

ehem. Institut für Osteopathologie
Direktor: Prof. Dr. med. G. Delling
Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

**Aseptische Knochennekrosen nach Oberflächenersatz des
proximalen Femurs**

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

Jan Schmidt
aus Hamburg

Hamburg 2009

Angenommen vom Fachbereich Medizin

der Universität Hamburg am: 23.02.2010

Veröffentlicht mit Genehmigung des Fachbereichs

Medizin der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: Prof. Dr. med. Delling

Prüfungsausschuss: 2. Gutachter/in: Prof. Dr. med. Rütger

Prüfungsausschuss: 3. Gutachter/in: Prof. Dr. med. Püschel

Gliederung

1.	Fragestellung	Seite 3
2.	Einleitung	Seite 4
3.	Material und Methoden	Seite 5
3.1.	Material	Seite 5
3.2.	Materialherstellung	Seite 5
3.3.	Die Arbeitsschritte	Seite 6
3.4.	Die Histologie	Seite 7
3.4.1.	Die Fraktur	Seite 7
3.4.2.	Die Nekrose	Seite 8
4.	Ergebnisse	Seite 9
4.1.	Einteilung	Seite 9
4.1.1.	15 Fälle ohne erkennbare Veränderung	Seite 9
4.1.2.	85 Fälle mit frischer Fraktur	Seite 10
4.1.3.	11 Fälle ohne frische Fraktur aber mit intraoperativer Fraktur	Seite 11
4.2.	Die Nekrose	Seite 12
4.2.1.	Verteilung der Nekrosen auf frische und intraoperative Frakturen	Seite 14
4.2.2.	Die Morphologie der Nekrose	Seite 15
4.2.3.	Die Lokalisation der Nekrosen	Seite 16
4.3.	Die Fraktur	Seite 19
4.3.1.	Häufigkeit von Frakturen	Seite 19
4.3.2.	Standzeiten	Seite 19
4.3.3.	Frakturlokalisationen	Seite 21
5.	Diskussion	Seite 23
6.	Zusammenfassung	Seite 25
7.	Literaturverzeichnis	Seite 26

8.	Danksagung	Seite 29
9.	Lebenslauf	Seite 30
10.	Erklärung	Seite 32
11.	Anhang	Seite 33
11.1.	Beispielsfall	Seite 33
11.2.	Fälle	Seite 37
12.	Abkürzungsverzeichnis	Seite 93
13.	Bilderverzeichnis	Seite 94

1. Fragestellung

Die Hüftkappenendoprothesenimplantation ist nicht immer unumstritten gewesen, trotzdem in den letzten Jahren wieder vermehrt durchgeführt worden.

Die Mindesttragzeit dieser Implantate wird mit 10 Jahren angegeben, doch versagen ca. 8 % der Kappen innerhalb der ersten 24 Monate.

Die Gründe für das Versagen können vielfältiger Natur sein.

Zum Beispiel kann ein operativer Fehler ein Frühversagen begünstigen.

Außerdem können postoperative Frakturen des Femurkopfes und des Femurhalses auftreten, welche durch ein Trauma oder Kappenlockerung ausgelöst werden.

Es gibt Hinweise auf mehrzeitige Frakturen, dass heißt eine intraoperative und davon entweder distal oder proximal eine postoperative Fraktur.

Des Weiteren können Osteoporose/-lyse und Osteomyelitis unter der Kappe ein Versagen verursachen.

Ich betrachte in meiner Arbeit das Vorkommen von aseptischen Knochennekrosen unter der Kappe, da diese sowohl direkt Frakturen als auch Kappenlockerung, und damit indirekt Frakturen, begünstigen.

Die Frage ist, ob es nicht viel häufiger als angenommen zu avaskulärer Nekrose unter der Kappe kommt.

2. Einleitung

Die Hüftkappenendoprothese wurde schon früher von Smith Petersen und später Wagner als knochensparender Ersatz entwickelt.

Der Gedanke, einen möglichst knochenerhaltenden Ersatz im Gegensatz zur totalen Endoprothese zu haben, spielte gerade bei jüngeren Patienten eine vorrangige Rolle.

Die Lebensdauer einer totalen Endoprothese ist beschränkt, da es zwangsläufig zu Lockerungen des Schaftes kommt.

Die Revision einer TEP spielt bei Patienten, deren Lebenszeit die Haltbarkeit einer TEP überschreitet, eine Komplikation dar.

Die Hüftkopfoberflächenendoprothese stellt hier eine Ausnahme dar. Nach deren Versagen kann der Patient mit einer TEP versorgt werden, so dass man hier eine adäquate Anschlussversorgung in der Hinterhand behält.

Die ersten Versuche mit den Hüftkappen waren Erfolg versprechend, so dass die von Wagner entwickelte Kappe zum ersten Mal im großen Rahmen eingesetzt wurde.

Allerdings gab es eine relativ hohe Zahl an Versagern bei den Wagner-Kappen. In den folgenden Jahren wurden daher viele neue Kappen und Operationsverfahren entwickelt und erprobt.

In der heutigen Zeit ist man der Auffassung, die Fehler der Wagner-Kappen ausgemerzt zu haben, und so werden seit mehreren Jahren wieder Hüftkappenendoprothesen-implantate in großer Zahl eingesetzt.

Mein Augenmerk liegt auf den aseptischen Knochennekrosen unter der Kappe, welche am Frühversagen der Kappe beteiligt sein könnten.

3. Material und Methoden

3.1. Material

Untersucht wurden 111 Femurkopfpräparate, die im Rahmen einer Studie an Prof. Morlock im Institut für Biomechanik gesendet wurden.

Es handelt sich um Femurköpfe, die einem Resurfacing unterzogen wurden und jetzt revidiert werden mussten.

Von den Resektaten wurden Fotografien und Röntgenbilder angefertigt und im institutseigenen Knochenregister hinterlegt.

Die Geschlechterverteilung der Patienten mit klinischen Daten liegt bei 43 Männern und 44 Frauen.

Das Alter reicht von 30 Jahren bis 77 Jahren. Der Alterdurchschnitt liegt bei 55,5 Jahren.

Der Altersmedian liegt bei 57 Jahren.

Die Revisionsgründe sind entweder Fraktur, Schmerz, Komponentenlockerung, Osteomyelitis oder aber ein anderes ungeklärtes Implantatversagen.

3.2. Materialherstellung

Der erste Schritt ist die Herstellung eines Blockes der dann geschliffen werden kann. Dieser Schritt dauert in etwa 5 Wochen. Bei der Herstellung wird das Präparat mit der Touluidinblau-Färbung gefärbt.

Nachdem der Block fertig ist werden daraus Scheiben gesägt, welche dann auf eine Schliffdicke von 3µm geschliffen werden. Diese Schliffdicke erlaubt unter dem Stereomikroskop eine dreidimensionale Betrachtung.

Aus den Blöcken werden auch Schnittpräparate gewonnen, welche in drei verschiedenen Färbungen angefärbt werden.

- Toluidinblau
 - Dunkelblaue Kerne, Hellblaues Zytoplasma, lila Osteoid, blassblauer Knochen, blaue Kalksalzniederschläge, blaues Fibrin
- Goldner
 - Braunschwarze Zellkerne, orangerotes Zytoplasma, rotes Osteoid, Fibrin, Erythrozyten und Muskulatur, grüne Knochen, Bindegewebe und Schleim
- Kossa
 - Schwarzer Kalk und rote Zellkerne

Die Schnitte sind immer in 90° Winkel zum Schliff gewählt und decken somit nicht genau die Schliffebene ab. Die Schnitte stellen die gesamte Kopflänge dar.

3.3. Die Arbeitsschritte

Die histologische Begutachtung beginnt mit der Betrachtung der Schliffpräparate. Ohne Vergrößerung liessen sich schon wichtige Erkenntnisse machen.

So konnten schwerwiegende Operationsfehler und Zementierungsdefizite erkannt werden. Außerdem konnte ich das Eindringen des Zementes und bestehende Frakturen dokumentieren.

Danach habe ich die Schliffpräparate unter dem Stereomikroskop betrachtet.

Dabei konnte ich erste Aussagen über das Vorhandensein von Kallus und Nekrosen machen. Eine weitere Beobachtung war das Phänomen des Notching, welches sich unter dem Kappenrand aufgrund einer zu tiefen Fräsung und einer Läsion der Kortikalis als Impressionsfraktur darstellt.

Im Anschluß an die Untersuchung unter dem Stereomikroskop wurden die Schnitte unter dem Mikroskop angeschaut.

Als erstes mussten die Schnitte den zugehörigen Schliffregionen zu geordnet werden. Danach konnten dann schon in der Schliffübersicht gestellte Verdachtsdiagnosen im Schnitt genauer untersucht werden.

Hauptsächlich wurden die Touluidinblau-Schnitte zur Diagnosestellung verwendet.

Die Kossa-Schnitte wurden zur Differenzierung von Kalksalzniederschlägen und Fibrinausscheidungen verwendet.

3.4. Die Histologie

3.4.1. Die Fraktur

Unter dem Mikroskop kann man eine alte Fraktur anhand von Kallus, bzw. appositioneller Knochenneubildung erkennen. Es lässt sich eine ehemalige Frakturlinie anhand von gebildetem Kallus nach verfolgen. Die frische Fraktur hat noch keinen Kallus gebildet, dafür aber zu einer erheblichen Fibrinausscheidung geführt, die einen erhöhten Kalksalzniederschlag nach sich zieht.

Es kann auch zu einer Fraktur in einem nekrotisiertem Areal kommen, bei der es nicht zu einer Aktivierung von Osteoklasten und Osteoblasten kommt.

Als Besonderheit ist die Ausbildung einer Pseudarthrose zu betrachten. Histologisch lässt sich die Bildung von Knorpel zeigen.

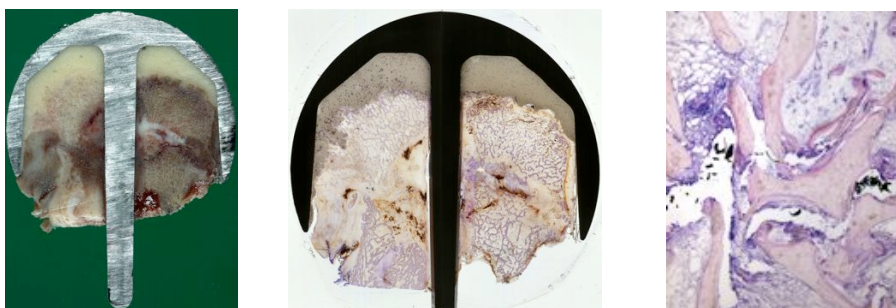


Abb. 1 - Intraoperative Fraktur von der Makroskopie bis Histologie

3.4.2. Die Nekrose

Die Nekrose kann unter dem Mikroskop anhand avitaler Trabekel und Markräume erkannt werden. In der Phase der reaktiven Ischämie kommt es allerdings erstmal zur vermehrten Durchblutung und Steigerung der Osteoblasten- und Osteoklastenaktivität. Als Endstadium der Nekrose ist die Markraumfibrose zu verstehen.

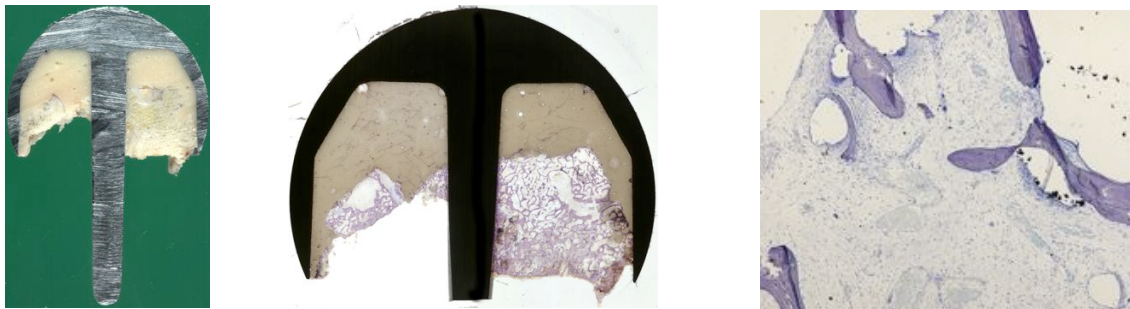


Abb. 2 - Nekrose von der Makroskopie bis Histologie

4. Ergebnisse

4.1. Einteilung

Die Präparate lassen sich je nach beobachteten Merkmalen in 3 unterschiedliche Gruppen einteilen.

Sie wurden wie folgt gewählt:

1. Keine Veränderung erkennbar (normale Hämatopoese, erhaltene Spongiosa)
2. Frische Fraktur
3. Keine frische Fraktur aber intraoperative Fraktur (Frakturspalt, Kallus, Fibrin)

Alle Präparate wurden von 3 Personen gesehen und die Befunde wurden anschließend gemeinsam besprochen.

Insgesamt wurden 111 Fälle untersucht.

4.1.1. 15 Fälle ohne erkennbare Veränderung

MNr	TiS	frische Fraktur	intra-OP Fraktur	Nekrose	Frakturtyp	Alter	Geschlecht
20042540		nein	nein	nein	-		
20044594	340	nein	nein	nein	-	63	m
20050989		nein	nein	nein	-		m
20051258		nein	nein	ja	-		w
20052262		nein	nein	nein	-		w
20052263	1761	nein	nein	ja	-	55	w
20053796	1155	nein	nein	nein	-	30	w
20060577	1225	nein	nein	nein	-	47	w
20061368		nein	nein	ja	-	42	m
20062358	72	nein	nein	ja	-		w
20062684		nein	nein	nein	-		
20062688		nein	nein	nein	-		
20063055	358	nein	nein	nein	-	64	w
20063058	726	nein	nein	nein	-	51	m
20063064	405	nein	nein	nein	-	33	w

4.1.2. 85 Fälle mit frischer Fraktur

MNr	TiS	frische Fraktur	intra-OP Fraktur	Nekrose	Frakturtyp	Alter	Geschlecht
20034718		ja	ja	ja	B		m
20034719		ja	ja	ja	CB		w
20041722	59	ja	nein	ja	B	48	w
20042141		ja	ja	ja	C		m
20042479	54	ja	ja	ja	C	52	w
20042541	21	ja	ja	ja	CB	67	w
20043751	34	ja	ja	ja	B	65	w
20043752	285	ja	nein	ja	BC	53	m
20043876	62	ja	ja	nein	CB	52	m
20043877	225	ja	ja	nein	B	55	w
20044127		ja	nein	nein	BC		w
20044592	36	ja	nein	ja	CB	72	w
20044593	27	ja	nein	ja	CB	74	m
20045016	15	ja	nein	ja	C	62	w
20045017	141	ja	ja	nein	B	45	w
20045018	98	ja	ja	nein	C	55	w
20045321	80	ja	ja	nein	B	38	m
20045775	195	ja	ja	ja	C	58	m
20045776	31	ja	ja	nein	C	52	m
20045777	379	ja	ja	ja	B	58	w
20045778		ja	nein	ja	C		
20050226		ja	nein	ja	BA		
20050602	14	ja	nein	ja	BA	59	w
20050603	106	ja	nein	nein	CB	59	m
20050621	17	ja	ja	nein	BC	47	m
20050630		ja	ja	nein	B		w
20050974	76	ja	nein	ja	CB	46	m
20051006	73	ja	ja	ja	C	73	w
20051511	171	ja	ja	ja	B	58	m
20051512	211	ja	ja	ja	B	57	w
20052116	105	ja	nein	ja	CB	60	m
20052613		ja	nein	ja	B		
20052614	332	ja	ja	ja	BA	58	m
20052615	102	ja	nein	ja	C	50	w
20052616	196	ja	ja	ja	CB	60	m
20052718	266	ja	ja	ja	B	57	
20053592		ja	ja	ja	C		m
20053674	37	ja	nein	nein	CB	55	m
20053675	11	ja	nein	nein	C	51	m
20053676	149	ja	nein	ja	B	40	w
20053797	95	ja	ja	ja	B	46	m
20053800		ja	ja	ja	B		w
20053893		ja	nein	nein	AB		w
20054026	34	ja	ja	ja	B	64	w
20054102	337	ja	ja	ja	B	59	w
20054273	168	ja	ja	ja	CA	66	m
20054274	35	ja	nein	nein	B	55	m
20054572	41	ja	ja	nein	C		w
20054734	82	ja	nein	nein	CB	58	m

MNr	TiS	frische Fraktur	intra-OP Fraktur	Nekrose	Frakturtyp	Alter	Geschlecht
20054735	45	ja	ja	ja	B	77	m
20054859	29	ja	nein	ja	C	70	m
20055062		ja	nein	ja	CB		w
20055251		ja	nein	nein	C	46	w
20055485	337	ja	ja	nein	C	35	w
20060195	133	ja	ja	ja	C	53	m
20060196	188	ja	ja	ja	B	55	?
20060197	44	ja	nein	nein	C	72	m
20060198	553	ja	nein	ja	C	66	m
20060572		ja	nein	ja	C		w
20060573	92	ja	nein	ja	BC	57	m
20060574	236	ja	ja	ja	AB	56	w
20060575	29	ja	ja	ja	C	64	m
20060576	535	ja	nein	ja	B	47	w
20060578		ja	ja	ja	BC		w
20061166		ja	nein	nein	CB		w
20061360	350	ja	nein	nein	C	60	m
20061362	544	ja	nein	ja	A	58	m
20061367	42	ja	nein	nein	B		m
20061369	399	ja	nein	nein	C	41	w
20061371		ja	nein	ja	CB		w
20061916		ja	ja	ja	B		m
20062097	11	ja	nein	ja	CB		m
20062487		ja	ja	ja	C	54	m
20062683	44	ja	ja	ja	C	55	m
20062685	274	ja	ja	ja	B	57	m
20062686	121	ja	ja	ja	B	56	m
20062687	9	ja	nein	nein	BC	54	w
20063054	37	ja	ja	ja	CB	48	m
20063056	93	ja	nein	ja	C	60	m
20063057	78	ja	ja	ja	CB	46	m
20063059	32	ja	ja	ja	B	46	w
20063060	580	ja	nein	ja	AB	65	w
20063061	85	ja	ja	ja	AB	57	m
20063062	46	ja	ja	ja	C	50	m
20063063	34	ja	nein	ja	B	66	m

4.1.3. 11 Fälle ohne frische Fraktur aber mit intraoperativer Fraktur

MNr	TiS	frische Fraktur	intr-OP Fraktur	Nekrose	Frakturtyp	Alter	Geschlecht
20033253	416	nein	ja	ja	-		w
20041837	236	nein	ja	ja	-		m
20050339	358	nein	ja	ja	-		m
20051513	564	nein	ja	ja	-	45	w
20053082		nein	ja	ja	-		m
20054484		nein	ja	ja	-		w
20054903		nein	ja	ja	-		m
20054904	177	nein	ja	nein	-	60	w

MNr	TiS	frische Fraktur	intr-OP Fraktur	Nekrose	Frakturtyp	Alter	Geschlecht
20055467	189	nein	ja	ja	-	45	m
20055589	708	nein	ja	ja	-	61	w
20061370	730	nein	ja	ja	-		m

4.2. Die Nekrose

Bei dem Betrachten der Präparate lag ein besonderes Augenmerk auf dem Vorhandensein von Nekrosen. In 75 von 111 Fällen (67,6%) konnte eine Nekrose ausgemacht werden, die sich von einer idiopathischen Femurkopfnekrose, wie man sie besonders subchondral kennt, unterscheidet.



Abb. 3 - Idiopathische Femurkopfnekrose



Abb. 4 - Totale Femurkopfnekrose

Die Stadien reichen von beginnender Osteonekrose, mit reaktiver Hyperaktivität der Osteoklasten und Osteoblasten, bis zur kompletten Markraumfibröse mit avitaler Trabekel- und Markraumdegeneration. In 36 Fällen lässt sich keine Nekrose nachweisen.

68% aller untersuchten Fälle weisen also eine Osteonekrose des Femurkopfes auf.

