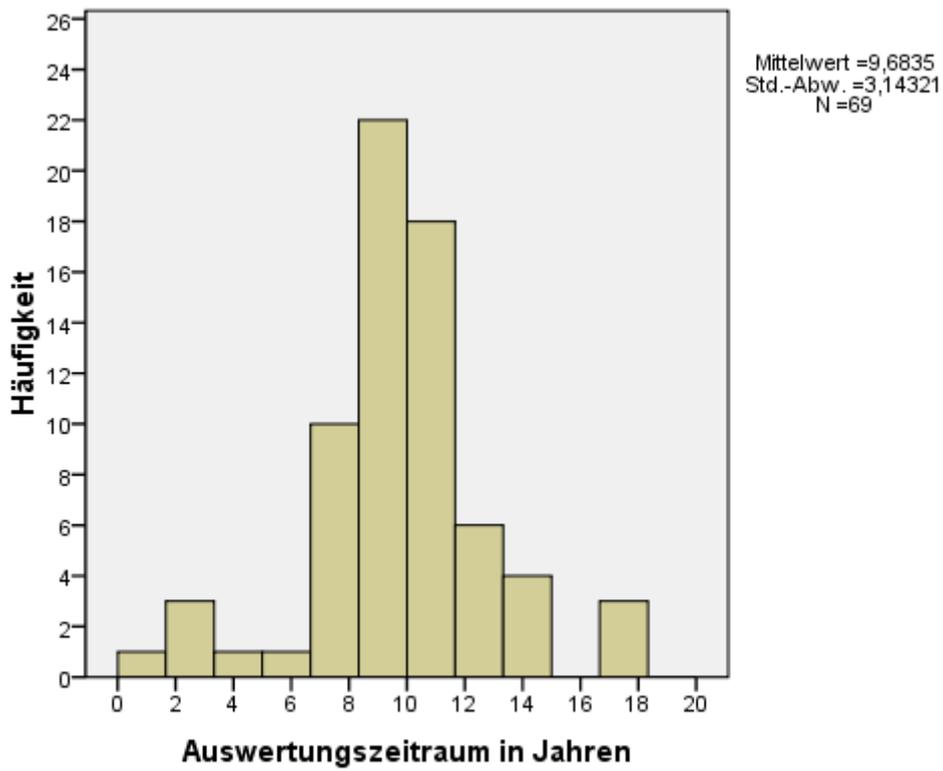


Abb.30: Säulendiagramm, Häufigkeit der Fälle im Beobachtungszeitraum.

4.2 Klinische Ergebnisse

4.2.1 Harris-Hip-score

Zur Beurteilung der objektiven klinischen Gelenkfunktion und der subjektiven Empfindung wurde der im Anhang detailliert beschriebene Harris-Hip-Score angewandt. Im gesamten Patientengut lag der durchschnittliche Harris-Hip-Score präoperativ bei 35,1 Punkten (STABW 9,8 Punkte). Der postoperative Score lag bei 81,5 Punkten, zeigte jedoch eine relativ große Streubreite (STABW 15,4) (Tab.13, Abb.31, 32 und 33).

	N	Mittelwert	Minimum	Maximum	Spannweite	Standardabweichung
Hip Score prä-OP	62	35,21	4	58	54	9,822
Hip Score post-OP	38	81,50	35	100	65	15,411

Tab.13: Harris Hip Score im Vergleich prä- und postoperativ.

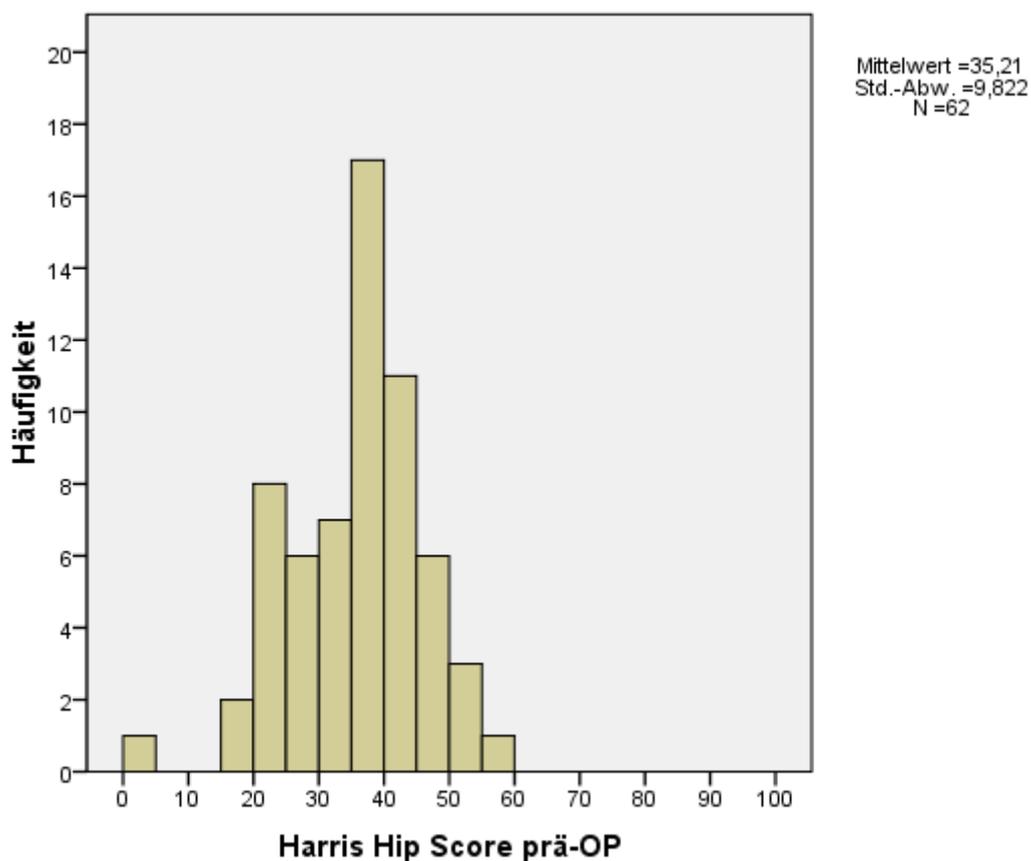


Abb.31: Grafischer Darstellung Hip Score präoperativ.

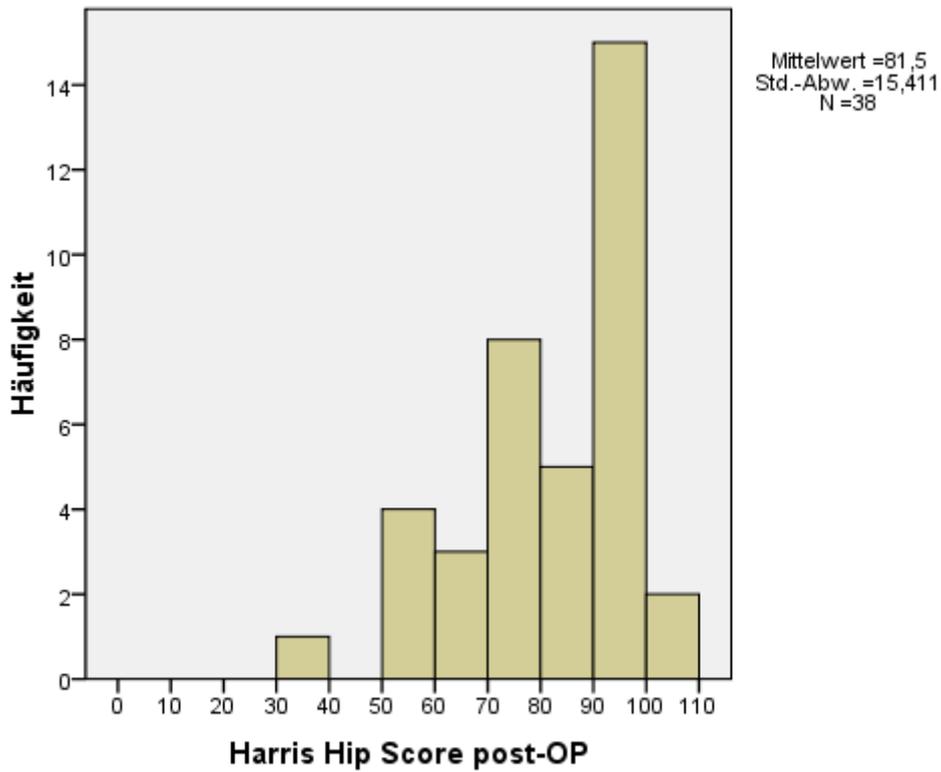


Abb.32: Grafische Darstellung Hip Score postoperativ.

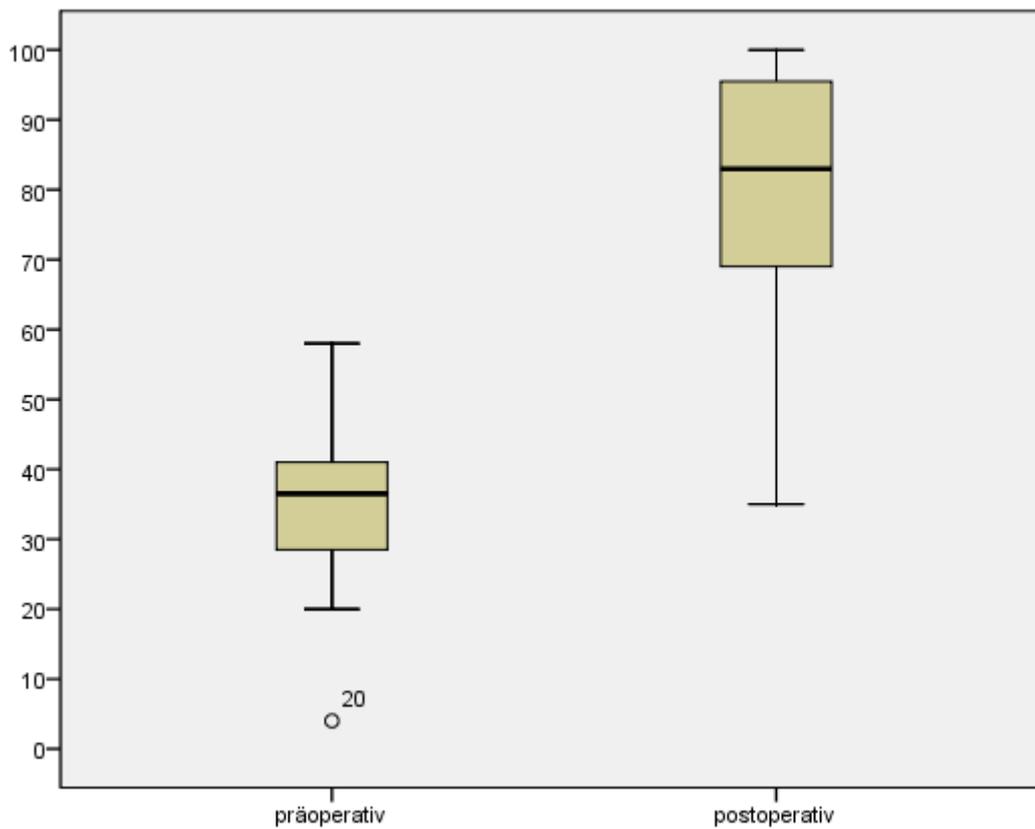


Abb.33: Boxplot-Darstellung des Harris-Hip-Score prä- und postoperativ.

4.2.2 Standzeiten

Für die statistische Auswertung der Standzeit konnten nicht alle 84 Operationen berücksichtigt werden. Insgesamt 12 Implantate konnten nicht in die vollständige statistische Auswertung der Beobachtungsanalyse aufgenommen werden, da die Patienten für die letzte Nachuntersuchung weder telefonisch, noch postalisch erreichbar waren. Aussagen über die Standzeit der jeweiligen Endoprothese sind somit nur begrenzt möglich. In 6 Fällen wurde im Verlauf vorzeitig eine Wechseloperation durchgeführt. 3 Patienten mit 4 implantierten Hüftgelenken sind im Beobachtungszeitraum verstorben. Bei diesen Patienten wurde bis zum Ableben keine erneute Operation an der Hüfte durchgeführt. Der Zeitraum von der Operation bis zum Sterbetag wurde daher in die Betrachtung der Überlebenszeit unter 4.2.3 mit aufgenommen. Insgesamt konnten 72 Hüftgelenke vollständig ausgewertet werden.

Die durchschnittliche Standzeit der nachweislich intakten 62 Hüftgelenke ohne zwischenzeitliche Notwendigkeit für eine Nachoperation oder Revision lag bei 10,4 Jahren (Minimum 6,8 Jahre, Maximum 17,7 Jahre, STABW 2,3 Jahre) (Tab.14).

	N	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standard-abweichung
intakte Prothesen	62	10,3706	6,78	17,65	2,31616
verstorben	4	8,3527	3,70	11,26	3,32351
Versager	6	3,9151	,02	9,33	3,39376
nicht auswertbar	12				

Tab.14: Laufzeiten der auswertbaren Endoprothesen (n=72).

Die im Beobachtungszeitraum vorzeitig revidierten 6 Fälle sind als Versager zu betrachten. In der „Versager“-Gruppe liegt eine durchschnittliche Standzeit von 3,9 Jahren vor, die Streuung und Varianz ist jedoch recht hoch.

Als revisionsfrei sind 66 von 72 Hüftgelenken zu betrachten, entsprechend einer Quote von fast 92%. Die unterschiedlichen Laufzeiten sind hierbei jedoch nicht berücksichtigt. Diesbezüglich werden im folgenden Überlebensanalysen mit definierten Beobachtungszeiträumen durchgeführt.

4.2.3 Überlebenskurven

Die Überlebenszeiten der Hüftgelenksendoprothesen werden im Kaplan-Meier-Verfahren dargestellt (Abb.34).

In den ersten 5 Jahren nach erfolgter Operation ist es in 4 Fällen zu einem Versagen mit der Notwendigkeit einer operativen Revision gekommen. Bei der auswertbaren Fallzahl von 72 Hüftgelenken entspricht dies einer Implantatüberlebensrate von 94,4%.

