

Meistertechniken in der operativen Orthopädie
und Unfallchirurgie

Lars Peter Müller · Markus Loew *Hrsg.*

Ellenbogen

Meistertechniken in der operativen Orthopädie und Unfallchirurgie

Reihe herausgegeben von

Dieter Kohn
Klinik für Orthopädie
Universitätsklinikum des Saarlandes
Homburg, Deutschland

Tim Pohlemann
Gebäude 57
Klinik für Unfallchirurgie
Homburg, Deutschland

In den Einzelbänden der Reihe „Meistertechniken in der operativen Orthopädie und Unfallchirurgie“ stellen Meister ihres Faches die von ihnen bevorzugten Operationstechniken dar. Dabei wurde bewusst auf Vollständigkeit der Operationen verzichtet. Es werden die Eingriffe beschrieben, die einerseits für jeden speziellen Orthopäden oder speziellen Unfallchirurgen relevant sein können, die aber andererseits erfahrungsgemäß hohe Anforderungen an den Operateur stellen. Die Buchherausgeber sind anerkannte und langjährige Experten in ihrem Bereich. Die Buchreihe soll dem operativ tätigen Orthopäden und Unfallchirurgen erlauben, von der Erfahrung der Autoren direkt zu profitieren. Die Bücher sind so geschrieben, dass sich die erwähnten operativen Verfahren direkt in die Praxis umsetzen lassen.

Weitere Bände in der Reihe: <http://www.springer.com/series/13359>

Lars Peter Müller • Markus Loew
Hrsg.

Ellenbogen

Mit über 250 größtenteils farbigen Abbildungen

Hrsg.

Lars Peter Müller
Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie
Universitätsklinikum Köln
Köln, Deutschland

Markus Loew
Deutsches Gelenkzentrum Heidelberg
ATOS Klinik
Heidelberg, Deutschland

Meistertechniken in der operativen Orthopädie und Unfallchirurgie
ISBN 978-3-662-62990-1 ISBN 978-3-662-62991-8 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-62991-8>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2021

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Umschlaggestaltung: deblik Berlin
Graphiken: Birgit Brühmüller, Waghäusel
Bildrechte Cover: Davorin Wagner/Chirurgie im Bild

Lektorat/Planung: Antje Lenzen

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort zur Reihe

Die Reihe „Meistertechniken in der operativen Orthopädie und Unfallchirurgie“ soll eine Lücke im deutschsprachigen Buchangebot unseres Faches Orthopädie/Unfallchirurgie schließen. Geplant sind 10 Bände. Die Autoren – allesamt Meister ihres Faches – stellen die von ihnen bevorzugten Operationstechniken dar. Dabei wird bewusst auf Vollständigkeit verzichtet. Stattdessen werden Eingriffe beschrieben, die einerseits für jeden speziellen Orthopäden oder speziellen Unfallchirurgen relevant sein können, die aber andererseits erfahrungsgemäß hohe Anforderungen an den Operateur stellen.

Die Bandherausgeber sind anerkannte und langjährige Experten in ihrem Bereich. Sie schreiben selbst und sie haben sich zusätzlich Autoren ausgewählt, die besondere Expertise für die von ihnen beschriebene Operation haben. Die Buchreihe soll dem operativ tätigen Orthopäden und Unfallchirurgen erlauben, von der Erfahrung der Autoren direkt zu profitieren, der Leser soll ihnen beim Operieren „über die Schulter schauen“. Die Bücher sind so geschrieben, dass sich die gezeigten Verfahren direkt in die Praxis umsetzen lassen.

Wir sind Frau Antje Lenzen und Herrn Dr. Fritz Kraemer sehr dankbar, dass sie dieses Projekt mit uns aus der Taufe gehoben haben. Mit Herrn Jörg Kühn und Frau Birgit Brühmüller hat der Verlag Medizinillustratoren der Extraklasse verpflichtet, was sehr zum Erfolg der Bücher beitragen wird. Hauptlast und Hauptverantwortung liegen natürlich auf den Schultern der Bandherausgeber, die die Einzelbände gestalten, und auf der sorgfältigen Arbeit der Kapitelautoren. Bandherausgebern und Kapitelautoren gebührt deshalb unser ganz besonderer Dank.

Dieter Kohn
Tim Pohlemann

Vorwort

Die operativen Konzepte am Ellenbogengelenk haben sich in den letzten Jahren schnell weiterentwickelt: Arthroskopische und offene Operationsverfahren sind eingeführt und teilweise standardisiert worden, vermutlich in höherer Anzahl als an allen anderen Gelenken. Damit steigt nicht nur die Häufigkeit, sondern auch die Komplexität der Eingriffe an diesem Gelenk. Gerade bei den Luxationen, den Luxationsfrakturen und bei den daraus resultierenden Instabilitäten sind die Kenntnisse über Pathomechanismen und Schädigungsmuster durch biomechanische Untersuchungen und Fortschritte in der Bildgebung rasant gestiegen. Operationsindikationen und -techniken haben sich in gleichem Tempo weiterentwickelt.

Somit muss heute jeder Unfallchirurg und Orthopäde damit rechnen, mit einer komplexen Pathologie des Ellenbogens konfrontiert zu werden. Und erkennen, wo konservativ gute Ergebnisse zu erzielen sind und wo die Operation der einzige Weg zu einem funktionierenden und stabilen Ellenbogen ist.

Dieses Master-Buch soll als praktischer Operationsleitfaden zur Durchführung dieser operativen Verfahren dienen. Wie in den anderen Büchern dieser Reihe ist das Prinzip, mit klar strukturierten Illustrationen, erkennbaren Operationsbildern und detaillierten Befundzeichnungen zur schnellen präoperativen Planung und Durchführung der jeweiligen Prozedur beizutragen.

In den einzelnen Kapiteln wird ein Schwerpunkt auf die präoperative Planung und die eigentliche operative Technik sowie das postoperative Management gelegt. Der oder die jeweilige Autor*in versucht die Verfahren so darzustellen, dass sie auch von einem nicht ausgewiesenen Spezialisten potenziell umgesetzt werden können. Wir haben dabei den Schwerpunkt auf standardisierte Methoden gelegt, die im traumatischen und orthopädischen Indikationsspektrum vergleichsweise häufig zur Anwendung kommen können. Hierbei werden die einzelnen OP-Schritte systematisch fotografisch und zeichnerisch dargestellt. Bezüglich der Zeichnungen möchten wir uns ganz besonders bei Frau Brühmüller für die Klarheit der Darstellungen sowie die verständnisvolle Zusammenarbeit bedanken.