Häufigkeit von Osteonekrosen

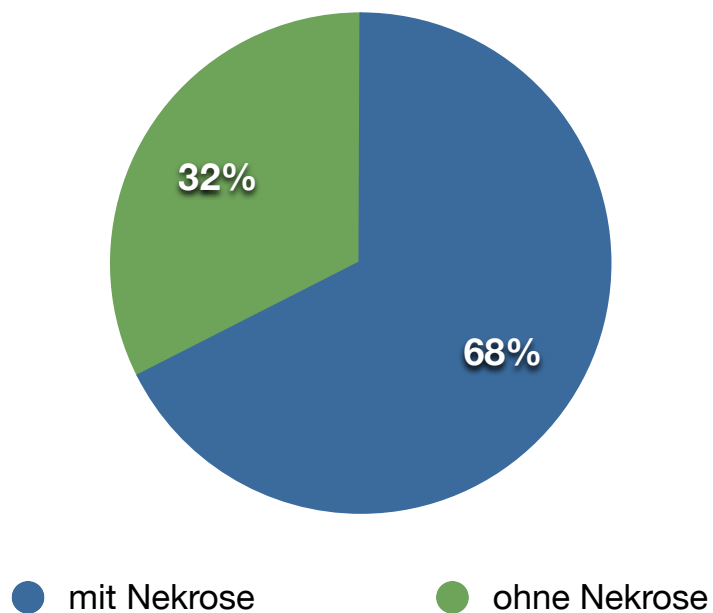


Abb. 5 – Häufigkeit von Osteonekrosen

4.2.1. Verteilung der Nekrosen auf frische und intraoperative Frakturen

Betrachtet man, wie sich die Nekrosen auf das Auftreten von frischen und intraoperativen Frakturen verteilen, kann man feststellen, daß in 72% der Fälle mit frischer Fraktur eine Osteonekrose zu finden ist. Bei den Fällen mit intraoperativer Fraktur konnte ich bei 81% der Fälle eine Osteonekrose finden.

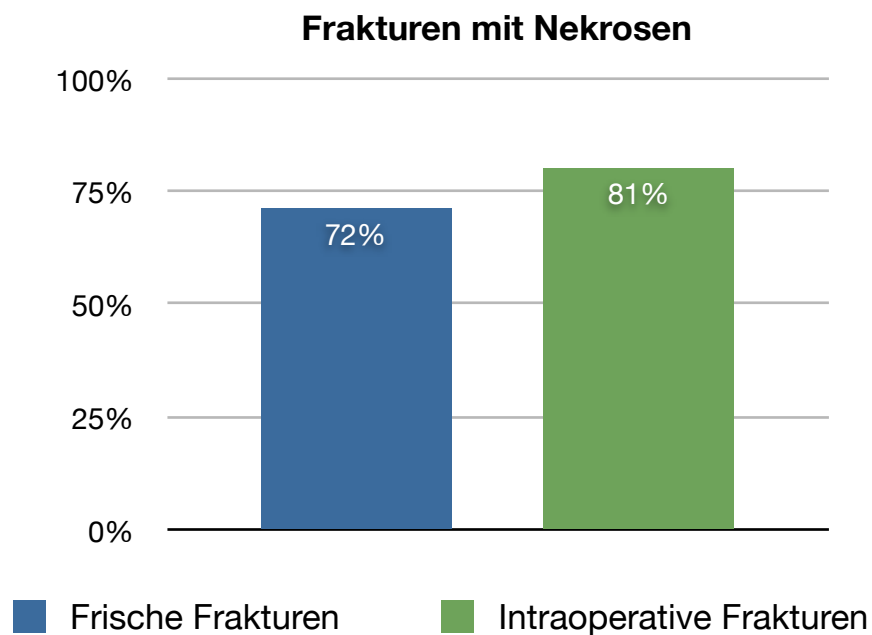


Abb. 6 - Frakturen mit Nekrose

4.2.2. Die Morphologie der Nekrose

Die Nekrosen weisen typische Veränderungen auf, die es leicht machen, sie von gesundem Knochen zu unterscheiden.

Die beginnende Nekrose zeichnet sich durch ein Marködem und Detritus im Markraum aus, welche durch die frühe Ischämie zu erklären sind.

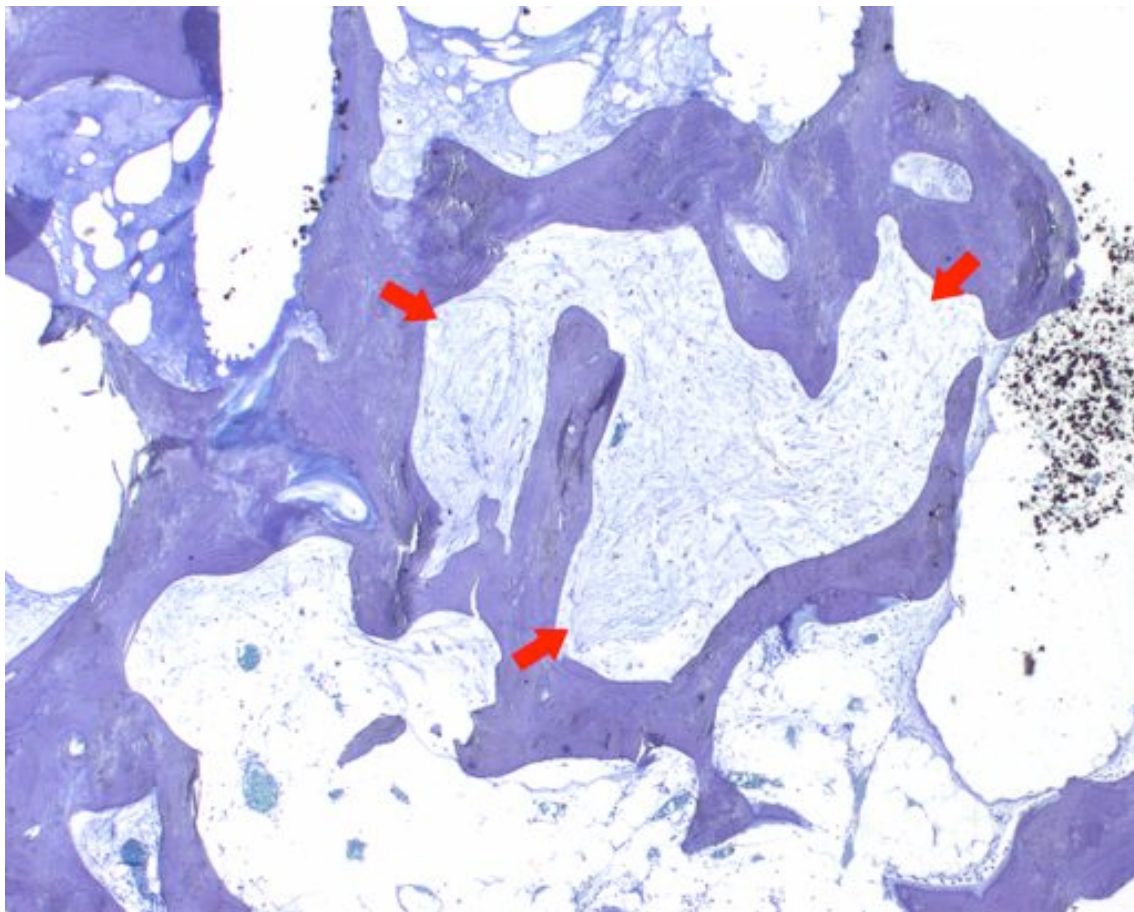


Abb. 7 - Markfibrose (Pfeile) nach Nekrose unter der Kappe

4.2.3. Die Lokalisation der Nekrosen

Während der Betrachtung der Schliffe fertigte ich Skizzen an, um einen Überblick über die Ausbreitung der Nekrosen zu bekommen. Allgemein bekannt ist, dass die idiopathische Femurkopfnekrose ihre häufigste Lokalisation subchondral hat. Es soll gezeigt werden, dass die von mir gefundenen Nekrosen sich in der Lokalisation deutlich unterscheiden.

Beispielhaft sind hier 23 Skizzen gezeigt.

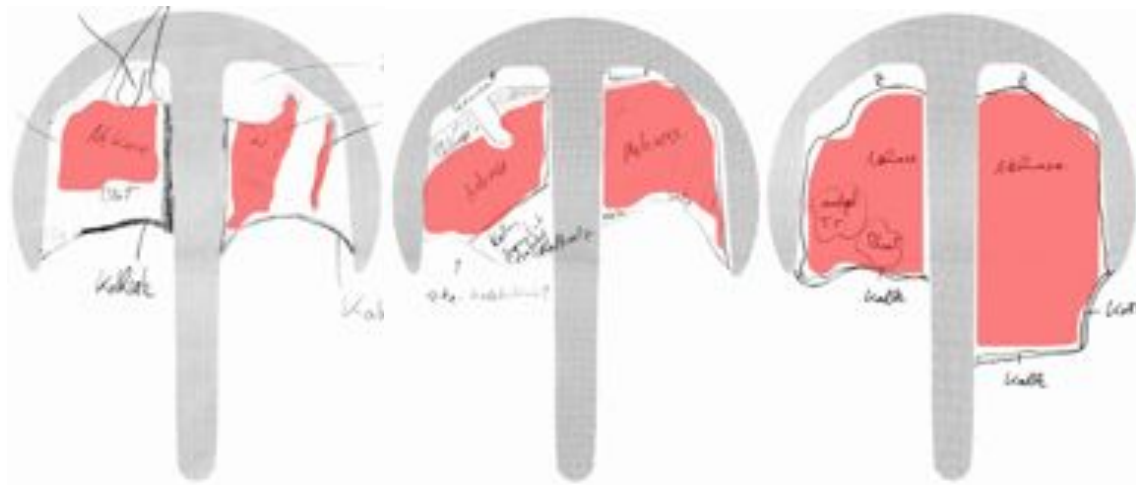


Abb. 8 - Skizze M20041722

Abb. 9 - Skizze M20043751

Abb. 10 - Skizze M20044592

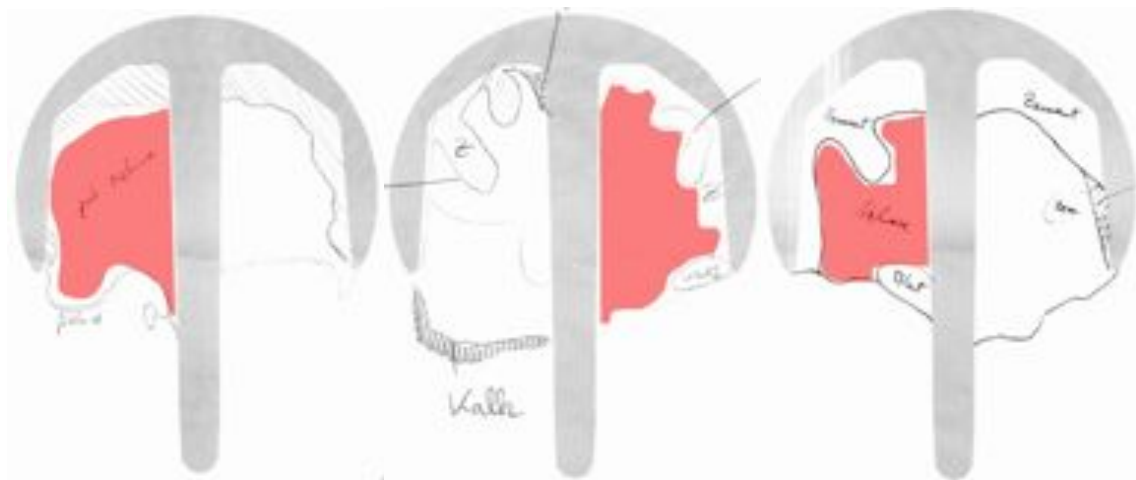


Abb. 11 - Skizze M20044593

Abb. 12 - Skizze M20044594

Abb. 13 - Skizze M20045016

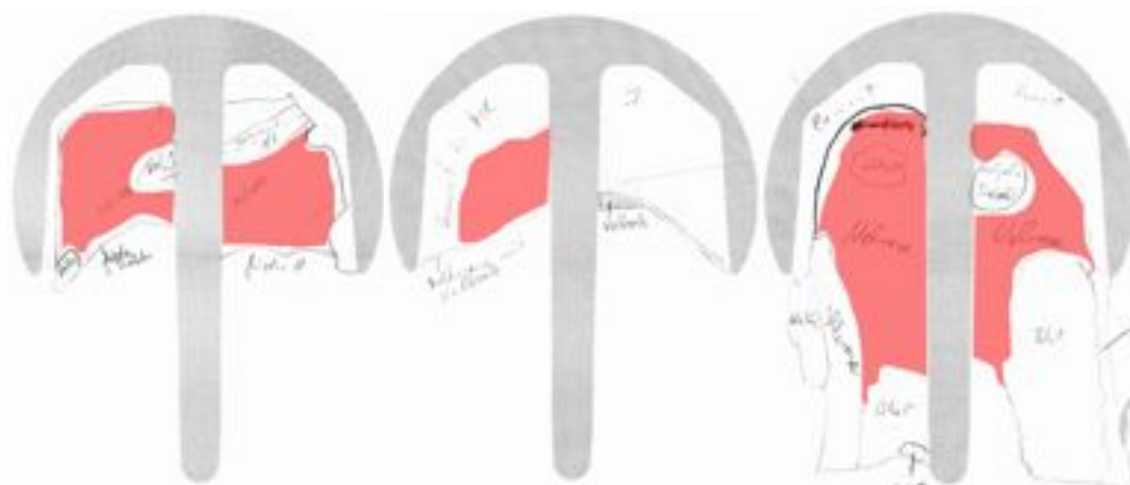


Abb. 14 - Skizze M20045321

Abb. 15 - Skizze M20045777

Abb. 16 - Skizze M20050339

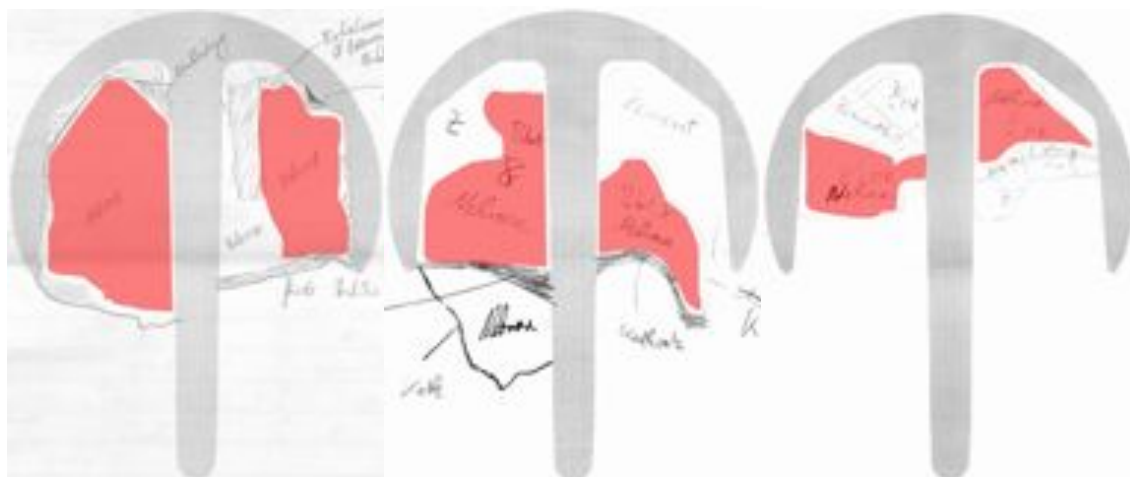


Abb. 17 - Skizze M20050621

Abb. 18 - Skizze M20051006

Abb. 19 - Skizze M20051512



Abb. 20 - Skizze M20052116

Abb. 21 - Skizze M20052263

Abb. 22 - Skizze M20052614

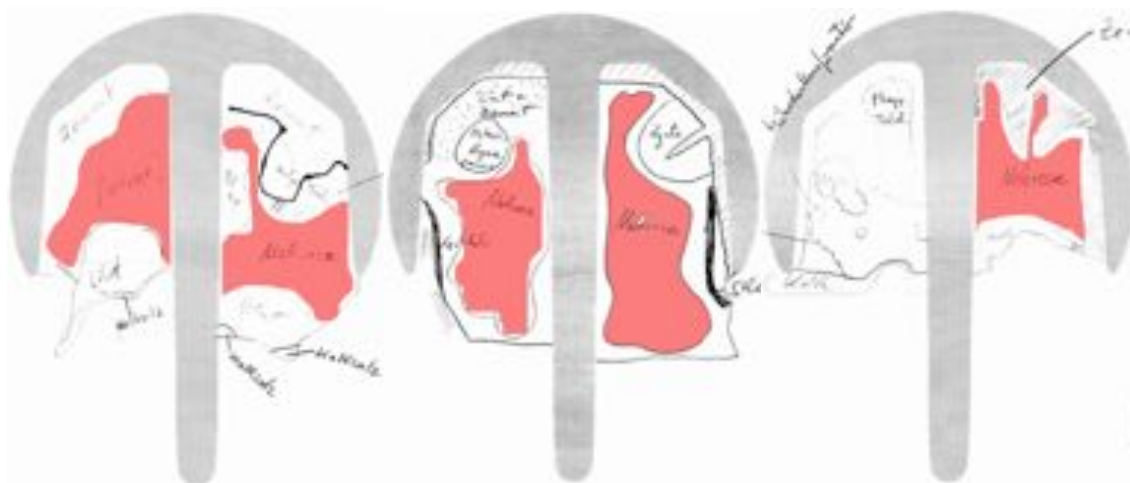


Abb. 23 - Skizze M20052615

Abb. 24 - Skizze M20053082

Abb. 25 - Skizze M20053676

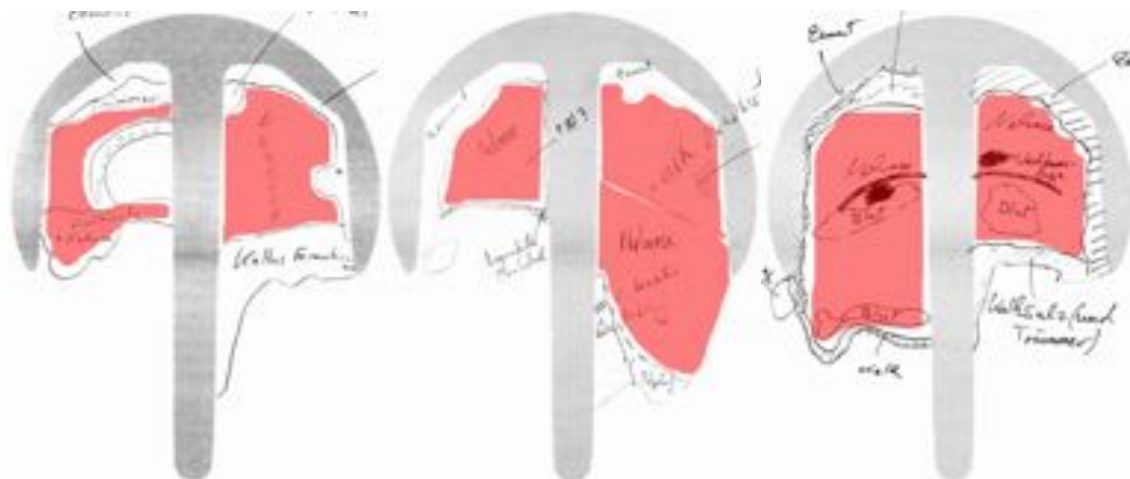


Abb. 26 - Skizze M20053797

Abb. 27 - Skizze M20054273

Abb. 28 - Skizze M20054734

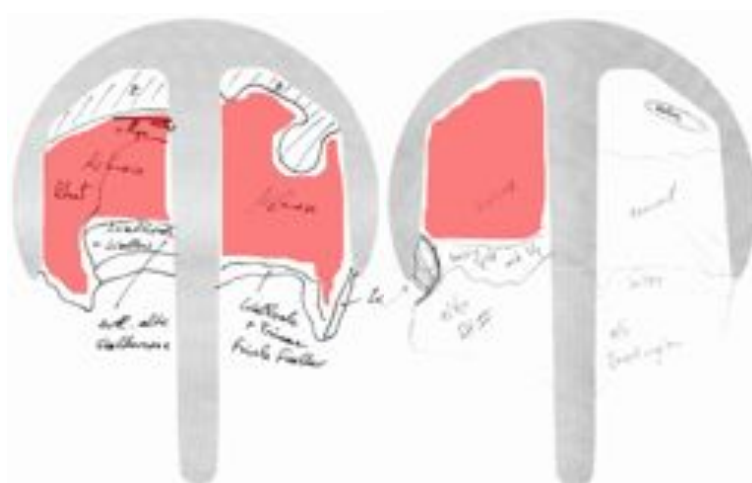


Abb. 29 - Skizze M20054735

Abb. 30 - Skizze M20055485

4.3. Die Fraktur

4.3.1. Häufigkeit von Frakturen

Der offensichtlichste Revisionsgrund eines Femurkappenendoprothesenimplantats ist die frische Fraktur des Schenkelhalses. In 85 Fällen ist in unserer Studie eine frische Fraktur des Schenkelhalses vorhanden. In 26 Fällen war nicht die frische Fraktur der Revisionsgrund.

