

Aus dem Institut für Osteopathologie  
Direktor Professor Dr. med. G. Delling  
Zentrum für klinische Pathologie  
Universitätskrankenhaus Eppendorf

Fehleranalyse an frühversagten  
Hüftkappenendoprothesen (sog. resurfacing)  
Eine quantitative Studie

Promotion

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg vorgelegt von

Carlos Wüstner  
aus Hamburg 2007

angenommen von dem Fachbereich Medizin

der Universität Hamburg am: 01.10.2008

Veröffentlicht mit Genehmigung des Fachbereichs

Medizin der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. G. Delling

Prüfungsausschuss: 2.Gutachter/in: Prof. Dr. W. Rüther

Prüfungsausschuss: 3.Gutachter/in: Prof. Dr. H. Schäfer

## **Inhaltsverzeichnis**

	Seite
<b>1. Arbeitshypothese und Fragestellung</b>	4
<b>2. Einleitung</b>	5
<b>3. Material und Methoden</b>	7
3.1. Material	7
3.2. Aufarbeitung der Kappenendoprothesen	7
3.3. Herstellung von unentkalkten Schliffpräparaten	10
3.4. Auswertung der Kontaktradiographien	12
3.5. Auswertung der Schliffe	12
3.6. Einteilung der Messstrahlen zur Zementsaumbestimmung	13
<b>4. Ergebnisse</b>	14
4.1. Patientenkollektive	14
4.2. Vergleich Patientenalter und Standzeit	16
4.3. Vergleich der anamnestisch bekannten Vorerkrankungen	18
4.4. Analyse von Körpergröße und Gewicht der Patienten	19
4.5. Auswertung der Zementierungsprotokolle	21
4.6. Zementierung	23
4.7. Histologische Befunde	25
4.8. Fallpräsentation	27
<b>5. Diskussion</b>	141
<b>6. Zusammenfassung</b>	153
<b>7. Literaturverzeichnis</b>	154
<b>8. Danksagung</b>	159
<b>9. Lebenslauf</b>	160
<b>10. Eidesstattliche Versicherung</b>	161

## 1. Arbeitshypothese und Fragestellung

Im Rahmen der Studie wurden in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Biomechanik des Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf und dem Arbeitsbereich Biomechanik der TU Hamburg-Harburg, Frühversager von zementierten Hüftkappenendoprothesen untersucht. Als Frühversager werden in dieser Studie Hüftkappenendoprothesen angesehen, die eine Standzeit von  $\approx 90$  Tage aufweisen. Die bekannten Indikationen für die Implantation einer Hüftkappenendoprothese sind vielfältig und werden ebenso kontrovers diskutiert, z. B. bei einer Vielzahl von angeborenen dysplastischen Veränderungen des Hüftgelenkes, sekundär erworbene, posttraumatische Veränderungen, Gelenkerkrankungen des rheumatischen Formenkreises (rheumatoide Arthritis), im Rahmen der primären Coxarthrose oder medikamentös-toxisch bedingte Gelenkszerstörungen. Entscheidend für die Implantation der Hüftkappenendoprothese sind das Ausmaß der Funktionseinschränkung und die daraus resultierenden Schmerzen, die die Lebensqualität des Patienten einschränken. Die bei Wechseloperationen (von Kappenendoprothese auf eine Totale Endoprothese, TEP) gesammelten Femurköpfe mit zementierter Kappe wurden als oberflächengefärbte Schliffe mit einer Stärke von 600 - 800 $\mu$ m mittels Hell-/Dunkelfeld-Mikroskopie befundet. Die vorliegenden Blockschliffpräparate, die vom makroskopischen sowie mikroskopischen Aspekt sehr heterogen anmuten, sind in Gruppen mit bestimmten Merkmalen eingeteilt. Zentrale Punkte und Fragen bei der Auswertung sind eine semiquantitative Beschreibung der Spongiosastruktur, eine semiquantitative Beurteilung der Zementierungsqualität, Messung der Stärke des Zements und die Penetration in den Markraum. Mit der vorliegenden Untersuchung sollen die Versagensursachen von Hüftkappenendoprothesen aufgeklärt werden.

Nach den vorläufigen Daten kommen vor allem Operationsfehler sowie Probleme in der Gefäßversorgung des proximalen Femurs mit Entwicklung einer Femurkopfnekrose dafür in Betracht. Dabei ist die Häufigkeit der Veränderungen bisher nur unzureichend bekannt. Aus den Ergebnissen werden sich weitreichende operative Konsequenzen ableiten. Die Untersuchung stellt eine wichtige fehleranalytische und morphologische Studie für die Entwicklung neuer Endoprothesenkonzepte dar.



## 2. Einleitung

Hüftkappenendoprothetik als Ersatz für pathologisch veränderte Femurköpfe (sog. resurfacing) ist seit mehreren Jahrzehnten in unterschiedlichen Varianten im implantationsmedizinischen Einsatz. Der Prototyp dieser Kappenprothesen basiert auf den Überlegungen von Smith-Petersen aus dem Jahr 1939. Sie wurde in den vierziger und fünfziger Jahren des letzten Jahrhunderts in größerem Umfang implantiert. Die Grundidee dieser Implantate, nur die defekte Gleitfläche des Femurkopfes zu ersetzen und dabei eine, die Biomechanik verändernde Knochenresektion weitgehend zu vermeiden, wurde dann zwanzig Jahre später wieder aufgegriffen und entsprechend den inzwischen gesammelten Erfahrungen und Fortschritten in der Endoprothetik umgesetzt. Zwischen 1970 und 1980 wurden verschiedene Kappenendoprothesen entwickelt und implantiert. In Deutschland setzte sich hauptsächlich die sogenannte Wagner-Kappe durch. Diese Prothese besteht aus einer Metallkappe für den Femurkopf und einer Pfanne aus Polyethylen (PE).

Die Hauptargumente, die für die Kappenprothesen sprechen, sind die geringere Knochenresektion, die wenig veränderte Biomechanik und die Rückzugsmöglichkeit auf eine Totale Endoprothese (TEP). Diese Punkte wurden jedoch nicht von allen geteilt. Von Kritikern wurde angemerkt, dass sich dieser potentielle Vorteil nur auf das Femur beschränkt, aber nicht auf die Pfanne im Acetabulum. Die Pfanne der Kappenprothesen und deren Verankerung unterscheiden sich praktisch nicht von der einer TEP. Konnten Wagner und andere Autoren nach kurzer Verlaufskontrolle noch über gute Ergebnisse berichten, mehrten sich nach längeren Beobachtungszeiträumen Meldungen von höheren Lockerungsraten der Kappen im Vergleich zu totalen Endoprothesen [4,27]<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Die Zahlen in eckigen Klammern beziehen sich auf die Quellenangaben im Literaturverzeichnis ab Seite 154

Neben Lockerungen vor allem der Pfanne, traten auch einige Fälle von Schenkelhalsfrakturen nach einer Kappenimplantation auf. Genauere mikromorphologische Untersuchungen zeigten strukturelle Veränderungen des Knochengewebes unter den Kappen, sowie hohe Raten von periartikulären Verknöcherungen. Bedingt durch die Verwendung von PE als Pfannenmaterial, wiesen eine Vielzahl von Resektaten sog. Abriebgranulome auf. Letztlich führten diese Beobachtungen zu einer Abnahme der Einbauhäufigkeit dieses Endoprothesentyps.

Unter anderem neue Materialkombinationen, d.h. die Wiederkehr der Metall-Metall-Artikulation im Hüftgelenk, d.h. bei Verzicht auf die PE-Pfanne, eine verbesserte Zementierungstechnik in Kombination mit geeigneteren Applikationssystemen (Einsatz von Vakuum-Anmischverfahren), Vorbereitung des befrästen Knochens mittels sog. Jet-Lavage (Druckspülung) und ein optimiertes biomechanisches Design der Kappe an sich, leiteten Anfang der neunziger Jahre eine Renaissance der Hüftkappenendoprothetik ein. Aufgrund der in den letzten Jahren kontinuierlichen Zunahme von Gelenkendoprothesenimplantationen und der erweiterten Indikationsstellung auf jüngere Patientengruppen hat sich auch die Häufigkeit der Prothesenwechseloperationen erhöht, so dass gegenwärtig ca. eine Wechseloperation auf zehn Neuimplantationen kommt [6].

### **3. Material und Methoden**

#### **3.1. Material**

Seit Anfang 2004 bis Anfang 2005 wurden 29 vom Arbeitsbereich Biomechanik der TU Hamburg-Harburg einsandten Hüftkappenresektate von der Abteilung für Osteopathologie nach definiertem Schema aufgearbeitet. Nach Auswertung der Standzeiten wurden sie in zwei Kollektive unterteilt. Kollektiv A umfasst 14 Fälle mit einer Standzeit von  $\approx$  3 Monaten und Kollektiv B beinhaltet 15 Fälle mit einer Standzeit  $>$  3 Monate. Bei den untersuchten Kappen handelt es sich um sog. Metall-Metall-Paarungen einer CoCr-Legierung

#### **3.2. Aufarbeitung der Kappenendoprothesen**

Die eingegangenen Resektate, d.h. Femurkopf mit zementierte Hüftkappenendoprothesen und teilweise einem Anteil des proximalen Schenkelhalsanteils, stammen von Patienten bei denen nach Implantation Probleme wie Fraktur, Lockerung und Schmerzsymptomatik auftraten.

Bevor die Kappen nach einem definiertem Schema aufgetrennt werden, werden sie mittels eine 3,5%igen Formalin-Lösung fixiert. Mit einem, in einer Bandsäge (Firma EXAKT) eingespannten, diamantbeschichteten Schleifband (Stärke 0,8mm) wird der Kappenstift in Längsrichtung aufgetrennt. Um den nicht ganz ungefährlichen Verfahrensschritt des Auftrennens zu erleichtern und ein unnötiges Verschleifen des Diamantbandes zu verhindern, wird ein ca. 1-1,5 cm grosser Überstand des unteren, freien Stifendes abgetrennt. Von den so gewonnenen Kappenhälften wird von einer Hälfte wiederum eine ca. 4–5mm starke Scheibe abgesägt. Die andere Hälfte wurde formalinfixiert asserviert. Durch das Auftrennen, das bei Verwendung eines diamantbeschichteten Bandes definitionsgemäß eine Form des Schleifens darstellt, werden feine Schleifpartikel auf die „Schnittflächen“ des Femurkopfes verschleppt.

Auch nach gründlichem Spülen mit Wasser können die silbriggrauen Partikel auf den Sägeflächen nicht restlos entfernt werden. Sie stellen sich bei der Betrachtung des späteren Schliffes unter dem Mikroskop als schraubig verdrehte, schwärzliche Artefakte dar.

Die Kappenscheiben werden dann fotografiert. Leider wurde nicht in allen Fällen ein Referenzmaßstab mit fotografiert. Es wird weiterhin eine Kontaktradiographie der Scheibe angefertigt. Zur lupenmikroskopischen Beurteilung werden kappenfreie Gewebeproben gewonnen. Im Weiteren erfolgt die Herstellung eines 600 – 800µm starken, nicht entkalkifiziertem und oberflächengefärbten Blockschliffes mittels der modifizierten Methode nach Donath. Diese Methode ermöglicht neben der Beurteilung der angefärbten, zweidimensionalen Oberfläche die Betrachtung der dreidimensionalen Struktur in der Tiefe. Projektionsphänomene können so bei der morphologischen Befundung vermieden werden. Es ist somit z.B. möglich, einen Eindruck von Vaskularisierungsprozessen in Zementnähe zu erhalten. Außerdem kann das räumliche Eindringen des Zementes genauer als an Hand von Röntgenaufnahmen beurteilt und vermessen werden. Abb.1 stellt schematisch die Arbeitsschritte zur Aufarbeitung der Kappenendoprothesen dar [12,14,39].

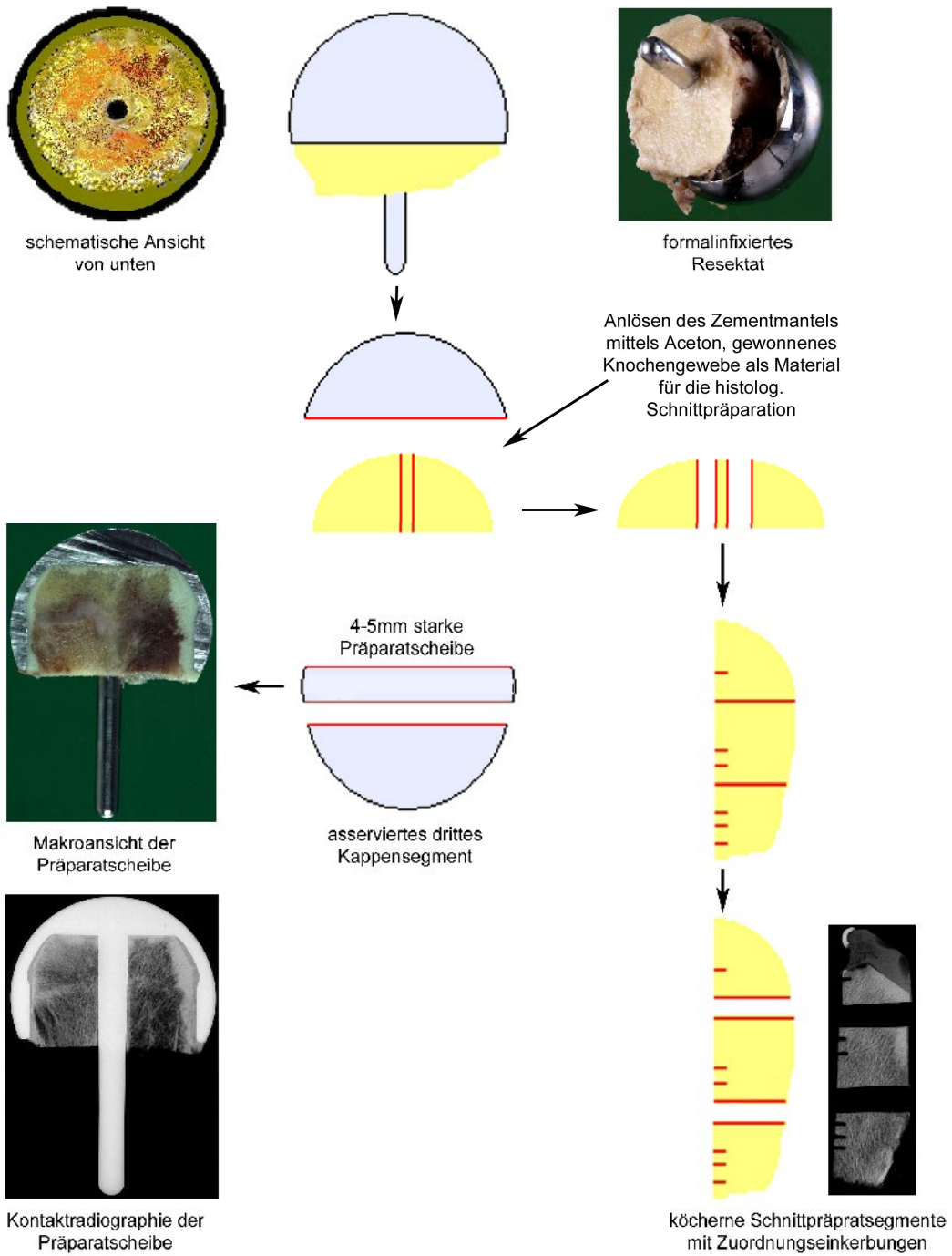


Abb.1: Schema zur Aufarbeitung von Kappenendoprothesen

### **3.3. Herstellung von unentkalkten Schliﬀpräparaten**

Zur Herstellung von unentkalkten Schliﬀpräparaten wird die formalinfixierte Gewebescheibe dehydriert und entfettet. Mit dem Dehydrierungskarussell Citadell 2000 (Firma SHANDON) wird in sieben Einzelstufen die Dehydrierung, beginnend mit einer von 70% aufsteigenden Alkoholreihe bis 100%, eingeleitet. Über eine dreistufige, absteigende Alkoholreihe mit Zusatz von Technovit 7200 (Firma Heraeus/Kulzer) - beginnend bei 30% - erfolgt die Kunststoffinfiltration. In den beiden letzten Stufen wirkt eine Lösung von 1%ige-BPO-Lösung mit 100% Technovit 7200 unter Vakuum auf die Gewebescheibe ein. Die Polymerisation des Kunststoffes erfolgt durch Blaulichtexposition über mindestens acht Stunden. Die so eingebetteten Objekte werden zunächst mit einer planen Handschleifmaschine beschliﬀen. Überschüssiger Kunststoff wird bis auf einen ungefähr 1,0 – 2,0mm breiten Rand vom eigentlichen Präparat mit einer planen Handschleifmaschine bei Wasserkühlung zurückgeschliﬀen. Sowohl Vorder- als auch Rückseite werden weitestgehend plangeschliﬀen. Der Gewebeblock wird anschließend auf einen ein großen Plexiglasobjektträger (50x100x2mm) aufgeklebt. Dieser ist auf einer Seite angeraut und mit doppelseitigem Klebeband versehen.

Das Aufkleben erfolgt mit Technovit 4000 (Firma Heraeus/Kulzer) Monomer und Polymere. Der vermengte Kunststoff sollte eine Zahnpasta-ähnliche Konsistenz aufweisen. Der Kleber wird mit einem Spatel auf die beschriftete Seite des fixierten Objektes aufgebracht. Es wird zügig der zweite Objektträger aufgelegt. Danach verbringt man dieses Sandwich unter die Presse. Beim Pressen ist darauf zu achten, dass nicht zu viel Kleber über die Ränder des Objektträgers quillt. Falls doch, so kann man in einem noch beschneidbaren Zustand nach Entnahme aus der Presse überschüssiges Material mit einem Skalpell entfernen. Nachdem Aushärten dreht man den mit dem Klebeband fixierten Objektträger ab und entfernt das Klebeband. Für das anschließende Planschleifen mit einer automatischen Schleifmaschine (Firma EXAKT) wird eine 120er Schleipapierscheibe (Firma Hermes/ $\varnothing=270\text{mm}$ ) verwendet. Der Block wird unter Wasserkühlung mit ca. 5000U/min bei eingeschalteter seitlicher Oszillation

plangeschliffen. Für einen definierten Schleifdruck sorgen drei Gewichte mit einem Gesamtgewicht von 400g. Nach dem Planschleifen des Blockes wird die Blockoberfläche mit Petroleumbenzin gereinigt und unter Vakuum für 20-30 Minuten getrocknet. Bei größeren Porositäten muss evtl. eine Nachinfiltration mit Technovit 7200 durchgeführt werden. Das erneute Aushärten erfolgt ebenfalls unter Vakuum und bei eingeschalteter UV-Lampe für ca. 15-30 Minuten.

Es folgt das Aufkleben der Objekte auf den definitiven Objektträger. Im Falle von Hüftkappen-Präparaten wird ein Plexiglas-Objektträger verwendet. Plexiglas gibt eventuell vorhandenen internen Spannungen im Metall der Kappe bedingt nach. Ein Glasobjektträger wäre zu starr, sodass das spätere dünn geschliffene Metall sich trotz des Bonders (Silicoup) abheben oder der Glasobjektträger brechen könnte. Der Objektträger wird mit Petroleumbenzin von Verunreinigungen gereinigt. Die Metallanteile werden vor dem Aufkleben mit dem Bonder besetzt. Eine Seite des Plexiglasobjektträgers wird mittels Vakuum an dem Oberteil der Presse fixiert. Das Aufbringen des Kleberkunststoffes Technovit 7210VLC (Firma Heraeus/Kulzer) auf den Gewebeblock sollte möglichst zeitnah erfolgen. Nach dem Transfer in die Presse werden beide Elemente in Verbindung gebracht. Es ist möglichst luftblasenarm zu arbeiten. Kleinere Blasen bis zu 0,5mm im Durchmesser können vernachlässigt werden. Zu Polymerisation wird das UV Licht für ca. 15 bis 20 Minuten eingeschaltet.

Danach wird das „Sandwich“ mit einer diamantbeschichteten Bandsäge (Firma EXAKT) auf die gewünschte Schliffstärke gesägt. Um den Kunststoff und dem eingebettetem Gewebe einen unnötigen thermischen und mechanischen Stress zu ersparen, verfügt diese Säge über einen oszillierenden Haltearm und eine Wasserkühlung. Durch ein Gewicht wird ein definierter Sägedruck bewirkt. Nach dem Sägen wird der Schliff erneut plan geschliffen und durch Stärkekontrollen die definitive, planparallele Schliffstärke erzielt. Die Schleifarbeiten enden mit der Politur. Der polierte Schliff wird zur Konditionierung der Schliffoberfläche unter Rühren für fünf bis acht Minuten in 30%iger- $H_2O_2$ -Lösung gelegt. Die Oberflächenfärbung erfolgt mittels Toluidin-Blau oder anderen Farbstofflösungen, wobei die Eindringtiefe des Farbstoffs bei guter Infiltration unter  $1\mu m$  liegt [19].

### **3.4. Auswertung der Kontaktradiographien**

Die Kontaktradiographien wurden von der paramedianen Präparatscheibe gewonnen. Sie dienen als ergänzende Bildgebung der Orientierung bei der Lupenmikroskopischen Befundung und zur Einteilung des gesamten Schliffkollektivs in unterschiedliche Merkmalsgruppen, z. B. Präparatscheiben mit geringem, mittleren und starken Zementsaum. Im Weiteren können anhand der Kontaktradiographien schneller Frakturareale, osteolytische Veränderungen bzw. Gewebebereiche mit fibrös-pseudoarthrotischen Veränderungen nach Fraktur identifiziert werden. Die entsprechenden Befunde wurden im Folgenden mit dem Lupenmikroskop genauer vermessen und dokumentiert.

### **3.5. Auswertung der Schliffe**

Die Analyse der Blockschliffe wurde mittels Lupenmikroskop mit bis zur 8fachen Vergrößerung durchgeführt. Dabei kann in der Hellfeldbeleuchtung die zweidimensionale Morphologie der Spongiosa beurteilt werden [4,8]. Dieser Modus entspricht der gewöhnlichen histologischen Betrachtung eines histologischen Schnittpräparates.

Bei Dunkelfeldbeleuchtung kann dahingegen ein Eindruck von der Dreidimensionalität der Trabekel und deren Vernetzungsgrad gewonnen werden. Des Weiteren können intertrabekulär gelegene Strukturen, wie z.B. kapilläre Gefäßsinus oder Zementpartikel, beurteilt werden. Ein weiterer Vorzug der Lupenbetrachtung ist die Möglichkeit, Schliffcharakteristika, wie z.B. die Stärke des Zementmantels und die Penetration des Zements zwischen die Trabekel, genauer zu vermessen. Die Auswertung dieser Parameter anhand von Kontaktradiographien hat sich für uns als zu ungenau erwiesen. Bedingt durch die Aufarbeitung der Kappe bis hin zum fertigen Schliff spiegeln die Befunde die Situation in einer möglichst kappenzentralen Ebene wieder.



### 3.6. Einteilung der Messstrahlen zur Zementsaumbestimmung

Die 4-5mm starken Kappenscheiben wurden nach einem definierten Schema ausgewertet. Um eine reproduzierbare Messung zu gewährleisten, diente eine durchsichtige Kunststoffolie mit den aufgedruckten Messstrahlen als Messhilfe. Ziel war es durch den Kappenmittelpunkt definierte Messstrahlen zu legen. Dabei wurde durch ein kleines Loch im Zentrum der Messstrahlen nach Positionierung der Messfolie auf dem Schliff eine wasserfeste Markierung eingezeichnet.

Eine zweite Markierung wurde an einer der vier Ecken der Messfolie gesetzt und verschlüsselt somit die Lage der Folie auf dem Schliff. Ein wiederholtes Auflegen der Messfolie zur Kontrolle konnte so gewährleistet. Die nebenstehende Abb.2 soll

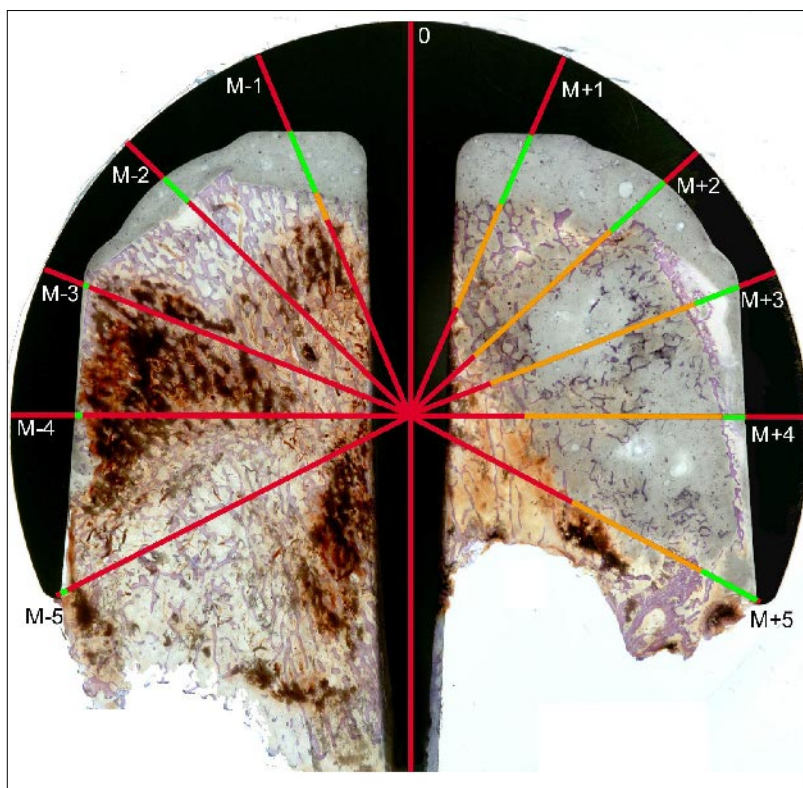


Abb.2: Schema zur Einteilung der Messstrahlen

verdeutlichen, wie die Messergebnisse mit dem Messschieber unter der Lupe bei vierfacher Vergrößerung abgegriffen wurden. Die Messstrahlen (M+1 bis M+5 und M-1 bis M-5) lassen sich in zwei Teilgrößen aufteilen. Die grünen Anteile spiegeln die Stärke des Zementmantels (MS) wieder, während die sich nach zentral anschließenden, orangenen Anteile die Zementpenetration (PT) des Zements darstellen.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Patientenkollektive

Die Kappen sind alle vom gleichen Kappentyp, wurden jedoch in unterschiedlichen Krankenhäusern implantiert. Die Fälle stammen größtenteils aus dem europäischen Ausland, einige aus Australien und Südafrika. Auf Grund der Anonymisierung ist folgendes für das Lesen der Tabellen zu beachten: Die Zahl vor dem Schrägstrich in der Spalte „Fall/lfd.Nr.“ ist die fortlaufende Fallnummer, wie sie unter Abschnitt 5. Fallpräsentation dieser Arbeit zu finden ist. Die Zahl nach dem Schrägstrich bezieht sich auf die interne Falldatenbank der Kappenkollektive.

Fall/lfd.Nr.	Standzeit [Tage]	Alter [Jahre]	Geschlecht
1/1	59	48	w
2/2	54	51	w
3/3	21	67	w
4/4	34	65	w
5/6	62	52	m
6/9	36	72	w
7/10	27	74	m
8/12	15	62	w
9/15	80	38	m
10/17	31	52	m
11/18	17	47	m
12/19	14	59	w
13/21	76	56	m
14/25	21	73	w

Tab.1: Kollektiv A

Von den 29 Fällen wiesen 14 Fälle eine Standzeit von  $\approx 3$  Monaten auf. Diese 14 Fälle stellen das Patientenkollektiv A dar und wurden im Rahmen der Studie eingehender dokumentiert (vgl.Tab.1). Der Anteil, der innerhalb von 3 Monaten versagten Hüftkappenendoprothesen liegt im vorliegenden Kollektiv bei 48,3%. Die Geschlechter sind annähernd gleichverteilt. Von den 14 Patienten sind 8 (57%) weiblich und 6 (43%) männlich. Das mittlere Alter der Patienten beträgt  $58,3 \pm 10,6$  Jahre ( $M \pm SD$ ). Dabei liegt das Alter des jüngsten Patienten bei 38

Jahren, das des ältesten beträgt 74 Jahre. Die weiblichen Patienten sind im Vergleich zu den männlichen Patienten um ca. 10 Jahre älter ( $62,1 \pm 8,5$  vs.  $53,2 \pm 10,9$ ). Die mittlere Implantationszeit des Fallkollektivs beträgt  $39,1 \pm 22,0$  Tage. Die kürzeste Standzeit beträgt 14, die längste 80 Tage. Im Mittel waren die Hüftkappen bei den männlichen Patienten länger implantiert als bei den Frauen ( $48,8 \pm 24,8$  vs.  $31,8 \pm 16,2$ ).

Das Patientenkollektiv B (vgl.Tab.2) setzt sich aus Fällen zusammen, die eine Standzeit von mehr als 3 Monaten aufweisen. Die Verteilung der Geschlechter ist nicht mehr so ausgewogen, wie im Patientienkollektiv A. Von den 15 Patienten sind 5 (33%) weiblich

Fall/lfd.Nr.	Standzeit [Tage]	Alter [Jahre]	Geschlecht
15/5	285	53	m
16/7	225	55	w
17/11	340	63	m
18/13	141	45	w
19/14	98	55	w
20/16	195	58	m
21/20	106	58	m
22/24	171	58	m
23/28	105	60	m
24/30	332	58	m
25/31	102	50	w
26/32	196	60	m
27/35	149	40	w
28/36	145	51	m
29/37	95	46	m

Tab.2: Kollektiv B

und 10 (66%) männlich. Das mittlere Alter der Patienten beträgt  $54 \pm 6$  Jahre ( $M \pm SD$ ). Das Alter der jüngsten Patientin liegt bei 40 Jahren, das des ältesten beträgt 63 Jahre. Die weiblichen Patienten sind im Mittel  $49 (\pm 5,8)$  Jahre alt. Das mittlere Alter der männlichen Patienten liegt bei  $56,6 (\pm 4,8)$  Jahren. Im Vergleich zu den männlichen Patienten sind die Frauen etwa 7 Jahre jünger. Die mittlere Standzeit des Patientenkollektiv B beträgt  $179 \pm 80,5$  Tage. Dabei liegt die maximale Standzeit der Implantate bei 340 Tagen. Die kürzeste Standzeit beträgt 95 Tage.

## 4.2. Vergleich Patientenalter und Standzeit

Stellt man die beiden Parameter Standzeit und Patientenalter zum Zeitpunkt der OP in einem Diagramm dar, so erhält man für das Kollektiv A (=3Mon.) das folgende Darstellung (Abb.3). Eine Abhängigkeit des Lebensalters der Patienten bei Implantation in Bezug auf die Standzeit im Sinn einer positiven Korrelation lässt sich nicht feststellen (dafür  $r_{xy} > 0,9$ ). Der errechnete Korrelationskoeffizient hat einen Wert von  $r_{xy} = -0,55$ .

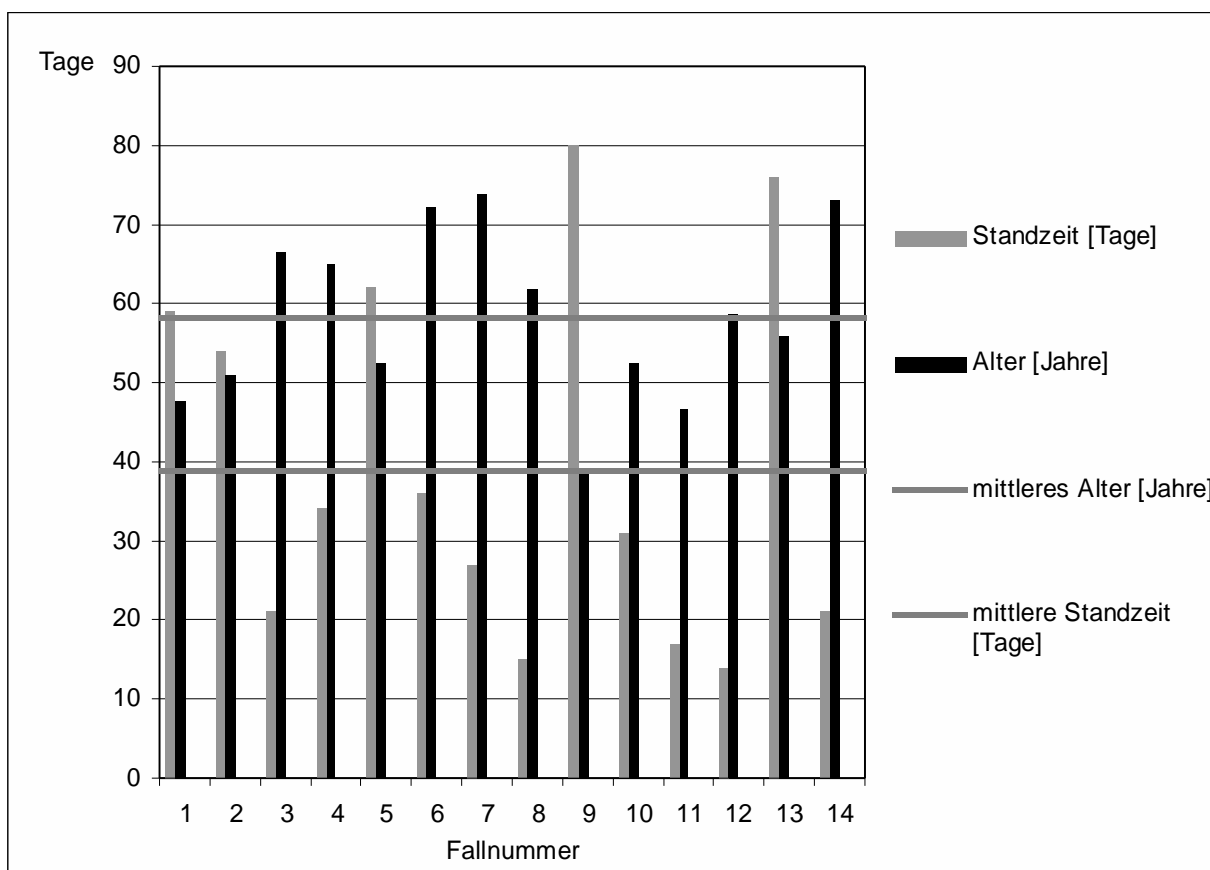


Abb.3: Vergleich Patientenalter und Standzeit Kollektiv A

Das Diagramm in Abb.4 stellte das Patientenkollektiv B (>3Mon.) dar. Ebenfalls lässt sich eine positive Korrelation nicht nachweisen; der errechnete Korrelationskoeffizient beträgt  $r_{xy} = 0,42$ .

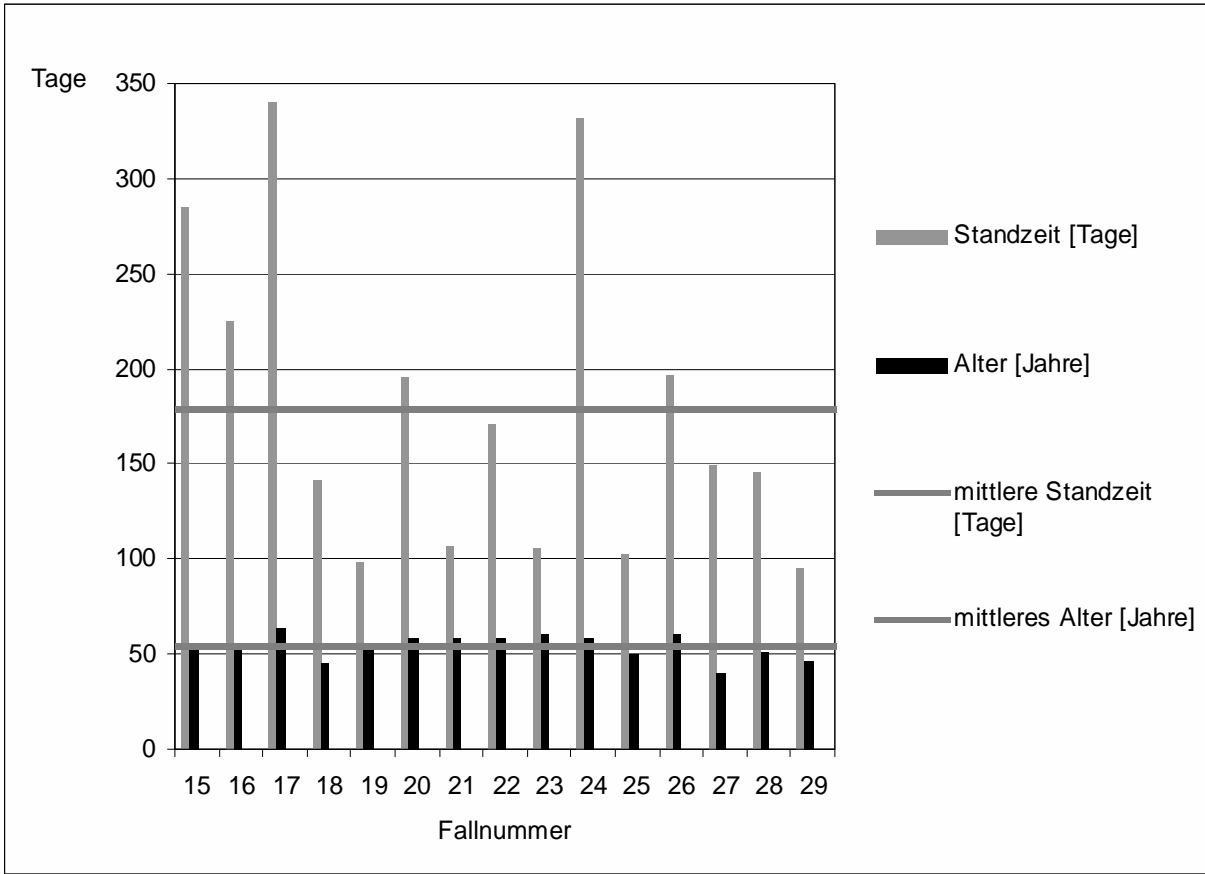


Abb.4: Vergleich Patientenalter und Standzeit Kollektiv B

### 4.3. Vergleich der anamnestisch bekannten Vorerkrankungen

Die Auswertung der Begleitscheine zeigte, dass in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle beider Kollektive eine anamnestisch bekannte primäre Coxarthrose vorlag (Kollektiv A 71,4% und Kollektiv B 66,7%). Im Kollektiv A war eine nicht näher beschriebene dysplastische Hüfte in zwei Fällen bekannt (14,3%). In jeweils einem Fall fand sich eine rheumatoide Arthritis bzw. posttraumatische Arthritis.

In Kollektiv B liegt eine andere Verteilung vor. In diesem Kollektiv befinden sich vermehrt anamnestisch bekannte posttraumatische Arthritiden (26,7%, entspricht vier Fällen). Eine dysplastische Hüfte war nur in einem Fall vermerkt. Eine aseptische Femurkopfnekrose lag in beiden Kollektiven laut Begleitschein in keinem der 29 untersuchten Fälle vor. Tab.3 zeigt die genaue Aufschlüsselung, der in den Begleitscheine aufgeführten Erkrankungen:

	primäre Coxarthrose	rheumatoide Arthritis	posttraumat. Arthritis	dysplast. Hüfte	aseptische Femurkopf- nekrose	<i>n</i>
Kollektiv A	10	1	1	2	0	14
%	71,4	7,1	7,1	14,3	0,0	100,0
Kollektiv B	10	0	4	1	0	15
%	66,7	0,0	26,7	6,7	0,0	100,0
Summe	20	1	5	1	0	29
%	69,0	3,4	17,2	3,4	0,0	100,0

Tab.3: Vergleich der anamnestisch bekannten Vorerkrankungen

#### 4.4. Analyse von Größe und Gewicht der Patienten

Neben dem Patientenalter, dem Geschlecht und anamnestisch bekannten Vorerkrankungen, stellen die physischen Parameter wie Körpergröße und Gewicht eine weitere wichtige Information bei der Fehleranalyse der frühversagten Hüftkappen dar. Leider liegen nicht in allen Fällen die vollständigen Patientendaten zur Auswertung vor. Von den 29 eingesandten Hüftkappen finden sich in 25 Fällen Angaben über die Körpergröße und das Gewicht des Patienten (vgl. Tab.4).