Alle ausgewählten Autorinnen und Autoren sind nach unserer Meinung ausgewiesene Ellenbogenchirurgen der Extraklasse und in den Kommissionen der Deutschen Vereinigung für Schulterchirurgie (DVSE) und der Gesellschaft für Arthroskopie und Gelenkchirurgie (AGA) maßgeblich für die Verfahren richtungweisend. Wir bedanken uns bei Ihnen und Euch für die freundschaftliche Mit- und Zusammenarbeit bei der Erstellung der „Meistertechniken“ und hoffen gemeinsam, hiermit den operativ tätigen Kolleginnen und Kollegen einen sinnvollen Leitfaden vorlegen zu können, der dazu beiträgt, in der Breite die Ergebnisse der operativen Behandlungen am Ellenbogengelenk zu verbessern.

Trotz der im Vordergrund dargestellten operativen Möglichkeiten möchten wir an dieser Stelle nochmals an die Ausschöpfung der konservativen Möglichkeiten hinweisen. Darüber hinaus besteht für jeden Leser die Möglichkeit zur Kontaktaufnahme mit uns bzw. mit den Autor*innen, wenn in einer unklaren Situation Zweifel an einer Indikationsstellung oder an dem konkreten operativen Verfahren bestehen.

Die Kontaktadressen sind dem Autor*innenverzeichnis zu entnehmen.

Lars Peter Müller
Markus Loew

Inhaltsverzeichnis

I Akutes Trauma

1	Kapitel Radiuskopffrakturen	3
	<i>Jörg Weber, Tim Leschinger und Lars Peter Müller</i>	
2	Radiuskopffraktur – primäre Prothese und ligamentäre Stabilisierung	23
	<i>Valentin Rausch und Lars Peter Müller</i>	
3	Isolierte Koronoidfrakturen – Osteosynthese und ligamentäre Stabilisierung	31
	<i>Fabian Lanzerath, Dominik Seybold und Lars Peter Müller</i>	
4	Distale Humerusfraktur: Doppelplattenosteosynthese	49
	<i>Alexander Ellwein und Helmut Lill</i>	
5	Akutes Trauma – distale Humerusfraktur – Hemiprothese	61
	<i>Michael Hackl, Kilian Wegmann und Lars Peter Müller</i>	
6	Capitulum- und Trochleaabscherfraktur	71
	<i>Thorsten Gühring</i>	
7	Arthroskopisch-gestützte Frakturversorgung – Radiuskopf, Proc. coronoideus, Capitulum humeri	87
	<i>Tim Leschinger, Lars Peter Müller und Kilian Wegmann</i>	
8	Ellenbogenluxation – ligamentäre Rekonstruktion und Augmentation	109
	<i>Stephanie Geyer und Sebastian Siebenlist</i>	
9	Terrible-Triad-Läsion – Osteosynthese und ligamentäre Stabilisierung	123
	<i>Tim Leschinger und Lars Peter Müller</i>	
10	Trizepssehnenruptur	137
	<i>Kilian Wegmann und Roger van Riet</i>	
11	Plattenosteosynthese bei der Olecranonfraktur	149
	<i>Lars Lehmann, Sebastian Picht, Stephan Uschok und Christian Gerhardt</i>	
12	Monteggia Like Lesion – Osteosynthese und ligamentäre Stabilisierung ..	161
	<i>Stephan Uschok und Lars Peter Müller</i>	
13	Distale Bizepssehnenruptur	175
	<i>Markus Loew</i>	

II Posttraumatische Zustände

14	Offene Arthrolyse – lateraler Säulenzugang	193
	<i>Markus Loew</i>	
15	Arthroskopische Arthrolyse bei posttraumatischer Kontraktur	203
	<i>Klaus Burkhart</i>	
16	Chronische Monteggia-Verletzung mit arthrotischen Veränderungen des Radiuskopfes	219
	<i>Konrad Mader und John Ham</i>	
17	Posttraumatische Fehlstellung des distalen Humerus im Kindesalter	229
	<i>Francisco F. Fernandez</i>	
18	Radiale Bandplastik bei chronischer Instabilität	243
	<i>Marc Schnetzke und Markus Loew</i>	
19	Ulnare Bandplastik bei Instabilität	257
	<i>Philip Kasten und Jörg Nowotny</i>	
20	Radialer Defekt – Anconeusplastik	269
	<i>Andreas Lenich und Dominik Seybold</i>	

III Primär degenerative Läsionen

21	Epicondylopathia radialis	281
	<i>Christian Schoch und Michael Geyer</i>	
22	Umfassendes arthroskopisches Debridement (UAD) bei Ellenbogengelenksarthrose	293
	<i>Marc Schnetzke, Markus Loew und Sven Lichtenberg</i>	
23	Totalendoprothese bei Cubitalarthrose	311
	<i>Christian Gerhardt, Boris Hollinger, Daniel Rzepka und Lars Johannes Lehmann</i>	
24	Ulnaris-Neuropathie am Ellenbogen	327
	<i>Tim Leschinger, Marc Schnetzke und Lars Peter Müller</i>	
	Serviceteil	
	Stichwortverzeichnis	341

Autorenverzeichnis

PD Dr. med. Klaus Burkhart ARCUS Kliniken, Ellenbogenchirurgie, Pforzheim, Deutschland
burkhart@sportklinik.de

Dr. med. Alexander Ellwein Orthopädische Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH) im DIAKOVERE Annastift, DIAKOVERE Krankenhaus gGmbH, Hannover-Klee-
feld, Deutschland

Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Krankenhaus Diakovere Friederikenstift Hannover,
Hannover, Deutschland
alexander.ellwein@diakovere.de

PD Dr. med. Francisco F. Fernandez Orthopädische Klinik, Klinikum Stuttgart, Olgahospital,
Stuttgart, Deutschland
f.fernandez@klinikum-stuttgart.de

Dr. med. Christian Gerhardt ViDia Kliniken Karlsruhe, Klinik für Unfall- und Handchirurgie,
Karlsruhe, Deutschland
Christian.gerhardt@vincentius-ka.de

Dr. med. Michael Geyer Medizinisches Versorgungszentrum und Rehaklinik, St. Vinzenz
Klinik Pfronten, Pfronten, Deutschland
Michael.Geyer@vinzenz-klinik.de

Dr. med. Stephanie Geyer Abteilung und Poliklinik für Sportorthopädie, Klinikum rechts der
Isar, München, Deutschland
stephanie.geyer@tum.de

Prof. Dr. med. Thorsten Guehring Zentrum für Orthopädische Chirurgie und Unfallchirurgie,
Orthopädische Klinik Paulinenhilfe, Stuttgart, Deutschland
thorsten.guehring@diak-stuttgart.de

Dr. med. Michael Hackl Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie,
Universitätsklinikum Köln, Köln, Deutschland
michael.hackl@uk-koeln.de