Übrige Revisionsgründe können zum Beispiel eine Implantatlockerung entweder der Kappe oder der Pfanne sein.

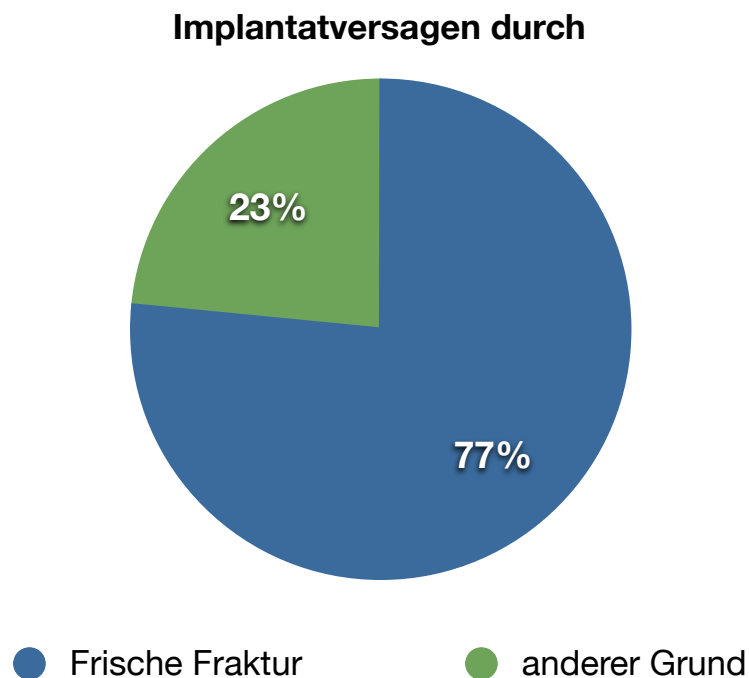


Abb. 31 – Gründe für das Implantatversagen

4.3.2. Standzeiten

Im folgenden Diagramm habe ich die Tragzeiten der Kappen bis zum Zeitpunkt der Explantation markiert. Es ist deutlich zu sehen, dass eine frische Fraktur meist zu einem

frühen Zeitpunkt eintritt. Über die Hälfte der Fälle erleidet in den ersten 100 Tagen eine frische Fraktur, ein Drittel sogar innerhalb der ersten 6,5 Wochen.

Die längste Standzeit einer Kappe mit frischer Fraktur ist 580 Tage.

Die kürzeste Standzeit einer Kappe mit frischer Fraktur ist 9 Tage.

Der Mittelwert der Standzeit beträgt 142,4 Tage.

Die Standzeiten von Fällen, die nicht aufgrund einer frischen Fraktur revidiert wurden, sind erheblich länger.

So konnte ich in einem Fall eine Standzeit von 1761 Tagen beobachten.

Der Mittelwert der Standzeit von Kappen, die nicht aufgrund einer frischen Fraktur revidiert wurden, beträgt 588,75 Tage.

Standzeit der Kappen

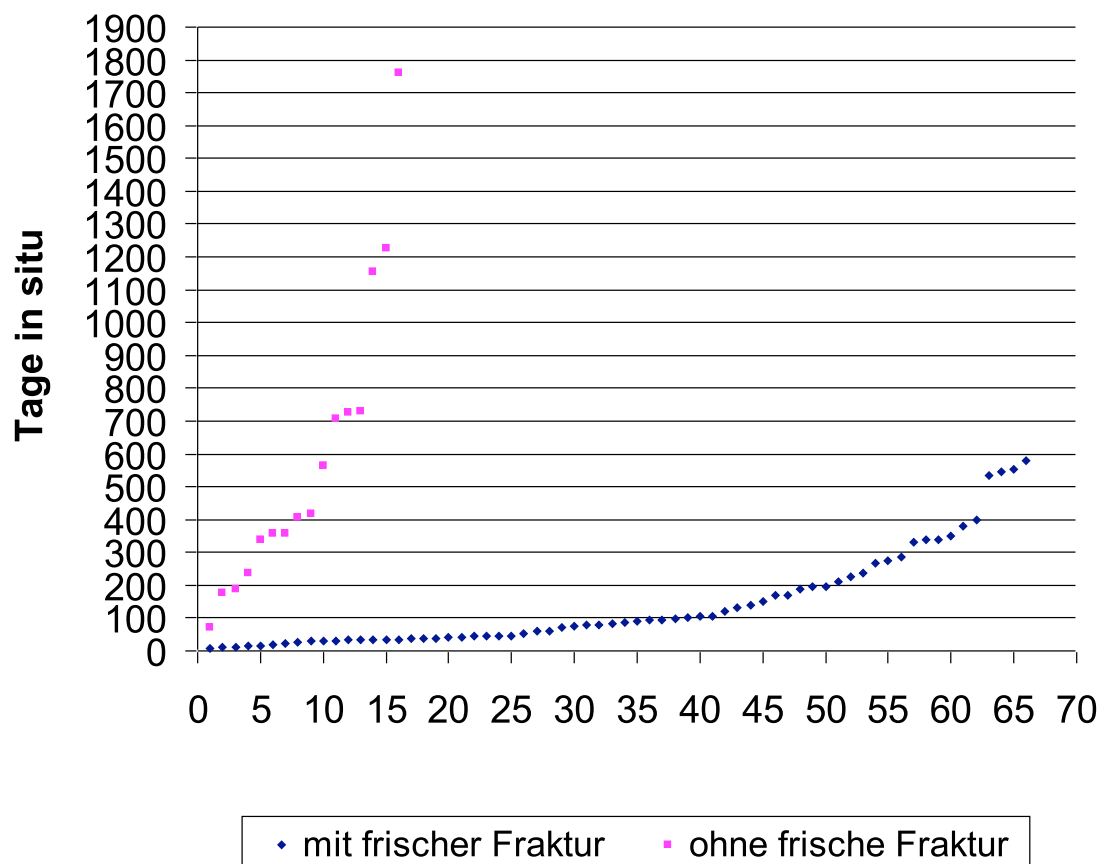


Abb. 32 – Standzeit der Kappen

4.3.3. Frakturlokalisationen

Des Weiteren habe ich mir anhand von makroskopischen Bildern eine Übersicht über den Verlauf der frischen Frakturlinien verschafft.

Um typische Bruchregionen zu klassifizieren, habe ich die Fälle nach folgendem Schema eingeteilt.

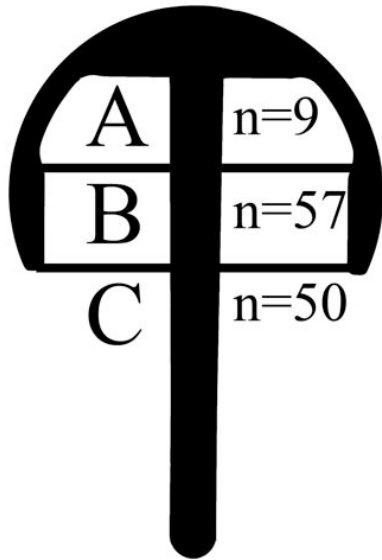
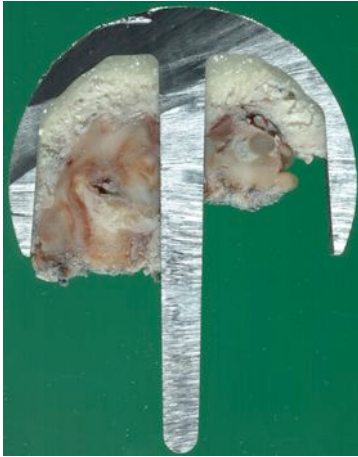
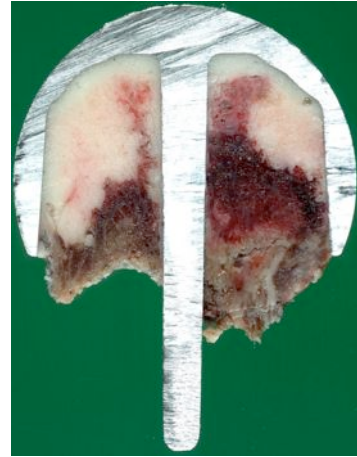


Abb. 33 - Frakturlokalisationen

Frakturen, die in der Region A gebrochen sind, waren mit 9 Fällen selten. Die häufigsten Frakturen waren die, bei denen die Region B mit beteiligt war (57 Fälle). Auch oft beobachtet (50 Fälle) waren Frakturen mit Beteiligung der Region C.

Fraktur in der Zone A*Fraktur in der Zone B**Fraktur in der Zone C***Abb. 34 – Verschiedene Bruchregionen**

Der größte Druck unter der Kappe wird also auf den Äquator direkt unterhalb des Kappenrandes ausgeübt.

5. Diskussion

Die Femurkopfnekrose nach Femurkappenendoprothesenimplantation stellt eine Komplikation dar. Ziel dieser Arbeit ist das Frühversagen histopathologisch zu erklären. Die Nekrose ist eine häufige Diagnose unter der Kappe. Sie ist sehr oft vergesellschaftet mit einer Fraktur und damit einem frühzeitigen Implantatversagen.

Verantwortlich für die spätere Ausbildung einer Nekrose kann eine verschlechterte Blutversorgung nach Einbringen des Implantats sein.

Durch den Knochenumbau im Verlauf einer Nekrose kommt es zu Instabilitäten, die den Femurhals brüchig machen.

In dieser Studie konnte in 67,6% Prozent der untersuchten Kappen eine Nekrose nachgewiesen werden. Dies konnte bisher nicht bewiesen werden [8, 9, 20, 21].

Der Zugangsweg bei der Operation kann die Vaskularisation im Femurkopf entscheidend beeinflussen [2, 11-17] und damit zur Entstehung von Nekrosen beitragen.

In früheren Studien wurde dieser Aspekt außer Acht gelassen, und von Implantatherstellern wurden Operationsmethoden empfohlen, die zu einer Minderperfusion während der Operation führen [1, 18, 19].

Die Nekrose kann ein Resultat des Resurfacing sein [5, 13], und es stellt sich die Frage, ob eine vorbestehende Femurkopfnekrose nicht die Prognose verschlechtert [7, 22-25].

Es ist davon auszugehen, dass die Größe des Insultes mit der Wahrscheinlichkeit eines Implantatversagens korreliert. Dies könnte sich auch auf die Standzeit auswirken. Kleinere Insulte führen wahrscheinlich nicht zu einem Frühversagen, weil die Stabilität noch gewährleistet werden kann. Diese Nekrosen können dann aber bei einer späteren Aufarbeitung nach z.B. elektiver Explantation, entdeckt werden [5].

Bei einem Teil der Fälle kam es zu fokalen Nekrosen, die ich mir durch Verlust funktionaler Endarterien, ähnlich wie am Herzmuskel, erkläre.

Diese Unterbrechung von einzelnen intraossären Gefäßen könnte durch inkomplette Frakturierung des Schenkelhalses zu erklären sein.

Die frische Fraktur ist überproportional oft mit der Nekrose assoziiert [5, 8].

Dies verleitet mich zu der Annahme, dass die Nekrose den Schenkelhals brüchig macht.

Die Nekrosen brauchen eine bestimmte Zeit der Minderperfusion, bis sie manifest werden [4, 10].

Durch diesen Umstand können die Nekrosen erst spät diagnostiziert werden.

Ein weiteres Problem für die Diagnose stellt die Kappe dar, welche bei der radiologischen Untersuchung einen Blick auf den Femurkopf verwehrt.

Bei einer bestehenden schlechten Versorgungssituation muss damit gerechnet werden, dass es früher oder später zur totalen Femurkopfnekrose kommt.

In meinen Skizzen kann man die Verteilung der Nekrosen unter der Kappe erkennen.

Wie man sieht, gibt es kein einheitliches Verteilungsmuster. Vielmehr entwickelt sich die Nekrose unregelmäßig.

Meine Ergebnisse zeigen, dass der häufigste Versagensgrund die frische Fraktur des Schenkelhalses ist.

Ich konnte in 77% der Fälle, unabhängig von Begleitdiagnosen, eine frische Fraktur zeigen.

Es stellt sich die Frage, was den Knochen an dieser Stelle so brüchig macht.

Der Altersdurchschnitt meines Kollektivs liegt zwischen 50 und 60 Jahren, so dass ich nicht davon ausgehen kann, dass die Brüchigkeit allein eine Alterserscheinung ist.

Die frischen Frakturen entstehen am häufigsten innerhalb der ersten 16 Wochen [1, 2].

Es scheint eine Korrelation zwischen Belastungsintensität und Auftreten einer Schenkelhalsfraktur zu geben.

Weiterhin gibt es eine typische Frakturlokalisation direkt am Äquator unter dem Kappenrand [1, 3].

Diese Lokalisation lässt sich nicht eindeutig mit vorhandenen Frakturarten nach Anschütz, Böhler, Pauwels und Garden definieren, weil kein Autor die Besonderheit des Femurkappenimplantats und die daher verschobenen Kraft-Druck-Verhältnisse unter der Kappe berücksichtigt.

Intraoperative Frakturen können eine Nekrose begünstigen bzw. eine Sollbruchstelle für spätere frische Frakturen darstellen [3-6].

6. Zusammenfassung

Ich untersuchte 111 Femurköpfe von Patienten, die mit einem Oberflächenersatz versorgt wurden.

Dabei beobachtete ich drei Möglichkeiten des Versagens.

Ein Versagen der acetabulären Komponente, ein Versagen der femoralen Komponente oder ein biologisches Versagen (z.B. Osteomyelitis).

Diese Arbeit hat sich auf die Untersuchung der femoralen Komponente beschränkt.

Die frische Fraktur des Schenkelhalses ist in 77% der Fälle der Grund für das Versagen des Implantats.

Das Versagen ist unabhängig von Alter und Geschlecht des Patienten.

Die frische Fraktur wird durch intraoperative Frakturen und die daraus resultierenden Femurkopfnekrosen begünstigt.

51,4% der Fälle haben eine intraoperative Fraktur, 67,6% der Fälle haben eine Nekrose des Femurkopfes.

Der Verlauf der Bruchlinie lässt sich typischerweise direkt unter dem Kappenrand verfolgen. Hier wirken zum einen die höchsten Kräfte auf den Schenkelhals, sowohl beim Einbringen der Kappe als auch später bei der Belastung durch den aufrechten Gang, und zum anderen begünstigen zu tiefe Fräsungen (Notching) an dieser Stelle durch fehlende Kortikalis ein Einbrechen des Schenkelhalses.

Es ist beim Einbringen eines Oberflächenersatz auf die zu erhaltende Gefäßversorgung zu achten und eine zu tiefe Fräsung mit Spongiosafreilegung zu vermeiden.

Außerdem muss eine Frakturierung während der OP vermieden werden.

7. Literaturverzeichnis

1. Amstutz, H.C., P.A. Campbell, and M.J. Le Duff, *Fracture of the neck of the femur after surface arthroplasty of the hip*. J Bone Joint Surg Am, 2004. **86-A**(9): p. 1874-7.
2. Shimmin, A.J. and D. Back, *Femoral neck fractures following Birmingham hip resurfacing: a national review of 50 cases*. J Bone Joint Surg Br, 2005. **87**(4): p. 463-4.
3. Lee, J.S. and K.T. Suh, *A pathological fracture of the femoral neck associated with osteonecrosis of the femoral head and a stress fracture of the contralateral femoral neck*. J Arthroplasty, 2005. **20**(6): p. 807-10.
4. Bachiller, F.G., A.P. Caballer, and L.F. Portal, *Avascular necrosis of the femoral head after femoral neck fracture*. Clin Orthop Relat Res, 2002(399): p. 87-109.
5. Little, C.P., et al., *Osteonecrosis in retrieved femoral heads after failed resurfacing arthroplasty of the hip*. J Bone Joint Surg Br, 2005. **87**(3): p. 320-3.
6. Milgram, J.W., *Reparative cartilaginous callus in subarticular osteonecrosis of bone. A histopathological study of the femoral head*. Clin Orthop Relat Res, 1984(186): p. 272-83.
7. Tingart, M., et al., *[Therapy of femoral head osteonecrosis: results of a national survey]*. Z Orthop Ihre Grenzgeb, 2004. **142**(5): p. 553-8.
8. Bell, R.S., et al., *A study of implant failure in the Wagner resurfacing arthroplasty*. J Bone Joint Surg Am, 1985. **67**(8): p. 1165-75.
9. Bradley, G.W., M.A. Freeman, and P.A. Revell, *Resurfacing arthroplasty. Femoral head viability*. Clin Orthop Relat Res, 1987(220): p. 137-41.
10. Koo, K.H., S.T. Jeong, and J.P. Jones, Jr., *Borderline necrosis of the femoral head*. Clin Orthop Relat Res, 1999(358): p. 158-65.
11. Beaulé, P.E., et al., *Notching of the femoral neck during resurfacing arthroplasty of the hip: a vascular study*. J Bone Joint Surg Br, 2006. **88**(1): p. 35-9.

12. Ganz, R., et al., *Surgical dislocation of the adult hip a technique with full access to the femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis*. J Bone Joint Surg Br, 2001. **83**(8): p. 1119-24.
13. Gautier, E., et al., *Anatomy of the medial femoral circumflex artery and its surgical implications*. J Bone Joint Surg Br, 2000. **82**(5): p. 679-83.
14. Harty, M., *Symposium on Surface Replacement Arthroplasty of the Hip. Anatomic considerations*. Orthop Clin North Am, 1982. **13**(4): p. 667-79.
15. Heuck, A., et al., *Selective digital subtraction arteriography in necrosis of the femoral head*. Skeletal Radiol, 1987. **16**(4): p. 270-4.
16. Lavigne, M., et al., *Distribution of vascular foramina around the femoral head and neck junction: relevance for conservative intracapsular procedures of the hip*. Orthop Clin North Am, 2005. **36**(2): p. 171-6, viii.
17. Swiontkowski, M.F., et al., *Operative management of displaced femoral head fractures: case-matched comparison of anterior versus posterior approaches for Pipkin I and Pipkin II fractures*. J Orthop Trauma, 1992. **6**(4): p. 437-42.
18. Freeman, M.A. and G.W. Bradley, *ICLH surface replacement of the hip. An analysis of the first 10 years*. J Bone Joint Surg Br, 1983. **65**(4): p. 405-11.
19. McMinn, D.J., P. Roberts, and G.R. Forward, *A new approach to the hip for revision surgery*. J Bone Joint Surg Br, 1991. **73**(6): p. 899-901.
20. Campbell, P., J. Mirra, and H.C. Amstutz, *Viability of femoral heads treated with resurfacing arthroplasty*. J Arthroplasty, 2000. **15**(1): p. 120-2.
21. Howie, D.W., B.L. Cornish, and B. Vernon-Roberts, *The viability of the femoral head after resurfacing hip arthroplasty in humans*. Clin Orthop Relat Res, 1993(291): p. 171-84.
22. Squire, M., et al., *Failure of femoral surface replacement for femoral head avascular necrosis*. J Arthroplasty, 2005. **20**(7 Suppl 3): p. 108-14.
23. Barnes, C.L., D.N. Collins, and C.L. Nelson, *Cup arthroplasty, surface replacement arthroplasty, and femoral head resurfacing for osteonecrosis*. Semin Arthroplasty, 1991. **2**(3): p. 222-7.

24. Fink, B. and W. Ruther, *[Partial and total joint replacement in femur head necrosis]*. Orthopade, 2000. **29**(5): p. 449-56.
25. Nelson, C.L., B.H. Walz, and J.M. Gruenwald, *Resurfacing of only the femoral head for osteonecrosis. Long-term follow-up study*. J Arthroplasty, 1997. **12**(7): p. 736-40.

8. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei Herrn Professor Dr. med. G. Delling bedanken der meine Arbeit stets gefördert hat und mit seiner eigenen Begeisterung die Motivation stets aufrecht gehalten hat.

Bei Herrn Prof. Dr. M. Morlock für die Bereitstellung von klinischen Daten.

