

# Periprothetische Frakturen an der oberen Extremität

■ Michael Plecko, Herbert Resch

## Zusammenfassung

Mit der zunehmenden Anzahl implantierter Endoprothesen an der oberen Extremität hat in naher Vergangenheit auch die Anzahl von Komplikationen, insbesondere der periprothetischen Frakturen, zugenommen. Deren Behandlung richtet sich nach dem implantierten Prothesentyp, der Lokalisation der Fraktur, der Frakturform, der aktuellen Stabilität der Prothese im Knochen und der Knochenqualität. Natürlich muss auch auf patientenspezifische Besonderheiten wie den Allgemeinzustand des Patienten und das Patientenalter Bedacht genommen werden. Wenige periprothetische Frakturformen können an der oberen Extremität konservativ behandelt werden. Meist ist ein operatives Vorgehen erforderlich, welches, je nach Situation, einen Wechsel auf eine Langschaftprothese, eine Stabilisierung der Fraktur mit Zerklagen und/oder eine winkelstabile Plattenosteosynthese oder bei schlechter Knochenqualität die Augmentation der Frakturzone mit überbrückenden kortikalen Knochenspänen (Strut Grafts) notwendig macht. Bei gelockerten Prothesen ist ein Prothesenwechsel unbedingt erforderlich.

Bei ausgedehnten Knochendefekten kommt die Auffüllung des Markraums mit Spongiosa (Impaction Grafting) oder der Knochenaufbau mit Allografts in Verbindung mit Revisionsprothesen in Betracht. Durch ein individuelles Behandlungskonzept aufbauend auf bestimmten Grundregeln kann auch bei schwierigen, komplexen Situationen ein brauchbares funktionelles Ergebnis für den Patienten erreicht werden.

## Periprothetische Frakturen of the Upper Limb

According to an increasing number of joint replacements at the upper limb during the last decades, there is also a remarkable number of complications. Periprothetische fractures are one of the main reasons for revision surgery. The current treatment of periprothetische fractures at the humerus or forearm is strongly influenced by the type of prosthesis in place, the localization of the fracture, the fracture type, the stability of the implant-bone-interface and the local bone quality. Patient related factors like general health status, comorbidities as well as age have to be considered when establishing a specific treatment plan. In the upper limb only a few

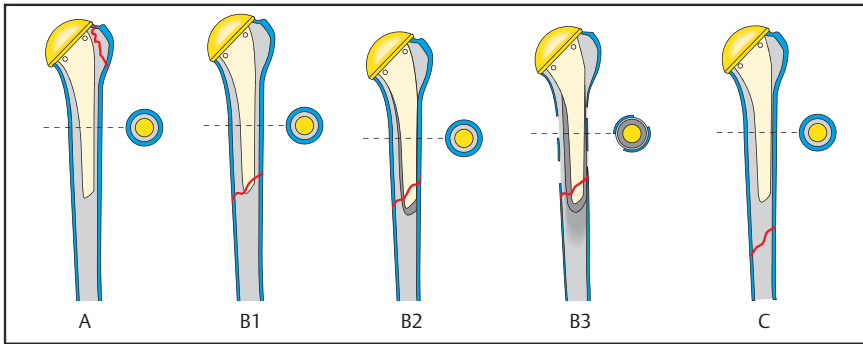
periprothetische fractures may be treated conservatively, such as humeral shaft fractures or non displaced apophyseal fractures. In most of the cases an operative treatment seems to be appropriate. According to the specific situation a long stem prosthesis splinting the fracture zone with additional cerclage wires may lead to good stabilization and rapid fracture healing. In good bone quality a locking plate in a bridging technique may lead to good bone healing. These plates are preferably fixed with locking screws and cerclage wires or locking attachment plates. In poor bone quality, severe osteoporosis or osteolysis cortical strut allografts have been shown to successfully augment the bone at the fracture site. If there is severe ballooning of the shaft due to aseptic loosening, impaction grafting may improve bone quality and fixation of the prosthesis after revision. In severe defect situations a structural allograft-prosthesis-composite may be used to salvage these very difficult situations. By employing an individually adapted treatment protocol based on some guidelines and general recommendations a satisfying outcome may become realistic also in these very complicated complex cases with periprothetische fractures.

## Einleitung

In den vergangenen 20 Jahren hat der endoprothetische Gelenkersatz auch an der oberen Extremität einen rasanten Aufschwung genommen. Die demografische Entwicklung in Europa lässt erwarten, dass die Anzahl implantierter Endoprothesen an Schulter- und Ellbogengelenken auch in den kommenden Jahren noch

weiter ansteigen wird. Das steigende Durchschnittsalter der Bevölkerung, der erhöhte Anspruch unserer Patienten bez. Funktionalität und schmerzfreier Belastbarkeit sowie eine zunehmende Verfügbarkeit immer neuerer, verbesserter Prothesensysteme auch für die Gelenke der oberen Extremität tragen wesentlich hierzu bei. Auch bez. der Hand- und Fingergelenke werden ähnlich intensive Anstrengungen unternommen, um funktionell erfolgreiche und lang haltbare Endoprothesen für unterschiedliche Indikationen zu entwickeln.