John Ham OLVG, Locatie Oost, Amsterdam, Niederlande
S.J.Ham@olv.nl

Dr. med. Boris Hollinger Orthopädische Klinik Markgröningen gGmbH, Markgröningen,
Deutschland
boris.hollinger@rkh-kliniken.de

Prof. Dr. med. Philip Kasten Orthopädisch-chirurgisches Zentrum (OCC) Tübingen,
Tübingen, Deutschland
kasten@occ-tuebingen.de

Fabian Lanzerath Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Universitäts-
klinikum Köln (AÖR), Köln, Deutschland
fabian.lanzerath@uk-koeln.de

Prof. Dr. med. Lars Johannes Lehmann Klinik für Unfall- und Handchirurgie, St. Vincentius-
Kliniken Karlsruhe, Karlsruhe, Deutschland
lars.lehmann@vincentius-ka.de

Prof. Dr. med. Andreas Lenich ZEST- Zentrum für Ellenbogen- und Schultertherapie in der Orthopädie am Stiglmaierplatz, München, Deutschland
praxis@orthopaedie-stiglmaierplatz.de

Dr. med. Tim Leschinger Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Köln, Köln, Deutschland
tim.leschinger@uk-koeln.de

Dr. med. Sven Lichtenberg Deutsches Gelenkzentrum Heidelberg, ATOS Klinik, Heidelberg, Deutschland
sven.lichtenberg@atos.de

Prof. Dr. med. Helmut Lill Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Krankenhaus Diakovere Friederikenstift Hannover, Hannover, Deutschland
helmut.lill@diakovere.de

Prof. Dr. med. Markus Loew Deutsches Gelenkzentrum Heidelberg, ATOS Klinik, Heidelberg, Deutschland
markus.loew@atos.de

PD Dr. med. Konrad Mader Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie und Orthopädie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland
k.mader@uke.de

Prof. Dr. med. Lars Peter Müller Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Köln, Köln, Deutschland
lars.mueller@uk-koeln.de

PD Dr. med. Jörg Nowotny UniversitätsCentrum für Orthopädie, Unfall- und Plastische Chirurgie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Dresden, Deutschland
joerg.nowotny@uniklinikum-dresden.de

Sebastian Picht Klinik für Unfall- und Handchirurgie, St. Vincentius-Kliniken Karlsruhe, Karlsruhe, Deutschland
Sebastian.picht@vincentius-ka.de

Dr. med. Valentin Rausch Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Köln, Köln, Deutschland
valentin.rausch@uk-koeln.de

Prof. Dr. med. Roger van Riet AZ Monica, Campus Antwerpen, Antwerpen, Belgien
drrogervanriet@azmonica.be

Dr. med. Daniel Rzepka Klinik für Unfall- und Handchirurgie, ViDia Kliniken Karlsruhe, Karlsruhe, Deutschland
Daniel-jan.rzepka@vincentius-ka.de

Prof. Dr. med. Marc Schnetzke Deutsches Gelenkzentrum Heidelberg, ATOS Klinik, Heidelberg, Deutschland
marc.schnetzke@atos.de

Dr. med. Christian Schoch Medizinisches Versorgungszentrum und Rehaklinik, St. Vinzenz Klinik Pfronten, Pfronten, Deutschland
christian.schoch@vinzenz-klinik.de

Prof. Dr. med. Dominik Seybold Orthopädie Unfallchirurgie, Praxis Klinik Düsseldorf,
Düsseldorf, Deutschland
seybold@opnd-duesseldorf.de

PD Prof. Dr. med. Sebastian Siebenlist Klinikum rechts der Isar, Abt. und Poliklinik für
Sportorthopädie, TU München, München, Deutschland
sebastian.siebenlist@mri.tum.de

Dr. med. Stephan Uschok Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie,
Universitätsklinikum Köln, Köln, Deutschland
stephan.uschok@uk-koeln.de

Dr. med. Jörg Weber Chirurgische Gemeinschaftspraxis, Praxisklinik Paulstraße Rostock,
Rostock, Deutschland
termine-fvw@web.de

PD Prof. Dr. med. Kilian Wegmann Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Unfallchirurgie,
Universitätsklinikum Köln, Köln, Deutschland
kilian.wegmann@uk-koeln.de

Akutes Trauma

Inhaltsverzeichnis

- Kapitel 1** **Kapitel Radiuskopffrakturen – 3**
Jörg Weber, Tim Leschinger und Lars Peter Müller
- Kapitel 2** **Radiuskopffraktur – primäre Prothese und ligamentäre Stabilisierung – 23**
Valentin Rausch und Lars Peter Müller
- Kapitel 3** **Isolierte Koronoidfrakturen – Osteosynthese und ligamentäre Stabilisierung – 31**
Fabian Lanzerath, Dominik Seybold und Lars Peter Müller
- Kapitel 4** **Distale Humerusfraktur: Doppelplattenosteosynthese – 49**
Alexander Ellwein und Helmut Lill
- Kapitel 5** **Akutes Trauma – distale Humerusfraktur – Hemiprothese – 61**
Michael Hackl, Kilian Wegmann und Lars Peter Müller
- Kapitel 6** **Capitulum- und Trochleaabscherfraktur – 71**
Thorsten Gühring
- Kapitel 7** **Arthroskopisch-gestützte Frakturversorgung – Radiuskopf, Proc. coronoideus, Capitulum humeri – 87**
Tim Leschinger, Lars Peter Müller und Kilian Wegmann
- Kapitel 8** **Ellenbogenluxation – ligamentäre Rekonstruktion und Augmentation – 109**
Stephanie Geyer und Sebastian Siebenlist
- Kapitel 9** **Terrible-Triad-Läsion – Osteosynthese und ligamentäre Stabilisierung – 123**
Tim Leschinger und Lars Peter Müller

- Kapitel 10** **Trizepssehnenruptur – 137**
Kilian Wegmann und Roger van Riet
- Kapitel 11** **Plattenosteosynthese bei der Olecranonfraktur – 149**
*Lars Lehmann, Sebastian Picht, Stephan Uschok
und Christian Gerhardt*
- Kapitel 12** **Monteggia Like Lesion – Osteosynthese
und ligamentäre Stabilisierung – 161**
Stephan Uschok und Lars Peter Müller
- Kapitel 13** **Distale Bizepssehnenruptur – 175**
Markus Loew