Bei Herrn Prof. Dr. W. Rüther für die Bereitstellung von klinischen Daten und interdisziplinären Dialogen am UKE und in der Rheumaklinik Bad Bramstedt.

Des Weiteren danke ich dem gesamten Institut für Osteopathologie für die freundliche Zusammenarbeit.

Jan Schmidt

10. Erklärung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbstständig 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.

Jan Schmidt

11.1. Beispielfall (M.Nr. 20054735)

Makroskopische Betrachtung



Abb. 35 – Makroskopie Beispielfall

Bei der makroskopischen Begutachtung fällt als erstes ins Auge, dass der Femurkopf mit Blut durchtränkt ist.

Desweiteren ist am unteren Kappenrand die frische Fraktur direkt am Äquator zu erkennen.

Direkt unter der Kappe erkennt man die Zementschicht und man sieht, dass der Zement in den Markraum eingedrungen ist.

Als nächstes folgte die radiologische Betrachtung des Präparates.

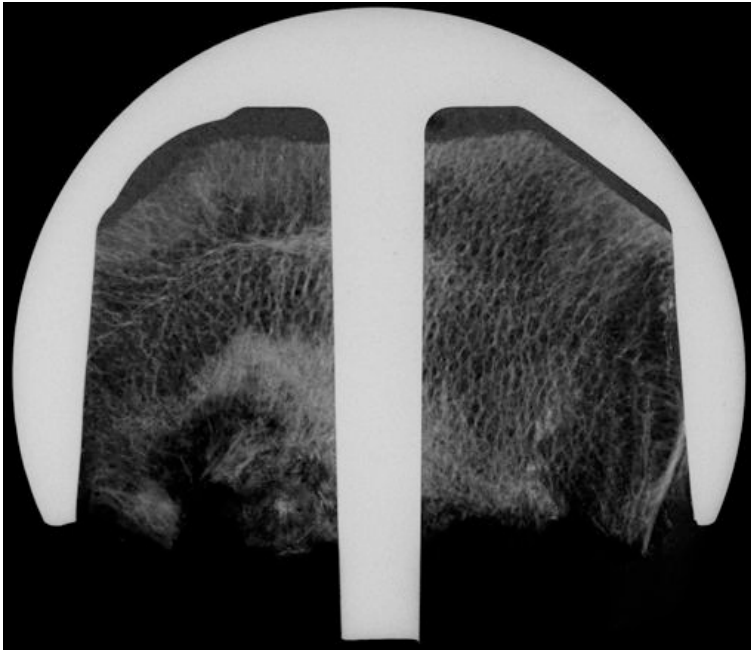


Abb. 36 – Kontakttröntgen Beispielsfall

Wie man hier sehen kann gibt es etwas unterhalb der Kappen und darunter zwei Röntgenshatten die unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehen.

Im nächsten Schritt schauten wir uns die Schliffpräparate unter dem Stereolupenmikroskop genauer an.



Abb. 37 – Schliffpräparat Beispielsfall

Man kann schon mit bloßem Auge erkennen, das es sich um reichlich Blut und um eine Markraumveränderung am linken unteren Rand handelt.

Wir fertigten eine Skizze an, in der wir versuchten den Femurkopf so gut wie es geht abzuzeichnen.

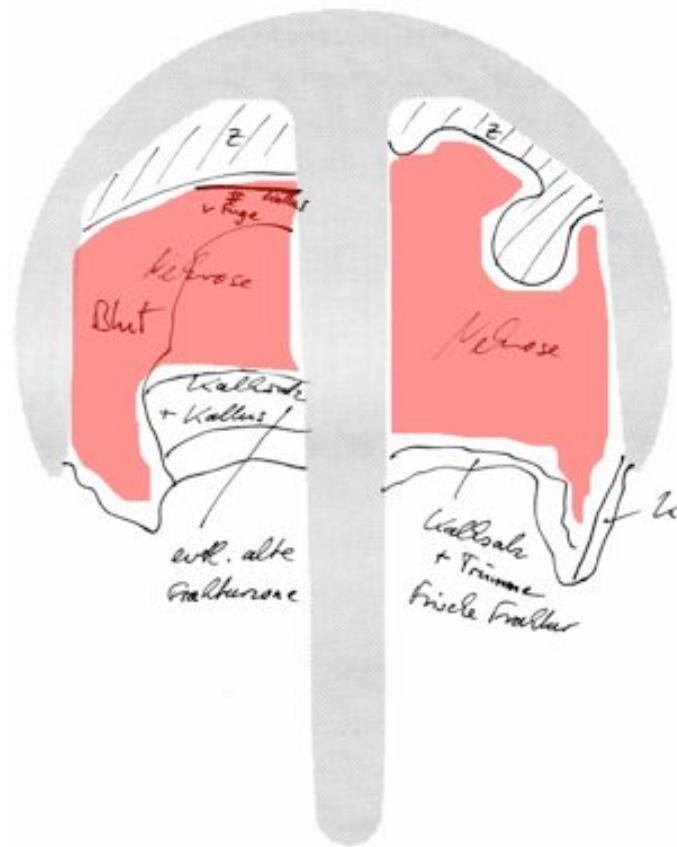


Abb. 38 – Skizze Beispielsfall

Nachdem wir uns den Schliff angeguckt haben mikroskopierten wir die Schnitte zu dem Fall und machten von bemerkenswerten Befunden Fotos.

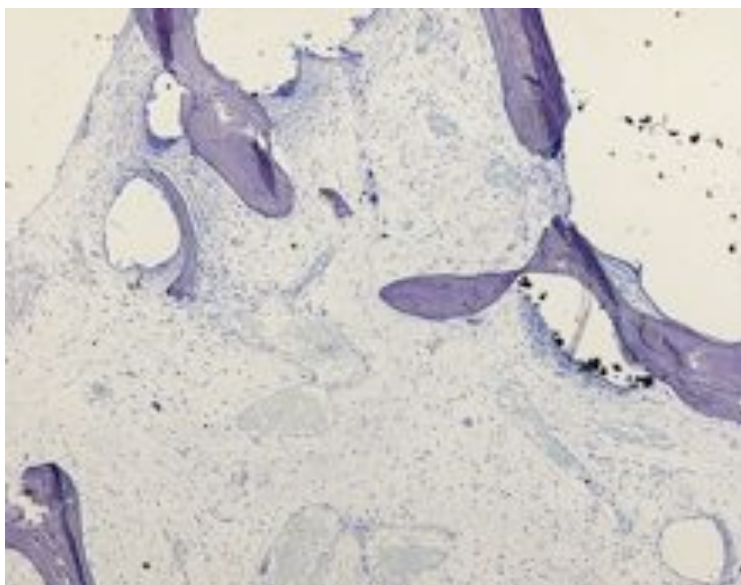
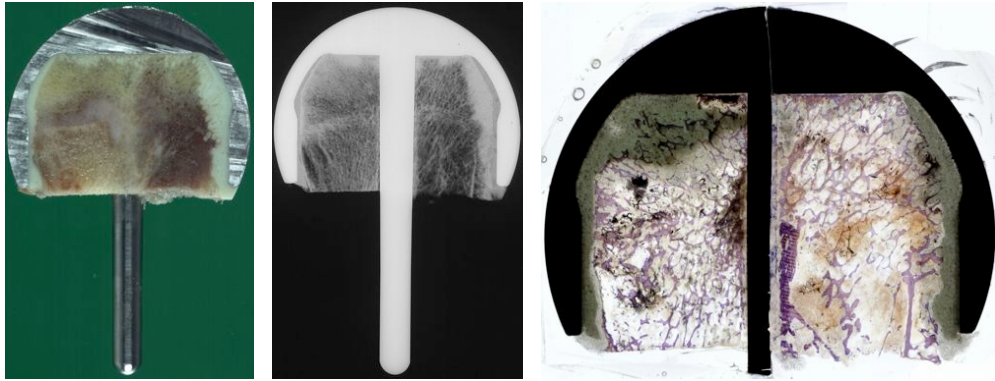


Abb. 39 – Histologie Beispielsfall

11.2. Fälle

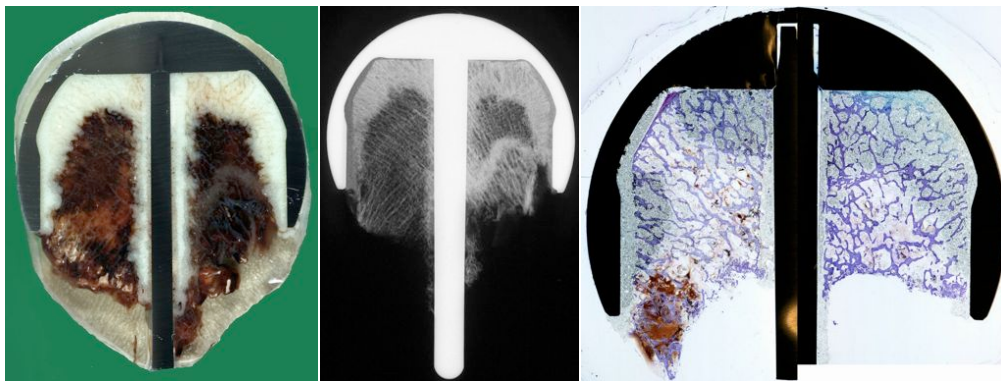
M.Nr. 20033253



Intraoperative Fraktur mit Nekrose.

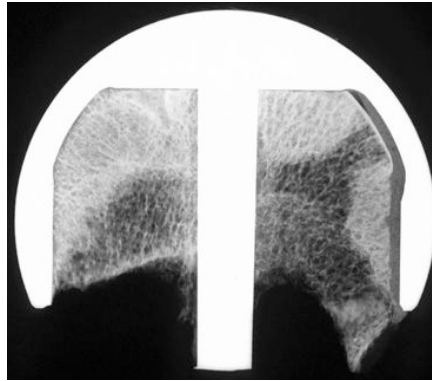
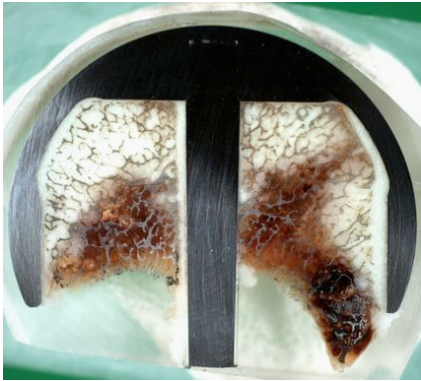
Ø frische Fraktur.

M.Nr. 20034718



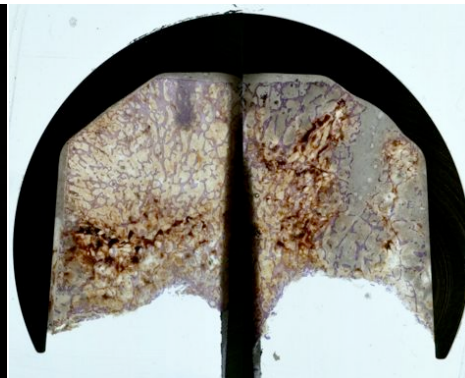
Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20034719



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20041722



FrISCHE Fraktur mit Nekrose.

Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

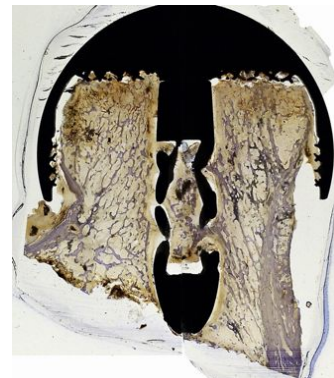
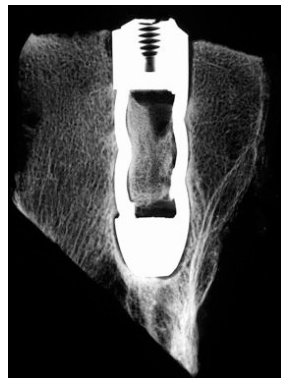
M.Nr. 20041837



Intraoperative Fraktur mit Nekrose.

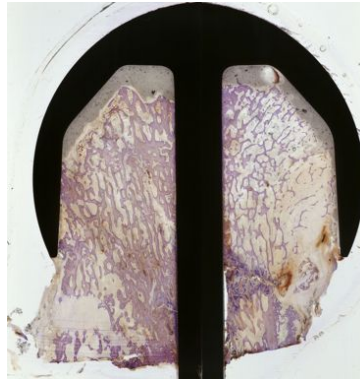
Ø frische Fraktur.

M.Nr. 20042141



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20042479



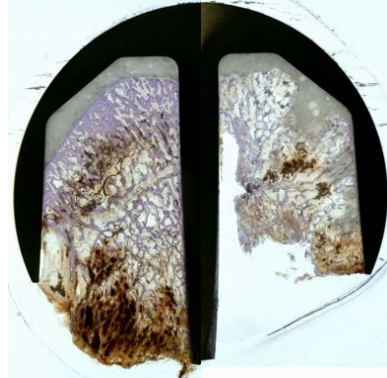
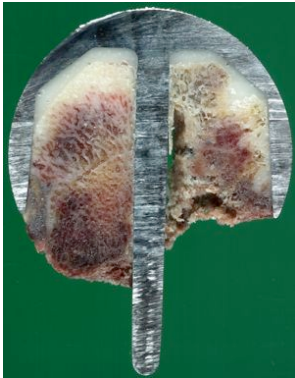
Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20042540



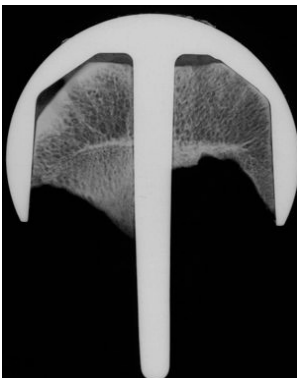
Ø frische Fraktur, Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

M.Nr. 20042541



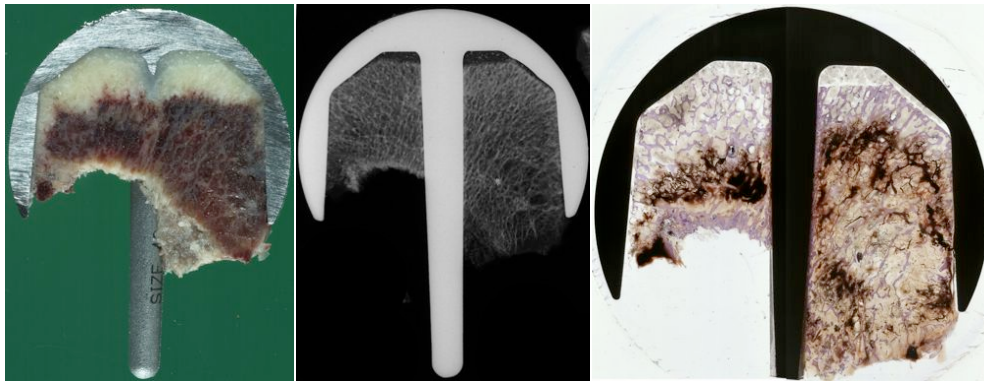
Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20043751



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

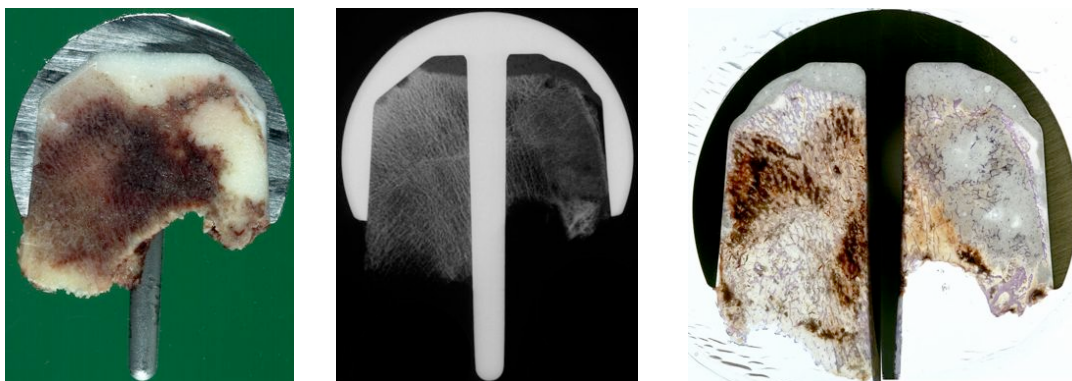
M.Nr. 20043752



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

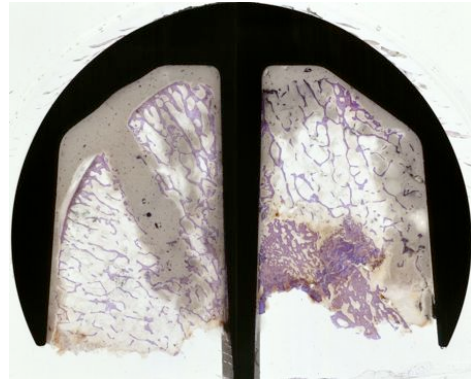
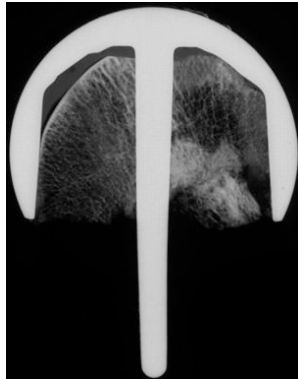
M.Nr. 20043876



FrISChe Fraktur mit intraoperativer Fraktur.

Ø Nekrose

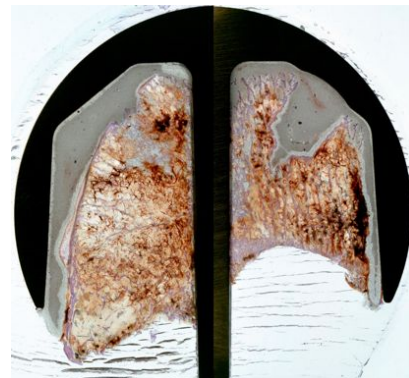
M.Nr. 20043877



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

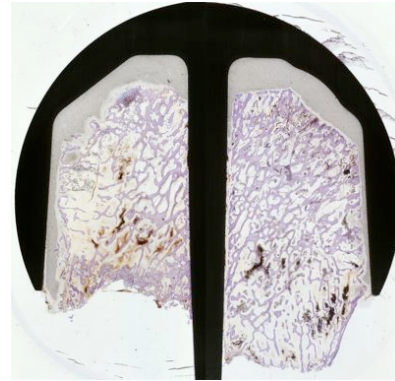
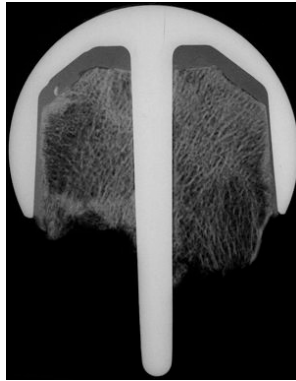
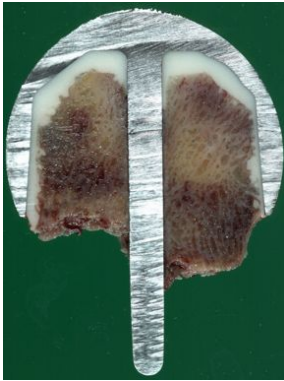
M.Nr. 20044127



FrISChe Fraktur.

Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

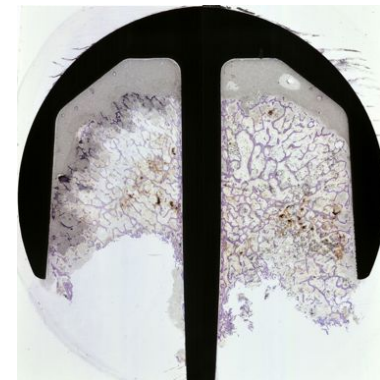
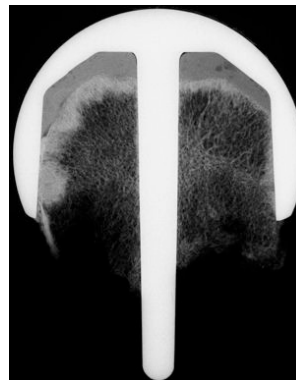
M.Nr. 20044592



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

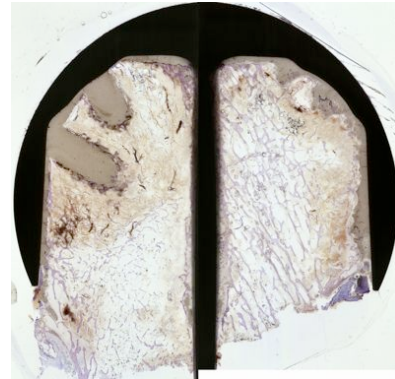
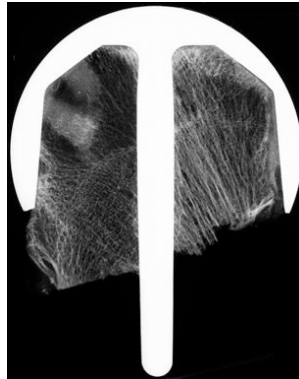
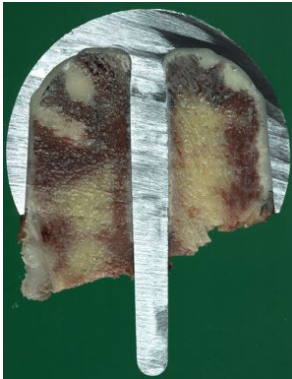
M.Nr. 20044593



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

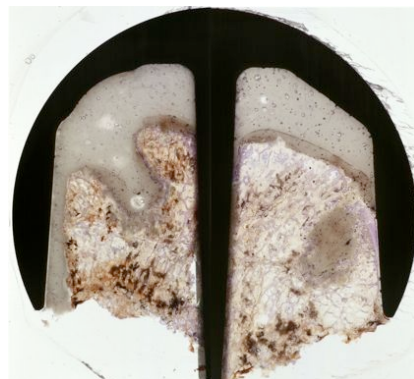
Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

M.Nr. 20044594



Ø frische Fraktur, Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

M.Nr. 20045016



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

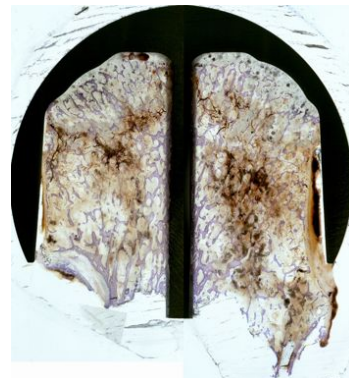
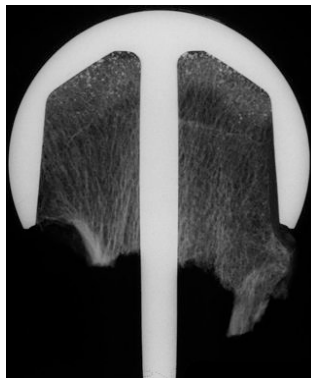
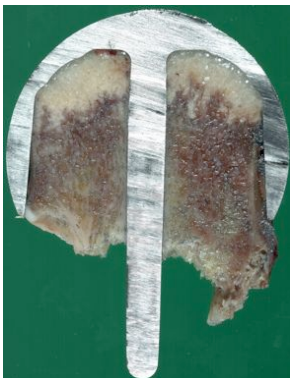
M.Nr. 20045017



FrISChe Fraktur mit intraoperativer Fraktur.

Ø Nekrose

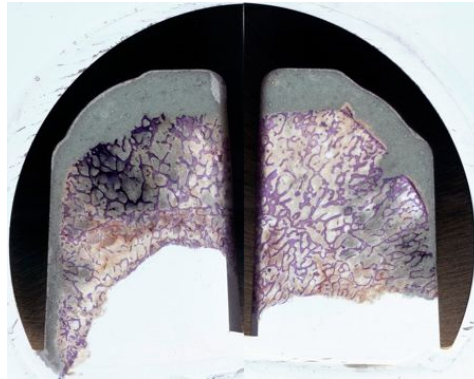
M.Nr. 20045018



FrISChe Fraktur mit intraoperativer Fraktur.

Ø Nekrose

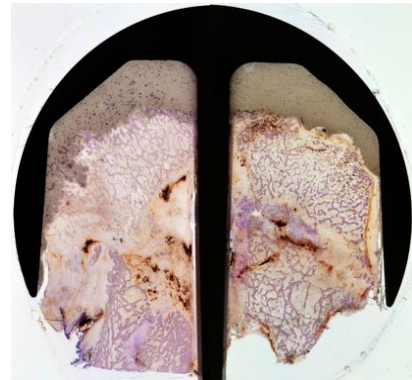
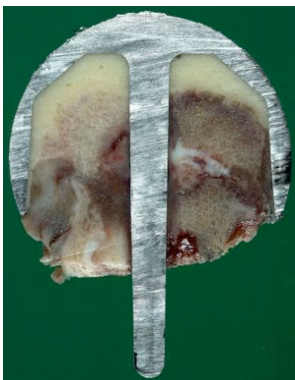
M.Nr. 20045321



FrISChe Fraktur mit intraoperativer Fraktur.

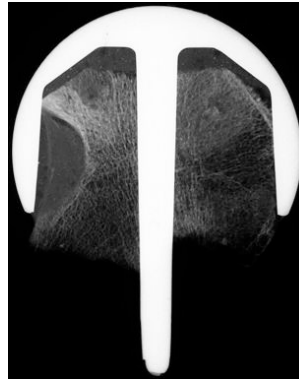
Ø Nekrose

M.Nr. 20045775



Sowohl intraoperative als auch frISChe Fraktur mit Nekrose.

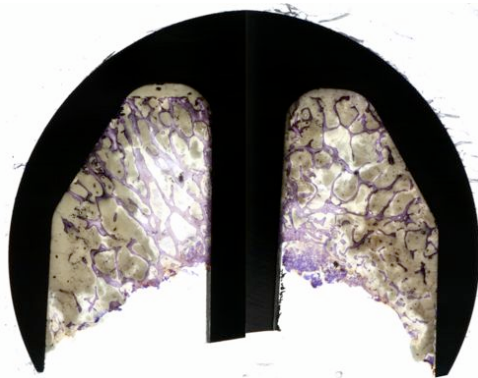
M.Nr. 20045776



FrISChe Fraktur mit intraoperativer Fraktur.

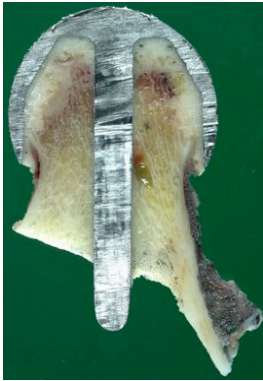
Ø Nekrose

M.Nr. 20045777



Sowohl intraoperative als auch frISChe Fraktur mit Nekrose.

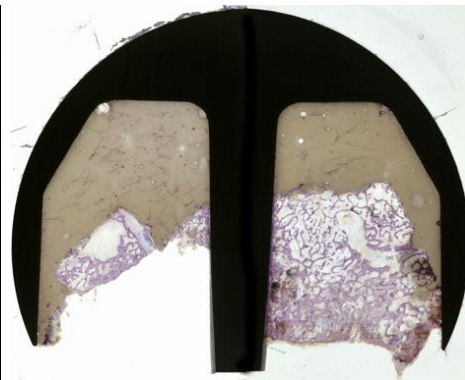
M.Nr. 20045778



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

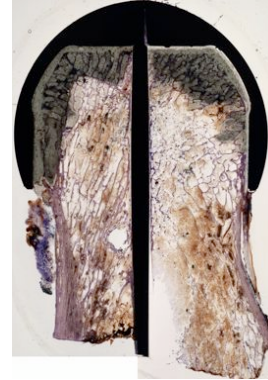
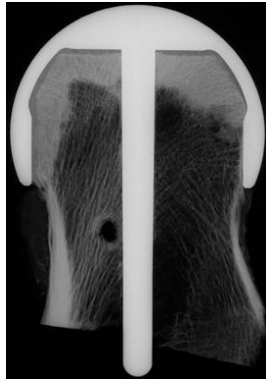
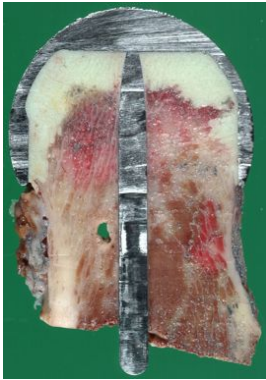
M.Nr. 2005226



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

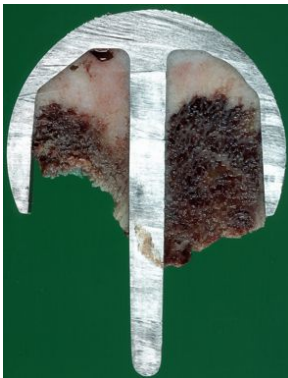
M.Nr. 20050339



Intraoperative Fraktur mit Nekrose

Ø frische Fraktur

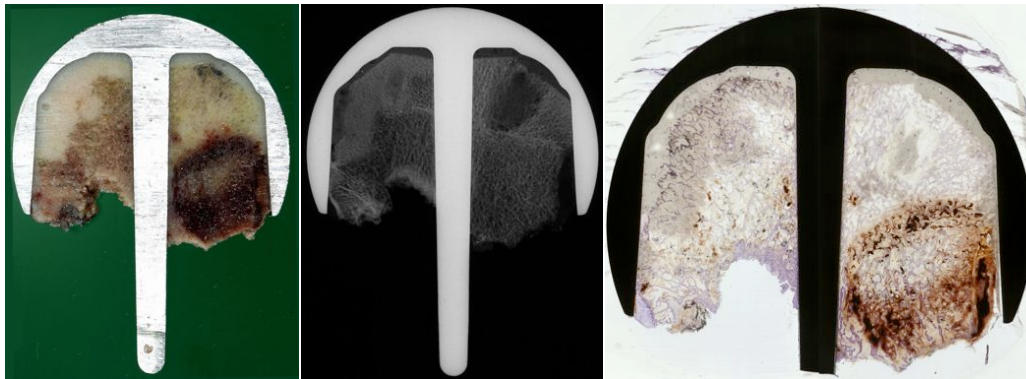
M.Nr. 20050602



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

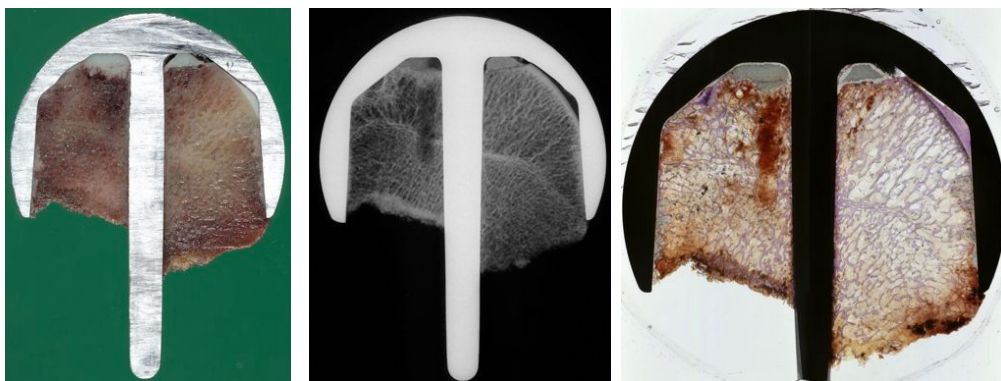
M.Nr. 20050603



FrISChe Fraktur

Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

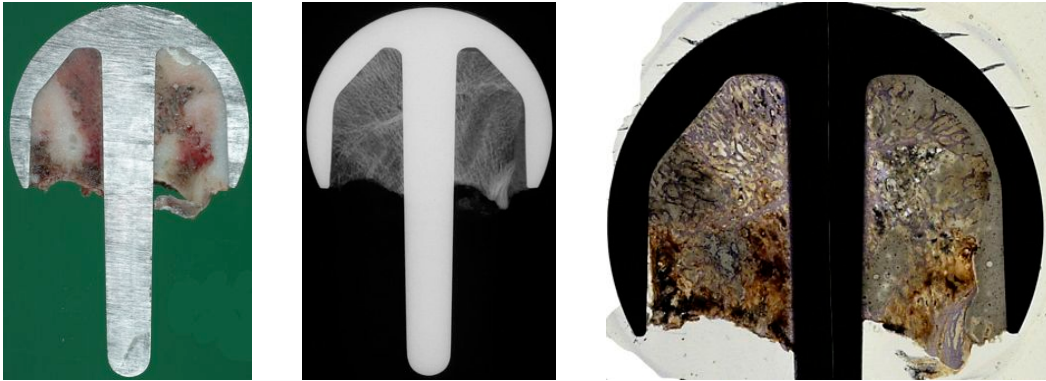
M.Nr. 20050621



FrISChe Fraktur mit intraoperativer Fraktur.

Ø Nekrose

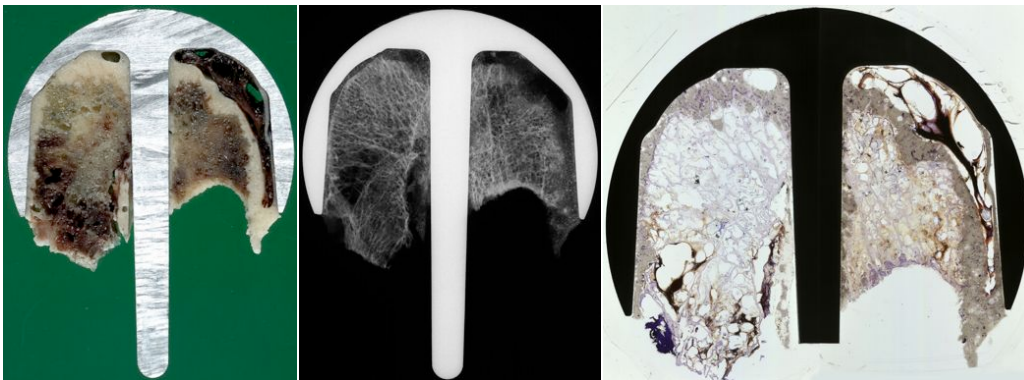
M.Nr. 20050630



FrISChe Fraktur mit intraoperativer Fraktur.

Ø Nekrose

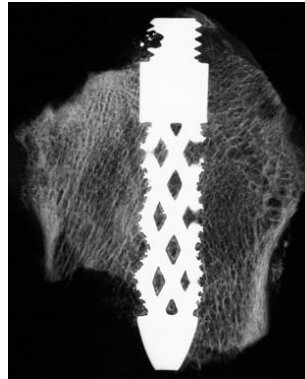
M.Nr. 20050974



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

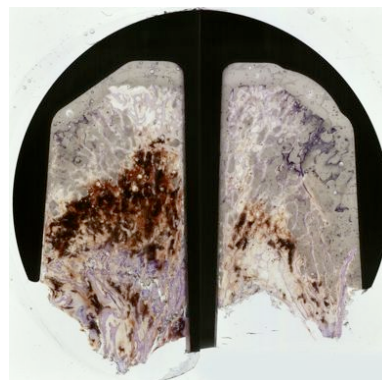
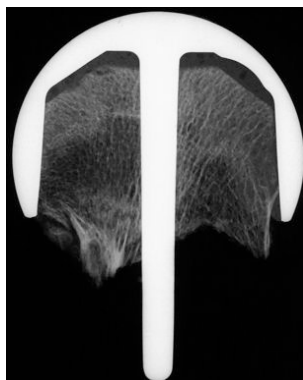
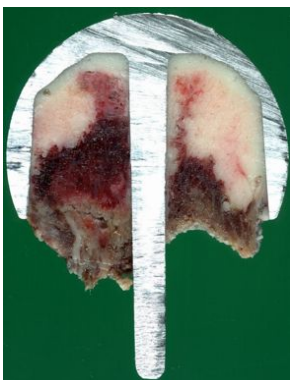
Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

M.Nr. 20050989



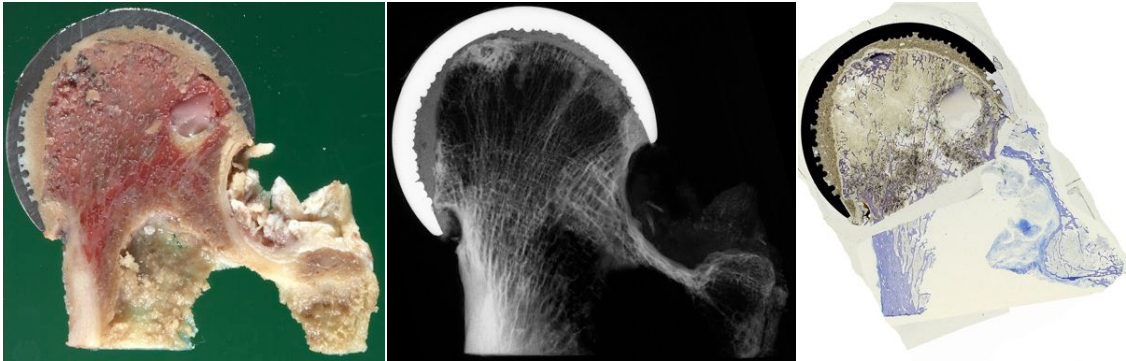
Ø frische Fraktur, Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

M.Nr. 20051006



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20051258



Nekrose vorhanden

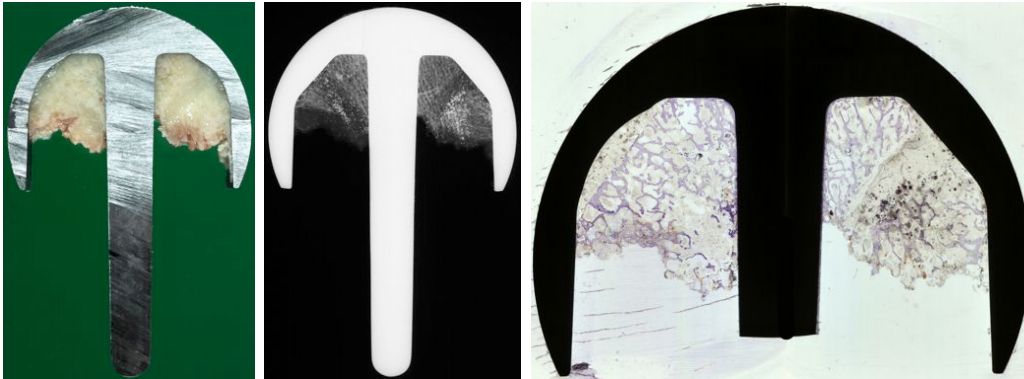
Ø frische Fraktur, Ø Intraoperative Fraktur

M.Nr. 20051511



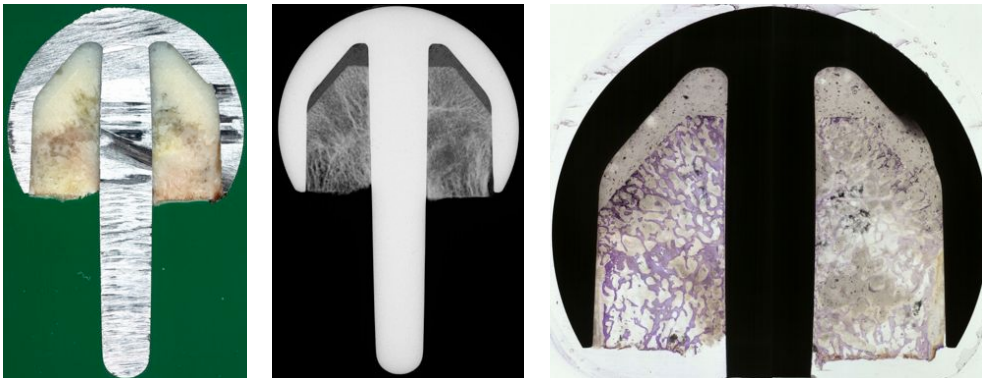
Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20051512



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

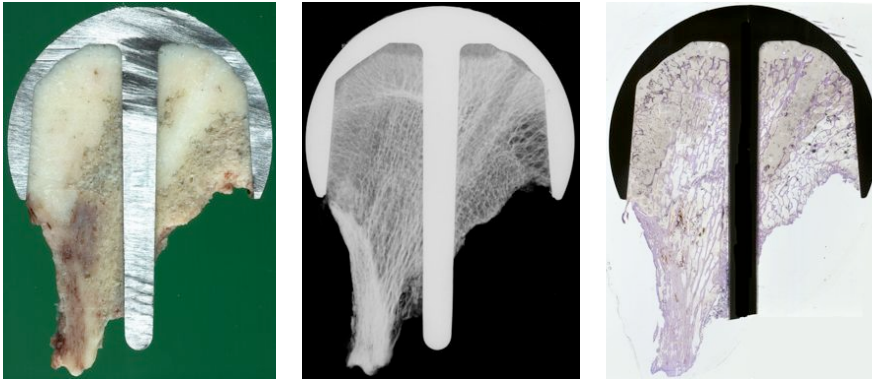
M.Nr. 20051513



Intraoperative Fraktur mit Nekrose

Ø frische Fraktur

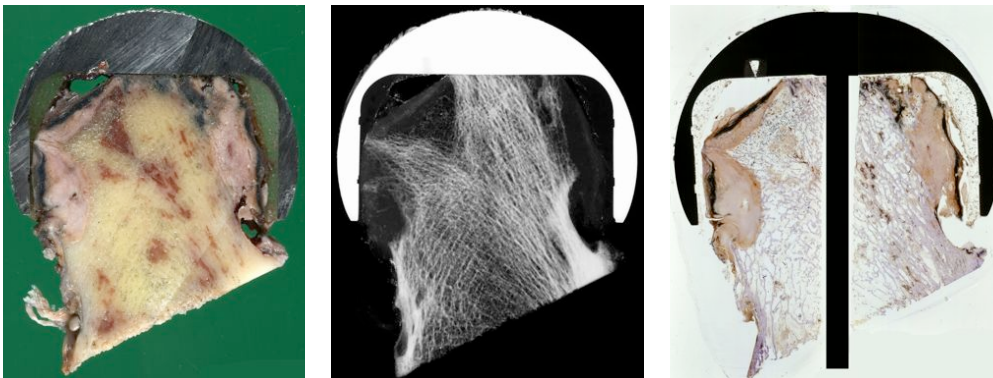
M.Nr. 20052116



Frische Fraktur mit Nekrose.