Die durchschnittliche Körpergröße im Kollektiv A beträgt  $1,71\text{m}\pm 0,08$  im Vergleich zur durchschnittlichen Größe im Kollektiv B von  $1,73\text{m}\pm 0,05$ . Das Körpergewicht beträgt im Durchschnitt im Kollektiv A  $77,37\text{kg}\pm 10,27$  und im Kollektiv B  $81,45\text{kg}\pm 11,33$ .

	Kollektiv A (=3Mon.)			Kollektiv B (>3Mon.)	
	n=14			n=15	
	Größe	Gewicht		Größe	Gewicht
Fall/lfd.Nr.	[m]	[kg]	Fall/lfd.Nr.	[m]	[kg]
1/1	1,65	99,0	15/5	1,70	86,0
2/2	k.A.	k.A.	16/7	1,62	54,0
3/3	k.A.	k.A.	17/11	1,77	79,0
4/4	1,70	62,0	18/13	1,70	85,3
5/6	k.A.	k.A.	19/14	1,70	79,0
6/9	1,70	78,4	20/16	1,76	87,0
7/10	1,65	67,3	21/20	1,78	82,0
8/12	1,60	65,0	22/24	1,75	89,0
9/15	1,70	75,0	23/28	1,70	85,0
10/17	1,80	80,0	24/30	1,70	100,0
11/18	1,86	84,0	25/31	1,66	70,0
12/19	1,61	80,0	26/32	1,80	87,0
13/21	1,78	83,0	27/35	1,70	65,0
14/25	k.A.	k.A.	28/36	1,82	87,0
			29/37	1,82	87,0
<b>Durchschnitt</b>	1,71	77,37	<b>Durchschnitt</b>	1,73	81,45
<b>Standardabw.</b>	0,08	10,27	<b>Standardabw.</b>	0,05	11,33

Tab.4: Analyse von Größe und Gewicht der Patienten

Aus den vorliegenden Werten wurde nach bekannter Formel der sogenannte Body Mass-Index (BMI) in  $\text{kg}/\text{m}^2$  berechnet. Eine Übersicht findet sich in Tab.5.

Kollektiv A		Kollektiv B	
<i>Fall/lfd.Nr.</i>	BMI [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ]	<i>Fall/lfd.Nr.</i>	BMI [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ]
1/1	36	15/5	30
2/2	k.A.	16/7	21
3/3	k.A.	17/11	25
4/4	21	18/13	30
5/6	k.A.	19/14	27
6/9	27	20/16	28
7/10	25	21/20	26
8/12	25	22/24	29
9/15	26	23/28	29
10/17	25	24/30	35
11/18	24	25/31	25
12/19	31	26/32	27
13/21	26	27/35	22
14/25	k.A.	28/36	26
		29/37	26

Tab.5: BMI der Patienten nach Kollektiven

Dabei zeigte sich, dass in fünf von 25 Fällen (=20%) ein BMI von  $\approx 30\text{kg}/\text{m}^2$  vorlag, was einer Adipositas Grad I entspricht. Der Großteil der errechneten BMI-Werte fällt hingegen in die Gruppe der sog. Präadipositas mit einem BMI von 25,0 bis 29,9 $\text{kg}/\text{m}^2$ . In Kollektiv A sind dies sechs, in Kollektiv B zehn Fälle. Sowohl im Kollektiv A wie auch im Kollektiv B lagen normalgewichtige BMI-Werte (Werte zwischen 18,5 bis 24,9) in jeweils zwei Fällen vor.



## 4.5. Auswertung der Zementierungsprotokolle

Die Auswertung der eingesandten Auftragsscheine bezüglich der Art und Weise, wie die Hüftkappenendoprothesen zementiert wurden (vgl. Tab.6 und Tab.7 auf Seite 22), ergab, dass kollektivübergreifend in den meisten Fällen eine Jet-Lavage durchgeführt wurde. Im Kollektiv A erfolgte diese in zehn Fällen. In einem Fall wurde keine Jet-Lavage durchgeführt, in drei Fällen fehlen diese Angaben. Im Kollektiv B ist die Datenlage diesbezüglich vollständig. In allen Fällen wurde eine Jet-Lavage durchgeführt.

Fall/lfd.Nr.	Jet-Lavage	Zementtyp	Viskosität	Vakuum-Anmischen	Zement in Implantat Zeit [s]	Positionieren des Implantats Zeit [s]
1/1	ja	Simplex P*	medium	nein	27	87
2/2	ja	CMW3	niedrig	nein	30	180
3/3	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
4/4	ja	Cemfix3	niedrig	nein	60	60
5/6	ja	Simplex P*	medium	nein	60	k.A.
6/9	k.A.	Smartset	medium	ja	240	120
7/10	k.A.	Smartset	medium	ja	240	120
8/12	ja	CMW3	niedrig	ja	60	60
9/15	ja	Palacos	medium	nein	k.A.	240
10/17	ja	Endurance	niedrig	ja	60	120
11/18	ja	Palacos	medium	nein	60	180
12/19	nein	k.A.	k.A.	nein	12	60
13/21	ja	Endurance	niedrig	ja	k.A.	k.A.
14/25	ja	k.A.	medium	nein	k.A.	k.A.

Tab.6: Zementierungsprotokolle Kollektiv A

Die Wahl des Zementtyps ist in beiden Kollektive sehr unterschiedlich. In jeweils zwei Fällen der beiden Kollektive wurde außerdem ein Antibiotikum ergänzend appliziert (Zementtyp mit \*). In vier Fällen wählte der Operateur Palacos®. Weitere Produkte sind: Simplex P®, CMW3®, Cemfix3®, Smartset®, Endurance®, in 4 Fällen fehlen Angaben über den verwendeten Zementtyp.

Bei sieben der verwendeten Zementtypen findet sich in Kollektiv A eine mittlere Zementviskosität. In fünf Fällen wählte der Operateur eine niedrige Viskosität. In zwei Fällen fehlt diese Information. Im Kollektiv B dominiert in zehn Fällen die niedrig visköse Variante. Eine mittlere Zementviskosität wurde in vier Fällen gewählt; in einem Fall fehlt eine Angabe. Das Vakuum-Anmischverfahren, welches der Reduktion von im Zement eingeschlossener Luft dient, wurde insgesamt in sieben Fällen zum Anmischen des Zements gewählt, davon in fünf Fällen in Kollektiv A. In zwei Fällen fehlt eine Angabe.

Die Zementierungszeiten für die Applikation des Zements in das Implantat beträgt im Kollektiv A im Durchschnitt  $85s \pm 79s$  vs. Kollektiv B  $37s \pm 21s$ . Das anschließende Positionieren des Implantates auf dem befrästen Femurkopf erfolgte in Kollektiv A in einer mittleren Zeit von  $123s \pm 58s$  und im Kollektiv B in  $108s \pm 52s$ .

Fall/lfd.Nr.	Jet-Lavage	Zementtyp	Viskosität	Vakuum-Anmischen	Zement in Implantat Zeit [s]	Positionieren des Implantats Zeit [s]
15/5	ja	Endurance*	niedrig	nein	27	127
16/7	ja	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
17/11	ja	Endurance	niedrig	ja	30	180
18/13	ja	Palacos	niedrig	nein	30	120
19/14	ja	Cemfix3	niedrig	nein	75	90
20/16	ja	CMW3*	niedrig	nein	60	60
21/20	ja	Simplex P	medium	nein	10	30
22/24	ja	CMW3	niedrig	nein	15	30
23/28	ja	Endurance	niedrig	ja	60	180
24/30	ja	Cemfix3	niedrig	nein	15	45
25/31	ja	CMW3	niedrig	nein	60	120
26/32	ja	Smartset	medium	nein	20	80
27/35	ja	Palacos	niedrig	nein	20	180
28/36	ja	Simplex P	medium	nein	60	150
29/37	ja	Simplex P	medium	nein	42	125

Tab.7: Zementierungsprotokolle Kollektiv B

## 6. Zementierung

Die Messwerte Zement-Einzelgrößen wurden wie unter Punkt 3.6. erhoben. Die Abb.5 stellt noch einmal die gemessenen Zementierungsparameter dar. Im Folgendem gilt: Messstrahl (M), Zementpenetration (PT), Stärke des Zementmantels (MS), gesamte Zementierung (GS). Die erhobene Daten wurden mittels einer Tabellenkalkulations-Software in eine Diagrammdarstellung überführt. Dabei ergaben sich für die beiden Kollektive die Diagramme Abb.6 und Abb.7 auf Seite 24.

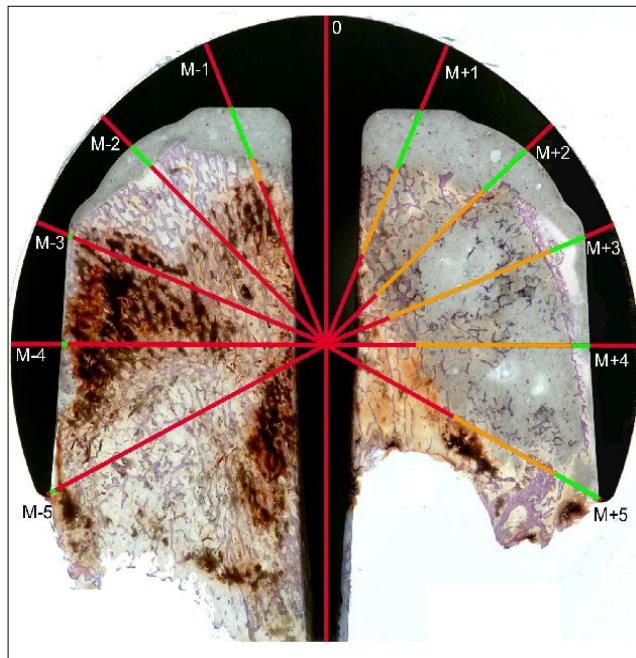


Abb.5: Schema zur Einteilung der Messstrahlen

Es zeigte sich, dass in beiden Kollektiven besonders der proximale, schaftnahe Zementmantel-Bereich, also im Bereich von Messstrahl M+1 u. M-1, die größten Zementierungsstärken des Mantels aufweist. Vergleicht man die Kollektive in diesem Bereich miteinander, so zeigt sich, dass bei Kollektiv A (=3Mon.) eine durchschnittlich größere Mantelstärke vorliegt (für M-1=3,57mm±2,05 und M+1=3,44mm±1,53). Kollektiv B (>3Mon.) weist in diesem Messbereich für M-1=2,55mm±1,50 und M+1=2,38mm±1,62 auf. Der Fall 8/12 aus Kollektiv A weist diesbezüglich den stärksten Zementmantel auf. Es wird ein Wert von 7mm im schaftnahen Messareal erreicht.

Was die Zementpenetration angeht, so finden sich im Kollektiv A insgesamt fünf Fälle bei denen ein Eindringen des Zements von =6mm vorliegt. Im Kollektiv B sind dies vier Fälle. Ähnlich zur Zementmantelstärke, so ist auch die Zementpenetration im Messbereich M-1 bzw. M+1 am ausgeprägtesten.

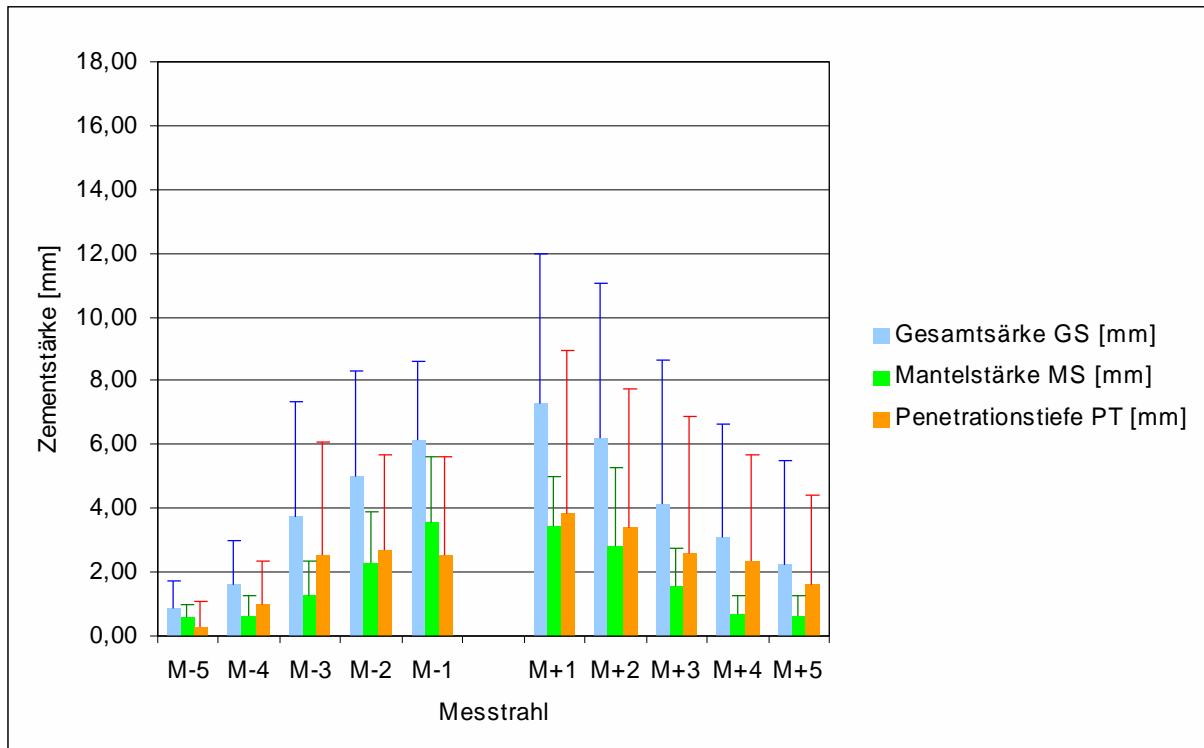


Abb.6: Zementierungsdaten Kollektiv A (n=14)

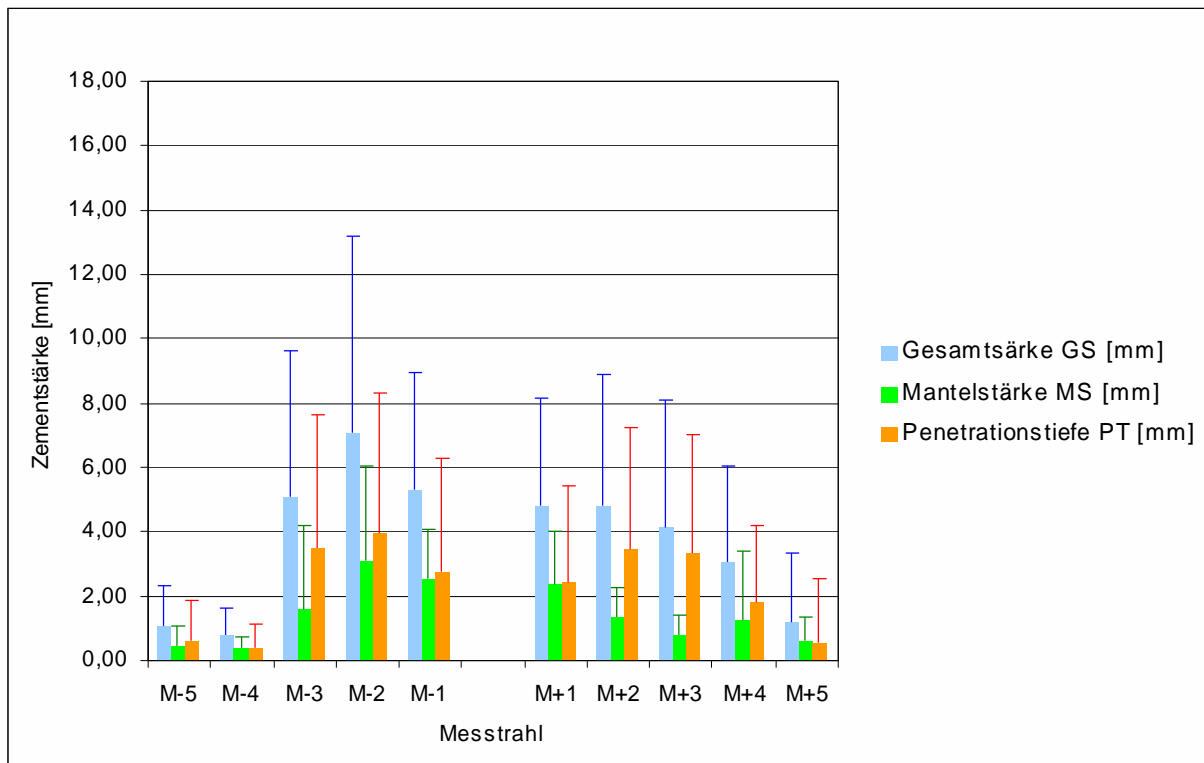


Abb.7: Zementierungsdaten Kollektiv B (n=15)

## 4.7. Histologische Befunde

Nach Auswertung der histologischen Befundtexte und der erneuten mikroskopischen Beurteilung der angefertigten Blockschliffe wurden vier histomorphologische Befundgruppen definiert. Zum einen das Vorliegen von Pseudoarthrosen nach einem Frakturereignis zum anderen endostale Appositionsvorgänge als Zeichen einer Knochenneubildung. Darüber hinaus das Vorhandensein von Mikrokallusformationen (MKF) und aseptischen Nekrosearealen. Die Zusammenstellung der Verteilungen in den beiden Kollektiven ist in den Tabellen Tab.9 und Tab.10 auf Seite 26 dargestellt.

Dabei ist 0=Befund nicht vorhanden, und 1=Befund vorhanden. In den 14 Fällen des Kollektiv A fanden sich in zwei Fällen Pseudoarthrosen und bei zehn Fällen endostale Appositionen. In sieben Fällen wurden MKF nachgewiesen. Aseptische Nekroseareale fanden sich in insgesamt acht Fällen. In Kollektiv B mit 15 Fällen fanden sich in zwei Fällen Pseudoarthrosen und bei zehn Fällen endostale Appositionen. Mikrokallusformationen wurden in fünf Fällen nachgewiesen. Im Ganzen waren in elf Fällen aseptische Nekrose Areale nachweisbar.

Während die Befundgruppen Pseudoarthrosen und endostale Appositionen prozentual (vgl. Tab.8) gesehen in beiden Kollektive nahe beieinander liegen, so zeigen sich bei dem Anteil von MKF und aseptischen Knochennekrosen im jeweiligen Kollektiv Unterschiede. Pseudoarthrosen finden sich im Kollektiv A mit 14,3% im Vergleich zu Kollektiv B 13,3%. Von den 14 Fällen in Kollektiv A weisen 71,4% endostale Appositionen auf (Kollektiv B 66,7%). Der Anteil der Mikrokallusformationen im Kollektiv A liegt bei 50,0%, in Kollektiv B ist dieser mit 33,3% geringer. Was die aseptischen Knochennekrosen angeht, so zeigen sich deutlichere Unterschiede in der Verteilung. Weisen in Kollektiv A 57,1% eine aseptische Knochennekrose auf, so sind dies in Kollektiv B 73,3%.

Fälle <i>n</i>	Pseudoarthrosen	endostale Appositionen	Mikrokallusformationen (MKF)	aseptische Knochennekrose
Kollektiv A (=3Mon.)				
14	2	10	7	8
in %	14,3	71,4	50,0	57,1
Kollektiv B (>3Mon.)				
15	2	10	5	11
in %	13,3	66,7	33,3	73,3

Tab.8: prozentuale Verteilung der histologischen Befunde

<i>Fall/lfd.Nr.</i>	Pseudo-arthrosen	endostale Appositionen	Mikrokallus-formationen (MKF)	aseptische Knochennekrose
1/1	0	0	1	1
2/2	1	1	1	1
3/3	0	1	1	1
4/4	0	1	0	1
5/6	0	1	1	1
6/9	0	1	0	0
7/10	0	0	0	0
8/12	0	0	1	0
9/15	0	1	0	1
10/17	1	1	1	1
11/18	0	0	1	0
12/19	0	1	0	0
13/21	0	1	0	0
14/25	0	1	0	1
<b>Summe</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>8</b>

Tab.9: histologische Befundgruppen Kollektiv A (=3Mon.)

<i>Fall/lfd.Nr.</i>	Pseudo-arthrosen	endostale Apposition	Mikrokallus-formationen (MKF)	aseptische Knochennekrose
15/5	0	0	0	1
16/7	0	0	0	1
17/11	0	1	0	0
18/13	0	1	1	1
19/14	0	1	1	0
20/16	1	1	1	0
21/20	0	0	0	1
22/24	0	1	0	1
23/28	0	0	0	1
24/30	0	1	0	0
25/31	0	1	0	1
26/32	0	1	0	1
27/35	0	0	1	1
28/36	0	1	0	1
29/37	1	1	1	1
<b>Summe</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>11</b>

Tab.10: histologische Befundgruppen Kollektiv B (>3Mon.)

## 5. Fallpräsentation

### 5.1. Patientenkollektiv A (Standz. =3 Mon.)

Fall/lfd.Nr.: 1/1

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
48	w	1,65	99	36	li	59	4,5

Tab.11: Patientendaten 1/1

#### Anamnese

Bei diesem Fall handelt es sich um eine 48jährige Patientin mit posttraumatischer Arthritis bei fraglich neuerlichem Frakturereignis. Das Resektat stammt aus Australien. Die Implantationsdauer betrug 59 Tage. Die Patientin hat eine Körpergröße von 1,65m bei 99kg. Die Patientin leidet an starkem Übergewicht, so ergibt für die Berechnung des BMI ein Wert von 36kg/m<sup>2</sup>. Bei dem Fall handelt es sich um eine linke Hüftkappe. Der gemessene Kappendurchmesser beträgt 4,5cm.

verwendeter Zement	Simplex P mit Tobramycin
Zement-Viskosität	medium
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	27s
Positionieren des Implantats nach:	87s

Tab.12: Zementierungsdaten 1/1



Abb.8: Makroskopie 1/1

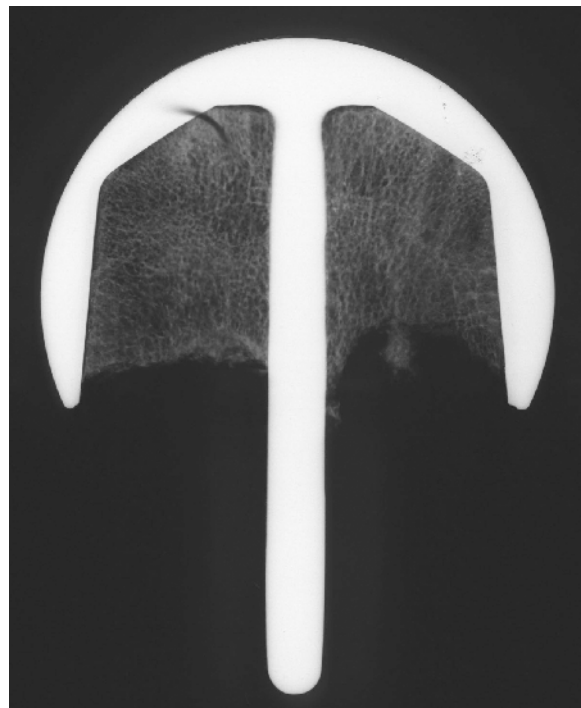


Abb.9: Kontaktradiographie 1/1



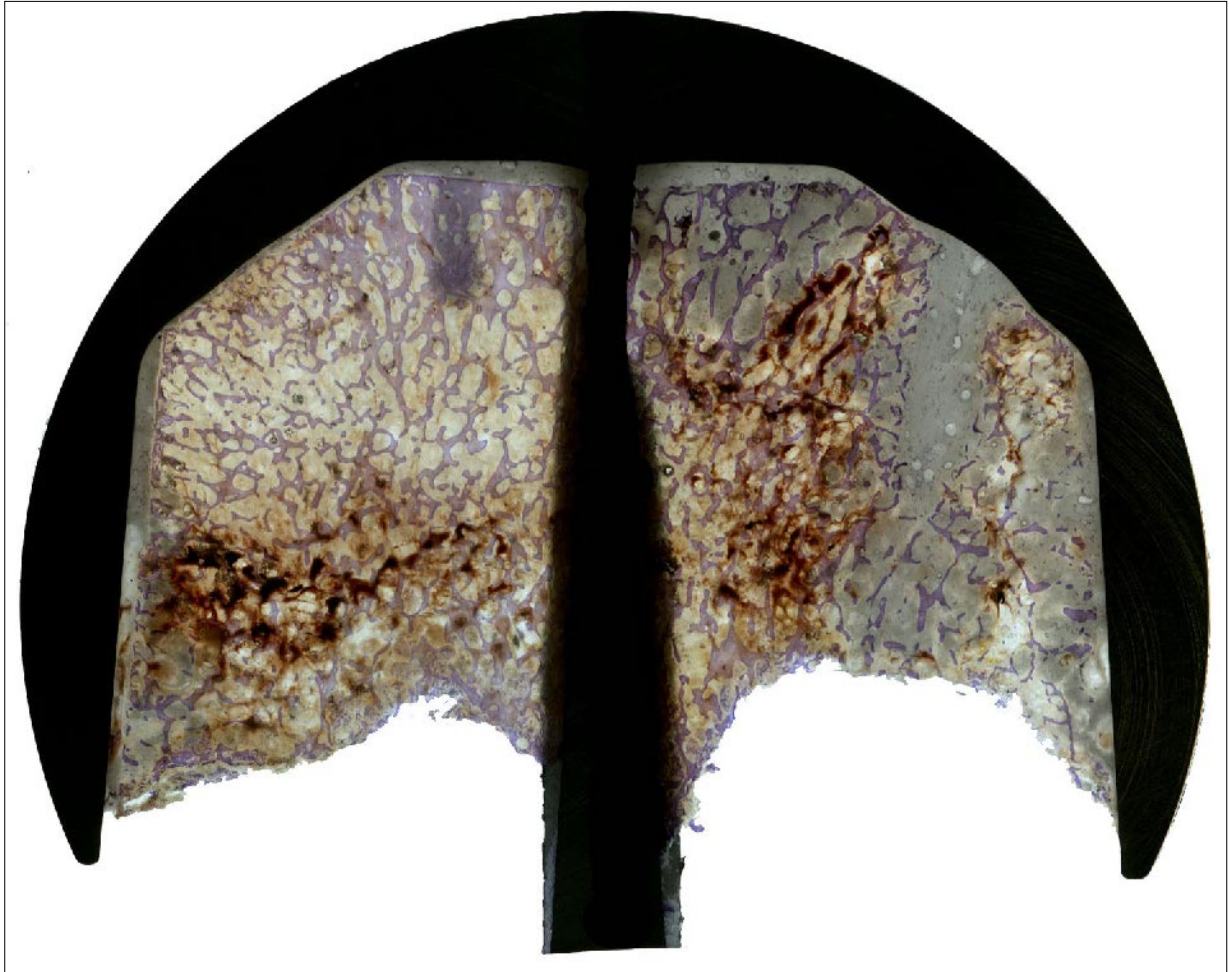


Abb.10: Blockschliff 1/1 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 1/1**

### **linke Kappenhälfte:**

Makroskopisch zeigt sich ein Zementsaum von bis zu 1mm. Im proximalen Pol des Hüftkopfes stellt sich eine 4mm lange und 1,5mm breite mit Zement angefüllte, zapfenartige Fräsung dar. Die Trabekel in diesem Bereich sind verdickt. Ebenfalls lassen sich mehrere Mikrokallusformationen finden. Die Struktur der Spongiosa stellt sich ansonsten als gleichmäßig und vielfach vernetzt dar.

Distal, etwa 4mm vom Rand des Präparates, findet sich eine querverlaufende, mittelgradige Einblutung. Der Vernetzungsgrad der Trabekel ist hier herabgesetzt. An mehreren Stellen ist bei einzelnen Trabekeln eine Kontinuitätsunterbrechung zu erkennen. In zentralen, stiftnahen Bereichen finden sich vereinzelt endostale Anbauten.

### **rechte Kappenhälfte:**

Man erkennt eine große Retentionsfräsung, die schon makroskopisch mehrere Blasen im Zement aufweist. Des Weiteren finden sich Inhomogenitäten im lateralen Zementsaum. Der Zement in der Spitze der Fräsung ist diffus zwischen die Trabekel vorgedrungen und vereinigt sich mit lateralen Zementanteilen. In diesem Bereich stellen sich die Trabekel dünn dar. Der Vernetzungsgrad ist herabgesetzt und man erkennt viele singuläre Trabekel. Es fällt eine leichte, eher zentral orientierte Einblutung auf. In diesem Einblutungsareal befinden sich zahlreiche, baumartig konfigurierte Kapillaren. Das Lumen der Kapillaren ist zum Zement hin größer. Besonders am distolateralen Rand finden sich mehrere sehr dünne Trabekel.

## Fall/ld.Nr.: 2/2

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
51	w	k.A.	k.A.	k.A.	li	54	4,0

Tab.13: Patientendaten 2/2

## Anamnese

Dies ist der Fall einer 51jährigen Patientin mit primärer Coxarthrose. Im Begleitschreiben ist vermerkt, dass sich die Fraktur während des Gehens ereignete. Schon 2-3 Tage vor dem eigentlichen Frakturereignis gab die Patientin Leistenschmerzen an.

verwendeter Zement	CMW3
Zement-Viskosität	niedrig
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	30s
Positionieren des Implantats nach:	180s

Tab.14: Zementierungsdaten 2/2



Abb.11: Makroskopie 2/2

In der rechten Kappenhälfte erkennt man eine querverlaufende Fraktur (Aufhellungszone) kurz oberhalb der proximalen Schenkelhalskortikalis. Dieses Areal stellt sich im Blockschliffpräparat intensiv Toluidin-Blau gefärbt dar.

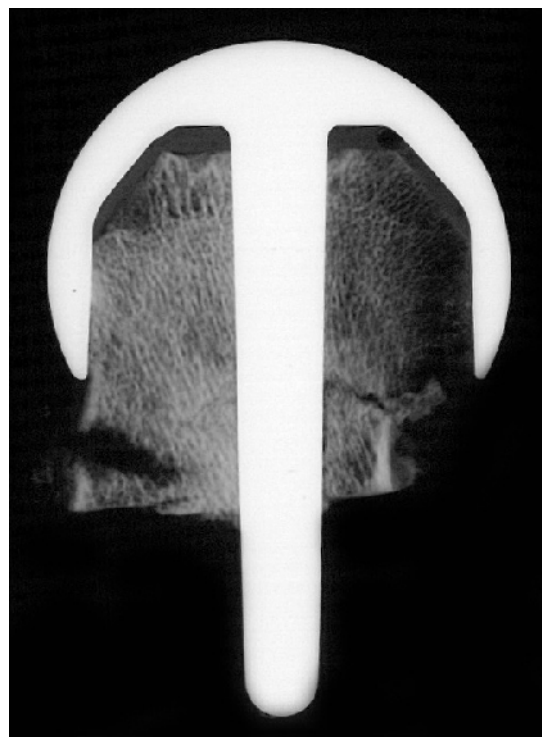


Abb.12: Kontaktradiographie 2/2

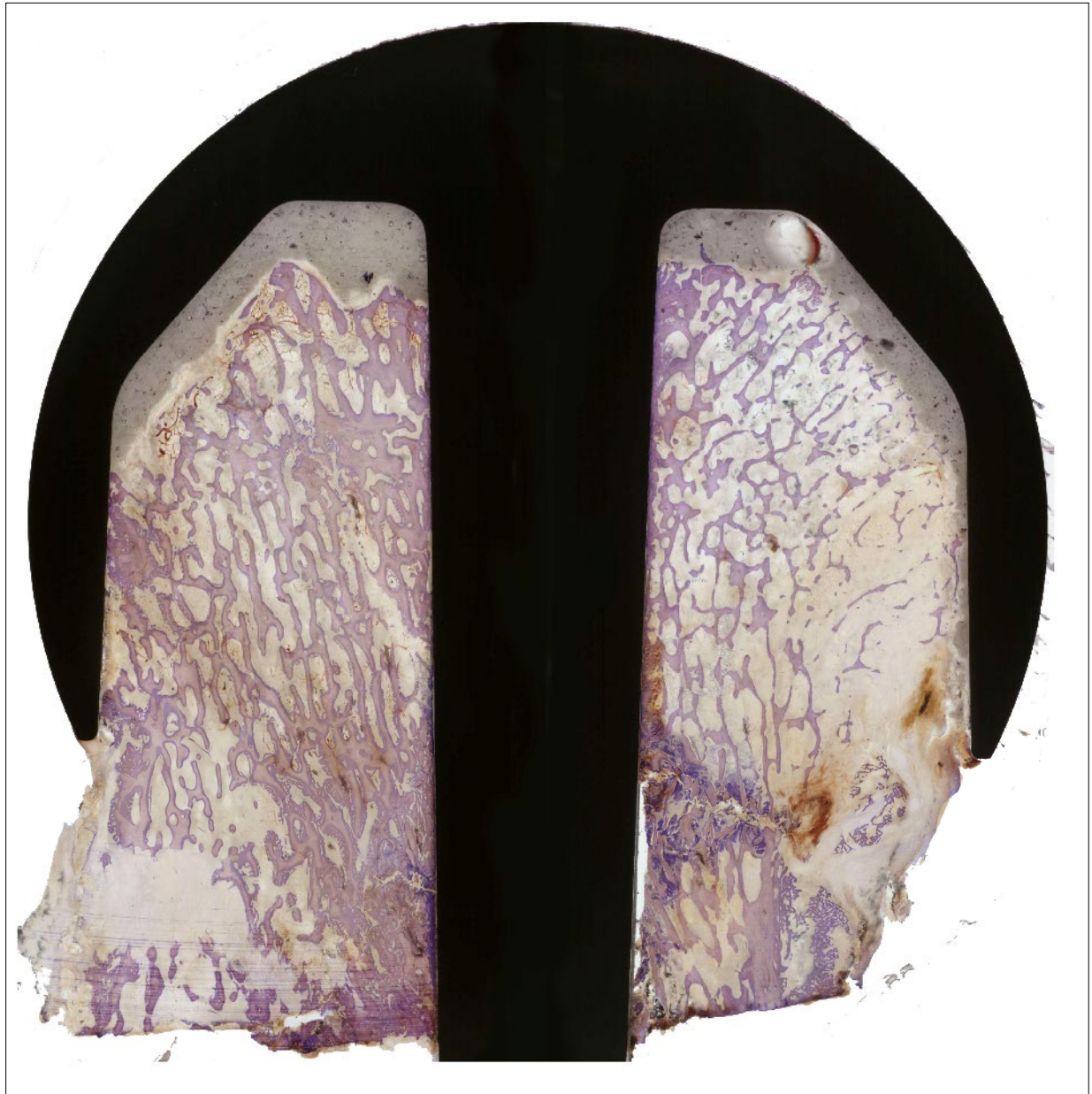


Abb.13:Blockschliff 2/2 bei 8facher Lupenvergrößerung

In Abb.13 ist eine einzeitige intraoperative Fraktur erkennbar. Dafür ausschlaggebend ist neben der Anamnese die Kallusmorphologie. Darüber hinaus finden sich in der Peripherie der Fraktur bindegewebige Anteile, wie sie bei der Entwicklung einer Pseudoarthrose bei ungenügender Ruhigstellung eines frakturierten Knochens zu finden sind.



## Lupenmikroskopischer Befund Fall 2/2

### linke Kappenhälfte:

Man erkennt einen bis 5,3mm starken Zementmantel. Lateral fehlt dieser vollständig. Es lassen sich zwei in Organisation befindliche Frakturareale erkennen. Insgesamt findet ein starker Knochenanbau statt. Mehrere Mikrokallusformationen (vgl. Abb.14) sind lateral zu erkennen. Distal, in Nähe des Schaftes, stellen sich die verbreiterten Trabekel als wüst frakturiert dar. Hier ist das zweite Frakturareal lokalisiert: man erkennt eine 3mm lange Frakturlinie mit blau angefärbten Fibrin. An der Zementgrenze ein feines Kapillarnetz erkennbar. In diesem Bereich liegt ein geringerer Knochenanbau vor.

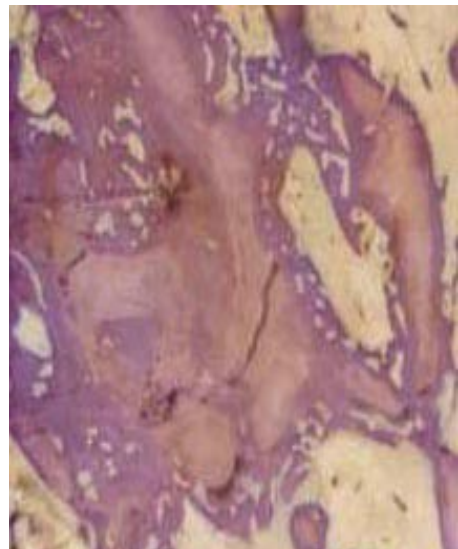


Abb.14: Detail der linken Kappenhälfte mit Darstellung einer Mikrofraktur und reaktiv gebildetem Mikrokallus

### rechte Kappenhälfte:

Der Zementsaum weist eine 2,2mm x 3mm große Blase auf. Unzählige kleinere Blasen finden sich im gesamten Zementsaum. Lateral wird der Zement nach distal zunehmend inhomogener. Die angrenzende Spongiosa ist rarefiziert und dünn, am äußersten distalen Ende fehlt sie vollständig. Hier findet sich ein Areal von bindegewebig-faseriger Struktur. Die proximalen, schaftnahen Trabekel wirken plump verbreitert. Insgesamt nimmt die Trabekelstärke von zentral nach lateral ab. Das distale Drittel ist durch eine 6,2mm lange, frische, in Organisation befindliche Kontinuitätsunterbrechung vom restlichen Kopfanteil getrennt. In der Region dieser Frakturlinie sind die Trabekel plattenhaft und wenig vernetzt. Direkt am Schaft findet sich eine artifizielle Spaltbildung ohne Zement. Nach proximal hin besteht direkter Kontakt von Knochen zum Metall.

**Fall/lfd.Nr.: 3/3**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
67	w	k.A.	k.A.	k.A.	re	21	5,5

Tab.15: Patientendaten 3/3

**Anamnese**

Dies ist der Fall einer 67jährigen Patientin mit primärer Coxarthrose. Das Resektat stammt aus Australien. Es handelt sich um eine Hüftkappenendoprothese mit zentralem 8,0 cm langen Stift. Etwa 1,0 cm proximal der Absetzungsstelle findet sich eine querverlaufende Spaltbildung.