Mit der steigenden Anzahl implantierter Endoprothesen steigt zwangsweise auch die Gesamtzahl der zu verzeichnenden Komplikationen. Am Schultergelenk ist neben der Prothesenlockerung, der Infektion und einer Instabilität die periprothetische Fraktur sowie das Versagen der Rotatorenmanschette zu nennen [1]; am Ellbogengelenk die Prothesenlockerung, die Infektion, die Instabilität, die Trizepsinsuffizienz, das Versagen allfälliger Kopplungsmechanismen sowie die periprothetische Fraktur [2]. Die Inzidenz periprothetischer Frakturen wird bei liegender Schulterprothese mit 0,5–



**Abb. 1** UCS-Klassifikation der periprothetischen Fraktur bei liegender Schulterprothese Typ I.1-A, B, C. Copyright by AO-Foundation, Switzerland (Schütz M, Perka C. Periprosthetic Fracture Management. Stuttgart New York: Thieme 2013).

3% angegeben [3], während sie nach primärer Ellbogenendoprothese bei ca. 5% liegt [4]. Die Gefahr, eine periprothetische Fraktur zu erleiden, ist bei Revisionseingriffen bzw. nach Prothesenwechsel deutlich höher. Ebenso sind hohes biologisches Alter, schlechte Knochenqualität, z.B. durch Osteoporose, Osteolysen sowie Weichteilkontrakturen, erhebliche Risikofaktoren. Die klinische Erfahrung, dass periprothetische Frakturen sehr häufig im Bereich der Prothesenspitze auftreten, legt auch den Schluss nahe, dass das Vorhandensein von 2 Implantaten (einer Schulterprothese und einer Ellbogenprothese) an derselben Extremität durch Stresskonzentration zu einem noch höheren Frakturrisiko im implantatfreien Zwischensegment führt. Biomechanische Arbeiten konnten aber zeigen, dass die Länge des implantatfreien Zwischensegments und das Vorhandensein von intramedullärem Zement in diesem Segment keinen wesentlichen Einfluss auf den resultierenden Stress und damit auf die Frakturgefahr haben [5].

Periprothetische Frakturen können intraoperativ und postoperativ auftreten. Während sich intraoperative Frakturen durch eine gute präoperative Planung, sorgfältige operative Technik und zusätzlich das Adressieren von evtl. vorhandenen Weichteilkontrakturen vermeiden lassen, sind postoperative periprothetische Frakturen meist durch einen banalen Sturz bedingt oder treten im Verlauf einer aseptischen Prothesenlockerung mit Knochenrarefizierung auf. In manchen Studien beträgt die Rate an intraoperativen, potenziell vermeidbaren periprothetischen Frakturen bis zu 76%, was die Notwendigkeit einer genauen präoperativen Analyse und Planung unterstreicht [6].

### Klassifikation

Periprothetische Frakturen an der oberen Extremität wurden lange Zeit in Anlehnung an die von Duncan und Masri 1995 angegebene Vancouver-Klassifikation für das proximale Femur eingeteilt. Diese wurde von Wright und Cofield 1995 sowie Ianotti 1998 für den Humerus adaptiert. O'Driscoll und Morrey haben 1999 eine modifizierte Klassifikation für die periprothetischen Frakturen bei liegender Ellbogenprothese angegeben und davon auch Behandlungsempfehlungen abgeleitet. Duncan und Hadad haben 2013 den Versuch unternommen, eine allgemeine, im Alltag gut einsetzbare, verlässlich reproduzierbare und auf alle Regionen anwendbare systematische Einteilung der periprothetischen Frakturen zu erstellen und das „Unified Classification System“ (UCS) entwickelt [7]. Dieses einfache Klassifizierungssystem orientiert sich am AO/OTA-System zur Klassifizierung von Frakturen und lässt sich sowohl auf intraoperativ als auch auf postoperativ entstandene periprothetische Frakturen anwenden. Es beinhaltet die Lokalisation der Fraktur (welches Gelenk prothetisch ersetzt ist, z.B. Schultergelenk I, Ellbogengelenk II, Handgelenk III; welcher Knochen frakturiert ist), den Frakturtyp in Bezug auf das Implantat (A – apophysär, B – im Bereich des Implantats, C – abseits des Implantats, D – zwischen 2 Implantaten, E – beide Knochen um ein Implantat sind betroffen, F – Fraktur um eine Hemiprothese), ob das Implantat noch stabil fixiert ist oder gelockert ist, und berücksichtigt auch die Knochenqualität. Die periprothetischen Frakturen in Höhe des Prothesenschafts werden weiter, je nach Stabilität der Prothese und Knochenqualität, in B1, B2, und B3 subklassifiziert (B1 = Prothese stabil und gute Knochenqualität, B2 = Prothese

