

# Megaendoprothesen am Kniegelenk

**In den letzten Jahrzehnten hat die orthopädische Tumorchirurgie große Fortschritte erfahren. Durch eine erfolgreiche interdisziplinäre Zusammenarbeit von Orthopäden, Internisten und Strahlentherapeuten sind extremitätenerhaltende Operationen zur Behandlung von malignen Knochentumoren die häufigeren, Amputationen die selteneren Eingriffe geworden. Eine den Regeln der radikalen Tumorchirurgie folgende Resektion mit Einhaltung eines genügenden Sicherheitsabstands hinterlässt jedoch bei artikulierender oder gelenknaher Lage des Neoplasmas neben dem Verlust des Gelenks stets einen ausgedehnten Knochendefekt. Mit dem Einbau einer Megaendoprothese wird sowohl das Gelenk als auch der gelenknahe Knochen ersetzt. Diese Implantate ermöglichen in der Regel eine gute Gelenkmobilität sowie den Erhalt der Beinlänge und der Lebensqualität, sogar in Fällen, bei denen eine ausgeprägte ossäre und weichteilige Resektion erforderlich ist. Mit modernen Prothesendesigns ist es gelungen, die Prothesenüberlebensraten von 87% nach 5, 80% nach 10 und 56% nach 15 Jahren zu erzielen [2].**

Die Anzahl der Publikationen zu diesem Thema ist in den vergangenen 5 Jahren deutlich gestiegen. Die Gründe dafür sind unterschiedlich. Bis vor wenigen Jahren gab es nur wenige klinische Studien über die Verwendung von Megaendoprothesen. Die jeweiligen Kollektive waren klein und/oder inhomogen und die Vielzahl von verschiedenen Prothe-

senmodellen erlaubte kaum einen Vergleich der Literaturdaten. Darüber hinaus stammten viele Informationen aus dem Zentrum, in dem die jeweilige Prothese entwickelt wurde, was ebenfalls eine Generalisierung der berichteten Resultate erschwert.

Neben der orthopädischen Tumorchirurgie können Megaendoprothesen zur Behandlung von anderen Entitäten, die mit ausgedehnten Knochendefekten einhergehen, eingesetzt werden, wie z. B. aseptische Knieprothesenlockerungen oder Pseudarthrosen nach vorausgegangener osteosynthetischer Versorgung.

In diesem Beitrag wird die aktuelle Literaturlage über Megaendoprothesen des Kniegelenks zusammengefasst und anhand des eigenen Krankenguts illustriert.

## Indikationsspektrum

Ursprünglich sind die Megaendoprothesen für die onkologische orthopädische Chirurgie entwickelt worden (Abb. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7). Aufgrund von häufig erforderlichen ausgeprägten Knochenresektionen im Bereich des distalen Femurs oder der proximalen Tibia konnte das betroffene Kniegelenk nicht immer mittels der Implantation von herkömmlichen Kniegelenkendoprothesen rekonstruiert werden. Systeme, die auch den Ersatz verlorener gelenknaher Knochensegmente erlauben, die Megaendoprothesen, waren erforderlich.

Mittlerweile werden Megaendoprothesen auch bei der Revision aseptisch gelockterter Knieendoprothesen eingesetzt, wenn aufgrund mehrfacher Voroperationen größere, mit Knochentransplantaten oder Zement nicht rekonstruierbare Kno-

chendefekte vorliegen oder zur Behandlung von Pseudarthrosen nach erfolgloser osteosynthetischer Versorgung distaler Femurfrakturen (Abb. 8; [10, 11, 15]).

## Implantate

Heutzutage werden von zahlreichen Firmen modulare Rekonstruktionssysteme für die orthopädische Tumorchirurgie hergestellt.

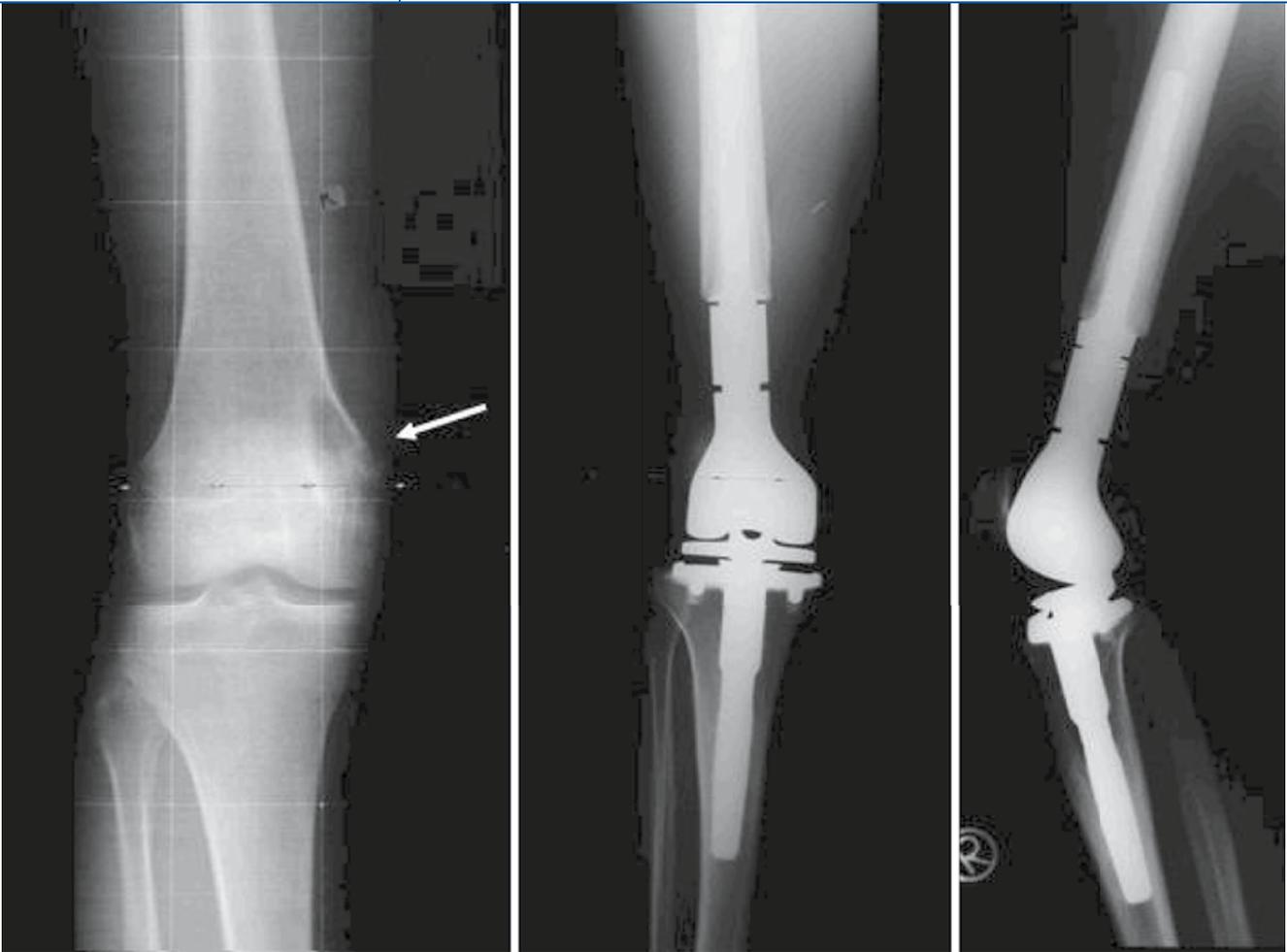
### ➤ Gelenkimplantate sind in verschiedenen Größen mit variablen femoralen und tibialen Schaftlängen verfügbar

Die Gelenkimplantate sind in verschiedenen Größen mit variablen femoralen und tibialen Schaftlängen, sowohl für die zementfreie als auch für die zementierte Verankerung, verfügbar. Im Folgenden werden verschiedene Systeme vorgestellt, die entweder als Entwicklungsstufen auf dem Wege zu den aktuellen Megaendoprothesen betrachtet werden können oder aber zu den gegenwärtig am häufigsten verwendeten gehören.

