

OP-JOURNAL

mitbegründet von

Prof. Dr. med. Günther Hierholzer
Prof. Dr. med. h.c. mult. Siegfried Weller

Herausgeber

AO Deutschland
Präsident: Prof. Dr. med. Hans-Jörg Oestern, Celle
Synthes GmbH, Umkirch
Geschäftsführer: Ulrich Biermann, Umkirch

Schriftleiter

Prof. Dr. med. Hans-Jörg Oestern, Celle
Prof. Dr. med. Karl Heinrich Winker, Erfurt

Beirat

Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Michael Ehrenfeld,
München
Priv.-Doz. Dr. med. Marcel Jakob, Basel
Prof. Dr. med. Carsten Perka, Berlin
Prof. Dr. med. Michael Wagner, Mainz
Susanne Bäuerle, Davos
Regina Dries, Freiburg
Angelika Kracke, Umkirch

Vertreter der AO Education

Prof. Dr. med. Thomas Ruedi, Davos

Vertreter der Alumni

Prof. Dr. med. Klaus Dresing, Göttingen

Redaktionssekretariat

Synthes GmbH

Ansprechpartner:

Organisation: Gabriela Atzorn

E-Mail: atzorn.gabriela@synthes.com

Technische Abwicklung: Michael Konrath

E-Mail: konrath.michael@synthes.com

Herstellung

Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart
Ansprechpartner: Franz-Josef Hombach
franz-josef.hombach@thieme.de

Abo-Service

Georg Thieme Verlag KG
Bereich Fachzeitschriften
Postfach 30 11 20
70451 Stuttgart
Tel.: 07 11/89 31-321
Fax: 07 11/89 31-422
E-Mail: ilona.kammerer@thieme.de

Auflage

8 000 Exemplare

Erscheinungsweise

jährlich drei Ausgaben

Verbreitung in

A, B, CH, D, NL

ISSN

0178-1715

Aseptische Revisionsendoprothetik am Hüftgelenk

Rüdiger Volkmann

Revisionen in der Kniegelenksendoprothetik

Steffen Oehme

Sonderdruck

Verlag und Copyright:

© 2010 by
Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart
ISSN 0178-1715

Nachdruck nur mit
Genehmigung des Verlages



telos

Herstellung und Vertrieb
med. technischer Geräte GmbH

Aseptische Revisionsendoprothetik am Hüftgelenk

■ Rüdiger Volkmann

Zusammenfassung

Aseptische Lockerungen von Hüftgelenken sind bei großzügiger Indikation zu deren Primäreinsatz und geänderter Altersstruktur der Bevölkerung im Zunehmen begriffen. Es überwiegen die Pfannenlockerungen, die oftmals mit ausgeprägten azetabulären Knochendefekten einhergehen. Femoral hingegen spielen neben den Substanzdefekten der knöchernen Strukturen v. a. die metaphysären Sehnenansätze und die Gefährdung des angrenzenden Kniegelenks eine bedeutende Rolle in der Therapie. Um für weitere Austauschoperationen gerüstet zu sein, muss der fortschreitende Knochenverlust mit allen Mitteln aufgehalten werden. Zielführend sind dabei operative Strategien, die den entstandenen Defekt mit potenziell revitalisierbarem Material ausfüllen und Belastungsstabilität durch den Einsatz überbrückender Abstützschalen am Becken oder langstieliger, häufig modularer und überwiegend zementfrei verankernder Prothesenschäfte am Femur erreichen. Damit ist gewährleistet, dass es zu einer Verkleinerung der Defekte in den Hauptverankerungszonen der Implantate kommt und die Ausgangsbedingungen für im Erlebensfall eventuelle Folgeoperationen gestalten sich deutlich günstiger (sog. „Downgrading“).

Einleitung

Revisionseingriffe am Hüftgelenk nehmen im Rahmen der immer größeren Durchdringung der Bevölkerung mit Gelenkersatzmaterialien zu und werden

Aseptic Revision Surgery in Total Hip Arthroplasty

Due to a dramatic rise in the use of total hip arthroplasty (THA) as the intervention of choice in a rapidly ageing patient population, aseptic loosening is now a common phenomenon in orthopaedic care. In most cases, incidences of aseptic loosening occur in conjunction with extensive acetabular bone damage. In the femoral area, substantial defects in bone structure, the metaphyseal ligaments, and the potentially vulnerable knee joint demand special attention in the post-operative management. Limiting the progressive loss of bone tissue to an absolute minimum is of paramount importance in order to establish a sound preparatory foundation for possible future operative interventions. Thus, operative strategies should aim to fill the resulting defect with material that may be revitalised, thus seeking to improve tensile strength by using bridging reconstruction rings in the pelvis and long-stem revision implants, alternatively modular and uncemented units, in the femur. Such procedures can achieve a reduction in damage to the main anchoring points of the implant and create a beneficial environment for future consecutive interventions (so-called “downgrading”).

durch die verbesserten Möglichkeiten der Endoprothetik immer komplexer [13,20]. So ist der einfache Komponenten- oder Teilwechsel bei geringen Knochensubstanzdefekten mehr oder weniger ein Routineeingriff, nicht zuletzt wegen der immer mehr verbreiteten Modularbauweise der Implantate. Das Wechseln eines PE-Inlays aus einer fest am Knochen verankerten Metallschale bei fortgeschrittenem Abrieb mit gleich-

zeitigem Kopfaustausch bei festsitzender Schaftprothese zählt dabei zu den wenig komplizierten Operationen, ist aber andererseits mit einer aufwendigen präoperativen Logistik vergesellschaftet. Es ist desaströs, Kopf- und Konuspaarung zu verwechseln, nicht zu wissen, ob das Prothesenmodell einen abnehmbaren Kopf aufweist oder ob der Kopfdurchmesser mit dem Pfannenradius harmonisiert. Gerade die Tatsache, dass Hüftprothesen zunehmend längere Standzeiten erzielen, führt zu der Situation, dass Herstellerfirmen nicht mehr am Markt existieren und eine Nachlieferung von Ersatzteilen unmöglich wird. Bei unvollständigen Operationsaufzeichnungen (OP-Bericht) gelingt oftmals die Identifikation und Größe der Implantate nur über spekulative Röntgenbildanalyse und Erfahrung des Operateurs. Noch komplizierter wird die Situation bei Teilimplantatlockerungen (z. B. Pfanne gelockert, Schaft fest), wenn der nicht abnehmbare Prothesenkopf den Zugang zur Pfanne erschwert.

Bei höhergradigen Knochensubstanzdefekten kommt zu den genannten Schwierigkeiten das Problem der Prothesenwiederverankerung hinzu, das insbesondere bei jüngeren Patienten für den Langzeiterfolg verantwortlich ist. Unter den momentanen Gegebenheiten möglicher Mehrfachwechseloperationen hat sich die unzementierte Revisionsstrategie mit der Chance, verloren gegangenen Knochen wieder zurückzugewinnen (sog. „Downgrading“) international durchgesetzt. Der „zementierte Wechsel“, d. h. Ausfüllen der Knochendefektzonen mit PMMA-Zement und/oder der Einsatz von „Jumbo“-Implantaten, erzielt zwar zunächst eine deutlich höhere Primärstabilität, führt aber zur Vergrößerung der Substanzverluste und bleibt deshalb den älteren und ganz alten Menschen vorbehalten [2, 15, 17].

Wenn auch valide Nachweise für ein besseres Langzeitergebnis beim unzemen-

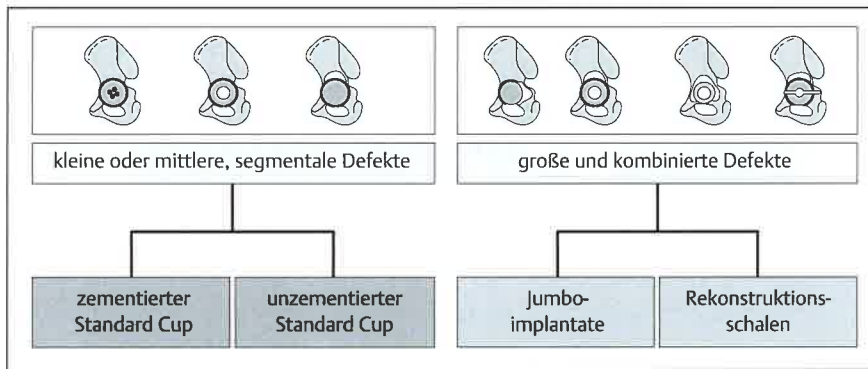


Abb. 1 Defektklassifikation und Implantatauswahl am Azetabulum.

tierten Prothesenwechsel nicht zuletzt wegen oft unvergleichbarer Ausgangssituationen und dem Fehlen von flächendeckenden Endoprothesenregistern noch auf sich warten lassen, erscheint die „a-priori-Wahrscheinlichkeit“ [1, 7, 12] hinreichend, den Knochenzement in der Revisionschirurgie zu verlassen.