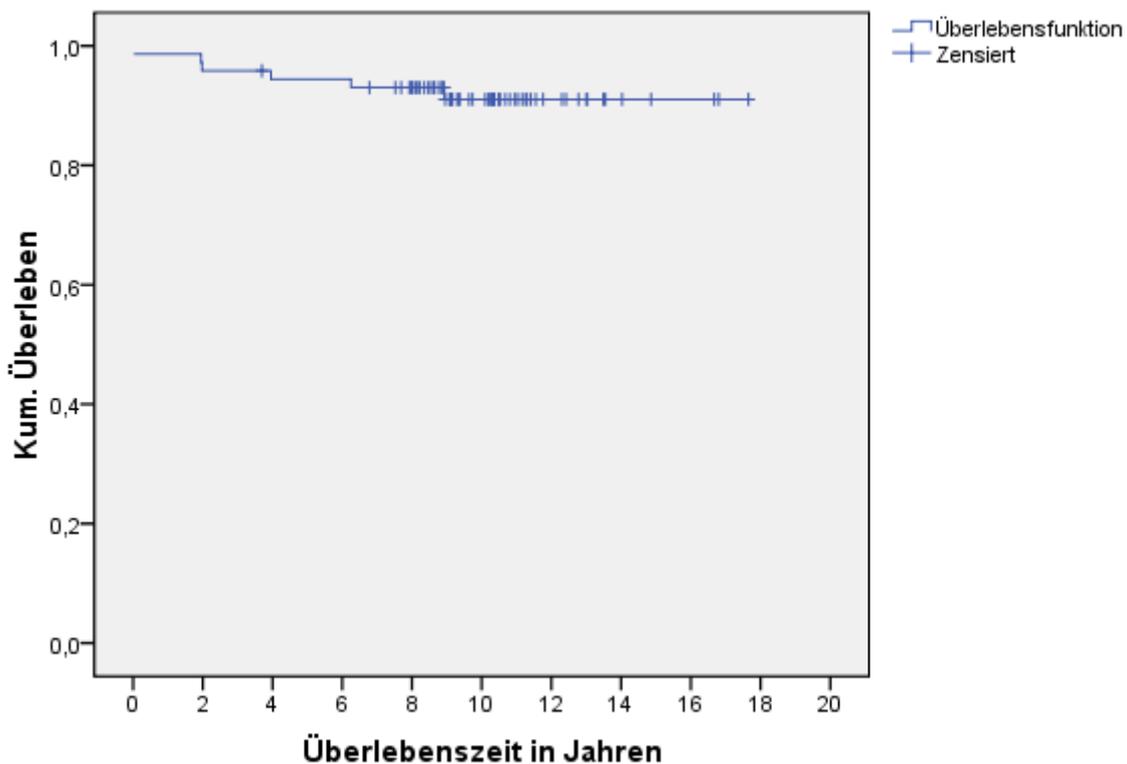


Abb.34: Kaplan-Meier-Überlebenskurve

Für einen Beobachtungszeitraum von 10 Jahren stehen nur noch 39 Implantate zur Auswertung zur Verfügung. Bei einer Ausfallrate von inzwischen 6 Hüftgelenken resultiert nach 10 Jahren eine reale Überlebensrate von 84,6%.

Der letzte dokumentierte Zeitpunkt für ein Implantatversagen liegt bei 9 Jahren, in der Folgezeit verringert sich die beobachtete Gruppe nur durch zensierte Fälle. In der Darstellung der Überlebenskurve nach Kaplan-Meier (Abb. 34) verbleibt die Überlebensfunktion daher ab diesem Zeitpunkt bei 91%.

Eine Berechnung der Überlebensrate für den 15-Jahres-Verlauf ist nicht aussagekräftig, da für eine Auswertung diesen Zeitraumes nur 3 Fälle zur Verfügung stehen.

4.3 Radiologische Ergebnisse

4.3.1 Position Hüftgelenksdrehpunkt

Nach der in 3.3 beschriebenen Technik wurden sowohl die präoperativen, als auch die postoperativen Röntgenbilder vermessen. Erwartungsgemäß ergaben die Messungen der präoperativen Planungsbilder eine Positionierung des Hüftgelenksdrehpunktes mit einer deutlichen Verlagerung nach lateral und kranial bezüglich des „optimierten“ Drehpunktes nach Pagnano et al. ³⁷.

Im Durchschnitt lag die Abweichung der präoperativen Drehpunkte um 1,67 cm nach lateral und um 1,13 cm nach kranial verlagert. Die präoperative und postoperative Situation wird im folgenden tabellarisch und grafisch dargestellt (Tab.15 und 16, Abb.35 und 36).

	N	Mittelwert	Minimum	Maximum	Spannweite	Standard- abweichung
lateral	69	1,668	,0	4,3	4,3	,9436
kranial	69	1,129	-,7	4,3	5,0	,9546

Tab.15: Position Hüftgelenksdrehpunkt präoperativ, Abweichung vom approximativem Drehzentrum in cm.

Grafisch umgesetzt stellt sich für die präoperativen Drehpunkte eine, bezüglich des approximativen Drehzentrums im Nullpunkt des Koordinatensystems, nach kranial und lateral verlagerte Punktwolke dar.

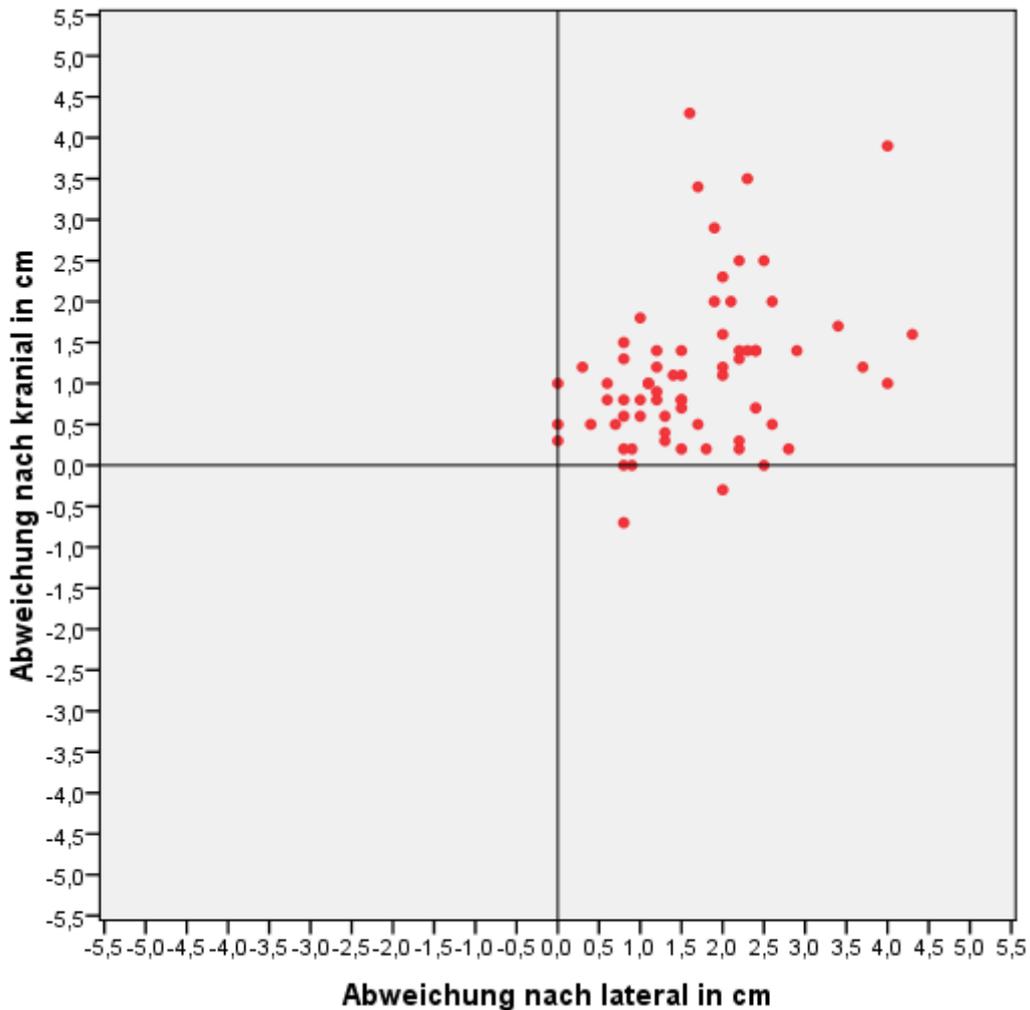


Abb.35: Grafische Darstellung der Abweichung der präoperativ gemessenen Hüftgelenksdrehpunkte bezüglich des im Pagnano-Verfahren bestimmten approximativen Drehzentrums in cm.

Im Vergleich zu den präoperativ gemessenen Werten, liegen die Koordinaten der postoperativ bestimmten Hüftgelenksdrehpunkte deutlich näher um den angenommenen approximativen Drehpunkt. Im Durchschnitt lag die Abweichung der postoperativen Drehpunkte nur um 0,036 cm nach lateral und um 0,022 cm nach kranial verlagert.

Abweichung Hüftgelenksdrehpunkt postoperativ

	N	Mittelwert	Minimum	Maximum	Spannweite	Standard-abweichung
lateral	67	,036	-1,1	1,1	2,2	,5107
kranial	67	,022	-2,1	1,8	3,9	,6426

Tab.16: Position Hüftgelenksdrehpunkt postoperativ, Abweichung vom approximativem Drehzentrum in cm.

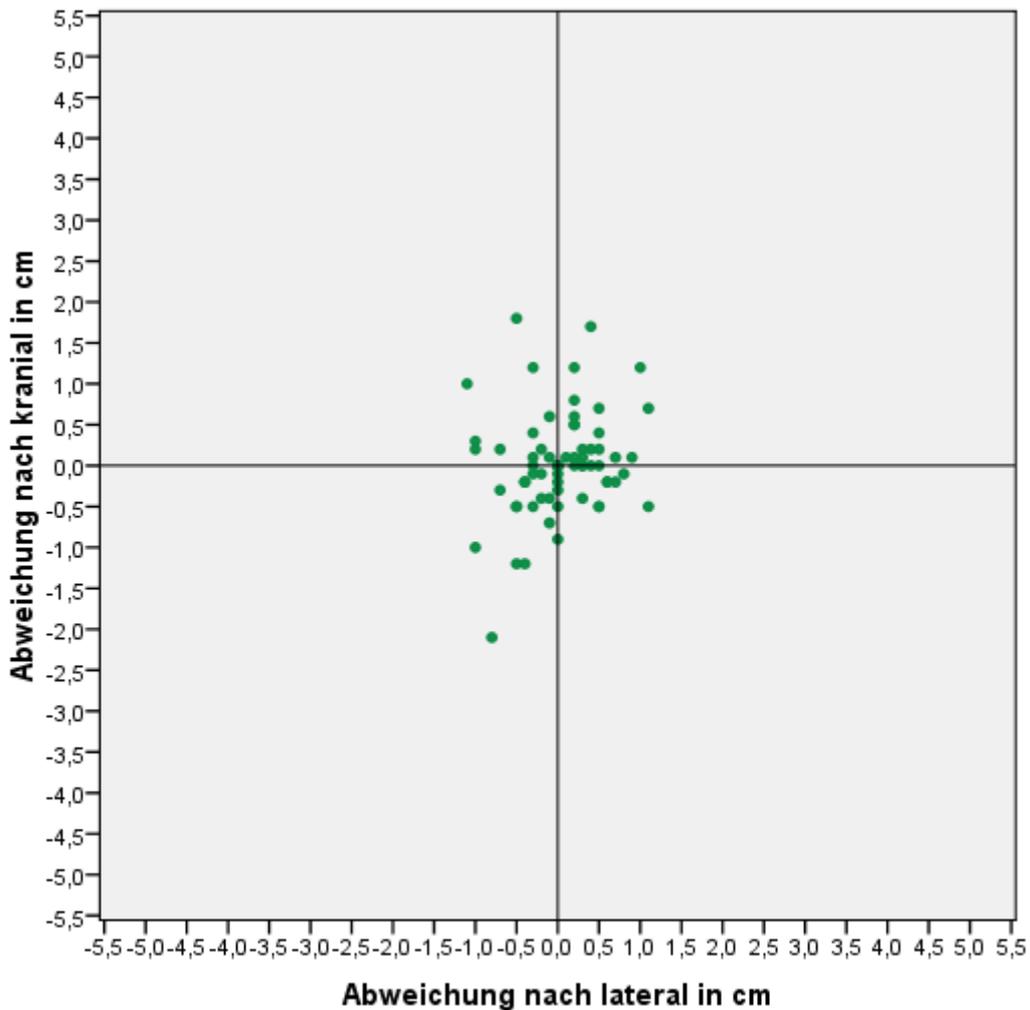


Abb.36: Grafische Darstellung der Abweichung der postoperativ gemessenen Hüftgelenksdrehpunkte.

Es zeigt sich, dass die Anwendung einer Pfannendachplastik zu einer deutlich besseren Positionierung des Hüftgelenksdrehpunktes in die gewünschte Region führte.

Das Mittel der postoperativen Drehpunkte liegt deutlich weiter caudal und medial wie sich in der folgenden gemeinsamen grafischen Darstellung der prä- und postoperativen Werte zeigt (Abb.37).

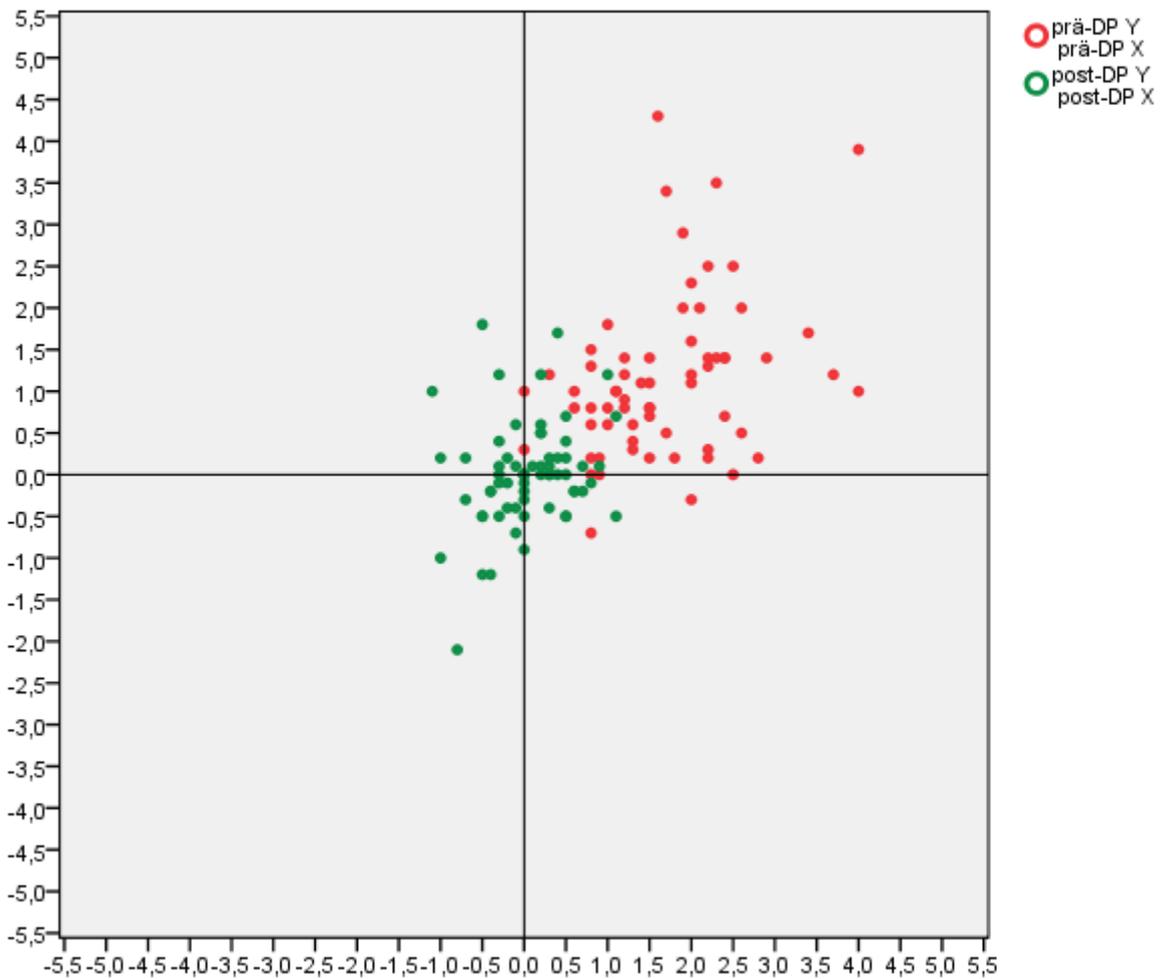


Abb.37: Gemeinsame grafische Darstellung der Drehpunkte präoperativ und postoperativ.