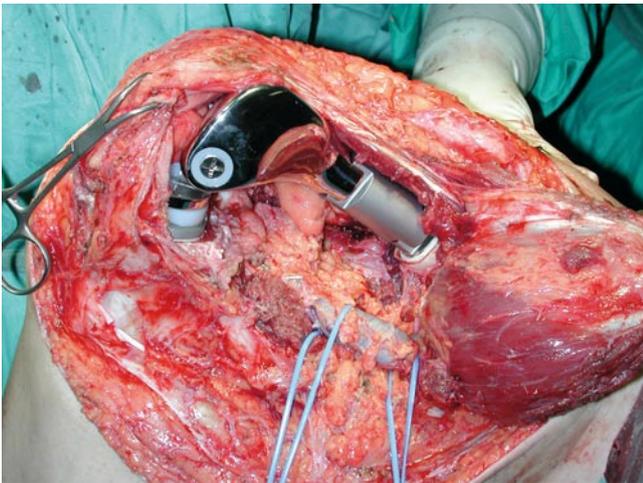
## Prothesenmodelle

### KMFTR®/HMRS®

Das KMFTR®-System („Kotz Modular Femur-Tibia Reconstruction System“) war eines der ersten Modulare Systeme. Es wurde 1982 von R. Kotz in Wien zusammen mit M. Campanacci aus Bologna entwickelt. Aus diesem System entstand 1990 das HMRS®-System („Howmedica Modular Reconstruction System“, Fa. Stryker, Mahwah, NJ, USA). Im Vergleich zum



**Abb. 1** ▲ Links A.-p.-Aufnahme des rechten Kniegelenks eines 18-jährigen Mannes mit einem Osteosarkom des distalen Femurs (Pfeil). Mitte und rechts Nach Tumorresektion konnte eine Megaendoprothese Typ GMRS® (Fa. Stryker, Mahwah, NJ, USA) implantiert werden



**Abb. 2** ◀ Intraoperativer Situs mit einliegender GMRS®-Megaoprothese, der Streckapparat konnte erhalten werden. Das Gefäßbündel ist mit 2 Vessel-Loops angeschlungen. Die Backhaus-Klemme fixiert den Rest des Retinaculum mediale an den Rand der Patellarsehne

Stahllegierungen für die Verankerung mit Zement.

**GMRS®**

Bei der GMRS®-Prothese („Global Modular Replacement System“) handelt es sich um ein modulares Rekonstruktionssystem (Fa. Stryker), das neben der Tumorchirurgie seinen Einsatz auch zur Rekonstruktion bei ausgedehnten Knochendefekten in der Revisionsendoprothetik findet. Die Artikulation erfolgt über Rotationsscharnier. Die femorale Komponente verfügt über eine vertiefte Trochlea, die optional mit der Duracon®-Patellakomponente kombiniert werden kann.

**MUTARS®**

Die MUTARS®-Prothese („Modular Universal Tumor And Revision System“) wurde Anfang der 1990er Jahre von W. Winkelmann in Münster entwickelt und wird

KMFTR System wird das HMRS®-System nur von einer Platte im Schaftbereich unterstützt (an der Stelle von ursprünglich 2 Platten). Mehrere Schaftgrößen und -längen in gerader und gebogener Form sind

verfügbar. Für die zementfreie Verankerung werden Titanstiele angeboten, deren Oberfläche Rippen zur Rotationssicherung aber keine „Porous-coated-Strukturen“ tragen. Zusätzlich gibt es Stiele aus

von der Fa. Implantcast (Buxtehude, Deutschland) vertrieben. Die Modelle zur zementfreien Verankerung bestehen aus einer Titaniumlegierung (TiAl<sub>6</sub>V<sub>4</sub>), diejenigen zur zementierten Verankerung aus einer Cobalt-Chrom-Molybdän- (CoCr-Mo-)Gusslegierung.

### GUEPAR®

Die GUEPAR®-Prothese („Groupe pour l'Utilisation et l'Etude des Protheses Articulaires“) wurde in Paris entwickelt (Fa. Stryker, Benoist Girard, Herouville Saint Claire, Frankreich). Die zementierte Prothese besteht aus einer Cobalt-Chrom-Legierung. Das GUEPAR®-System ist seit den 1970er Jahren im klinischen Einsatz, wobei es über die Jahre erhebliche Veränderungen erfuhr. Das GUEPAR-I-Modell® war zwischen 1972 und 1977 erhältlich; 1977 wurde ein Rotationsscharnier mit einem PE-Inlay eingeführt. 1992 wurde das Rotationsscharnier aufgrund einer höheren Rate von mechanischen Komplikationen verlassen und das Originalimplantat erneut eingeführt.

### „HSS-modular-linked system®/FINN®“

Das „HSS- (Hospital for Special Surgery)-modular-linked System“ wurde Mitte der 1980er Jahre im „Hospital for Special Surgery“ in New York entwickelt, während das FINN®-System 1989 von H. Finn in Chicago entworfen wurde. Im Gegensatz zum HSS®-System verfügte die FINN®-Prothese über ein Rotationsscharnier. Beide Systeme wurden von der Fa. Biomet (Warsaw, IN, USA) vertrieben.

Ein Vergleich beider Systeme in einem Gesamtkollektiv von 82 Patienten bei einem Mindestnachuntersuchungszeitraum von 2 Jahren ergab eine aseptische Lockerungsrate von 31,4% für das HSS®- und von 6,5% für das FINN®-System [20]. Die 5-Jahres-Überlebensrate betrug 64% für das HSS®- und 82% für das FINN®-System. Basierend auf der klinischen Erfahrung mit diesen beiden Systemen wurde das OSS® („Oncology Salvage System“) entwickelt.

### OSS®

DAS OSS® („Oncology Salvage System“) wird von der Fa. Biomet (Warsaw, IN, USA) vertrieben. Es handelt sich um ein modulares

## Zusammenfassung · Abstract

Orthopäde 2010 · 39:949–959 DOI 10.1007/s00132-009-1565-9  
© Springer-Verlag 2010

K. Anagnostakos · D. Kohn

### Megaendoprothesen am Kniegelenk

#### Zusammenfassung

Durch die Entwicklung moderner modularer Rekonstruktionssysteme (Megaprothesen) ist die Gelenkrekonstruktion im Rahmen von extremitätenerhaltenden Eingriffen ermöglicht oder zumindest vereinfacht worden. Die orthopädische Onkologie kann aufgrund der engen Kooperation mit anderen Fachdisziplinen wie der internistischen und der pädiatrischen Onkologie, der Radiologie und der Strahlentherapie aber auch optimierter operativer Verfahren zunehmend bessere Behandlungsergebnisse vorweisen. Der vorliegende Beitrag fasst die aktuelle Information zum Thema Megaprothesen des Kniegelenks aufgrund der vorliegenden Litera-

tur sowie anhand des eigenen Krankenguts zusammen. Dabei war die Auswertung des Schrifttums nicht einfach. Es gibt große Unterschiede im chirurgischen und im begleitenden (adjuvanten/neoadjuvanten) Vorgehen, zwischen den untersuchten Patientenkollektiven, sowie bei der Definition von Behandlungserfolgen und Komplikationen, zudem existiert eine Vielzahl unterschiedlicher Implantate.