Kapitel Radiuskopffrakturen

Jörg Weber, Tim Leschinger und Lars Peter Müller

Inhaltsverzeichnis

- 1.1 Prinzip – 4**
- 1.2 Indikationen/Kontraindikationen – 4**
- 1.3 Präoperative Planung – 5**
- 1.4 Operative Technik – 5**
 - 1.4.1 Vorbereitung/Lagerung – 5
 - 1.4.2 Reposition bei Mason-II-Frakturen – 7
 - 1.4.3 Reposition bei Mason-III-Frakturen – 7
 - 1.4.4 Reposition bei Mason-IV-Frakturen – 11
- 1.5 Postoperatives Management – 14**
- 1.6 Ergebnisse – 16**
 - 1.6.1 Mason-I-Fraktur – 16
 - 1.6.2 Mason-II-Fraktur – 16
 - 1.6.3 Mason-III- und -IV-Frakturen – 17
- 1.7 Komplikationen – 17**
- 1.8 Fallbeispiele – 18**
 - 1.8.1 Fall 1 – 18
 - 1.8.2 Fall 2 – 18
 - 1.8.3 Fall 3 – 19
- Literatur – 22**

1.1 Prinzip

Der Radiuskopf ist ein wichtiger Stabilisator des Ellenbogens. Er trägt die Hauptlast der axialen Belastung. Im Zusammenspiel mit dem medialen Kollateralbandkomplex (MCL) ist er außerdem ein wichtiger sekundärer Stabilisator gegen Valgusstress. Indem er den lateralen Kollateralbandkomplex (LCL) vorspannt, wird ihm auch eine wesentliche Rolle bei der posterolateralen Stabilisierung des Ellenbogengelenks zugeschrieben. Um das Gelenk im Frakturfall nicht zusätzlich zu destabilisieren, müssen Bandverletzungen im Rahmen der Frakturversorgung ebenfalls adressiert werden. Winkelstabile Low-profile-Implantate und Fadenanker bieten auch für komplexe Situationen Lösungsmöglichkeiten. Die Rekonstruktion des nativen Radiuskopfes sollte das primäre Ziel sein, da dieser in Bezug auf seine anatomischen und biomechanischen Eigenschaften den bisher verfügbaren Radiuskopfprothesen überlegen ist. Für ausgesuchte Fälle besteht die Option der arthroskopischen Frakturversorgung.

1.2 Indikationen/Kontraindikationen

Die Einteilung der Radiuskopffrakturen nach Mason (1952, mod. nach Johnston 1962) hat sich durchgesetzt (Abb. 1.1). Sie dient als Orientierungshilfe bei der OP-Indikationsstellung, auch wenn sie Begleitverletzungen (ligamentär, osteochondral etc.) nicht miteinbezieht.

Die Wahl des Therapieverfahrens wird wesentlich beeinflusst durch den Frakturtyp, bestehende Begleitverletzungen, den persönlichen Anspruch des Patienten und dessen Begleiterkrankungen Kodde et al. (2015).

Mason-I-Frakturen (Gelenkstufe <2 mm) können in der Regel konservativ behandelt werden. Patienten mit Mason-I-Frakturen sollten engmaschig klinisch nachkontrolliert werden. Stellt sich innerhalb der ersten 2 Wochen keine deutliche Schmerzlinderung oder Besserung des Bewegungsumfanges ein, sollte eine zügige weitere Diagnostik (MRT) zum Ausschluss von Begleitverletzungen (Bandläsionen, Interponate etc.) erfolgen Jordan und Jones (2017).

Die operative Versorgung von Mason-II-Frakturen (Gelenkstufe >2 mm, Halsfrakturen <30° Abkipfung) wird kontrovers diskutiert. Die Empfehlung zur Versorgung leitet sich aus der Zielsetzung ab, die Gelenkstufe zu reduzieren und somit der Entwicklung einer posttraumatischen Arthrose vorzubeugen. Bei einigen Frakturen dieses Typs besteht auch die Möglichkeit der arthroskopischen Versorgung.

Wie bei den Mason-I-Frakturen sollte bei einer vorhandenen Gelenkblockade die Diagnostik (MRT) ausgeweitet werden, um ggf. die operative Versorgung einzuleiten.

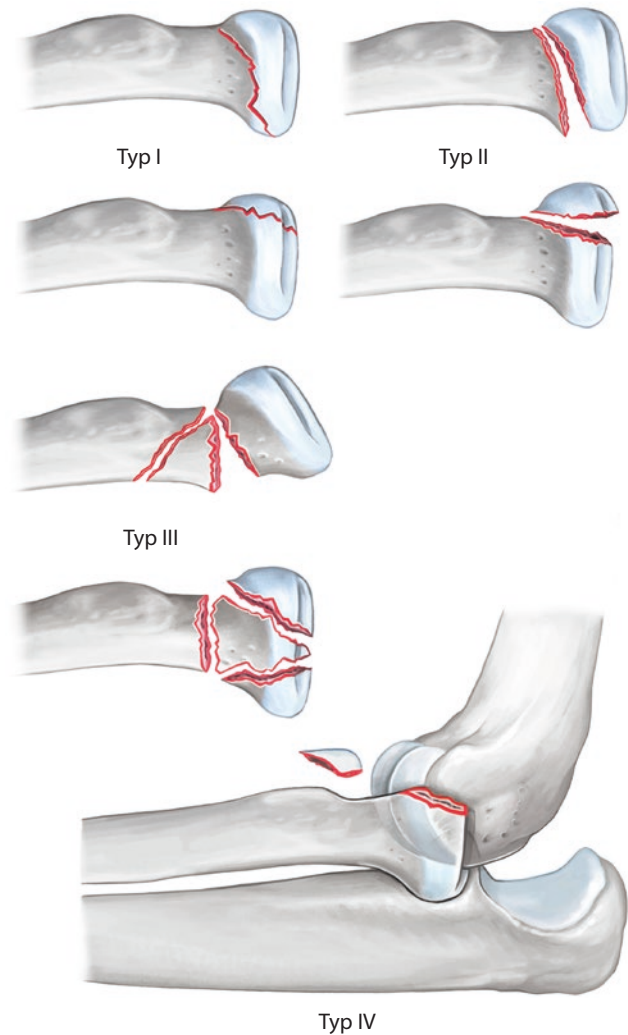


Abb. 1.1 Einteilung der Radiuskopffrakturen Typ I–IV nach Mason, mod. nach Johnston (1962)

Die Indikation für eine operative Versorgung stellen Mason-III-Frakturen (>3 Fragmente) und Mason-IV-(Luxations-)Frakturen dar. Primäres Ziel ist der Erhalt des Radiuskopfes, sofern eine stabile anatomische Rekonstruktion möglich ist. Bei fehlender Rekonstruierbarkeit bleibt bei stabilen Bandverhältnissen die Möglichkeit der Radiuskopfresektion. Dies ist bei komplexen Mehrfragmentfrakturen aber selten der Fall, sodass wir, insbesondere bei jungen, arbeitstätigen Patienten die Implantation einer Radiuskopfprothese empfehlen.