**Anmerkung:** Für den Fall 3/3 lagen keine Zementierungsdaten vor.

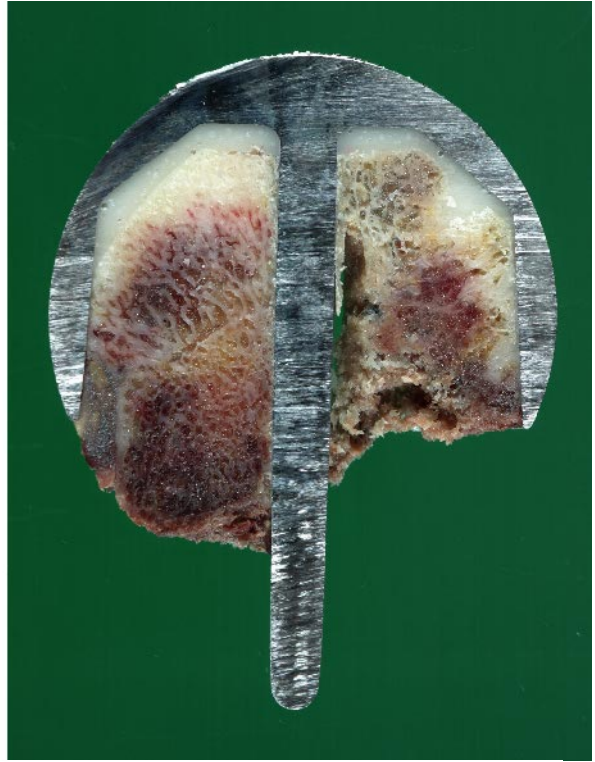


Abb.15: Makroskopie 3/3

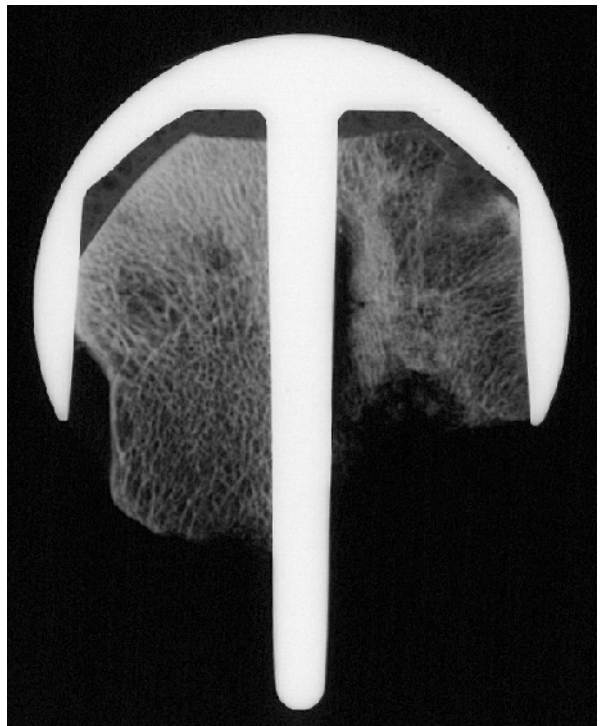


Abb.16: Kontaktradiographie 3/3



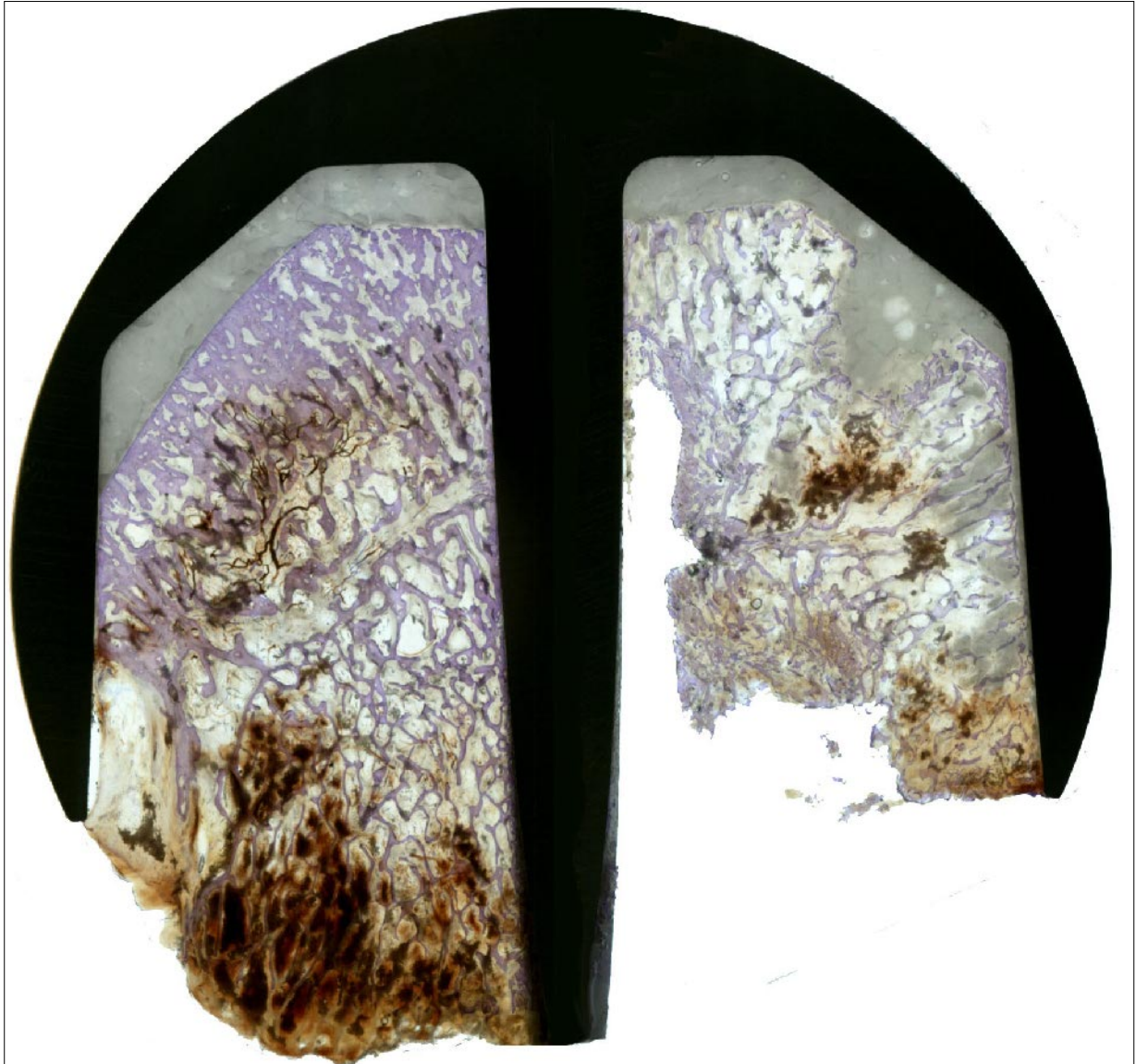


Abb.17: Blockschliff 3/3 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 3/3**

### **linke Kappenhälfte:**

Proximal stellen sich die Trabekel als plump dar im Sinne einer Osteosklerose, wie sie bei einer Coxarthrose zu finden ist. Man sieht knöcherne Anbauten aus Geflechtknochen und frakturierte plumpe Trabekel. Vereinzelt finden sich Mikrokallusareale. Nach distal fallen intertrabekulär kapilläre Einsprossungen auf. Querverlaufend erkennt man die alte Epiphysenzone. Im Weiteren stellen sich die Trabekel als regelrecht ausgebildet dar. Am distalen Rand erkennt man ein flächiges Einblutungsareal mit stark herabgesetzter trabekulärer Vernetzung.

### **rechte Kappenhälfte:**

Im Zementmantel fallen mehrere tiefgehende Blasen von bis 1,2mm auf. Der Zement ist reich an Sprüngen, die bis in die Tiefe der Blasen reichen. Entlang des Schaftes fällt ein bis zu 2,7mm breiter und 11,8mm langer Spalt auf, der höchstwahrscheinlich resektionsbedingt ist. Die angrenzenden Bereiche der Spongiosa zeigen einen bis zu 2,4mm breiten Saum mit vielfältig frakturierten trabekulären Anteilen, wobei sie Fibrin umlagert sind. Des Weiteren erkennt man eine kastenförmige Bohrung. Auch in ihrem Radbereich finden sich frakturierte ossäre Elemente. Von lateral ist der Zement entlang plattenhafter Trabekel bis in eine Tiefe von 5,5mm vorgedrungen. Zentral ist ein 5mm x 2mm großes Einblutungsareal, welches oberhalb der alten Epiphysenfuge lokalisiert ist.

### **Zement:**

Der Zement weist in beiden Schliffhälften zahlreiche Sprünge auf. Man erkennt die Sprünge auch in der Tiefe der im Zement zahlreich enthaltenen Luftblasen als dünne Linien. Höchstwahrscheinlich sind sie Resultat von Mikrobewegungen.

**Fall/lfd.Nr.: 4/4**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
67	w	1,70	62	21	li	34	4,5

Tab.16: Patientendaten 4/4

**Anamnese**

Dies ist der Fall einer 67jährigen Patientin mit primärer Coxarthrose. Das Resektat stammt aus Südafrika. Der Chirurg, der die Revision vornahm, ist überzeugt davon, dass der Grund für das Versagen (Fraktur) der Hüftkappenendoprothese, die mit 6° variierte Stellung war. Der BMI mit 21kg/m<sup>2</sup> liegt bei der Patientin in einem optimalen Bereich.

verwendeter Zement	Cemfix 3
Zement-Viskosität	niedrig
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	60s
Positionieren des Implantats nach:	60s

Tab.17: Zementierungsdaten 4/4

Bei Abb.18 handelt es sich um eine Femurkappenendoprothese mit teilweise sehr feinem Zementsaum (max. 2mm). In der linken Kappenhälfte findet sich über einem Fräsungszapfen ein Blutkoagel, welches die Kontinuität des Zementsaums unterbricht. Im Makrobild zeigen sich sowohl auf der linken als auch auf der rechten Kappenhälfte nach zentral führende ca. 1,5cm lange Retentionsfräsungen, die mit Zement ausgefüllt ist.



Abb.18: Makroskopie 4/4



Abb.19: Kontaktradiographie 4/4

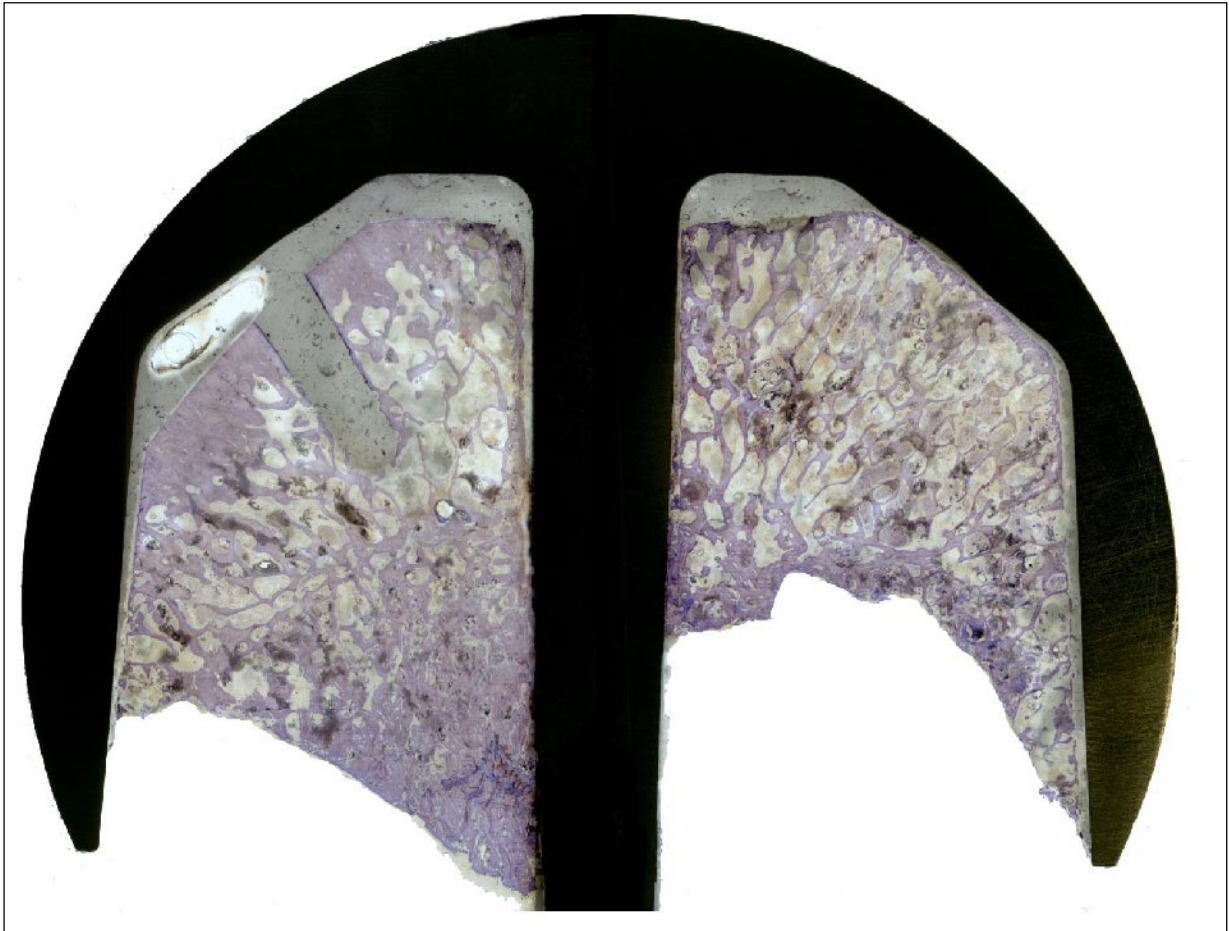


Abb.20: Blockschliff 4/4 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 4/4**

### **linke Kappenhälfte:**

Die Stärke des Zementmantels beträgt max. 2mm. An der lateralen Krümmung zeigt sich eine ca. 6x1mm große Luftblase im Zement. Die 8mm tiefe Bohrung zeigt an ihrer Basis feine Haarrisse, die auch in Verbindung mit Luftblase stehen. Die Bohrung hat ein Kaliber von 3mm an der Basis und 2,3mm in der Spitze. Lateral zeigt sich eine Osteosklerose. Distal fällt eine ausgedehnte Frakturzone auf. Es finden sich Trabekeltrümmer und intertrabekuläres bläulich angefärbtes Fibrin. Die Fraktur zeigt sich in Organisation (frischer Geflechtknochen und starke knöcherne Anbauten).

### **rechte Kappenhälfte:**

Die Stärke des Zements beträgt proximal 2mm. Nach lateral findet sich ein feiner bis max. 0,5mm breiter Zementstreifen. Auch in diesem Schliff erkennt man distal eine Frakturzone mit Abscheidungen von Fibrin. Die Morphologie der Spongiosa stellt sich distal verdickt dar.

## Fall/lfd.Nr.: 5/6

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
52	m	k.A.	k.A.	k.A.	re	62	5,0

Tab.18: Patientendaten 5/6

## Anamnese

Das Resektat stammt von einem 52jährigen Patienten mit bekannter primärer Coxarthrose. Es handelt sich um das rechte Hüftgelenk. Die Standzeit beträgt 62 Tage. Nähere Angaben zu Gewicht, etc. und postoperatives Management liegen nicht vor. Bei dem Patienten wurde eine 5cm messende Hüftkappenendoprothese implantiert.

verwendeter Zement	Simplex P mit Tobramycin
Zement-Viskosität	medium
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	60s
Positionieren des Implantats nach:	k.A.

Tab.19: Zementierungsdaten 5/6





Abb.21: Makroskopie 5/6

In Abb.22 fällt in der rechten Kappenhälfte eine für einen degenerativen Prozess kartilaginärer bzw. ossärer Strukturen im Sinne einer primären Coxarthrose typische solitäre Geröllzyste auf. Diese ist partiell mit Zement angefüllt.

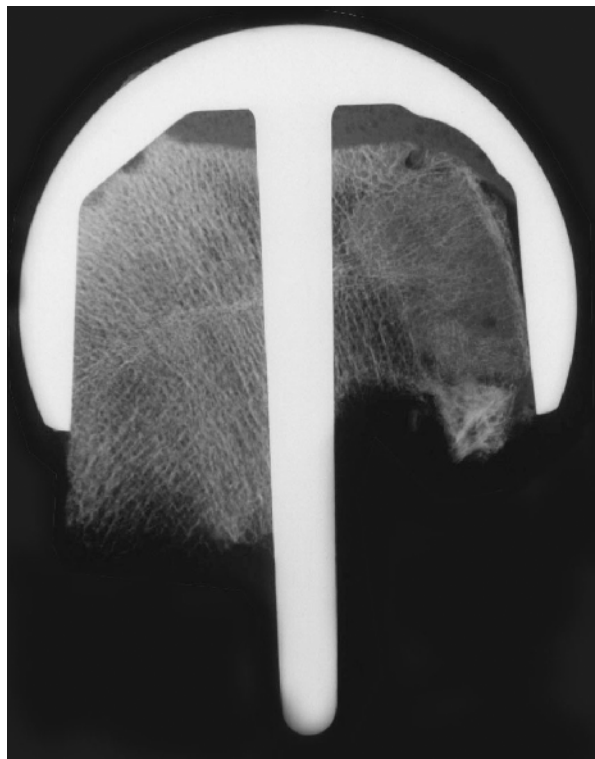


Abb.22: Kontakttradiographie 5/6



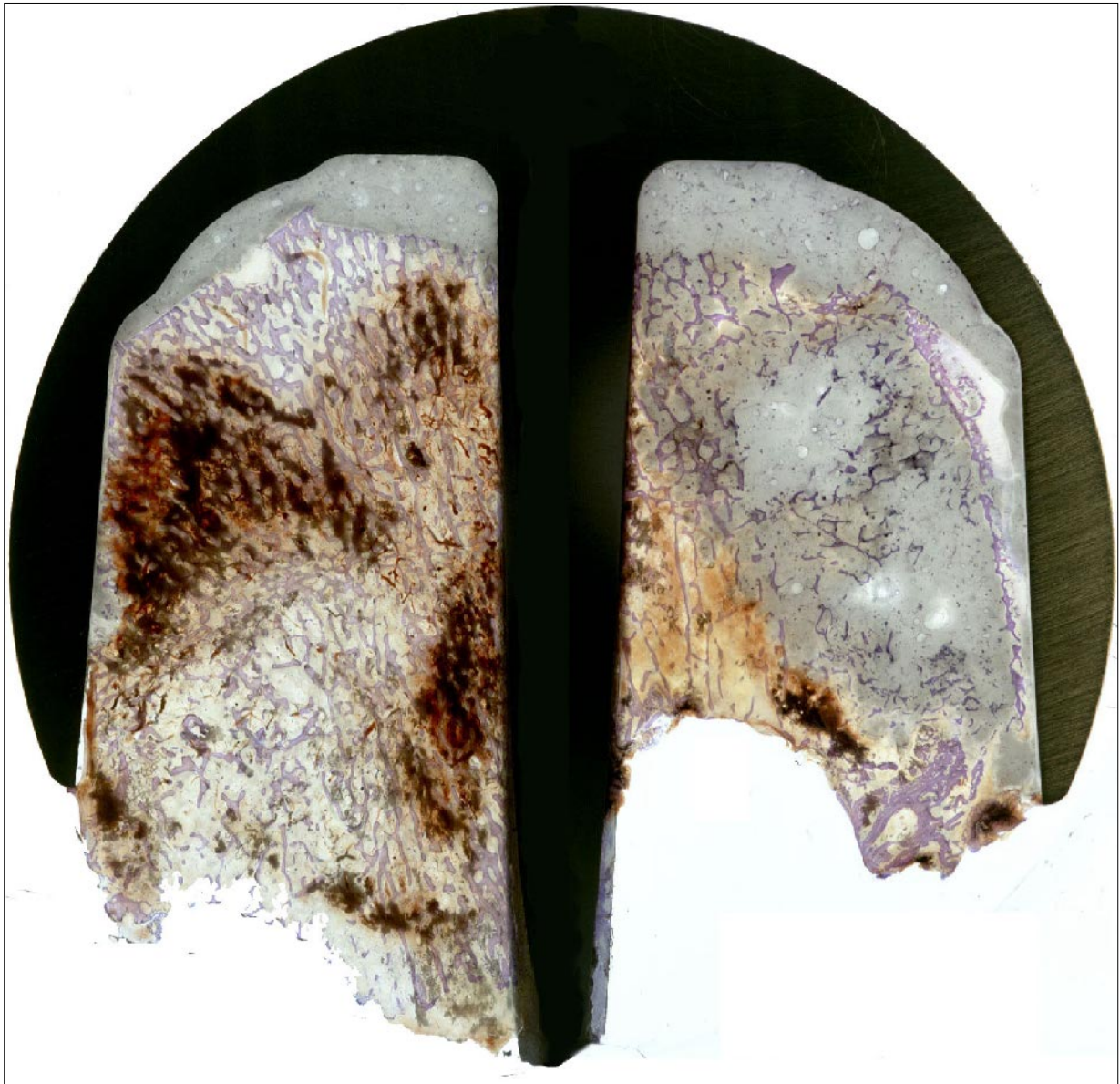


Abb.23: Blockschliff 5/6 bei 8facher Lupenvergrößerung

## Lupenmikroskopischer Befund Fall 5/6

### linke Kappenhälfte:

Der Zementmantel weist mehrere bis zu 0,5mm große Luftblasen auf. Es finden sich feine Sprünge im Zement, die bis in die Tiefe der Blase reichen.

Schaftnah weist der Zementmantel eine Stärke von bis zu 4,2mm auf. Lateral lassen sich Werte bis 0,3mm messen. Am distalen Kappenrand ist ein Spalt von 5,9mm Länge zu erkennen; er ist nach distal durch faserige Anteile dünn verschlossen.

Die Spongiosa erscheint regelrecht konfiguriert mit gutem Vernetzungsgrad. Im mittleren Bereich erkennt man die ehemalige Epiphysenzone. Im lateralen Kopfanteil findet sich 11mm x 8,3mm Einblutungsareal. Ebenfalls sind in diesem Bereich unzählige Kapillaren zu erkennen. Im distalen Anteil des Kopfes stellt sich die Spongiosa eher plattenhaft und normal konfiguriert dar.

### rechte Kappenhälfte:

Der Zementmantel imponiert durch unzählige Blasen. Lateral stellt sich ein polygonaler bis zu 13mm langer und 4mm breiter Hohlraum dar. Der Zement ist massiv in stark rarefizierte Spongiosa vorgedrungen. Er bettet viele kleine Spongiosafragmente ein. Distal findet sich ein kleines Areal mit knöchernen Anbauten direkt neben zwei kleineren Einblutungen.

### Schenkelhals:

Das Schenkelhalsfragment in Abb.24 weist lamellären Knochen auf. Es finden sich mäßiggradige knöchernen Anbauten. Vereinzelt sind Mikrokallusformationen erkennbar. Teilweise sind die Markräume mit faserartigen Anteilen angefüllt im Sinne einer Markfibrose. Dieses konnte auch histologisch bestätigt werden.

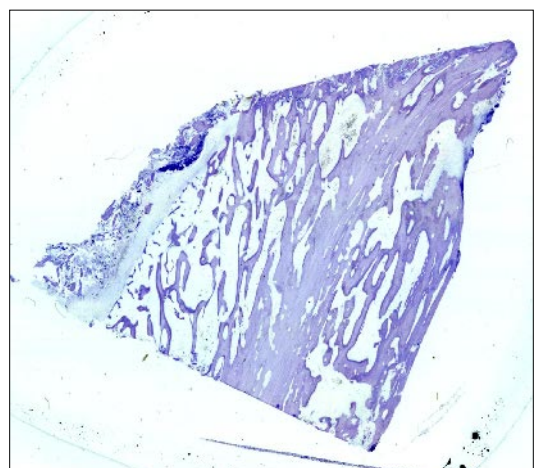


Abb.24: Schenkelhalsfragment von 5/6; 8fache Lupenvergrößerung

## Fall/Id.Nr.: 6/9

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
72	w	1,70	78,4	27	li	36	5,0

Tab.20: Patientendaten 6/9

## Anamnese

Bei dem folgenden Fall handelt es sich um eine 72jährige Patientin mit langjährig bekannter primärer Coxarthrose. Nach einer Tragedauer von 36 Tagen wurde die implantierte Hüftkappenendoprothese wegen einer nicht näher beschriebenen Schmerzsymptomatik entfernt. Es handelt sich um einen Hüftkopf mit zementierter Kappenendoprothese mit einem Durchmesser von 5,0cm und einem Schenkelhalsfragment. Die Patientin weist mit 27kg/m<sup>2</sup> einen grenzwertigen BMI auf.

verwendeter Zement	Smartset
Zement-Viskosität	medium
erfolgte Jet-Lavage	k.A.
Vakuum-Anrühren	ja
Einbringen des Zements in Implantat in:	240s
Positionieren des Implantats nach:	120s

Tab.21: Zementierungsdaten 6/9

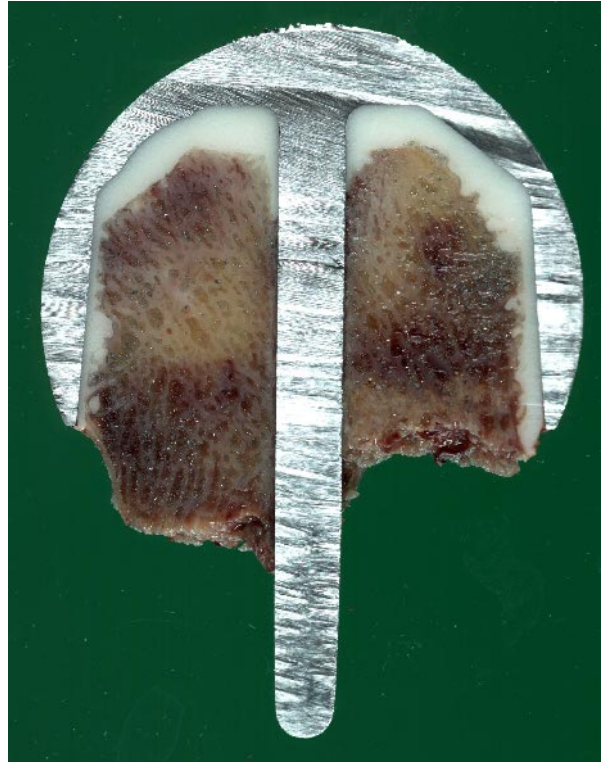


Abb.25: Makroskopie 6/9

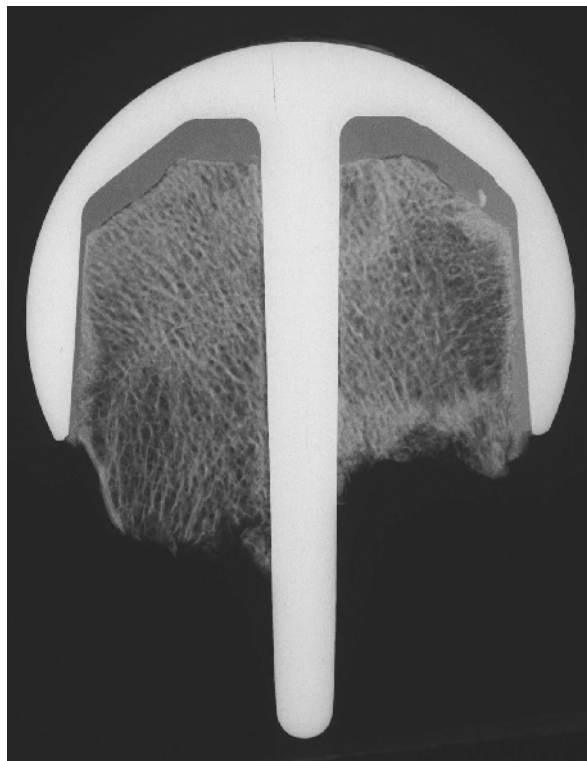


Abb.26: Kontaktradiographie 6/9



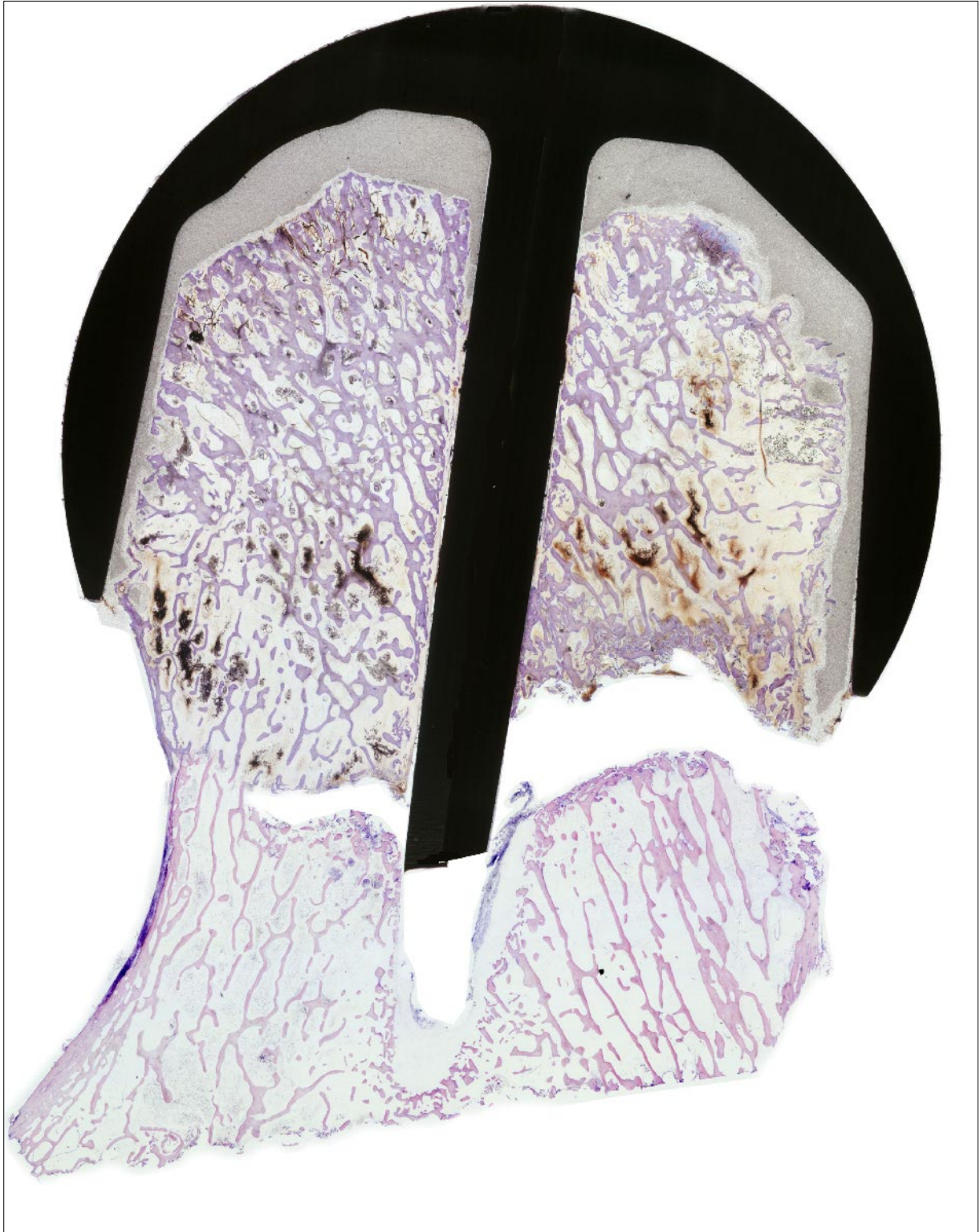


Abb.27: Blockschliff 6/9 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 6/9**

### **linke Kappenhälfte:**

Die Zementstruktur erscheint homogen, wenn auch nicht stark verdichtet. Der gesamte Zementsaum mit einer Stärke von 3 - 4mm kann in einen dunkleren äußeren und in einen helleren (weniger dicht) knochennahen Anteil unterteilt werden. In den zementnahen Bereichen fallen proximal unzählige Kapillaren auf. Die Trabekel in diesem Bereich sind plump, verdickt und von plattenhafter Morphologie. Es liegt ein guter Vernetzungsgrad vor. Nach distal und im Bereich des Schenkelhalses finden sich zunehmend dünnere und wenig vernetzte Trabekel. In Schaftnähe erkennt man Knochenneubildungsvorgänge. Man kann dort mehrere kleinere Trabekelfragmente und eine bindegewebige Membran erkennen. Am distalen Kappenrand tritt Zement hervor und schließt ein Stück der proximaler Schenkelhalskortikalis ein.

### **rechte Kappenhälfte:**

Es zeigt sich ein Zementsaum von ähnlicher Qualität wie in der linken Kappenhälfte mit einer Breite von bis zu 3mm. Auch hier finden sich Kapillaren in zementnahen, proximalen Spongiosabereichen. Nach lateral stellt sich die Spongiosa rarefiziert dar. Zentral sind die Trabekel eher plump. Im schaftnahen, proximalen Bereich des befrästen Femurkopfes ist eine feine Knochenneubildung erkennbar. Daneben sind feine kapilläre Einsprossungen erkennbar. Distal findet sich eine Frakturzone mit proximaler Einblutung.

**Fall/lfd.Nr.: 7/10**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
74	m	1,65	68	25	li	27	5,0

Tab.22: Patientendaten 7/10

**Anamnese**

Bei diesem Fall handelt es sich um einen 74jährigen Patienten mit Rheumatoider Arthritis. Die Standzeit dieser zementierten Hüftkappenendoprothese betrug 27 Tage. Die Resektion musste auf Grund von Instabilitätsphänomenen vorgenommen werden. Es handelt sich um eine zementierte Kappenendoprothese mit proximalen Femurkopf.

verwendeter Zement	Smartset
Zement-Viskosität	medium
erfolgte Jet-Lavage	k.A.
Vakuum-Anrühren	ja
Einbringen des Zements in Implantat in:	240s
Positionieren des Implantats nach:	120s

Tab.23: Zementierungsdaten 7/10



Abb.28: Makroskopie 7/10



Abb.29: Kontaktradiographie 7/10



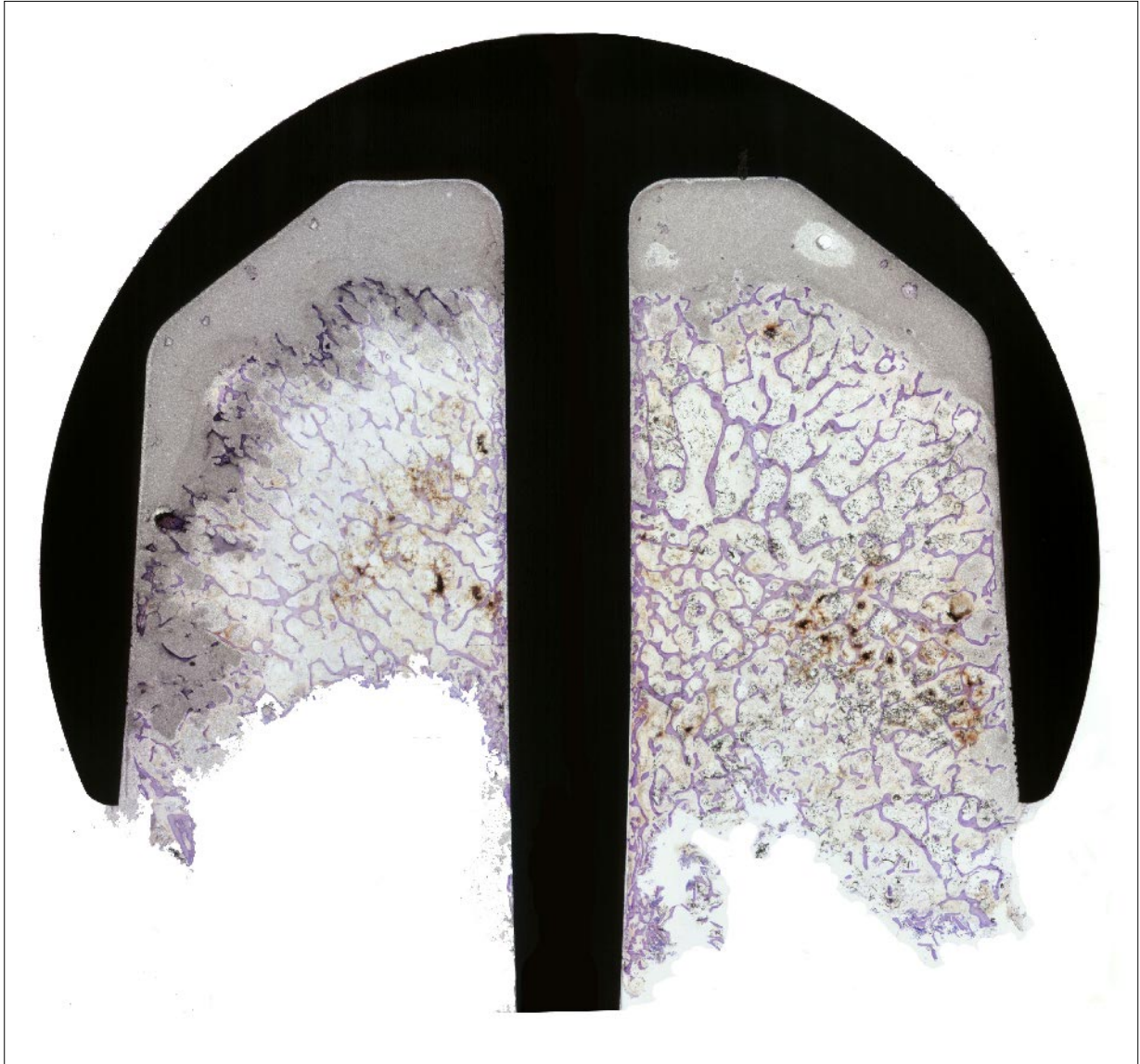


Abb.30: Blockschliff 7/10 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 7/10**

### **linke Kappenhälfte:**

Der Zementsaum 4mm stark und dringt diffus bis zu 4-5mm in die Spongiosa ein. Es zeigen sich mehrere Blasen und Inhomogenitäten. In den an den Zement angrenzenden Bereichen zeigt sich die laterale Spongiosa rarefiziert und teilweise plattenhaft. Am Schaft entlang zieht sich ein immer dünner werdender Zementsaum. Es finden sich zahlreiche Kapillaren. Der distale Rand weist eine frische Fraktur auf.

### **rechte Kappenhälfte:**

In dieser Kappenhälfte imponieren mehrere kleine, aber auch bis zu 3mm große Blasen. Von seiner Verdichtung her gleicht der Zement dem der anderen Schliffhälfte. Seine Stärke beträgt max. 4mm. Das Eindringen in die Spongiosa ist auf 2-3mm beschränkt. Die Struktur der Spongiosa erscheint in lateralen Abschnitten plattenartig mit geringer Vernetzung. Eine Knochenneubildung ist nicht zu erkennen.