#### Schlüsselwörter

Megaprothesen · Kniegelenk · Knochentumor · Aseptische Prothesenlockerung · Tumorrezidiv

#### Megaprosthesis of the knee joint

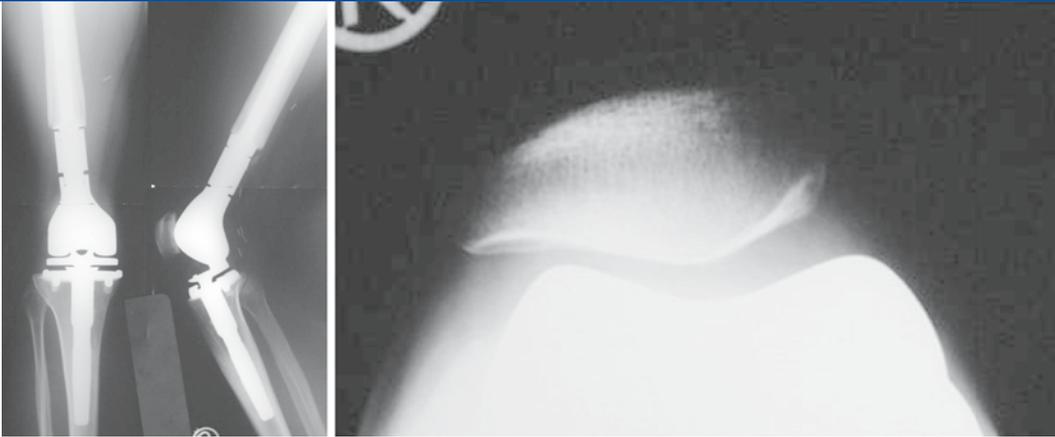
#### Abstract

The development of modern modular reconstructive endoprosthetic systems (megaprosthesis) has enhanced or at least simplified the joint reconstruction in limb-sparing surgery. Orthopaedic oncology can demonstrate better treatment outcomes as a consequence of the close collaboration with other disciplines, such as internal and pediatric oncology or diagnostic and therapeutic radiology, or improved surgical procedures. The present article summarizes all current information about megaprosthesis of the knee joint based on the literature as well as our own col-

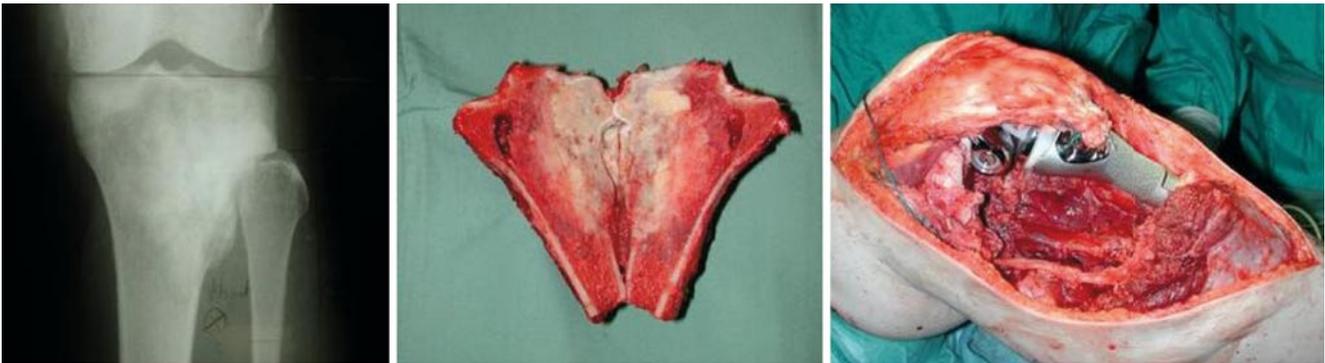
lective. Evaluation of the literature was not easy. There are great differences in the surgical and accompanying (adjuvant/neoadjuvant) procedures, among the patient collectives as well as the definition of treatment success and complications. Furthermore, a variety of different implants exist.

#### Keywords

Megaprosthesis · Knee joint · Bone tumor · Aseptic prosthesis loosening · Tumor recurrence



**Abb. 3** ◀ Bei einem Nachuntersuchungszeitraum von 3 Jahren weist die Megaendoprothese keine Lockerungszeichen und eine zentrierte Patella auf



**Abb. 4** ▲ **Links** A.-p.-Aufnahme des rechten Kniegelenks einer 17-jährigen Frau mit einem Osteosarkom der proximalen Tibia. **Mitte** Längsgespaltenes Tumorresektat. **Rechts** Nach Implantation einer Megaendoprothese Typ GMRS® (Fa. Stryker) wurde der Streckapparat an der tibialen Komponente refixiert

System mit einem Rotationsscharnier, welches sowohl für eine zementfreie als auch für die zementierte Verankerung erhältlich ist. Diaphysäre Defekte können in 2-cm-Schritten ersetzt werden.

#### STANMORE®

Die STANMORE®-Prothese ist das System mit der längsten klinischen Erfahrung. Sie wurde erstmalig 1949 implantiert (Stanmore Implants Worldwide Ltd, United Kingdom). Ursprünglich handelte es sich um ein zementiertes Implantat, das seit Anfang der 1990er Jahre auch in zementfreier Form erhältlich ist. Teile des zementfreien Modulare Systems sind mit Hydroxyapatit beschichtet. Die Artikulation wird über einen Rotating-hinge-Mechanismus gewährleistet.

#### Orthogenesis LPS®

Die Orthogenesis-LPS®-Prothese („Limb Preserving System“) wurde auf der Basis des S-ROM-Knie- und des AML-Hüftsystems entwickelt und wird von der Fa. Depuy (Warsaw, IN, USA) vertrieben. Es handelt sich um ein modulares Prothe-

sensystem zum segmentweisen Ersatz von ausgedehnten Knochendefekten, das neben der Tumorchirurgie auch in der Revisionsendoprothetik eingesetzt werden kann. Die Artikulation erfolgt über einen achsgekoppelten Mechanismus, während dem Operateur zementierte und zementfreie Stielverlängerungen in gerader und gebogener Form zur Verfügung stehen. Der Ausgleich von Knochendefekten kann in 5-mm-Schritten stattfinden.

#### MOST Options®

Dieses System wurde Ende der 1990er Jahre eingeführt und wird von der Fa. Zimmer (Warsaw, IN, USA) vertrieben. Das Kniegelenk wird durch ein Rotationsscharnier ersetzt. Diaphysäre Defekte werden modular in Schritten von 12,5 mm ausgeglichen.

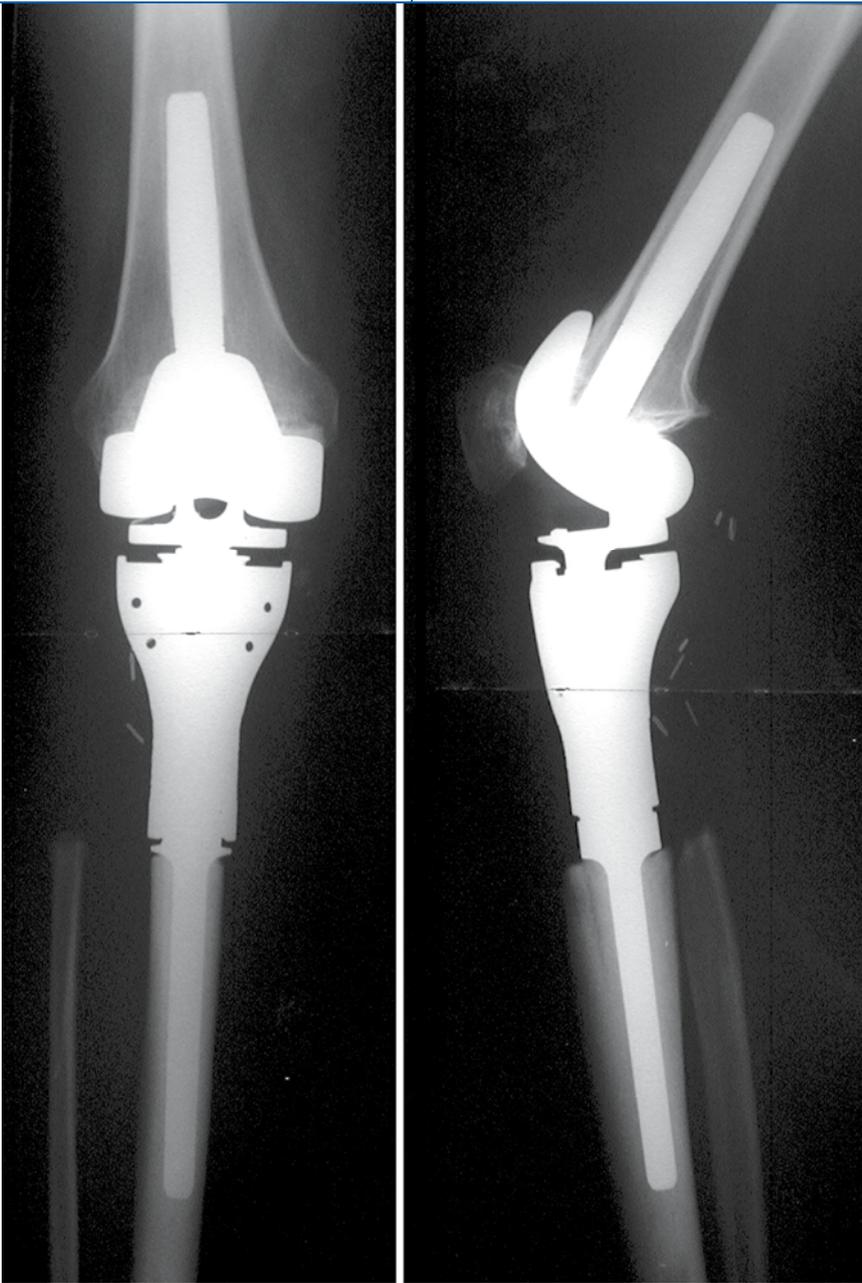
#### Antimikrobielle Silberbeschichtung

Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Megaendoprothesen und den herkömmlichen Oberflächenersatzprothesen liegt in der größeren Fremdoberfläche der Ersteren. Diese großen Fremd-