Die Inzidenz von Bandverletzungen steigt mit zunehmendem Schweregrad der Fraktur auf bis zu 84 % bei komplexen Frakturen Rhyou et al. (2017). Die Versorgung ist im Rahmen der Osteosynthese möglich. Für eine Refixation oder Naht der originären Bänder verbleibt ein Zeitfenster von ca. 4 Wochen. Nach diesem Zeitraum sind in der Regel aufwendigere Bandrekonstruktionen (z. B. mit autologen Sehnentransplantaten) erforderlich.

1.3 Präoperative Planung

- Ausführliche Anamnese über Art des Traumas, vorherige Beschwerden am Ellenbogen/Arm, frühere Traumata oder Operationen und individuelle Patientenvariablen (Händigkeit, Beruf, Sport).
- Klinische Untersuchung mit obligater Erhebung des neurovaskulären Status, Detektion von Weichteilverletzungen und Überprüfung weiterer Begleitverletzungen.
- Radiologische Diagnostik mit konventionellem Röntgen des Ellenbogens a.p. und seitlich. Dabei ist auf eine korrekte a.p.-Einstellung bei gestrecktem Ellenbogen bzw. eine entsprechende Kippung der Röntgenröhre und eine streng seitliche Einstellung im flektierten Zustand zu achten. Additiv ist es häufig hilfreich, Röntgen-Zielaufnahmen (z. B. nach Greenspan) anzufertigen.
- Computertomografie (CT) mit koronarer, sagittaler sowie 3D-Rekonstruktion. Das CT (1 mm Dünnschicht) erfolgt insbesondere bei schwer beurteilbarer Gelenkstufenhöhe zur Überprüfung der OP-Indikation. Bei komplexen, mehrfragmentären Frakturen wird das CT zur präoperativen Planung herangezogen, um im Vorfeld zu eruieren, ob ggf. auf alternative Verfahren (z. B. Radiuskopfprothese) ausgewichen werden muss. Entsprechende Implantate (z. B. Radiuskopfprothese, adäquate Knochenanker) sollten vorhanden sein.
- Eine Magnetresonanztomografie (MRT) kann bezüglich der Einschätzung des Ausmaßes von Weichteilverletzungen, Integrität der Seitenbänder und Gelenkkongruenzen bspw. durch interponierte Weichteile sinnvoll sein. Die Indikation zum MRT stellt sich zudem bei prolongierten Heilverläufen, wenn eine Diskrepanz zwischen dem radiologischen Befund und einem ausgeprägten klinischen Befund besteht oder eine stattgehabte Luxation nicht ausgeschlossen werden kann.
- Ausschluss operationsverhindernder Faktoren (infektiöse Veränderungen oder Weichteilläsionen der Haut insbesondere im Zugangsgebiet, Inoperabilität aufgrund systemischer Erkrankung).

1.4 Operative Technik

1.4.1 Vorbereitung/Lagerung

- Überprüfung der Vollständigkeit des Instrumentariums: Grundinstrumentarium für Osteosynthesen, 1,0 mm und 2.0 mm-Kirschner-Drähte mit Bohrmaschine (Schnellspannfutter) und spezielles Instrumentarium der gewählten Osteosynthese (Platte/

Schrauben, ggf. Knochenanker); zudem Verfügbarkeit einer Radiuskopfprothese, Bildverstärker

- Allgemeinnarkose (Larynxmaske/Intubationsnarkose), ggf. additives regionales Verfahren (bspw. interskalärer Katheter).
- Single-shot-Antibiose (cave: Allergien).
- Lagerung des Patienten in Rückenlage mit Auslagerung des Armes auf einem röntgendurchlässigen Armtisch. Die Versorgung ist grundsätzlich auch in Seit- oder Bauchlage möglich.
- Ggf. Anlage einer Oberarmblutleere (steril).

Operativer Zugang und chirurgische Landmarken

Der Zugang erfolgt nach Kocher. Der Hautschnitt beginnt 3 cm proximal des Epicondylus humeri radialis und zieht zur ulnaren Unterarmkante, ca. 10 cm distal des Olecranon zielend. Der Unterarm wird dabei in maximaler Pronation gehalten (■ Abb. 1.2).

Es folgt das Eröffnen der Unterarmfaszie in gleicher Richtung und Aufsuchen des Fettstreifens, der die Grenze zwischen dem M. anconeus (schwarzer Stern) und dem M. extensor carpi ulnaris (weißer Stern) darstellt (■ Abb. 1.3).

In dieses Intervall wird stumpf mit der Schere eingegangen, und die beiden Muskeln werden separiert. Der M. anconeus wird sodann stumpf nach dorsal von der Gelenkkapsel abgeschoben. Die ventral gelegenen Extensorensehnen können scharf von der Gelenkkapsel abpräpariert werden.

Durch die Pronationshaltung des Unterarmes wird der Ramus profundus des Nervus radialis, der den M. supinator in Supinationshaltung bereits auf Höhe des Radiushalses quert, vom Zugang weg verlagert (■ Abb. 1.4). Bei der Pronation erhöht sich der Abstand des N. radialis von der Gelenklinie von ca. 2,2 auf ca. 3,6 cm, sodass der proximale Radius bis zur Tuberositas radii präpariert werden kann. Es folgt die Eröffnung der Gelenkkapsel und des Ligamentum annulare (A) in gleicher, schräger Schnittrichtung (■ Abb. 1.5 und 1.6). Der Zugang erfolgt ventral des als Kapselverstärkung palpablen, lateralen kollateralen Ligamentes (LCL), welches geschont wird.

In der Traumasituation zeigt sich dieses jedoch häufig lädiert und von seinem Ursprung gelöst (■ Abb. 1.6, schwarzer Stern).

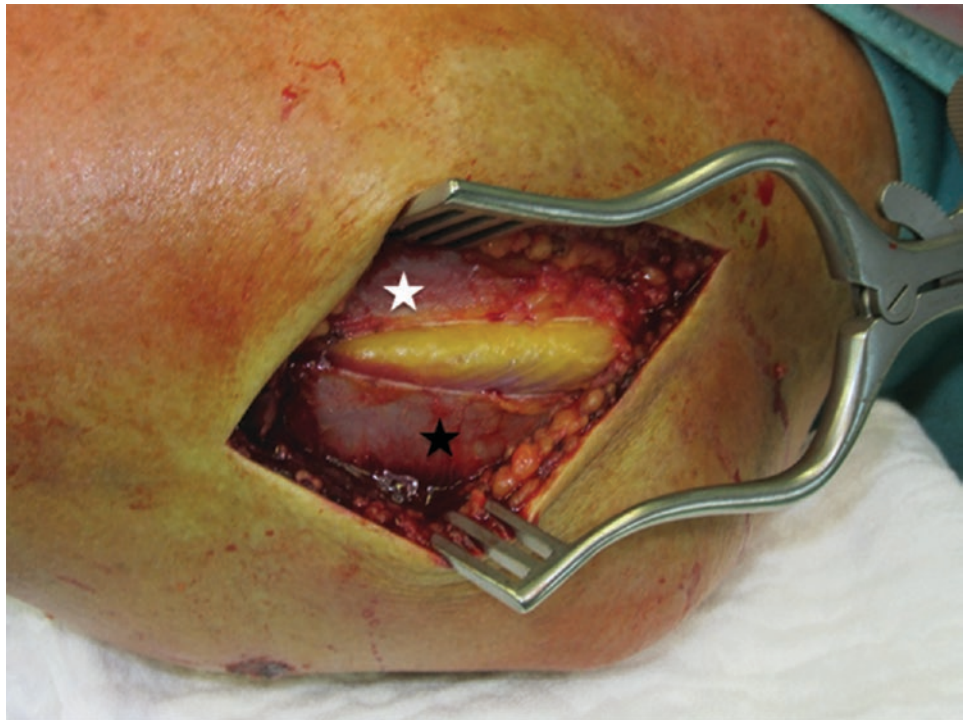
Bei Bedarf kann der Zugang nach proximal erweitert und die Extensorensehnen vom radialen Epicondylus nach ventral („column approach“) und das LCL an seinem humeralen Insertionspunkt nach dorsal abgelöst werden. Die genannten Strukturen können mit Fäden für die spätere Refixation markiert werden.