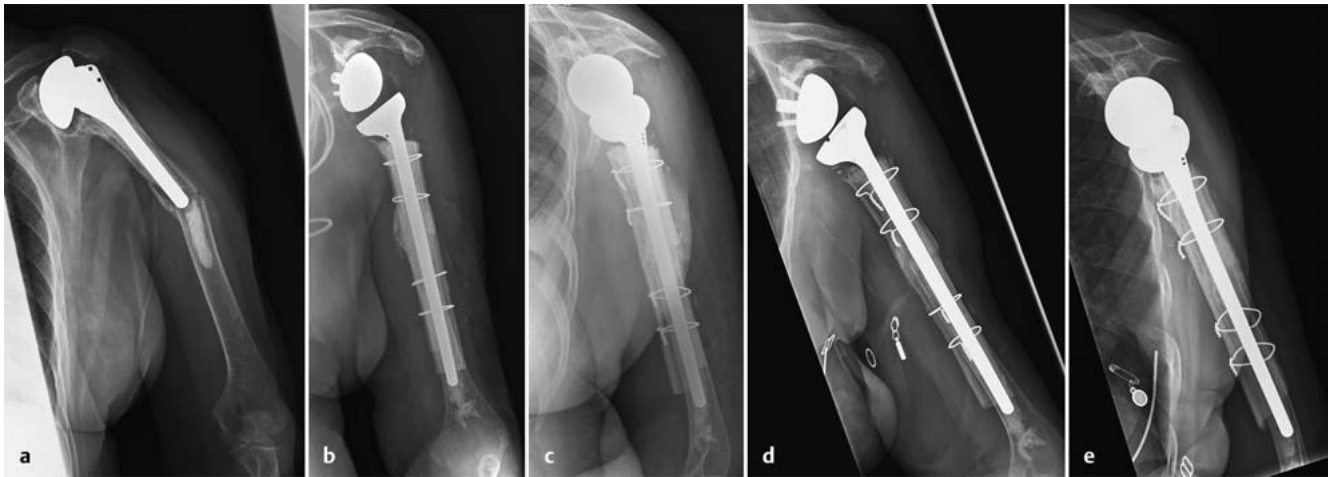
locker und gute Knochenqualität, B3 = Prothese locker und schlechte Knochenqualität). Der Sinn eines solchen einfach anwendbaren Einteilungssystems ist nicht nur eine gemeinsame Sprache in der Beschreibung periprothetischer Frakturen zu sprechen, sondern auch geeignete Behandlungsstrategien davon ableiten zu können (Abb. 1).

Neben der Frakturlokalisierung und ihrer Beziehung zum Prothesenschaft ist es wichtig, zu beurteilen, ob eine Prothesenlockerung vorliegt oder ob das Implantat noch fest verankert ist. Weiters gilt es, die mechanische und biologische Kompetenz des verbliebenen Knochens einzuschätzen.

### Behandlung

Neben einer ausführlichen Anamnese bez. Symptombeginn, einem allfälligen Unfallereignis, und vorbestehendem Funktionszustand der Extremität, ist es bei den häufig betagten Patienten erforderlich, den Allgemeinzustand sowie relevante Komorbiditäten zu erfassen. Üblicherweise werden in weiterer Folge Röntgenaufnahmen, wenn möglich in 2 Ebenen, angefertigt. Die exakte Beurteilung periprothetischer Frakturen und die Frage nach der Stabilität des Implantats erfordern häufig die Durchführung einer Computertomografie. Neben der Beurteilung der Stabilität des Implantats ist es beim Vorliegen einer periprothetischen Fraktur wichtig, das Vorliegen einer Infektion auszuschließen. Neben den üblichen Laboruntersuchungen wie Blutbild und C-reaktives Protein kann manchmal auch eine Szintigrafie, insbesondere als Leukozytenszintigrafie, helfen, diese Frage schon präoperativ zu beantworten. Eine lokale Punktion bzw. Biopsie mit anschließender Anzucht erlaubt ebenfalls in einem hohen Prozentsatz die korrekte Diagnose einer Infektion, vorausgesetzt der Patient steht nicht unter Antibiotikatherapie. Zusätzlich ist es notwendig, auch intraoperativ Gewebeproben zu entnehmen und diese einerseits einer bakteriologischen Untersuchung, aber auch einer histologischen Untersuchung inkl. Schnellschnittdiagnostik, zuzuführen. So kann intraoperativ nochmals die Diagnosesicherheit deutlich erhöht werden.

Bei jeder periprothetischen Fraktur ist eine potenziell mögliche Infektion durch Blutuntersuchungen, evtl. Szintigrafie bzw. Punktion/Biopsie auszuschließen.



**Abb. 2a bis e** Periprothetische Fraktur einer 89-jährigen Patientin nach häuslichem Sturz: stabiler Prothesenschaft, kontraktives Schultergelenk, inverse Langschaftprothese mit Zerklagen und Strut Grafts sowie Arthrolyse des Gelenks. **a** Primäres Röntgen. **b, c** Postoperative Röntgen (2 Ebenen). **d, e** Röntgenkontrollen 4 Monate postoperativ (2 Ebenen).

### Periprothetische Frakturen bei liegender Schulterprothese

Periprothetische Frakturen stellen ca. 11% aller Komplikationen nach Schultergelenktotalendoprothesen dar. Häufiger betreffen sie den Humerus, während am Glenoid aseptische Lockerungen und Knochendefekte das größere Problem darstellen. Mangels systematischer Studien gibt es für die Behandlungsrichtlinien der periprothetischen Humerusfrakturen keine klare Evidenz.

Bei den Typ-A-Verletzungen (Tuberkulumfrakturen bei stabiler Prothese) kann bei unverschobenen oder minimal verschobenen Frakturen eine konservative Therapie mit Ruhigstellung bis zur knöchernen Konsolidierung erfolgen. Bei erheblich dislozierten Fragmenten führen wir bei Hemiprothesen oder anatomischen Totalendoprothesen eine Refixation meist mit Faden- oder Drahtzerklagen durch.