Im Folgenden wird eine konzeptionelle Revisionsstrategie für Austauschoperationen an Becken und Femur mit niedrigen und höchstgradigen Knochensubstanzdefekten vorgestellt, wie sie sich in der Hand des Autors seit mehr als 20 Jahren bewährt hat.

Azetabuläre Revision

Pfannenlockerungen sind nach Literaturangaben häufiger als Schaftlockerungen [3, 14, 18] und wegen der oft grotesken Knochensubstanzdefekte therapeutisch schwieriger zu lösen. Ursächlich für diesen Verlust sind mechanische Überbelastung, abriebinduzierte Osteolysen sowie Implantatmigrationen bei pathologisch verändertem Knochenstoffwechsel.

Neben der Wiederherstellung des anatomischen Hüftzentrums mit Rekonstruktion der physiologischen Gelenkmechanik sowie der möglichst primärstabilen Verankerung des Revisionsimplantats am vitalen Beckenknochen („host bone“) ist demzufolge die Rekonstruktion von azetabulären Knochendefekten mit Wiederherstellung eines tragfähigen Pfannenbodens entscheidend für den Langzeiterfolg [11]. Dabei hat der biologische Wiederaufbau des Pfannenbodens ein sog. „Downgrading“ der Defektsituation vor dem Hintergrund eines erneuten Reversionseingriffs zum Ziel.

■ Nach dem Wechsel ist vor dem Wechsel!

Klassifikation und Implantate

Zur Beurteilung der azetabulären Defektsituationen wurden zahlreiche Klassifikationen vorgeschlagen, die das jeweils passende Rekonstruktionsverfahren individuell auszuwählen helfen. Die in Deutschland gebräuchliche Klassifikation der DGOT (Bettin, Katthagen) ist zwar international nicht weitverbreitet, wird aber mit Vorzug gegenüber der Papprosky-Klassifikation wegen der einleuchtenden Grundlogik praktiziert.

Für die Rekonstruktion azetabulärer Defekte stehen heutzutage eine Vielzahl von Implantaten und Operationsverfahren zur Verfügung. In der Literatur herrscht Konsens darüber, dass die Implantatfixationen mit Knochenzement aufgrund der mangelnden Vernetzung im sklerosierten und glattwandigen Implantatlager zu schlechteren Langzeitergebnissen führt. Demgegenüber ermöglichen „Jumbo“-Implantate und/oder modulare Metallaugmentate einen ebenfalls direkten Kontakt zum Restknochen, jedoch kommt es bei einer erneuten Pfannenlockerung zu einer – auch im Wortsinn – Vergrößerung des grundsätzlichen Problems („Upgrading“).

Will man hingegen die knöchernen Defekte reduzieren, so wird die Wahl des Verfahrens durch die Tragfähigkeit des verbliebenen Azetabulums limitiert. Insbesondere bei verlorener Pfannenzirkumferenz („non contained“) ist die Verankerung einer neuen Prothese mit herkömmlichen Mitteln (Pressfit-Implantat oder Schraubing) nicht möglich und Pfannenstützschalen müssen eingesetzt werden. Die mit solchen Implantaten überbrückten Defektzonen werden im Idealfall mit vitalisierbarem Knochenersatzmaterial ausgefüllt, um im Rahmen eines sekundären Umbaus („creeping

substitution“) einen tragbaren Pfannenboden entstehen zu lassen (Abb. 1)

Operationsprinzipien

Kleine oder mittlere, segmentale Defekte (Katthagen 1–3)

Bei diesen, in den meisten Fällen umschlossenen („contained“) Defekten ist ausreichendes Knochenmaterial zur Wiederverankerung der Implantate vorhanden, sodass – je nach Ausgangssituation und auch Lebensalter des Patienten – nach einem sorgfältigen Débridement des Azetabulums eine Primärpfanne reimplantiert werden kann [3]. Dabei wird im eigenen Vorgehen ein zementfreies Pressfit-Implantat mit rauer Oberfläche favorisiert (Abb. 2). In geeigneten Fällen ist auch eine Polyäthylenpfanne unter Verwendung geringer Mengen antibiotikahaltigen Knochenzements einsetzbar.

Große und/oder kombinierte Defekte (Katthagen 4–7)

Bei den Fällen mit verloren gegangenen vorderen oder hinteren Pfeilerstrukturen des Azetabulums, nicht selten auch mit zentralen Defekten und v.a. nicht mehr erhaltener Pfannenzirkumferenz, sind Primärimplantate in aller Regel nicht mehr zu verwenden. Die vorwiegend in den nordamerikanischen Staaten propagierten Massivknochentransplantate (sog. „bulk graft“) zur Ausfüllung der Defekte und zur Lagerung von dort hinein eingepassten Endoprothesen wurden mangels ordentlicher Langzeitergebnisse nicht favorisiert. Nicht zuletzt aufgrund der Tatsache, dass eine erfolgreiche Verankerung eines Implantats auf einem Transplantat bekanntermaßen zum frühen Scheitern verurteilt ist [17].

■ Niemals ein Implantat auf einem Transplantat verankern!

Aus den genannten Gründen hat sich die Überbrückungsstrategie der Defektzonen mit Pfannenstützschalen bewährt, wobei der Langzeiterfolg direkt von der Vitalisierung des eingebrachten Knochenersatzmaterials abhängt.

Strategie der Defektfüllung

Die im Folgenden aufgeführten Möglichkeiten zur Implantatneuverankerung sind nur anwendbar bei geringen und mittleren Knochendefekten und bei er-