Sind sowohl die Extensorensehnen als auch der humerale LCL-Ansatz abgelöst worden, kann der Radiuskopf (R) nach radial subluxiert werden. Unterstützend kann eine spitze Repositionszange an den proximalen Anteil des Radiuschaftes gesetzt werden.

Abb. 1.2 Zugang nach Kocher, Radiuskopf, Capitulum (gestrichelte Linie = Hautschnitt)



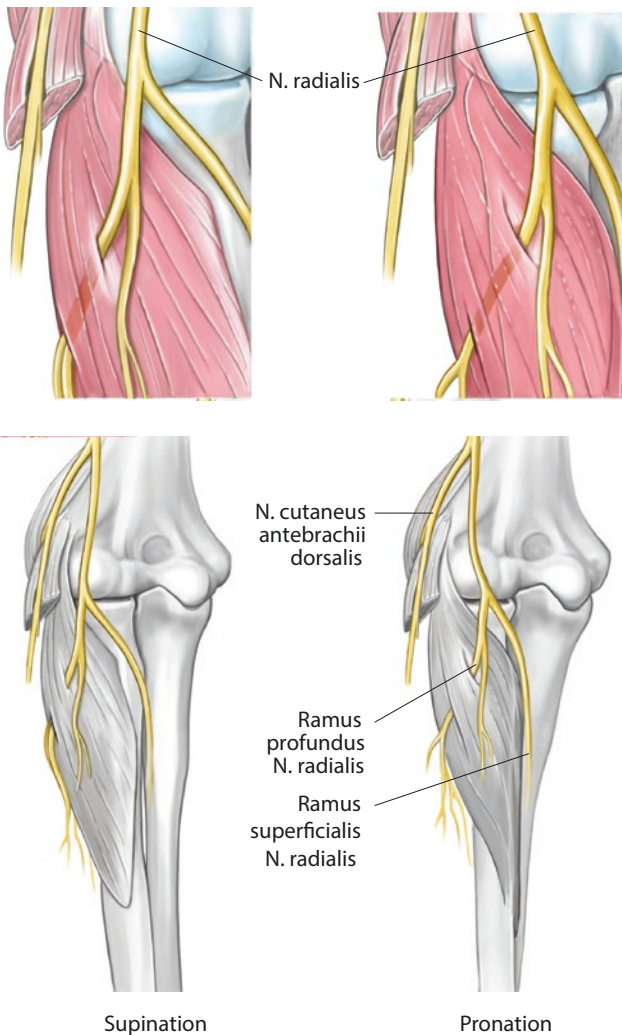
Abb. 1.3 Fettstreifen im Kocher-Intervall nach Faszieneröffnung (weißer Stern = M. ext. carpi ulnaris, schwarzer Stern = M. anconeus)



Das sich nach der Kapseleröffnung entleerende Frakturhämatom wird abgesaugt, Langenbeck-Haken nach ventral und dorsal eingesetzt, das Gelenk ausgespült und inspiziert.

Auf die Verwendung von Hohmann-Haken am proximalen Radius sollte möglichst verzichtet werden, um

eine Kompromittierung des tiefen Radialis-Astes durch unkontrollierten Druck zu vermeiden. Bei Einsatz der Haken ist auf eine intrakapsuläre Lage zu achten. Im Falle einer Radiuskopfplatten-Anlage kann die Präparation (z. B. rundes Raspatorium) bei proniertem Unterarm bis auf Höhe der Tuberositas radii erfolgen.

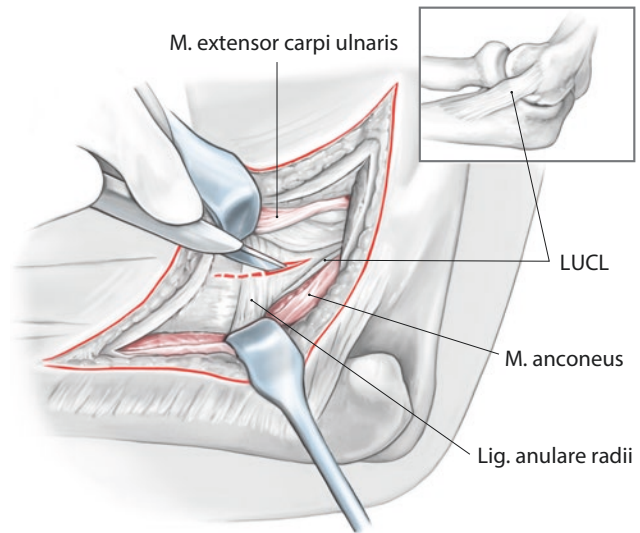


■ **Abb. 1.4** Lage des Nervus radialis bei Supination (li) und Pronation (re)

Bei ventral gelegenen Fragmenten – häufiger bei Mason-II-Frakturen anzutreffen – bietet sich alternativ der Zugang nach Kaplan an (Abb. 1.7). Der Hautschnitt und das intermuskuläre Intervall liegen etwas ventral des Kocher-Zuganges, zwischen dem Musculus extensor digitorum communis und dem Musculus extensor carpi radialis brevis. Bei diesem Zugang ist auf die enge Lagebeziehung zum tiefen Ast des Nervus radialis zu achten.

1.4.2 Reposition bei Mason-II-Frakturen

Häufig liegt ein imprimiertes, ventrales Fragment vor. Dieses kann mit einem kleinen Meißel oder Elevatorium desimpaktiert und der Frakturspalt gesäubert werden (z. B. Zahnarztthaken, K-Draht). Anschließend wird die Reposition mit einer spitzen Repositionszange (z. B. vom Hand-Sieb) oder mit dem Zahnarztthaken gehalten.