Es ist deutlich zu erkennen, dass sich die „Wolke“ der Drehpunkte von präoperativ lateral kranial, postoperativ in Richtung zum O-Punkt, dem approximativen Drehpunkt verlagert hat.

4.3.2 Position Trochanter major

Auch die Position des Trochanter major wurde prä- und postoperativ vermessen. Bei einer physiologischen Hüftsituation liegt die Trochanterspitze bezüglich der kranial-caudal-Ausrichtung (y-Achse) auf Höhe des Hüftgelenkdrehpunktes, also im Bereich der 0-Linie der Ordinatenachse. Bei Auswertung der präoperativen Röntgenbilder von Hüftgelenken mit einer Dysplasiecoxarthrose war zu erwarten,

dass hier durchaus Abweichungen zu finden sind. Die Kopf-Pfannen- und damit auch Drehpunktverlagerung nach lateral und kranial führt in der Theorie auch zu einer gleichsinnigen Positionsveränderung des Trochanter major. Da die Dysplasiecoxarthrose jedoch häufig mit pathologisch veränderter Schenkelhalsausrichtung einhergeht, zudem arthrotische Deformierungen des coxalen Femurendes vorliegen, ist damit zu rechnen, dass ein eher variantenreiches Bild an Trochanter-major-Koordinaten zu finden sein wird. Die folgende Grafik der präoperativen Koordinaten bestätigt diese Vermutung (Abb.38).

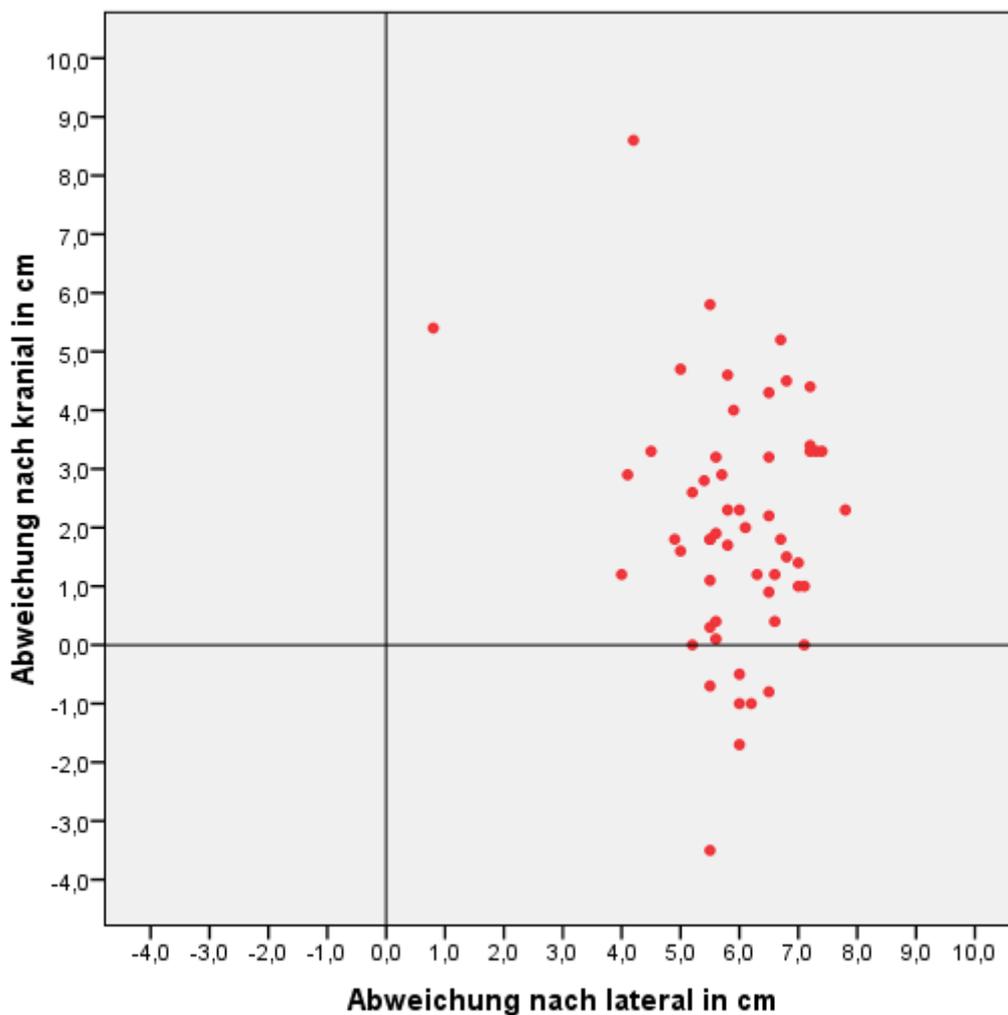


Abb.38: Lagekoordinaten des Trochanter major präoperativ.

	N	Mittelwert	Minimum	Maximum	Spannweite	Standard-abweichung
lateral	55	5,924	,8	7,8	7,0	1,1162
kranial	55	2,031	-3,5	8,6	12,1	2,1062

Tab.17: präoperative Position des Trochanter major in Beziehung zum approximativem Drehzentrum.

Präoperativ lagen die Koordinaten der Trochanterspitzen bezüglich des approximativen Drehzentrums im Mittel 5,9 cm auf der Abszissenachse nach lateral und 2,0 cm auf der Ordinatenachse nach kranial verlagert (Tab.17). Die Kranialverlagerung bedeutet einen entsprechenden Trochanterhochstand. Die grafische Darstellung in der Abb.33 zeigt die erwartete große Varianz insbesondere in der vertikalen Positionierung.

Ein deutlich homogeneres Verteilungsbild ergibt die bildliche Darstellung der Koordinaten des trochanter major postoperativ in Abb.39.

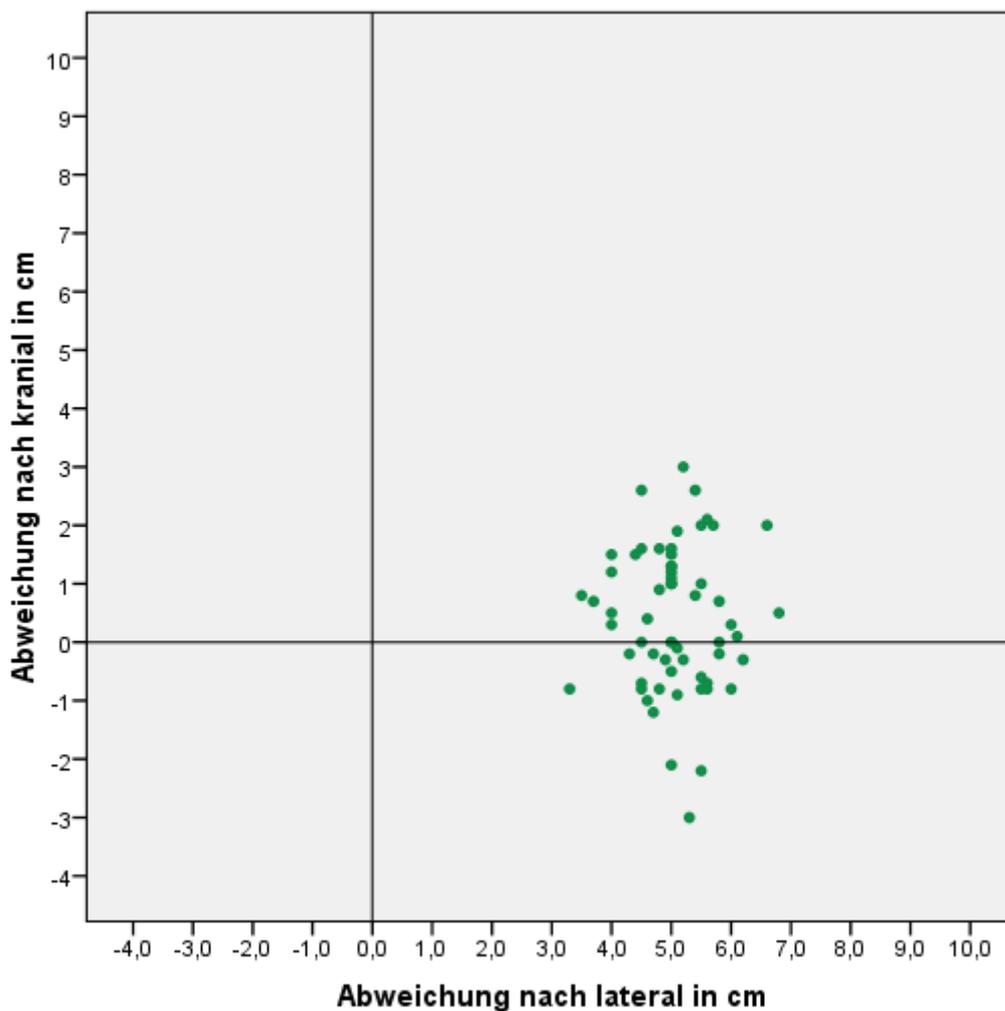


Abb.39. Lagekoordinaten des Trochanter major postoperativ.

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung	Varianz
post-MA X	60	3,3	6,8	5,042	,7031	,494
post-MA Y	60	-3	3	,39	1,233	1,519

Tab.18: Postoperative Position des Trochanter major in Beziehung zum approximativem Drehzentrum.

Die deskriptive statistische Auswertung deckt sich mit dem Aspekt der grafischen Darstellung. Während sich der seitliche Abstand der Trochanter Spitze zum approximativen Drehzentrum postoperativ nur gering verringert hat, ist in der vertikalen Ausrichtung eine deutliche Annäherung auf die Höhe des Hüftgelenkdrehpunktes eingetreten. Die gemittelten Lagekoordinaten der Trochanter Spitze postoperativ ergeben eine Lateralstellung zum Drehpunkt um 5 cm in der Horizontalebene, in der Vertikalausrichtung liegt die gemittelte Position nur 4 mm oberhalb der Drehpunktebene (Tab.18).

In der gemeinsamen Darstellung des prä- und postoperativen Befundes ergibt sich folgendes Bild (Abb.40):

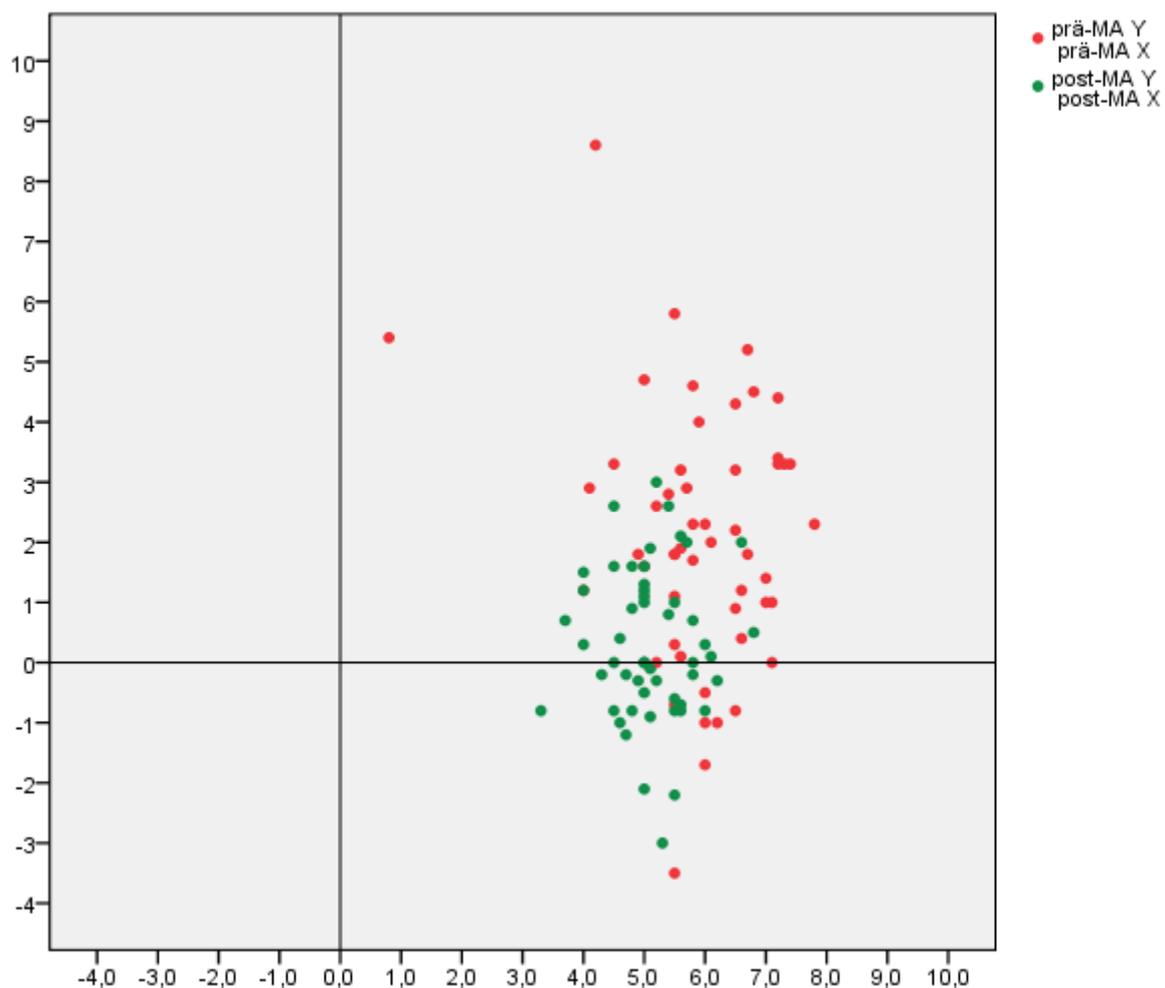


Abb.40: Gemeinsame Darstellung der prä- und postoperativen Positionen des Trochanter major.

Die postoperative Positionierung des Trochanter major ist nicht nur von der Lageveränderung des Hüftdrehpunktes abhängig, sondern auch von der Stellung der Femerschaftprothese. Einschlagtiefe und Varus-Valgus-Stellung der Stielprothese

bestimmen die postoperative Offset-Situation des Gelenkes, ferner die Kopf-Hals-Länge des Implantates.

Auch bezüglich der Beinlänge sind durch die Lageveränderung der Koordinaten des Trochanter major Aussagen möglich.

Aus der gemeinsamen Darstellung der prä- und postoperativen Koordinaten der Position des Trochanter majors ist ersichtlich, dass sich die Position des Trochanter major im Mittel um ca. 1 cm nach medial verlagert hat, ferner um etwa 1,7 cm nach distal (Abb.40). Die Distalverlagerung entspricht einer durchschnittlichen Beinverlängerung um diesen Betrag. Die Gesamtheit der Beinverlängerung präoperativ zu postoperativ setzt sich jedoch aus der Summe des Längengewinns durch die Pfannenpositionierung und die Stielimplantation zusammen.