oberflächen begünstigen ebenso wie ausgedehnte Operationswunden, lange Operationszeiten und hoher Blutverlust die Manifestation einer Infektion. Bei einer bakteriellen Kolonisierung der Implantate ist eine Infekteradikation trotz adäquater lokaler und systemischer Antibiotikatherapie nicht immer möglich. Nach stattgehabter Infektion wurde eine Reinfektionsrate von 43% ermittelt [2]. Aus diesem Grund muss der Infektprävention ein hoher Stellenwert zugemessen werden. Dies könnte durch die Entwicklung von antimikrobiell beschichteten Implantaten gelingen. Die Fa. Implantcast (Buxtehude, Deutschland) hat in Zusammenarbeit mit der Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie des Universitätsklinikums Münster eine silberbeschichtete Tumorendoprothese (MUTARS®) entwickelt. Silber ist als antiinfektiöses Agens seit Jahrtausend bekannt. Tierexperimentelle [13] und In-vivo-Studien [16] konnten die pharmakologische Sicherheit dieser speziellen Implantate belegen. Trotz kontinuierlicher Freisetzung von Silberionen über Jahre konnten silberassoziierte

Hier steht eine Anzeige.





**Abb. 5** ▲ 2 Jahre nach Megaprothesenimplantation keine Lockerungszeichen, kein Hinweis auf ein lokales Tumorrezidiv (s. Patientin wie ■ Abb. 4)

Nebenwirkungen, insbesondere eine Argyrie, nicht beobachtet werden [2, 16].

### Möglichkeiten zur Kopplung verschiedener Prothesensysteme

In manchen Fällen kommt es nach langen Implantationszeiten zu mechanischen Komplikationen, die unabhängig von der Befestigung der Prothese am Knochen auftreten und somit bei Fehlen einer gleichzeitigen aseptischen Prothesenlockerung keinen Prothesenwechsel erfordern. Kann der Schaden an den Prothesenkomponen-

ten nicht behoben werden, ist der behandelnde Operateur mit den technischen Problemen der Explantation einer fest-sitzenden Prothese konfrontiert, was mit der Entstehung von größeren knöchernen Defekten assoziiert sein kann.

Balke et al. [4] haben kürzlich über einen speziellen Adapter berichtet, der die Kopplung des KMFTR®- mit dem MUTARS®-System ermöglicht und damit geeignet ist, Probleme der oben genannten Art zu lösen. Ihre Ergebnisse anhand von 10 Fällen, die im Schnitt 17 Jahre nach

der Primärimplantation revidiert werden mussten, waren sehr gut. Die Autoren kamen zur Schlussfolgerung, dass es mittels dieses Adapters möglich ist, die Funktion der Extremität mit einem verhältnismäßig kleinen operativen Eingriff dauerhaft wiederherzustellen.

### Weichteilrekonstruktion

Die funktionelle Rekonstruktion des Streckapparats nach extremitätenerhaltender Kniegelenkresektion stellt in der Tumororthopädie eine besondere Herausforderung dar. Ausgeprägte onkologisch adäquate Tumorresektionen sind häufig mit der Notwendigkeit zur ausgedehnten Weichteilresektion verbunden. Besonders die Resektion der Rektussehne oder des Lig. patellae kompromittieren die Kniefunktion. Erschwerend dazu kommen chemotherapieassoziierte Muskelnekrosen, Wundheilungsstörungen oder Wunddehiszenzen, die eine sekundäre Weichteildeckung erfordern [8]. Die technischen Schwierigkeiten liegen darin, den Streckapparat funktionell so zu rekonstruieren, dass dem Patienten eine gute Gelenkfunktion und damit ein Gehen ohne Gehhilfen ermöglicht werden.

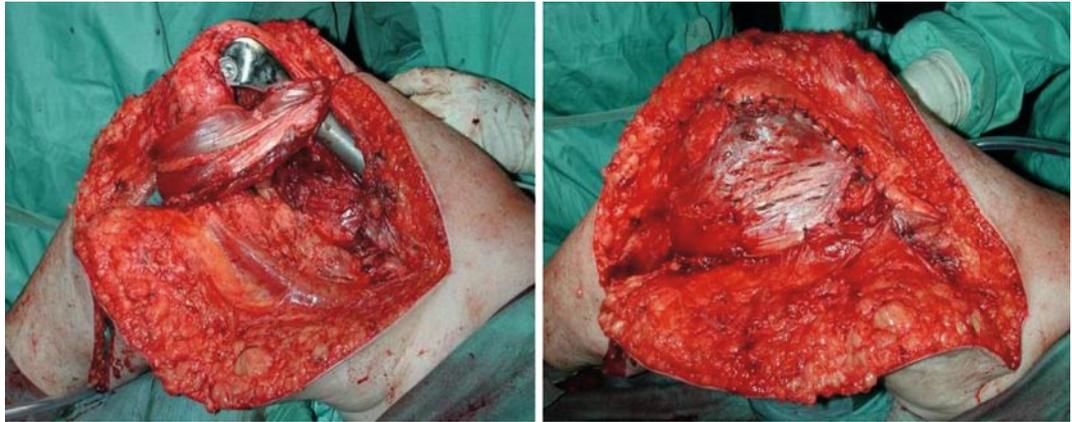
Die Rekonstruktion bei Verlust von Anteilen des Streckapparats kann einerseits durch die Mobilisierung und Verlagerung von Muskeln und Sehnen, andererseits auch mithilfe von Fremdmaterial erfolgen. Prinzipiell kann jeder Muskel zur Rekonstruktion von Weichteildefekten mobilisiert werden, der tumorfrei ist bzw. im Rahmen der onkologischen Resektion nicht in Mitleidenschaft gezogen wurde. Entscheidend sind dabei die Lokalisation und die Größe des Tumors sowie der chirurgische Zugang [8].

In Fällen einer proximalen Tibiaresektion mit Erhalt des M. quadriceps femoris und der Patella haben sich biologische Rekonstruktionsverfahren unter Verwendung eines Fibulatransfers kombiniert mit einem medialen Gastrocnemiussschwenklappen zur Anbindung des Lig. patellae bewährt [10]. Allerdings sind die Ergebnisse bei distalen Femurresektionen mit Verlust des gesamten distalen Quadrizepsanteils und der Patella trotz M. sartorius-Transfers oder ähnlicher Rekonstruktionsmethoden nicht befriedigend [10].