■ **Abb. 1.5** Zugang nach Kocher, Eröffnung der Gelenkkapsel ventral des lateralen ulnaren Seitenbandes (LUCL)

Als temporäre Retentionshilfen können K-Drähte (1,0 mm) eingebracht und später durch Schrauben ersetzt werden. Es werden 2 Schrauben (z. B. 2,0 mm, alternativ resorbierbare Pins) möglichst orthogonal zum Frakturspalt und parallel zur Gelenkfläche im subchondralen Knochen eingebracht (siehe ▶ Abschn. 1.8; Fall 1.2). Die Schraubenköpfe werden unter Knorpelniveau versenkt. Das kann durch die Verwendung von „headless bone screws“ oder Kopfraumfräsern erreicht werden. Da der durchschnittliche Durchmesser des Radiuskopfes 22 mm beträgt, liegt die maximale Schraubenlänge in der Regel nicht über 20 mm. Die korrekte Schraubenlänge wird unter Durchleuchtung in streng orthogonalem Strahlengang zur Schraube und klinisch durch Pro-/Supination unter Palpation und direkter Visualisierung kontrolliert. Überstehende Schrauben müssen ausgewechselt werden.

1.4.3 Reposition bei Mason-III-Frakturen

Der Repositionsversuch erfolgt in situ wie bei Mason-II-Frakturen mit Desimpaktion der Fraktur.

In der Folge können meist zwei Szenarien unterschieden werden.

Im ersten Fall ist ein Kopffragment fest mit dem Schaft verbunden. In diesem Fall ist ggf. eine Schraubenosteosynthese ausreichend, wenn die übrigen Fragmente stabil an diesem Fragment fixiert werden können.

Im zweiten Fall sind alle Fragmente vom Schaft getrennt, sodass die Verwendung einer Radiuskopfflatte notwendig wird (▶ Abschn. 1.8; Fall 1.1).

Ist ein Fragment noch stabil mit dem Schaft verbunden, erfolgt die Desimpaktion der Fragmente, Säu-

Abb. 1.6 Ansicht des linken Ellenbogens von lateral, die Extensoren sind ventral partiell, das LUCL nach dorsal komplett vom radialen Epicondylus abgelöst (R = Radiuskopf, C = Capitulum, Stern = abgelöstes laterales ulnares Seitenband [LUCL], A = Lig. anulare)

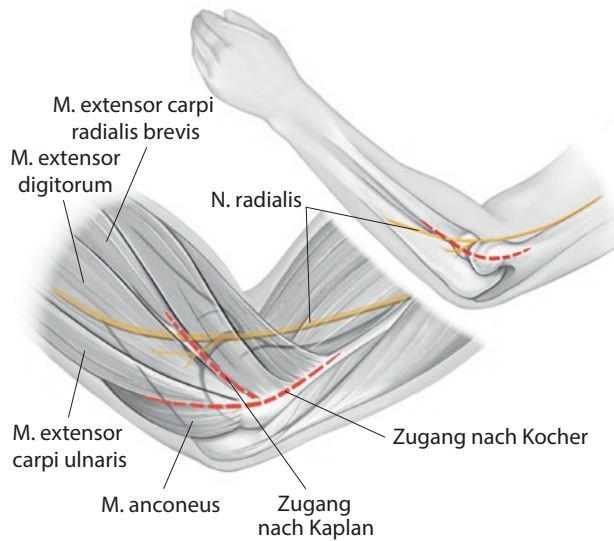
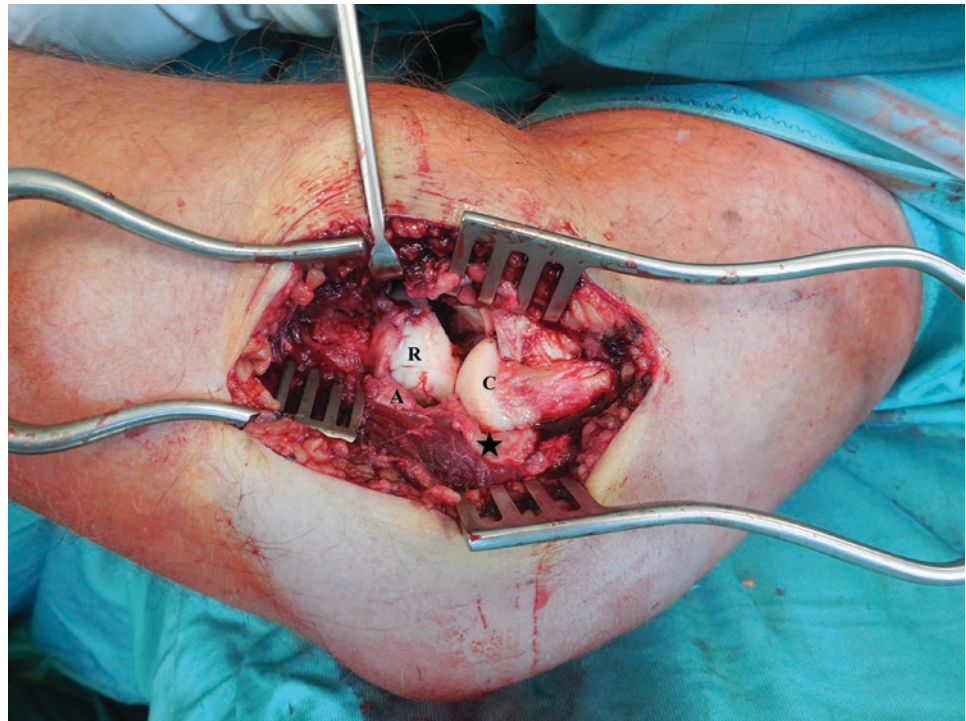


Abb. 1.7 Zugänge nach Kocher und Kaplan

berung der Frakturspalten und Reposition der Fragmente nacheinander gegen das mit dem Schaft verbundene Fragment. Hier kommen kleine Elevatoren, Kocher-Klemmen und spitze Repositionszangen (Hand-Set) als Repositionshilfen zum Einsatz. Die Fragmente werden temporär mit dünnen K-Drähten (1,0 mm) transfixiert und diese später gegen Schrauben ausgetauscht.

Sind alle Fragmente vom Schaft abgelöst, wird das größte Fragment gefasst (z. B. spitze Repositionszange oder Kocher-Klemme) (Abb. 1.8), gegen den Schaft reponiert (Abb. 1.9 und 1.10) und mit einem über die Zirkumferenz dieses Fragmentes eingebrachten K-Drabt (Stärke 1,0 mm) gegen den Radiuschaft stabilisiert (Abb. 1.11 und 1.12). Um eine Behinderung der weiteren Schritte durch die eingebrachten Drähte zu vermeiden, ist bei der Positionierung der Drähte die Reposition weiterer Fragmente und die dafür notwendige Pro- oder Supination des Unterarmes zu bedenken.