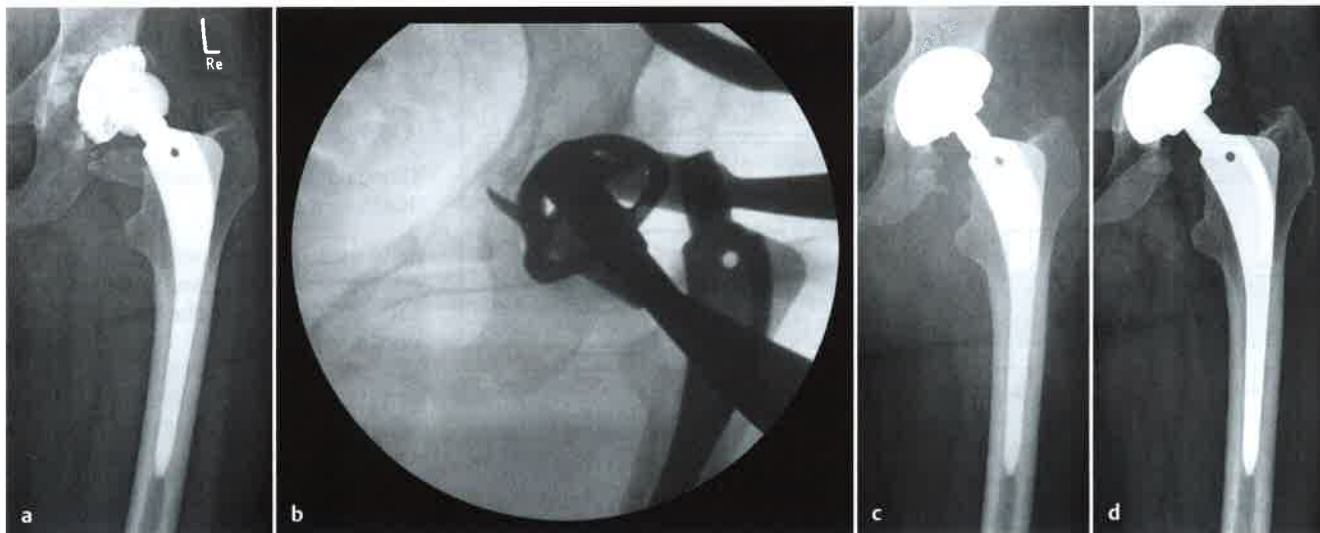


Abb. 2 a bis d MW, * 18.03.1941, w.: Erstimplantation HTP li. 1987 wegen Koxarthrose. **a** Seit etwa 1 Jahr Beschwerden, präoperatives Röntgenbild 6/2009 mit Nachweis der Pfannenlockerung (Katthagen 1–2). **b** Intraoperative BV-Aufnahme (6/2009) mit Probepfanne und gut erkennbarem Knochendefekt. **c** Postoperatives Röntgenbild (6/2009) nach Unterfütterung der Pressfit-Pfanne mit Knochenchips vom eigenen Beckenkamm. **d** Unverändert stabiler Sitz des Schaftes nach 23 Jahren, stabile Pressfit-Pfanne nach 1 Jahr (5/2010).

haltener Zirkumferenz des azetabulären Ringes:

- Zementfixation
- Massivknochentransplantat („strutgraft“)
- Impaction Grafting („Exeter-Technik“)
- Jumbo-Implantate
- metallische Augmentate

Die in der Literatur publizierten [2, 5, 8, 10] mehr oder weniger erfolgreichen Verfahren führen über einen mittleren Nachbeobachtungszeitraum von 4–6 Jahren zu ordentlichen Erfolgen, hinterlassen aber im erneuten Lockerungsfall einen deutlich größeren Defekt als in der Ausgangssituation vorgelegen hat. Damit ist ein regelhaftes „Downgrading“ nicht möglich und diese Strategien sollten besonders bei jüngeren Patienten (unterhalb 60. Lebensjahr) vermieden werden.

Defektüberbrückende Strategie

Gelingt es, einen azetabulären Maximaldefekt mit einer geeigneten Pfannenrekonstruktionsschale stabil zu überbrücken und den verloren gegangenen Knochen mit vitalisierbarem Ersatzmaterial aufzufüllen (s.a. Kapitel: Knochenersatzmaterial), kann es im Heilverlauf zu einem „Downgrading“ kommen und im Rahmen einer erneuten Prothesenlockerung ist unter Umständen sogar wieder die Implantation eines Primärimplantats möglich (**Abb. 3**).

Hauptaugenmerk bei dieser Vorgehensweise muss auf eine hohe Primärstabilität der Pfannenstützschale gelegt werden, die dadurch erreicht wird, dass zwischen den kaudalen Sitzbeinstrukturen und dem proximalen Beckenschaukelrest eine bestmögliche Überbrückung erfolgt (s.a. Operationsprinzip Pfannenstützschale und **Abb. 4**).

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Verfügbarkeit des vitalisierbaren Knochenersatzmaterials (autolog als Goldstandard!) und die Vitalität des Implantatlagers nach sorgfältigem Débridement von abgestorbenem Knochengewebe und vollständigem Entfernen von etwaigen Zementresten.

Bei unzureichender Vitalisierung des biologisch wenig potenten Knochenersatzmaterials auf z.B. xenogener Basis kommt es nach 6–8 Jahren zum Materialermüdungsbruch und damit zu einer notwendigen neuerlichen Austauschoperation.

■ Das einzig verlässliche Material, das ein Gelenkimplantat dauerhaft und zuverlässig tragen kann, ist der vitale Knochen!

Knochenersatzmaterial

Autogen

Zweifelsohne ist bei Knochendefiziten die autologe Spongiosaplastik der „Goldstandard“ in der rekonstruktiven Chirurgie [18]. Allerdings steht er insbesondere

im höheren Lebensalter nur im begrenzten Ausmaß und sogar in verminderter Qualität zur Verfügung. Bei sehr jungen Patienten empfiehlt sich aber in jedem Fall die autogene Entnahme, die bei aufwendigen Pfannenrekonstruktionen wegen der anatomischen Lagebeziehung zum Hüftgelenk mit Vorteil vom hinteren Beckenkamm gewonnen werden sollte.

Allogen

Allogene Knochentransplantate sind zwar aufgrund des in Europa neu geregelten Arzneimittelgesetzes und der damit geänderten Empfehlungen zum Führen einer Knochenbank nicht einfach zu akquirieren, aber in Revisionszentren nach wie vor unverzichtbar. In der Regel finden hierbei die im Rahmen von Primärimplantationen von Hüfttotalendoprothesen entnommenen Hüftköpfe nach deren Entknorpelung Eingang.

Die nicht zusätzlich behandelten, kryokonservierten Hüftköpfe müssen darüber hinaus wegen der potenziellen Gefahr der Übertragung ansteckender Krankheiten (HIV, Hepatitis, Lues) mindestens 6 Monate nach Entnahme mit entsprechenden Blutuntersuchungen vom Spender neu evaluiert werden.

Eine Alternative bietet der unmittelbar nach Entnahme thermodesinfizierte (sterilisierte) Knochen mit dem Telos-System [11], der bereits 14 Tage nach Entnahme transplantationsfähig ist. Natur-