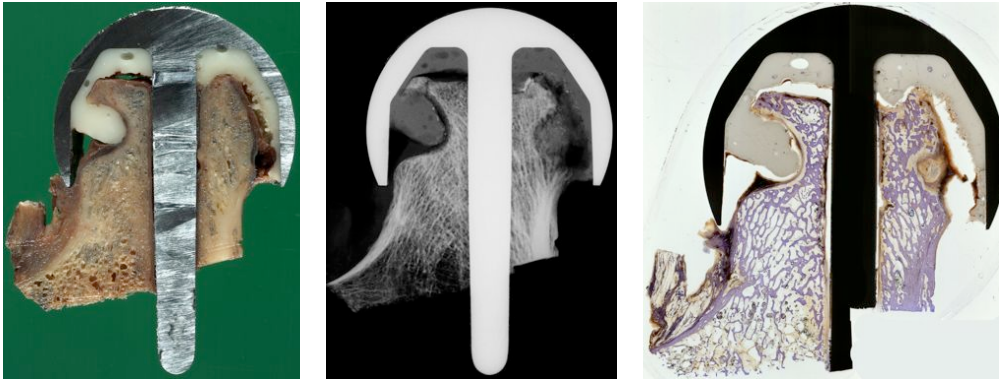
Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

M.Nr. 20052262



Ø frische Fraktur, Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

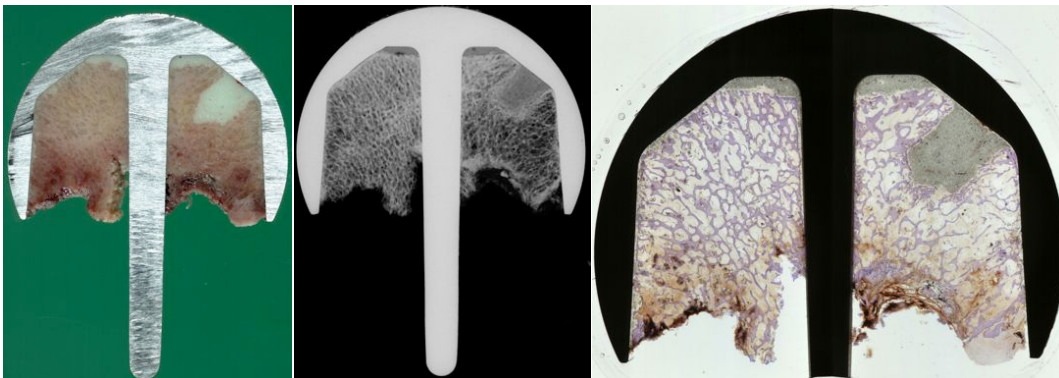
M.Nr. 20052263



Nekrose vorhanden

Ø frische Fraktur, Ø Intraoperative Fraktur

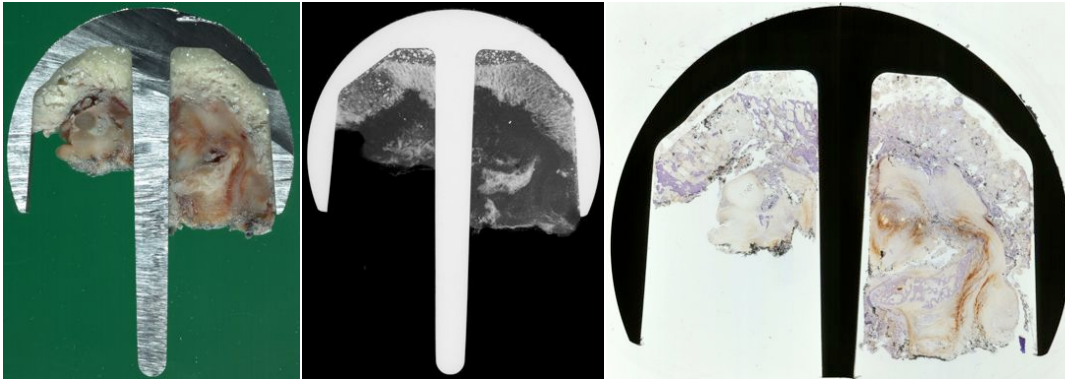
M.Nr. 20052613



FrISCHE Fraktur mit Nekrose.

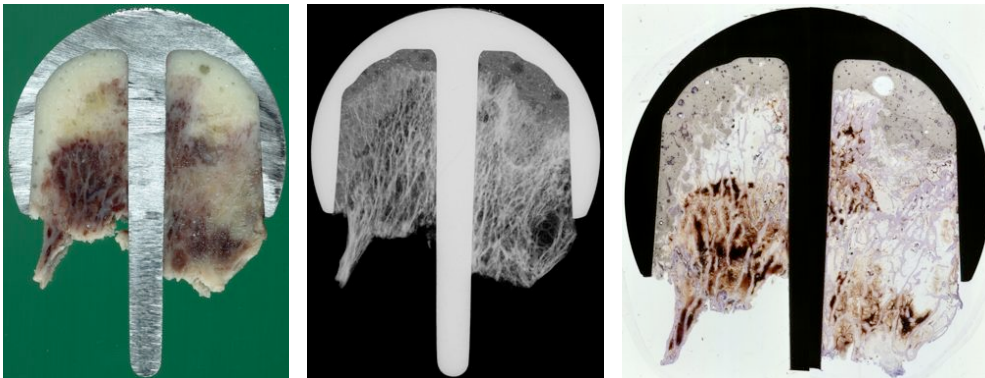
Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

M.Nr. 20052614



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20052615



FrISCHE Fraktur mit Nekrose.

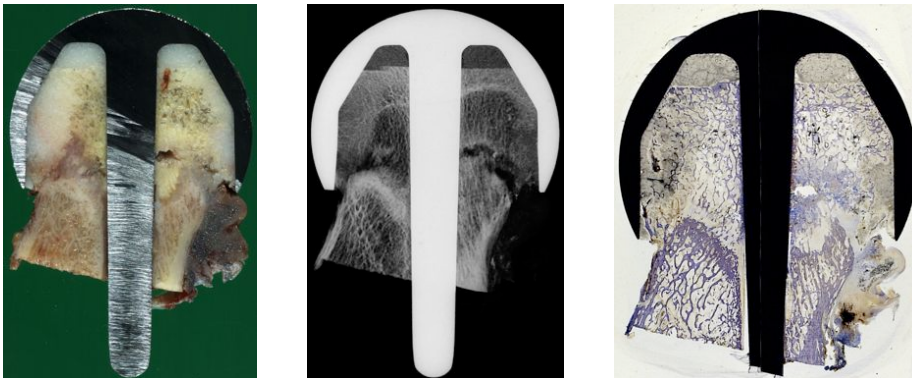
Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

M.Nr. 20052616



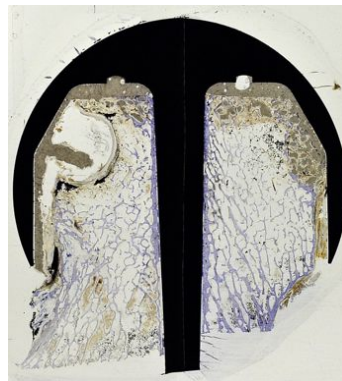
Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20052718



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

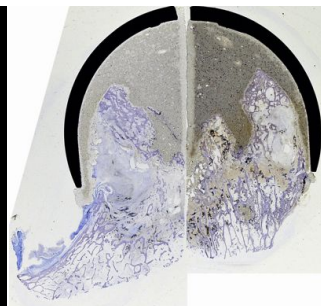
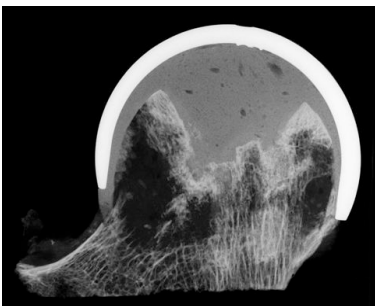
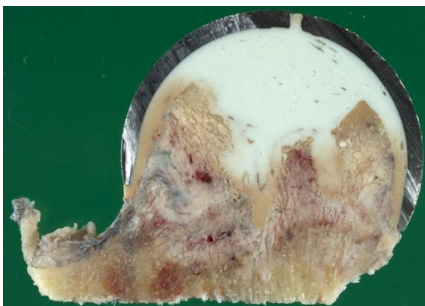
M.Nr. 20053082



Intraoperative Fraktur mit Nekrose

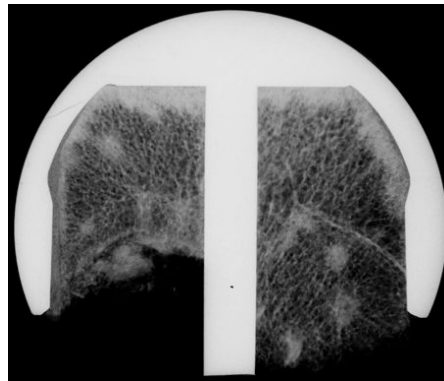
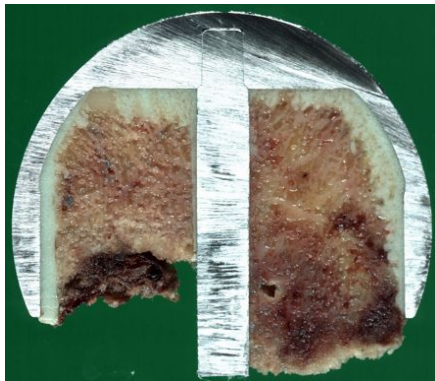
Ø frische Fraktur

M.Nr. 20053592



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

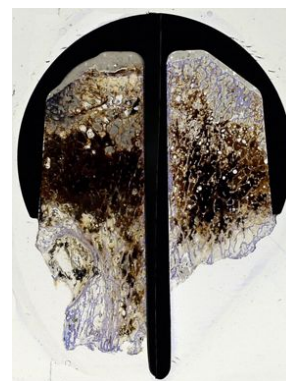
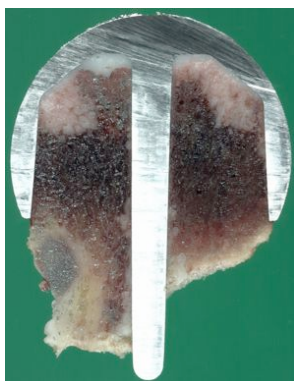
M.Nr. 20053674



FrISChe Fraktur

Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

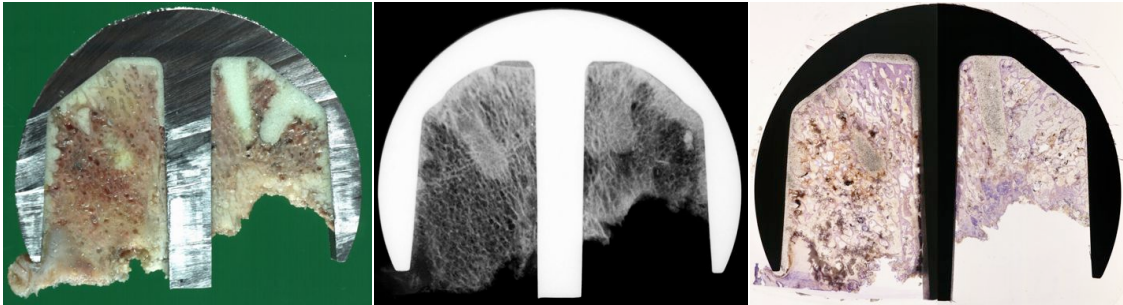
M.Nr. 20053675



FrISChe Fraktur

Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

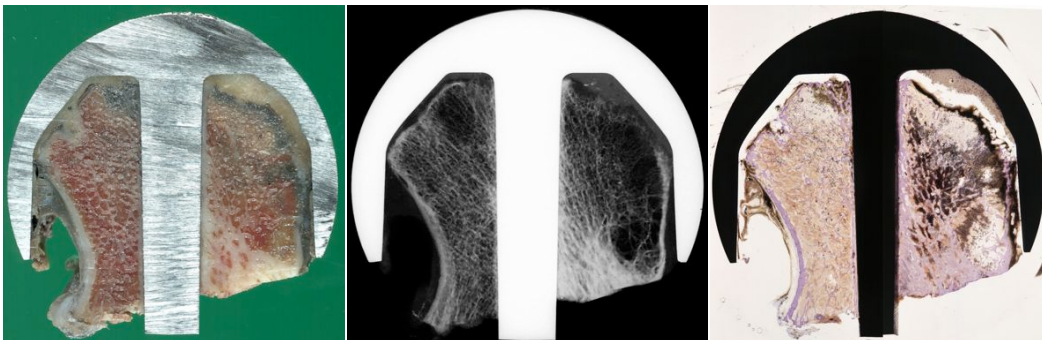
M.Nr. 20053676



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

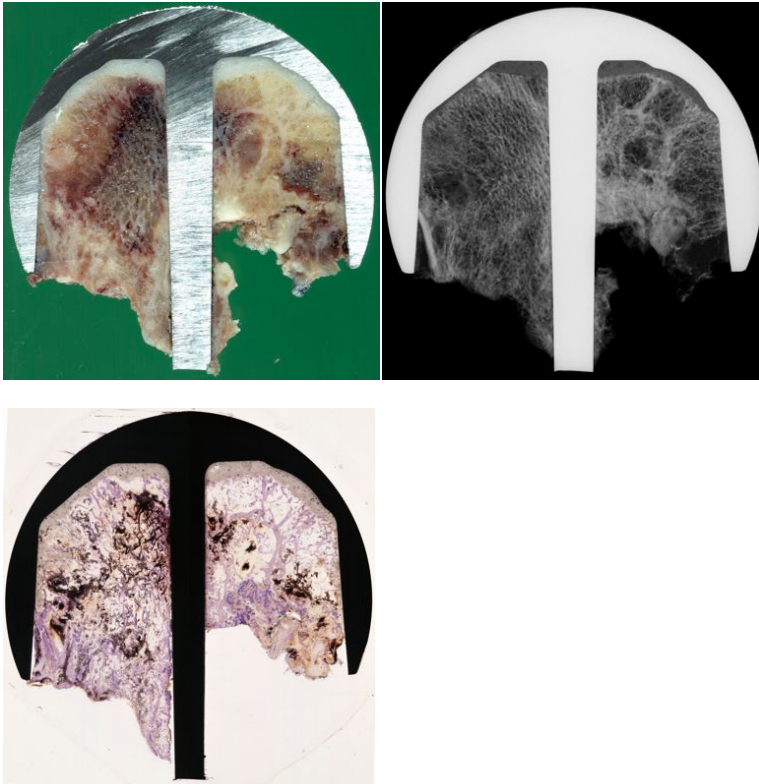
Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

M.Nr. 20053796



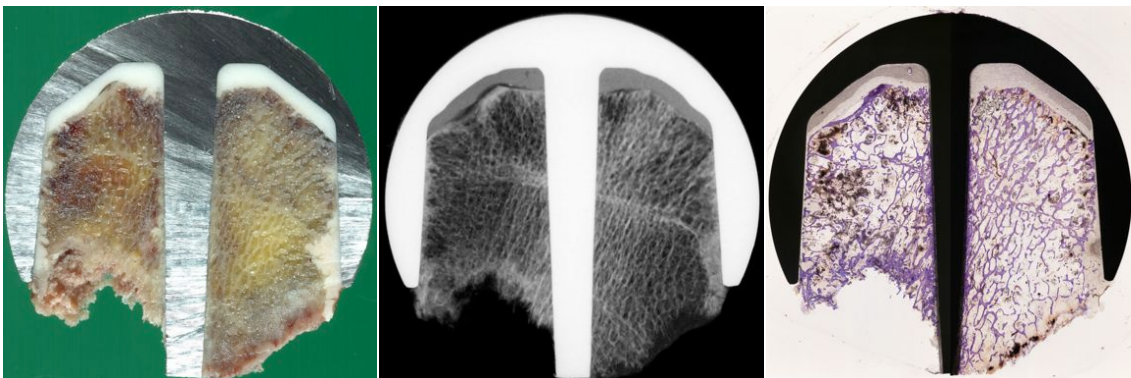
Ø frISChe Fraktur, Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

M.Nr. 20053797



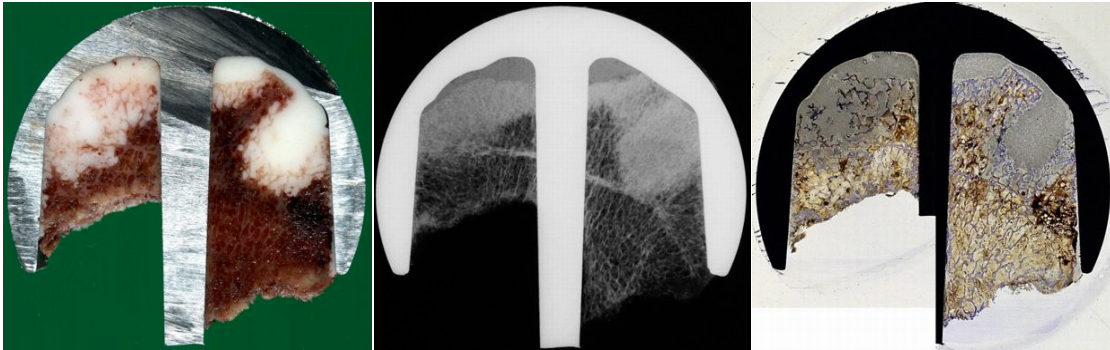
Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20053800



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

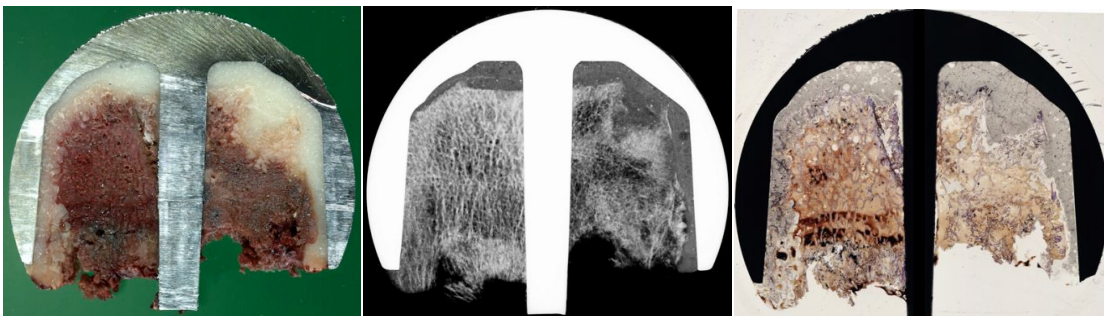
M.Nr. 20053893



FrISChe Fraktur

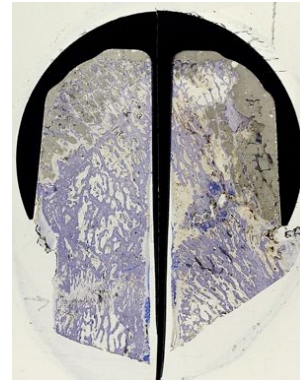
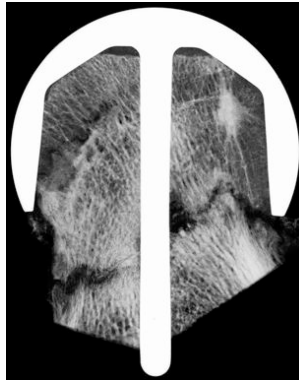
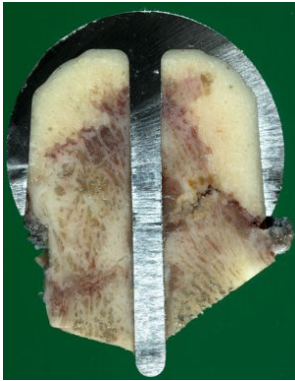
Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