**Abb. 6** ▶ Klinisch gute Kniegelenkfunktion mit einem Bewegungsausmaß Extension/Flexion = 0°/0°/120° (s. Patientin wie **Abb. 4**)



**Abb. 7** ▶ Intraoperativer Situs einer 60-jährigen Patientin mit einer Solitärmetastase eines Urothelkarzinoms im Bereich des rechten distalen Femurs. Nach entsprechender Tumorresektion musste eine Weichteildeckung mittels eines medialen Gastrocnemiuslappens erfolgen



Aus diesem Grund empfehlen Dominikus et al. [10] in solchen Fällen den Einsatz eines nichtresorbierbaren, aus Polyesterfasern bestehenden Kunstbandes (LARS-Band). Die Dehnbarkeit liegt bei <7% seiner ursprünglichen Länge nach 10 Mio. Bewegungszyklen bei einer Reißfestigkeit von 4000 N. In-vivo- und In-vitro-Studien zeigten das Einwachsen von zellreichem Bindegewebe in das Kunstband. Bei einer biologischen Rekonstruktion des Lig. patellae mit einem allogenen Transplantat sind eine mehrwöchige Ruhigstellung des Gelenks und eine langwierige Mobilisation erforderlich. Wird das Transplantat durch ein Kunstband augmentiert, lässt sich die Ruhigstellung umgehen und die Rehabilitationszeit verkürzen [10].

Zur Reinsertion des Lig. patellae an die prothetische „Tuberositas tibiae“ beim Erhalt des Bandes empfehlen Titus et al. [29] die Kombination aus nichtabsorbierbaren Fäden und Cerclagedrähten. In einer retrospektiven Evaluation von 10 Patienten nach proximaler Tibiaresektion und Megaendoprothesenimplantation zeigte sich im Verlauf keine Änderung der Patellahöhe nach dem Insall-Salvati-Index bei ei-

ner mittleren Nachuntersuchungszeit von 4 (2,0–7,5) Jahren. Allerdings konnte ein Cerclagebruch in 6 Fällen im Rahmen der radiologischen Kontrolle als Zufallsbefund beobachtet werden.

Gosheger et al. [12] entwickelten einen Treviraanbindungsschlauch, der die führende Funktion der Weichteile mit übernehmen soll. Dabei können optional Muskeln, Sehnen und Gelenkkapsel an dem Polyestermaterial, das über die Prothese gezogen wird, fixiert werden. Nach Angaben der Autoren kann der Gastrocnemiuslappen nach proximaler Tibiaresektion an den Schlauch angenäht werden, während nach distaler Femurresektion dadurch die Rekonstruktion des Streckapparats erfolgen kann [12]. Histopathologische Ergebnisse demonstrierten ein Einwachsen von fibrösem Gewebe in die textile Textur des Schlauchs [12].

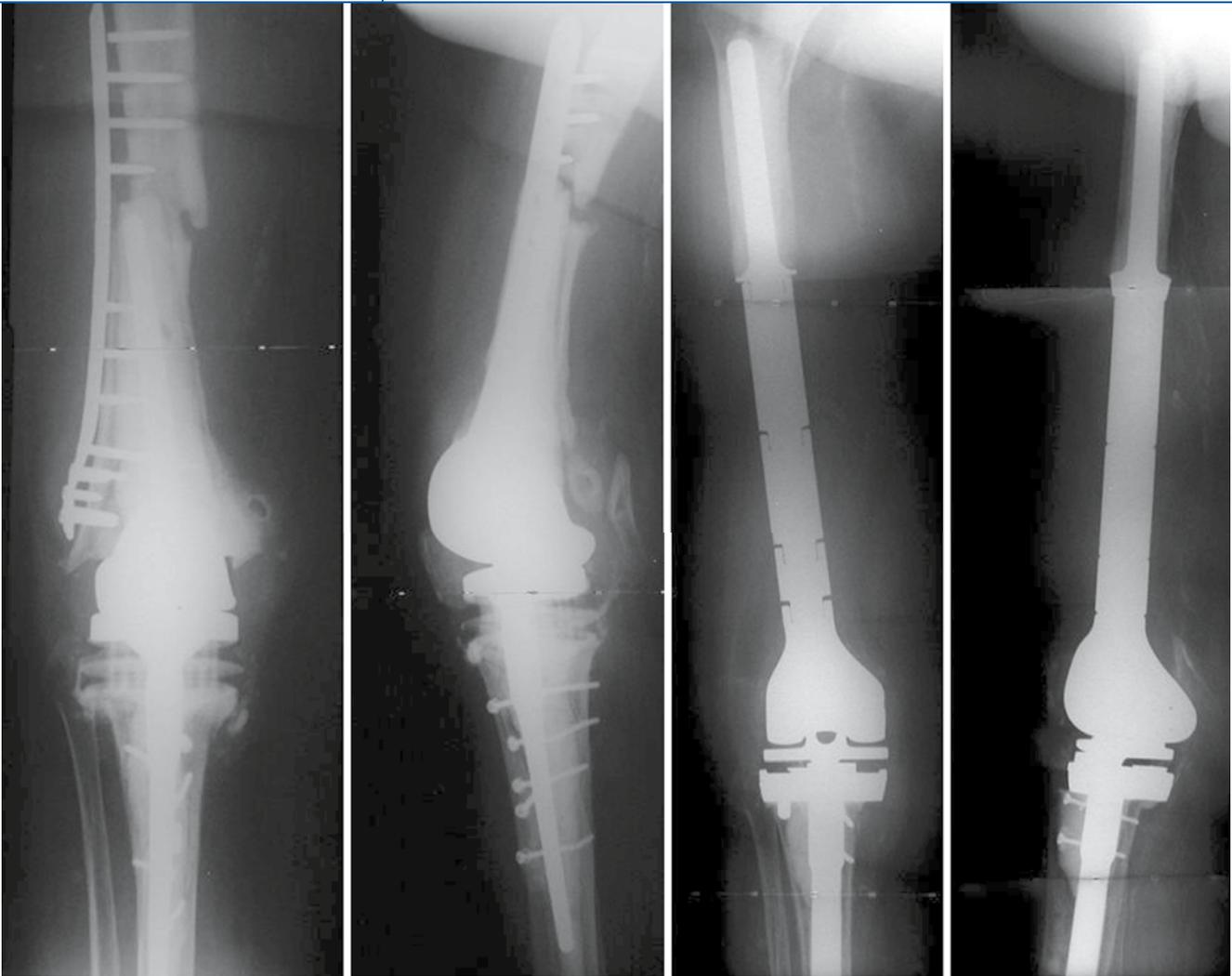
## Klinische Erfahrungen

### Tumorchirurgie

Trotz zahlreicher Berichte über die klinische Erfahrung mit diesen Implantaten sind die Resultate mit Vorsicht zu inter-

pretieren. Inhomogene Patientenkollektive, Unterschiede in dem chirurgischen und begleitenden (Chemo-, Strahlentherapie) Vorgehen, der Implantatwahl, der Klassifikation der Komplikationen und der Dauer der Nachuntersuchungszeiträume erlauben keine exakte Interpretation der Resultate hinsichtlich Überlebensrate der Implantate oder Morbidität und Mortalität innerhalb der Kollektive. Daher ist es empfehlenswert, die Ergebnisse lediglich innerhalb der einzelnen Patientengruppe über ein einzelnes Implantat zu studieren.

Mittermeyer et al. [22] berichteten über 100 Fälle, die mittels KMFTR®-System versorgt wurden, wovon 68 Patienten mindestens 1 Kniekomponente bekamen. Die Kaplan-Meier-Kurve ergab eine Gesamtüberlebensrate der Prothese von 85% nach 3, 79% nach 5 und 71% nach 10 Jahren. Der häufigste Revisionsgrund war die aseptische Prothesenlockerung (27%), wobei die frühzeitige Revision bei geringgradigen mechanischen Komplikationen (z. B. PE-Abrieb) zu einer signifikanten Reduktion der Zahl der Fälle mit Implantatversagen führte.



**Abb. 8** ▲ Links Distale Femurpseudarthrose nach Plattenosteosynthese und einliegender Knieendoprothese bei Zustand nach mehreren septischen Revisionen. Rechts Versorgung mittels Megaendoprothese Typ GMRS® (Fa. Stryker)

Ilyas et al. [19] publizierten ihre Ergebnisse nach Implantation der HMRS®-Prothese in 48 Fällen; 41 Patienten konnten nach einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 5,6 (2–10) Jahren evaluiert werden. Die Prothesenüberlebensrate betrug nach 10 Jahren 65%. Die Kniebeugung betrug durchschnittlich 90° (30°–110°), wobei in 5 Fällen ein Streckdefizit von 15° (5°–30°) vorlag. Der „Musculoskeletal Tumor Society Score“ (MTSS) ergab 75% für den Schmerz und die Funktion, 68% für die Gehfähigkeit, 70% für den Gang und 64% für das Wohlbefinden im Vergleich zu den Normwerten.