4.3.3 Auswirkungen auf die Beinlänge

Sowohl die Implantation der Pfannenkomponente über eine Pfannendachplastik, als auch die Stielimplantation mit entsprechenden Veränderungen auf das coxale Femurende haben Auswirkungen auf die Beinlänge der Extremität (Tab.19).

Der pfannendachverbessernde Eingriff mit einer Optimierung des Drehzentrums führt über eine Caudalisierung zu einer durchschnittlichen Beinverlängerung um 1,1 cm.

	N	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standard-abweichung
Beinlängengewinn am Hüftdrehzentrum	71	1,076	-1,5	4,1	,9561
Beinlängengewinn am Trochanter major	60	1,422	-2,0	5,6	1,6601

Tab.19: Veränderung der Beinlänge in cm.

Die Stielimplantation führt über ihre Positionsveränderung in Beziehung zur Nullposition des Koordinatensystems, also dem gewünschten Drehzentrum, ebenfalls zu einer Veränderung der Hüftgelenksgeometrie mit Auswirkungen auf die Beinlänge. Die Position des Trochanter major bezüglich der Y-Achse veränderte sich im Mittel um 1,4 cm. Das entspricht der realen Änderung der Beinlänge.

4.3.4 Pfannenpositionierung

Die Pfannenanteversion wurde über die am Röntgenbild ausgemessenen Längs- und Querdurchmesser errechnet. Der Anteversionswinkel lässt sich über die Formel

$$\text{Anteversion} = \arcsin (\text{Pfannenlängs-/Pfannenquerdurchmesser})$$

berechnen. Hierbei ergab sich eine durchschnittliche Pfannenanteversion von 14,0 ° (STABW 6,3°) mit einem Wertebereich von 2,9° bis 28,2° (Tab.20).

Die durchschnittliche Pfannenneigung in der Sagittalebene, die Inklination der Pfanne betrug 46,5° (STABW 5,4°).

	N	Mittelwert	Minimum	Maximum	Spannweite	Standard-abweichung
Anteversion in Grad	55	14,075	2,9	28,2	25,3	6,2553
Inklination in Grad	55	46,55	40	65	25	5,357

Tab.20: Postoperative Pfannenausrichtung.

Die Einzelanalyse der Inklinationswinkel zeigt, dass 90,9%, also 50 von 55 vermessenen Pfannen im sicheren Winkelbereich bis 55° Inklination liegen. In einem Fall erfolgte die Implantation in einem Winkel von 65° (Abb.41).

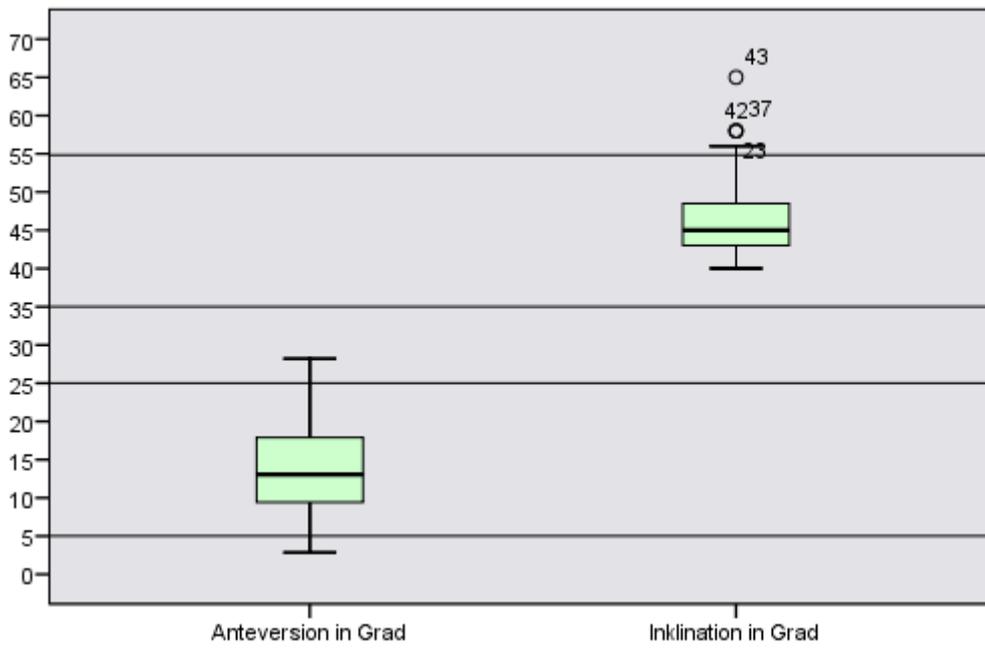


Abb.41: Boxplotdarstellung der postoperativen Pfannenausrichtung, Anteversion und Inklination.

4.4 Gruppenbildungen

Im folgenden sollen zur differenzierteren Betrachtung und Interpretation der Ergebnisse unterschiedliche Gruppen gebildet werden. Es erfolgt eine Unterteilung nach den verschiedenen Operationstechniken, Crowe-Stadium, Altersgruppen und Geschlecht.

4.4.1 Unterteilung nach Operationstechnik

Hierzu wurden die Auswirkungen der Operationstechnik auf die Ergebnisse analysiert. Die beiden Operationstechniken, der kastenförmigen und der preßfit implantierten Späne werden gegenübergestellt.

4.4.1.1 Auswirkung der Operationstechnik auf die Drehpunktreakonstruktion

Zunächst werden die Veränderung der Koordinaten des Hüftgelenksdrehzentrums bei Anwendung der Pfannendachplastik mittels kastenförmiger Spanplastik mit den Veränderungen bei Anwendung einer konischen Kopfplastik verglichen (Tab.21, Tab.22).

	N	Mittelwert	Maximum	Minimum	Standard- abweichung
prä-OP X-Achse	47	1,594	4,0	,0	,9375
prä-OP Y-Achse	47	1,336	4,3	-,3	1,0016
post-OP X-Achse	46	,004	1,1	-1,1	,5661
post-OP Y-Achse	46	,098	1,8	-1,2	,6621

Tab.21: Veränderung des Drehzentrums bei der kastenförmigen Pfannendachplastik.

	N	Mittelwert	Maximum	Minimum	Standard- abweichung
prä-OP X-Achse	22	1,827	4,3	,4	,9588
prä-OP Y-Achse	22	,686	2,0	-,7	,6721
post-OP X-Achse	21	,105	,7	-,8	,3640
post-OP Y-Achse	21	-,143	,8	-2,1	,5784

Tab.22: Veränderung des Drehzentrums bei der konischen Pfannendachplastik..

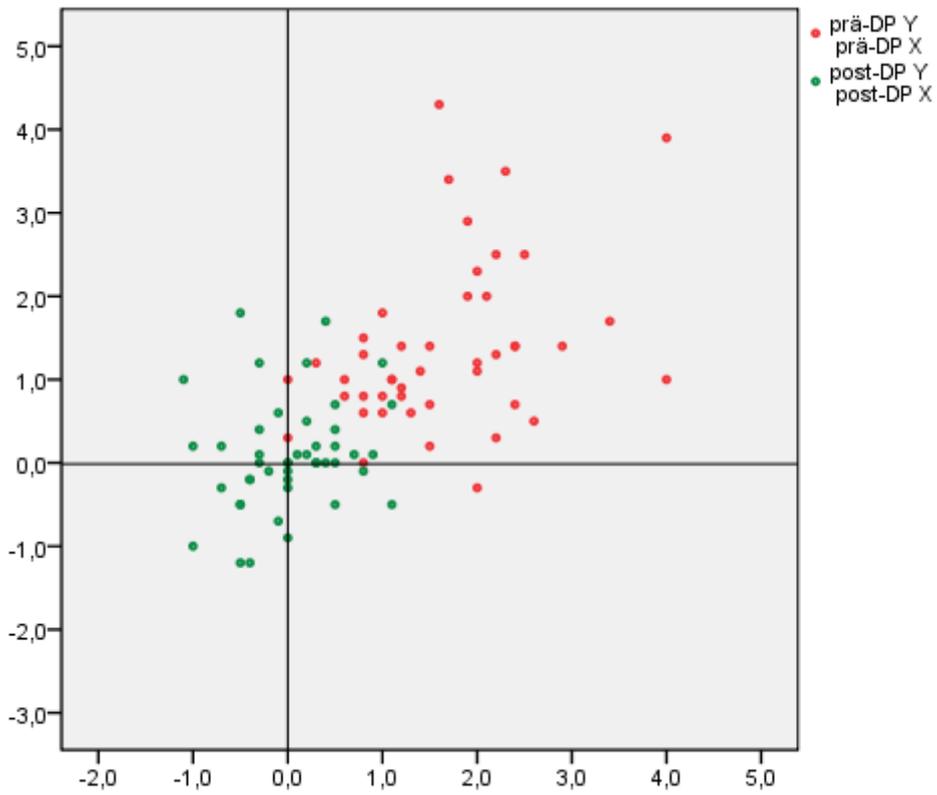


Abb.42: Darstellung Drehpunkte prä- und post-OP bei der OP-Technik mit kastenförmiger Pfannendachplastik.

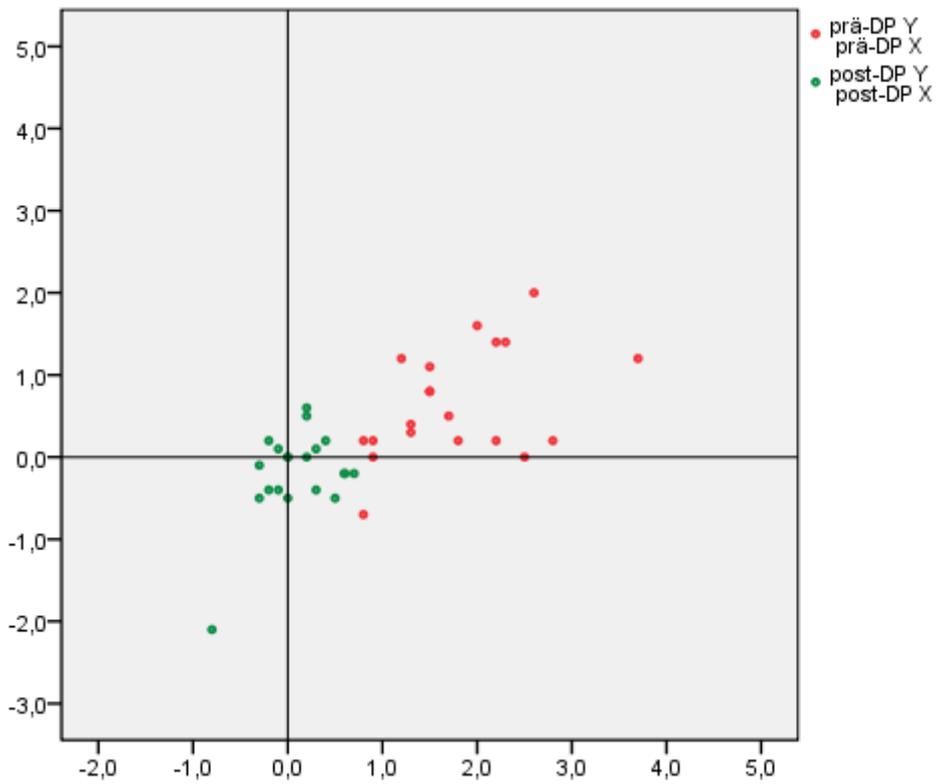


Abb.43: Darstellung Drehpunkte prä- und post-OP bei der OP-Technik mit konischer Kopfspanplastik.

In der grafischen Darstellung (Abb.42, Abb.43) ergibt sich ein vergleichbares Bild bezüglich der prä- und postoperativen Drehpunktverlagerung. Von einem einzelnen Ausreißer mit vermehrter Medialisierung und Kaudalisierung abgesehen, liegen die Drehpunkte in der Gruppe der konischen Kopfspantechnik tendenziell näher um den idealisierten Drehpunkt positioniert. Dieser Eindruck spiegelt sich auch im etwas geringeren Wert der Standardabweichung wieder. Bei statistischer Überprüfung der Homogenität mit dem Mann-Whitney-Test ergibt sich, dass bezüglich der postoperativen Drehpunktpositionierung (p=0,401 für die X-Koordinate, p=0,214 für die Y-Koordinate) kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden verschiedenen OP-Techniken festzustellen ist (Tab.23).

	prä-DP X	prä-DP Y	post-DP X	post-DP Y
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,353	,009	,401	,214

Tab.23: Signifikanzberechnungen, Gruppenvariable: OP-Technik.

4.4.1.2 Auswirkung der Operationstechnik auf den Harris-Hip-Score

Die Betrachtung der Auswirkung der Operationstechnik auf das prä- und postoperative funktionelle Ergebnis ergibt sich zunächst ein Vorteil bezüglich des Harris Hip Score zugunsten der konischen Pfannendachplastik (Tab.24).

Harris Hip Score kastenförmige Plastik	N	Mittelwert	Maximum	Minimum	Standardabweichung
präoperativ	45	34,33	51	4	9,929
postoperativ	26	78,65	100	35	16,852

Harris Hip Score konische Plastik	N	Mittelwert	Maximum	Minimum	Standardabweichung
präoperativ	18	36,94	58	16	9,471
postoperativ	12	87,67	97	66	9,633

Tab.24. Vergleich Harris Hip Score, kastenförmige/konische Spanplastik.

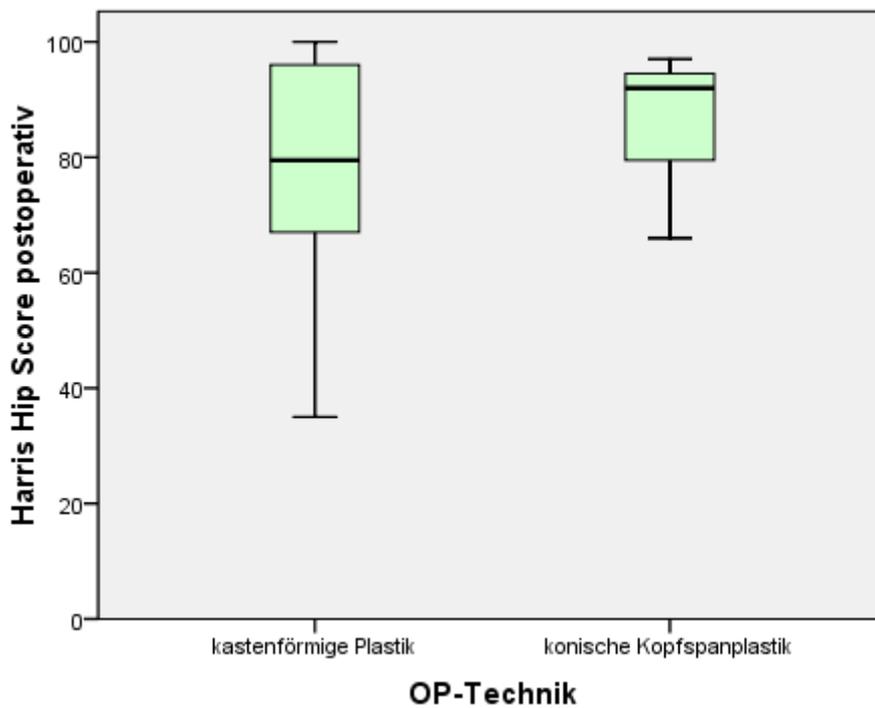


Abb.44: Boxplotdarstellung, Vergleich Harris Hip Score postoperativ, kastenförmige/konische Spanplastik.