**Fall/lfd.Nr.: 8/12**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
62	w	1,60	65	25	re	15	4,5

Tab.24: Patientendaten 8/12

**Anamnese**

Es handelt sich um eine 62jährige Patientin mit langjährig bekannter primärer Coxarthrose. Die Fraktur ereignete sich während des Gehens, jedoch nach einer physiotherapeutischen Anwendung, bei der die Abduktion geübt wurde. Es wird eine Standzeit von 15 Tagen angegeben. Es handelt sich um das rechte Hüftgelenk.

verwendeter Zement	CMW3
Zement-Viskosität	niedrig
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	ja
Einbringen des Zements in Implantat in:	60s
Positionieren des Implantats nach:	60s

Tab.25: Zementierungsdaten 8/12

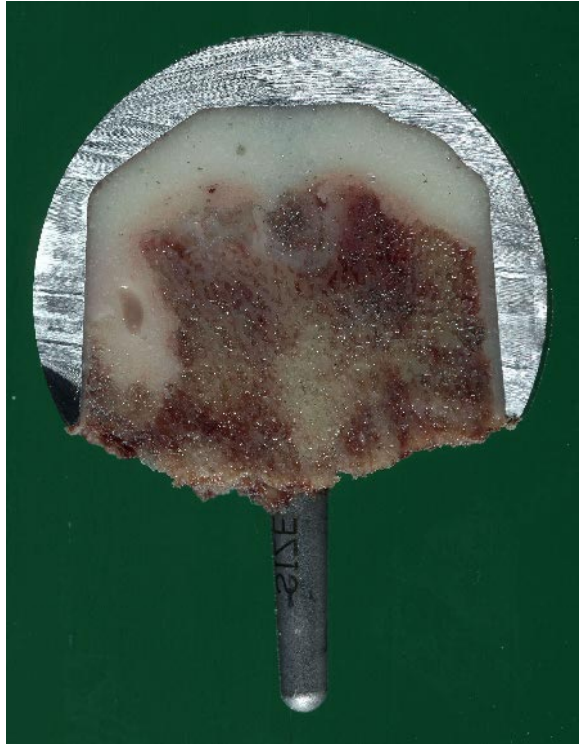


Abb.31: Makroskopie 8/12



Abb.32: Kontaktradiographie 8/12

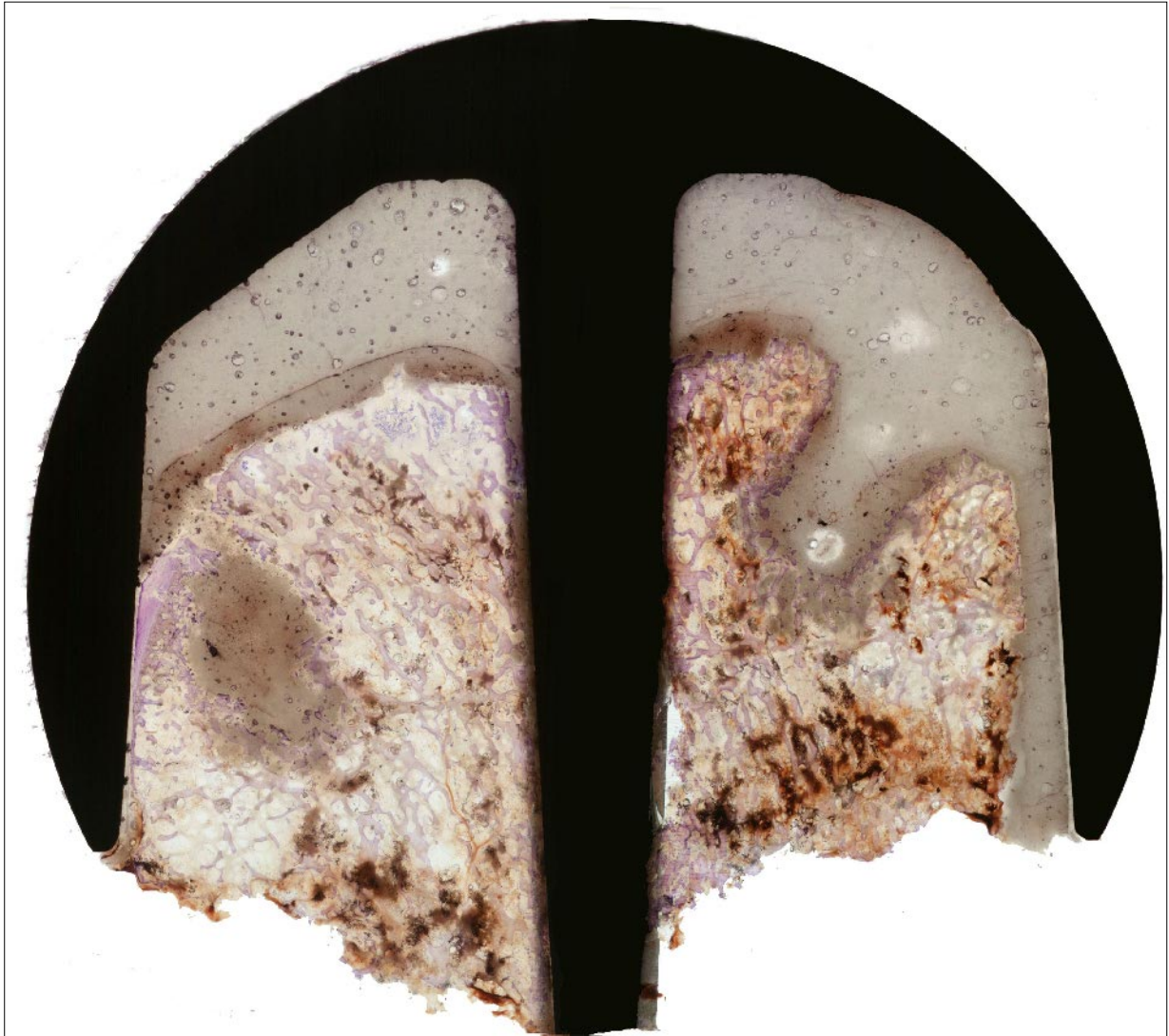


Abb.33: Blockschliff 8/12 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 8/12**

### **linke Kappenhälfte:**

Es fällt ein Zementsaum von bis zu 7mm auf. Schon makroskopisch lassen sich mehrere Luftblasen im Zement erkennen (bis 1mm). Der Zement unterteilt sich in einen dunkleren, spongiosanahen Anteil und einen hellen kappennahen Anteil. Wahrscheinlich Resultat einer zweizeitigen Zementapplikation. Ein 8mm x 5mm großes Zementareal steht mit dem Zementmantel in Verbindung. Höchstwahrscheinlich ist dies die Zementspitze einer Retentionsfräsung in einer anderen Kappenebene. Die direkt randständige Spongiosa stellt sich als normal dar mit überwiegend plattenhafter Morphologie. Der Zement ist hier diffus bis 1mm intertrabekulär vorgedrungen. In den proximalen Anteilen finden sich zahlreiche Kapillaren. Die Spongiosa stellt sich besonders proximal und distal als rarefiziert dar. Distal erkennt man plattenhafte Spongiosa.

### **rechte Kappenhälfte:**

Es fällt ein 6-7mm starker Zementsaum mit schon makroskopisch sichtbaren Luftblasen auf. Vom Rand der kastenartigen Fräsung dringt der Zement bis zu 3mm in die Spongiosa vor. Fragmentierte Spongiosa ist mit dem Zement in die Tiefe vorgedrungen, ursächlich steht dafür der Anpressdruck bei der Implantatapplikation. Distal fallen plattenhafte Spongiosaanteile auf. Ein geringgradiger osteosklerotischer Prozess liegt proximal vor. Um den Führungsschaft finden sich kleine frakturierte Spongiosapartikel, wahrscheinlich präparationsbedingt.

**Fall/lfd.Nr.: 9/15**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
38	m	1,70	75	26	li	80	5,5

Tab.26: Patientendaten 9/15

**Anamnese**

Bei diesem Fall handelt es sich um einen 38jährigen Patienten mit primärer Coxarthrose. Die Klinik bestand aus akuten Schmerzen ohne ein erinnerbares Trauma. Die vor der Revision durchgeführte Röntgendiagnostik zeigte eine Schenkelhalsfraktur. Die Prothese wurde revidiert. Es stellt sich heraus, dass ein infektiöser Entzündungsprozess vorlag. Bei dem Patienten ist bekannt, dass vor der Implantation eine Bestrahlung der Hüftregion durchgeführt wurde. Genauere Details über die erfolgte Bestrahlung und deren genaue Indikation liegen nicht vor.

verwendeter Zement	Palacos
Zement-Viskosität	medium
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	k.A.
Positionieren des Implantats nach:	240s

Tab.27: Zementierungsdaten 9/15





Abb.34: Makroskopie 9/15

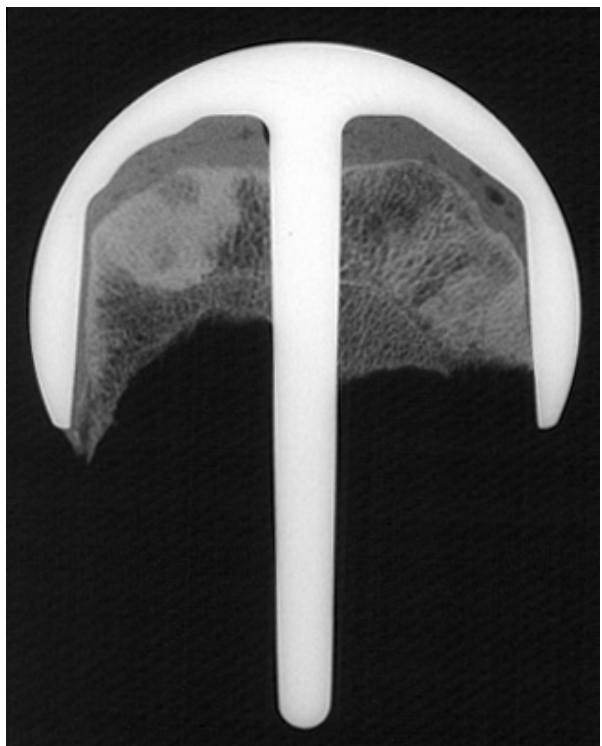


Abb.35: Kontaktradiographie 9/15



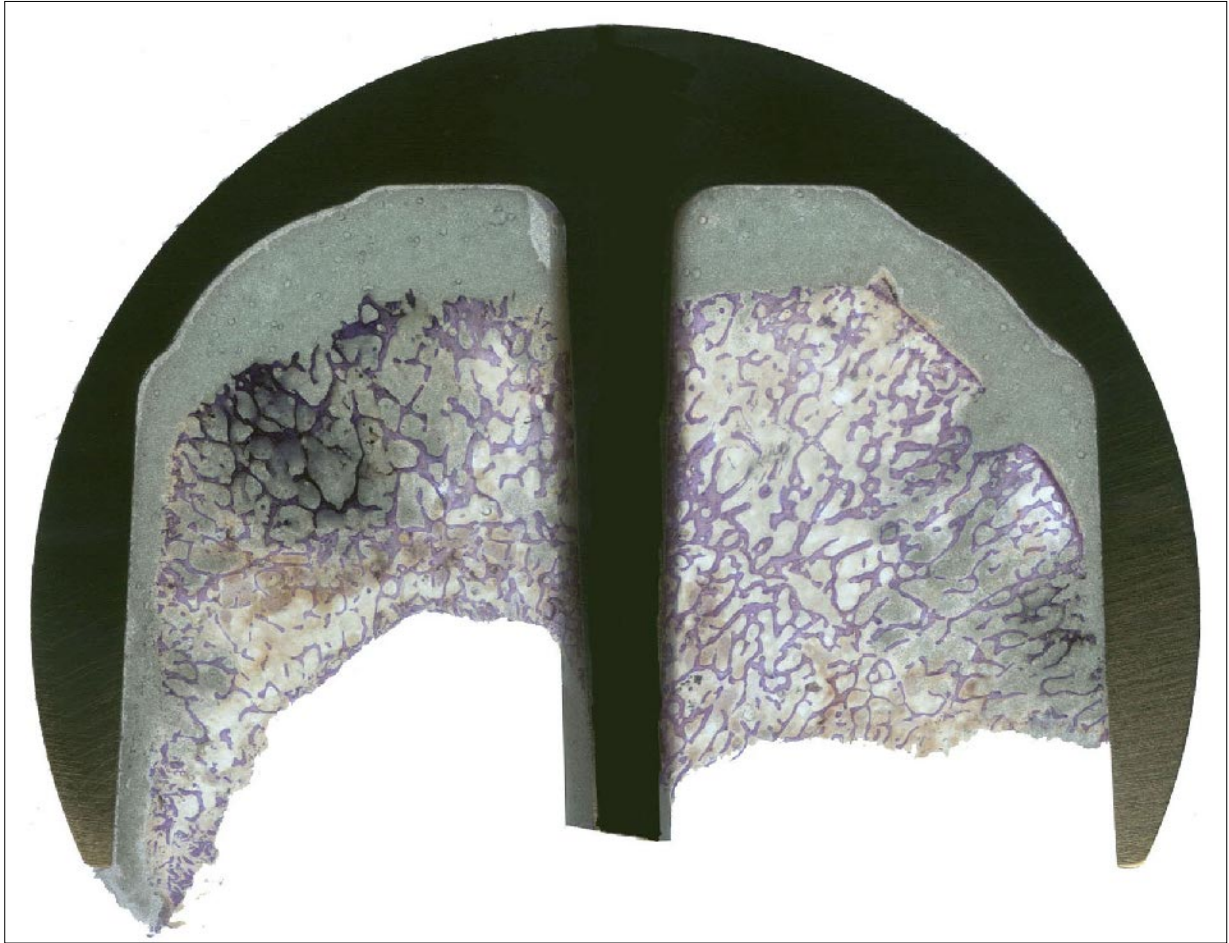


Abb.36: Blockschliff 9/15 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 9/15**

### **linke Kappenhälfte:**

Besonders zentral fällt ein Spongiosaareal auf, welches aus eher plumpen Trabekeln besteht. Vereinzelt erkennt man eine gesteigerte endostale Apposition. Nach distal wird die Trabekelstärke und der Vernetzungsgrad geringer. Lateral findet sich ein Bereich mit mehreren Spongiosafragmenten, welche splitterförmig intertrabekulär zu finden sind. Am distolateralen Rand finden sich Knochenneubildungsprozesse (Kallusbildung), wie sie für ein Frakturereignis typisch sind. Ihre Ausbildung spricht für ein mehrere Wochen zurückliegendes Frakturereignis. Der restliche Randbereich weist frakturierte Trabekel, Exsudationen von Fibrin und ein diskretes Frakturhämatom auf. Wahrscheinlich sind diese Befunde Resultat der Revisions-OP.

### **rechte Kappenhälfte:**

Auf den ersten Blick stellt sich Spongiosa normal strukturiert dar. Es fallen jedoch Areale auf, in denen die Trabekel verdickt sind und rege endostale Anbauten aufweisen. Diese finden sich vermehrt in schaftnahen Regionen. Vom distalen Frakturrand etwas nach proximal entfernt, entdeckt man in den Markräumen Trabekelfragmente. Es liegt eine leichte Einblutung vor. An der lateralen Flanke des Femurkopfes ist eine 2mm tiefe Kerbe, die mit Knochenzement angefüllt ist. Zu beiden Seiten der Kerbe erstrecken sich verbliebene Knorpellamellen des ehemaligen Hüftkopfes. Die Trabekel in diesem Bereich sind hier subchondral verdickt und die Lumina der Markräume sind reduziert, was am ehesten für eine subchondrale Osteosklerose bei primärer Coxarthrose spricht.

### **Zement:**

Der Zement erscheint homogen, wenn auch nicht stark verdichtet. Es fallen mehrere bis zu 0,5mm kleine Blasen auf. Der Zementsaum, der bis zu 6mm stark ist unterteilt sich in einen breiten, knochennahen und stärker verdichteten Teil und einen feinen kappennahen weniger dichten, somit hellen Anteil. Die Zement-Polymerkugeln sind in beiden Schlifflinien tief und sehr diffus in die Markräume vorgedrungen.

## Fall/lfd.Nr.: 10/17

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
52	m	1,80	80	25	re	31	5,0

Tab.28: Patientendaten 10/17

## Anamnese

Bei diesem Fall handelt es sich um einen 52jährigen Patienten mit primärer Coxarthrose. In den Patienteninformationen ist vermerkt, dass eine 1,5 x 1,5cm große Knochenzyste im proximalen Schenkelhalsbereich mit einer Knochenzementplombe (Zementtyp CMW2) während der Implantationsoperation aufgefüllt wurde. Der Operateur war sich sicher, dass die Zementplombe keine nachteiligen Effekte haben würde.

verwendeter Zement	Endurance
Zement-Viskosität	niedrig
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	ja
Einbringen des Zements in Implantat in:	60s
Positionieren des Implantats nach:	120s

Tab.29: Zementierungsdaten 10/17



Abb.37: Makroskopie 10/17

In der linken Kappenhälfte erkennt man die Zementgrenze der Zementplombe zum Zementmantel der Kappe. Diese Grenze ist Resultat einer zweizeitigen Zementierung mit vermutlich unterschiedlichen Zementtypen.



Abb.38: Kontaktradiographie 10/17

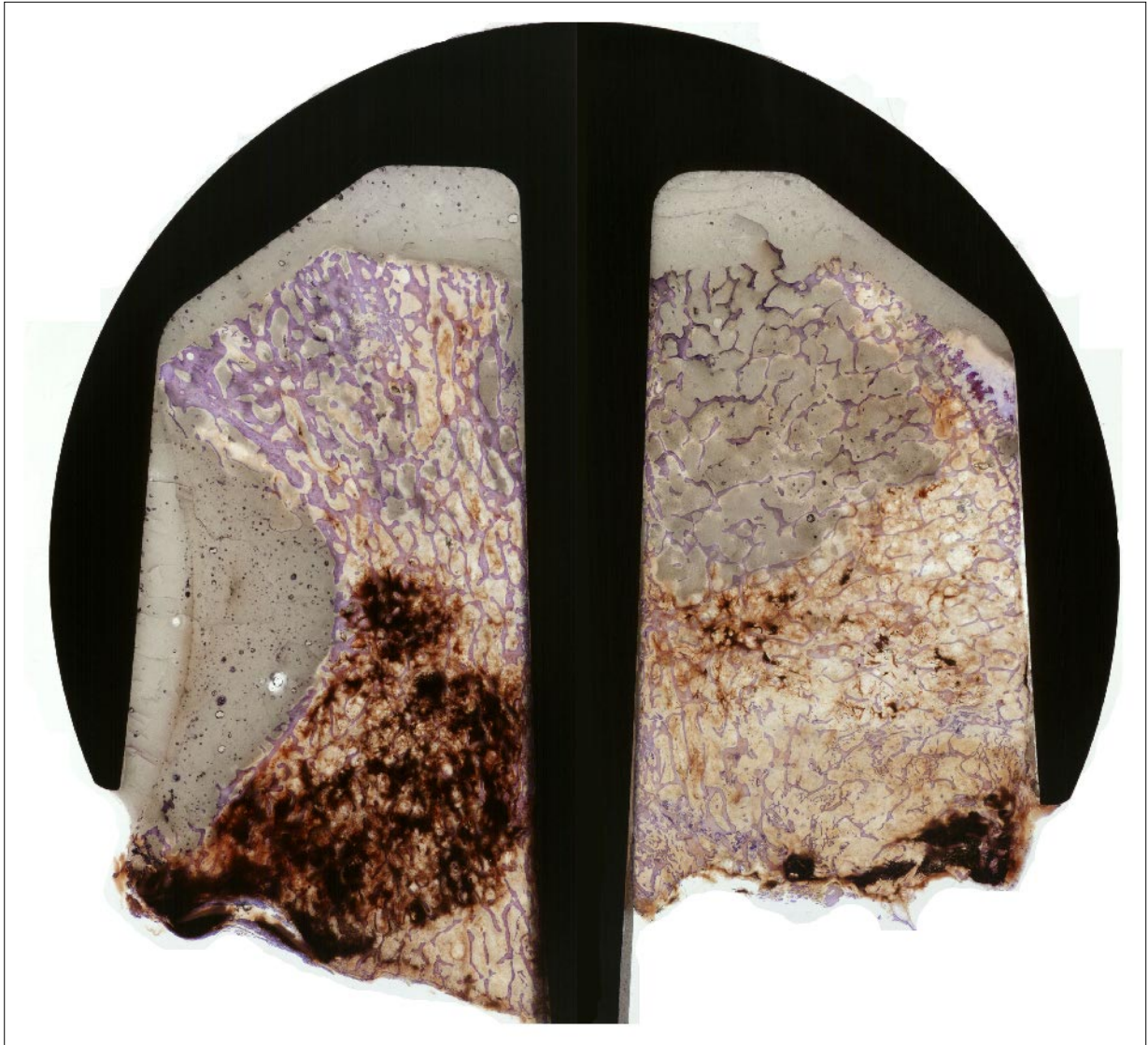


Abb.39: Blockschliff 10/17 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 10/17**

### **linke Kappenhälfte:**

Der Zementmantel wirkt homogen - abgesehen von wenigen Blasen, die größte bis 0,5mm. Lateral findet sich ein scharfbegrenztes, muldenförmiges Zementareal. Der Farbton des Zements ist hier etwas dunkler und leicht bräunlich. Dabei handelt es sich um die intraoperativ mit CMW2 (hohe Viskosität) aufgefüllte Knochenzyste im Schenkelhalsbereich. Die Zementstruktur der Füllung ist reich an kleinen Lufteinschlüssen (bis 1mm). Nach lateral findet sich eine Grenzlinie zum Endurance-Zement des eigentlichen Zementmantels. Stellenweise ist der Zement tief in die Markräume vorgedrungen (bis 11,6mm). Die Trabekel stellen sich besonders proximal als osteosklerotisch verbreitert dar. In diesem Bereich fällt ein kleines ca. 2,2mm x 2,5mm großes Areal auf, in dem Trabekeltrümmer von sehr kleiner und bizarr frakturiert Gestalt zu finden sind. Nach distal nimmt die Trabekelstärke und der Vernetzungsgrad ab (vgl. mit Kontaktradiographie). In diesem Bereich fällt ein 17,2mm x 13mm großes Einblutungsareal auf. Die Markräume sind von Kapillaren durchzogen und scheint mit fibrösem Material angefüllt zu sein. Im distalen Bereich erkennt man Knochenneubildungsprozesse.

### **rechte Kappenhälfte:**

Der Zementmantel in dieser Schliffhälfte ist vergleichbar mit der linken Kappenhälfte, weist aber einen 4,1mm x 1,2mm großen Hohlraum lateral auf. Die Penetration des Zements in die Markräume erstreckt sich fast über den gesamte proximalen Anteil dieser Schliffhälfte. Die Spongiosa ist dünn und der Grad der Vernetzung ist deutlich reduziert. Nach distolateral verstärkt sich dieser Trend. Direkt im Anschluss an den eingedrungenen Zement stellt sich in den Markräumen ein kapilläres Netzwerk dar. Etwa 6mm vom Rand befindet sich ein querverlaufendes Frakturband, welches sich in Organisation befindet (Fibrin, Trabekelfragmente und feine Geflechtknochenanteile). Ebenfalls distal findet sich eine scharf umschriebene Einblutung. Distal geschlossene Spaltbildung mit Ablösung des Zements von der Kappe (Schrumpfungsartefakt).

## Fall/lfd.Nr.: 11/18

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
47	m	1,86	84	24	re	17	5,0

Tab.30: Patientendaten 11/18

## Anamnese

Bei diesem Patienten handelt es sich um einen 47jährigen Mann. Anamnestisch war bei dem Patienten eine leichtgradige Hüftdysplasie bekannt. Die Kappenendoprothese musste wegen zunehmender Schmerzsymptomatik revidiert werden. Bei einer mikrobiologischen Untersuchung des Resektates wurde eine bakterielle Besiedlung festgestellt. Anamnestisch liegen keine weiteren Informationen vor.

verwendeter Zement	Palacos
Zement-Viskosität	medium
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	60s
Positionieren des Implantats nach:	180s

Tab.31: Zementierungsdaten 11/18





Abb.40: Makroskopie 11/18

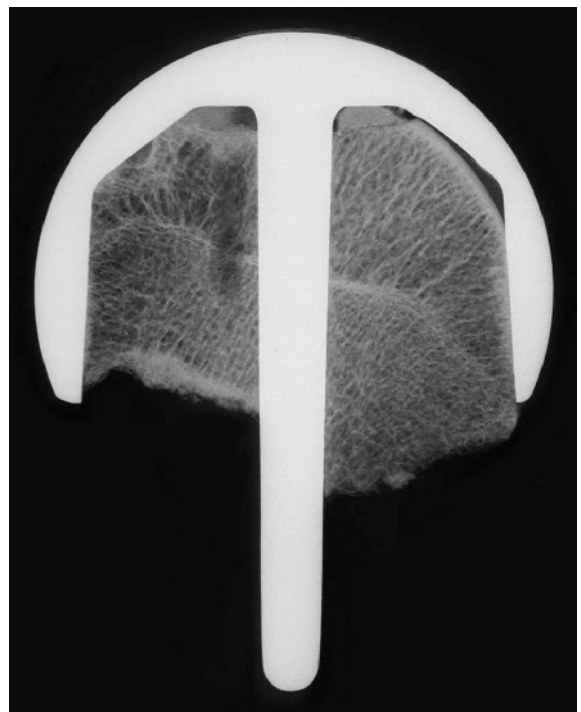


Abb.41: Kontaktradiographie 11/18



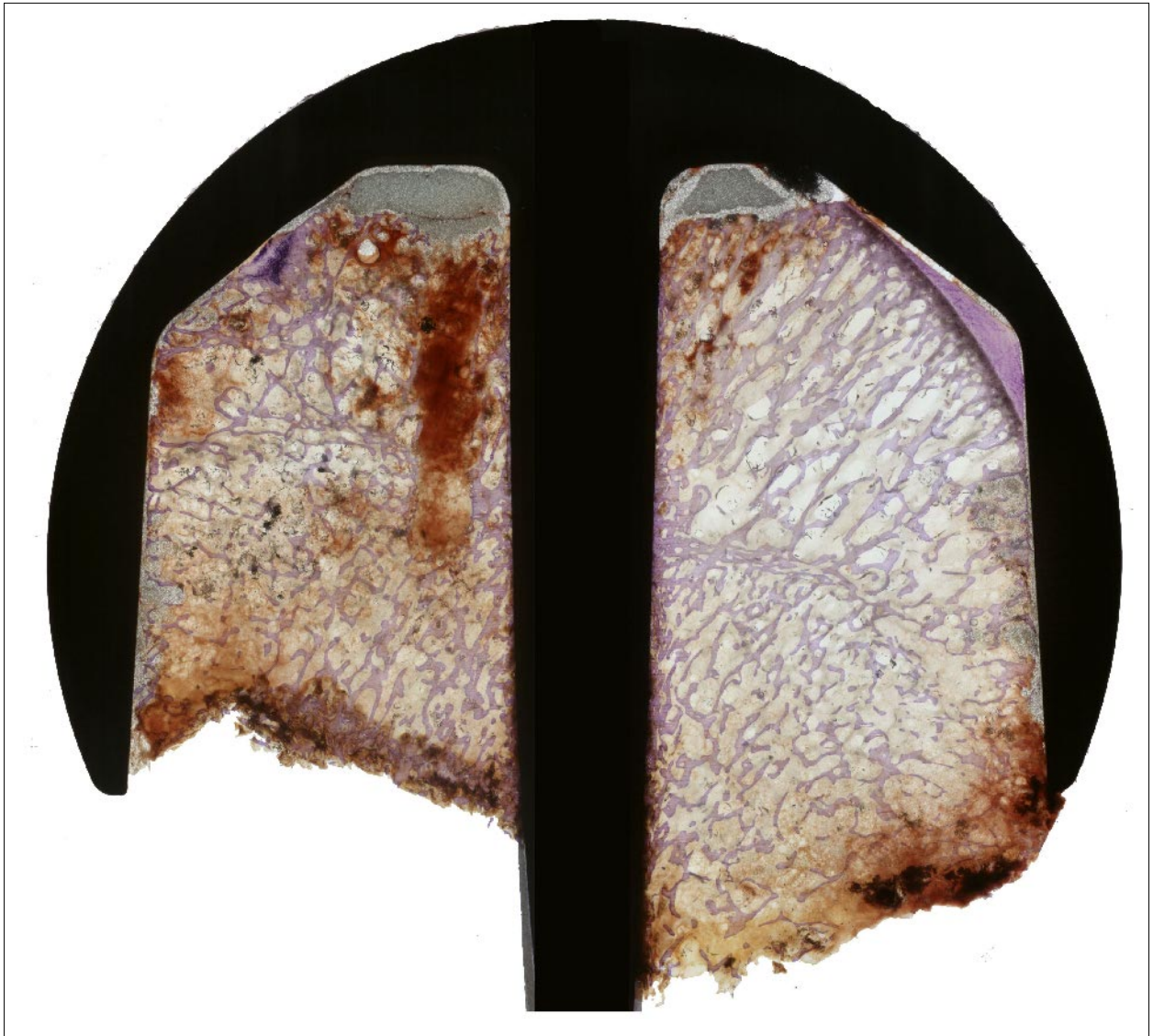


Abb.42: Blockschliff 11/18 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 11/18**

### **linke Kappenhälfte:**

In dieser Schliffhälfte stellt sich der Zementmantel wenig verdichtet und dünn dar. Lediglich proximal ist ein Zementmantel erkennbar. Die Polymerkugeln sind paketartig zusammengelagert und abgrenzbar. Der Zement dringt gering (bis ca. 5mm) in Markräume vor. Scheinbar wurde eine Bohrung zum besseren Eindringen des Zements angelegt. Doch außer einer Einblutung findet sich kein Zement in ihr. Besonders proximal ist der Vernetzungsgrad der Spongiosa reduziert. Am Übergang nach lateral sind Trabekel verdickt. Distal der alten Epiphysenzone ist die laterale Spongiosa rarefiziert. Vereinzelt finden sich plattenhafte Anteile. Zentral hingegen finden sich plumpe Trabekel. Am distalen Rand eine frische Frakturzone mit Trabekeltrümmern und Fibrinabscheidungen. Eine diffuse, bandförmige Einblutung ist zu erkennen.

### **rechte Kappenhälfte:**

Es zeigt sich ein ebenfalls wenig verdichteter Zementmantel mit Unterbrechungen. Es sind aber keine Blasen >1mm erkennbar. Die Zementpenetration ist insgesamt als gering zu beurteilen, außer lateral. Dort dringt der Zement bis 2mm in die Markräume vor. Proximal ist ein Rest des Gelenkknorpels erhalten (ca. 1,5mm). Die Spongiosa stellt sich als gut vernetzt mit plattenhaften Anteilen dar. Etwa in der Hälfte des Schliffes in proximodistaler Richtung ist die alte, verknöcherte Epiphysenzone erkennbar (quere, bandförmige Spongiosa). Distal findet sich eine bandförmige Einblutung mit wenigen, frakturierten Trabekeln.

**Fall/lfd.Nr.: 12/19**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
59	w	1,61	80	31	li	14	5,0

Tab.32: Patientendaten 12/19

**Anamnese**

Es handelt sich um eine 59jährige Patientin mit primärer Coxarthrose. Es wurde keine Jet-Lavage oder Resektion des Trochanter minor vorgenommen. Auf Wunsch der Patientin erfolgte eine rasche Mobilisierung (nicht näher bezeichnet.). Mit einer Standzeit von 14 Tage weist dieser Fall die kürzeste Standzeit im gesamten Kollektiv auf.

verwendeter Zement	k.A.
Zement-Viskosität	k.A.
erfolgte Jet-Lavage	nein
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	12s
Positionieren des Implantats nach:	60s

Tab.33: Zementierungsdaten 12/19

Schon makroskopisch fällt besonders in der linken Kappenhälfte eine massive Einblutung auf. Des Weiteren findet sich in beiden Kappenhälften eine auffallend tiefe Zementierung.



Abb.43: Makroskopie 12/19



Abb.44: Kontaktradiographie 12/19

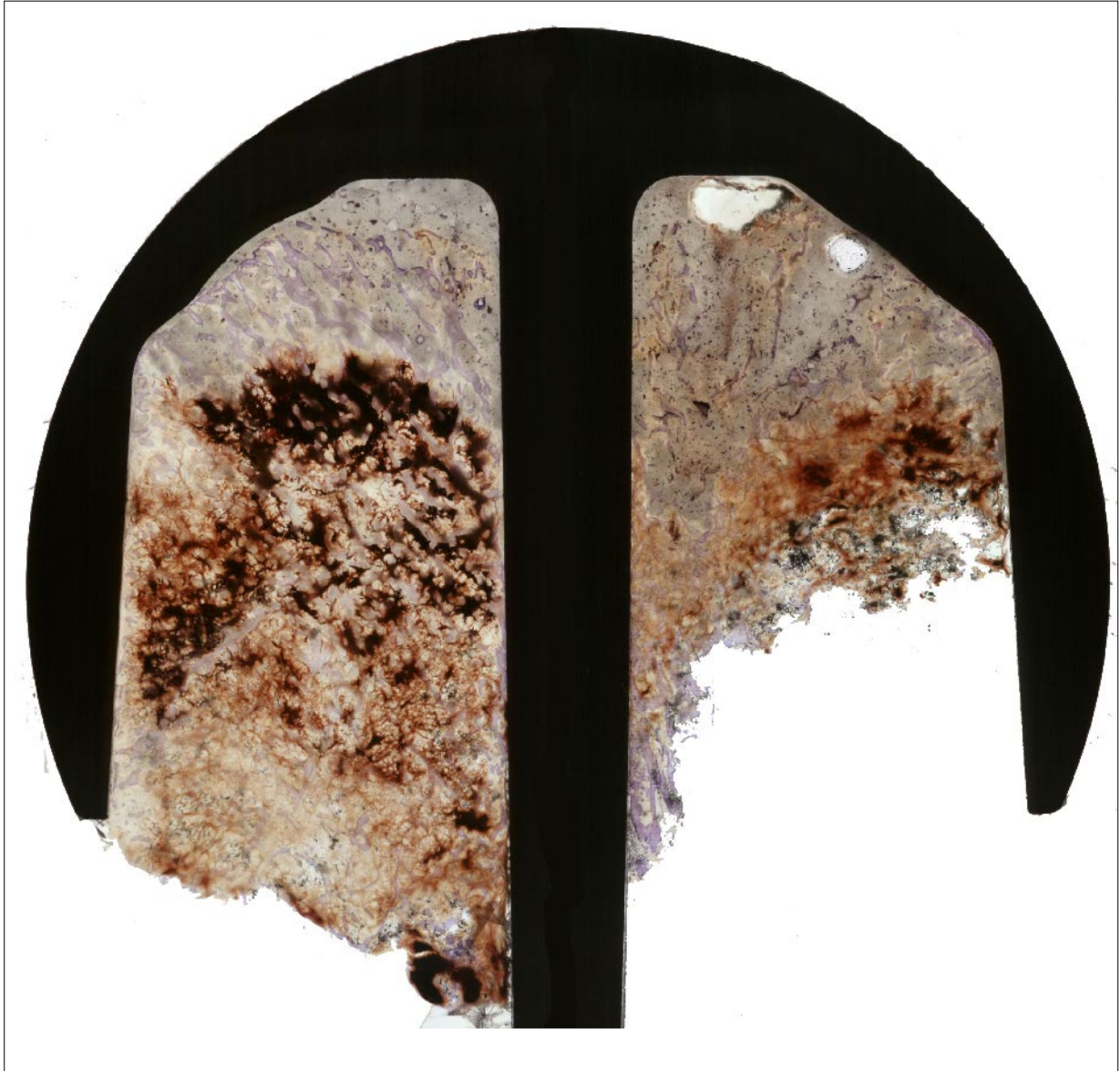


Abb.45: Blockschliff 12/19 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 12/19**

### **linke Kappenhälfte:**

Der Zementmantel weist im proximalen Anteil eine Stärke von ca. 2,4mm auf. Feine Risse verbinden Bläschen mit einer Größe bis zu 0,5mm. Eine Vielzahl kleinerer Bläschen (<0,2mm) lassen sich ebenfalls finden. Lateral fehlt der Zementsaum vollständig. Die Trabekel erscheinen proximal eher plump. Dagegen stellen sie sich distal filigran und dünn dar. Ebenfalls proximal finden sich frakturierte Spongiosaanteile, die mit dem Zement in die Tiefe gepresst wurden. Direkt an der Zementgrenze des bis zu 5,3mm eingedrungenen Zements findet sich ein dichtes Kapillarnetz, welches proximal durch eine Einblutungssaum nur schwer zu differenzieren ist.

### **rechte Kappenhälfte:**

In dieser Schliffhälfte fällt besonders proximal eine ungeordnete und teilweise sogar aufgehobene Spongiosastruktur auf. In vielfacherweise finden sich bizarr frakturierte Trabekel. Der Zementmantel ist von zwei großen Blasen - die größte 4,4mm x 2,0mm - und unzähligen kleineren durchsetzt. Der Zement ist diffus und tief in die Spongiosa nach distal eingedrungen. Distolateral findet sich Einblutungsareal von 11mm x 5mm. Die intertrabekulären Räume des distalen Randes sind angefüllt mit Fibrin und Spongiosafragmenten.

**Fall/lfd.Nr.: 13/21**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
56	m	1,78	83	26	re	76	5,5

Tab.34: Patientendaten 13/21

**Anamnese**

Bei dem Fall handelt es sich um einen 56jährigen Patienten mit primärer Coxarthrose. Die zementierte Hüftkappenendoprothese wurde bei Z.n. Fraktur entfernt.

verwendeter Zement	Endurance
Zement-Viskosität	niedrig
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	ja
Einbringen des Zements in Implantat in:	k.A.
Positionieren des Implantats nach:	k.A.

Tab.35: Zementierungsdaten 13/21



Schon makroskopisch fällt in der linken Kappenhälfte eine ausgedehnte Blutansammlung im Zementsaum auf .

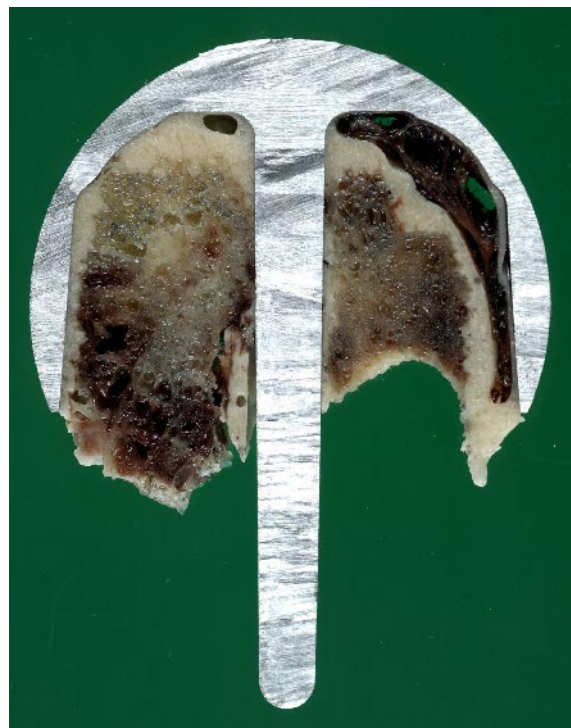


Abb.46: Makroskopie 13/21

Der distale Randbereich der linken Kappenhälfte weist eine frische Fraktur auf.



Abb.47: Kontaktradiographie 13/21



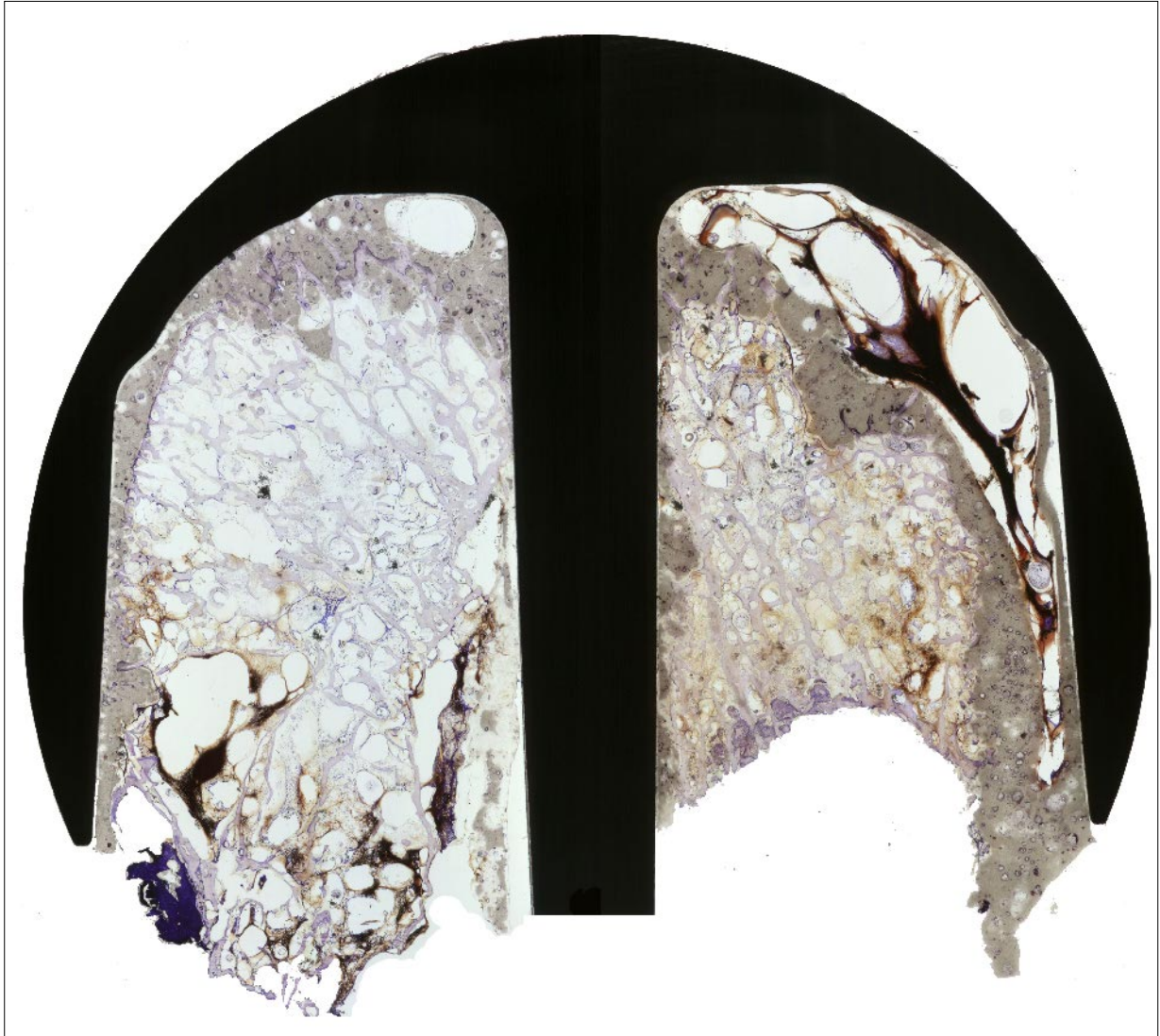


Abb.48: Blockschliff 13/21 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 13/21**

### **linke Kappenhälfte:**

Der Zementmantel ist unregelmäßig und weist im Bereich der Zentralkurvatur fällt eine 4,5mm langer und 3mm breite Luftblase auf. Der gesamte Zementmantel ist durchsetzt von unzähligen Luftblasen mit einer Größe bis zu 1mm. Des Weiteren finden sich Sprünge im Zement. Die Trabekel erscheinen ausgedünnt. Insgesamt ist der Vernetzungsgrad der Spongiosa deutlich herabgesetzt. Proximal sind plattenhafte Spongiosaelemente erkennbar. Im distalen Anteil ist die Spongiosastruktur herdförmig aufgehoben, ähnlich einer subchondrale Zystenbildung bei Coxarthrose. In diesem Bereich findet sich ebenfalls eine Einblutung. Es liegt eine Spaltbildung zentral vor, die Spuren von einer Einblutung aufweist. Am ehesten Resultat der Resektions-OP. Zentral finden sich mehrere Areale mit schraubenartig verdrehten, schwärzlichen Fragmenten. Dabei handelt es sich um Schleifartefakte.