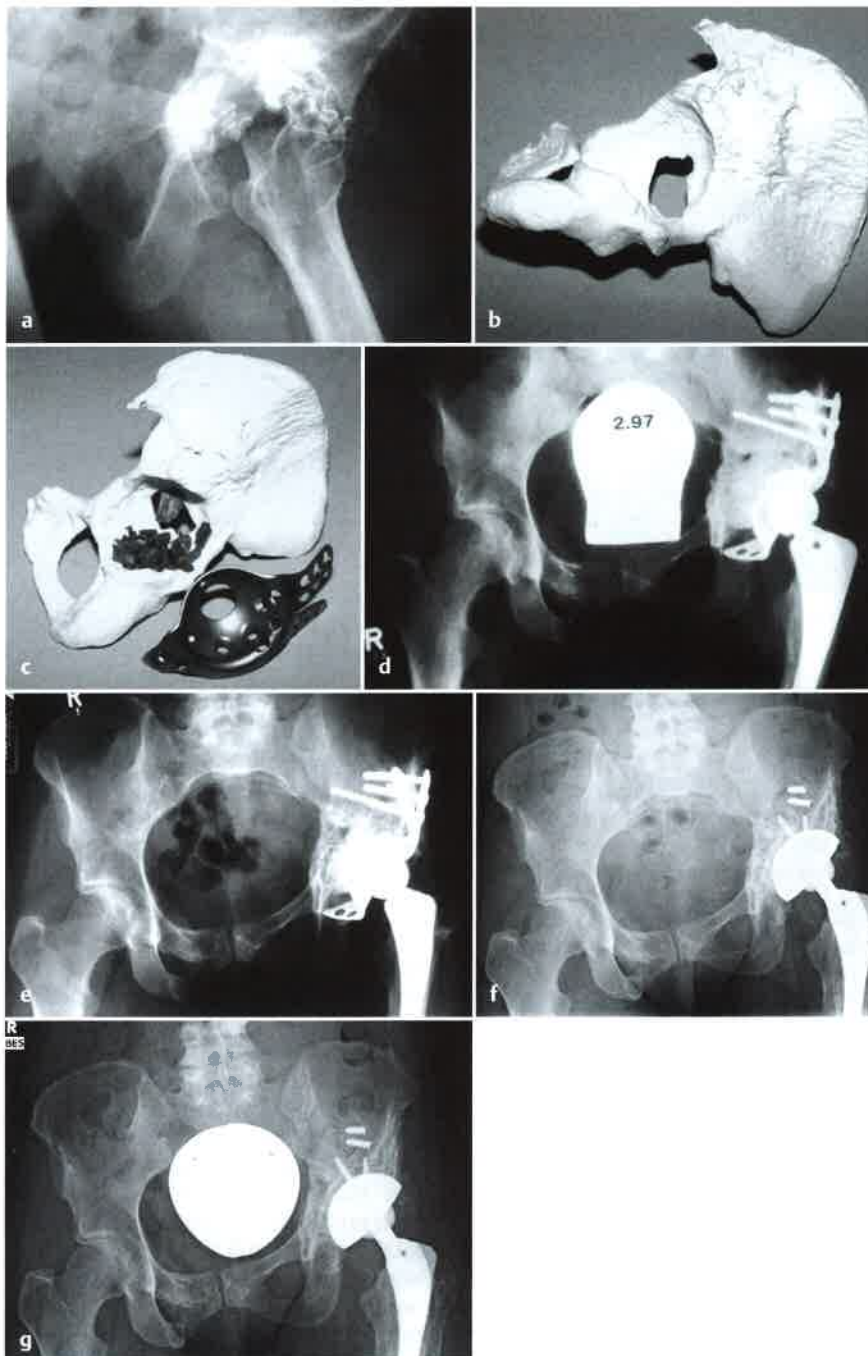


Abb. 3a bis g DS, * 18.02.1964, w.: Erstimplantation HTP li. 1995 mit primärer Pfannenaufbau-
plastik nach fehlgeschlagener Osteosynthese einer Azetabulumfraktur (1994) mit Gelenkempy-
em. **a** Girdlestone-Hüfte nach posttraumatischer Koxitis. Nach vollständiger Entfernung allen
Osteosynthesematerials und Hüftkopfresektion Einlage von Refobacin-PMMA-Ketten. **b** Auf der
Basis von CT-Daten angefertigtes Beckenmodell aus Kunststoff zur präoperativen Planung. Der
hochgradige azetabuläre Defekt (Katthagen 5) ist gut zu erkennen. **c** Beckenmodell mit Pfannen-
rekonstruktionsschale mittlerer Größe (Fa. Aesculap, Tuttlingen, Außendurchmesser 58 mm) und
angedeuterter Spongiosaplastik. **d** Röntgenverlaufsbild 2 Jahre postoperativ. Patientin ist
schmerz- und infektfrei, läuft mit 1 Handstock bei ausgeprägtem Trendelenburg-Hinken aufgrund
narbiger Glutealinsuffizienz. **e** Röntgenbild des Beckens vom Mai 2003 (8 Jahre nach HTP bei
Girdlestone). Zu diesem Zeitpunkt ist radiologisch der Pfannenboden konsolidiert, in den Weich-
teilen des Oberschenkels Abszessbildung mit CRP-Erhöhung (> 200 mg/l) und Leistenschmerzen.
Diagnose: periprotetischer Infekt. Ursache: abszedierendes Nasen-Piercing (gleicher Keimnach-
weis). Therapie: Erneute Girdlestone-Hüfte (5/2003). **f** Nach Infektanierung Reimplantation
einer Pressfit-Pfanne in den inzwischen vollständig restaurierten Pfannengrund mit zusätzlich
stabilitätsverbessernden Verankerungsschrauben (9/2003). **g** Letzte Röntgenaufnahme im Follow-
up (9/2009) bei zufriedener, beschwerdefreier Patientin. Der Pfannenboden ist voll tragfähig,
der ehemalige Defekt von Grad 5 auf Grad 0 zurückgegangen („Downgrading“).

Rüdiger Volkmann: Aseptische Revisionsendoprothetik am Hüftgelenk

gemäß reduziert sich die biologische Wertigkeit des entnommenen Materials aber mit jedem Schritt der Prozessierung.

Xenogen

Xenogene Knochenersatzmaterialien, vollprozessiert und damit krankheits-
erregerefrei, liegen auf der untersten Stufe der biologischen Wertigkeit und sind
aufgrund zahlreicher klinischer Erfahrungen nur bei kleineren bzw. mittel-
großen Defekten zu empfehlen.

Metallische Augmentate

In der letzten Zeit sind von der Industrie
metallische Augmentate aus Spezial-
werkstoffen (Tantal) zur Verfügung ge-
stellt worden, die vor dem Hintergrund
der begrenzten Verfügbarkeit körper-
eigenen Knochenmaterials, der aufwen-
digen und kostenintensiven Allograftge-
winnung von einigen Autoren als viel-
versprechende Alternative propagiert
werden [20].

Operationsprinzip Pfannenstützschale

Verantwortlich für eine dauerhafte Sta-
bilisierung des Revisionsimplantats ist
zweifelsohne die erzielte Vitalität des
den Defekt ausfüllenden Transplantats.
Hierzu ist ein vollständiges Débridement
des Pfannengrunds unumgänglich, um
eine Vaskularisation aus dem Pfannenbo-
den (Ersatzlager) heraus zu ermöglichen.
Die Einheilung des spongösen Allografts
kann unter stabilen Bedingungen durch
„schleichenden Umbau“ („creeping sub-
stitution“) einige Monate in Anspruch
nehmen, weswegen die Stützschale aus
biegebelastungsfähigem Material gefe-
tigt sein sollte und fest im Sitz- und Darm-
bein verankert werden muss (Abb. 5).

Femorale Revision

Unbestrittenes Ziel der Revisionsendo-
prothetik auch nach aseptischen Schaft-
lockerungen ist die Wiederherstellung
eines stabil verankerten, korrekt arti-
kulierenden und gut funktionierenden
Hüftgelenks. Jede Strategie zum Wieder-
aufbau des periprotetischen Knochens,
besonders nach vorangegangenen Mehr-
fachwechseln, aber auch schon nach ze-
mentierten Erstoperationen, schafft hier-
bei die Basis für eine erfolgreiche Be-
handlung [13, 17, 19].