M.Nr. 20054026



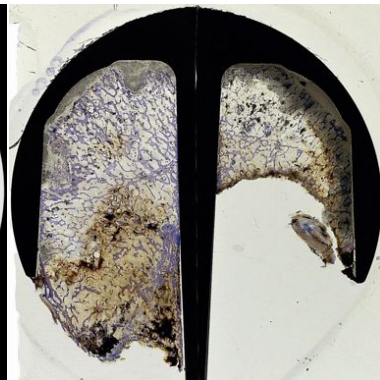
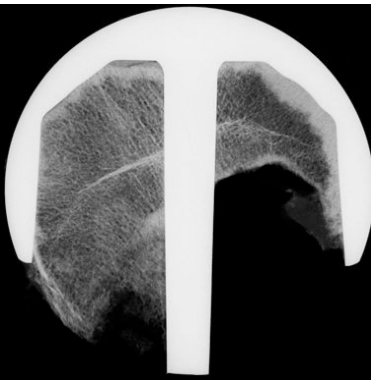
Sowohl intraoperative als auch frISChe Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20054102



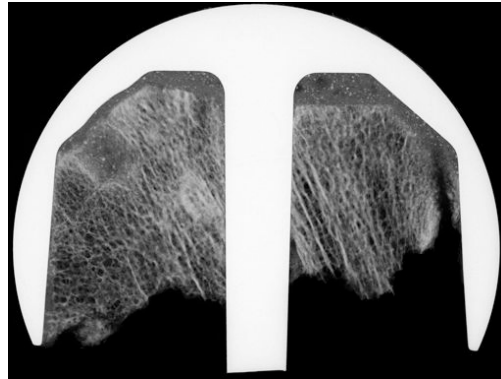
Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20054273



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

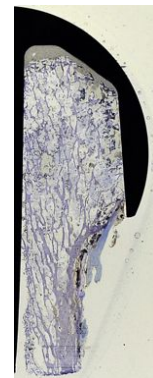
M.Nr. 20054274



FrISChe Fraktur

Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

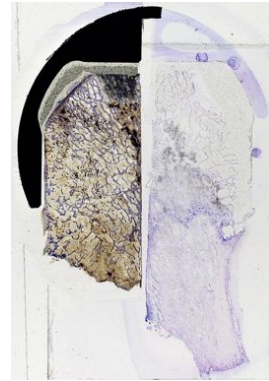
M.Nr. 20054484



Intraoperative Fraktur mit Nekrose

Ø frISChe Fraktur

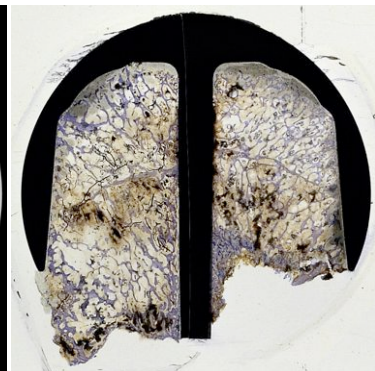
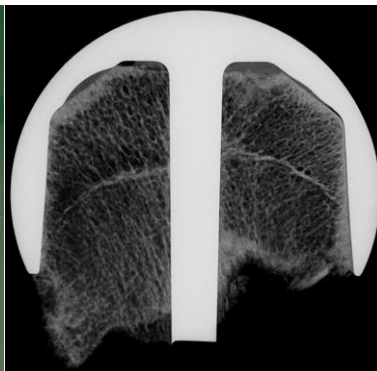
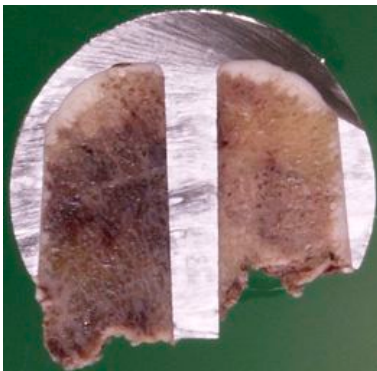
M.Nr. 20054572



FrISChe Fraktur mit intraoperativer Fraktur.

Ø Nekrose

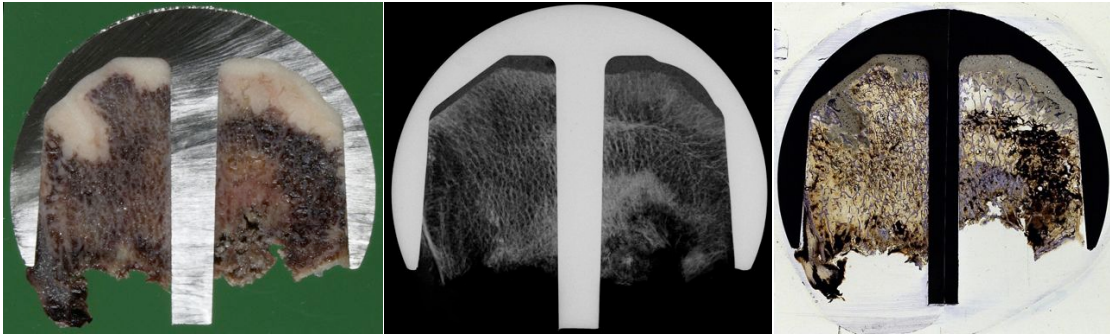
M.Nr. 20054734



FrISChe Fraktur

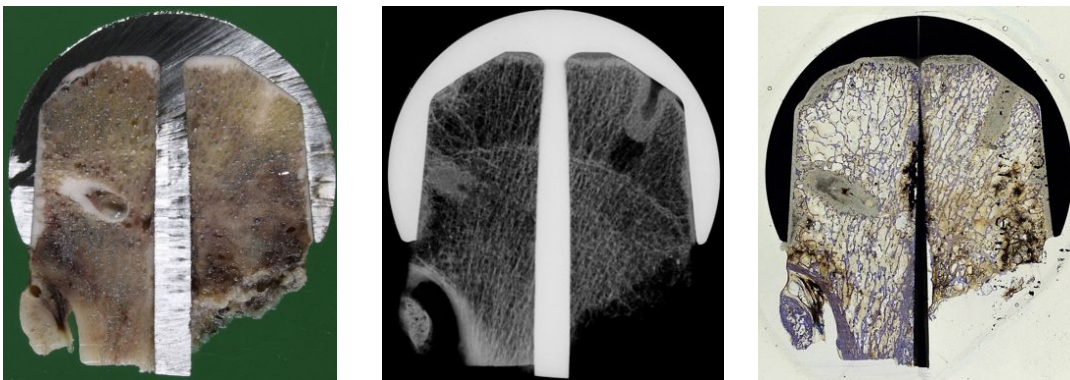
Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

M.Nr. 20054735



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

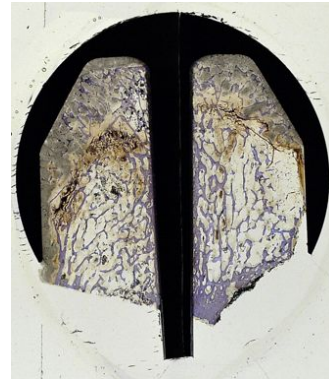
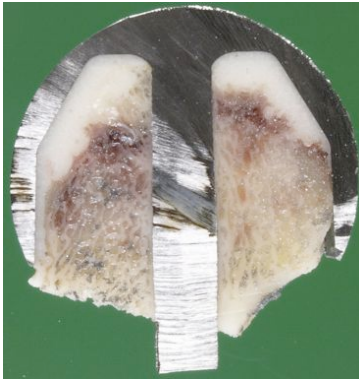
M.Nr. 20054859



FrISCHE Fraktur mit Nekrose.

Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

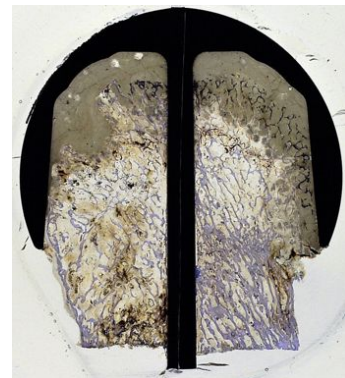
M.Nr. 20054903



Intraoperative Fraktur mit Nekrose

Ø frische Fraktur

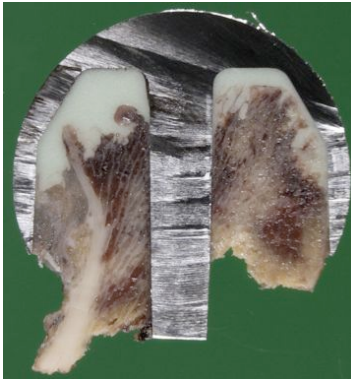
M.Nr. 20054904



Intraoperative Fraktur

Ø frische Fraktur, Ø Nekrose

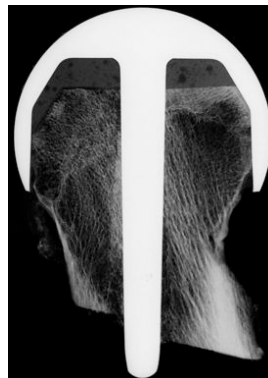
M.Nr. 20055062



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

M.Nr. 20055251



FrISChe Fraktur

Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

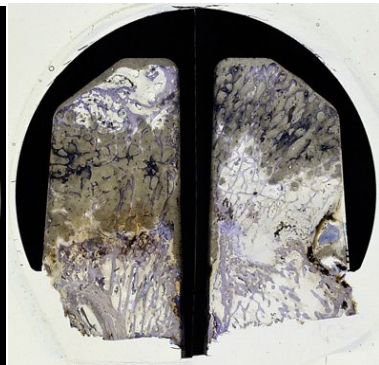
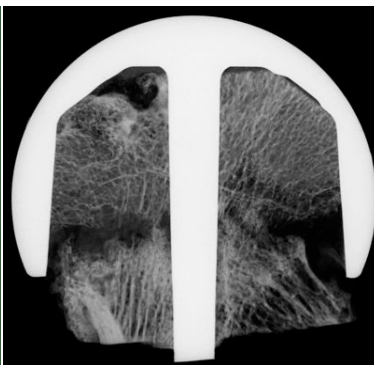
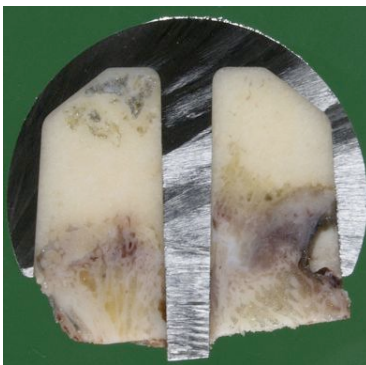
M.Nr. 20055467



Intraoperative Fraktur mit Nekrose

Ø frische Fraktur

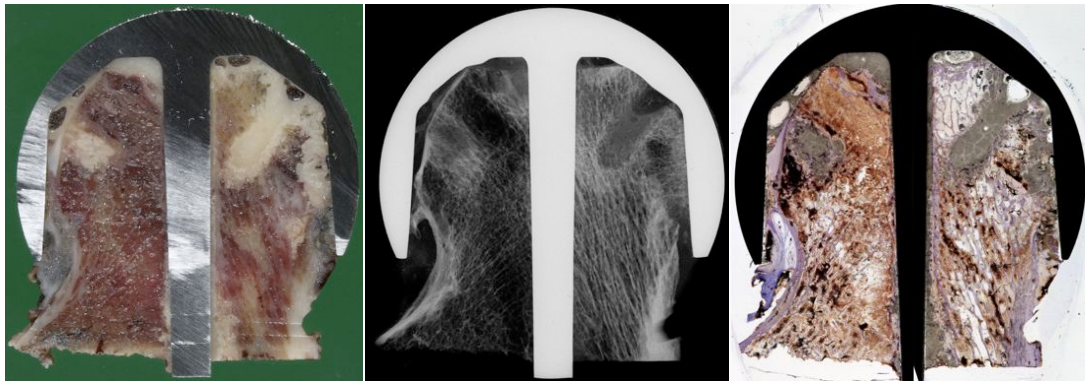
M.Nr. 20055485



FrISChe Fraktur mit intraoperativer Fraktur.

Ø Nekrose

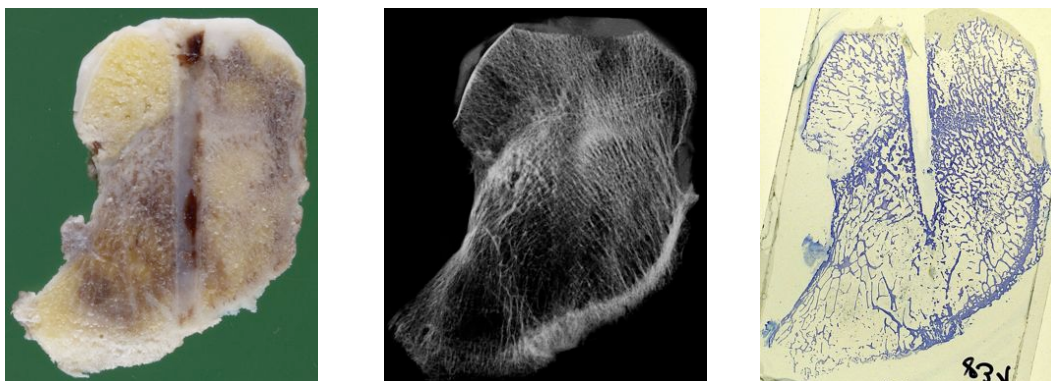
M.Nr. 20055589



Intraoperative Fraktur mit Nekrose

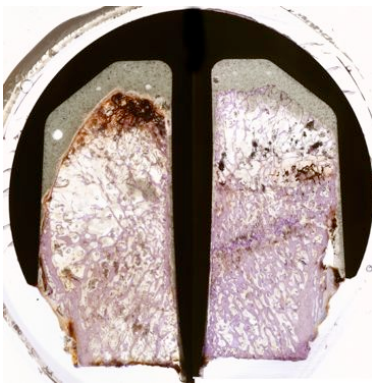
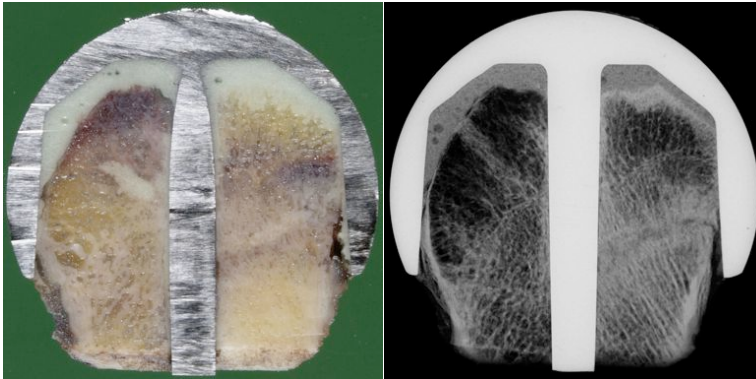
Ø frische Fraktur

M.Nr. 20060195



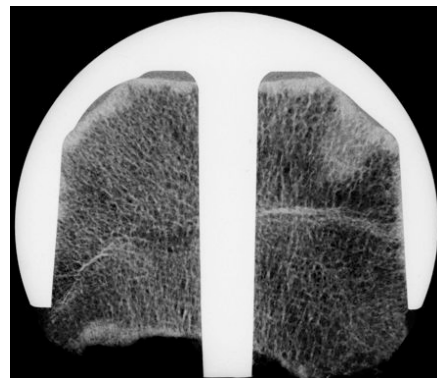
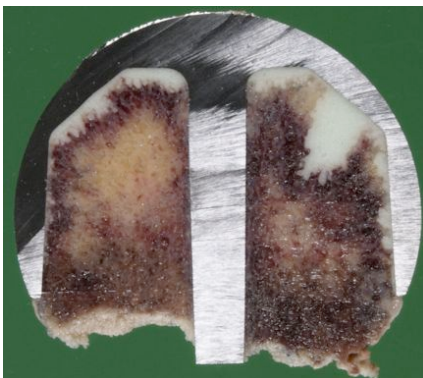
Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20060196



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

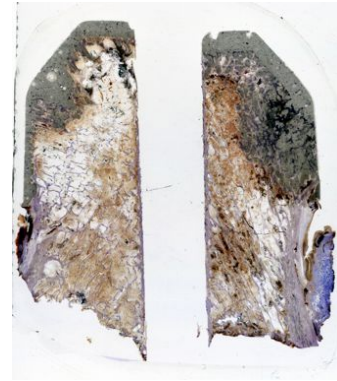
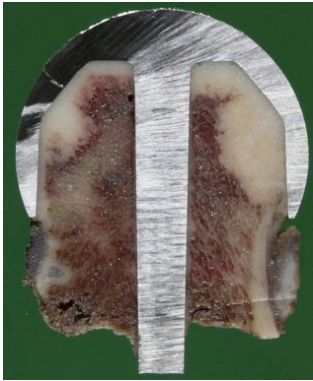
M.Nr. 20060197



FrISChe Fraktur

Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

M.Nr. 20060198



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

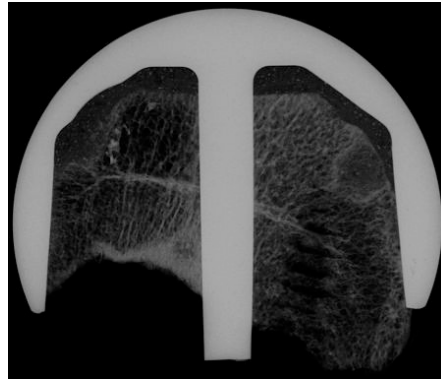
M.Nr. 20060572



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

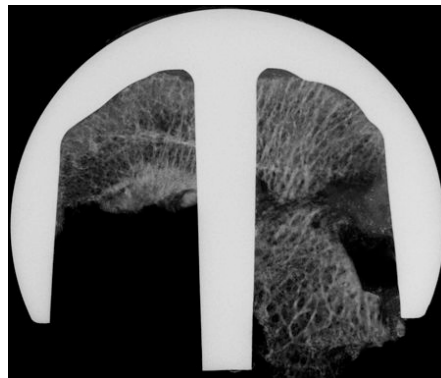
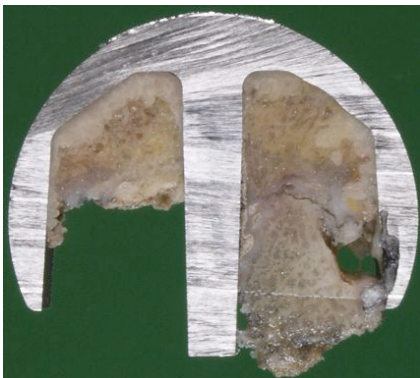
M.Nr. 20060573



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

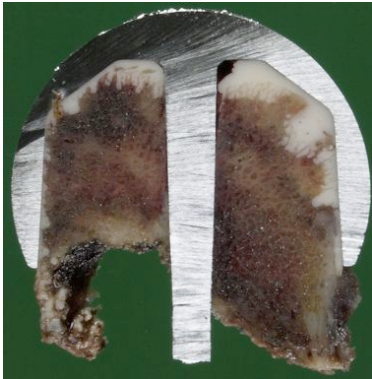
Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