Typ-B-Verletzungen sind Frakturen in Höhe des Prothesenschafts bzw. unmittelbar um die Prothese. Diese werden i. d. R. operativ behandelt. Die bevorzugte Operationsmethode richtet sich nach der Frakturform und der aktuellen Stabilität der Verankerung des Prothesenschafts im Knochen. Zusätzlich spielt die Knochenqualität eine bedeutende Rolle in der Entscheidungsfindung. Intraoperative Frakturen in Höhe des Prothesenschafts werden mit Zerklagen versorgt und mit einem längeren Prothesenschaft intramedullär überbrückt. Bei guter Knochenqualität ist eine zementfreie Implantation möglich, bei schlechter Knochenqualität bevorzugen wir die ze-

mentierte Fixationstechnik, wobei darauf geachtet werden muss, dass kein Zement in den Frakturspalt eindringt und in der Folge die knöcherne Heilung verhindert. Zusätzlich können Strut Grafts (kortikale Knochenspäne aus der Knochenbank) zur extramedullären Überbrückung der Frakturzone in Kombination mit Zerklagen verwendet werden. Dies führt zu einer Erhöhung der primären Stabilität. Fällt die periprothetische Fraktur erst nach Implantation der Prothese auf, kann sie mit einer additiven Plattenosteosynthese unter Verwendung von winkelstabilen Implantaten wie der LCP (= Locking Compression Plate) mit winkelstabilen Kopfverriegelungsschrauben und proximaler Fixation mit zusätzlichen Kabelzerklagen oder einem verriegelbaren Plattenansatz (Locking Attachment Plate) stabilisiert werden. Inlays für die Plattenlöcher zum Durchziehen der Zerklagekabel erhöhen weiter die Stabilität. Postoperative periprothetische Frakturen in Höhe des Prothesenschafts oder nahe der Prothesenspitze werden bei stabil verankerter Prothese und guter Knochenqualität (B1) mit einer überbrückenden Plattenosteosynthese versorgt. Bei schlechter oder mäßiger Knochenqualität können überbrückende Strut Grafts die Fraktur suffizient stabilisieren. Biomechanische Untersuchungen periprothetischer Frakturen am Femur konnten eine deutlich höhere Stabilität bei Kombination einer winkelstabilen Plattenosteosynthese mit Strut Grafts und Kabelzerklagen zeigen [8]. Weiters konnte gezeigt werden, dass die Kombination von Zerklagen und Schrauben biomechanisch günstiger ist als die reine Fixation der Platte ausschließlich mit Zerklagen [9] und dass

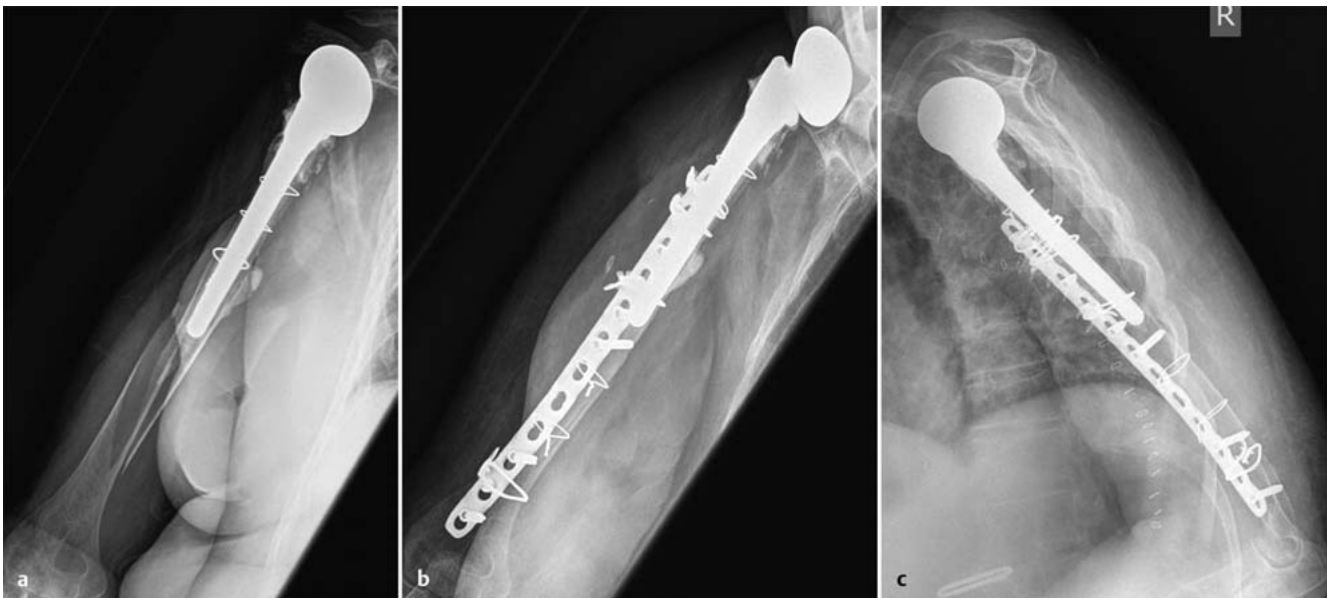
Zerklagen keine relevanten Störungen der lokalen Blutversorgung am Kortex verursachen wie lange angenommen [10]. Auch die Position der monokortikalen Schrauben und der Zerklagen hat einen bedeutenden Einfluss auf die Steifigkeit des Konstrukts [11]. Im Falle einer bereits bestehenden Gelenkskontraktur ist eine Arthrolyse für die Reduktion der Belastung im Frakturbereich Voraussetzung für ein gutes funktionelles Ergebnis (**Abb. 2**).

Periprothetische Frakturen im Bereich des Prothesenschafts mit Lockerung der Prothese werden i. d. R. mit einem Prothesenwechsel und einer Langschaftprothese versorgt. Hierbei soll der neue Prothesenschaft deutlich über die Fraktur nach distal reichen. Zusätzliche Zerklagen werden je nach Frakturform angewandt (**Abb. 3**). Bei schlechter Knochenqualität erhöhen zusätzliche Strut Grafts in überbrückender Anordnung die Stabilität. Diese werden mit Zerklagen (bevorzugt Doppelzerklagen) fixiert.