In der Gruppe der konischen Kopfspanplastik wurde im Mittel ein postoperativer Score-Wert von fast 88 Punkten erreicht, mit der kastenförmigen Spanplastik nur ein Wert von 79 Punkten (Abb.44). Bei der statistisch rechnerischen Auswertung dieser Werte mit dem Wilcoxon-U-Test zeigt sich jedoch kein signifikanter Unterschied ($p=0,208$).

4.4.1.3 Auswirkungen der Operationstechnik auf die Standzeit

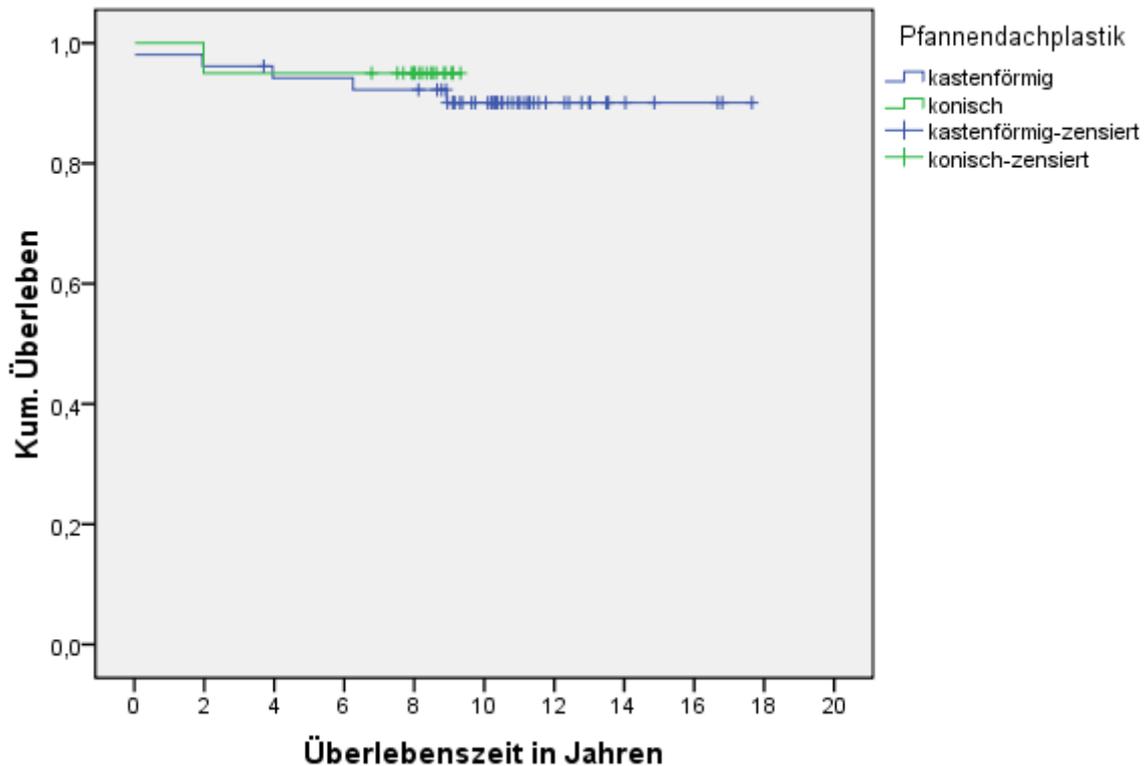


Abb.45: Kaplan-Meier-Überlebensfunktion. Vergleich der OP-Techniken.

Die grafische Darstellung der Lauf- und Überlebenszeiten in der Kaplan-Meier-Kurve (Abb.45) macht anschaulich, dass die Ausfallraten der Hüftpfannen in den verschiedenen Operationstechniken vergleichbar war. Bei Anwendung des Log-Rank-Tests ($p=0,635$) zeigt sich, dass rechnerisch kein signifikanter Unterschied in den beiden Gruppen bezüglich der Überlebenszeit vorliegt.

4.4.2 Unterteilung nach Crowe-Stadium

Zur Vereinfachung der statistischen Auswertbarkeit werden die Dysplasiestadien Crowe I und II zu einer gemeinsamen Gruppe Crowe A, sowie die Stadien Crowe III und IV zur Gruppe Crowe B zusammengefasst. Für diese beiden Gruppen sollen die Auswirkungen der Operation auf die Drehpunktreakonstruktion, die Beinlänge, die Pfannenpositionierung und den Harris Hip Score untersucht werden (Tab.25, Tab.26).

	N	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standardabweichung
Drehpunkt prä-OP (X-Wert)	54	1,430	,0	4,0	,8023
Drehpunkt prä-OP (Y-Wert)	54	,774	-,7	2,3	,5677
Drehpunkt post-OP (X-Wert)	51	,045	-1,1	1,1	,5296
Drehpunkt post-OP (Y-Wert)	51	-,120	-2,1	1,8	,5625
Veränderung der Beinlänge in cm	44	2,193	-1,6	6,2	1,7561
Pfannen-Anteversion in Grad	39	14,586	2,9	27,2	6,1903
Pfannen-Inklination in Grad	39	47,33	40	65	5,864
Hip Score präoperativ	43	37,21	4	58	9,556
Hip Score postoperativ	27	81,93	35	100	15,983

Tab.25: Basisstatistik Crowe I und II: Crowe A.

	N	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standardabweichung
Drehpunkt prä-OP (X-Wert)	14	2,636	1,6	4,3	,8688
Drehpunkt prä-OP (Y-Wert)	11	6,218	4,2	7,2	,9009
Drehpunkt post-OP (X-Wert)	13	,092	-,4	1,0	,4010
Drehpunkt post-OP (Y-Wert)	13	,500	-1,2	1,7	,7506
Veränderung der Beinlänge in cm	13	4,477	-,2	9,4	2,6948
Pfannen-Anteversion in Grad	13	13,039	4,0	28,2	6,8036
Pfannen-Inklination in Grad	13	44,15	40	52	3,211
Hip Score präoperativ	10	27,60	16	46	10,426
Hip Score postoperativ	6	80,83	55	96	14,247

Tab.26: Basisstatistik Crowe III und IV: Crowe B.

Drehzentrum post-OP (X-Wert)	Drehzentrum post-OP (Y-Wert)	Beinlängen- gewinn	Pfannen- anteversion	Pfannen- inklination
,947	,001	,003	,310	,067

Hip Score präoperativ	Hip Score postoperativ
,009	,779

Tab.27: Signifikanzberechnungen, Vergleich Crowe A und B.

Bezüglich der Kaudalisierung der Pfanne, dargestellt über die postoperative Y-Koordinate des Drehzentrums ($p=0,001$), und bezüglich des Beinlängengewinns ($p=0,003$) besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen im postoperativen Befund. Der Harris Hip Score war präoperativ in der Crowe-Gruppe B (III und IV) signifikant niedriger als in der Gruppe A (I und II) ($p=0,011$). Postoperativ ist statistisch kein signifikanter Unterschied festzustellen ($p=0,779$) (Tab.27).

Die grafische Darstellung der Überlebenszeiten ergibt folgendes Bild (Abb.46):

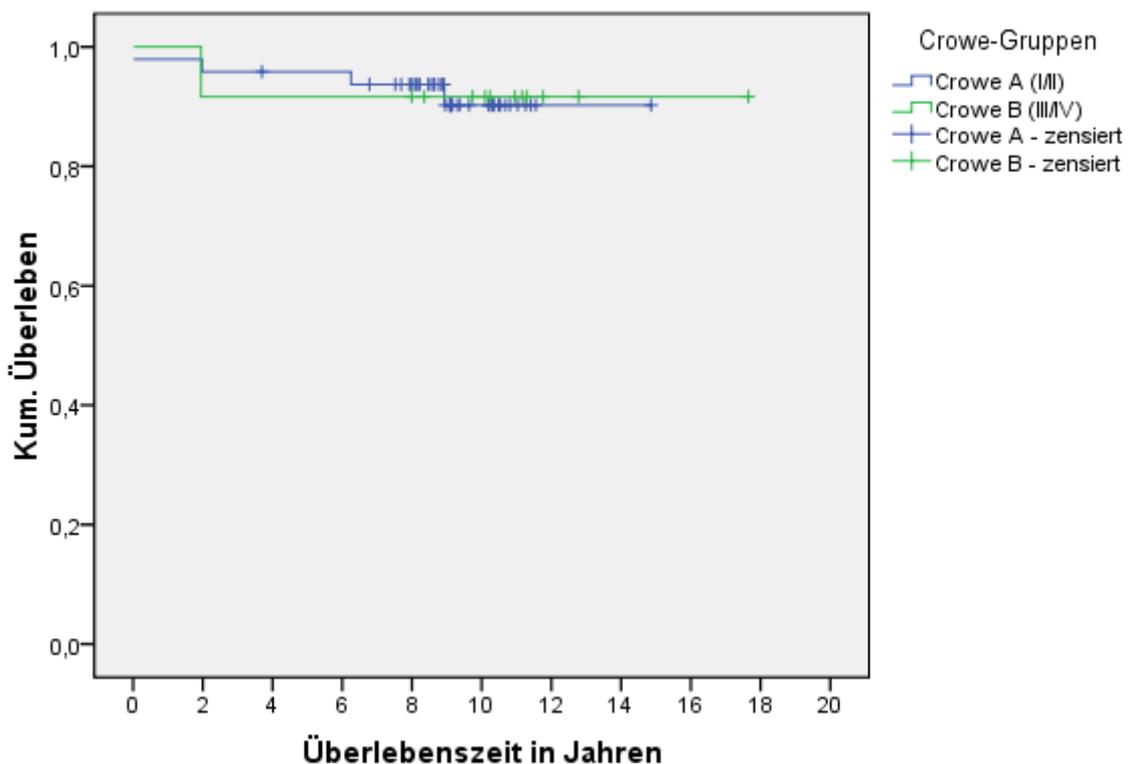


Abb.46. Kaplan-Meier-Überlebenskurve, Crowe A (I/II), Crowe B (III/IV).

Zwischen den Kaplan-Meier-Überlebenskurven der beiden Gruppen besteht kein signifikanter Unterschied ($p=0,965$).

4.4.3 Unterteilung in Altersgruppen

Zur Beurteilung der Ergebnisse (Drehpunkt, Beinlänge, Pfannenausrichtung und Hip Score) in Abhängigkeit vom Patientenalter wurde eine Einteilung in 2 Gruppen durchgeführt. In der ersten Gruppe befinden sich die Patienten mit einem Alter unter 55 Jahren, die andere Gruppe beinhaltet die Patienten mit einem Alter ab 55 Jahren und älter (Tab.28, Tab.29).

	N	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standard-abweichung
Drehpunkt prä-OP (X-Wert)	35	1,729	,0	4,3	,9445
Drehpunkt prä-OP (Y-Wert)	35	1,117	-,7	3,9	1,0133
Drehpunkt post-OP (X-Wert)	35	,066	-1,0	1,1	,5520
Drehpunkt post-OP (Y-Wert)	35	,094	-1,2	1,8	,6403
Veränd. der Beinlänge in cm	34	2,432	-2,3	7,2	1,8766
Anteversio in Grad	31	13,606	4,0	28,2	6,2592
Pfanneninklinatio in Grad	31	46,35	40	65	5,695
Hip Score präoperativ	31	36,74	23	51	7,113
Hip Score postoperativ	21	84,67	58	100	11,993

Tab.28: Patienten mit einem OP-Alter unter 55 Jahren.

	N	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standard-abweichung
Drehpunkt prä-OP (X-Wert)	34	1,606	,0	4,0	,9528
Drehpunkt prä-OP (Y-Wert)	34	1,141	,0	4,3	,9052
Drehpunkt post-OP (X-Wert)	32	,003	-1,1	,8	,4680
Drehpunkt post-OP (Y-Wert)	32	-,056	-2,1	1,2	,6460
Veränd. der Beinlänge in cm	26	2,815	-1,6	9,4	2,7096
Anteversio in Grad	24	14,682	2,9	26,2	6,3313
Pfanneninklinatio in Grad	24	46,79	40	58	4,995
Hip Score präoperativ	32	33,47	4	58	11,728
Hip Score postoperativ	17	77,59	35	100	18,439

Tab.29: Patienten mit einem OP-Alter ab 55 Jahren.

post-DP X	post-DP Y	BL insgesamt	Anteversioin in Grad	Inklination	hipscoreprae	hipscorepost
,748	,378	,586	,524	,540	,292	,297

Tab.30:Signifikanzberechnungen Altersgruppen: <55 Jahre, >55 Jahre.

Bei der statistisch vergleichenden Untersuchung der beiden Altersgruppen lassen sich keine signifikanten Unterschiede feststellen (Tab.30).

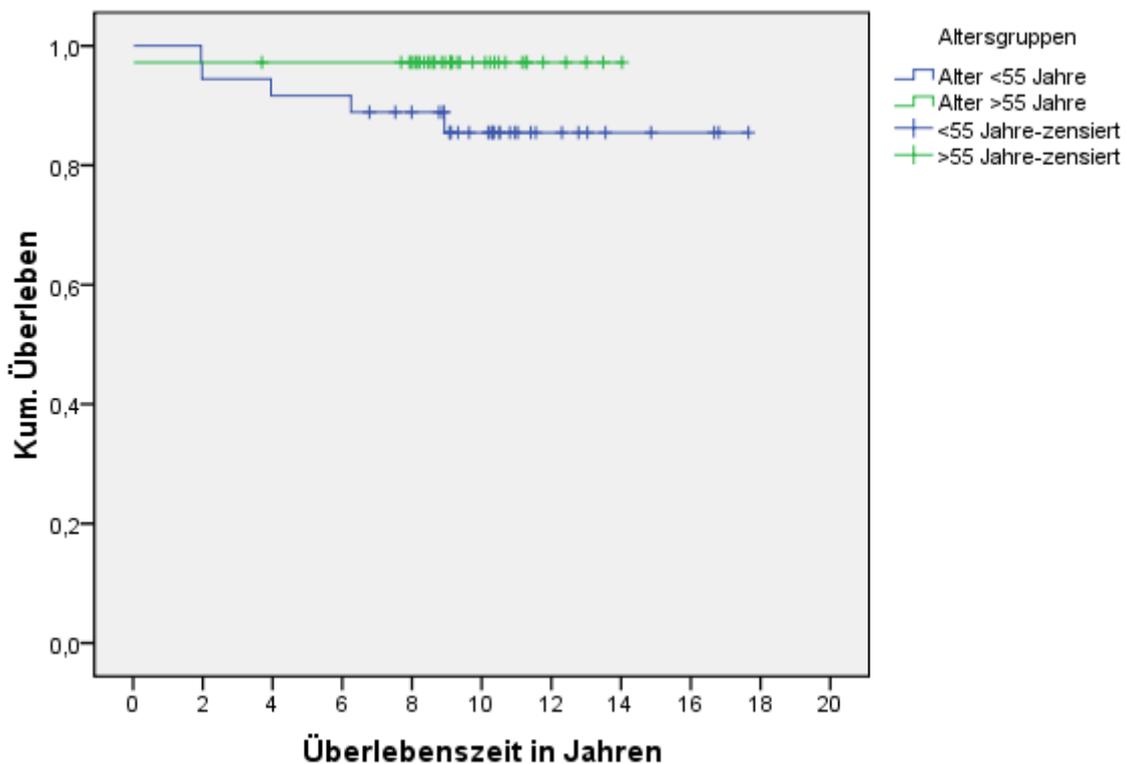


Abb.47: Kaplan-Meier-Überlebenskurve, Unterscheidung in Altersgruppen.