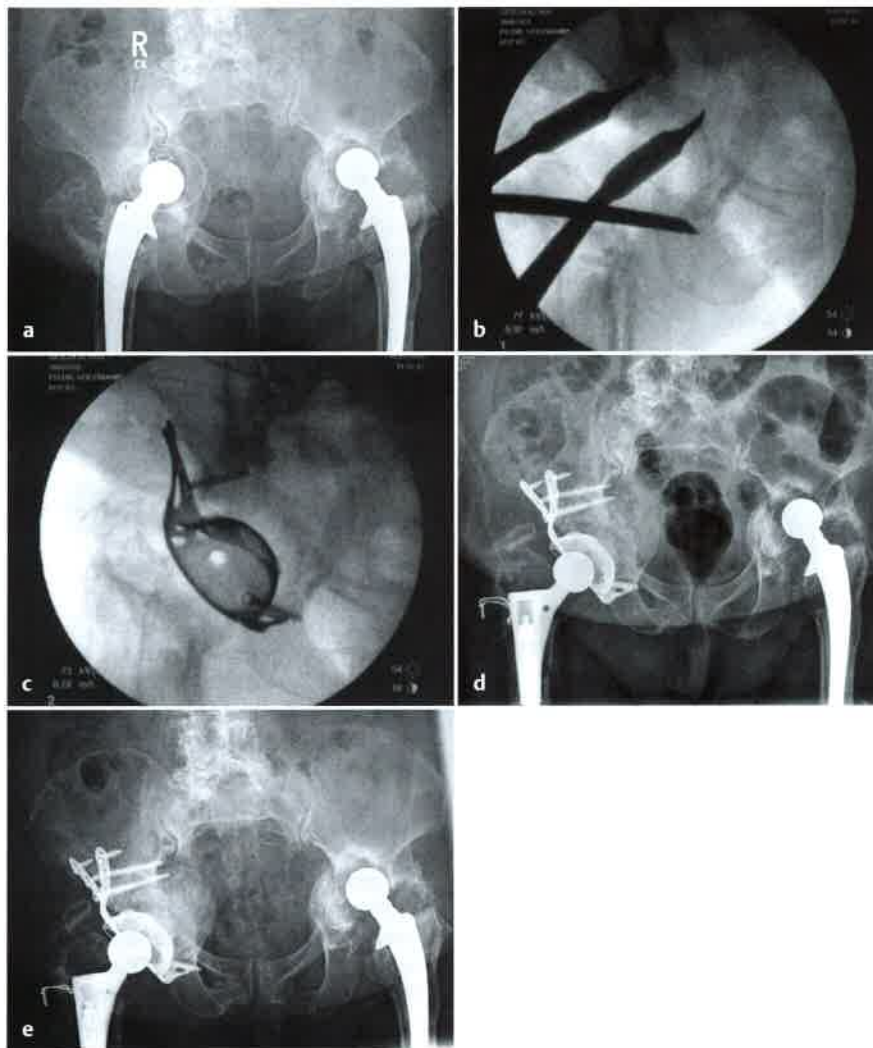


Abb. 4a bis e DJ, * 29. 12. 1933, w.: Erstimplantation HTP li. 1997 wegen Koxarthrose. **a** Wegen „...seit einiger Zeit zunehmender Schmerzen in der rechten Leiste...“ erstmalige Vorstellung am 18. 11. 2009 mit hochgradigen Pfannenlockerungen beidseits. (Katthagen 7 re., Katthagen 6–7 li.). **b** Intraoperative BV-Aufnahme mit Hohmann-Hebeln am Pfannenrand und eingeschlagenem Meißel am aufsteigenden Sitzbein (1/2010). **c** Intraoperative BV-Aufnahme mit gerade eingebrachter Pfannenrekonstruktionsschale. Die umgebogene distale Lasche ist im Sitzbein eingeschlagen und gegen ein sekundäres Ausreißen mit einer Schraube gesichert. Die proximalen Laschen sind gerade mit einer Schraube temporär fixiert. Der riesige azetabuläre Defekt (Beckendiskontinuität!) ist noch nicht mit Spongiosachips aufgefüllt (1/2010). **d** Postoperatives Röntgenbild am 2. Tag (1/2010). **e** Verlaufskontrolle nach 3 Monaten (4/2010). Die Patientin ist mit Stützen nahezu schmerzfrei mobil und wünscht die Gegenseite in einem halben Jahr ausgetauscht. Die eingebrachte homogene Spongiosaplastik ist beginnend konsolidiert, das Implantat unverändert stabil.

Klassifikation und Implantate

Im deutschsprachigen Raum hat sich aus Gründen der Praktikabilität die Defektklassifikation der DGOOT [13] durchgesetzt, die international am besten mit der Paprosky-Einteilung zu vergleichen ist. Es werden dabei ebenso kleine und mittlere Defekte (umschlossen, „contained“) erfasst, die in den meisten Fällen mit Standardimplantaten zu behandeln sind. Bei den großen, kombinierten Defekten und bei den vollständigen Kno-

chenverlusten (offen, „non contained“) lassen sich nur langschäftige Revisionsstiele, in extremen Fällen sogar nur noch komplette Femurersatzprothesen einsetzen (**Abb. 6**).

Kompliziert wird ein Vergleich der präoperativen Defektklassifikation dadurch, dass nicht selten durch unvorhergesehene oder auch geplante Knochenverletzungen (z.B. transfemorale Zugang, s.u.) intraoperativ die Ausgangssituation im Sinne eines iatrogenen „Upgrading“ des

Defekts verschlechtert wird. So kann beispielsweise ein geringgradiger (Grad-1-Defekt) zum hochgradigen (Grad-6-Defekt) werden, wenn Prothese und teilweise fest sitzender Knochenzement über zusätzliche Knochenfenster oder gar einen transfemorale Zugang geborgen werden müssen (**Abb. 7**).

Der anatomische Ausgangsdefekt des Knochens kann durch operative Maßnahmen komplexer werden.

Operationsprinzipien

Kleine oder mittlere segmentale Defekte (Katthagen 1–3)

In den meisten Fällen lässt sich ein ausreichend gelockertes Schaftimplantat über die Implantationsöffnung („endofemoral“) entfernen und zwar unabhängig von der Verankerungsart (unzementiert oder zementiert). In solchen Fällen bleibt das Knochenrohr des Femurs erhalten und nach sorgfältigem Débridement kann eine Standardprothese neu verankert werden. Aufgrund der nach Implantatentfernung zurückbleibenden glatt polierten Kortikalisstrukturen ist allerdings eine knöcherne Reintegration der unzementiert eingebrachten Prothese nicht wahrscheinlich, sodass deshalb besser ein zementiertes Verfahren zur Anwendung kommen sollte.

Als ein kombiniertes Verfahren ist das „Impaction Grafting“ mit proximal verankernden Standardimplantaten für geringgradige und geschlossene femorale Defekte geeignet. Bei der Verwendung von glatten Primärschäften, die nach dem Auffüllen und Impaktieren der Defekthohlräume mit allogenen, spongiosen Knochen einzementiert werden, wird über eine gute knöcherne Transformation und Integration des eingebrachten Materials berichtet [10, 12].

Große, offene und komplette Knochendefekte (Katthagen 4–6)

Bei nicht mehr ausreichend erhaltener Knochenstruktur kommen ausfüllende Operationsstrategien an ihre Grenzen und es muss die mittlere und distale Diaphyse zur Prothesenneuverankerung herangezogen werden. Hierfür eignen sich besonders langschäftige Prothesen, die mit einem ausreichenden Übermaß („press fit“) und ohne Verwendung von Knochenzement fest sitzen. Die Verankerung erfolgt durch eine mehr oder weniger konische Verklebung mit aus-

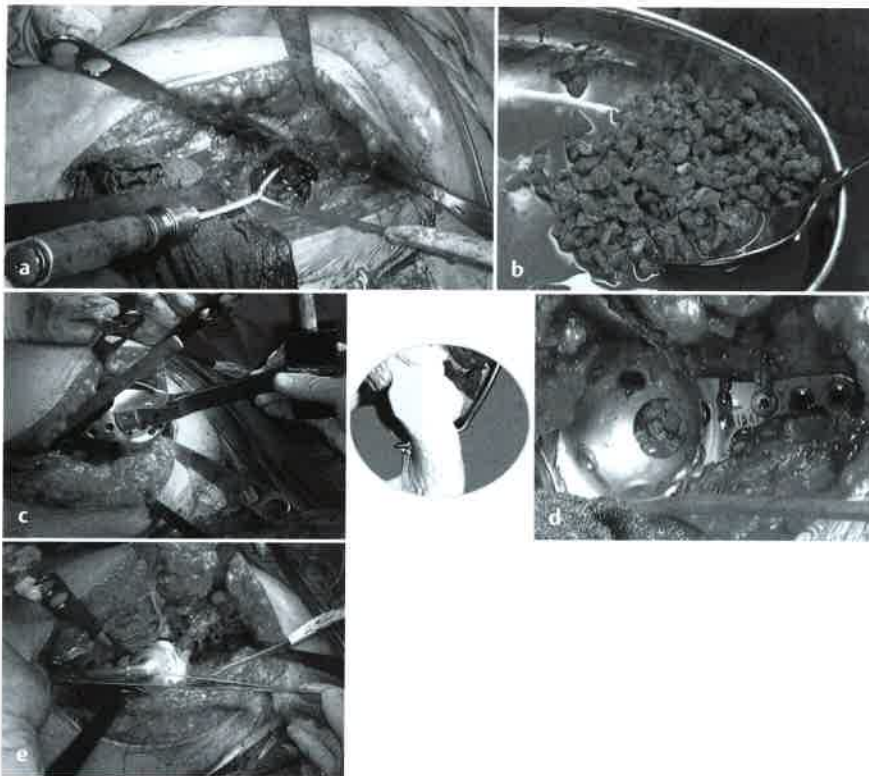


Abb. 5a bis e Operationstechnik in intraoperativen Bildern (Rückenlage des Patienten). **a** Nach Explantation der Pfanne und des Schaftes (hier über transfemorale Zugang zur optimalen Exposition des Pfannenlagers) wird das vollständige Débridement mit einer rotierenden Kunststoffbürste abgeschlossen. **b** Eine ausreichende Menge von Knochenchips (hier homogenes, kryokonserviertes und nicht thermodesinfiziertes Material aus 2 Hüftköpfen) wird in den Defekt tamponiert. **c** Mittels Führungsinstrument wird die gebogene distale Lasche der Rekonstruktionschale am positionierten Meißel (**Abb. 4b**) entlanggeführt und in das Sitzbein eingeschlagen. **d** Die Stützschale in situ. Die an der Beckenschaukel anliegende ventrale Lasche ist mit 3 Schrauben belegt. Durch das zentrale Loch der Titanschale erkennt man die eingebrachten Knochenchips. **e** Unter Verwendung von einer kleinen Menge Knochenzement wird das PE-Inlay in der Rekonstruktionspfanne eingeklebt.

großvolumiger Metallimplantate in jenen Raum, welchen der neu zu bildende Knochen benötigt, quasi „erkaufte“. Die Spirale des zunehmenden Knochenverlusts wird so nicht durchbrochen, die Knochen substanz nimmt weiter ab [16].