### **rechte Kappenhälfte:**

Der Zementsaum wird durch eine massive Einblutung in zwei Anteile unterteilt. Es stellt sich eine Hämatozele dar. Ein dünner, teilweise unzusammenhängender Bereich direkt unter der Kappe und ein etwas massiverer Anteil dem die Blutung direkt aufliegt. Der Zement umgibt vereinzelt stehende Trabekel. Insgesamt ist der Zementmantel von unzähligen Blasen bis zu 1mm Größe durchsetzt. Die Struktur der Spongiosa ist als reduziert und ungeordnet mit zahlreichen singulären Trabekeln zu beschreiben. Im schaftnahen Bereich fallen eher verdickte Trabekel mit knöchernen Anbauten auf. Am distalen Rand findet sich eine frische Fraktur mit Abscheidungen von Fibrin und Trabekeltrümmern. In beiden Kappenhälften zeigen sich stellenweise an der Grenze zum Zement fibröse Strukturen in den Markräumen. Kapilläre Einsprossungen finden sich nicht.

**Fall/lfd.Nr.: 14/25**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
73	w	k.A.	k.A.	k.A.	li	21	5,0

Tab.36: Patientendaten 14/25

**Anamnese**

Bei diesem Fall handelt es sich um eine 73jährige Patientin, die sich eine subkapitale Femurfraktur bei Z.n. Implantation einer zementierten Hüftkappenendoprothese zugezogen hat. Bei der Patientin war anamnestisch eine leichtgradige Hüftdysplasie beschrieben. Nach der Implantations-OP kam es im Verlauf von 3 Wochen zu einer progredienten Schmerzsymptomatik. Es wurde der Verdacht einer Fraktur geäußert und auch radiologisch bestätigt. Der Operateur ist sich rückblickend nicht sicher, ob die Hüftkappenendoprothese ein geeigneter Ersatz für die Patientin darstellte.

verwendeter Zement	k.A.
Zement-Viskosität	medium
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	k.A.
Positionieren des Implantats nach:	k.A.

Tab.37: Zementierungsdaten 14/25

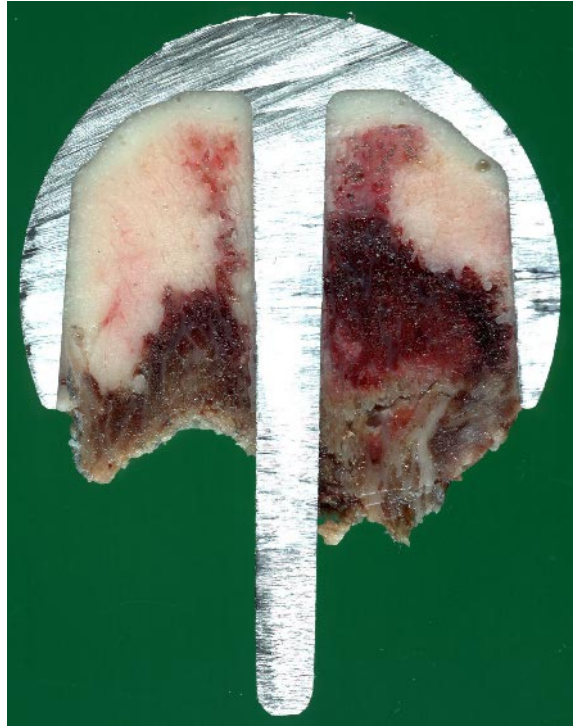


Abb.49: Makroskopie 14/25

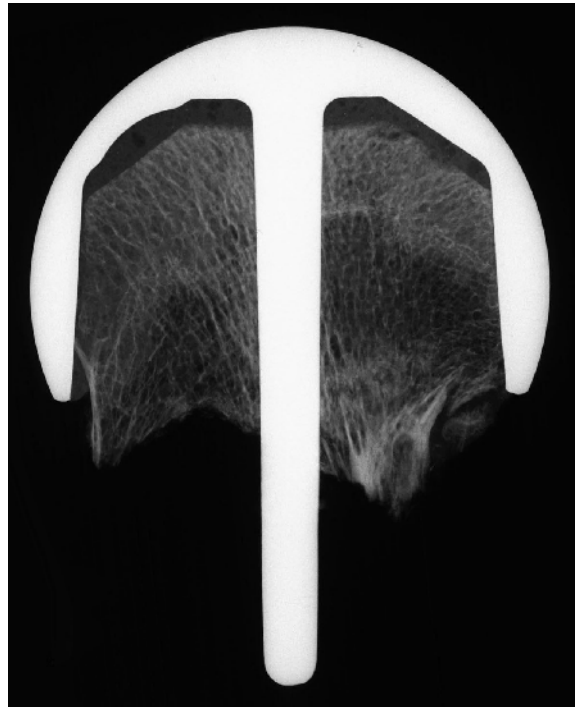


Abb.50: Kontaktradiographie 14/25

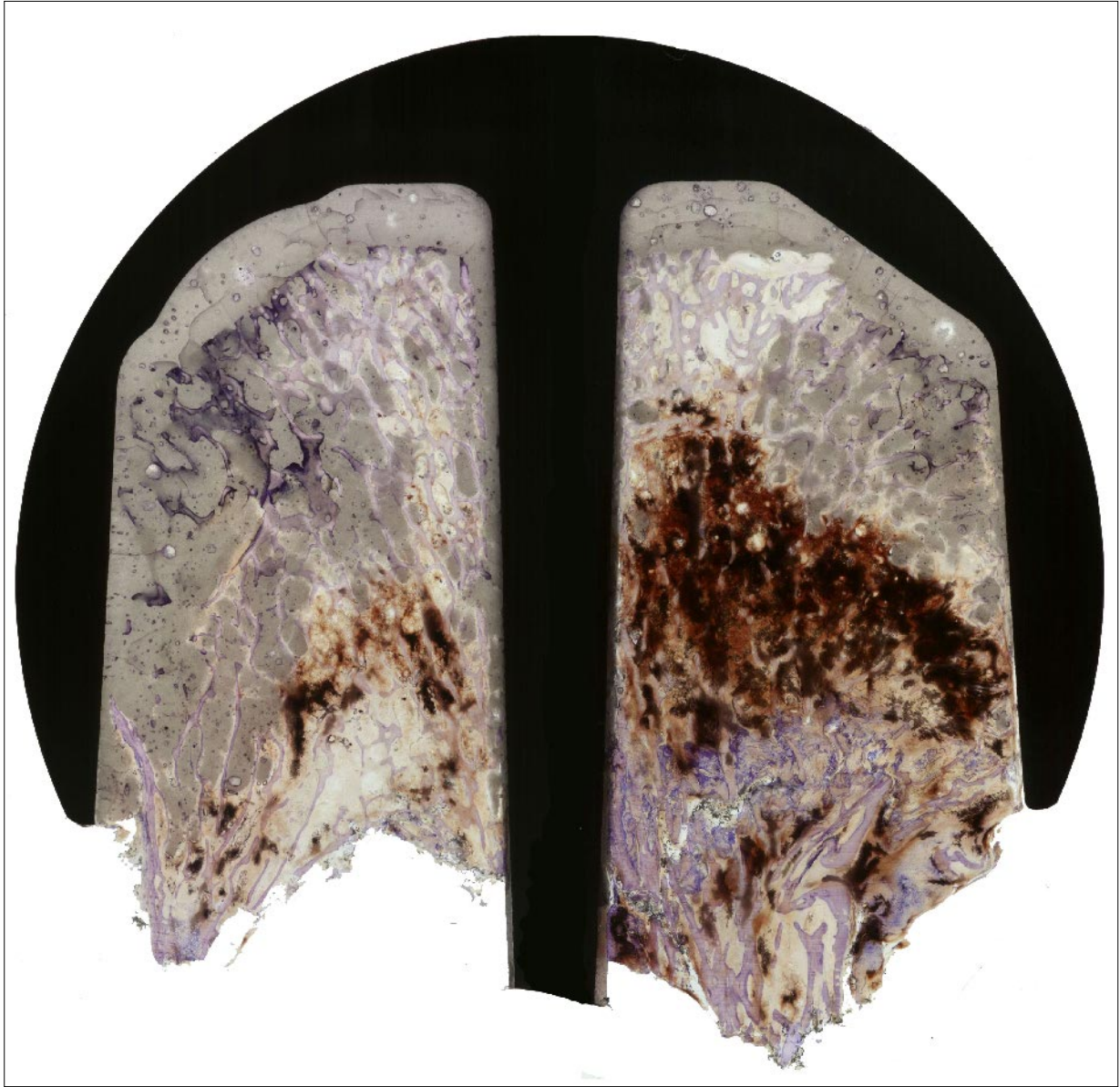


Abb.51: Blockschliff 14/25 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 14/25**

### **linke Kappenhälfte:**

In proximalen Abschnitten ist der Zementmantel bis zu 2,8mm stark. Der Zement ist besonders von lateral her bis zu 2cm in die Markräume vorgedrungen. Die Struktur der Spongiosa erscheint plump mit groben Vernetzungsgrad. Kapilläre Einsprossungen finden sich an der Zementgrenze nach distal. In dieser Region sind kleinere, herdförmige Einblutungen erkennbar. Frakturierte Trabekel und intensiv blau gefärbte Abscheidungen von Fibrin finden sich besonders am distalen Rand. Distolateral erkennt man Anteile der Schenkelhalskortikalis

### **rechte Kappenhälfte:**

Der Zementmantel hat eine Stärke von bis zu 3,2mm. Auch in dieser Schliffhälfte fällt die tiefgehende Zementpenetration auf. Direkt im Anschluss an den eingedrungenen Zement fällt eine dreieckförmige, zentrale Einblutung auf. Im Vergleich mit der Kontaktradiographie zeigt sich hier eine reduzierte trabekuläre Architektur. Distal der Einblutung ist eine frische Fraktur erkennbar. Dieses querverlaufende Frakturband ist zentral breiter als lateral. Der distale Rand entspricht dem operativen Absetzungsrand. Distolateral ist eine feine, eingeblutete fibröse Interface zwischen Spongiosa und Zement zu erkennen.

### **Zement:**

Der Zement, der beiden Kappenhälften weist viele kleine Bläschen (die größten bis 1mm) auf. Des Weiteren finden sich unzählige muschelbruchartige Sprünge, die vielfach von Blase zu Blase ziehen und auch vereinzelt in die Tiefe reichen.

## 5.2. Patientenkollektiv B (Standz. >3 Mon.)

### Fall/lfd.Nr.: 15/5

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
53	m	1,70	62	21	li	285	5,0

Tab.38: Patientendaten 15/5

### Anamnese

Bei diesem Fall handelt es sich um einen 53jährigen Patienten mit posttraumatischer Arthritis. Der Zeitpunkt des Traumas ist nicht näher bezeichnet. Das Resektat stammt aus Australien und wurde bei der Revisions-OP nach Fraktur gewonnen. In den Patientendaten ist vermerkt, dass mikrobiologisch keine Infektion bei dem Resektat vorlag.

verwendeter Zement	Endurance mit Gentamycin
Zement-Viskosität	niedrig
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	27s
Positionieren des Implantats nach:	127s

Tab.39: Zementierungsdaten 15/5





Abb.52: Makroskopie 15/5



Abb.53: Kontaktradiographie 15/5





Abb.54: Blockschliff 15/5 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 15/5**

### **linke Kappenhälfte:**

Der Zementmantel stellt sich als sehr wenig verdichtet und blasenreich dar. In den proximalen Markräumen findet sich diffus eingedrungener Zement. Lateral ist ab der inneren Kappenkurvatur nur partiell bzw. kein Zement erkennbar. Es ist ein Spalt von bis zu 0,4mm zwischen Metall und Spongiosa zu sehen, der nach distal offen ist. Dies Resultat der Aufarbeitung. Auffällig ist ein queres Areal von stark verzweigten Kapillaren im Anschluss an die mit Zement infiltrierten Markräume. Die Trabekel sind verdickt und mäßig vernetzt. Nach zentral sind diese kapillären Strukturen nicht mehr abgrenzbar, sondern stellen sich als runde Einblutung dar. Am distalen Rand zeigt sich ein queres Frakturband, welches sich in der Kontaktradiographie als rötendicht darstellt. Die Trabekeltrümmer sind von frischem, intensiv blau angefärbten Fibrin umlagert. Es handelt sich um die Fraktur, die zum Versagen der Kappenendoprothese führte.

### **rechte Kappenhälfte:**

Der Zementmantel stellt sich wie in der linken Kappenhälfte dar. Eine laterale Spaltbildung mit einer Länge von 7,9mm ist am distalen Kappenrand erkennbar, auch hier wahrscheinlich als Artefakt zu werten. Bis auf einen 5-7mm breiten, proximal gelegenen Spongiosabereich, finden sich unzählige in ihren Lumina sehr unterschiedliche Kapillaren. Die stärkste Gefäßdichte zeigt sich an der proximalen Zementgrenze. Die Trabekel von proximalen Spongiosabereichen erscheinen plump. Es sind Trabekeltrümmer erkennbar. Distal stellt sich die Spongiosa als deutlich rarefiziert dar und weist frakturierte Anteile auf.

**Fall/lfd.Nr.: 16/7**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
55	w	1,62	54	21	li	225	4,0

Tab.40: Patientendaten 16/7

**Anamnese**

Bei diesem Fall handelt es sich um 55jährige Patientin bei Z.n. posttraumatischer Arthritis. Das Präparat stammt aus England. Die Patientin gab seit einigen Wochen bestehende Schmerzen bei Belastung an. Es wurde bei V.a. auf Fraktur die Revision durchgeführt.

verwendeter Zement	k.A.
Zement-Viskosität	k.A.
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	k.A.
Einbringen des Zements in Implantat in:	k.A.
Positionieren des Implantats nach:	k.A.

Tab.41: Zementierungsdaten 16/7

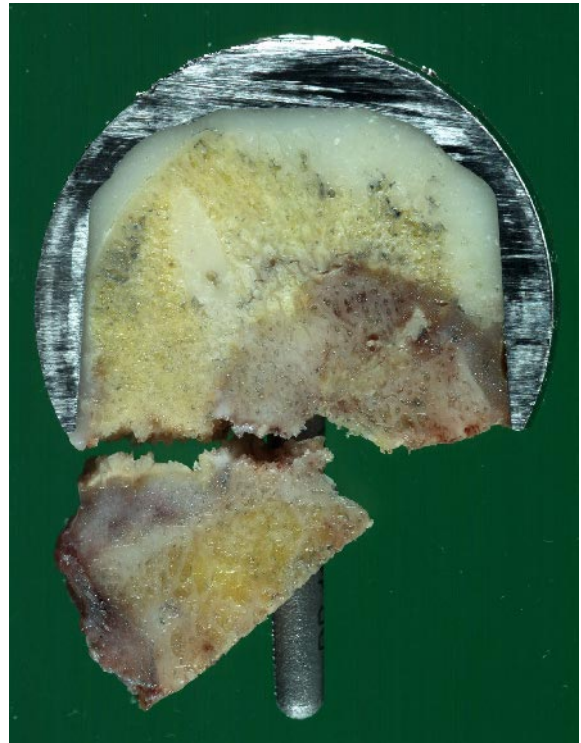


Abb.55: Makroskopie 16/7

In der Kontaktradiographie sieht man in der rechten Kappenhälfte eine bogenförmige, röntgendichte äußere Zirkumferenz. Dabei handelt es sich um die ehemalige Gelenkfläche, die nicht vollständig weggefräst wurde. In der linken Kappenhälfte fällt besonders distal ein röntgendichtes Frakturareal auf. Der distale Rand des separaten Schenkelhalsfragments ist der eigentliche Absetzungsrand.

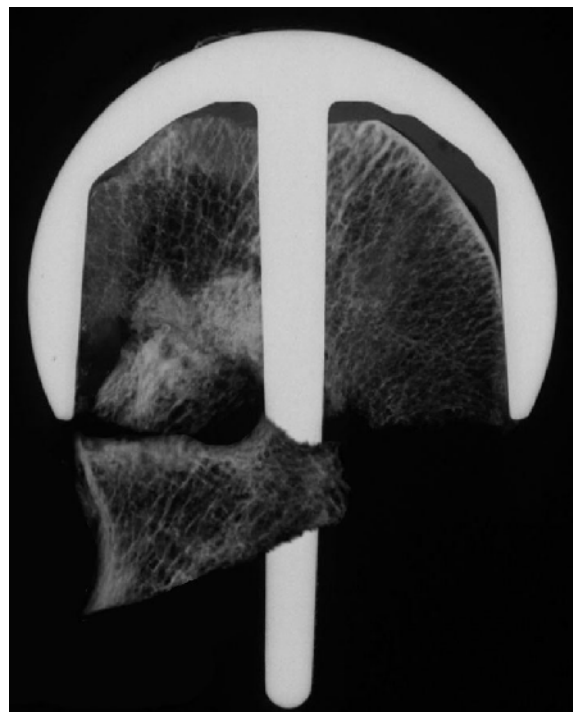


Abb.56: Kontaktradiographie 16/7

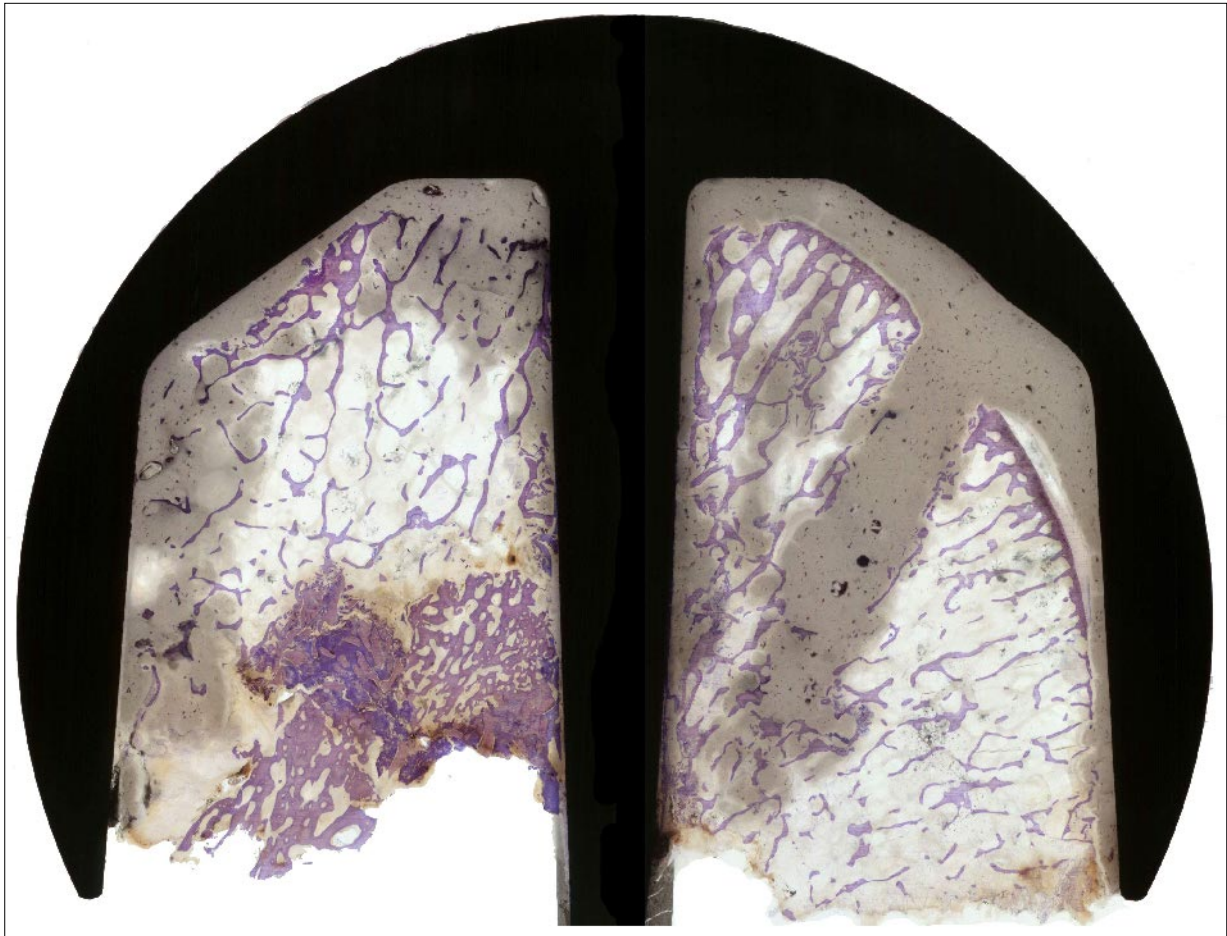


Abb.57: Blockschliff 16/7 bei 8facher Lupenvergrößerung

### Schenkelhals:

Zwischen dem distalen Rand des befrästen Schenkelkopffrestes und dem Schenkelhalsfragment findet sich eine faserartige Bindegewebsbrücke, ähnlich einer Pseudoarthrose. Dies spricht für eine zurückliegende Fraktur in diesem Bereich, mit der der Patient noch einige Zeit gelaufen ist.

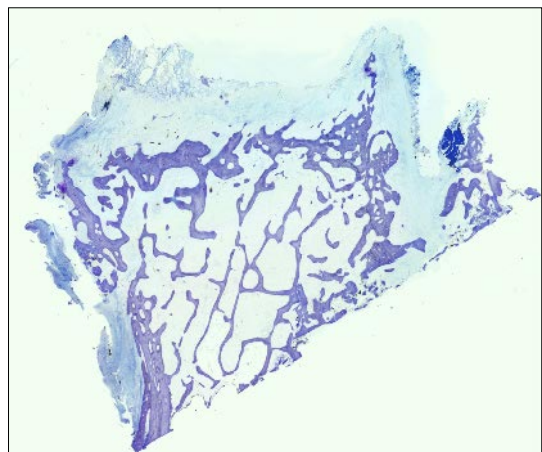


Abb.58: Schenkelhalsfragment 16/7; 8fache Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 16/7**

### **linke Kappenhälfte:**

In dieser Schliffhälfte fällt ein unterschiedlich stark eingedrungener Zementsaum auf. Der Zement wirkt bis auf wenige Blasen sehr homogen und verdichtet. Lateral sieht man eine größere Zementinhomogenität durchscheinen. Im proximalen Teil sieht man dünne und wenig vernetzte Trabekel von flächenhaft, plattenartiger Morphologie. Distal erkennt man ein frisches Frakturareal mit Fibrinabscheidungen um eine 6mm langen Kontinuitätsunterbrechung. Die frakturierten Trabekel sind verdickt. Ebenso die um die Frakturzone gelegenen Trabekel. Es sind keine größeren Einblutungen erkennbar. Weiter nach distal erkennt man reaktiv, osteosklerotisch verbreiterte Trabekel.

### **rechte Kappenhälfte:**

Hervorstechend ist der breite Zementsaum (bis zu 3mm) und eine 1cm langen Fräsung in deren Verlauf Zement in tieferliegende Anteile eingedrungen ist. Die tiefe Fräsung, die in der Kontaktradiographie nur zu erahnen ist, stellt sich im Schliff gut dar. Sie sollte der innigeren Verankerung der Kappe mit der Spongiosa dienen. Durch nicht optimale Beschickung verursacht, findet sich zwischen Zement und Anteilen der Gelenkfläche ein 0,5mm flacher Hohlraum. Besonders im proximalen Teil erkennt man intertrabekulär Trabekeltrümmer. Die Spongiosa ist besonders proximal plattenhaft und wenig vernetzt. In dieser Schliffebene erscheint der Zement homogen. In diesem Schliff stellen sich keine größeren Einblutungen dar. Kapilläre Einsprossungen in beiden Schliffhälften sind nicht nachweisbar.

## Fall/lfd.Nr.: 17/11

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
63	m	1,77	79	25	re	340	5,5

Tab.42: Patientendaten 17/11

## Anamnese

Es handelt sich um einen 63jährigen Patienten mit primärer Coxarthrose, der aufgrund einer Schmerzsymptomatik und einer Reaktion auf das Kappenmetall revidiert werden musste. Es lag keine Lockerung oder Fraktur vor. Die Standzeit dieser zementierten Hüftkappenendoprothese betrug 340 Tage trotz teilweise herabgesetzter Spongiosastruktur. Histologisch liegt eine fokale Osteoporose vor.

verwendeter Zement	Endurance
Zement-Viskosität	niedrig
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	ja
Einbringen des Zements in Implantat in:	30s
Positionieren des Implantats nach:	180s

Tab.43: Zementierungsdaten 17/11



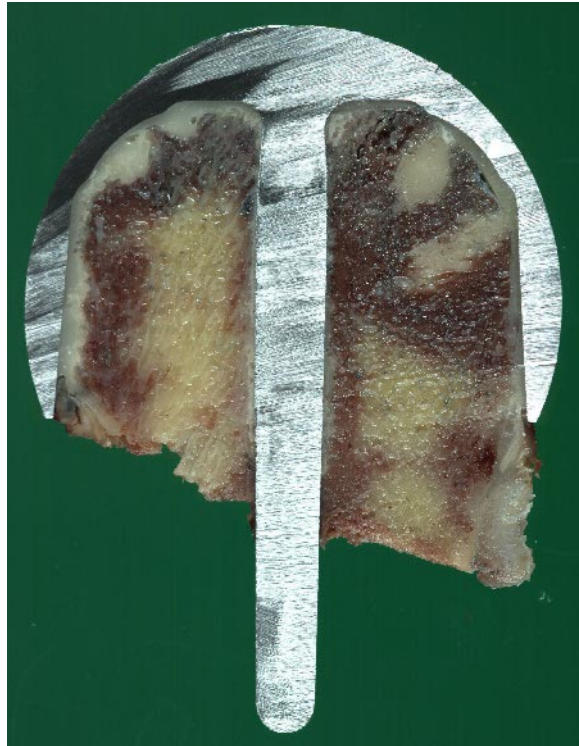


Abb.59: Makroskopie 17/11

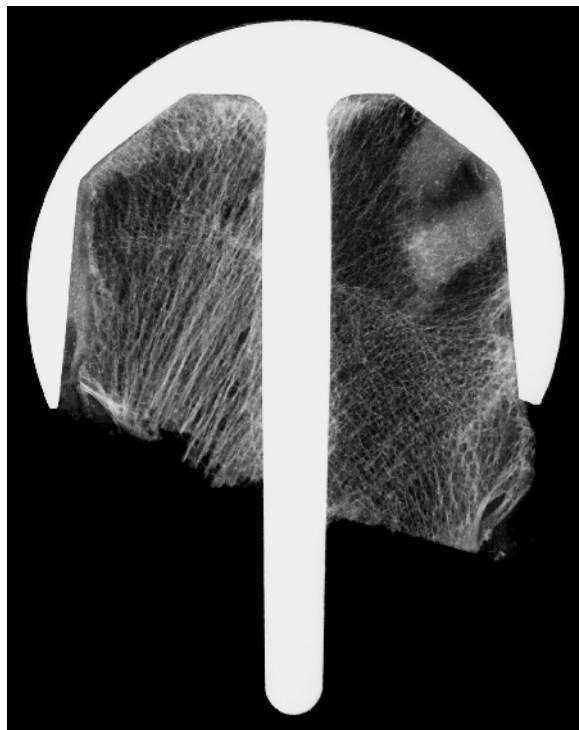


Abb.60: Kontaktradiographie 17/11



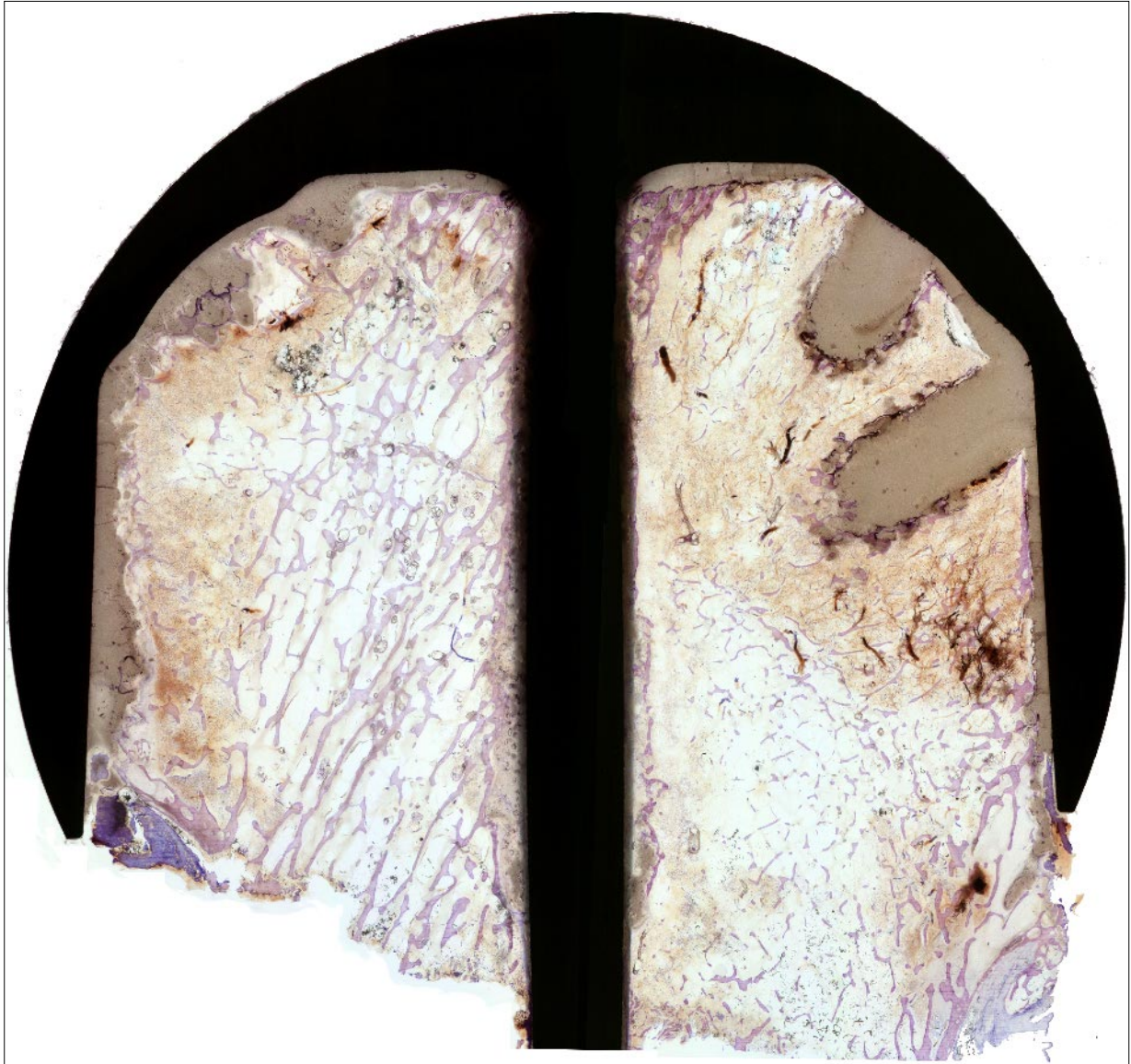


Abb.61: Blockschliff 17/11 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 17/11**

### **linke Kappenhälfte:**

Schon makroskopisch erkennt man einen unregelmäßig starken Zementsaum, der stellenweise bis zu 3mm stark ist. Der Zement weist kaum Blasen auf, ist aber auch stellenweise nicht richtig verdichtet. Die max. Eindringtiefe des Zements beträgt bis zu 2mm. Die Spongiosa erscheint partiell plattenhaft mit geringem Vernetzungsgrad (distal gut sichtbar). Lateral sind sehr diskrete, flächige Einblutungen zu finden. Aufgrund der charakteristischen Trabekelstruktur und mit Hilfe der Kontaktradiographie, kann diese Kappenhälfte als die mediale Seite des Schliffes bestimmt werden.

### **rechte Kappenhälfte:**

Die Homogenität des dünnen Zementsaumes und des Zementes der beiden Bohrlöcher ist als gut zu beschreiben. Es lassen sich nur wenige Blasen finden. Die Spongiosa ist besonders um die Fräsungen von ausgedünnter, wenig vernetzter Struktur. Nach distal steigt zwar der Vernetzungsgrad, die Trabekel stellen sich jedoch als ausgedünnt dar, von säulenartigem Charakter. Besonders zentral, in Nähe des Schaftes, fallen Areale auf, die stark rarefiziert sind. Sehr weit proximal fällt ein zentral gelegener dreieckiger Bereich mit sehr plumpen Trabekeln auf. Er kann als reaktiv-osteosklerotisch beschrieben werden. Schaftnah zeigen sich ebenfalls reaktive endostale Appositionsvorgänge. Proximal ist ein feines Kapillarnetz mit diskreter Einblutung erkennbar. Bemerkenswert ist, dass der distale Rand keine Anzeichen einer frischen Fraktur aufweist. Die Randmorphologie ist operationsbedingt.

**Fall/lfd.Nr.: 18/13**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
45	w	1,70	85,3	30	re	141	3,8

Tab.44: Patientendaten 18/13

**Anamnese**

Es handelt sich um eine 45jährige Patientin mit primärer Coxarthrose. Das Resektat entstammt dem rechten Hüftgelenk. Der Operateur ist sich rückblickend nicht mehr sicher, ob die Versorgung mit einer Hüftkappenendoprothese bei einer relativ jungen Patientin mit einem BMI von 29kg/m<sup>2</sup> vor OP sinnvoll war.

verwendeter Zement	Palacos
Zement-Viskosität	niedrig
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	30s
Positionieren des Implantats nach:	120s

Tab.45: Zementierungsdaten 18/13



Abb.62: Makroskopie 18/13

Sowohl in der Makroansicht, wie auch in der Kontaktradiographie, erkennt man rechtsseitig, etwa in der Mitte des Kappenschaftes, eine Kerbe. Sie ist Resultat eines verfrühten Abtrennversuch des Schaftendes. Im Nachhinein war sie eine hilfreiche Markierung, für die Bestimmung, ob sich die knöchernen Anteile durch die weitere Aufarbeitung (vgl. Methodik) bewegen und es so zu artifizien Diskontinuitätsbildung an der Zement-Metall-Grenze kommt. Dem war nicht so.

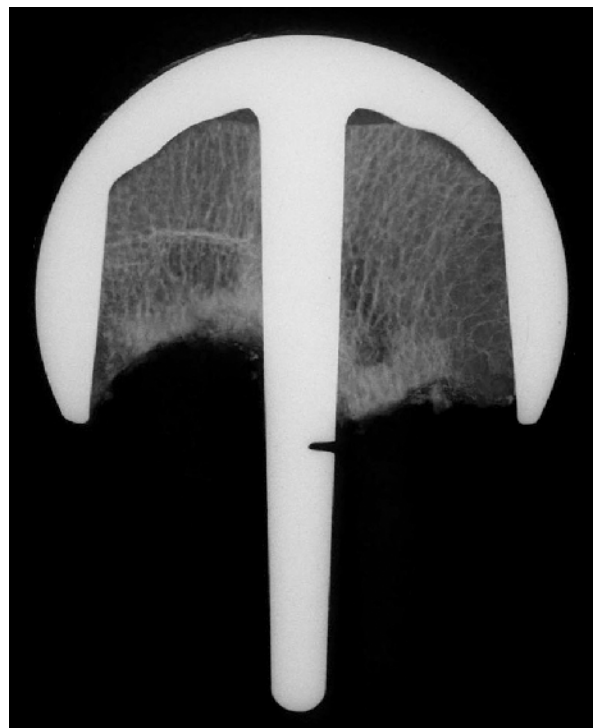


Abb.63: Kontaktradiographie 18/13



Abb.64: Blockschliff 18/13 bei 8facher Lupenvergrößerung

### **Lupenmikroskopischer Befund Fall 18/13**

Aufgrund der Kappengröße ( $d=3,8\text{cm}$ ) war es bei diesem Schnitt herstellungstechnisch möglich, das gesamte Objekt auf den Objektträger zu fixieren. Es bestätigt sich die Makroskopie dahingehend, dass eine ungewöhnlich tiefe Zementierung vorliegt. Der Zement weist Lunker von  $0,4 - 0,5\text{mm}$  auf. Er umhüllt eine dünne, wenig vernetzte Spongiosa. Im gesamten Schliff erkennt frakturierte Spongiosa. Das Ausmaß dieser Frakturierungen nimmt nach distal und zentral zu. Distal stellen sich die Trabekel als verdickt dar und weisen appositionelle Anbauvorgänge auf. In der linken Kappenhälfte distal finden sich mehrere Mikrokallusformationen. Bedingt durch das diffuse und tiefe Eindringen des Zements und Schleifartefakten (gräulich schwarze Schlieren besonders distal), lässt sich die Spongiosastruktur nicht genauer beschreiben.