Bei den Typ-C-Verletzungen liegt die periprothetische Fraktur deutlich distal der Prothese am Humerusschaft. In Abhängigkeit von der Frakturform und der Dislokation der Fraktur können diese Frakturen bei stabiler Prothese auch konservativ mit einem Brace behandelt werden. Unserer Erfahrung nach benötigen diese Frakturen insbesondere bei kontraktiven Schultergelenken jedoch sehr lange zur Konsolidierung, sodass wir auch hierbei zu einer operativen Stabilisierung neigen. Bei initial konservativer Therapie und ausbleibender knöcherner Heilung 12 Wochen nach dem Unfall sollte jedenfalls ein Verfahrenswechsel hin zu einer



**Abb. 3 a bis d** Periprothetische Fraktur in Höhe der Prothese mit lockerem Prothesenschaft – Versorgung mit Prothesenwechsel auf eine inverse Langschaftprothese und zusätzliche Zerklagen: **a, b** Primäre Röntgen (2 Ebenen). **c, d** Postoperative Röntgenbilder (2 Ebenen).



**Abb. 4 a bis c** Periprothetische Fraktur distal des Prothesenschafts versorgt mit winkelstabiler Plattenosteosynthese mit Schrauben und Zerklagen. **a** Primäres Röntgen. **b, c** Postoperative Röntgenbilder (2 Ebenen).

operativen Versorgung erwogen werden. Die winkelstabile Verplattung mit und ohne Strut Grafts mit winkelstabilen Schrauben, Zerklagen und evtl. einer Locking Attachment Plate sind dann die erfolgversprechenden Therapieverfahren (**Abb. 4**).

Periprothetische Frakturen bei liegender Schulterprothese werden häufig operativ behandelt. Bei stabiler Prothese ist die winkelstabile Verplattung evtl. mit Anlagerung zusätzlicher überbrückender Knochenspäne (Strut Grafts) mit

winkelstabilen Schrauben, Zerklagen und zusätzlichen verriegelbaren Plattenaußensätzen erfolgversprechend, während bei lockerer Prothese der Wechsel auf eine Langschaftprothese evtl. mit zusätzlicher Augmentation des Frakturbereichs indiziert ist.

#### Periprothetische Frakturen bei liegender Ellbogentotalendoprothese

Die Literaturlage zur Behandlung periprothetischer Frakturen bei liegender Ellbogenprothese ist sehr limitiert. Die

Komplikationsrate nach Ellbogenprothetik ist vergleichsweise hoch, hat sich aber trotz vermehrter Anwendung in den letzten Jahrzehnten durch eine Verbesserung der operativen Technik und Fortschritte im Prothesendesign deutlich reduziert. So wurde die Komplikationsrate von Morrey et al. [18] in einer Metaanalyse mit 27,9% angegeben. Die aseptische Lockerung stellt die häufigste Komplikation dar, während die periprothetischen Frakturen einen deutlich geringeren Anteil an der Gesamtkomplikationsrate haben. Nach O'Driscoll und

Morrey trägt die Rate an periprothetischen Frakturen bei der primären Ellbogenprothese ca. 5% [4]. Die Behandlung periprothetischer Frakturen am Ellbogengelenk ist ganz wesentlich vom verwendeten Prothesendesign abhängig. Während bei Hemiprothesen oder ungekoppelten Prothesen der unversehrte Seitenbandapparat für die Stabilität unumgänglich ist und somit auch die Integrität der Kondylen und des radialen und ulnaren Pfeilers am distalen Humerus wiederhergestellt werden muss (Abb. 5), ist bei teilgekoppelten oder gekoppelten Prothesen der Erhalt der Kondylen für das Ergebnis nicht maßgebend [12] (Abb 6). Somit müssen bei Hemiprothesen und ungekoppeltem Prothesendesign die Typ-A-Frakturen (Kondylenfrakturen) am Humerus operativ behandelt werden, während sie bei den teilgekoppelten oder gekoppelten Prothesen verzichtbar sind. Treten diese Frakturen intraoperativ auf, können die Fragmente bei teilgekoppelten oder gekoppelten Prothesen mit Nähten fixiert oder reseziert werden. An der Elle sollten die dislozierten A-Frakturen am Olecranon (II.2-A1), bei insuffizientem Streckapparat bei allen Prothesentypen revidiert und stabil refixiert werden.

B-Frakturen sind bei liegender Ellbogenprothese oft mit erheblichen Osteolysen vergesellschaftet. Intraoperative Frakturen werden bei ausreichender Knochenqualität mit Zerklagen und einem langen Revisionschaft versorgt, während bei schlechter Knochenqualität Strut Grafts zusätzliche Stabilität bringen. Ist der Prothesenschaft schon zementiert, ist bei guter Knochenqualität besonders humeral, aber auch an der Elle eine Plattenosteosynthese mit Schrauben und Drahtzerklagen möglich (Abb. 7). Postoperative B-Frakturen bei stabilem Prothesenschaft liegen oft nahe an der Prothesenspitze. Je nach Knochenqualität können diese mit winkelstabilen Platten und Zerklagen sowie mit Strut Grafts versorgt werden (Abb. 8). Bei lockerem Prothesenschaft erfolgt ein Prothesenwechsel und je nach Knochenqualität wird zusätzlich eine extramedulläre Stabilisierung mit einem Strut Graft vorgenommen. Bei ausgeprägten Osteolysen und Knochendefekt sowie aufgetriebenem Knochen kann zusätzlich zum Strut Graft noch vor Implantation des Revisionschafts die Auffüllung des Markraums mit Spongiosa notwendig sein (= „impaction grafting“). Sind die Knochendefekte noch ausgeprägter, bleiben als Ausweg nur der Aufbau mit einem Allograft-



Abb. 5a und b Hemiprothese am Ellbogengelenk mit rekonstruiertem radialem Pfeiler.