Sharma et al. [28] präsentierten die Resultate von 77 Patienten, die mittels Implantation des GMRS®-Systems versorgt wurden. Die Kaplan-Meier-Kurve erg-

ab eine 5- und 10-Jahres-Überlebensrate von 84% und 79% bei mittleren Werten von 121 Monaten; 7 Patienten verstarben aufgrund ihres Grundleidens. Von den 70 verbliebenen Patienten konnten 39 mittels MTSS nachuntersucht werden und es zeigte sich ein mittlerer Scorewert von 30 Punkten. Bei einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 52 (1,5–157,0) Monaten konnte kein Fall einer aseptischen Prothesenlockerung beobachtet werden.

Heisel et al. [17] untersuchten retrospektiv 50 Patienten mit Kniegelenktumoren, die mit dem MUTARS®-System versorgt worden waren. 17 Patienten verstarben aufgrund ihres Grundleidens, während 33 Patienten für mindestens 2 Jahre nachverfolgt werden konnten. Der mittlere Enneking-Score betrug

bei der letzten Nachuntersuchung 72%. Insgesamt konnten 40 unterschiedliche Komplikationen in 62% der Fälle beobachtet werden. Die aseptische Prothesenlockerung war die häufigste Komplikation (22%), wobei Infektionen in 12% und Prothesenluxationen in 10% der Fälle auftraten. Einer weiteren Revisionsoperation mussten sich 50% aller Patienten unterziehen.

Kinkel et al. [21] berichteten in 77 Fällen über die Ergebnisse nach Implantation des MUTARS®-Systems bei einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 46 (3–128) Monaten. Die kumulative Prothesenüberlebensrate betrug 92% nach 5 und 10 Jahren. Lediglich in 5% der Fälle (n=3) konnte ein lokales Tumorrezidiv beobachtet werden. 46 Patienten (60%) erlitten mindestens 1 Komplikati-

on, wovon 31 (40%) mehrere hatten. Zu den Hauptkomplikationen gehörten der PE-Abrieb (n=14), die aseptische Prothesenlockerung (n=13) sowie Infektionen (n=9). Die Mehrheit der aseptischen Lockerungen trat femoralseits auf, was die Autoren auf den längeren Hebelarm der femoralen Komponente und den dadurch entstehenden, höheren mechanischen Stress zurückführten. Insgesamt mussten 70 Revisionsoperationen bei 45 Patienten durchgeführt werden. Der mittlere Enneking-Score betrug 73% (20–100%), wobei sich ein signifikanter Unterschied zwischen Patienten, die unter Komplikationen litten gegenüber denjenigen, die keine Komplikationen hatten, ergab.

In einer aktuellen Auswertung des GUEPAR®-Systems berichteten Biau et al. [5] über die Resultate von 91 Patienten. Bei einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 62 (0,5–343,0) Monaten waren 68 Patienten (75%) noch am Leben und tumorfrei; 9 Patienten erlitten postoperative Komplikationen (4-mal temporäre Peronäusläsion, 6-mal permanente Peronäusläsion, 2-mal revisionsbedürftiges Hämatom, 2-mal ischämische Nekrose des M. tibialis anterior). 26% der Patienten, die mit Tumoren im Bereich der proximalen Tibia eine Rekonstruktion des Streckapparats benötigten, hatten im Verlauf irgendeine Art des Versagens des rekonstruierten Streckapparats. Die aseptische Lockerungsrate betrug 20%. Insgesamt mussten in 58% der Fälle 104 Reoperationen durchgeführt werden, wovon mehr als die Hälfte zur Behebung von mechanischen Komplikationen diente; 25 Operationen fanden zur Behandlung von Infektzuständen statt. Die 5-Jahres-Überlebensrate der Megaendoprothese betrug 85% nach Resektion von distalen Femurtumoren und 72% nach Resektion von proximalen Tibiatumoren. Die entsprechenden Raten betrugen nach 10 Jahren 55% und 43%. Eine Multivariantenanalyse zeigte, dass höheres Körpergewicht und gesteigerte Lebensaktivität prädisponierende Faktoren zur Frührevision aufgrund von mechanischen Komplikationen waren.

Myers et al. [26] untersuchten retrospektiv 194 Patienten mit Tumoren der proximalen Tibia [mittlerer Nachuntersuchungszeitraum 14,7 (5–29) Jahre] und 192

mit Tumoren des distalen Femurs [mittlerer Nachuntersuchungszeitraum 12 (5–30) Jahre] nach, die mittels der STANMORE®-Prothese versorgt worden waren [25]. Die Hälfte jeder Gruppe wurde mit einer „Fixed-hinge-Prothese“ behandelt, während die andere Hälfte eine Rotating-hinge-Prothese bekam. Die Kaplan-Meier-Kurve zeigte für eine aseptische Lockerung eine Risikorate von 35% nach 10 Jahren für die Fixed-hinge-Prothesen, während die entsprechenden Raten für die Rotating-hinge-Prothesen ohne bzw. mit Hydroxyapatit 24% und 0% betrugen. Bei proximalen Tibiatumoren konnte eine Amputationsrate von 17,5% beobachtet werden, während bei distalen Femurtumoren die Rate bei 10,7% lag. Die Gründe dafür waren hauptsächlich lokale Tumorrezidive und Infektionen. Weiteren operativen Revisionen mussten sich 28% der Patienten mit proximalen Tibiatumoren und 24% derjenigen mit distalen Femurtumoren unterziehen.

Auch die Erfahrung des Operateurs und seines Teams beeinflusst die Ergebnisse. Agarwal et al. konnten eine signifikant höhere lokale Rezidivrate am Anfang ihrer onkologischen Arbeit im Vergleich zu ihren klinischen Ergebnissen in den letzten Jahren beobachten [1].

### Pseudarthrosen

Meganedoprothesen werden auch zur Versorgung von Pseudarthrosen des distalen Femurs nach fehlgeschlagener Osteosynthese eingesetzt. Davila et al. [9] behandelten 2 ältere Patienten mit suprakondylären Femurpseudarthrosen nach mehreren, vorausgegangenen, osteosynthetischen Revisionen mittels Meganedoprothesen. Der „Hospital for Special Surgery“- (HSS-)Kniescore steigerte sich in einem Fall von 54 auf 70 und im anderen Fall von 42 auf 73 Punkte. Beide Patienten wiesen eine gute Gelenkbeweglichkeit auf. Haidukewych et al. [15] empfehlen den Einsatz von Megaendoprothesen bei älteren Patienten zur Behandlung von periprothetischen Femurpseudarthrosen oder akuten Frakturen mit deutlich reduzierter Knochenqualität, bei denen eine adäquate interne Fixierung nicht möglich ist.

**Tab. 1** Übersicht möglicher Komplikationen nach Implantation von Megaendoprothesen am Kniegelenk

<b>Tumorrezidiv</b>	~ 15%
<b>Mechanische Komplikationen</b>	
Aseptische Prothesenlockerung	27–44%
PE-Abrieb	– <sup>a</sup>
Prothesenluxation	– <sup>a</sup>
Prothesenfraktur	– <sup>a</sup>
Periprothetische Frakturen	9–16%
Ruptur des Streckapparats	– <sup>a</sup>
Funktionseinschränkung (Vernarbungen)	– <sup>a</sup>
<b>Neurologische Komplikationen</b>	
N.-ischiadicus-Läsion	– <sup>a</sup>
N.-peroneus-Läsion	– <sup>a</sup>
<b>Infektionen</b>	8–35%
<b>Vaskuläre Komplikationen</b>	
Intraoperative Verletzung der Poplitealgefäße	– <sup>a</sup>
Ischämische Nekrosen/Kompartmentsyndrom	– <sup>a</sup>
<b>Wundheilungsstörungen</b>	– <sup>a</sup>
<b>Muskellappennekrosen</b>	– <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Einzelfallbeschreibungen.