Strategie der Defektfüllung

Am Femurschaft ist das Ausfüllen von Knochendefektzonen ein probates Mittel, um eine primär stabile Belastungssituation zu erzielen. Diese Verfahren erfordern weitgehend geschlossene („contained“) Knochenstrukturen und sind somit v.a. bei Grad-1-3-Defekten anwendbar:

- Zementfixation (**Abb. 8**)
- Impaction Grafting (**Abb. 9**)
- Jumbo-Implantate (**Abb. 10**)

Wie die aufgeführten Beispiele zeigen, ist ein für den Langzeiterfolg insbesondere bei jungen Patienten gewünschtes „Downgrading“ der Defekte nicht zu erreichen, da die eingesetzten Materialien exakt den Platz einnehmen, in den neuer Knochen eigentlich hineinwachsen sollte.

Strategie der Defektüberbrückung

Bekanntermaßen steht bei hochgradigen Defektsituationen der proximale metaphysäre Knochen nicht ausreichend zur Verankerung zur Verfügung und das lange Revisionsimplantat muss den Kraftfluss aus dem Hüftgelenk in die Femurdiaphyse leiten. Gleichzeitig kann jetzt neuer Knochen in der ehemaligen Defektzone entstehen und quasi sekundär die Prothese in der Metaphyse abstützen. Bleibt die Krafteinleitung aber auf Dauer in der Diaphyse des Oberschenkels bestehen und kommt es nicht zu sekundärer Druckbelastung des neu entstandenen Knochens, entsteht eine kortikale Atrophie mit der Folge des neuerlichen Knochenabbaus („stress shielding“). Langfristig wird das Implantat dadurch auch in der Diaphyse gelockert und nachsinken oder bei absoluter Fixation brechen [9, 16].

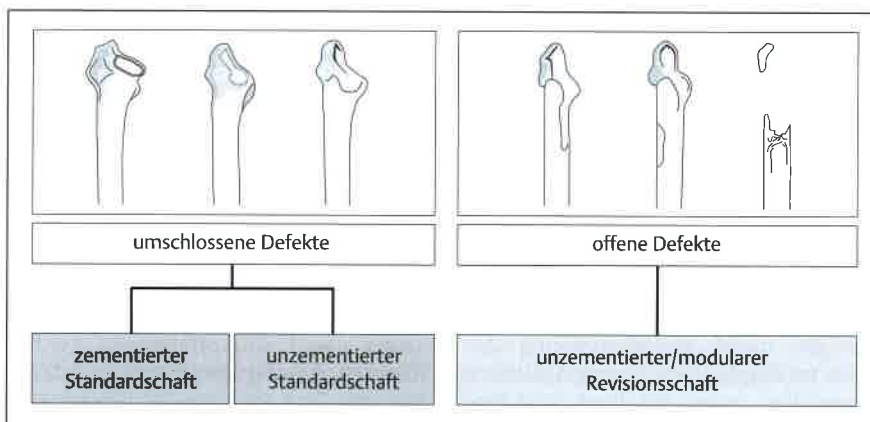


Abb. 6 Defektklassifikation und Implantatauswahl am Femur.

reichend großen Implantatdurchmessern, teilweise unterstützt durch zusätzliche Verriegelungsschrauben („locking screws“).

Um die Nachteile einer dauerhaften distalen Krafteinleitung zu umgehen, be-

vorzugen andere Konzepte eine proximale Verankerung: Die primär stabile Situation wird durch großvolumige Implantate erreicht, welche den ausgeweiteten Markkanal vollständig ausfüllen („fit and fill“). Die proximale Krafteinleitung wird aber durch das Einbringen

Einen Weg aus diesem Dilemma bietet die Verriegelungsoption von Prothesenschäften in Kombination mit einem transfemorale KnochenDébridement, das – ähnlich den Abläufen bei einer Frakturheilung – zur Entstehung von neuen Kortikalisstrukturen beitragen kann.



Abb. 7 a bis c AM, *03.06.1924, w.: Erstimplantation HTP li. 1989 wegen Koxarthrose. **a** Präoperatives Röntgenbild (9/1999) mit „klassischen“ Lockerungszeichen einer zementierten Geradschaftprothese (Katthagen 3–4) und papierdünner Restkortikalis. Teilweise ausgeprägte Osteolysen, teilweise noch fester Knochen-Zement-Kontakt, der ein vollständiges Entfernen von Prothese, Zement und Granulationsgewebe über einen *endofemorale*n Zugang erschwert. **b** Postoperatives Röntgenbild (9/1999) nach *transfemoralem* Bergen der Prothese, Einsatz einer langschäftigen Revisionsprothese mit distaler Verriegelung (Bicontact-Revisionsschaft, Fa. Aesculap) zur Überbrückung der iatrogenen „Frakturzone“. Die aufgebrochenen Knochenschalen konnten wegen hochgradiger Knochenweiche nicht mittels Drahtcerclagen refixiert werden, sodass der Prothesenschaft ohne proximale Unterstützung (entspricht Katthagen 6) rein metaphysär verankert ist. Nach einem Jahr geplantes Entfernen des Verriegelungsbolzens zur Dynamisierung. **c** Aktuelles Röntgenbild (9/2009) im Verlauf über 10 Jahre mit radiologisch deutlich erholter Knochenstruktur im prothesentragenden metaphysären Femur: „Downgrading“ des ursprünglichen Defekts von Grad 3–4 auf Grad 1–2 nach Katthagen.



Abb. 8 Beispiel für Zementausfüllung einer hochgradigen (Katthagen 5) femoralen Knochendefektsituation.

Prinzip der zementfreien Revisionsprothese mit distaler Verriegelung

In der operativen Traumatologie – dies ist Gegenstand zahlreicher Publikationen – haben sich Techniken zur Respektierung der Biologie der Knochenheilungsvorgänge in den letzten Jahren stürmisch entwickelt. Die Erkenntnis, dass nur gut durchbluteter, vitaler Knochen heilt und dauerhafte Stabilität verspricht, hat ihren Niederschlag in der sog. „Biologischen Osteosynthese“ gefunden [19].

Die Erfahrung, dass überbrückende metallische Implantate brechen, wenn der Knochen nicht in ausreichender Zeit heilt, hat man vielerorts auch in der Revisionsendoprothetik machen können. So ist es keine Seltenheit, dass diaphysär fest verankerte Prothesenstile versagen (Materialermüdung), wenn die metaphysäre Knochensubstanz zur Unterstützung fehlt – eine Situation, die bei Defekten über Grad 3 nach Katthagen immer vorliegt. Schafft man in solchen Fällen eine künstliche Frakturzone beispielsweise durch einen transfemorale Knochenzugang, der sich zur einfachen Entfernung der Schaftprothese ohnehin anbietet, wird aus dieser heraus neuer Knochen entstehen, der bei ausreichender Implantatstabilität bis an die Oberfläche der Prothese heranwächst [6]. Jetzt muss nur noch die Primärstabilität des langen, diaphysär verankernden Prothesenstiels

gewährleistet werden, um ein frühes Einsinken zu verhindern. Das erreicht man additiv zur Konusklemmung zuverlässig über Verriegelungsbolzen, die eine ähnliche zusätzliche Stabilisierungsfunktion übernehmen, wie man es von Verriegelungsmarknägeln in der Traumatologie kennt. Kommt es im Rahmen solch einer Osteosynthese nicht zur rechtzeitigen Frakturkonsolidierung, weil die Verriegelungsbolzen durch ihre statische Funktion eine interfragmentäre Kompression verhindern (Distension), ist es in vielen Fällen erfolgreich, die Verriegelungsbolzen zur Dynamisierung zu entfernen und damit die Fraktur zur Ausheilung zu bringen.