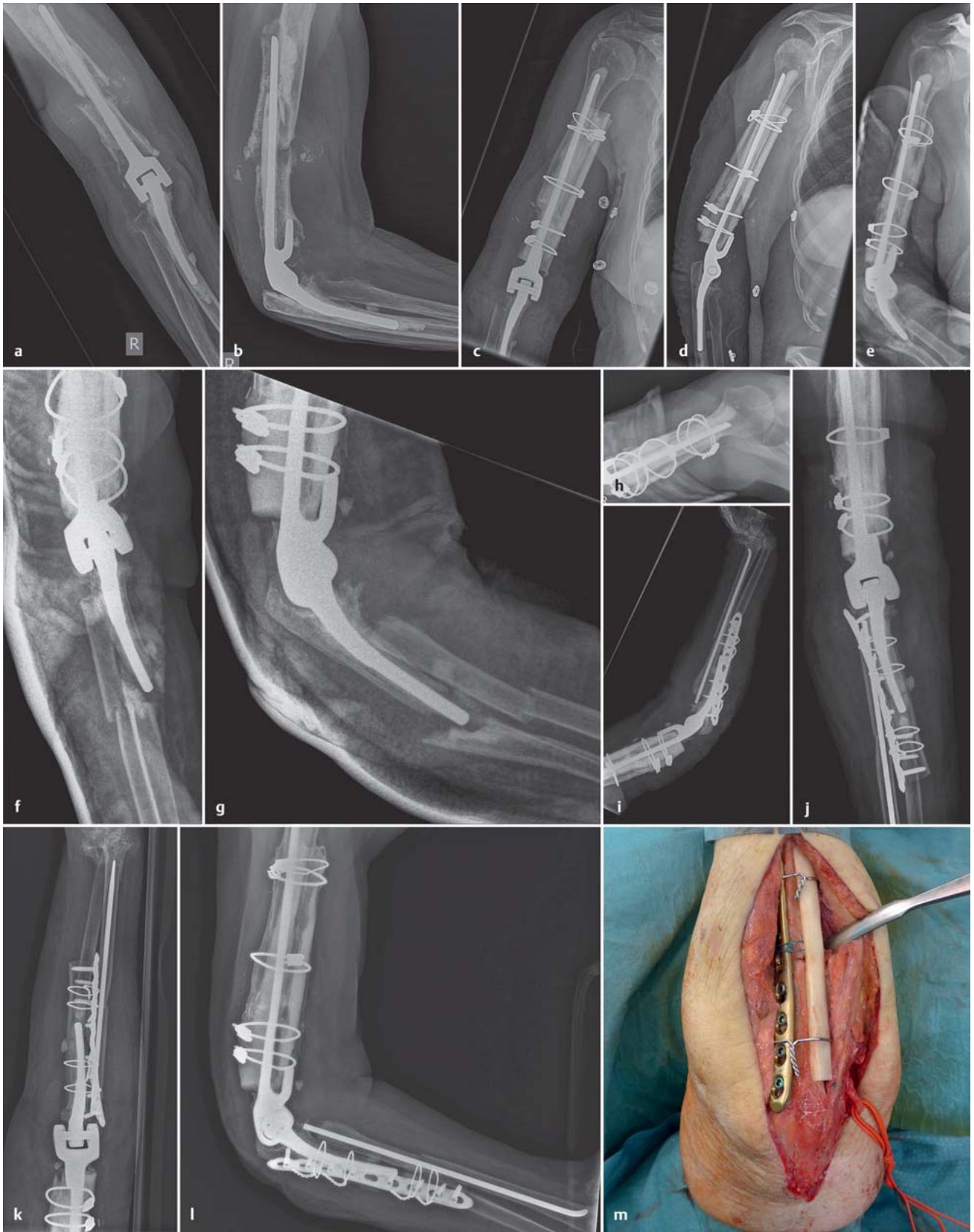
Abb. 6a und b Teilverblockte Prothese (Coonrad-Morrey – Zimmer®) mit resezierten Kondylen.

Prothesen-Composit (= gesamtes Knochenstück aus der Knochenbank mit Revisionsprothese) oder die Implantation des ulnaren Stems in den Radius, wobei aber Pro- und Supination (die Unterarmumwendbewegung) verloren geht.

C-Frakturen bei liegender stabiler Ellbogenprothese können, je nach Frakturform, konservativ oder operativ behandelt werden. Besonders am Unterarm führen wir bevorzugt eine klassische Plattenosteosynthese durch. Bei schlechter Knochenqualität, z.B. durch erhebliche Osteoporose, verwenden wir eine



**Abb. 7a bis l** Intraoperative periprosthetische Fraktur am Humerusschaft bei schon zementierter Ellbogentotalendoprothese. Versorgung mit einer winkelstabilen Plattenosteosynthese und Zerklagen am Humerus sowie Plattenosteosynthese mit Strut Graft und Zerklagen an der Elle. **a-d** Intraoperative Bildwandlerbilder. **e-h** Postoperative Röntgenbilder (2 Ebenen). **i, j** Kontrollröntgen 6 Monate postoperativ (2 Ebenen). **k, l** Funktionelles Ergebnis.