## Fall/lfd.Nr.: 19/14

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
55	w	1,70	79	27	re	98	5,0

Tab.46: Patientendaten 19/14

## Anamnese

Es handelt sich um eine 55jährige Patientin mit primärer Coxarthrose. Das Implantat stammt aus Südafrika. Im Einsendeprotokoll ist vermerkt, dass sich nach unkomplizierter Kappenimplantation im Anschluss an die Operation das Implantat neigte. Die Prothese wurde dennoch in situ belassen, verursachte aber zunehmende Schmerzen unter Belastung. Letztlich musste sie nach 98 Tagen revidiert werden.

verwendeter Zement	Cemfix 3
Zement-Viskosität	niedrig
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	75s
Positionieren des Implantats nach:	90s

Tab.47: Zementierungsdaten 19/14



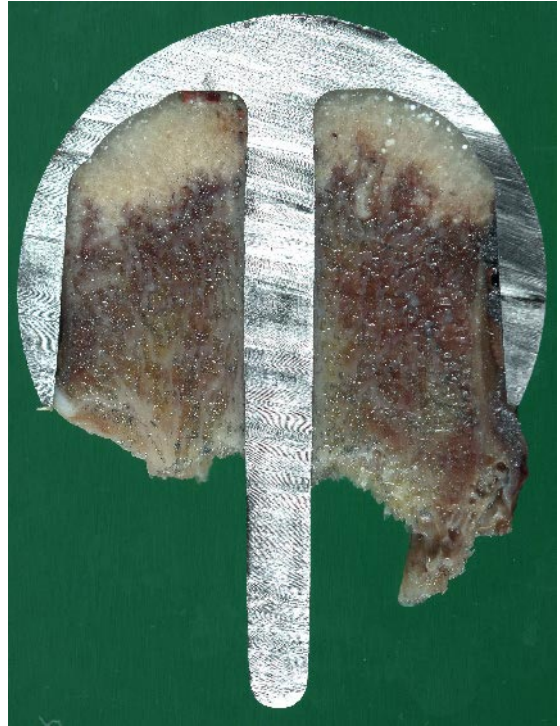


Abb.65: Makroskopie 19/14



Abb.66: Kontaktradiographie 19/14



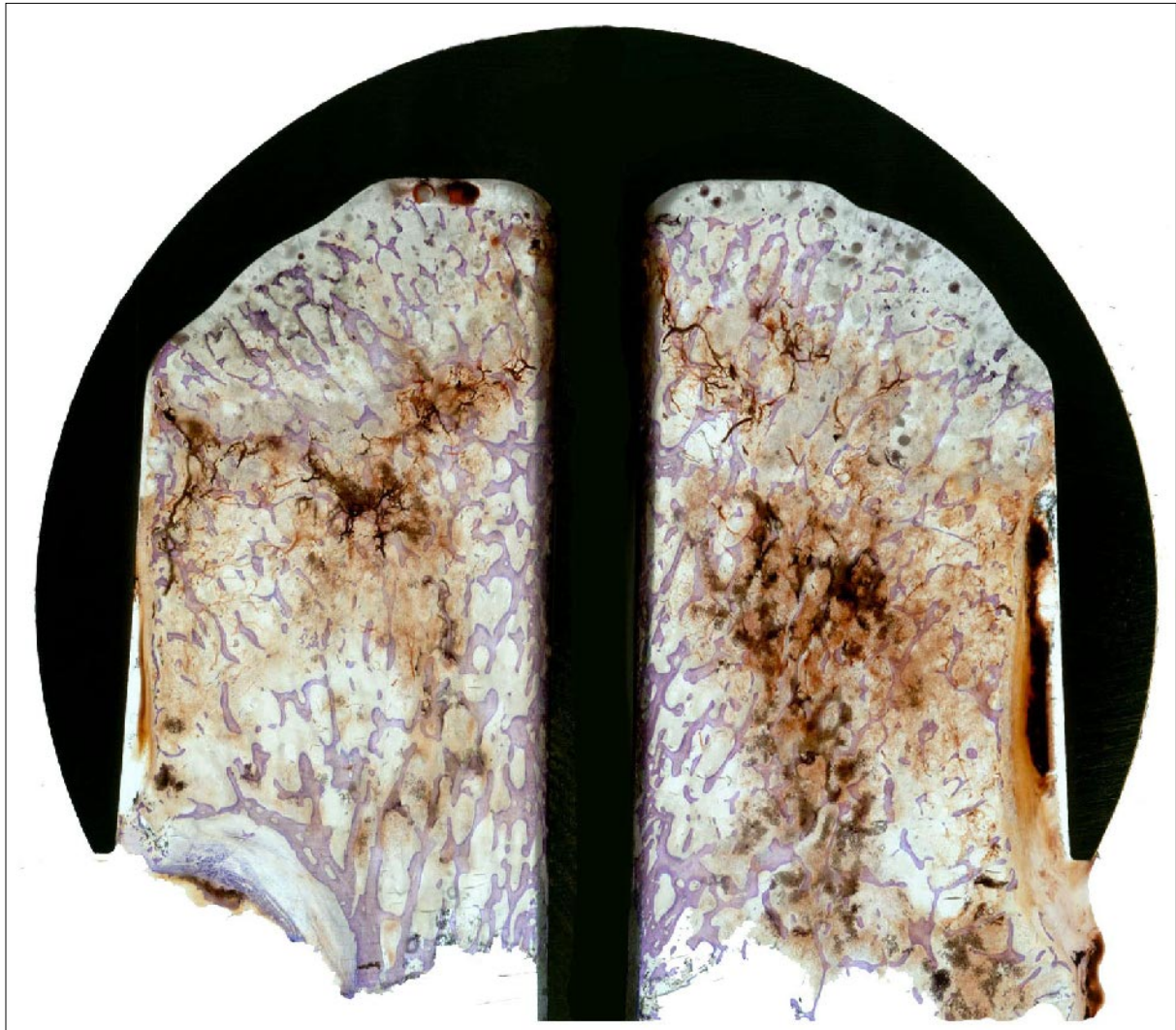


Abb.67: Blockschliff 19/14 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 19/14**

### **linke Kappenhälfte:**

Proximal fällt eine rarefizierte, teilweise frakturierte Spongiosa auf. Der als inhomogen sich abzeichnende Zement ist hier diffus eingedrungen. Im Zementmantel direkt unter der Kappe fallen neben Luftblasen auch zwei zentral gelegene Einblutungsareale auf. Im Grenzbereich zum Zement sind vermehrt kapilläre Einsprossungen erkennbar. Im distalen Bereichen besteht die Knochenstruktur aus häufig vereinzelt stehende, plattenartige Trabekel. Der Vernetzungsgrad ist deutlich reduziert. Am distalen Rand findet sich eine bis zu 1,3mm breite Kortikalis. Die Morphe der Kortikalis und der Trabekelstruktur ermöglichen es die linke Kappenhälfte als medial zu bestimmen. Direkt lateral unter der Kappe sieht man eine bis zu 1mm breite Spaltbildung. In diesem Bereich ist kein Zement mehr auszumachen. Es stellt sich hier eine bindegewebige Interface dar. Distolateral erkennt man den proximalen Anteil der medialen Kortikalis.

### **rechte Kappenhälfte:**

Auch hier fällt lateral ein bis zu 16mm langer und 1mm breiter Spalt direkt unter der Kappe. In diesem Spalt erkennt man Blutkoagel und weiter distal eine faserige Interface. Auch hier finden sich besonders proximal in Nähe zum Zement viele kapilläre Einsprossungen. Zentral ist ein 16mm x 11mm großes Einblutungsareal erkennbar. Besonders proximal ist die Spongiosa deutlich rarefiziert. Die Oberflächen der distozentralen Trabekel weisen eine verstärkte endostale Apposition auf.

**Fall/lfd.Nr.: 20/16**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
58	m	1,76	87	28	re	195	k.A.

Tab.48: Patientendaten 20/16

**Anamnese**

Es handelt sich um einen 58jährigen Patient mit primärer Coxarthrose. Der Fall wurde aus England eingeschendet. Bei diesem Fall ist eine ausgedehnte Pseudoarthrose im Schenkelhalsbereich erkennbar. Die Standzeit der Kappe betrug 195 Tage.

verwendeter Zement	CMW3 mit Gentamycin
Zement-Viskosität	niedrig
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	60s
Positionieren des Implantats nach:	60s

Tab.49: Zementierungsdaten 20/16



Abb.68: Makroskopie 20/16



Abb.69: Kontaktradiographie 20/16

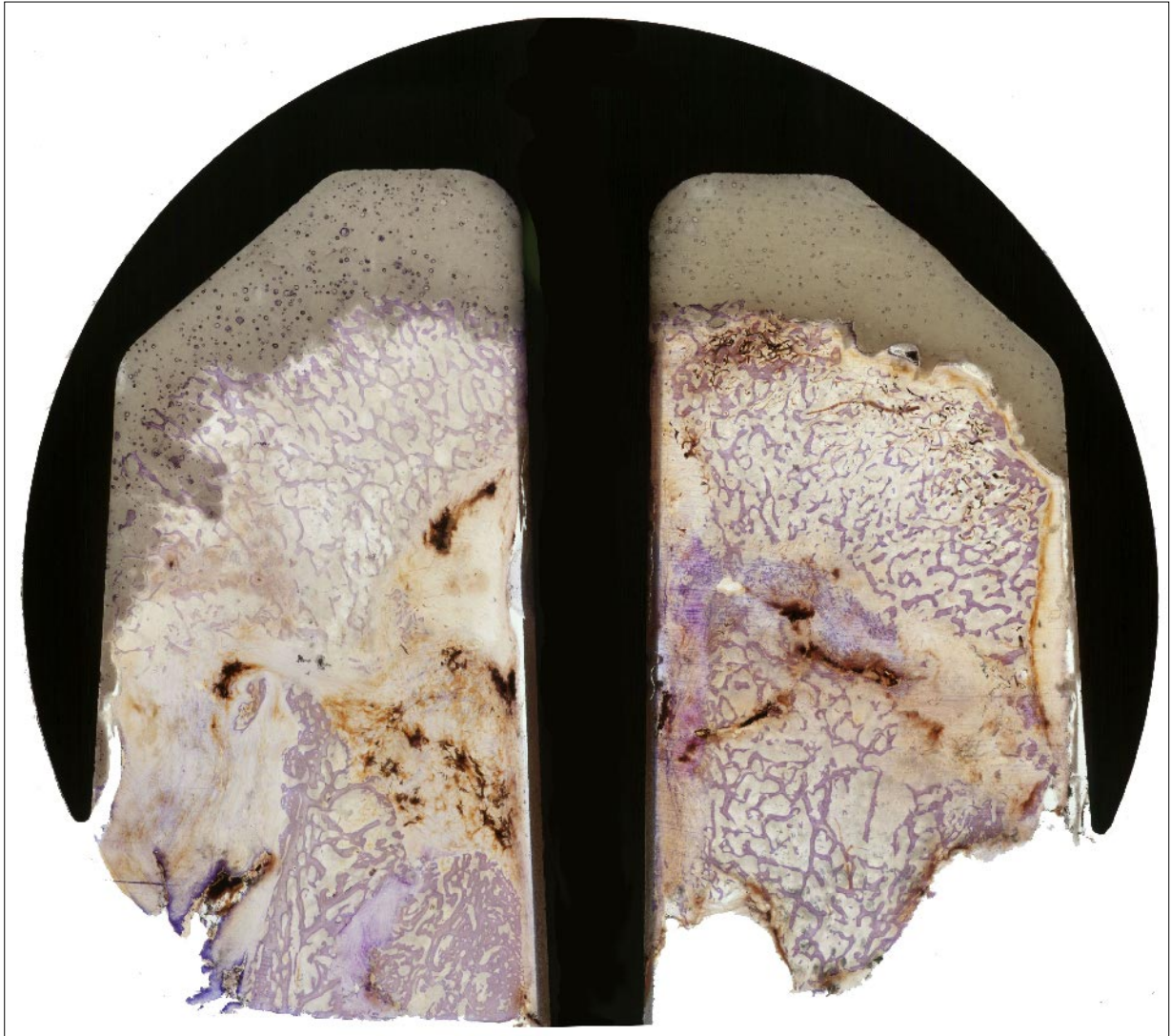


Abb.70: Blockschliff 20/16 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 20/16**

### **linke Kappenhälfte:**

Der Zementmantel ist regelmäßig mit Luftblasen von bis zu 0,5mm durchsetzt. Lateral findet sich eine Zementpenetration von bis 5,2mm. Es sind feine Sprünge im Zement erkennbar. Die proximale Spongiosa erscheint dünn und weist singuläre, säulenartige Elemente auf. Der Vernetzungsgrad ist jedoch als regelrecht zu beschreiben. Weiter nach distal fällt eine Kontinuitätsunterbrechung der Spongiosa auf. Querverlaufende, faserige Züge füllen dieses Areal an. Die minimale Distanz zwischen der erkennbaren Spongiosa ca. 2,1mm. Es handelt sich eindeutig um eine Pseudoarthrose nach nicht stabilisierter Fraktur. Die distale Spongiosa wirkt verbreitert und plump. Vereinzelt sind Mikrokallusformationen zu finden. Hier stellt sich eine frische Fraktur dar mit Toluidin-Blau angefärbten Fibrinaabscheidungen.

Der in dem Schliff imponierende fibröse Anteil ist durchzogen von größeren und kleineren Kapillaren. Die Spaltbildung zentral und lateral stellt vermutlich ein Artefakt dar; er könnte aber auch durch die pseudoarthrotische Beweglichkeit bedingt sein.

### **rechte Kappenhälfte:**

Der Zementmantel in dieser Schliffhälfte gleicht dem der anderen. Die Spongiosa stellt sich sehr fein dar und ist in ihrer Vernetzung reduziert. In den proximalen Abschnitten der Spongiosa finden sich in direkter Nachbarschaft zum Zement kapilläre Gefäßeinsprossungen. Nach distal werden die Trabekel geringfügig dicker. Auch in dieser Schliffhälfte erkennt man eine Kontinuitätsunterbrechung. Die zentral gelegenen Ränder weisen frakturierte Trabekelanteile auf. Die Unterbrechung ist mit faserigen Massen aufgefüllt. Ebenfalls ist lateral ein Spalt zu erkennen. Vereinzelt finden sich distal Mikrokallusformationen. Lateral zum Zement orientiert stellt sich eine bindegewebige Interface dar.

**Fall/lfd.Nr.: 21/20**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
58	m	1,78	82	26	re	106	5,5

Tab.50: Patientendaten 21/20

**Anamnese**

Es handelt sich um die Hüftkappenendoprothese eines 58jährigen Patienten mit primärer Coxarthrose. Nach einem initialen Schmerzereignis in der Leiste, welches nach starker Belastung - jedoch ohne Trauma - eintrat, konsultierte der Patient erst nach 5 Tagen seinen behandelnden Arzt. Die Stärke des Schmerzes verstärkte sich im folgendem und eine Beinverkürzung stellte sich ein. Die radiologische Abklärung zeigte eine Fraktur des Schenkelhalses. Das Resektat stammt aus Italien. Der Operateur, der die Kappe implantierte, vermerkte im OP-Protokoll einen zufriedenstellenden Sitz der Kappe.

verwendeter Zement	Simplex P
Zement-Viskosität	medium
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	10s
Positionieren des Implantats nach:	30s

Tab.51: Zementierungsdaten 21/20





Abb.71: Makroskopie 21/20

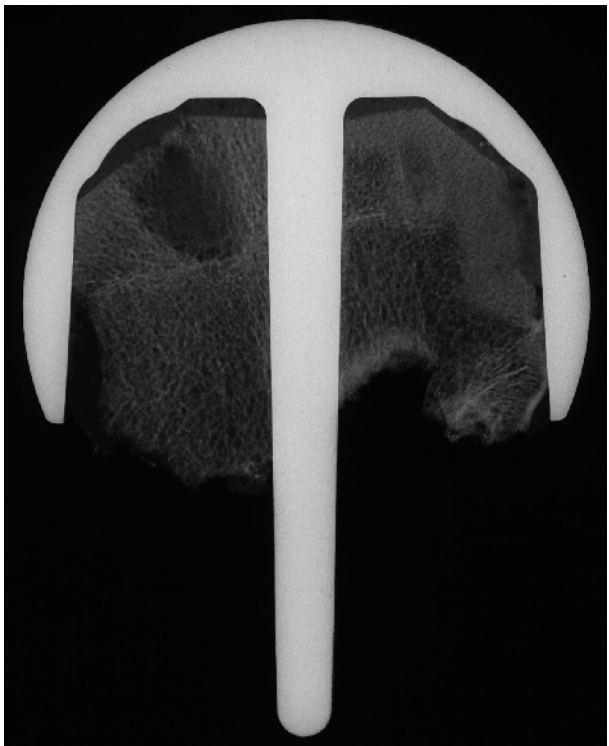


Abb.72: Kontaktradiographie 21/20



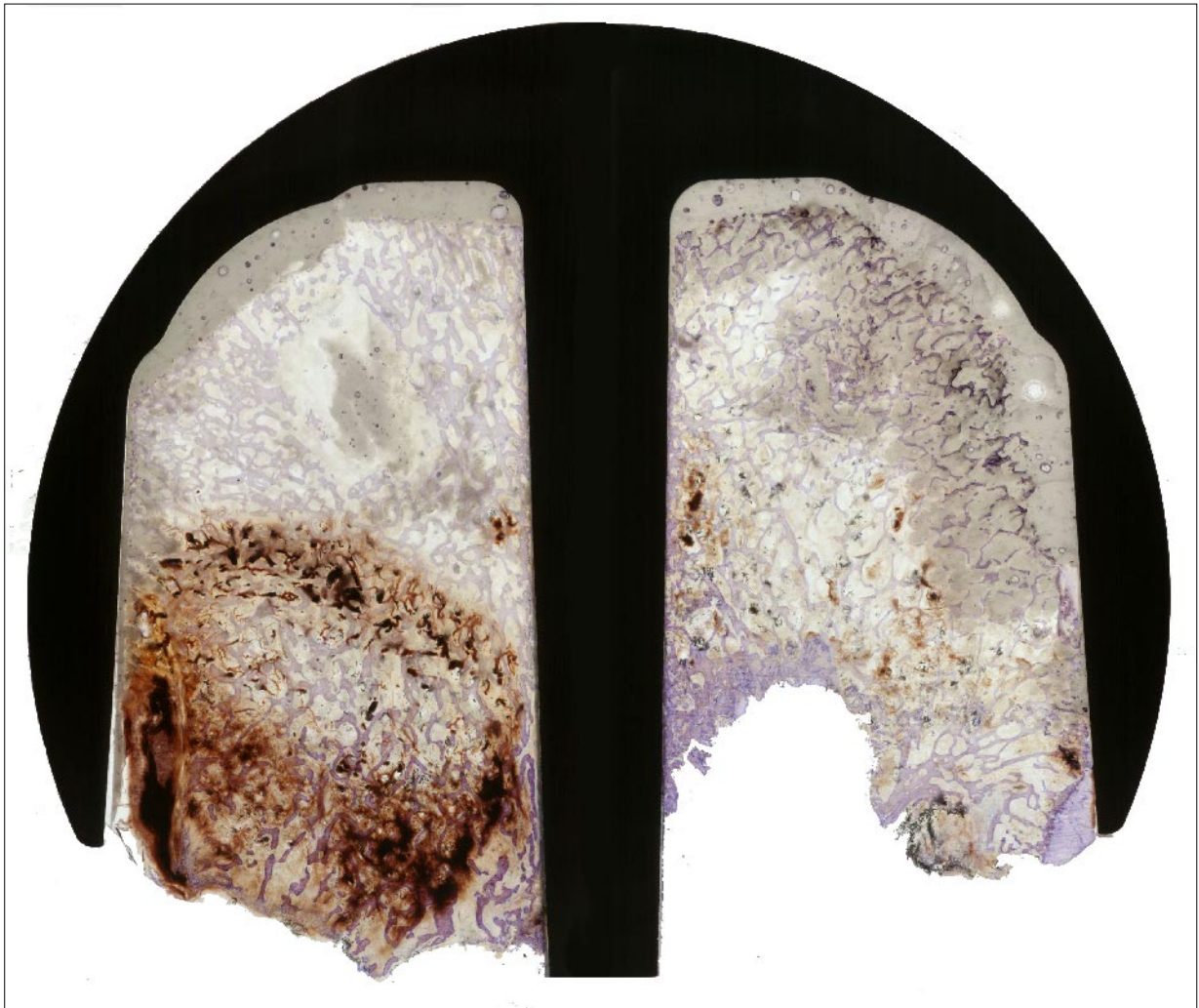


Abb.73: Blockschliff 21/20 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 21/20**

### **linke Kappenhälfte:**

Der Zementmantel stellt sich als verdichtet mit wenigen Lufteinschlüssen von einer Größe bis 2,5mm dar. Seine max. Stärke beträgt 2,8mm. Besonders lateral ist der Zement diffus in die Markräume vorgedrungen. Die Spongiosa ist gut vernetzt mit verdickten, plattenhaften Trabekeln. Proximal findet sich eine mit Zement angefüllte Bohrung, von der der Zement in umliegende Markräume eingedrungen ist. Mittig verläuft ein bandförmiger kapillärer Gefäßsinus. Distal ist ein diffuses Einblutungsareal mit frakturierten Trabekeln, besonders im zentralen Bereich, zu erkennen. Ebenfalls distal findet sich eine deutliche Kallusbildung.

### **rechte Kappenhälfte:**

Der Zementmantel ist reich an Luftblasen (bis max. 1mm). Es finden sich Sprünge, die teilweise in die Tiefe der Blasen reichen. Von lateral ist der Zement tief in die Markräume vorgedrungen. Dies ist ein deutlicher Hinweis für die erfolgte Jet-Lavage. Die sich anschließende Spongiosa erscheint plattenhaft und fragil. Im Anschluss an die Zementgrenze finden sich feine Einblutungen, vereinzelt erkennt man dünne Kapillaren. Der Vernetzungsgrad der Spongiosa ist hier herabgesetzt. Am distalen Rand liegt eine frische Fraktur vor. Es finden sich Abscheidungen von Fibrin und Trabekeltrümmer. In den Markräumen findet sich reichlich fibröses Material. Artefaktbedingt finden sich besonders distal schraubige Schleifspäne, die vom Auftrennen herrühren.

**Fall/lfd.Nr.: 22/24**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
58	m	1,75	89	29	re	171	5,0

Tab.52: Patientendaten 22/24

**Anamnese**

Es handelt sich um einen 58jährigen Patienten mit primärer Coxarthrose. Bei dem Resektat handelt sich um eine zementierte Hüftkappenendoprothese, die aufgrund einer Fraktur entfernt werden musste.

verwendeter Zement	CMW3
Zement-Viskosität	niedrig
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	15s
Positionieren des Implantats nach:	30s

Tab.53: Zementierungsdaten 22/24

Schon makroskopisch lässt sich auf der Schnittfläche im proximalen Bereich eine 4mm breite Zementschicht erkennen. Die spongiösen Anteile sind im Kappenbereich, aber auch in weiter distal gelegenen Abschnitten frakturiert. Dies zeigt sich sehr deutlich in der linken Kappenhälfte. Hier erkennt man distolateral proximale Anteile der proximalen Schenkelhalskortikalis.

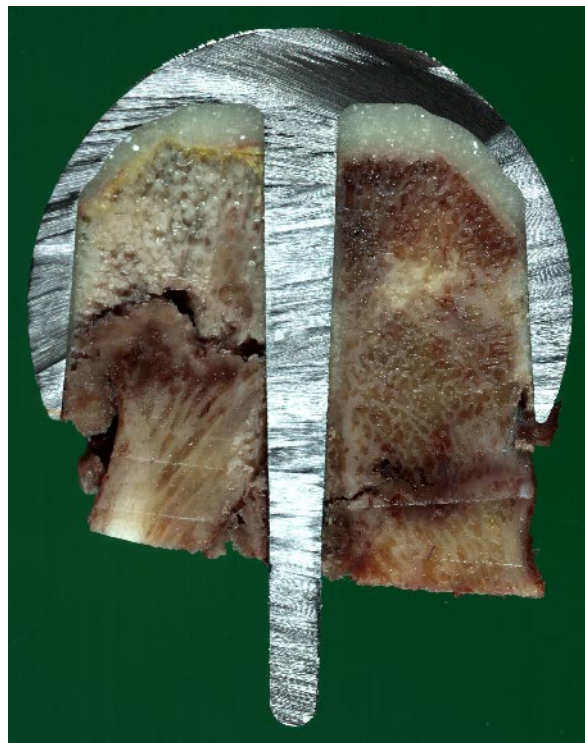


Abb.74: Makroskopie 22/24



Abb.75: Kontaktradiographie 22/24



Abb.76: Blockschliff 22/24 bei 8facher Lupenvergrößerung



## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 22/24**

### **linke Kappenhälfte:**

Der Zementmantel stellt sich trotz Vakuumanmischen als wenig verdichtet dar. Er weist eine Stärke von bis zu 4mm in proximalen Abschnitten auf. Lateral ist der Zement dreieckförmig und diffus in die Markräume vorgedrungen. Schaftnah findet sich eine zellreiche Formation in den Markräumen. Unter dem Lupenmikroskop erscheint dieser Bereich milchigtrüb. Direkt darunter findet sich eine querverlaufende Fraktur, deren Enden max. 2mm voneinander entfernt liegen. Im proximalen Bereich des unteren Frakturrendes findet sich eine leichte Einblutung. Im distalen Frakturrand fallen fibröses Granulationsgewebe und Kallusbildung auf. Mikroskopisch zeigt sich hier frischer Geflechtknochen mit weiten Osteozytenhöhlen. Distal zeigt sich die mediale Kortikalis des rechten Schenkelhalses.

### **rechte Kappenhälfte:**

Der Zementmantel zeigt eine Stärke von bis zu 4,2mm. Dieser weist in die Tiefe reichende Sprünge auf. In den proximalen Markräumen finden sich grosslumige Kapillaren und eine Vielzahl kleinerer Kaliber. Die Spongiosa erscheint plump strukturiert mit weiten Markräumen. Zentral findet sich ein annähernd kreisförmiges Areal, welches mit Zement angefüllt sind. Hier finden sich ein Vielzahl frakturierter Trabekel. Im Vergleich zur rechten Kappenhälfte befindet sich der Bereich mit der queren Frakturzone weiter distal. Sie kann als frische Fraktur mit Frakturhämatom und Abscheidungen von Fibrin beschrieben werden. Am lateralen Kappenrand erkennt man fibröse Massen, die den Frakturspalt überbrücken. In den distolateralen Anteilen der Kappenhälfte erkennt man die Reste der lateralen Schenkelhalskortikalis.

**Fall/lfd.Nr.: 23/28**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
60	m	1,70	85	29	re	105	4,5

Tab.54: Patientendaten 23/28

**Anamnese**

Bei diesem Fall handelt es sich um einen 60jährigen Patienten mit primärer Coxarthrose. Anamnestisch konnte sich der Patient an keinerlei Trauma erinnern. Es liegt eine Schenkelhalsfraktur nach Belastung vor. Kurz nach der Entlassung gab der Patient jedoch schon Schmerzen in der Leiste an. Das Resektat der Kappenendoprothese stammt aus Italien. Die Standzeit betrug 105 Tage.

verwendeter Zement	Endurance
Zement-Viskosität	niedrig
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	ja
Einbringen des Zements in Implantat in:	60s
Positionieren des Implantats nach:	180s

Tab.55: Zementierungsdaten 23/28



Abb.77: Makroskopie 23/28



Abb.78: Kontaktradiographie 23/28





Abb.79: Blockschliff 23/28 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 23/28**

### **linke Kappenhälfte:**

Der proximale Zementmantel weist eine Stärke von 3mm auf. Dabei sind viele Blasen nachweisbar. Diese weisen teilweise einen Durchmesser bis zu 1mm und mehr auf. Der Zement ist tiefgründig und partiell diffus in die Markräume eingedrungen (bis zu 14mm). Der eingedrungene Zement ist mehrfach gesprungen und ist ebenfalls durchsetzt von unzähligen Blasen. Die Penetration erstreckt sich bis zu den proximalen Ausläufern der medialen Kortikalis. Diese zeigt in diesem Bereich eine erhebliche Kallusbildung. Man kann darüber hinaus Frakturspalten erkennen. Die Struktur der Spongiosa stellt sich besonders lateral als reduziert dar. Die Trabekel sind hier allseits von Zement umgeben. Schaftnah auf Höhe des Kappenrandes verläuft ein frisches Frakturband mit Abscheidungen von Fibrin. Die Kortikalis wirkt aufgelockert und verbreitert. In Ihr erkennt man kapilläre Gefäße.

### **rechte Kappenhälfte:**

Insgesamt zeigt sich ein sehr inhomogener, blasenreicher Zementmantel mit einer Stärke von bis zu 3mm. Von lateral nach zentral fällt eine 21mm lange und 3,2mm breite Bohrung auf. Der eingedrungene Zement ist ebenfalls reich an Blasen und weist im basisnahen Anteil querverlaufende Sprünge auf. Dabei ist der Zementkern mehrfach gebrochen. Die laterale Spongiosa wirkt reduziert mit geringerem Vernetzungsgrad und plattenhaften Trabekeln. Der distale Randbereich zeigt eine frische Fraktur mit Abscheidungen von Fibrin.

**Fall/Id.Nr.: 24/30**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
58	m	1,70	100	35	li	332	5

Tab.56: Patientendaten 24/30

**Anamnese**

Es handelt sich um einen 58jährigen Mann. Bei dem Patienten ist eine primärer Coxarthrose bekannt. Das Resektat stammt aus England. Der Operateur, der die Revisions-OP durchführte, vermerkte das starke Übergewicht des Patienten als einen maßgeblichen Versagensgrund des Implantates. Grund für die Revision war eine Frakturierung. Des Weiteren wird im Eingangsformular auf den schrägen Sitz der Kappe hingewiesen. Dieser Fall weist trotz der geschilderten Probleme die zweitlängste Standzeit im Kollektiv B auf.

verwendeter Zement	Cemfix3
Zement-Viskosität	niedrig
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	15s
Positionieren des Implantats nach:	45s

Tab.57: Zementierungsdaten 24/30

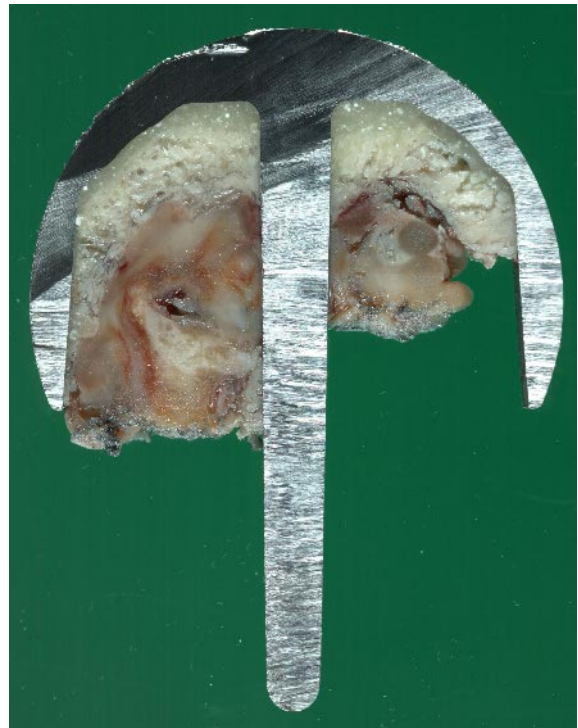


Abb.80: Makroskopie 24/30

Auf der Aufnahme zeigt sich nur noch in Resten die eigentliche trabekuläre Struktur des befrästen Kopfes. Direkt unterhalb des Zements finden sich große fibrotische Lysezonen besonders in der rechten Kappenhälfte. Nach distal folgen große bindegewebige Areale.



Abb.81: Kontaktradiographie 24/30

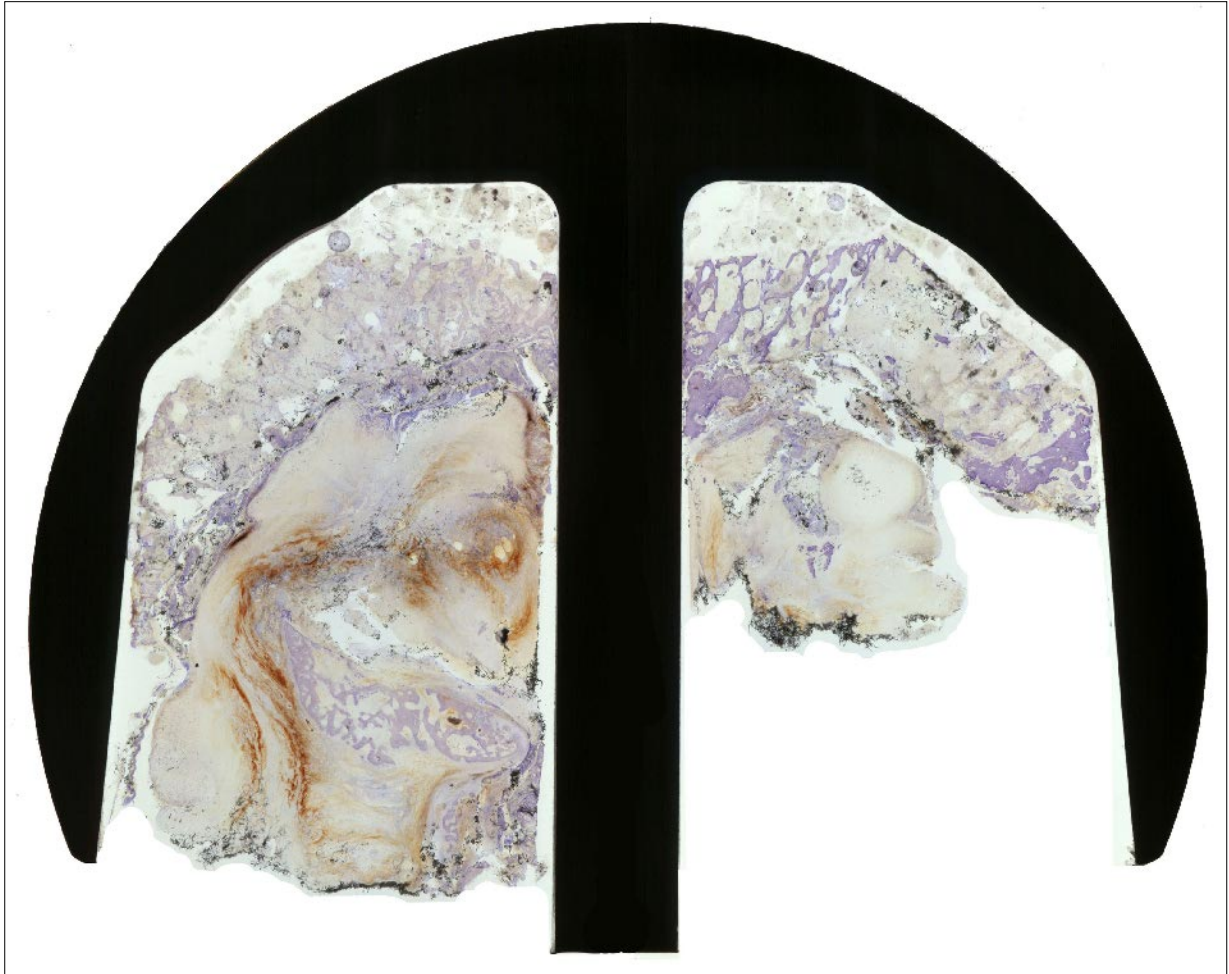


Abb.82: Blockschliff 24/30 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 24/30**

### **linke Kappenhälfte:**

In dieser Schliffebene der Kappenhälfte stellt sich der Zement als sehr inhomogen dar. Besonders an der lateralen Kurvatur fehlt er vollständig. Man erkennt ein Areal mit Schliffartfakten im Anschluß an einen Bereich, in dem der Zement sich diffus intertrabekulär verteilt hat. Direkt anschließend nach distal findet sich eine massive Lysezone, die nur sehr vereinzelt Trabekel aufweist. Regelrechte trabekuläre Strukturen finden sich insgesamt nur sehr vereinzelt.

### **rechte Kappenhälfte:**

Der Zement stellt sich sehr inhomogen dar. Er ist diffus in die intertrabekulären Räume eingedrungen. Es imponieren großflächige Lysezonen, die mit bindegewebigen Fasern angefüllt sind. Die verbliebene Spongiosa stellt sich als plump im Sinne einer Osteosklerose im Rahmen einer Coxarthrose dar.

**Fall/lfd.Nr.: 25/31**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
50	w	1,66	70	25	li	102	4

Tab.58: Patientendaten 25/31

**Anamnese**

Bei diesem 50jährigen Patienten mit bekannter dysplastischer Hüfte, kam es unter Belastung zu einer nicht traumatische Schenkelhalsfraktur nach 102 Tagen. Das Resektat stammt aus Deutschland.

verwendeter Zement	CMW3
Zement-Viskosität	niedrig
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	60s
Positionieren des Implantats nach:	120s

Tab.59: Zementierungsdaten 25/31



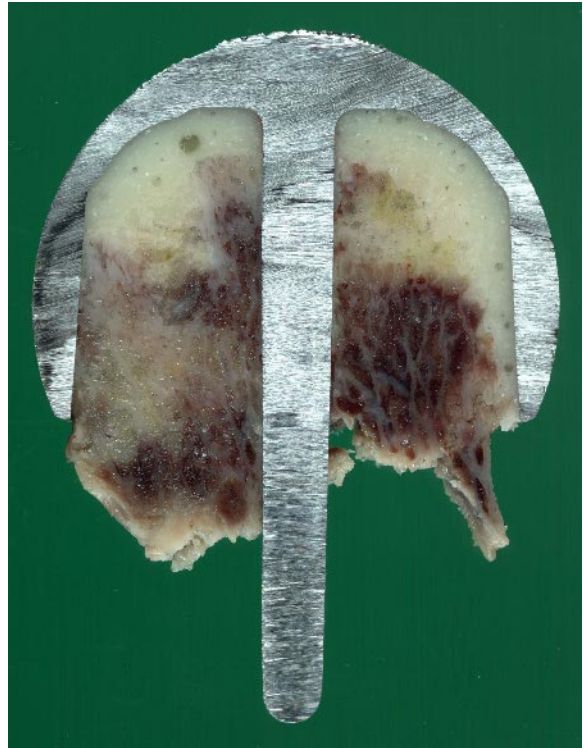


Abb.83: Makroskopie 25/31

Bei dieser zementierten Hüftkappe zeigt sich in der Kontaktradiographie in der linken Kappenhälfte eine deutlich rarefizierte spongiöse Struktur besonders in distolateralen Anteilen.