Gleiches Prinzip verfolgt die „temporäre Schaftverriegelung“ bei den Endoprothesenwechseln. Zunächst wird durch die Verriegelungsbolzen die mehr oder weniger starke Konusklemmung des Stiels im diaphysären Knochen deutlich unterstützt, sodass Rotations- und Einsinkverhalten limitiert sind. Hat sich der proximale, metaphysäre Knochenstock wieder erholt und ist – im Idealfall – aus den Frakturzonen nach transfemoralem Bergen des gelockerten Implantats sogar neuer Knochen entstanden, kann nach „Dynamisieren“ des Implantats durch die Entfernung der Verriegelungsbolzen der proximale Prothesenkörper im aufgebauten Knochen verankern und diesen unter einen formatierenden Druck set-

zen. Damit wäre die ehemals diaphysäre, statische Verankerung der Prothese in eine sekundär metaphysäre, dynamische rückverwandelt worden, was biomechanisch den besten Langzeiterfolg verspricht [16].

Die Umsetzung dieses Prinzips der Knochenbruchheilung bei Defektzonen (sog. „Trümmerbrüche“) aus der Traumatologie in die Endoprothetik ist als Phänomen der „Verankerungsumkehr“ erfolgreich etabliert und gewährleistet für weitere Wechseloperationen bei erneuten Lockerungsvorgängen eine bessere Ausgangssituation durch das „Downgrading“ des Ausgangsdefekts. Nicht zuletzt aufgrund der geänderten Altersstruktur unserer Bevölkerung und des zunehmend frühzeitigeren Primäreinsatzes von Endoprothesen ist zu befürchten, dass die gerade erfolgreich getauschte Endoprothese im Erlebensfall irgendwann wieder locker wird (**Abb. 11**).

■ Keine Prothese ist sicher die letzte!

Operationsprinzip Revisionsschaft

Die Implantation des Revisionsschafts erfolgt insbesondere bei ausgeprägten Defekten vorzugsweise durch einen modifizierten transfemorale Zugang [17]. Das proximale Femur wird dabei trans-

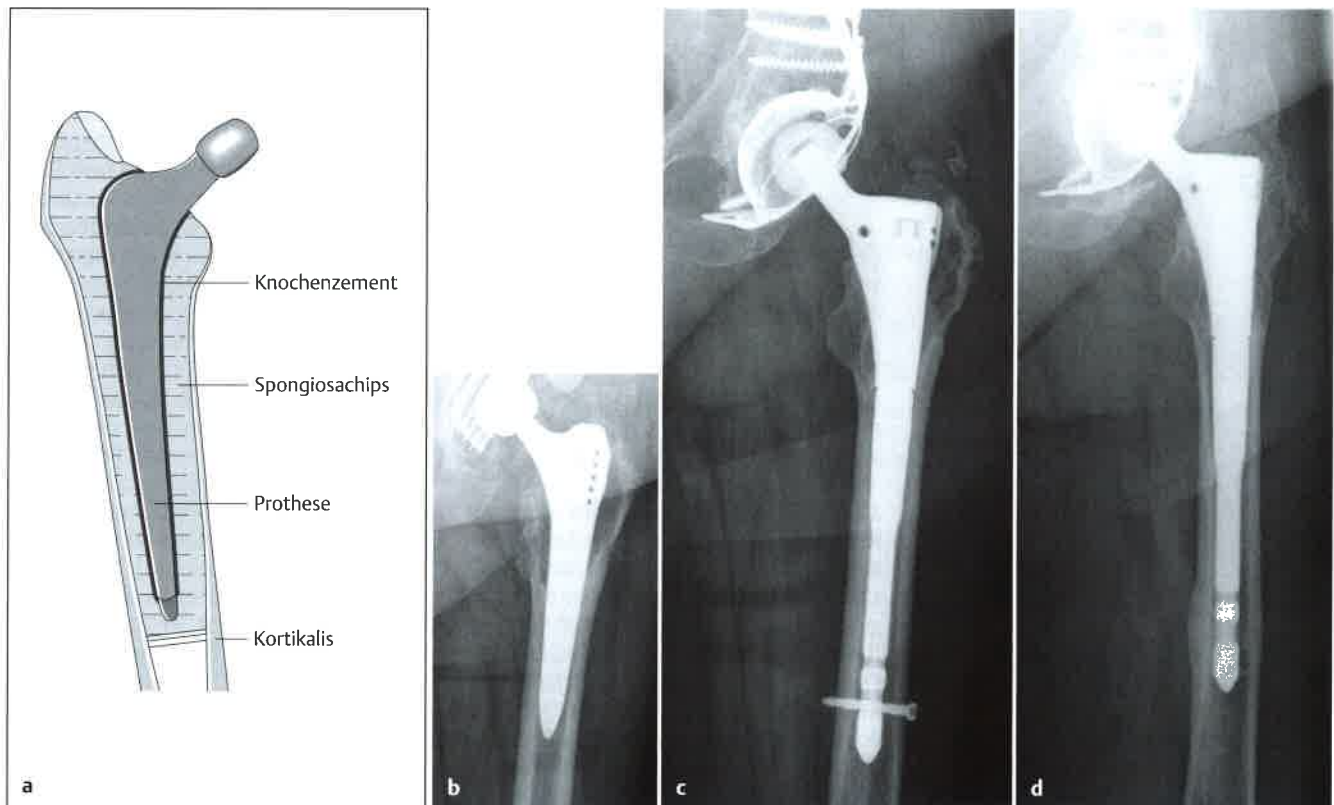


Abb. 9a bis d a Originales „Impaction Grafting“ (sog. „Exeter“-Technik): Prothese wird mittels Zement in ein vorverdichtetes Spongiosabett eingeklebt. **b–d** Modifiziertes „Impaction Grafting“: Revisionsprothese wird ohne Zement in ein vorverdichtetes Spongiosabett eingepresst, mit Verriegelungsbolzen zusätzlich stabilisiert (c) und ist nach Entriegelung (Dynamisierung) stabil (d).

muskulär über die Länge des zu wechselnden Primärimplantats lateral längs osteotomiert und der ventrale Knochen- deckel aufgeklappt, ohne ihn dabei aus dem Weichteilverbund zu lösen. Die Entfernung der Schaftprothesen unterschiedlichster Verankerungsart ist dadurch ebenso leicht möglich wie die des Knochenzements und die Kürettage des Knochenrohrs von Granulationsgewebe (Débridement). Neben dem vergleichsweise einfachen, übersichtlichen und vollständigen Entfernen der inliegenden Komponenten unterstützt und beschleunigt der transfemorale Zugang den Knochenumbau durch die in Gang gesetzten Frakturheilungsprozesse (**Abb. 12**).

Die Vorbereitung der Markhöhle zur Aufnahme des Implantats ist abhängig von verschiedenen Faktoren (Knochenfestigkeit, Antekurvatur, Länge der Osteotomie, intraossäre Hindernisse etc.) und wird demzufolge situationsangepasst durchgeführt. Die Präparation der distalen Diaphyse erfolgt stufen- und wahlweise über flexible oder starre Markraumborner.

Beim Einsetzen der distalen Implantatkomponente entsteht durch Auswahl

der Implantatgröße in Abstimmung mit dem zuletzt benutzten Bohrer ein verklemmendes Übermaß (Pressfit). Bei osteoporotischem Knochen kann durch Auswahl der nächstdickeren, evtl. auch längeren Prothese ein besseres Pressfit erzielt werden, das durch zusätzliche Verriegelung nochmals verbessert wird. In Fällen mit schlecht kalkulierbarer Primärstabilität erhöht die optionale distale Verriegelung die primäre Axial- und Rotationsstabilität signifikant.

Konzeptionell genutzt, ist jedoch die Entfernung der distalen Verriegelung ein wesentlicher Bestandteil der temporären Primärverankerung mit zeitverzögerter Verankerungsumkehr und sollte deshalb regelhaft durchgeführt werden.

Mit dem zunehmenden Einsatz von modularen Schaftkomponenten ist die intraoperative Beinlängen- und Rotationsbestimmung einfacher geworden, andererseits erhöht sich dadurch das Risiko von Implantatbrüchen gegenüber Monoblockimplantaten.