**Abb. 8a bis m** 73-jährige Patientin mit rheumatischer Arthritis und mehrere Jahre nach Implantation einer Ellbogentotalendoprothese – Lockerung der Prothese, erhebliche Osteolysen, periprosthetische Fraktur am Humerus in Prothesenhöhe. Versorgung mit Langschaftprothese und Strut Grafts sowie Zerklagen. **a, b** Primäre Röntgenbilder (2 Ebenen). **c, d** Postoperative Röntgenbilder (2 Ebenen). **e–h** Röntgenbilder 3 Jahre später, nach neuerlichem Sturz und periprosthetischer Fraktur am Unterarm (Elle und Speiche), bei stabiler Prothese. **i–l** Postoperative Röntgen: Versorgung mit winkelstabiler Verplattung an der Elle und zusätzlicher Augmentation mit Strut Graft und Zerklagen. Intramedulläre Stabilisierung am Speichenschaft. **m** Intraoperatives Bild – Versorgung der Elle.

winkelstabile LCP-Platte mit winkelstabilen Schrauben und evtl. Zerklagen. Bei Knochendefekten verwenden wir Strut Grafts zur Überbrückung.

Periprothetische Frakturen bei liegender Ellbogenprothese sind häufig mit erheblicher Osteolyse kombiniert. Bei stabiler Prothese kommen eine Plattenosteosynthese mit und ohne Strut Grafts und Zerklagen zur Anwendung, während bei instabiler Prothese ein Revisionsschaft und zusätzliche Strut Grafts Verwendung finden. Bei extremen Knochendefekten kann ein Allograft-Prothesen-Composit notwendig sein.

### Periprothetische Frakturen zwischen liegender Schulter- und Ellbogenprothese

Bei Patienten, die sowohl mit einer Schulterprothese als auch mit einer Ellbogenprothese versorgt sind, kann es bei einem Sturz oder bedingt durch eine Osteolyse zu einer Fraktur zwischen den beiden Prothesen kommen. Hier muss evaluiert werden, ob beide Prothesen stabil und intakt sind oder nicht. Die lockere Prothese muss ggf. revidiert und gewechselt werden, während der Frakturbereich, je nach Knochenqualität, mit einem Strut Graft oder seltener mit einer Platte überbrückt wird. Die Fallberichte diesbezüglich sind in der Literatur spärlich und so kann kein evidenzbasierter Behandlungsalgorithmus angegeben werden. Das Vorgehen muss je nach Situation individuell entschieden werden.

### Periprothetische Frakturen bei anderen Prothesen an der oberen Extremität

Fallserien von Totalendoprothesen an den übrigen Gelenken der oberen Extremität sind selten. Insbesondere am Handgelenk sind noch keine Prothesensysteme am Markt, welche die komplexe Kinematik des normalen Handgelenks nachvollziehen können. Demzufolge ist die Komplikationsrate hoch. In der Literatur wird die Komplikationsrate mit bis zu 65% angegeben [13]. Die häufigste Komplikation ist die Osteolyse und das Auslockern der Prothese. Fallsammlungen von periprothetischen Frakturen bei Prothesen an Handgelenk und Hand sind nicht publiziert.

### Ergebnisse

Die Evidenzlage bez. der periprothetischen Frakturen an der oberen Extremität ist dürftig. Vieles muss von der Ver-

sorgung bei Femurfrakturen bei liegender Hüft- oder Knieprothese hergeleitet werden. Die publizierten Fallserien sind klein und inhomogen. Dennoch lassen sich einige grundlegende Richtlinien herausarbeiten. Bei periprothetischen Humerusfrakturen führt bei lockerer Prothese ein Wechsel auf eine Langschaftprothese und eine Überbrückung der Frakturzone mit einem Strut Graft zu guten Heilungsraten und einer guten Funktion. Bei stabiler Prothese und einigermassen guter Knochenqualität ist die Plattenosteosynthese mit Schrauben und Zerklagen geeignet, die Fraktur in einem hohen Prozentsatz zur Ausheilung zu bringen. Die funktionellen Ergebnisse nach Revisionsprothetik bei einer periprothetischen Fraktur nach Schulterprothese sind sehr gemischt und schlecht vorhersehbar. Ein Großteil der Frakturen kann durch Auswahl des geeigneten Verfahrens zur Ausheilung gebracht werden. Die funktionellen Ergebnisse sind sehr unterschiedlich und die Komplikationsraten hoch (bis zu 43%) [3, 14].

Implanatatversagen nach Endoprothetik am Ellbogengelenk sind häufig mit Osteolysen kombiniert. Die Ergebnisse nach Revisionsendoprothetik sind bei subtiler Indikationsstellung nach präoperativer Analyse und guter operativer Technik zufriedenstellend. Die Mehrheit der Fallserien berichtet über gute Heilungsraten der Frakturen, gute Schmerzreduktion und zufriedenstellende Funktion [15]. In schwierigen Situationen mit schlechter Knochenqualität und Knochendefekten lassen sich durch die zusätzliche Verwendung von Allografts noch gute Heilungsraten und brauchbare funktionelle Ergebnisse erzielen [16–18], wengleich die Komplikationsraten mit der Komplexität der rekonstruktiven Maßnahmen zunehmen.