Abb.84: Kontaktradiographie 25/31

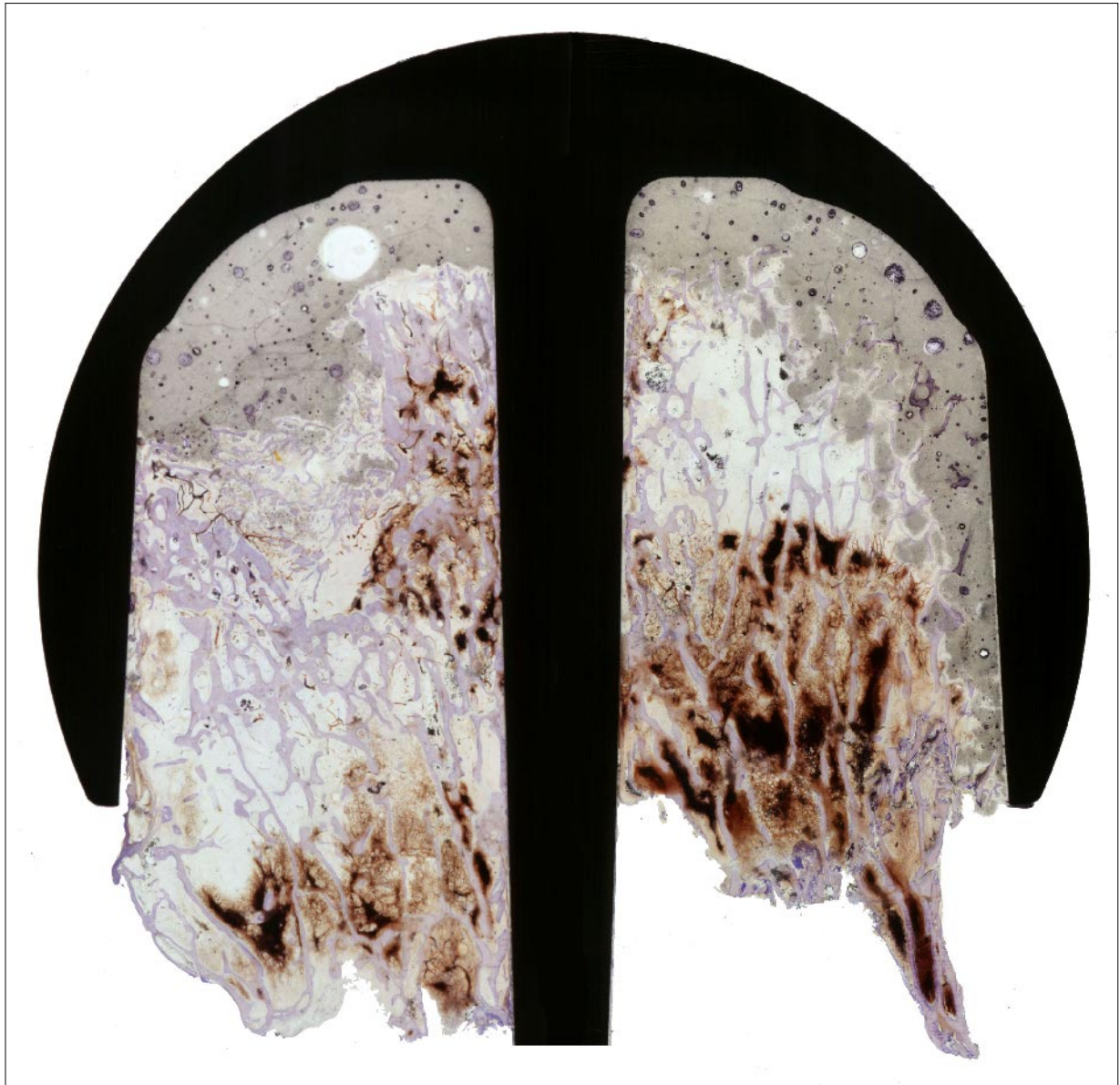


Abb.85: Blockschliff 25/31 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 25/31**

### **linke Kappenhälfte:**

Schon makroskopisch zeigt der Zement mehrere kleine und größere Blasen. Er ist bis zu 8mm stark. Auf dem Schliff fallen eher zentral und distal zwei Einblutungsareale auf. Es liegt zwar ein Eindringen von Zement vor, doch ist dieses im Vergleich mit anderen Fällen als eher gering einzustufen. Die trabekuläre Vernetzung wird nach distal schwächer, sodass besonders lateral am Kappenrand ein ca. 6mm langer ellipsenförmiger lytischer Bereich auffällt, der gänzlich keine Spongiosa enthält

### **rechte Kappenhälfte:**

In dieser Kappenhälfte fällt ein bis zu 7mm starker Zementsaum auf. Schon makroskopisch sieht man eine Reihe von Luftblasen (bis zu 1mm). Der Zement ist bis zu 4mm in die wenig vernetzte Spongiosa eingedrungen. Ein tieferes, diffuses Ausbreiten fällt nicht auf. Besonders im distalen Anteil des Schliffs fällt eine ausgeprägte 1,2mm x 1,5mm große Einblutung auf. In diesem Einblutungsareal finden sich mehrere frakturierte Trabekel. Zusätzlich lässt sich eine Vielzahl von Kapillaren erkennen, die dieses Areal durchziehen.

**Fall/ld.Nr.: 26/32**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
60	m	1,80	87	27	re	196	5,5

Tab.60: Patientendaten 26/32

**Anamnese**

Bei diesem Fall handelt es sich um einen 60jährigen Patienten mit primärer Coxarthrose. Ein vorbestehende Knochenzyste wurde mit Zement aufgefüllt. Das Resektat stammt aus Südafrika. Die zementierte Kappenendoprothese wurde bei Z.n. Fraktur nach 196 Tagen entfernt.

verwendeter Zement	Smartset
Zement-Viskosität	medium
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	20s
Positionieren des Implantats nach:	80s

Tab.61: Zementierungsdaten 26/32

Es handelt sich um eine 5,5cm im Durchmesser große zementierte Femurkappenendoprothese mit Frakturzone auf Höhe des distalen Kappenrandes

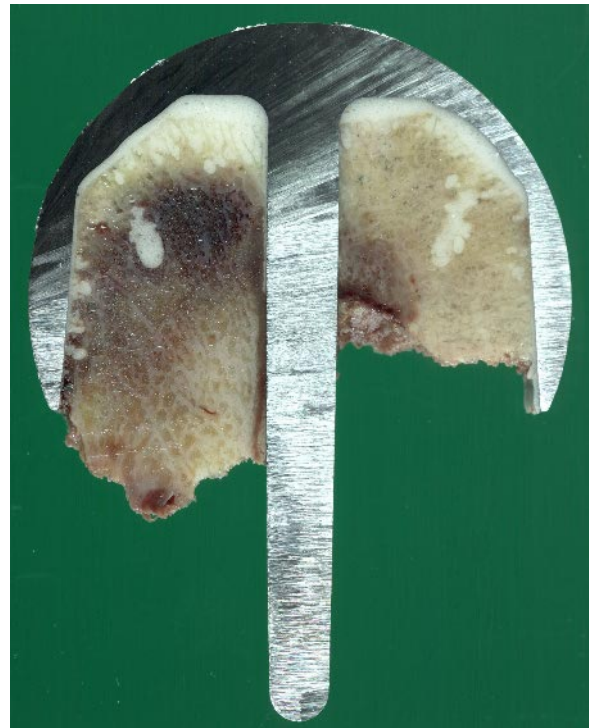


Abb.86: Makroskopie 26/32

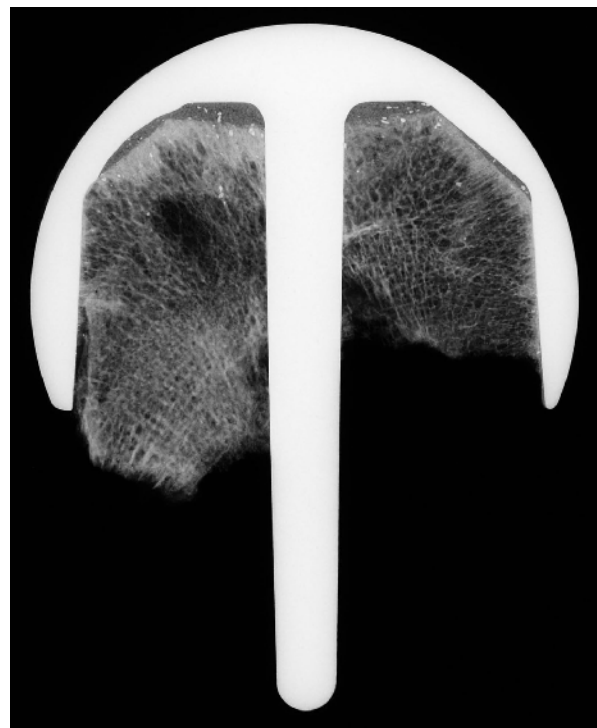


Abb.87: Kontaktradiographie 26/32



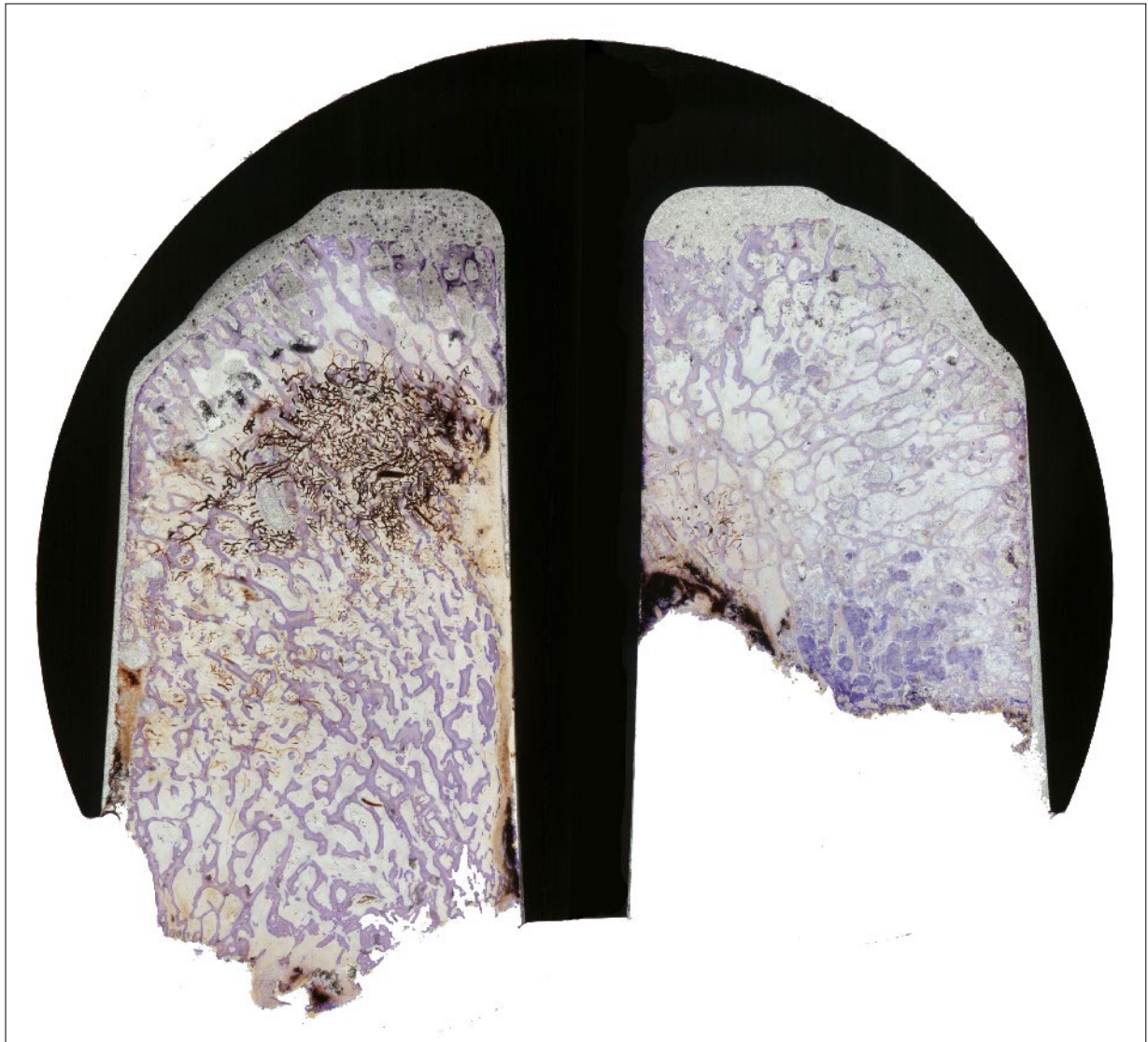


Abb.88: Blockschliff 26/32 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 26/32**

### **linke Kappenhälfte:**

Der Zement scheint weniger stark verdichtet, sodass zwischen den einzelnen Zementkügelchen Luftsäume zu erkennen sind. Zusätzlich finden sich eine Vielzahl von kleinsten Luftblasen. Im zentralen Bereich ist der Zement bis zu 4mm zwischen die Trabekel eingedrungen. Auffällig ist 12mm x 9mm große ellipsenförmige Zone mit einer vielfältig vernetzten Kapillarstruktur. Die Trabekel sind in diesem Areal geringer vernetzt (in der Kontaktradiographie zeigt sich eine Aufhellung). Lateral von diesem Areal findet man eine sehr lockere singuläre Zementinsel. Zentral fällt eine Spaltbildung zwischen Schaft und Knochen auf.

### **rechte Kappenhälfte:**

Die Struktur des Zements entspricht der in Abb.3a. Das intertrabekuläre Eindringen stellt sich jedoch als tiefer dar (partiell bis zu einer Tiefe von 12mm). Distal in direkter Nähe zum Schaft fällt eine leichte Einblutung auf. Von diesem Bereich weiter nach lateral sind die intertrabekulären Räume recht homogen ausgefüllt, dabei handelt es sich maßgeblich um Fibrinabscheidungen. Insgesamt stellt sich der Vernetzungsgrad der Spongiosa im Vergleich mit der linken Kappenhälfte als herabgesetzt dar. Diese Beobachtung zeigt auch die dazugehörige Kontaktradiographie (Abb.87) auf Seite 128.



**Fall/lfd.Nr.: 27/35**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
40	w	1,70	65	22	li	149	4,5

Tab.62: Patientendaten 27/35

**Anamnese**

Bei diesem Fall handelt es sich um die Hüftkappe einer 40jährigen Patientin mit posttraumatische Arthritis. Im Alter von neun Jahren zog sich die Patientin eine Fraktur von Schenkelhals und Femurkopf zu. Die Fraktur wurde offen reponiert und intern fixiert. Seit damals wurde 19 Folgeoperationen durchgeführt, wobei jedoch unklar ist, was bei diesen multiplen Eingriffe im einzelnen operiert wurde. Das Resektat der Hüftkappe stammt aus Südafrika. Nach einer Standzeit von 149 Tagen musste sie revidiert werden.

verwendeter Zement	Palacos
Zement-Viskosität	niedrig
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	20s
Positionieren des Implantats nach:	180s

Tab.63: Zementierungsdaten 27/35

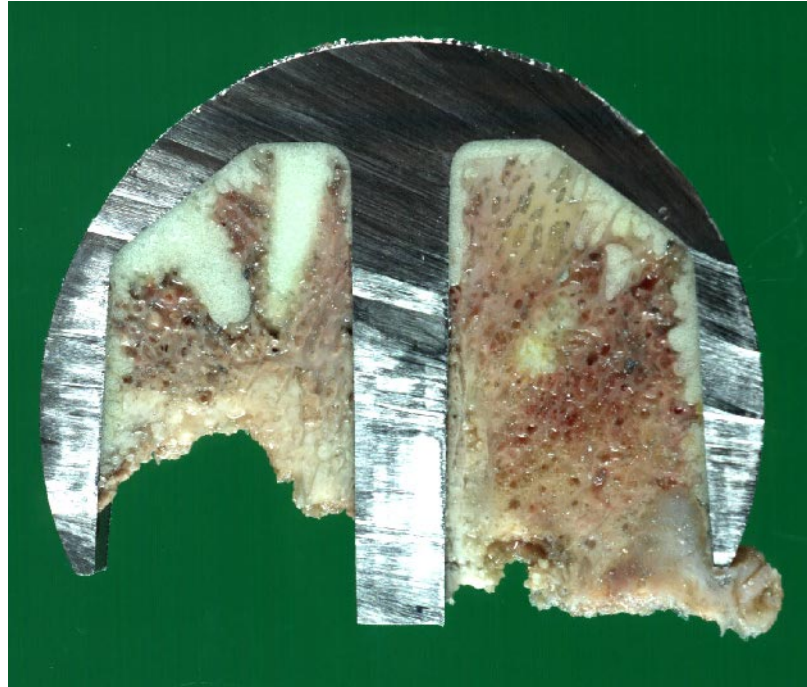


Abb.89: Makroskopie 27/35

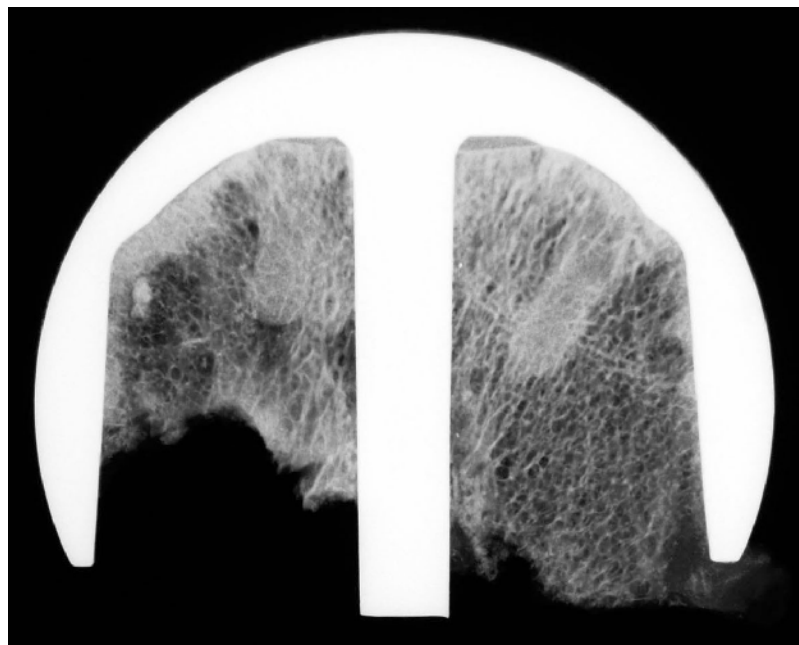


Abb.90: Kontaktradiographie 27/35

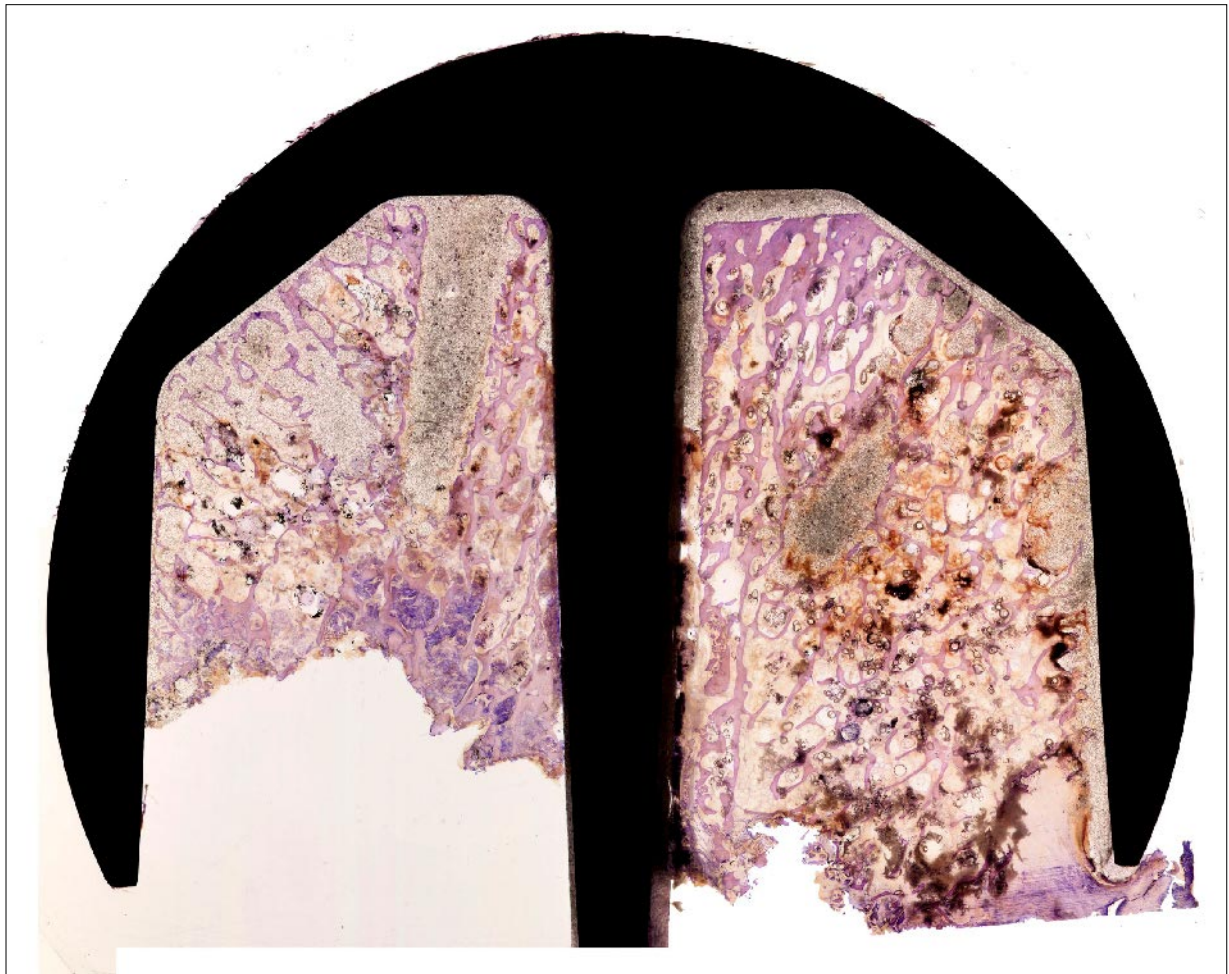


Abb.91: Blockschliff 27/35 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 27/35**

### **linke Kappenhälfte:**

In dieser Schliffhälfte stellt sich der Zementmantel eher dünn dar (bis zu 0,8mm). Es sind zwei zu einander spitzwinklige Bohrungen angelegt. Die schaftnah lokalisierte Bohrung ist in dieser Ebene bis zu 13mm lang und von konischer Gestalt. Die zweite Bohrung wurde von lateral her angelegt. Im Schliff ist sie jedoch nicht vollständig angeschnitten. Was auffällt, ist die hohe Frakturzone mit frischen, intensiv blau angefärbten Fibrinabscheidungen. Die Struktur der Spongiosa stellt sich als mäßig reduziert dar.

### **rechte Kappenhälfte:**

Es zeigt sich ein 1,2mm starker Zementmantel im proximalen Anteil. Lateral ist der Zement geringgradig in die Markräume vorgedrungen (bis 2mm). In dieser Schliffebene ist das Ende einer tiefer oder höher gelegenen Bohrung zu erkennen. Im proximalen Bereich findet sich ein verstärkter ossärer Anbau, erkennbar an dem dunkel angefärbtem Geflechtknochen mit weiten Osteozytenhöhlen, im Sinne einer reaktiven Osteosklerose. Ansonsten erscheint die Spongiosa regelrecht. Distolateral sind fibrös-bindegewebige Strukturen erkennbar. Dabei handelt es sich um bindegewebiges Ersatzgewebe nach Untergang von Spongiosaanteilen. Dass es sich um Reste der Gelenkkapsel handelt, ist unwahrscheinlich, da keine kortikalen Knochenanteile bzw. kortikalisnahe und somit dichtere, in Trajektorien ausgerichtete Spongiosa in diesem Bereich nachweisbar sind. Über einen Großteil der Schlifffläche sind kleinere, herdförmige Einblutungen sichtbar.

**Fall/lfd.Nr.: 28/36**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
51	m	1,82	87	26	re	145	6,0

Tab.64: Patientendaten 28/36

**Anamnese**

Es handelt sich um den Fall eines 51jährigen Mannes, dem die eine Hüftkappenendoprothese im Rahmen einer primären Coxarthrose implantiert wurde. Für eine fokale Osteoporose fanden sich im histologischen Bild keine Hinweise. Der Patient erhielt vor der Implantation eine Radiotherapie. Ein Trauma führte nicht zum Versagen der Kappe. Leider sind die Schriffe im Verlauf der Arbeit verloren gegangen, sodass nur die Makroskopie und die Kontaktradiographie vorliegen.

verwendeter Zement	Simplex P
Zement-Viskosität	medium
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	60
Positionieren des Implantats nach:	150

Tab.65: Zementierungsdaten 28/36

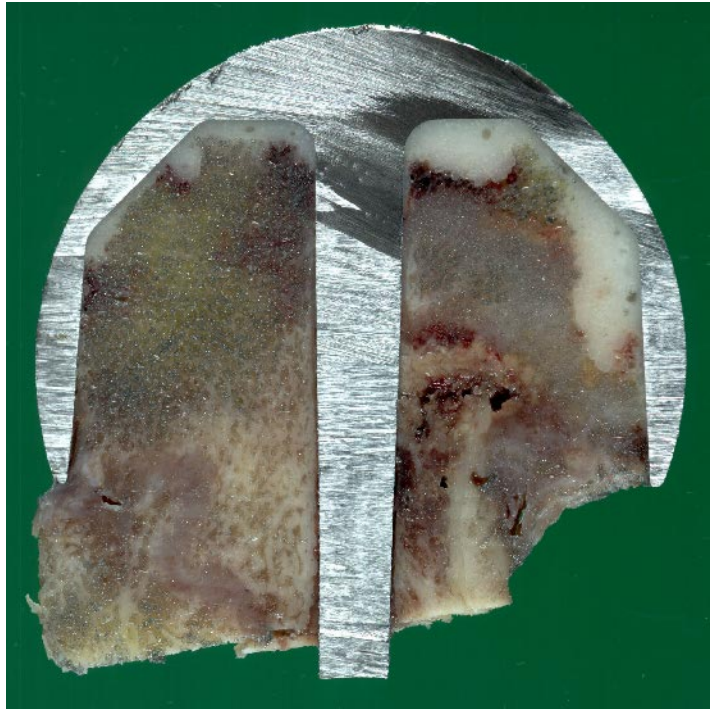


Abb.92: Makroskopie 28/36

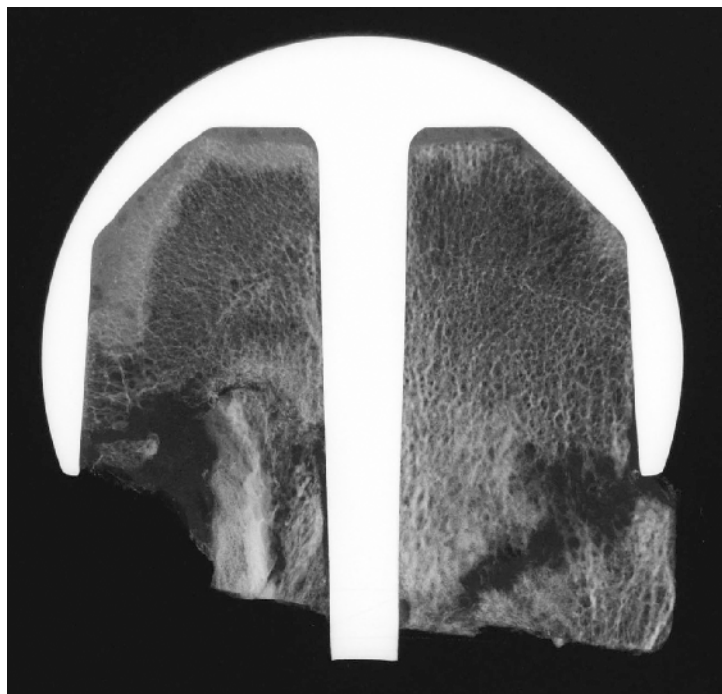


Abb.93: Kontaktradiographie 28/36

**Anmerkung:** Für den Fall 28/36 liegt kein Blockschliff vor

**Fall/lfd.Nr.: 29/37**

Alter (Jahre)	Geschl.	Größe (m)	Gew. (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	betroff. Seite	Implant. Dauer (d)	Durchm. d. Kappe (cm)
46	m	1,82	87	26	re	95	5,0

Tab.66: Patientendaten 29/37

### Anamnese

Es handelt sich um den Fall eines 46jährigen Patienten mit anamnestisch bekannter posttraumatischer Arthritis. Der Patient erhielt vor der Implantation eine Radiotherapie. Eine intertrochantäre Fraktur machte die Revision nach 95 Tagen erforderlich. Es zeigte sich intraoperativ eine avaskuläre Femurkopfnekrose. Die Implantation der Kappe wurde dennoch durchgeführt, da die Knochenqualität des Kopfes als befriedigend vom Operateur eingeschätzt wurde. Das Resektat stammt aus Italien.

verwendeter Zement	Simplex P
Zement-Viskosität	medium
erfolgte Jet-Lavage	ja
Vakuum-Anrühren	nein
Einbringen des Zements in Implantat in:	42s
Positionieren des Implantats nach:	125s

Tab.67: Zementierungsdaten 29/37



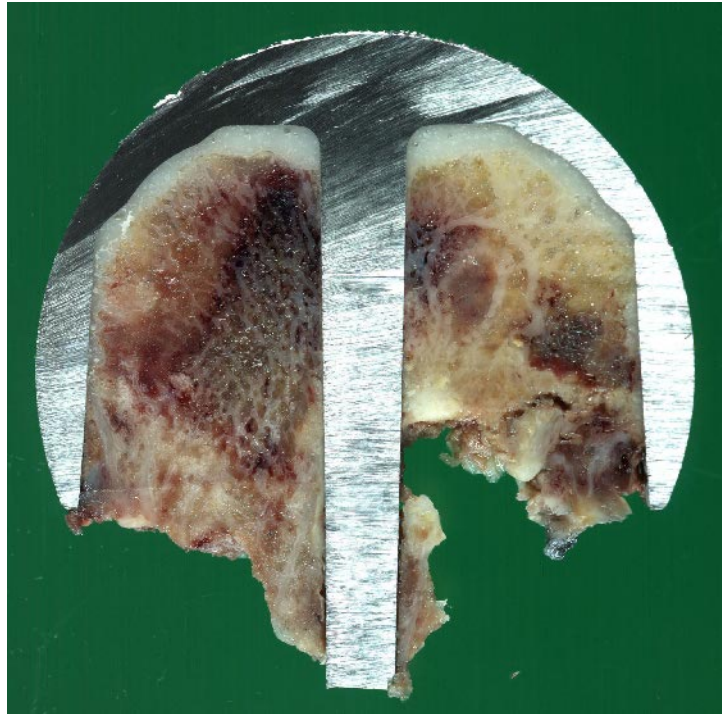


Abb.94: Makroskopie 29/37

In der rechten Kappenhälfte fallen drei, proximal orientierte, Areale mit deutlich herabgesetzter trabekulärer Struktur und septenähnlichem Aspekt auf. Schaftnah findet sich ein ausgedehntes Frakturareal.

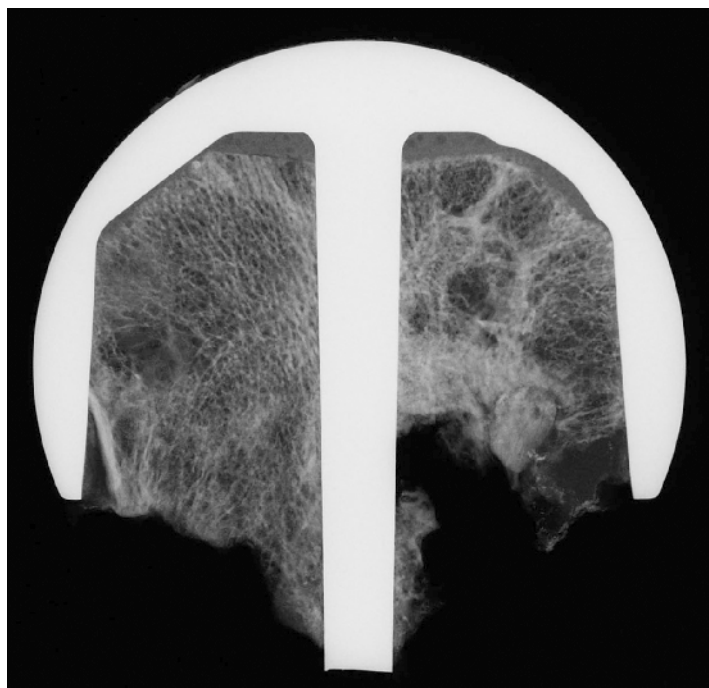


Abb.95: Kontaktradiographie 29/37

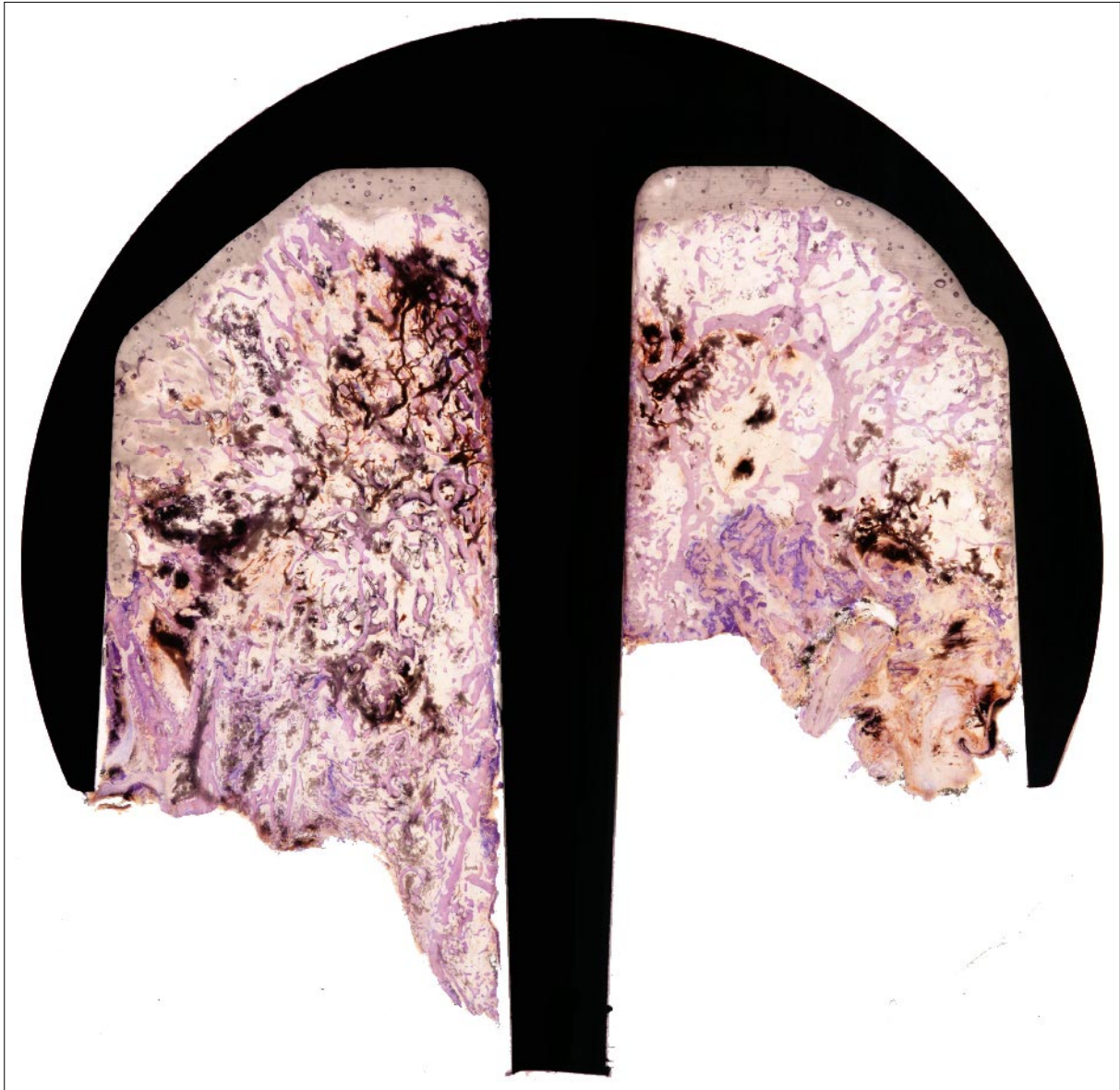


Abb.96: Blockschliff 29/37 bei 8facher Lupenvergrößerung

## **Lupenmikroskopischer Befund Fall 29/37**

### **linke Kappenhälfte:**

Der Zementsaum ist bis zu 3mm stark, wobei am distalen Kappenrand kein Zementsaum mehr nachweisbar ist. Dort zeigt sich eine 6mm lange Spaltbildung. Es finden sich viele Luftblasen, jedoch keine größer als 0,5mm. Im Zement fallen zahlreiche Sprünge auf, die einzelne Blasen verbinden. Lateral liegt eine Penetration bis 5mm vor. In diesem Bereich sind zahlreiche Trabekel vollständig von Knochenzement umschlossen. Ein appositionelles Knochenwachstum ist in diesem Bereich nicht erkennbar. Schaftnah zeigt sich die Spongiosa als regelrecht. Nach lateral nehmen die Trabekelstärke und der Vernetzungsgrad ab. Proximal sind verdickte Trabekel erkennbar. In diesem Bereich finden sich auch mehrere Mikrokallusformationen. In der distalen Schliffhälfte sind starke Knochenneubildungsvorgänge und endostale Appositionen nachweisbar. In dieser Region ist ein frisches Frakturereignis nachweisbar mit Abscheidungen von blau angefärbten Fibrin. Distolateral erkennt man die proximalen Anteile der Schenkelhalskortikalis, die von einer starken Knochenneubildung gekennzeichnet sind. Hier sind bindegewebige Areale mit Einblutungen nachweisbar. Eher schaftnah zeigen sich starke kapilläre Einsprossungen

### **rechte Kappenhälfte:**

Der Zementsaum stellt sich wie in der anderen Kappenhälfte dar. Trotz erfolgter Jet-Lavage ist insgesamt nur eine geringe Penetration erkennbar (<0,5mm). Grund dafür ist die mangelnde Eröffnung von Spongiosa direkt unter einem reaktiven, subchondral gelegenen, osteosklerotischen Saum. Proximal, aber auch zentral fallen drei rundliche Areale mit herabgesetzter Spongiosastruktur auf (vgl. Abb.97). Es finden sich entweder dünne singuläre Trabekel oder gar keine (6mm x 3mm). Distal, in Nähe des Schaftes, erkennt man eine frische Fraktur mit enggestauchter Spongiosa und Fibrinabscheidungen. Nach lateral findet sich ein Stück Kortikalis, dass von bindegewebigen Massen eingeschlossen ist. Herdweise sind Kapillaren erkennbar.

## 5. Diskussion

Die Entwicklung von Hüftkappenendoprothesen begann Ende der 30er Jahre des letzten Jahrhunderts (Smith-Petersen, 1939). Die zugrunde liegende Idee ist ein knochensparendes prothetisches Verfahren, welches letztlich nur die degenerativ geschädigte Gelenkfläche des Femurkopfes ersetzt (sog. resurfacing), um den hohen Verlust an Knochensubstanz bei Implantation von gestielten Hüftgelenksendoprothesen zu minimieren. Im Laufe der Jahre wurden auf Grund immer neuerer Erkenntnisse nicht nur das Prothesendesign, sondern auch die Verfahrensweise der Implantation und die ossäre Integration der Prothese an sich überarbeitet. Immer noch stellt die aseptische Lockerung des Implantats eine der wesentliche Komplikationen nach Hüftkappen-Implantation dar.

Eine Vielzahl von Arbeiten [6,7,16,22,36] konnten zeigen, dass die Art und Weise der Zementierung einen nicht unerheblichen Anteil an der Implantationsdauer eines Implantats im Allgemeinen, bzw. einer Hüftkappenendoprothese im Speziellen hat. So erkannte schon McMinn zum Beginn seiner Versuche, dass eine zementfreie Implantation eine unzureichende Verankerung von Hüftkappenendoprothesen darstellt. Die Einflussfaktoren, die u.a. die Zementierung bestimmen, sind neben der operativen Erfahrung des Chirurgen und seines Teams, das Ausmaß der im Vorfeld erfolgten Jet-Lavage, die Wahl des Zements, respektive der Zementviskosität, sowie das Anmischverfahren zur Aufbereitung des Zements. Die heute größtenteils angewandte operative Aufarbeitung des Femurkopfes beinhaltet u.a. die Entfernung der knorpeligen Anteile der Gelenkfläche, die konische Präparation des Femurkopfes mit sklerotischen Anteilen und die Konditionierung des Markraums mittels Jet-Lavage. Dabei dient die Jet-Lavage im Wesentlichen der Säuberung und Konditionierung des spongiösen Prothesenlagers. Die Bedeutung dieses Arbeitsschrittes wird in der allgemeinen Literatur anerkannt oder sogar als obligat bewertet. Grund dafür, ist neben der Optimierung des Prothesenlagers auch die klinische Bedeutung, was die Risikominimierung von thrombembolischen Komplikationen nach Einbringen des Zements angeht.

Der operative Zugang erfolgt im Allgemeinen dorsalseitig bei auf der Seite gelagertem Patienten. Der Operateur benötigt für die Operation an sich ein deutlich höheres Maß an Erfahrung und Geschick als bei der konventionellen Hüftendoprothetik. Dieses gilt sowohl für den dorsalen, wie auch den lateralen Zugangsweg [7,9,26,28,34,38].