Die grafische Darstellung der Überlebenskurve zeigt Vorteile zu Gunsten der älteren Patientengruppe (Abb.47). Der Log-Rank-Test zeigt jedoch keine signifikanten Unterschied (p=0,112).

4.4.4 Unterteilung nach Geschlecht

Bei der nach Geschlecht differenzierten Betrachtung der Überlebenskurve zeigt sich, dass im gesamten Beobachtungszeitraum bei keinem männlichen Patienten ein Revisionseingriff durchgeführt wurde (Abb.48).

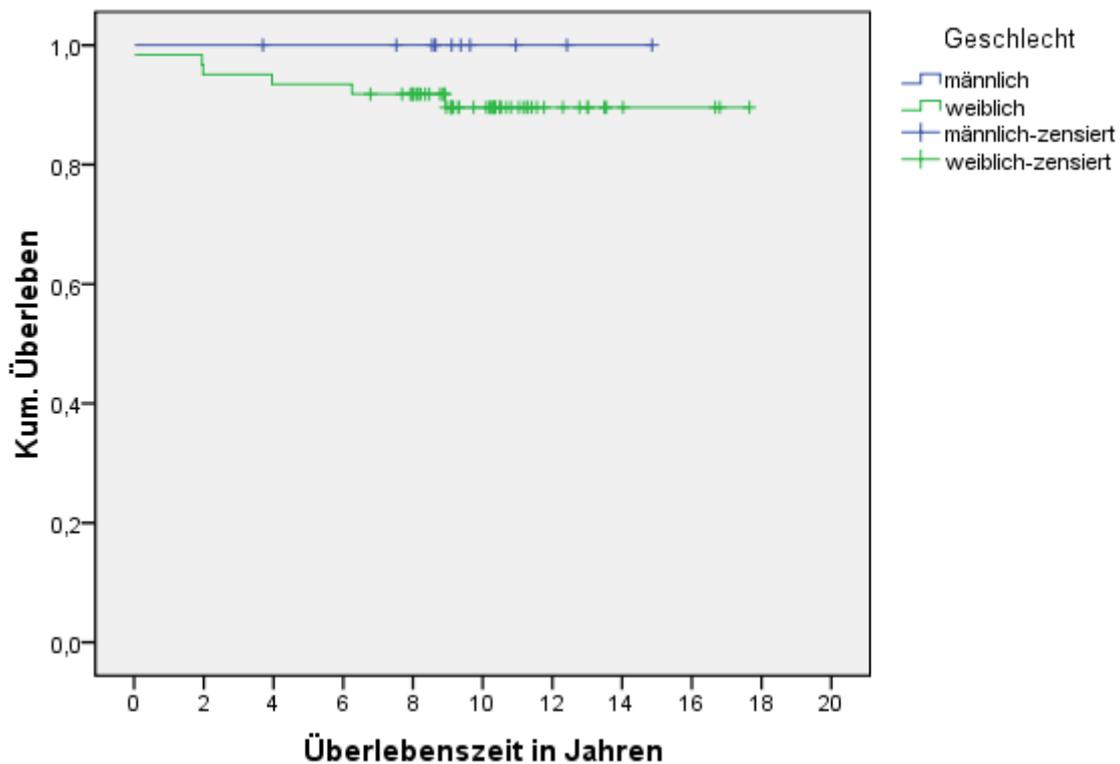


Abb.48: Kaplan-Meier-Kurve mit Unterscheidung nach Geschlecht.

Aufgrund der sehr unterschiedlichen Fallzahl (10 männliche Patienten, 61 weibliche Patienten) hat diese Betrachtung nur einen eingeschränkten Informationsgehalt. Der Log-Rank-Test ($p=0,307$) bestätigt, dass kein signifikanter Unterschied vorliegt.

5 Diskussion

Ziel der vorliegenden Arbeit war eine Untersuchung der mittel- und langfristigen Ergebnisse nach endoprothetischer Versorgung von Dysplasiecoxarthrosen mit Schraubpfannen unter Anwendung einer Pfannendachplastik. Über kurzfristige Ergebnisse einer kleineren Patientengruppe derselben Abteilung berichteten bereits Weingärtner, Fitz, Horn und Gördes (2000) ⁴⁵. Jetzt sollte untersucht werden, inwieweit es gelang den approximativen Hüftgelenkdrehpunkt zu rekonstruieren und Auswirkungen der Pfannendachrekonstruktion auf die Position des Drehpunktes, das coxale Femurende, die Beinlänge und Funktion festzustellen.

Seit der Etablierung der endoprothetischen Versorgung des arthrotischen Hüftgelenks sehen sich die Chirurgen mit den speziellen Problemen der Dysplasiecoxarthrose konfrontiert. Die mangelhafte Ausreifung der Dysplasiepfanne, die im Verlauf entstehenden zusätzlichen arthrotischen Defekte und die daraus resultierende Pfannenverformung- und Hüftkopfverlagerung erschweren die Implantation erheblich ^{37, 1}. Nach dem Grad der Dezentrierung teilen Crowe et al. ⁸ die Dysplasiecoxarthrose in 4 Stadien ein. Mit dem Grad der Subluxation oder gar Luxation des Hüftkopfes gestaltet sich die Befestigung des Pfannenimplantates zunehmend schwieriger. Neben der Problematik der eingeschränkten stabilen Befestigungsmöglichkeiten für das Pfannenimplantat, stellt sich für den Operateur auch die Frage nach der optimalen Positionierung der Acetabulumkomponente.

Aufgrund der Defektsituation im Pfannenbereich bieten sich verschiedene Lösungsvarianten an: eine Implantation im nach kranial verlagerten Pfannenbereich; die Verwendung eines Spezialimplantates, welches beispielsweise die ovaläre Formgebung mit einem unterschiedlichen Längs- und Querdurchmesser berücksichtigt; oder eine Rekonstruktion des anatomischen Drehzentrums über eine kraniale Defektfüllung durch Zement oder ein solides Knochentransplantat.

Harris beschreibt bereits 1977 ein operatives Verfahren zur Verbesserung des Pfannenimplantatlagers über eine Verschraubung des Hüftkopfes ¹⁷. Charnley und

Coventry hatten einige Jahre zuvor noch empfohlen schwere Dysplasien und Luxationen nicht mit einer Endoprothese zu versorgen^{5,7}.

In der Literatur zeigen Hüfttotalendoprothesenimplantationen mit Pfannendachplastik aufgrund einer Hüftdysplasie verkürzte Überlebensraten⁴¹. Bei zunächst verheißungsvollen Frühverläufen ergaben sich mittel- und langfristig, insbesondere bei zementierten Pfannen, häufig erhöhte Revisionsraten^{41, 13, 12}.

Einzelne Autoren, z.B. McQueary et al.³³ und Russotti et al.⁴⁰, können in ihren Arbeiten nicht feststellen, dass ein erhöhtes Drehzentrum über eine proximale Pfannenverankerung eine erhöhte Lockerungs- oder Revisionsrate ergibt.

Johnston et al.²⁵ hingegen beschrieben die biomechanisch ungünstigen Auswirkungen von Abweichungen des Hüftdrehzentrums auf die Standzeit der Pfannenschalen aufgrund erhöhter Hüftkräfte. Weitere Arbeiten bestätigen die negativen Auswirkungen insbesondere einer superolateralen Pfannenpositionierung^{44, 9, 10, 48}.

Abweichungen des Drehzentrums vom approximativen Drehpunkt führen zu unphysiologischer Krafteinleitung und Veränderungen der resultierenden Hüftkräfte^{29, 4}. Diese negativen Einflüsse haben direkte Auswirkungen auf den stabilen Implantatsitz, den Verschleiß der Gleitpaarungen und letztlich auf die Standzeit der Endoprothese. Ziel sollte es daher sein, die Pfannenprothese möglichst exakt an die Stelle der originalen bzw. physiologischen Hüftpfanne zu positionieren^{34, 22}. In der Region der physiologischen Hüftpfanne findet sich in der Regel auch das beste knöcherne Pfannenlager¹⁴. Ranawat et al.³⁹ und Pagnano et al.³⁷ beschreiben eine praktikable Technik zur Bestimmung des approximativen Drehzentrums auf einem ap-Röntgenbild des Beckens.

In der vorliegenden Arbeit wurden 84 operierte Hüftgelenke von 72 Patienten über einen durchschnittlichen Beobachtungszeitraum von fast 10 Jahren beobachtet. In allen Fällen kam die Technik zur Bestimmung des approximativen Drehzentrums nach Ranawat et al.³⁹ und Pagnano et al.³⁷ zur Anwendung. In 46 Fällen (54,8%) lag ein Dysplasiestadium Grad I°, in 12 Fällen (14,3%) Grad II°, in 6 Fällen (7,1%) Grad III° und in 4 Fällen Grad IV° nach Crowe vor. In den übrigen 16 Fällen (19%) konnte die Einstufung nach Crowe

nachträglich nicht mehr durchgeführt werden, da ein geeignetes präoperatives Röntgenbild nicht vorlag. Zur Verbesserung des Pfannendaches und der Pfannenposition kam eine solide Kopfspanplastik im Erkerbereich zum Einsatz. In 60 Fällen (71,4%) wurde ein eckiger Kastenspan am Erker verschraubt, in 24 Fällen (28,6%) erfolgte die Anwendung eines über die Schraubpfanne verklemmten konischen Kopfspanes. Bei allen Patienten kamen zementfreie Schraubpfannen zum Einsatz. 72 (85,7%) der durchgeführten Operationen erfolgte bei Frauen, 12 (14,3%) Operationen bei Männern.

Eine vergleichbare Verteilung bezüglich der Geschlechter findet sich auch bei Spangehl et al.⁴³ (83% Frauen, 17% Männer), dessen Patientengruppe im Mittel nur 39 Jahre alt war. Das Durchschnittsalter der Patienten unserer Gruppe lag bei 53,2 Jahren, ebenso bei Mackenzie et al.³¹ (Durchschnittsalter 53 Jahre). Bei Wu et al.⁴⁷ lag das Durchschnittsalter bei 50 Jahren, bei Shinar und Harris⁴¹ bei 45,2 Jahren. Es ist deutlich zu erkennen, dass sich die Patienten nicht im typischen Alter für das Auftreten einer degenerativen Hüftarthrose befinden, sondern noch deutlich jünger sind.

Die Funktion der operierten Hüftgelenke und das Befinden der Patienten wurde über den Harris-Hip-Punkte-Score erfasst¹⁸. Der durchschnittliche präoperative Score liegt bei 35,1 Punkten, dies entspricht dem Wert einer schweren Coxarthrose. Postoperativ zeigt sich ein im Durchschnitt auf 81,5 Punkte verbesserter Wert.

Unter Anwendung der Einteilung nach Marchetti et al.³² ergibt sich postoperativ in 58% der Fälle ein gutes bis sehr gutes Ergebnis, in 21% ein befriedigendes Ergebnis, in weiteren 21% ein unbefriedigendes Ergebnis.

Der durchschnittliche Wert von 81,5 Punkten liegt aufgrund der ungünstigen Ausgangslage erwartungsgemäß unter den Ergebnissen einer endoprothetisch versorgten primären Coxarthrose. Kutschera et al.²⁸ berichten über einen durchschnittlichen Hip Score von 87,5 Punkten nach Versorgung von Coxarthrosen mit einer zementfreien Zweymüller-Prothese. Gröbl et al.¹⁵ beschrieben einen

durchschnittlichen Hip Score von 85,4 Punkten nach 208 Hüftprothesenimplantationen.

Bei der Interpretation der Ergebnisse im Vergleich mit Coxarthrosepatienten darf nicht unberücksichtigt bleiben, dass die Dysplasie auch erhebliche Auswirkungen auf die das Hüftgelenk umgebende Weichteile hat. Eine viele Jahre bestehende Fehlpositionierung des dysplastischen Hüftgelenks geht mit zum Teil irreversiblen Veränderungen im Bereich der Muskulatur und des Sehnen-Kapselapparates einher. Alleine schon deshalb ist nicht damit zu rechnen, dass Patienten mit einer Dysplasiecoxarthrose postoperativ das Hip-Score-Niveau eines Patienten mit idiopathischer Arthrose erreichen.

Die vergleichbaren Arbeiten bei Dysplasiecoxarthrosen zeigen teils schlechtere, teils bessere Werte. Shinar und Harris⁴¹ beschreiben 1997 in ihrer Arbeit über den Einsatz von zementierten Pfannen in Kombination mit soliden autogenen oder allogenen Knochentransplantaten einen durchschnittlichen postoperativen Hip Score von nur 74 Punkten. In der Veröffentlichung von Wu et al.⁴⁷ wird bei einem Ausgangswert von 46 Punkten ein Anstieg des Hip Score auf 89 Punkte beschrieben, bei Morsi et al.³⁵ fand sich ein Anstieg von 45,1 auf 87,5 Punkte. Morscher³⁴ berichtet über durchschnittliche postoperative Score-Werte von 75 Punkten. In einer Arbeit von Russotti und Harris⁴⁰ werden bei zementierten Pfannen oberhalb des physiologischen Drehzentrums nach durchschnittlich 11 Jahren 88 Score-Punkte erreicht.

Spangehl et al.⁴³ beschreiben einen Anstieg des Harris Hip Scores von 51 Punkten präoperativ auf 91 Punkte postoperativ. Im Vergleich zum vorliegenden Ergebnis war also auch der präoperative Score-Wert mit 51 Punkten bereits deutlich höher als der Ausgangswert von 35,1 Punkten im eigenen Kollektiv.

72 Implantate konnten in die vollständige statistische Auswertung aufgenommen werden, 12 Patienten mit 12 operierten Hüftgelenken waren für die letzte Nachuntersuchung nicht mehr erreichbar. Von den bis zuletzt auswertbaren 72 Hüftgelenken wurde im Verlauf in 6 Fällen eine operative Revision durchgeführt. Eine Pfanne weist bei einer Standzeit von 10,7 Jahren eine Saumbildung auf, jedoch ohne eindeutige Zeichen einer Lockerung oder Migration. Die im Beobachtungszeitraum bereits revidierten 6 Hüftgelenke unserer Untersuchung hatten eine mittlere Standzeit von 3 Jahren. Im

kürzesten Fall ist die Pfanne bereits am 5. postoperativen Tag ausgebrochen, im längsten Fall lag die Standzeit bei 8,9 Jahren. 3 Patienten mit 4 Implantaten sind im Beobachtungszeitraum verstorben.