## Komplikationen

Aufgrund zahlreicher Unterschiede zur primären Knieendoprothetik (größere Oberfläche der Implantate, ausgedehnte Zugänge, längere Operationsdauer, höherer Blutverlust, oft schwere Begleiterkrankungen des Patienten) geht die Versorgung mittels Megaprothesen mit höheren Komplikationsraten einher.

### Die Versorgung mittels Megaprothesen geht mit höheren Komplikationsraten einher

Dazu gehören v. a. das lokale Tumorrezidiv, die aseptische Prothesenlockerung, periprothetische Frakturen, Prothesenluxationen, Infektionen, Wundheilungsstörungen, Wund- und Lappennekrosen (im Falle einer Lappenplastik), Nervenläsionen, Ruptur des rekonstruierten Streckapparats sowie Mobilitätseinschränkungen (■ **Tab. 1**). Die exakten Raten der jeweiligen Komplikationen sind allerdings nicht bekannt, da z. T. erhebliche Diskrepanzen im therapeutischen Vorgehen (adjuvant/neoadjuvant) sowie in der Definition der Komplikationen bestehen.

In manchen Fällen gelingt nicht immer die frühe differentialdiagnostische Abgrenzung zwischen den möglichen Komplikationen. Papagelopoulos et al. [27] beschreiben einen Fall, bei dem es 7 Jahre nach Einbau der Prothese, Infektion, Prothesenausbau, Spacerimplantation und Megaprothesenreimplantation erneut zu Beschwerden in Form einer Schwellung der Knieregion kam. Differentialdiagnostisch kamen zunächst die Reinfektion und das lokale Tumorrezidiv in Frage, letztendlich lag die Ursache in einem massiven PE- und Metallabrieb mit ausgedehnter Fremdkörpersynovialitis und Metallose.

### ► Die aseptische Prothesenlockerung stellt die häufigste Komplikation dar

Die aseptische Prothesenlockerung stellt die häufigste Komplikation mit einer Rate von 27–44% dar [14]. Diese tritt signifikant häufiger im Bereich des distalen Femurs als in der proximalen Tibia auf [23, 24]. Eine periprothetische Fraktur trat in 9–16% der Fälle auf [14], während die primäre Infektionsrate zwischen 8% und 35% schwankt [14]. Nach Revisionsoperationen kann sie bis auf 43% steigen [14]. Prothesenluxationen sind eine Rarität [7]. Die sekundäre Amputationsrate variiert je nach Ursache, wobei ein lokales Tumorrezidiv die Hauptursache darstellt (53% der Fälle, gefolgt von 24% Infektionen [14]).

In einer retrospektiven Auswertung von 120 Patienten bei einem Nachuntersuchungszeitraum von bis zu 7 Jahren zeigte sich in 18 Fällen ein lokales Tumorrezidiv (15%); 17 dieser 18 Patienten wiesen auch pulmonale Metastasen auf; 30 Patienten (25%) entwickelten pulmonale Metastasen ohne ein Lokalrezidiv. Komplikationen konnten insgesamt in 32% der Fälle beobachtet werden, wovon bei der Hälfte der Patienten mindestens eine weitere Operation durchgeführt werden musste. Die Infektionsrate in dieser Studie betrug 7% [1].

Einen entscheidenden prädisponierenden Faktor zur periprothetischen Infektion stellen die Materialwahl und insbesondere die Metalllegierung der Megaprothese selbst dar. In einer retrospektiven Studie von insgesamt 197 Patienten

mit Megaprothesen (124 Kniemegaendoprothesen) konnten Gosheger et al. [14] einen signifikanten Unterschied in den Infektionsraten von zwei Patientengruppen demonstrieren, die mit zwei unterschiedlichen Prothesen behandelt worden waren (Cobalt-Chrom- vs. Titanlegierung). Bei einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 33 (4–97) Monaten betrug die Infektionsrate in der 1. Gruppe 31,2%, während sie in der 2. Gruppe bei einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 26 (3–61) Monaten bei 14,2% lag. Hinsichtlich der Frühinfekte zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen, während bei den Spätinfekten ein solcher festgestellt werden konnte (CoCr-Gruppe 24,7% vs. Ti-Gruppe 15,7%). Andererseits gab es keinen Zusammenhang von dem Material der Megaprothesen und der Rate der mechanischen Komplikationen.

Abhängig vom Zeitpunkt der Manifestation der Infektion und von ihrem Ausmaß ist es nicht in allen Fällen erforderlich, für eine Sanierung sämtliche Prothesenkomponente zu entfernen. Diesbezüglich unterscheidet sich das Behandlungsregime beim Spätinfekt nach Megaprothese von dem bei Spätinfekten nach primärer Standardknieendoprothetik. Holzer et al. [18] konnten in 14 von 18 Fällen eine Infekteradikation bei einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 52 (18–135) Monaten demonstrieren, indem sie einzeln lediglich die modularen artikulierenden Prothesenkomponenten inklusive Inlay wechselten, aber die verankerten Anteile in situ belassen haben.

### Alternativen zu Megaendoprothesen

Eine Alternative zur Implantation von Megaendoprothesen stellt der Einsatz von allogenen Knochen- und Gelenktransplantaten meist im Verbund mit Prothesenkomponenten dar. Insbesondere bei jüngeren Patienten kann dieses Verfahren vom Vorteil sein, da bei Substitution des Transplantats durch Empfänger Knochen letztendlich mehr Knochenmasse erhalten bleibt und das Knochen- und Gelenktransplantat eine Refixierung von Weichteilen erlaubt. Die Literatur liefert diesbezüglich allerdings keine einheitlichen Daten.

Biau et al. [6] berichteten über eine Versagensrate von 73% nach Verwendung von allogenen Knochen- und Gelenktransplantaten am Kniegelenk, die hauptsächlich auf Frakturen, partielle Annahme des allogenen Transplantats oder auf ein Versagen des Streckapparats zurückzuführen war. Wunder et al. [30] konnten in 55% der Fälle ein Versagen ihrer Rekonstruktionen aufgrund von Frakturen des transplantierten Knochens oder von Infektionen feststellen. Dagegen konnten Ayerza et al. [3] in 34 Fällen exzellente Ergebnisse nach Verwendung allogener Transplantate der proximalen Tibia und Patellarsehnenrekonstruktion beobachten. Bei 3 Patienten trat eine Allograftfraktur auf, wobei keine Änderung der Patellahöhe mittels des Insall-Salvati-Index gezeigt werden konnte.

Zimel et al. [31] verglichen retrospektiv zwei Patientengruppen, die entweder mittels Implantation einer Megaprothese (n=47) oder eines Allografts (n=38) versorgt worden waren. In 39 Fällen wurde das HMRS® und in 9 Fällen das OSS® verwendet. Der mittlere Nachuntersuchungszeitraum betrug 7 (2–19) Jahre. Ein lokales Tumorrezidiv konnte in der 1. Gruppe in 5 und in der 2. Gruppe in 7 Fällen beobachtet werden, ohne dass ein signifikanter Unterschied auffiel. Die Kaplan-Meier-Kurve ergab ähnliche Überlebensraten für beide Verfahren nach 2, 5 und 10 Jahren (93%, 87% und 87% in der Megaprothesengruppe vs. 87%, 81% und 81% in der Allograftgruppe). Auch bei den jeweiligen Revisionsraten konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (38% vs. 39%).