Was den Knochenzement angeht, so wird laut eines Update zur zementierten Hüftendoprothetik in Deutschland am häufigsten (>90%) Palacos® verwendet [26]. Da die insgesamt 29 untersuchten Fälle aus verschiedenen Ländern stammen u.a. Australien, Südafrika, Italien und England ist auch die Auswahl der verwendeten Knochenzemente sehr heterogen. Lediglich in vier Fällen wurde Palacos® zur Verankerung der Hüftkappe verwendet. Was die Wahl der Zementviskosität angeht, so wurde insgesamt in 15 Fällen (vgl. 4.5. Auswertung der Zementierungsprotokolle, S.21-22) bei der Zementierung der Kappe eine niedrige Zementviskosität gewählt. Aus einer norwegischen Studie ist bekannt, dass niedrig visköse Zemente in vitro gute Ergebnisse liefern, im klinischen Alltag jedoch bedingt durch eine schwierigere Verarbeitung, versagensanfälliger sind als Zemente mit mittleren bzw. hohen Viskositäten [20].

Wie schon eingangs erwähnt, sind das Anrührverfahren des Zements sowie das zeitnahe Arbeiten von Beginn des Anrührvorgangs bis hin zum Einbringen des mit Zement beschickten Implantats in den Körper, weitere Eckpfeiler einer erfolgreichen Implantation. Mehrere Studien haben gezeigt, dass das Anrühren des Zements unter Vakuum positive Effekte im Hinblick auf die Standzeit der Hüftkappenendoprothese hat. Es besteht ein enger Zusammenhang zwischen dem Grad und der Anzahl von Poren innerhalb des Zements und dem rein mechanischen Versagens der Kappe [15,23]. Überraschenderweise wurde das Vakuum-Anmischverfahren von den untersuchten Kappen in lediglich sieben Fällen zum Anmischen des Zements gewählt. Bei der lupenmikroskopische Begutachtung wirkte ohne Vakuum angemischter Zement deutlich inhomogen und wenig verdichtet. An der Basis, von in den Femurkopf eingebrachten und dann mit Zement angefüllten Bohrungen, die eigentlich mit dem Ziel der besseren Verankerung angelegt wurden, konnten sogar feine Haarrisse nachgewiesen werden.

Befinden sich Luftblasen im Zementmantel, so setzen sich die Risse bis an deren Rand fort. Von einer erfolgreichen mechanischen Verankerung kann in diesen Fällen nicht gesprochen werden. Beispielhaft für diese Beobachtung stehen die Fälle 4/4, 5/6 und 16/7. Inwieweit die Zementmantelstärke einen Einfluss auf die Standzeit der Hüftkappenendoprothese hat und welche biomechanischen Konsequenzen sich aus einem zu starkem Zementmantel ergeben, ist nicht klar zu beantworten. Im Laufe der Auswertung zeigte sich, dass die untersuchten Hüftkappen im schaftnahen Bereich (Messbereich M-1/M+1) bei Kollektiv A (Standzeit =3Mon.) eine durchschnittlich größere Mantelstärke aufwiesen als Kollektiv B (Standzeit >3Mon.) Der Fall 8/12 aus Kollektiv A weist diesbezüglich den stärksten Zementmantel auf. Hier beträgt die Stärke des Zements 7mm im schaftnahen Messareal. Im Kollektiv B zeigte sich im Fall 20/16 eine zwar mit 6,3mm geringere Mantelstärke, jedoch liegt diese deutlich über den in der Literatur empfohlenen Werten. Im allgemeinen Schrifttum liegt die günstigste Zementmantelstärke zwischen 2-5mm [7,24].

Die Abb.97 und Abb.98 auf Seite 144 zeigen eine Fotomontage eines Mazerationspräparates des proximalen Femurs mit einer schematischen Hüftkappe. An Hand der Abbildungen sollen die möglichen biomechanischen Konsequenzen verdeutlicht werden.

Dabei in roter Farbe dargestellt ist der Zement. In Abb.97 befindet sich die Kappe in einer optimalen Position. Die Situation eines übermäßig starken Zementmantels ist in Abb.98 dargestellt. Es ergibt sich eine ungünstigere Position des Implantats zum Schenkelhals. Denkbar wäre, dass ein derartig massiver Zementmantel einen verlängerten Hebelarm darstellt. Dies könnte eine ungünstige Krafteinwirkung auf den Schenkelhals bedeuten. Dieser ist durch die für die Implantation unvermeidbaren Arbeitsschritte wie Fräsen des Femurkopfes und Applikation der Hüftkappe zwangsläufig in Mitleidenschaft geraten. Kleinste Infraktionen der Spongiosa führen in summa zu einer deutlichen Schwächung der ossären Gesamtstruktur. Darüber hinaus wird die sensible Schenkelhalsregion durch den kappentypischen Schaft zusätzlich geschwächt, da zur Aufnahme des Schaftes Spongiosa geopfert werden muss. In jedem Fall stellt ein zu starker Klebspalt eine Schwachstelle dar [29].





Abb.97: Mazerationspräparat mit Kappe bei optimaler Zementierung



Abb.98: Mazerationspräparat mit Kappe bei zu starkem Zementmantel



Auch das Gegenteil, d.h. eine zu geringe Stärke des Zementmantels bringt Nachteile mit sich. Es ist bekannt, dass zu dünne Zementstärken ebenfalls zu Defekten und Infraktionen im Zementmantel führen können. Aus diesen Defekten können sich im verstärkten Maß feine Zementpartikel lösen, die dann phagozytiert werden. Im Weiteren kann es zur Granulombildung und osteolytischen Prozessen kommen. Diese Beobachtungen sind u.a. bei der histologischen Begutachtung im Fall 17/11 (vgl. Seiten 91-94) nachweisbar. Histologisch findet sich hier, im Sinne einer Fremdkörperreaktion, am Rand der Hüftkappenendoprothese ein schmales Bindegewebe mit Einschluss von Histozyten und Makrophagen, die Knochenzement speichern [3,5,6,7,16].

Was das Ausmaß der Zementpenetration angeht, so zeigt sich, dass bei den Femurköpfen, die einer Jet-Lavage unterzogen wurden, eine stärkere Penetration vorliegt. Diese Beobachtung deckt sich mit dem heute gängigen Prinzip der zementierten Hüftendoprothetik. Das Ziel ist, eine möglichst innige Verzahnung des Zements mit dem knöchernen Prothesenlager zu erreichen [7,22]. Da aber auch die schon bekannten Probleme, wie fibrös-histiozytäre Prozesse bis hin zur Entwicklung einer aseptischen Femurkopfnekrose mit dem Grad der Zementpenetration in Verbindung stehen, ist es fraglich, ob ein diffuses und tiefes Eindringen des Zements in die Markräume im Rahmen der Implantation von Hüftkappenendoprothesen wirklich sinnvoll ist. In insgesamt neun Fällen der 29 untersuchten Hüftkappenendoprothesen findet sich eine Zementpenetration von  $\approx 6$ mm (bei Kollektiv A=5 und Kollektiv B=4). Analog zu den Beobachtungen bezüglich der Zementmantelstärke, so ist auch die Zementpenetration im Messbereich M-1 bzw. M+1 am ausgeprägtesten. Ursächlich dafür ist u. a. die charakteristische trabekuläre Struktur in diesem Bereich des Femurkopfes sowie rheologische Eigenschaften des eindringenden Zements. Neben den angesprochenen Problemen zeigten andere Arbeitsgruppen u.a. Jansson et al., dass eine tiefen Penetration mit direktem Kortikaliskontakt zu einem Anstieg der Schubbelastung des knöchernen Lagers zur Folge hat. Grund dafür, ist der Verlust der mechanischen Dämpfungseigenschaften der Spongiosa (lastverteilender Effekt). Diese Ergebnisse entstammen Arbeiten über die Zementierung bei totalen Hüftendoprothesen. Inwieweit sie übertragbar auf die Verhältnisse bei Hüftkappenendoprothesen sind, bleibt unklar.

Der künstliche Gelenkersatz im Allgemeinen und die Versorgung eines Patienten mit einer Hüftkappenendoprothese im Speziellen muss mehreren Anforderungen genügen. Im Vordergrund steht die möglichst physiologische Wiederherstellung der Gelenkintegrität mit dem direkten Ziel, die Schmerzhaftigkeit des primär bzw. sekundär degenerativ veränderten Gelenkes (bei z.B. posttraumatischen Zuständen, frühzeitiger Verschleiss i.R. einer angeborenen Hüftdysplasie, etc.) zu beseitigen. Mit dem Grad der Schmerzreduktion und dem Zugewinn an Beweglichkeit im prothetisch versorgten Gelenk, im Fall des hip resurfacing also dem Hüftgelenk, gewinnt der Patient erheblich an Lebensqualität. Darüber hinaus kommt es auch zur Reduktion der Komorbidität, z.B. Zugewinn an Gangsicherheit und damit zur Sturzrisikominimierung. Bei einer Zunahme der Lebenserwartung in den westlichen Industrienationen spielt gerade heute der künstliche Hüftgelenkersatz in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle.

Gerade jüngerer und sportlich aktive Patienten haben bei gegebener Indikation und nach Ausschluss anderer Verfahren einen Benefit mit der Implantation einer Hüftkappenendoprothese. Es besteht jedoch keine einheitlich anerkannte Altersgrenze. Bei den 29 untersuchten Resektaten lag das mittlere Alter der Patienten bei  $58,3 \pm 10,6$  Jahre im Kollektiv A mit einer Implantatstandzeit von  $\approx 3$  Mon., bzw. im Kollektiv B bei  $54 \pm 6$  Jahre. Aufgrund noch nicht ausreichend belegter Langzeitergebnisse ist die Versorgung älterer Patienten ( $\approx 60$  Jahre) mit einer Hüftkappenendoprothese in jedem Fall mit einer gewissen Skepsis zu sehen. Grundlage für die Implantation sollte sein, dass der Patient eine entsprechende Knochenqualität des Schenkelhalses und des Femurkopfes mitbringt. Ein osteoporotisch geschwächter Knochen ist dabei nicht geeignet eine Hüftkappenendoprothese suffizient zutragen [2,21,25,32,35,38].

Ein weiterer, wahrscheinlich unterschätzter Faktor, der sich nachteilig auf die Standzeit der Hüftkappenendoprothese auswirkt, sind die nur schwer bzw. nicht zu beeinflussenden individuellen Parameter Patientengewicht und Körpergröße. Unter den 29 Hüftkappenresektaten fanden sich in 25 Fällen diesbezüglich vollständige Angaben. Dabei lag in 20% ein BMI (Body-Mass-Index) von  $\approx 30 \text{ kg/m}^2$ , was einer Adipositas I mit  $30,0\text{-}34,9 \text{ kg/m}^2$  gleichkommt, vor. Der BMI stellt auch im Alter einen wertvollen klinischen Beurteilungsparameter des Ernährungszustandes dar. Es gilt als gesichert,

dass ab einer Adipositas I metabolische wie auch muskuloskelettale Folgeerkrankungen zunehmen. Der überwiegende Anteil der errechneten BMI-Werte fällt hingegen in den Bereich der sog. Präadipositas mit einem BMI von 25,0 bis 29,9kg/m<sup>2</sup> (Kollektiv A=6:14; Kollektiv B=10:15). Gerade dieses Stadium wird von Ernährungswissenschaftlern in Bezug auf Morbidität und Mortalität intensiv erörtert [40]. Erstaunlicherweise zeigte sich bei den untersuchten Hüftkappenendoprothesen, dass im Kollektiv B (Standzeit >3Mon.) ein höherer Anteil an Übergewichtigen bzw. Patienten mit Präadipositas vorliegt. Ein Grund dafür ist die begrenzte Anzahl der untersuchten Kappenendoprothesen und die teilweise nicht vollständig übermittelte Datenlage.

Ein weiterer Problempunkt, der in der allgemeinen Literatur kontrovers diskutiert wird, ist die Metallionenbelastung für den Organismus bei Metall-Metall-Paarungen. Der Patient sollte über eine gute Nierenfiltrationsleistung verfügen, da die Implantation einer Metall-Metall-Paarung bei z.B. terminaler Niereninsuffizienz, bedingt durch den zwangsläufigen Metallabrieb und der Metallionenfreisetzung eine zusätzliche Belastung der Nieren darstellt und somit als Kontraindikation zu bewerten ist. Eine direkte Reaktion im Sinne einer Metallunverträglichkeit, wie sie bei Nickel bekannt ist, ist bei den heute gängigen Endoprothesen-Materialien sehr selten [28,29,37].

Nach Sichtung der Begleitscheine ergaben sich fünf Gruppen von anamnestisch bekannten Vorerkrankungen, deren Folgen zu einer vorzeitigen Degeneration des Hüftgelenks führten und somit als Indikation für die Implantation einer Hüftkappenendoprothese erachtet wurden. Dazu zählen die rheumatoide Arthritis, die posttraumatische Arthritis, die aseptische Femurkopfnekrose und die Hüftdysplasie. Die prothetische Versorgung einer aseptischen Nekrose des Femurkopfes stellte in keinem der Fälle eine Indikation. Dabei war die primäre Coxarthrose die häufigste Indikation zur Implantation (in Kollektiv A=71,4 und in Kollektiv B=66,7%). Auch in der fachspezifischen Literatur wird die primäre Coxarthrose, besonders bei biologisch jungen Patienten – wobei häufig nicht näher definiert ist, was biologisch jung bedeutet – als häufige Indikation für die Implantation einer Hüftkappe angesehen. Eine bekannte Osteoporose lag in keinem der Fälle vor. Sie ist als prognostisch ungünstige, und damit die Standzeit nachteilig beeinflussende Begleiterkrankung einzuschätzen [1,28,29,38].

Die dominierenden Komplikationen in der Hüftkappenendoprothetik stellen neben der aseptischen Lockerung die frühe postoperative Schenkelfraktur dar [29]. Im Rahmen der aseptischen Lockerung sind resorptive Prozesse das Hauptproblem. Diese zellulären Abwehrmechanismen werden durch Abriebprodukte sowohl des Kappenmetalls, wie auch des Zements induziert. Für die Resorption sind mehrkernige Fremdkörperriesenzellen verantwortlich. Bei der histologischen Aufarbeitung zeigte sich eine Makrophagen dominierte Fremdkörperreaktion mit vereinzelter lymphozytärer Infiltration. Ähnliche Befunde werden auch von anderen Autoren beschrieben [6,11,13,24,30].

Schon 1992 zeigte eine Arbeitsgruppe unseres Instituts, dass es zu resorptiven Prozessen an Trabekeln kommt, wenn diese vollständig von Knochenzement umgeben sind [16].

Neben Mineralisationsstörungen mit verbreiterten Osteoidsäumen in direkter Nähe zum Zement, kommt es im Verlauf zu einer bindegewebigen Umwandlung der Trabekel. Derartige Phänomene zeigen sich auch an 19 (Kollektiv A in 8 und Kollektiv B in 11 Fällen) der 29 untersuchten Hüftkappenendoprothesen. Histologisch zeigt sich in den betroffenen Anteilen, dass die Markräume devital sind. Als Merkmal der Devitalität dieser Bereiche finden sich keine endostalen Umbauoberflächen. Beispielhaft dafür lässt sich u.a. der Fall 16/7 (s.u. Abb.99 u. Abb.100, vgl. Seite 87-90) anführen:

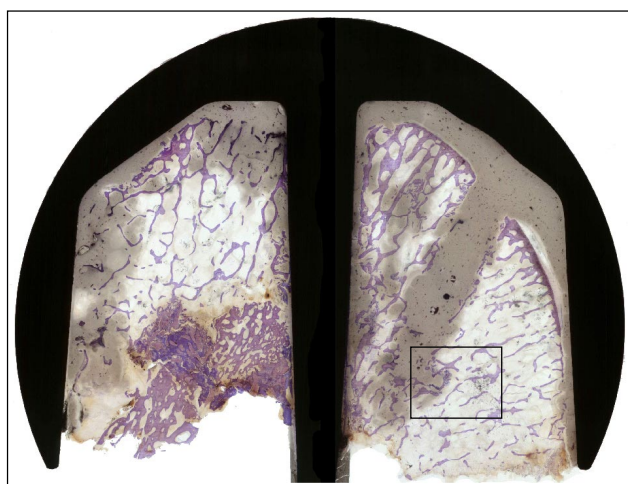


Abb.99: Fall 16/7, oberflächen gefärbter Blockschliff bei 8facher Lupenvergrößerung mit Detail

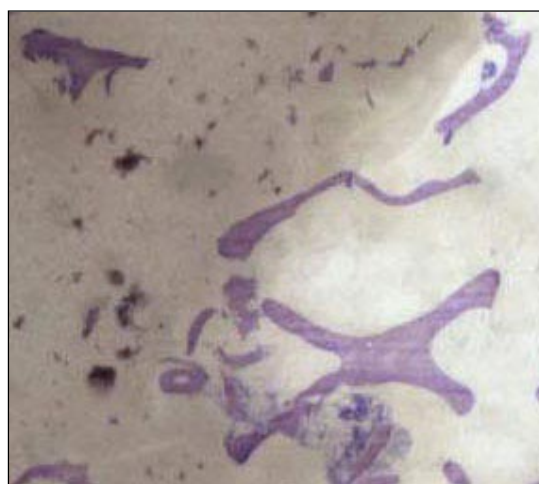


Abb.100: Fall 16/7, Detail 10fach

Wie sich die Trabekel bei umgebender Zementierung darstellen, findet sich besonders eindrucksvoll in den Fällen, die zur innigeren Verankerung mit dem Zement nach zentral gerichtete Bohrungen aufweisen. Es zeigte sich, dass die trabekulären Oberflächen, die unmittelbar an den Zementkern der Bohrung angrenzen, osteolytischen Prozessen unterliegen. Die Spongiosa stellt sich in den betroffenen Arealen mit plumpen, wenig vernetzten Trabekeln dar. Die Markräume enthalten schattenhaft Fettmark mit amorphen Kalksalzniederschlägen. An der Grenzzone zum Zement sind ebenfalls keine zellulären Umbauprozesse nachweisbar. Die angrenzenden Markanteile sind nekrotisch (vgl. Abb.101 auf Seite 151). Resultierend sieht man in diesen nekrotischen Bereichen zum Teil Kalkseifenbildungen.

Im Rahmen einer Studie konnte 2004 eine Arbeitsgruppe der Endo-Klinik Hamburg und der Berliner Charite (R.Günther et al.) mit Hilfe von cDNA-Microarrays in Zellen der periprothetischen Membran exprimierte entzündungsassoziierte Gene nachweisen, um so die genaueren Mechanismen der aseptischen Lockerung beschreiben zu können [13].

Wie letztlich der Knochenzement die Nekrosen bedingt bzw. welche Bestandteile und Umstände dafür verantwortlich sind, bleibt in den untersuchten Fällen unklar, da diese ausschließlich lupenmikroskopisch bzw. histologisch untersucht wurden. Eine weitere immunhistochemische Aufarbeitung der resezierten Kappenendoprothesen, ergänzt durch eine größere Fallzahl des gleichen Kappentyps wäre vielversprechend. Auch könnte ein einheitlicheres Kollektiv bezüglich des verwendeten Zements, der Patienten und der Operateure zum Vergleich weitere wertvolle Erkenntnisse liefern.

Während der Befundung der Kappenresektate konnten kollektivübergreifend in insgesamt zwölf Fällen sog. Mikrokallusformationen (MKF) nachgewiesen werden, davon sieben in Kollektiv A und fünf in Kollektiv B. Bei MKF handelt es sich um Geflechtknochen, der um Mikrofrakturen in übermäßig belasteten Spongiosabezirken gebildet wird [19,39]. Er stellt sich als kolbige oder spindelförmige Auftreibung dar und erscheint morphologisch wie ein grober Naturschwamm. Davon zu unterscheiden sind endostale Appositionen, als Reaktion des ossären Apparates auf sich ständig ändernde Kraftverhältnisse. Diese, als eindeutiges Zeichen von Vitalität zu bewerten, finden sich

in jeweils 10 Fällen der beiden Kollektive in Spongiosaabschnitten, die frei sind von Knochenzement. Die Raster-Elektronen-Mikroskopische (REM) Aufnahme zeigt sehr anschaulich, wie sich Mikrokallus im Detail darstellt (vgl. Abb.102 auf Seite 151). Das Kappenresektat 2/2 (Abb.103 auf Seite 152) steht beispielhaft für die sonst eher diskret ausgebildeten MKF. In diesem speziellen Fall wurde der Frakturspalt orthogonal angeschnitten. Fall2/2 weist neben einer kappenschaftnahen Fraktur und der Entwicklung einer Pseudoarthrose noch weitere MKF auf. Bemerkenswerterweise finden sich die MKF häufig in Spongiosabereichen, die direkten Kontakt zum Kappenmaterial haben. Die Abb.104 auf Seite 156 ist eine Detailansicht aus diesem MKF-Areal und zeigt eine in Wirklichkeit 1,5mmx2,0mm große MKF. Die Pfeilspitze weist auf den orthogonal angeschnittenen Frakturspalt. Der Pfeil zeigt auf den schwammartigen Geflechtknochen der Mikrokallusformation. Das Alter dieser MKF liegt zwischen 3-4 Wochen [17].

In Anteilen der Spongiosa, die vollständig von Zement ausgefüllt sind, finden sich seltener MKF. Wenn, dann sind diese schon vor Implantation der Hüftkappenendoprothese entstanden, da in den zementierten Spongiosabereichen der untersuchten Fälle keine Knochenneubildung stattfindet und diese wie oben beschrieben devital sind. Das vermehrt MKF in Spongiosa nachweisbar sind, die direkten Kontakt zum Kappenmaterial haben, rührt daher, dass der befräste Femurkopf in diesen Fällen annähernd eine „Nullpassung“ aufweist, d.h. die Zirkumferenz des befrästen Kopfes passt nur knapp in die Kappe. Das Aufschlagen der Kappe verursacht dann intraoperativ Mikrofrakturen. Der applizierte Zement ist in diesen Bereichen fast vollständig verdrängt. Ist auch auf anderem Wege, z.B. durch Verpressung, kein Zement in die Nähe gelangt, so kann in diesen Arealen eine Neubildung von Geflechtknochen stattfinden. Eine Mikrokallusformation entsteht.

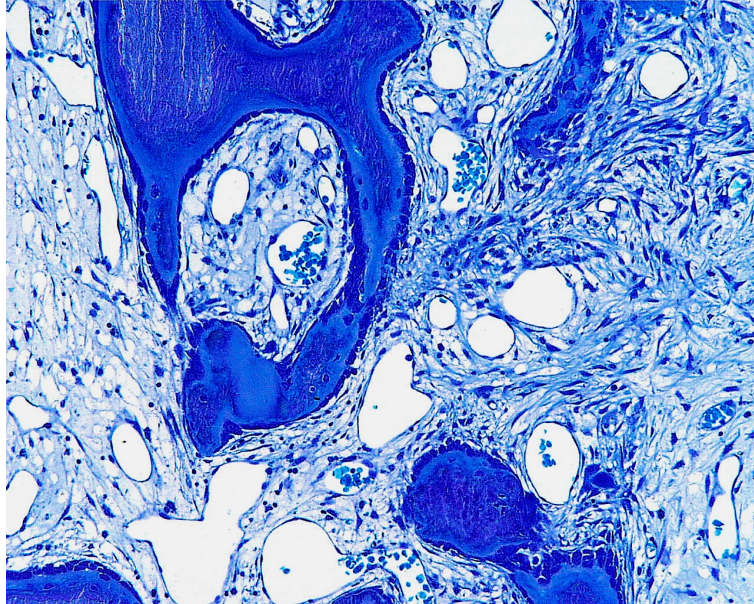


Abb.101: Fall 16/7, histologisches Detail. Markraumnekrose mit amorphen Kalksalzniederschlägen, mit zum Teil zystischen Strukturen mit myxoidem Inhalt und umschriebenen Mineralisationen. In den angrenzenden Abschnitten sieht man ein zellarmes Bindegewebe im Sinn einer Markraumfibrose. Die Trabekel sind breit und plump strukturiert. Zum Teil schmales Osteoid, Vergr. 40fach



Abb.102: REM-Aufnahme einer schwammartig konfigurierten MKF. Daneben plattenhafte Spongiosa, Vergr. 36:1



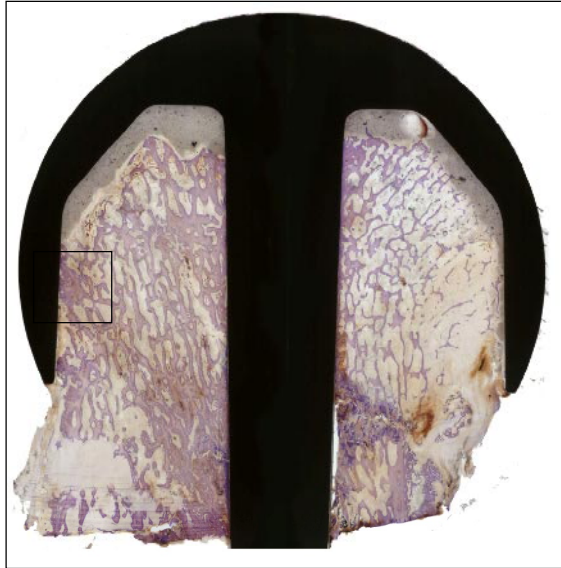


Abb.103: Blockschliff Fall2/2, Vergr. 8fach

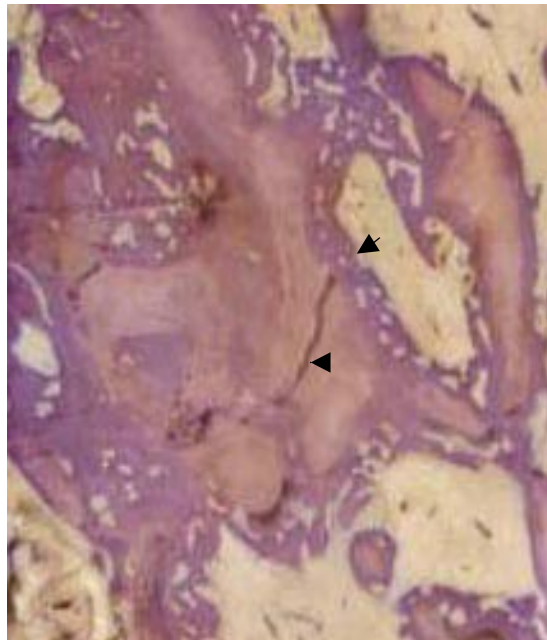


Abb.104: Detail eines orthogonal angeschnittenen Frakturspalts mit umgebender MKF, Vergr.10fach

## 6. Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Doktorarbeit wurden 29 Hüftkappenresektate eingehend untersucht. Es sollte geklärt werden, welche Faktoren für ein frühes Versagen, d.h. eine Implantatsstandzeit  $\leq 3$  Monate, verantwortlich waren. Dabei bildeten sich zwei Patientenkollektive. Das Kollektiv A (Standzeit  $\leq 3$  Monate) besteht aus 14 Patienten und das Kollektiv B (Standzeit  $> 3$  Monate) aus 15 Patienten. Die mittlere Implantationszeit des Kollektiv A beträgt  $39,1 \pm 22,0$  Tage, die des Kollektiv B beträgt  $179 \pm 80,5$  Tage. Eine Abhängigkeit des Lebensalters der Patienten bei Implantation in Bezug auf die Standzeit im Sinn einer positiven Korrelation konnte nicht nachgewiesen werden. Die Indikation zur Kappenimplantation wurde in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle beider Kollektive i.R. einer anamnestisch bekannten primären Coxarthrose gestellt (bei Kollektiv A in 71,4% und Kollektiv B in 66,7% der Fälle). Bei der Sichtung und histomorphologischen Analyse unter Einbeziehung der vorliegenden Einsendungsscheine zeigte sich, dass kein einheitlicher Versagensmechanismus mit der angewendeten Methodik nachweisbar war. Vielmehr liegen eine Vielzahl von Faktoren vor, die zur Implantatrevision zwangen. Die in der Fachliteratur vielfach angeführte zentrale Bedeutung der Zementierung, konnte außer bei offensichtlich unsachgemäßer Durchführung derselbigen nicht gezeigt werden. In jedem Fall führt ein sachgerechtes Handling der eingesetzten Zemente unter Vakuummischung zu der angestrebten homogenen Zementierung. Eine wichtige Komplikation in der Hüftkappenendoprothetik stellen neben der aseptischen Lockerung die frühe postoperative Schenkelfraktur dar. Es ist nicht nachzuvollziehen, warum bei teilweise altersentsprechend reduzierter Knochenqualität und eingesetzter Jet-Lavage, in einigen Fällen mehrfache Retentionsbohrungen in den Kopfbereich angelegt wurden. Es kommt zu einem tieferen Eindringen des Zementes in die Spongiosa mit den bekannten Folgeerscheinungen wie z.B. Markraumnekrosen. Abschließend soll nicht unerwähnt bleiben, dass ein größeres Patientenkollektiv aus vorzugsweise einem operativen Zentrum, in dem Kappen des gleichen Typs unter definierten Bedingungen implantiert werden, gesicherte Ergebnisse liefern würde. Dabei sollte ein homogenes Kollektiv im Hinblick auf Geschlecht, Alter und bekannten Nebendiagnosen (z.B. Osteoporose als Ausschlusskriterium) untersucht werden.

## 7. Literaturverzeichnis

1. Aigner T, Söder S (2006) Histopathologische Begutachtung der Gelenkdegeneration. Pathologe 27:431-438
2. Amstutz HC, Campbell P, Le Duff MJ (2007) Metal-on-metal hip resurfacing: what have we learned? Instr Course Lect 56:149-161
3. Anthony P, Gie GA, Howie C, Ling R (1990) Localised endosteal bone lysis in relation to the femoral components of cemented total hip arthroplasties. Journal of Bone Joint Surgery 72:971-979
4. Bell RS, Schatzker J, Fornasier VL, Goodman SB (1985) A study of implant failure in the Wagner resurfacing arthroplasty. J Bone Joint Surg Am. 67(8):1165-1175
5. Bos I, Löhrs U (1991) Morphologie der Sekundärkapsel bei Hüftgelenksendoprothesen und Bedeutung des Materials. Pathologe 12:82
6. Bos I (2001) Gewebereaktionen um gelockerte Hüftgelenkendoprothesen. Der Orthopäde 30:881-889
7. Breusch S, Schneider U, Kreutzer J, Ewerbeck V, Lukoschek M (2000) Einfluss der Zementiertechnik auf das Zementierergebnis am koxalen Femurende. Der Orthopäde 29:260-270
8. Breusch SJ, Kühn KD (2003) Knochenzemente auf Basis von Polymethylmethacrylat. Der Orthopäde 1:41-50
9. Byrick RJ, Bell RS, Kay JC, Waddell JP, Mullen JP (1989) High-volume, high pressure pulsatile lavage during cemented arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 71:1331-1336

10. Campbell P (2005) Failure Mechanisms of Metal-On-Metal (MOM) Surface Arthroplasty Components – Based on Retrieval Analysis. *Osteologie* 14:31-35
11. Delling G, Kofeldt C, Engelbrecht E (1987) Knochen- und Grenzschichtveränderungen nach Anwendung von Knochenzement- und Langzeituntersuchungen an humanem Biopsie-, Operations- und Autopsiematerial. *Aktuel Probl Chir Orthop* 31:163-171
12. Donath K (1988) Die Trenn-Dünnschliff-Technik zur Herstellung histologischer Präparate von nicht-schneidbaren Geweben und Materialien. *Präparator* 34:197
13. Günther R, Morawietz L, Gehrke T, Frommelt L, Kaps C, Krenn V (2005) Inflammatorische Reaktion bei abriebinduzierter und infektiöser Lockerung von Hüft- und Knieendoprothesen. *Der Orthopäde* 34:55–64
14. Hahn M, Donath K, Delling G (1987) Präparation von Hüftgelenksendoprothesen zur qualitativen und quantitativen morphologischen Auswertung. *Der Chirurg* 58:744-748
15. Hahn M, Engelbrecht E, Delling G (1990) Eine quantitative Analyse zur Bestimmung der Porosität von vorkomprimierten und unter Vakuum gemischtem Knochenzement. *Der Chirurg* 61:512-517
16. Hahn M, Vogel V, Schultz C, Niecke M, Delling G (1992) Histologische Reaktionen an der Knochen-Implantat-Grenze und der Kortikalis nach mehrjährigem Hüftgelenkersatz. *Der Chirurg* 63:958-963
17. Hahn M, Vogel M, Amling M, Grote HJ, Pösl M, Werner M, Delling G (1994) Mikrokallusformationen der Spongiosa. *Der Pathologe* 15:297-300

18. Hahn M, Vogel M, Amling M, Ritzel H, Delling G (1995) Microcallus Formations of the Cancellous Bone – A Quantitative Analysis of Human Spine. *Journal Of Bone And Mineral Research* 9:1410-1416
19. Hahn M, Vogel M, Ritzel H, Delling G (1997) Mikrokallus – Stabilisierung von Mikrofrakturen. *Der Unfallchirurg* 261:185-191
20. Havelin LI, Engesæter LB, Espehaug B, Furnes O, Lie SA, Vollset SE (2000) The Norwegian Arthroplasty Register. *Acta Orthop Scand* 71:337-353
21. Hing C, Back D, Shimmin A (2007) Hip resurfacing: Indications, results and conclusions. *Instr Course Lect* 56:171-178
22. Howald R, Kesteris U, Klabunde R (2005) Factors Affecting the Cement Penetration of a Hip Resurfacing Implant: An in-vitro Study. *Osteologie* 14:10
23. James SP, Jasty M, Davies M, Piehler H (1992) A fractographic investigation of PMMA bone cement focusing on the relationship between porosity reduction and increased fatigue life. *J Biomed Mater Res* 26:651-662
24. Kirschner P (2005) Hüftendoprothetik. *Der Chirurg* 1:95-103
25. Knahr K, Pospischill M (2004) Künstlicher Hüftgelenkersatz heute – Hohe Ansprüche an Material und Funktion. *J Miner Stoffwechs* 11:22-26
26. Kreuzer J, Schneider M, Schlegel U, Ewerbeck V, Breusch SJ (2005) Zementierte Hüftendoprothetik in Deutschland – ein Update. *Z Orthop* 143:48-55
27. Lapp RA, Schatzker J (1981) Wagner resurfacing total hip arthroplasty: early results. *Can J Surg.* 24(5):485-487

28. Menge M (2005) Ein oberflächlich guter Ersatz? Oberflächenprothesen am Hüftgelenk – Pro & Kontra. Orthopädie & Rheuma 3:46-49
29. Menge M (2005) Oberflächenersatz am Hüftgelenk – 6-Jahres-Erfahrungen mit der dritten Generation. Orthopädie – Ihre Grenzgebiete 143:377-381
30. Morawietz L (2004) Vorschlag für eine Konsensus-Klassifikation der periprothetischen Membran gelockerter Hüft-und Knieendoprothesen. Der Pathologe 5:375-383
31. Morlock MM, Rüther W, Hahn M, Delling G (2005) Biomechanical and Histomorphological Analysis of Early Failed Hip Resurfacing Implants. Osteologie 14:36-38
32. Moroni A, Cadossi M, Bellenghi C, Romagnoli M, Bevoni R, Giannini S (2006) Resurrection of hip resurfacing: what is the evidence? Expert Rev Med Devices 3:755-762
33. Müller A, Wagner M, Wagner H (2005) Lessons Learned from Wagners Resurfacing Concept. Osteologie 14:12-16
34. Pitto RP, Koessler M, Draenert K (1998) Prophylaxis of fat and bone marrow embolism in cemented total hip arthroplasty. Clin Orthop 355:23-34
35. Rudert M, Gerdesmeyer L, Rechl H, Juhnke P, Gradinger R (2007) Resurfacing of the hip. Der Orthopäde 36:304-310
36. Schelling K, Heisel C, Schnürer SM, Mau H, Breusch S (2002) Neue PMMA-Knochenzemente zur Anwendung in Vakuummischsystemen. Der Orthopäde 31:556-562

37. Schramm M, Pitto RP (2000) Clinical Relevance of Allergological Tests in Total Joint Replacement. In: Willmann G, Zweymüller KA (Hrsg.) Bioceramics in Hip Joint Replacement, Thieme-Verlag, Stuttgart, S.101-106
38. Stockert A, Ames M, Fischer R (2005) Der Oberflächenersatz der Hüfte – ein wiederentdecktes Verfahren zur Behandlung der Koxarthrose beim jungen Erwachsenen. Z Orthop Ihre Grenzgeb 143:138-140
39. Vogel M, Hahn M, Pompesius-Kempa M, Delling G (1989) Trabecular microarchitecture of the human spine. In: Willert HG, Heuck F (Hrsg.) Neuere Erkenntnisse in der Osteologie, Springer-Verlag, Heidelberg, S.449
40. Volkert D (2006) Der Body-Mass-Index (BMI) – ein wichtiger Parameter zur Beurteilung des Ernährungszustandes. Aktuel Ernaehr Med 126-132



## 9. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all denjenigen herzlich danken, ohne deren Unterstützung diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre:

Mein ganz spezieller Dank gilt meinem Doktorvater Prof. Dr. med. G.Delling, der mir ermöglicht hat, im Rahmen meiner Dissertation, die von Ihm gesammelten Hüftkappenresektate zu analysieren. Seine unermüdliche Unterstützung und fachliche Kompetenz waren mir stets sicher, was die Realisation dieser Arbeit überhaupt ermöglichte. Durch Ihn nehme ich nicht nur ein Mehr an medizinischem Fachwissen, sondern auch neue Ideen und viele Ratschläge auf meinen weiteren Lebensweg mit.

Ein besonderer Dank geht an meinen Betreuer Dr. Ing. M.Hahn und an das Labor team im Institut für Osteopathologie für ihre Unterstützung und gute Zusammenarbeit bei der Herstellung der Blockschliffpräparate.

Darüber hinaus bedanke ich mich bei Frau A.Torke, Herrn D.Dördrechter und Herrn OStR J.Ratzek, die mit ihrer konstruktiven Kritik, Geduld und Fachkenntnis bei der Gestaltung der grafischen Elemente und Durchsicht dieser Arbeit geholfen haben.

Abschließend möchte ich mich bei meinen Eltern für die materielle und emotionale Unterstützung während meines gesamten Studiums bedanken.

## 10. Lebenslauf

Name: Carlos Osbert Wüstner  
Geburtsdatum: 31.08.1976  
Geburtsort: Hamburg-Volksdorf  
Eltern: Marianne Wüstner, geb. Heinsohn, Rentnerin,  
von Beruf Bäckerei-Fachverkäuferin  
Kurt Wüstner, Rentner, von Beruf Bäcker  
wohnhaft: Am Hünengrab 20, 21509 Glinde  
E-Mail: CarlosWuestner@gmx.de  
Religion: evangelisch (getauft und konfirmiert)  
Schulbildung: 1983 – 1987 Grundschule am Tannenweg in Glinde  
1987 – 1996 Gymnasium Glinde; Abitur 1996 mit Gesamtnote 2,5  
Wehrdienst: Einberufung am 02.09.1996 zur 9./141 Sanitätsbataillon  
Entlassung am 30.06.1997 als Obergefreiter der Reserve  
Beruf: vom 01.09.1997 – 28.02.2001 Ausbildung zum Zahntechniker  
Gesellenprüfung am 16.02.2001 mit Gesamtnote 3  
Studium: Immatrikulation am 08.03.2001 zum Studium der Zahnmedizin  
Wechsel zur Humanmedizin zum Wintersemester 2002  
Ärztliche Vorprüfung: mündlich am 19.02.2004 Note 2 und schriftlich  
am 16. und 17.03.2004 Note 3  
Praktisches Jahr vom 26.02.2007 – 27.01.2007 in der Asklepios  
Klinik Hamburg/Barmbek (Innere Medizin und Chirurgie), Wahlfach  
Radiologie im Universitätskrankenhaus Hamburg/Eppendorf  
Promotion: ab April 2005 im Institut für Osteopathologie des  
Universitätskrankenhauses Hamburg Eppendorf unter der Leitung  
von Prof. Dr. med. G.Delling

Unterschrift:.....

Hamburg, den 10. November 2008

## **12. Eidesstattliche Versicherung**

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Unterschrift:.....

Hamburg, den 10. November 2008