66 Gelenke wurden bis zuletzt nachweislich nicht revidiert. Ohne Berücksichtigung der unterschiedlichen Laufzeiten errechnet sich hieraus eine Überlebensrate von 91,7% bezogen auf die auswertbaren 72 Implantate über einen mittleren Beobachtungszeitraum von 9,3 Jahren.

Den in der Literatur beschriebenen Ergebnissen bei der Anwendung von Pfannendachplastiken liegen häufig völlig unterschiedliche Operationstechniken zu Grunde, auch die Implantatauswahl ist sehr variantenreich. Deshalb sind die Ergebnisse dieser Arbeiten nur eingeschränkt vergleichbar.

Spangehl et al.⁴³ berichten in ihrer Untersuchung unter Verwendung von verschraubten zementfreien Titan-Implantaten und einem soliden autologen Kopfspan über vergleichbare Ergebnisse. Bei 44 Patienten kam es in 4 Fällen zu einem Versagen, entsprechend einer Überlebensrate von 90,9%⁴³. Der Analyse liegt ein mittlerer Beobachtungszeitraum von 7,5 Jahren zu Grunde.

Ebenfalls vergleichbar ist die vorliegende Arbeit mit der Veröffentlichung von Hendrich et al.²². Hier wurden an 47 Patienten 56 Operationen durchgeführt. Die mit zementfreien sphärischen Pfannen und einer Pfannendachplastik versorgten Patienten wurden über 11 Jahre mit einer Implantat-Überlebensrate von 88,9% beobachtet. Nach diesem Zeitraum konnte jedoch bei 13 Pfannen eine zunehmende Migration festgestellt werden.

Mehrere Arbeiten mit zementfreiem Pfannenaufbau beschreiben zwar gute Ergebnisse, bieten aber nur geringe Fallzahlen oder noch relativ kurze Beobachtungszeiträume^{3, 35, 42, 6, 47}.

Eine der wenigen Langzeitnachuntersuchungen, in diesem Fall mit zementierten Implantaten, zeigt erheblich schlechtere Ergebnisse. Shinar und Harris⁴¹ berichten nach einer durchschnittlichen Beobachtungszeit von 16,5 Jahren über eine Revisionsrate von 36%, entsprechend einer Überlebensrate von nur 64%. Zudem

berichten die Autoren über Lockerungszeichen in 26% der Fälle. Im Anbetracht der langen Laufzeit ist jedoch zu vermuten, dass nicht einzig und allein operationstechnisch bedingte Versager vorliegen, vielmehr ist auch von einer gewissen Quote an aseptischen Implantatlockerungen auszugehen. Dazu machen die Autoren keine Angaben.

Auch in der Arbeit von Kobayashi et al.²⁷ wird über die Anwendung von soliden Knochenplastiken unter Verwendung von zementierten Polyethylen-Pfannen berichtet. An 30 Patienten wurden 37 operierte Hüftgelenke über durchschnittlich 19 Jahre beobachtet. Die Autoren berichten über hervorragende klinische Ergebnisse, bis zum letzten Nachuntersuchungszeitpunkt sei keine Revision erforderlich gewesen.

In einer Untersuchung von Attila et al.² werden 54 Patienten mit insgesamt 61 Hüftimplantationen vorgestellt. In 33 Fällen erfolgte eine zementfreie Pfannenverankerung, in 28 Fällen wurde zementiert. Ziel war es, die Pfanne am physiologischen Hüftzentrum zu verankern. Ab einem Überdachungsdefizit von 30% wurde ein mit Schrauben befestigter solider Span eingesetzt. Die Überlebensrate lag nach einer durchschnittlichen Laufzeit von 8,3 Jahren bei 93,4%. Signifikante Unterschiede bezüglich der Verwendung von zementierten oder zementfreien Pfannen konnten nicht festgestellt werden.

Relative gute Langzeitergebnisse präsentieren Klapach et al.²⁶ in einer 20-Jahres-Beobachtung von 66 zementierten Hüftgelenken an 53 Patienten ohne Verwendung einer Knochenplastik. Hier wurden kranio-laterale Defekte zur Rekonstruktion des anatomischen Hüftzentrums mit Knochenzement gefüllt. Die Überlebensrate bezüglich einer operativen Revision lag bei 86%.

Die Messungen der prä- und postoperativen Drehpunkte belegen, dass es über die angewandten Techniken des Pfannenaufbaus im Prinzip sehr gut gelingt den Drehpunkt in die Region des gewünschten approximativen Hüftgelenkzentrums zu verlagern. Die Messwerte der Drehzentren in den präoperativen Röntgenaufnahmen sind durchwegs in der zu erwartenden Abweichung vom „physiologischen“ Hüftgelenkzentrum in einer lateralisierten und kranialisierten Position zu finden.

Natürlich gibt diese Beschreibung nur die Abweichung der üblichen 2-dimensionalen Röntgendarstellung im Strahlengang von anterior nach posterior wieder. Da dysplastische Pfannen vornehmlich Veränderungen von kaudal nach cranial, bzw. von medial nach lateral aufweisen, werden diese mit der Methode ausreichend erfasst. Postoperativ nähern sich die gemessenen Drehpunkte deutlich dem gewünschten approximativem Zentrum.

Die prä- und postoperative Vermessung der Röntgenbilder ergab eine durchschnittliche Beinverlängerung von 1,4 cm.

Mit der Spitze des Trochanter major wurde ein weiterer Meßpunkt zur Beurteilung der Auswirkungen auf das coxale Femurende erhoben. Auch wenn in der vorliegenden Arbeit unberücksichtigt blieb, welche Femurstielprothese letztlich zur Anwendung gekommen ist, so können über die Koordinatenlage der Trochanter Spitze doch weiterreichende Aussagen über die Auswirkungen auf die Beinlänge (vertikale Veränderungen) und das offset (horizontale Veränderungen) gemacht werden. Natürlich wird das offset in einem erheblichen Ausmaß insbesondere auch durch das Design der Stielprothese mit ihrer jeweiligen Schenkelhalswinkelung beeinflusst. Die Summe der vertikalen Längengewinne aus Drehpunktreakonstruktion und Distalisierung des Trochanter major führt zu einer Verlängerung des operierten Beins.

Bei milder Pfannendysplasie, aber erheblich vermehrter Valgusstellung im Schenkelhals, führte die Normalisierung des valgischen Schenkelhalswinkels durch das Schaftimplantat in wenigen Fällen sogar zu einer Verkürzung des Abstandes zwischen den Meßpunkten Drehzentrum und Trochanter Spitze.

In der Literatur wird nur in wenigen Arbeiten auf die Veränderung der Beinlänge eingegangen. Morscher³⁴ beschreibt einen durchschnittlichen Beinlängengewinn von 0,8 cm. Obwohl in der Literatur bei Beinlängerungen über 2-3 cm vor einer Überdehnung des Nervus ischiadicus gewarnt wird, war im untersuchten Patientengut postoperativ nur in einem Fall eine temporäre Läsion des Nervus femoralis nachzuweisen, welche sich im Verlauf vollständig zurückgebildet hat.

In der vorliegenden Arbeit lagen die Inklinationswinkel zwischen 40° und 65°, im Durchschnitt bei 46°. 50 (90,9%) der vermessenen 55 Pfannen, lagen

bezüglich der Steilheit innerhalb der geforderten Inklination von kleiner gleich 55°. Bezüglich der Pfannen-Anteversion ergibt sich in unserer Analyse eine Ergebnisbereich von 3° bis 28°, im Durchschnitt von 14° Anteversion. Hier liegen 51 (92,7%) von 55 Pfannen innerhalb der sicheren Zone bis 25° Anteversion.

Im Rahmen der Auswertung der postoperativen Röntgenbilder wurde neben der Positionierung auch die Ausrichtung der Schraubpfanne bezüglich Inklination und Anteversion erfasst. Nach Lage der Literatur wird noch immer ein großer Prozentsatz von Hüftpfannen außerhalb der sogenannten „sicheren Zone“ platziert. Als „safe zone“ werden die Winkelbereiche für die Inklination der Kunstpfanne mit $45^\circ \pm 10^\circ$ und für die Anteversion mit $15^\circ \pm 10^\circ$ angegeben³⁰. Hassan et al.²¹ fanden 1998 selbst bei erfahrenen Operateuren 42% der Pfannenpositionen außerhalb der sicheren Zone.

Im Vergleich mit der Literatur stellten die eigenen Ergebnisse im Anbetracht der schwierigen Pfannensituationen bei der Dysplasiecoxarthrose einen sehr guten Wert dar. Bei keinem der Patienten dieser Untersuchung wurde im Beobachtungszeitraum eine Hüftgelenkprothesenluxation dokumentiert.

Im Beobachtungszeitraum kam es in der Gruppe mit press-fit verklemmtem konischen Kopfspan (n= 24) zu zwei Wechseloperationen, entsprechend einer Ausfallquote von 8,3%. Bei der mit einem Kastenspan und Schrauben versorgten Gruppe (n=60) wurde in 4 Fällen Revisionen durchgeführt, dies entspricht bei einer Gesamtzahl von 60 Hüften einer Ausfallquote von 6,7%.

In der vorliegenden Arbeit kamen zwei verschiedene Techniken der autologen Pfannendachplastik zum Einsatz, die sich im Laufe der Erfahrung ergeben haben. Zunächst erfolgte der Pfannenerkerbau über einen Kastenspan, später wurde die unter 2.4.3 beschriebene press-fit-Technik mit einem konisch eingeformten Kopfspan angewandt.

Aufgrund der Unterschiede bezüglich der Fallzahl und der Laufzeiten ist keine abschließende Beurteilung darüber möglich, welche der beiden Techniken als die bessere zu betrachten ist, statistisch rechnerisch sind keine signifikanten Unterschiede festzustellen.

Im weiteren erfolgten vergleichende Gegenüberstellungen durch verschiedene Gruppenbildungen. Überraschend fällt hierbei insbesondere auf, daß im vorliegenden Patientenkollektiv kein signifikant unterschiedliches postoperatives Ergebnis in Abhängigkeit vom Alter und dem präoperativen Dysplasiegrad bemerkt werden konnte. Wider Erwarten konnte bei jüngeren Patienten nicht festgestellt werden, dass es bei der zu vermutenden vermehrten Belastung zu einem früheren Versagen des Implantates kam. Auch beim Vergleich der Patienten mit unterschiedlichen Dysplasiegraden konnten keine signifikanten Unterschiede im klinischen und radiologischen postoperativen Ergebnis festgestellt werden.

6 Zusammenfassung

Es wurden die mittel- und langfristigen Ergebnisse nach Versorgung von Dysplasiecoxarthrosen mit zementfreien Schraubpfannen und Anwendungen einer Pfannendachplastik mit einem soliden Kopfsplan untersucht. Ergänzend zu den üblichen Erhebungsparametern wurden die Positionen der prä- und postoperativen Hüftgelenksdrehpunkte, der Trochanter Spitze, sowie die Ausrichtung des Pfannenimplantates zur Auswertung erfasst.

Beide im Rahmen dieser prospektiven Studie angewandte OP-Techniken liefern vergleichbar gute Ergebnisse. Weder bezüglich der Überlebensrate, noch bei der Betrachtung der funktionellen Ergebnisse bei Auswertung über den Harris Hip Score, sind signifikante Unterschiede festzustellen. In vergleichender Betrachtung mit der bezüglich dieser Thematik sehr inhomogenen Literatur, liegen die Ergebnisse dieser Untersuchung im guten Mittelfeld.

Im Hinblick auf die am Markt befindliche Implantatvielfalt und die unterschiedlichen operativ handwerklichen Philosophien, ist auch in Zukunft nicht zu erwarten, dass Standards für die Versorgung einer Dysplasiecoxarthrose erstellt werden können.

Für das hier beschriebene operative Vorgehen gibt es jedoch mehrere stichhaltige Argumente. Patienten mit einer Dysplasiecoxarthrose sind in der Regel jünger als Patienten mit einer primär degenerativen Coxarthrose. Die Verwendung eines zementfreien Implantats kommt diesem Umstand entgegen. Aufgrund des jungen Alters ist im Laufe des Lebens damit zu rechnen, dass eine Revision des jeweiligen Hüftgelenks erforderlich werden kann. Die Literatur ist sich durchwegs darüber einig, dass ein Pfannenaufbau über eine knöcherne Spanplastik den Knochenstock für einen späteren Folgeeingriff verbessert. Die Verklebung eines autologen Kopfsplans am Pfannenerker durch eine konische Schraubpfanne geht im Idealfall mit einer sehr hohen Primärstabilität einher, der Knochenspan ist sofort in den Kraftfluß des Pfannenimplantates eingebunden. Eine zusätzliche Schraubenbefestigung ist nur im Ausnahmefall erforderlich.

Das hier angewandte Verfahren der Rekonstruktion des approximativen Drehzentrum führt zu guten funktionellen Ergebnissen und zu langen Implantatstandzeiten. Die beschriebene Technik kann zur Anwendung in orthopädischen und endoprothetischen Schwerpunktabteilungen empfohlen werden.

7 Beschreibung der Versagerfälle

Patientin J.A., 47 Jahre, Dysplasie-Coxarthrose bds.

02.04.1997 H-TEP re., Alloclassic-Schraubpfanne, kastenförmiger Kopfspan pressfit verankert, 09.10.2006 Pfannenwechsel, Span vollkommen resorbiert.

28.10.1997 H-TEP li., Alloclassic-Schraubpfanne, kastenförmiger pressfit Kopfspan pressfit. Verlauf ungestört.

Patientin I.E., 42 Jahre, Dysplasie-Coxarthrose bds., coxa profunda li.

28.7.1989 H-TEP li., Hofer-Imhof-Pfanne, konischer Kopfspan pressfit verklemmt, bei der Operation Defekt im vorderen Pfannenpfeiler.

24.11.1998 Pfannenwechsel. Defekt im vorderen Pfannenpfeiler stabil ausgeheilt. Pfannenboden durch Spanplastik verdickt, Spanreste am vorderen Pfeiler pseudarthrotisch.

25.7.1990 H-TEP re., Hofer-Imhof-Pfanne, keine Spanplastik. Verlauf ungestört.

Patientin A.M., 63 Jahre, Dysplasie-Coxarthrose.

07.04.1995 H-TEP re., Alloclassic-Schraubpfanne, starke Osteoporose sowohl der Pfanne als auch des Hüftkopfes, sehr dünner vorderer Pfannenpfeiler, Fissur im dorsalen Pfeiler bei der Präparation der Pfanne. Großes Kopfsegment mit Spongiosaschraube befestigt.

13.4.1995 Pfannenwechsel aufgrund eines Ausbruches der Pfanne mit Span und Schraube, Wechsel auf eine Wagner-Revisionspfanne mit Spongiosaplastik aus Spanresten. Retrospektiv erschien die ursprüngliche Spanplastik im Verhältnis zum Pfannenimplantat zu groß.

Patientin H.P, 41 Jahre, Luxationscoxarthrose links.

28.01.1994 Versorgung mit einer Bicon-Schraubpfanne der Fa. Endo-Plus, kastenförmiges Kopfspan-Implantat mit zusätzlicher Schraube am Erker.