### Fazit für die Praxis

**Die Implantation von Megaendoprothesen ist ein etabliertes Verfahren mit guten Resultaten zur Behandlung von malignen Tumoren des distalen Femurs und/oder der proximalen Tibia. Bezüglich der Behandlung von Pseudarthrosen nach fehlgeschlagener osteosynthetischer Versorgung oder von aseptischen Prothesenlockerungen mit ausgedehnten Knochendefekten fehlen in der Literatur größere Kollektive, ihr Einsatz kann dennoch in solchen Fällen in Erwägung gezogen werden. Es existiert eine Viel-**

**zahl an Implantaten, die teilweise mit besonderen Funktionen und Modular-teilen ausgestattet sind. Die postoperative Komplikationsrate ist im Vergleich zur primären Knieendoprothetik deutlich höher und umfasst hauptsächlich mechanische Komplikationen (aseptische Lockerung, periprotetische Frakturen), Infektionen und Nervenläsionen.**

**Korrespondenzadresse**

**Dr. K. Anagnostakos**



Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, Universitätskliniken des Saarlandes  
Kirrbergerstraße 1,  
66421 Homburg/Saar  
k.anagnostakos@web.de

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

**Literatur**

1. Agarwal M, Anchan C, Shah M et al (2007) Limb salvage surgery for osteosarcoma: effective low-cost treatment. *Clin Orthop Relat Res* 459:82–91
2. Ahrens H, Gosheger G, Streitbürger A et al (2006) Antimikrobielle Silberbeschichtung von Tumorprothesen. *Onkologie* 12:145–151
3. Ayerza MA, Aponte-Tinco LA, Abalo E, Muscolo DL (2006) Continuity and function of patellar tendon host-donor suture in tibial allograft. *Clin Orthop Relat Res* 450:33–38
4. Balke M, Streitbürger A, Ahrens H et al (2009) Treatment of stem fractures in tumour prostheses by connecting different systems with a special adapter. *Biomed Tech (Berl)* 54:307–314
5. Biau D, Faure F, Katsahian S et al (2006) Survival of total knee replacement with a megaprosthesis after bone tumor resection. *J Bone Joint Surg Am* 88:1285–1293
6. Biau DJ, Dumaine V, Babinet A et al (2007) Allograft-prosthesis composites after bone tumor resection at the proximal tibia. *Clin Orthop Relat Res* 456:211–217
7. Bruns J, Delling G, Gruber H et al (2007) Cementless fixation of megaprotheses using a conical fluted stem in the treatment of bone tumours. *J Bone Joint Surg Br* 89:1084–1087
8. Chim H, Tan BK, Tan MH et al (2007) Optimizing the use of local muscle flaps for knee megaprosthesis coverage. *Ann Plast Surg* 59:398–403
9. Davila J, Malkani A, Pairo JM (2001) Supracondylar distale femoral nonunions treated with a megaprosthesis in elderly patients: a report of two cases. *J Orthop Trauma* 15:574–578
10. Dominkus M, Sabeti M, Kotz R (2005) Funktionelle Sehnenersatzoperationen in der Tumorchirurgie. *Orthopäde* 34:556–559
11. Fujii R, Ueda T, Tamai N et al (2006) Salvage surgery for persistent femoral nonunion after total knee arthroplasty using a megaprosthesis. *J Orthop Sci* 11:401–404

12. Gosheger G, Hillmann A, Lindner N et al (2001) Soft tissue reconstruction of megaprotheses using a trevira tube. *Clin Orthop Relat Res* 393:264–271
13. Gosheger G, Harges J, Ahrens H et al (2004) Silver-coated megaendoprotheses in a rabbit model – an analysis of the infection rate and toxicological side effects. *Biomaterials* 25:5547–5556
14. Gosheger G, Goetze C, Harges J et al (2008) The influence of the alloy of megaprotheses on infection rate. *J Arthroplasty* 23:916–920
15. Haidukewych DJ, Jacofsky DJ, Hanssen AD (2003) Treatment of periprosthetic fractures around a total knee arthroplasty. *J Knee Surg* 16:111–117
16. Harges J, Ahrens H, Gebert C et al (2007) Lack of toxicological side-effects in silver-coated megaprotheses in humans. *Biomaterials* 28:2869–2875
17. Heisel C, Kinkel S, Bernd L, Ewerbeck V (2006) Megaprotheses for the treatment of malignant bone tumours of the lower limbs. *Int Orthop* 30:452–457
18. Holzer G, Windhager R, Kotz R (1997) One-stage revision surgery for infected megaprotheses. *J Bone Joint Surg Br* 79:31–35
19. Ilyas I, Kurar A, Moreau PG, Younge DA (2001) Modular megaprotheses for distal femoral tumors. *Int Orthop* 25:375–377
20. Kawai A, Lin PP, Boland PJ et al (1999) Relationship between magnitude of resection, complication, and prosthetic survival after prosthetic knee reconstruction for distal femoral tumors. *J Surg Oncol* 70:109–115
21. Kinkel S, Lehner B, Kleinhans JA et al (2009) Medium to long-term results after reconstruction of bone defects at the knee with tumor endoprotheses. *J Surg Oncol* 101:166–169
22. Mittermeyer F, Krepler P, Dominkus M et al (2001) Long-term follow up of uncemented tumor endoprotheses for the lower extremity. *Clin Orthop Relat Res* 388:167–177
23. Mittermeyer F, Windhager R, Dominkus M et al (2002) Revision of the Kotz type of tumour endoprosthesis for the lower limb. *J Bone Joint Surg Br* 84:401–406
24. Morgan HD, Cizik AM, Leopold SS et al (2006) Survival of tumor megaprotheses replacements about the knee. *Clin Orthop Relat Res* 450:39–45
25. Myers GJ, Abudu AT, Carter SR et al (2007) Endoprosthetic replacement of the distal femur for bone tumours: long-term results. *J Bone Joint Surg Br* 89:521–526
26. Myers GJ, Abudu AT, Carter SR et al (2007) The long-term results of endoprosthetic replacement of the proximal tibia for bone tumours. *J Bone Joint Surg Br* 89:1632–1637
27. Papagelopoulos PJ, Mavrogenis AF, Karamitros AE et al (2007) Distal leg wear debris mass from a rotating hinged knee prosthesis. *J Arthroplasty* 22:909–915
28. Sharma S, Turcotte RE, Isler MH, Wong C (2006) Cemented rotating hinge endoprosthesis for limb salvage of distal femur tumors. *Clin Orthop Relat Res* 450:28–32
29. Titus V, Clayer M (2008) Protecting a patellar ligament reconstruction after proximal tibial resection. *Clin Orthop Relat Res* 466:1749–1754
30. Wunder JS, Leitch K, Griffin AM et al (2001) Comparison of two methods of reconstruction for primary malignant tumors at the knee: a sequential cohort study. *J Surg Oncol* 77:89–99
31. Zimel MN, Cizik AM, Rapp TB et al (2009) Megaprosthesis versus condyle-sparing intercalary allograft: distal femoral sarcoma. *Clin Orthop Relat Res* 467:2813–2824

**Neuer Landesverband der leitenden Orthopäden und Unfallchirurgen gegründet**

Im September 2008 haben sich die beiden großen Chefarztverbände der leitenden Orthopäden (VLO) und der leitenden Unfallchirurgen (VLU) als einer der ersten Verbände der neuen gemeinsamen Fachrichtung in einem Bundesverband zusammengeschlossen. Dabei wurden auch die Vorteile der beiden Vereinigungen vereint, nämlich die Stärke des VLO und die hervorragende Regionalausrichtung des VLU. Um die regionale Anbindung der Mitglieder im Zentrum Deutschlands zu gewährleisten, ist im August 2010 in Frankfurt der Landesverband Hessen des VLOU gegründet worden. Ziel des Regionalverbands ist die Verbesserung und Vereinheitlichung der Fort- und Weiterbildung im Gebiet der Orthopädie und Unfallchirurgie und eine effizientere Organisation und Strukturierung der orthopädischen und unfallchirurgischen Versorgung in Kooperation mit den lokalen Versorgungseinrichtungen. So vertritt der VLOU-Hessen die wissenschaftlichen und berufspolitischen Interessen im Fachgebiet der Orthopädie und Unfallchirurgie, fördert die Verbesserung der Fort- und Weiterbildungsmöglichkeiten und sichert die fachliche Qualität zukünftiger Fachärzte für Orthopädie und Unfallchirurgie. Außerdem unterstützt der VLOU seine Mitglieder bei der Schaffung und Erhaltung leistungsfähiger klinischer Einrichtungen und übernimmt die Darstellung der Orthopädie und Unfallchirurgie bei Behörden, ärztlichen und sonstigen Organisationen. Bis heute umfasst der neue Landesverband bereits ca. 60 leitende Orthopäden und Unfallchirurgen aus Hessen.

*Quelle:*  
**VLOU-Bundesverband,**  
[www.vlou.de](http://www.vlou.de)