M.Nr. 20060574



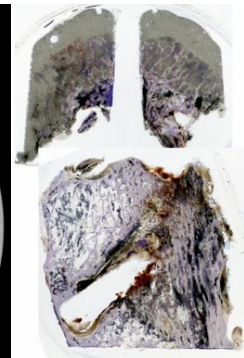
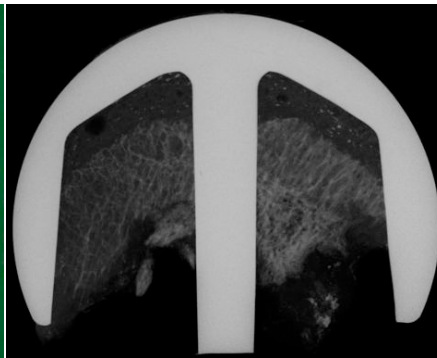
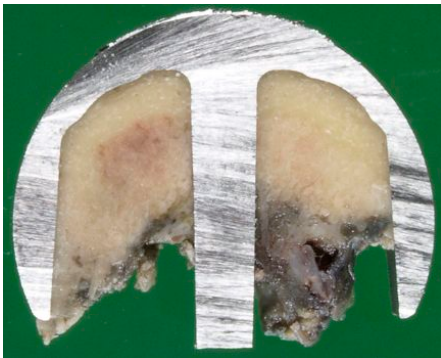
Sowohl intraoperative als auch frISChe Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20060575



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

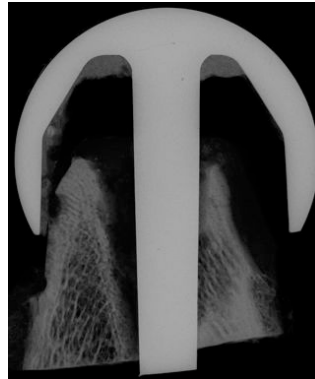
M.Nr. 20060576



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

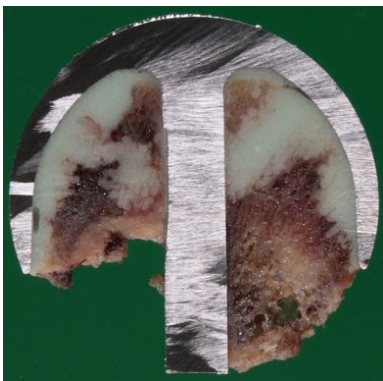
Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

M.Nr. 20060577



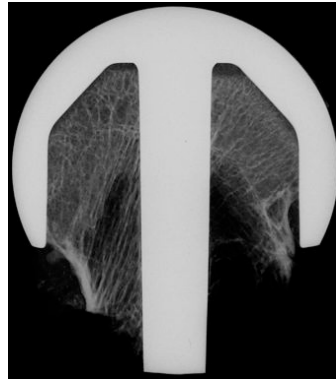
Ø frische Fraktur, Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

M.Nr. 20060578



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

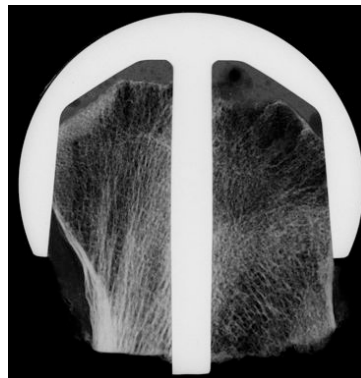
M.Nr. 20061166



FrISChe Fraktur

Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

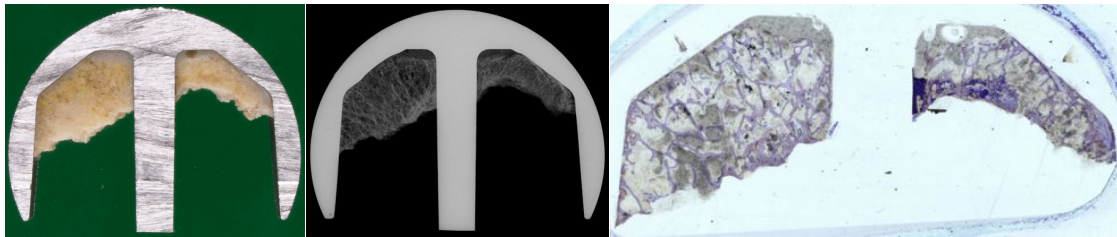
M.Nr. 20061360



FrISChe Fraktur

Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

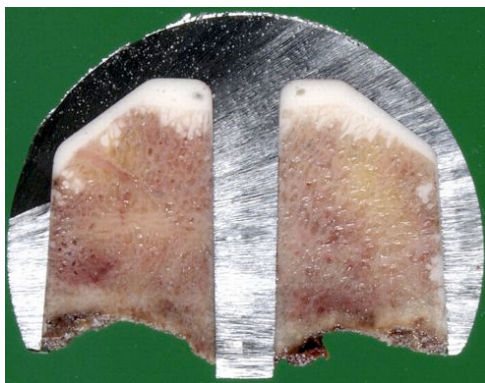
M.Nr. 20061362



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

M.Nr. 20061367



FrISChe Fraktur

Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

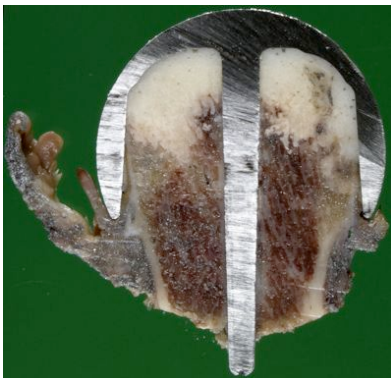
M.Nr. 20061368



Nekrose vorhanden

Ø frische Fraktur, Ø Intraoperative Fraktur

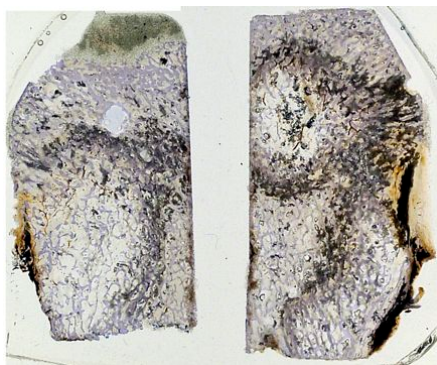
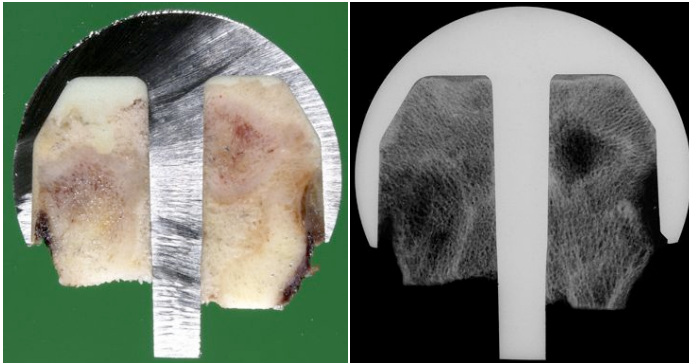
M.Nr. 20061369



FrISChe Fraktur

Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

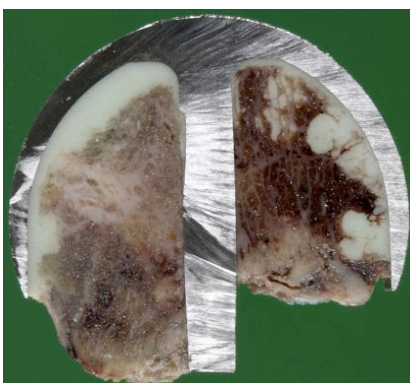
M.Nr. 20061370



Intraoperative Fraktur mit Nekrose

Ø frische Fraktur

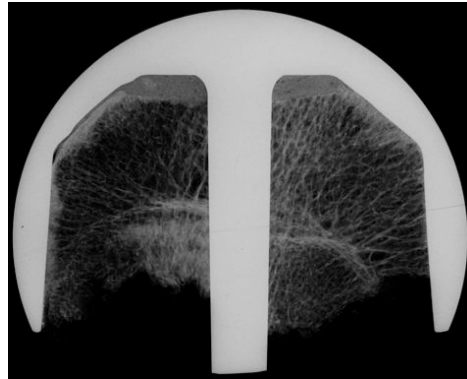
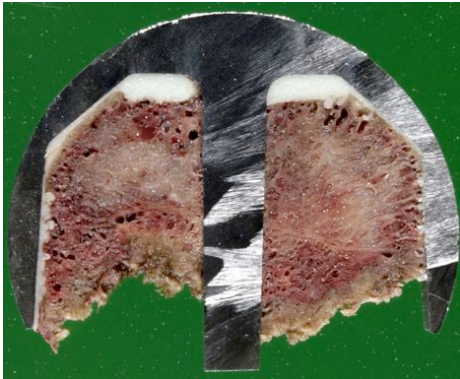
M.Nr. 20061371



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

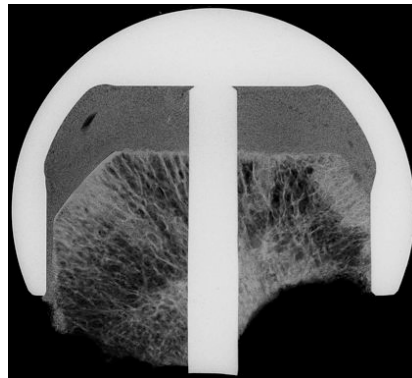
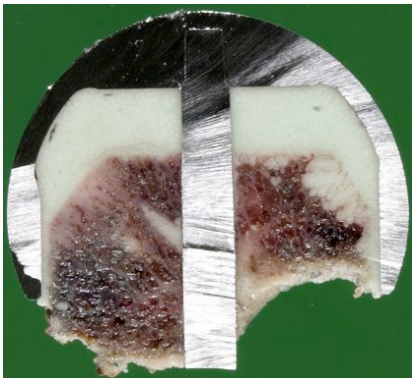
Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

M.Nr. 20061916



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

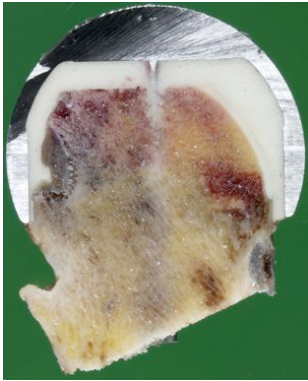
M.Nr. 20062097



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

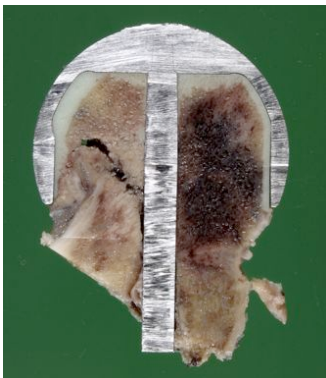
M.Nr. 20062358



Nekrose vorhanden

Ø frische Fraktur, Ø Intraoperative Fraktur

M.Nr. 20062487



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20062683



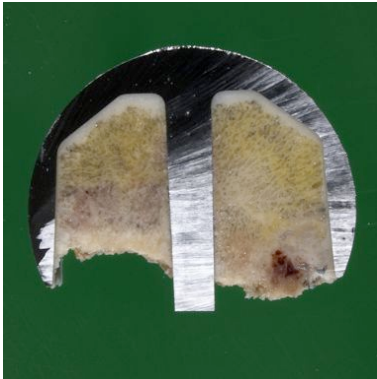
Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20062684



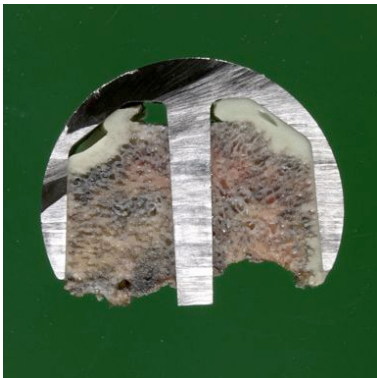
Ø frische Fraktur, Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

M.Nr. 20062685



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20062686



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

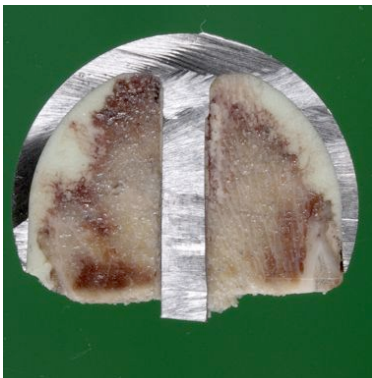
M.Nr. 20062687



FrISChe Fraktur

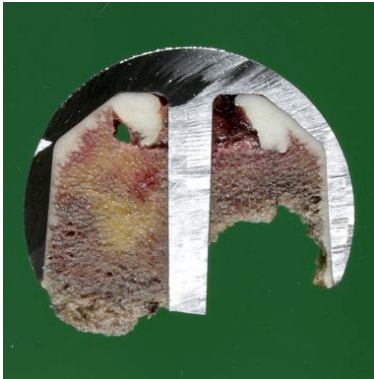
Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

M.Nr. 20062688



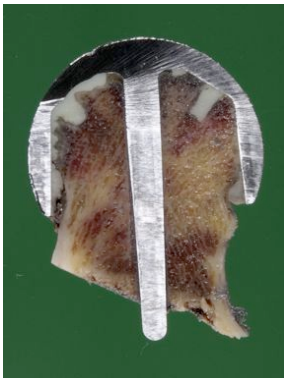
Ø frISChe Fraktur, Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

M.Nr. 20063054



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20063055



Ø frische Fraktur, Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

M.Nr. 20063056



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

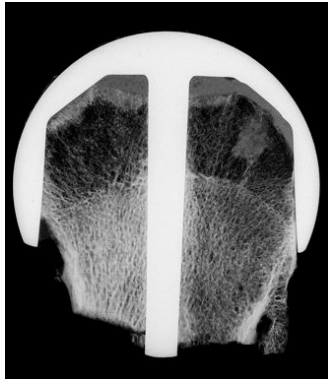
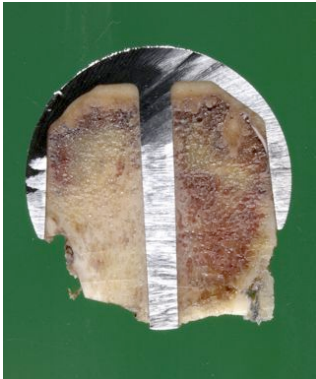
Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

M.Nr. 20063057



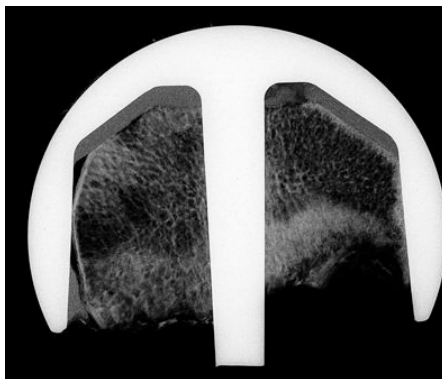
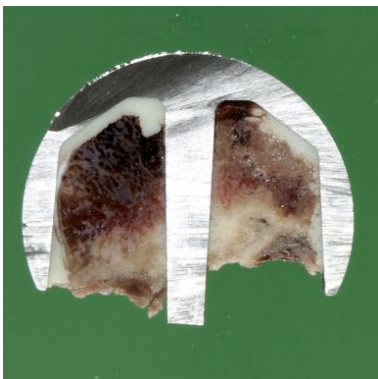
Sowohl intraoperative als auch frISChe Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20063058



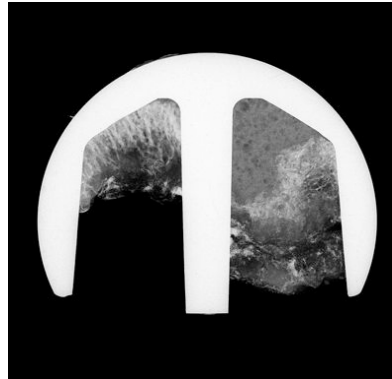
Ø frische Fraktur, Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

M.Nr. 20063059



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20063060



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

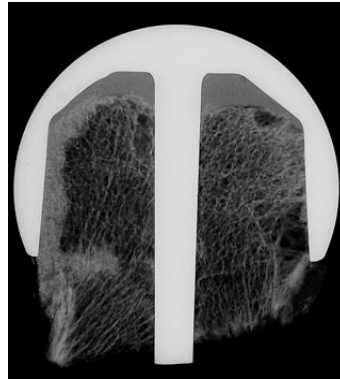
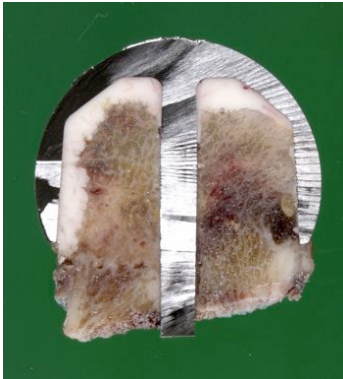
Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

M.Nr. 20063061



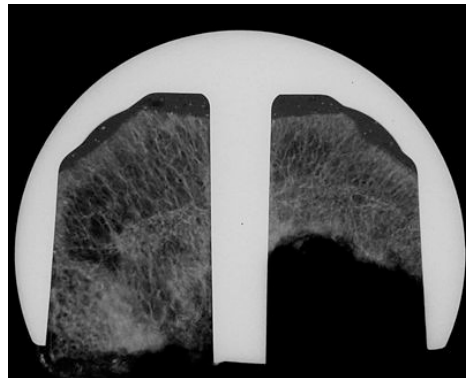
Sowohl intraoperative als auch frISChe Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20063062



Sowohl intraoperative als auch frische Fraktur mit Nekrose.

M.Nr. 20063063



FrISChe Fraktur mit Nekrose.

Ø intraoperative Fraktur ersichtlich.

M.Nr. 20063064



Ø frische Fraktur, Ø intraoperative Fraktur, Ø Nekrose

12. Abkürzungsverzeichnis

TEP	Totale Endoprothese
µm	Mikrometer
°C	Grad Celsius
M.Nr.	Materialnummer
OP	Operation
W	Weiblich
M	Männlich
Intra-OP	Intraoperativ

13. Bilderverzeichnis

Abb. 1	Intraoperative Fraktur von der Makroskopie bis Histologie	Seite 7
Abb. 2	Nekrose von der Makroskopie bis Histologie	Seite 8
Abb. 3	Idiopathische Femurkopfnekrose	Seite 12
Abb. 4	Totale Femurkopfnekrose	Seite 12
Abb. 5	Häufigkeit von Osteonekrosen	Seite 13
Abb. 6	Frakturen mit Nekrose	Seite 14
Abb. 7	Markfibrose nach Nekrose unter der Kappe	Seite 15
Abb. 8	Skizze M20041722	Seite 16
Abb. 9	Skizze M20043751	Seite 16
Abb. 10	Skizze M20044592	Seite 16
Abb. 11	Skizze M20044593	Seite 16
Abb. 12	Skizze M20044594	Seite 16
Abb. 13	Skizze M20045016	Seite 16
Abb. 14	Skizze M20045321	Seite 17
Abb. 15	Skizze M20045777	Seite 17
Abb. 16	Skizze M20050339	Seite 17
Abb. 17	Skizze M20050621	Seite 17
Abb. 18	Skizze M20051006	Seite 17
Abb. 19	Skizze M20051512	Seite 17
Abb. 20	Skizze M20052116	Seite 17
Abb. 21	Skizze M20052263	Seite 17
Abb. 22	Skizze M20052614	Seite 17
Abb. 23	Skizze M20052615	Seite 18
Abb. 24	Skizze M20053082	Seite 18
Abb. 25	Skizze M20053676	Seite 18
Abb. 26	Skizze M20053797	Seite 18

Abb. 27	Skizze M20054273	Seite 18
Abb. 28	Skizze M20054734	Seite 18
Abb. 29	Skizze M20054735	Seite 18
Abb. 30	Skizze M20055485	Seite 18
Abb. 31	Gründe für das Implantatversagen	Seite 19
Abb. 32	Standzeit der Kappen	Seite 20
Abb. 33	Frakturlokalisationen	Seite 21
Abb. 34	Verschiedene Bruchregionen	Seite 22
Abb. 35	Makroskopie Beispielsfall	Seite 33
Abb. 36	Kontaktröntgen Beispielsfall	Seite 34
Abb. 37	Schliffpräparat Beispielsfall	Seite 35
Abb. 38	Skizze Beispielsfall	Seite 36
Abb. 39	Histologie Beispielsfall	Seite 36