### Zusammenfassung

Periprothetische Frakturen bei liegender Schulter- oder Ellbogenprothese kommen im klinischen Alltag aufgrund der geringeren Implantationszahlen seltener vor als solche an der unteren Extremität. Sie sind meist schwierig zu behandeln und bedürfen einer genauen Analyse und präzisen Indikationsstellung. Ihre Behandlung richtet sich nach ihrer Lokalisation, der Frakturform, nach der Knochenqualität und nach der Tatsache, ob die Prothese noch stabil im Knochen verankert ist oder ob eine Schaftlockerung vorliegt. Die konservative Therapie kommt bei manchen unverschobenen

Frakturen im Bereich der Apophysen (Typ-A-Frakturen) und bei gewissen Typ-C-Frakturen am Humerusschaft infrage. Ansonsten bevorzugen wir die operative Behandlung abgestimmt auf die Stabilität der Prothese, die Knochenqualität und die Lage der Fraktur. Am Unterarm bevorzugen wir auch bei den Typ-C-Frakturen eine operative Frakturversorgung, sofern es der Allgemeinzustand des Patienten zulässt. Unter Anwendung eines dem Einzelfall angepassten, individuellen Behandlungskonzepts auf der Basis existierender Guidelines lassen sich diese komplizierten Verletzungen in einem hohen Prozentsatz zur Ausheilung bringen, wengleich das funktionelle Ergebnis manchmal schlecht vorhersehbar ist und die Komplikationsrate mit der Komplexität der Fraktur bzw. des Eingriffs zunimmt.

### Literatur

- <sup>1</sup> *Bohsali KI, Wirth AM, Rockwood CA jr.* Complications of total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2006; 10: 2279–2292
- <sup>2</sup> *Kim JM, Mudgal CS, Konopka JF et al.* Complications of total elbow arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg* 2011; 19: 328–339
- <sup>3</sup> *Steinmann SP, Cheung EV.* Treatment of periprothetische humerus fractures associated with shoulder arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg* 2008; 16: 199–207
- <sup>4</sup> *O'Driscoll SW, Morrey BF.* Periprothetische fractures about the elbow. *Orthop Clin North Am* 1999; 30: 319–325
- <sup>5</sup> *Plausinis D, Greaves C, Regan WD et al.* Ipsilateral shoulder and elbow replacements: On the risk of periprothetische fracture. *Clin Biomech* 2005; 20: 1055–1063
- <sup>6</sup> *Campbell JT, Moore RS, Iannotti JP et al.* Periprothetische humeral fractures: mechanism of fracture and treatment options. *J Shoulder Elbow Surg* 1998; 7: 406–413
- <sup>7</sup> *Duncan CP, Haddad FS.* Classification. In: Schütz M, Perka C, eds. *Periprothetische Fracture Management*. Stuttgart, Thieme; 2013: 47–90
- <sup>8</sup> *Talbot M, Zdero R, Schemitsch EH.* Cyclic loading of periprothetische fracture fixation constructs. *J Trauma* 2006; 64: 1308–1312
- <sup>9</sup> *Shah S, Kim SY, Dubov A et al.* The biomechanics of plate fixation of periprothetische femoral fractures near the tip of total hip implant: cables, screws, or both? *Proc Inst Mech Eng H* 2011; 225: 845–856
- <sup>10</sup> *Lenz M, Perren SM, Gueorguiev B et al.* Underneath the cerclage: an ex vivo study on the cerclage-bone interface mechanics. *Arch Orthop Trauma Surg* 2012; 132: 1467–1472
- <sup>11</sup> *Dubov A, Kim SY, Shah S et al.* The biomechanics of plate repair of periprothetische femur fractures near the tip of total hip implant: the effect of cable-screw position. *Proc Inst Mech Eng H* 2011; 225: 857–865
- <sup>12</sup> *McKee MD, Pugh DM, Richards RP et al.* Effect of humeral condylar resection on strength and functional outcome after semiconstrained total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85: 802–807
- <sup>13</sup> *Yeoh D, Tourret L.* Total wrist arthroplasty: a systematic review of the evidence from the last five years. *J Hand Surg Eur* 2014 [Epub ahead of print]



- <sup>14</sup> Kumar S, Sperling JW, Haidukewych GH et al. Periprosthetic humeral fracture after shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86: 680–689
- <sup>15</sup> Foruria AM, Sanchez-Sotelo J, Oh LS et al. The surgical treatment of periprosthetic elbow fractures around the ulnar stem following semiconstrained total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2011; 93: 1399–1407
- <sup>16</sup> Sanchez-Sotelo J, O'Driscoll S, Morrey BF. Periprosthetic humeral fractures after elbow arthroplasty: treatment with implant revision and strut allograft augmentation. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84: 1642–1650
- <sup>17</sup> Kamineni S, Morrey BF. Proximal ulnar reconstruction with strut allograft in revision total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86: 1223–1229
- <sup>18</sup> Morrey ME, Sanchez-Sotelo J, Abdel MP et al. Allograft-prosthetic composite reconstruction for massive bone loss including catastrophic failure in total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2013; 95: 1117–1124

**Dr. med. Michael Plecko**  
Stellv. Ärztlicher Leiter

Unfallkrankenhaus Graz der AUVA  
Lehrkrankenhaus der MEDUNI Graz  
Göstingerstr. 24  
8021 Graz  
Österreich

michael.plecko@inode.at

**Univ.-Prof. Dr. med. Herbert Resch**  
Klinikvorstand, Ärztlicher Leiter

Universitätsklinik für Unfallchirurgie u.  
Sporttraumatologie Salzburg  
Paracelsus Medizinische Privat-  
universität Salzburg  
Müllner Hauptstr. 48  
5020 Salzburg  
Österreich