Das Zurückklappen des zur Entfernung der Prothese gebildeten Knochen- deckels

und seine Sicherung durch (möglichst) wenige Cerclagen gewährleistet einerseits die Knochenheilung und garantiert den suffizienten Ansatz der hüftgelenk- übergreifenden Muskulatur. Beim Vorliegen vollständiger Knochendefektzonen wird eine zusätzliche, möglichst homogene Spongiosaplastik eingebracht. Nach Abschluss des proximalen Knochenaufbaus, welcher abhängig vom Ausgangsdefekt nach frühestens 12–24 Monaten zu erwarten ist, werden die distalen Verriegelungsbolzen entfernt (Dynamisierung, **Abb. 7**).

Nachbehandlung

Solcherart komplex versorgte Patienten bedürfen einer individuellen Nachbehandlung, die auf einigen wenigen Standards beruht, die aber über die der Primärimplantation hinausgehen.

Der postoperative Aufenthalt bis zur gesicherten Rückkehr der Vitalfunktionen auf der Intensivstation erfolgt erfahrungsgemäß und je nach Begleiterkrankungen für mindestens 24 Stunden.

Bereits dort beginnt wegen der regelhaft erheblichen Weichteil- und Knochen-



Abb. 10 Beispiel für Ausfüllung einer hochgradigen (Katthagen 6) Knochendefektsituation mittels Massivimplantat (sog. „Jumbo“-Prothese).

alteration ein krankengymnastisches Übungsprogramm zur Mobilisierung **im Bett** bis zum 7. postoperativen Tag. Erst danach werden unter Zuhilfenahme von entsprechenden Gehwagen und später Gehstützen die Mobilisierungsversuche außerhalb des Bettes fortgesetzt mit einer Teilbelastung der betroffenen Extremität von etwa 20–30% des Körpergewichts. Diese Teilbelastung wird bis zur 12. Woche postoperativ empfohlen einzuhalten, wobei der überwiegende Teil der Operierten sicher nach Entlassung aus der Rehabilitationsklinik eine mehr oder weniger schmerzadaptierte Vollbelastung durchführt.

Zum Ende des 3. Monats wird mit einer Röntgenverlaufskontrolle der stabile Sitz der Prothesenkomponenten dokumentiert und die Patienten in ein Nachsorgekollektiv aufgenommen. Die Verriegelungsbolzen sowie die stabilisierenden Drahtcerclagen sollten etwa 1 Jahr nach der Austauschoperation im Rahmen eines kurzen stationären Aufenthalts wieder entfernt werden.

Diskussion

Die vordergründigen Therapieziele bei Austauschoperationen von aseptisch gelockerten Endoprothesen bestehen darin, die den Patienten erneut verloren

gegangene Lebensqualität wieder zurückzubringen und zukünftig drohenden Implantatlockerungen durch knochenbauende Operationen vorzubeugen. Dabei wird von der Strategie der primär hochstabilen Zementausfüllung der Defektzonen immer öfter zu „biologischen“ Verfahren mit Defektüberbrückung unter Verwendung von unzementiert verankernden Pfannenrekonstruktionsschalen und Langschaftprothesen übergegangen. Die erfolgreiche Revitalisierung der hohlraumfüllenden, fest impaktierten, homogenen Spongiosa mit anschließendem Remodeling der azetabulären Defekte konnte zwischenzeitlich klinisch, projektionsradiografisch und mittels der Positronenemissionstomografie (PET) an ausgewählten Fällen nachgewiesen werden [18]. Voraussetzung für das Neuentstehen eines tragfähigen Pfannenbodens ist dabei ein ersatzstarkes Knochenlager und eine stabile Überbrückung des Defekts mit einer geeigneten Pfannenrekonstruktionsschale, die aus diesem Grund stabil und nicht zementiert im aufsteigenden Sitzbeinast einerseits und an der Beckenschaukel andererseits befestigt wird. Damit ist gewährleistet, dass niemals ein Implantat auf einem Transplantat verankert wird [3,11]. Die Autoren, die beim Einsatz von Burch-Schneider-Ringen über extrem hohe Lockerungsraten berichten,

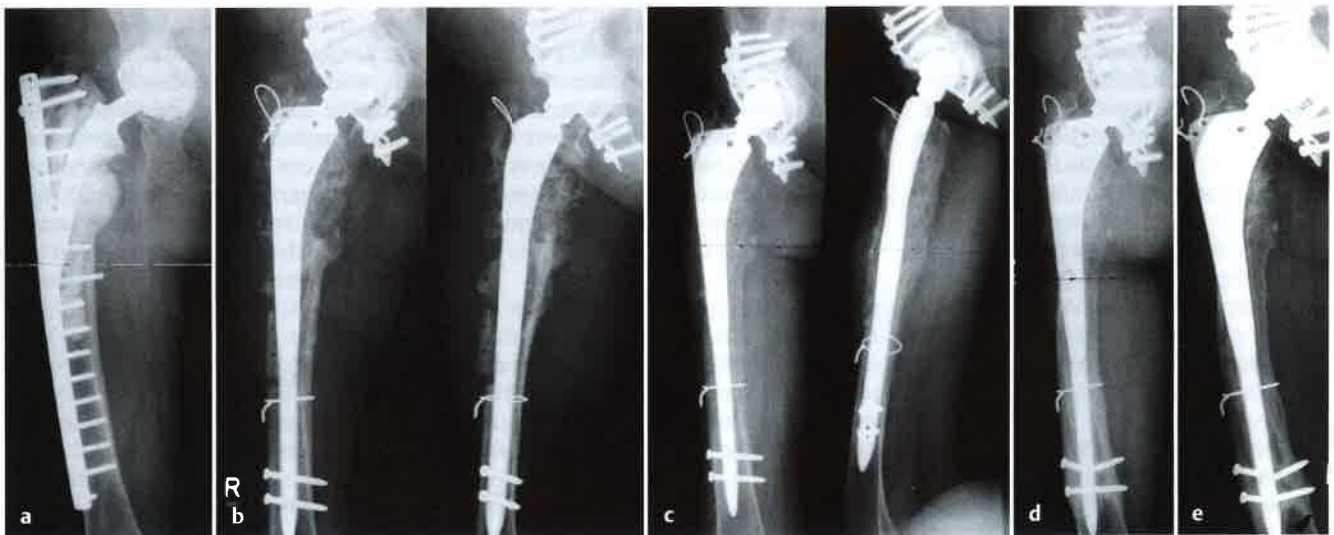


Abb. 11 a bis e AZ, * 04.04. 1933, w.: Erstimplantation HTP re. 1979 wegen Koxarthrose. **a** Röntgenbild (10/1994) mit höchstgradigem Knochendefekt (Katthagen 6) und ausgebrochener, zementierter Schaftprothese nach bereits zuvor 2-maliger Wechseloperation. **b** Postoperatives Röntgenbild (11/1994) zeigt die Defektüberbrückung mit langschäftiger Revisionsprothese und 2-facher Verriegelung. Der metaphysäre Knochendefekt ist mit Spongiosachips aus 3 kryokonservierten Hüftköpfen aufgefüllt. **c** Nach 19 Monaten (6/1996) ist bei stabilem Prothesensitz des Schaftes die metaphysäre eingebrachte Spongiosaplastik radiologisch tragfähig und der Patientin wird die „Dynamisierung“ empfohlen, die sie ablehnt. **d** Röntgenverlaufskontrolle (10/1998): Vier Jahre nach Schaftwechsel dynamisiert sich das Implantat selbst (Bolzenbruch), um nach dieser minimalen Dislokation über 9 weitere Jahre unverrückt im wieder aufgebauten (metaphysären) Knochen verankert zu bleiben. **e** Nach 13 Jahren (1/2007) fällt im Röntgenverlaufsbild der 2. Bolzenbruch auf. Es wird vermutet, dass die dauerhafte diaphysäre Stabilisierung (statische Verriegelung) zur kortikalen Atrophie des aufgebauten Knochens geführt hat (sog. „stress shielding“). Bei weitgehender Beschwerdefreiheit und Mobilität wünscht die inzwischen 77-jährige keine Revision.