13.2.1996 Bruch des Pfannenimplantates, Wechsel auf eine Alloclassic-Schraubpfanne der Fa. Sulzer.

Patientin G. S., 44 Jahre

09.07.1998 konische Kopfspanplastik und Versorgung mit einer Alloclassic-Schraubpfanne, intraoperativ Spanfissur.

24.4.2000 Pfannenwechsel bei Lockerung, der Span war gebrochen und pseudarthrotisch verändert, Defekt im vorderen Pfannenpfeiler.

Patientin C.J., 26 Jahre, Dysplasie-Coxarthrose bds.

16.6.1993 Versorgung mit einer Endo-Plus Hüft-TEP li., kastenförmige Kopfspan-Plastik, ohne Schraubenbefestigung pressfit verankert, flache Pfannenimplantation, Lamina interna durchbrochen.

1997 Wechseloperation bei Pfannenlockerung auswärtig.

8 Anhang

Harris Hip Score

Schmerzen

Kein Schmerz	44
Leichter Schmerz	40
Geringe Schmerzen	30
Mäßige Schmerzen	20
Deutliche Schmerzen	10
Schwere Schmerzen	0

Tägliche Tätigkeiten

Treppensteigen

Eine Stufe nach der anderen, ohne Verwendung eines Geländers, freies Treppengehen	4
Treppensteigen mit Benutzung des Geländers	2
Treppengehen mit einem Hilfsmittel	1
Treppensteigen nicht möglich	0

Verwendung von öffentlichen Verkehrsmitteln

Verwendung möglich	1
--------------------	---

Sitzen

Bequemes Sitzen auf jedem Stuhl für 1 Stunde	5
Sitzen auf einem speziellen Stuhl für 30 min	3
Bequemes Sitzen nicht möglich	0

Schuhe und Strümpfe

Strümpfe- und Schuheanziehen möglich	4
Anziehen unter Schwierigkeiten	2
Anziehen ohne Hilfe nicht möglich	0

Gehfähigkeit

Hinken

Kein Hinken	11
Leichtes Hinken	8
Mäßiges Hinken	5

Schweres Hinken		0
Verwendung von Gehhilfen		
Keine Gehhilfen		11
Einzelner Stock für längere Strecken		7
Einzelner Stock für die meiste Zeit		5
Eine Unterarmgehstütze		3
Zwei Stöcke		2
Zwei Unterarmgehstützen oder Gehunfähigkeit		0
Entfernungen, Gehstrecke		
Unbegrenzt		11
Zwei Kilometer		8
200 bis 500 Meter		5
Gehen nur in der Wohnung		2
Gehen nur zwischen Bett und Stuhl		0
Fehlhaltungen und Deformitäten		
Adduktionskontraktur	weniger 10°	1
	10° und mehr	0
Innenrotationskontraktur	weniger 10°	1
	10° und mehr	0
Beugekontraktur	weniger 15°	1
	15° und mehr	0
Beinlängendifferenz	weniger als 3 cm	1
	3 cm und mehr	0
Bewegungsumfänge		
Beugung	90° oder mehr	1
	Weniger als 90°	0
Abduktion	mehr als 15°	1
	15° oder weniger	0
Adduktion	mehr als 15°	1
	15° oder weniger	0
Außenrotation	30° oder mehr	1
	Weniger als 30°	0
Innenrotation	mehr als 15°	1
	15° oder weniger	0

9 Verzeichnis der Abkürzungen

CA	Chefarzt
OA	Oberarzt
DP	Drehpunkt
ap	anterior-posterior
OP	Operation
PDP	Pfannendachplastik
prä-OP	präoperativ
post-OP	postoperativ
prä-DP	Drehpunkt präoperativ
post-DP	Drehpunkt postoperativ
prä-MA	Trochanter major präoperativ
post-MA	Trochanter major postoperativ

10 Literaturverzeichnis

1. Anwar MM, Sugano N, Masuhara K, Kadowaki T, Takaoka K, Ono K: Total hip arthroplasty in the neglected congenital dislocation of the hip. *Clin Orth Rel Research*, 1993; 295: 127-134.
2. Attila B, Ali H, Asoy MC, Caglar O, Tokgozoglu AM, Alpaslan M: Position of the acetabular component determines the fate of femoral head autografts in total hip replacement for acetabular dysplasia. *J Bone Joint Surg Br*, Jul 2007; 89-B: 874-878.
3. Barrack RL, Newland CC: Uncemented total hip arthroplasty with superior acetabular deficiency. Femoral head autograft technique and early clinical results. *J Arthroplasty*, Jun 1990; 5: 159-67.
4. Callaghan JJ, Salvati EA, Pellicci PM, Wilson PD, Ranawat CS: Results of revision for mechanical failure after cemented total hip replacement, 1979 to 1982. A two to five-year follow-up. *J Bone Joint Surg Am*, Sep 1985; 67: 1074-1085.
5. Charnley J, Feagin JA: Low-friction arthroplasty in congenital subluxation of the hip. *Clin Orthop*, 1973; 91: 98-113.
6. Convery FR, Minter-Convery M, Devine SD, Meyers MH: Acetabular augmentation in primary and revision total hip arthroplasty with cementless prostheses. *Clin Orthop Relat Res*, Mar 1990; 252: 167-75.
7. Coventry MB: Selection of patients for total hip arthroplasty. *Instructional Course Lectures*, The American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1974; Vol. 23: 136-142.
8. Crowe JF, Mani VJ, Ranawat CS: Total Hip Replacement in Congenital Dislocation and Dysplasia of the Hip. *J. Bone Joint Surg Am*, Jan 1979; 61: 15-23.
9. Delp SL, Wixson RL, Komattu AV, Kocmond JH: How superior placement of the joint center in hip arthroplasty affect the abductor muscles. *Clin Orthop Relat Res*, Jul 1996; 328: 137-146.
10. Doehring TC, Rubash HE, Shelley FJ, Schwendeman LJ, Donaldson TK, Navalgund YA: Effect of superior and superolateral relocations of the hip

- center on hip joint forces. An experimental and analytical analysis. *J Arthroplasty*, Sep 1996; 11(6): 693-703.
11. Fessy MH, N'Diaye A, Carret JP, Fischer LP. Locating the center of rotation of the hip. *Surg Radiol Anat* 1999; 21(4):247-250.
 12. Fredin H, Sanzén L, Sigurdsson B, Unander-Scharin LE: Total hip arthroplasty in high congenital dislocation. 21 hips with a minimum five-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br*, May 1991, 73-B: 430-433.
 13. Fredin HO, Unander-Scharin LE: Total hip replacement in congenital dislocation of the hip. *Acta Orthop Scandinavica*, Oct 1980; 51(5): 799-802.
 14. Garvin KL, Bowen MK, Salvati EA, Ranawat CS: Long-term results of total hip arthroplasty in congenital dislocation and dysplasia of the hip: a follow up note. *J Bone Joint Surg Am*, 1991; 73-A: 1348-54.
 15. Gröbl A, Chiari C, Gruber M, Kaider A, Gottsauner-Wolf F: Cementless total hip arthroplasty with a tapered, rectangular titanium stem and a threaded cup. *J Bone Joint Surg Am*, 2002; 84: 425-31.
 16. Haddad FS, Masri BA, Garbuz DS, Duncan CP: Primary Total Replacement of the Dysplastic Hip. Instructional Course Lectures, The American Academy of Orthopaedic Surgeons. *J. Bone Joint Surg Am*. Oct 1999; 81: 1462-82.
 17. Harris WH, Crothers O, Oh I: Total hip replacement and femoral-head bone-grafting for severe acetabular deficiency in adults. *J Bone Joint Surg Am*. 1977; 59(6): 752–759.
 18. Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *J Bone Joint Surg Am*, Jun 1969; 51(4):737-55.
 19. Hartofilakidis G, Stamos K, Karachalios T, Ioannidis TT, Zacharakis N: Congenital Hip Disease in Adults. Classification of Acetabular Deficiencies and Operative Treatment with Acetabuloplasty Combined with Total Hip Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, May 1996; 78: 683-92.
 20. Hartofilakidis G, Stamos K, Karachalios T: Treatment of High Dislocation of the Hip in Adults with Total Hip Arthroplasty. Operative Technique and Long-Term Clinical Results. *J Bone Joint Surg Am*, Apr 1998; 80: 510-7.

21. Hassan DM, Johnston GH, Dust WN, Watson G, Dolovich AT: Accuracy of intraoperative assessment of acetabular prosthesis placement. *J Arthroplasty*, Jan 1998; 13 (1): 80-4.
22. Hendrich C, Mehling I, Sauer U, Kirschner S, Martell JM: Cementless Acetabular Reconstruction and Structural Bone-Grafting in Dysplastic Hips. *J Bone Joint Surg Am*, Feb 2006; 88: 387-94.
23. Hintermann B, Morscher EW: Total hip replacement with solid autologous femoral head graft for hip dysplasia. *Arch Orthop Trauma Surg*, Jan 1995; 114(3): 137-44.
24. John JF, Fisher PE. Radiographic determination of the anatomic hip joint center. A cadaver study. *Acta Orthop Scand* 1994; 65(5):509-510.
25. Johnston RC, Brand RA, Crowninshield RD: Reconstruction of the hip. *J Bone Joint Surg Am*, Jul 1979; 61-A, No. 5: 639-652.
26. Klapach AS, Callaghan JJ, Miller KA, Goetz DD, Sullivan PM, Pedersen DR, Johnston RC: Total hip arthroplasty with cement and without acetabular bone graft for severe hip dysplasia. *J Bone Joint Surg Am*, 2005; 87: 280-85.
27. Kobayashi S, Saito N, Nawata M, Horiuchi H, Iorio R, Takaoka K: Total hip arthroplasty with bulk femoral head autograft for acetabular reconstruction in developmental dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Am*, 2003; 85: 615-21.
28. Kutschera HP, Eyb R, Schartermüller T, Toma C, Zweymüller K: Das zementfreie Hüftsystem. Ergebnisse einer 5-Jahres-Nachuntersuchung. *Z Orthop Grenzgeb*, 1993; 131(6): 513-17.
29. Lengsfeld M, Bassaly A, Boudriot U, Pressel T, Griss P: Size and direction of hip joint forces associated with various positions of the acetabulum. *J Arthroplasty*, 2000; 15: 314-320.
30. Lewinnek GE, Lewis JL, Tarr R, Compere CL, Zimmerman JR: Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. *J. Bone Joint Surg Am*, Mar 1978; 60: 217-220.
31. Mackenzie JR, Kelley SS, Johnston RC: Total Hip Replacement for Congenital Dysplasia and Dislocation of the Hip. Long Term Results. *J Bone Joint Surg Am*. 1996; 78: 55-61.

32. Marchetti P, Binazzi R, Vaccari V, Girolami M, Morici F, Impallomeni C, Commessatti M, Silvello L: Long-term results with cementless Fitek (or Fitmore) cups. *J Arthroplasty*, Sep 2005; 20(6): 730-7.
33. McQueary FG, Johnston RC: Coxarthrosis after congenital dysplasia. *J Bone Joint Surg Am*, Sep 1988; 70: 1140-1144.
34. Morscher EW: Total hip replacement for osteoarthritis in congenital hip dysplasia. *EFFORT, Course Lectures*, 1995, Vol. 2: 1-8.
35. Morsi E, Garbuz D, Gross AE: Total hip arthroplasty with shelf grafts using uncemented cups. A long-term follow-up study. *J Arthroplasty*, 1996; 11: 81-5.
36. Numair J, Joshi AB, Orth MC, Murphy JCM, Porter ML: Total Hip Arthroplasty for Congenital Dysplasia or Dislocation of the Hip. Survivorship Analysis and Long-Term Results. *J Bone Joint Surg Am*, 1997; 79: 1352-60.
37. Pagnano MW, Hanssen AD, Lewallen DG, Shaugnessy WJ: The Effect of Superior Placement of the Acetabular Component on the Rate of Loosening after Total Hip Arthroplasty. Long-Term Results in Patients Who Have Crowe Type-II Congenital Dysplasia of the Hip. *J Bone Joint Surg Am*, Jul 1996; 78: 1004-14.
38. Pierchon F, Migaud H, Duquennoy A, Fontaine C. Radiologic evaluation of the rotation center of the hip. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1993; 79(4):281-284.
39. Ranawat CS, Dorr LD, Inglis AE: Total hip arthroplasty in protrusio acetabuli of rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am*, 1980; 62-A: 1059-65.
40. Russotti GM, Harris WH,: Proximal placement of the acetabular component in total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, Apr 1991; 73-A: 587-592.
41. Shinar AA, Harris WH: Bulk Structural Autogenous Grafts and Allografts for Rekonstruction of the Acetabulum in Total Hip Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*, Feb 1979; 79-A, No.2, 159-168.
42. Silber DA, Engh CA: Cementless total hip arthroplasty with femoral head grafting for hip dysplasia. *J Arthroplasty*, Sep 1990; 5(3): 231-40.
43. Spangehl MJ, Berry DJ, Trousdale RT, Cabanela ME: Uncemented acetabular components with bulk femoral head autograft for acetabular

- reconstruction in developmental dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Am*, 2001; 83: 1484-1489.
44. Tanzer M: Role and results of the high hip center. *Orthop Clin North Am*, 1998; 29: 241-247.
 45. Weingärtner M, Fitz W, Horn S, Gördes W: Kurzfristige Ergebnisse der Interpositionsarthroplastik mittels autologem Femurkopfresektat in Kombination mit zementfreien Schraubpfannen zur Behandlung der Dysplasiecoxarthrose. *Z Orthop* 2000; 138: 222-229.
 46. Weinstein SL, Mubarak SJ, Wenger DR: Developmental Hip Dysplasia and Dislocation. *J Bone Joint Surg Am*, 2003; 85: 1824-1832.
 47. Wu LD, Jin LB, Yan SG, Yang QS, Dai XS, Wang XH: Total hip arthroplasty with cementless cups and femoral head autografts for patients with dysplasia an osteoarthritis. *Chin J Traumatol*, Oct 2004; 7(5): 280-5.
 48. Yoder SA, Brand RA, Pederson DR, O'Gorman TW: Total hip acetabular component position affects component loosening rates. *Clin Orthop Relat.*

11 Lebenslauf

Name	Christoph-Adalbert Markus Gabler	
Geburtsort	Mallersdorf	
Schulbildung	1972-76 Grundschule Neufahrn i.NB 1976-81 Musikgymnasium der Regensburger Domspatzen	
Abitur	1981-86 Hans Carossa Gymnasium Landshut	
Wehrdienst	1986-87 Stabskompanie Panzerbrigade 24, Landshut	
Studium	1987-88 Bauingenieurwesen, Technische Universität München 1988-94 Medizin, Ludwig-Maximilians-Universität München	
Arzt im Praktikum	1995-96	Kinderorthopädie Aschau im Chiemgau
	1996	Chirurgie Kreiskrankenhaus Zwiesel
Assistenzarzt	1996-97	Chirurgie Kreiskrankenhaus Vilsbiburg
	1997	Kinderorthopädie Aschau im Chiemgau
	1997-2002	Orthopädie KH Barmherzige Brüder München
Facharzt	2001	Facharztanerkennung Orthopädie
Niederlassung	seit 2002 konservative und belegärztlich operative Tätigkeit in der Gemeinschaftspraxis Orthopädie Marienplatz mit Dr. med. Ralf Mußler, München, Weinstr. 3	