Nach Reposition des Hauptfragmentes können ggf. weitere kleinere Fragmente nacheinander gegen das Hauptfragment und den Schaft reponiert und mit K-Drähten temporär transfixiert werden. Danach ist es möglich, interfragmentäre Schrauben einzubringen und subchondral zu versenken.

Der so rekonstruierte Radiuskopf wird mit einer Platte gegen den Schaft fixiert. Bei der Rekonstruktion ist die physiologisch vorhandene Abwinkelung des Radiuschaftes von 7–15° zu beachten (Abb. 1.13 und 1.14). Für die Osteosynthese haben sich die anatomischen Low-profile-LCPs verschiedener Hersteller etabliert. Die Verwendung schmaler, nicht winkelstabiler T-Plättchen wird aufgrund des erhöhten Komplikationsrisikos (Materialversagen, Pseudarthrosen) nicht empfohlen.

Die Platten sollten in der „safe-zone“ angelegt werden (Abb. 1.15). In diesem, ca. 120° der Zirkumferenz

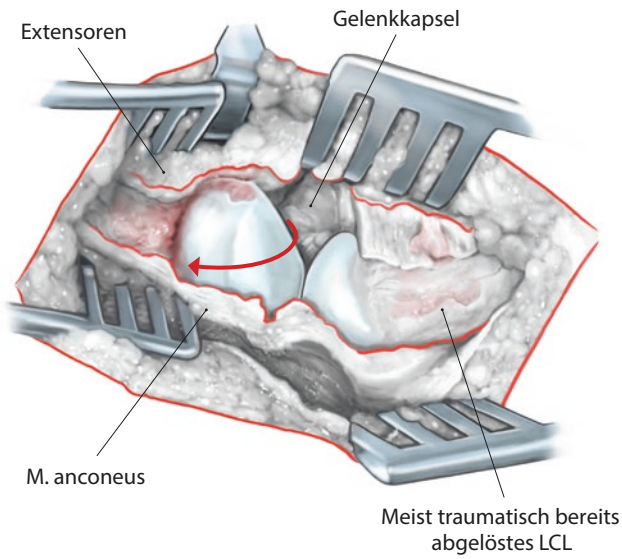
■ **Fall 1.1** a Patient mit impaktierter und abgekippter Radiuskopffraktur (Typ III nach Mason) und unter ▶ Abschn. 1.4. präsentierter operativer Versorgung; b postoperative Bildgebung



Patient mit impaktierter und abgekippter Radiuskopffraktur (Typ 3 nach Mason) und unter Abschnitt 4. präsentierter operativer Versorgung.

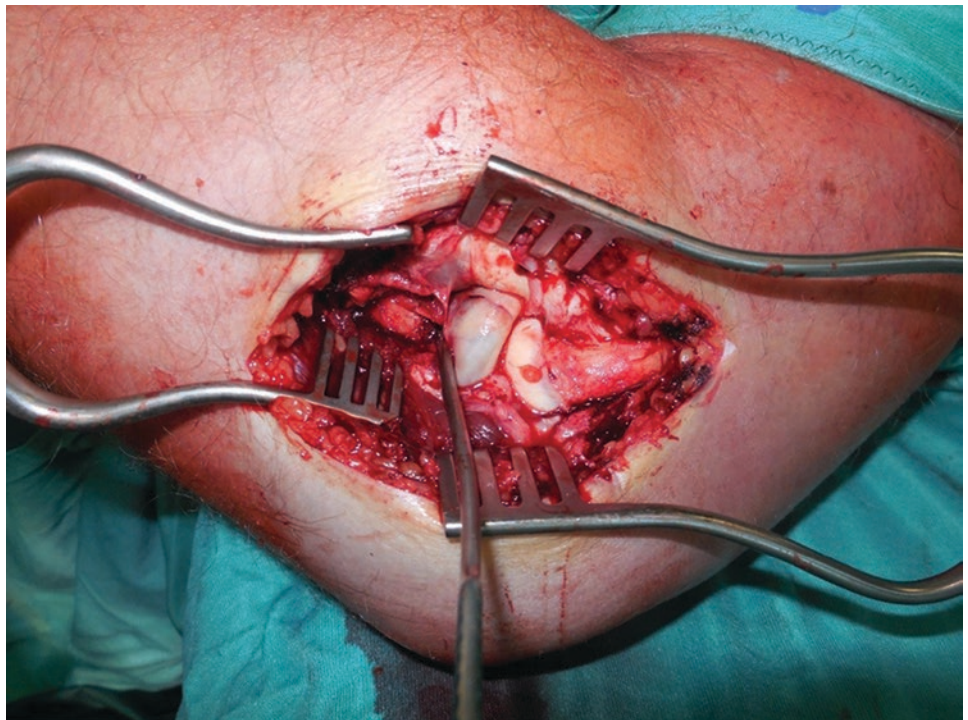


Postoperative Bildgebung



■ **Abb. 1.8** Mason-III-Fraktur, Radiuskopf frakturiert und 90° zur Schaftachse verkippt. (LCL: lateraler Kollateralbandkomplex)

■ **Abb. 1.9** Reposition des Radiuskopfes gegen das capitulum mit Hilfe eines kleinen Elevatoriums



des Radiuskopfes umfassenden Bereich besteht bei maximaler Pronation und Supination kein Kontakt mit dem proximalen Radioulnargelenk. Die „safe-zone“ liegt bei maximaler Supination anteroradial. Die Circumferentia articularis radii weist in diesem Bereich einen weniger hohen und weniger dicken Knorpelüberzug auf.

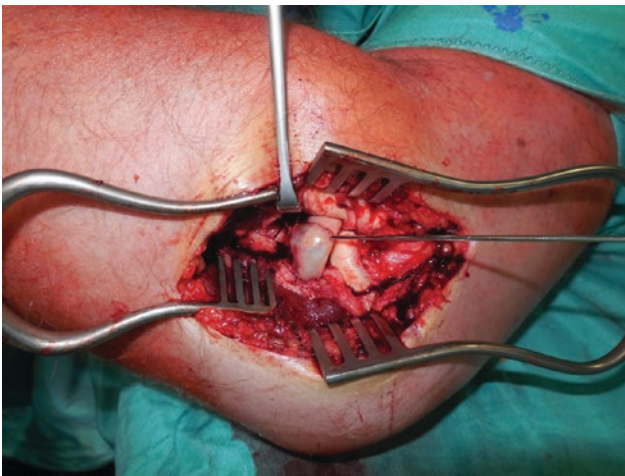
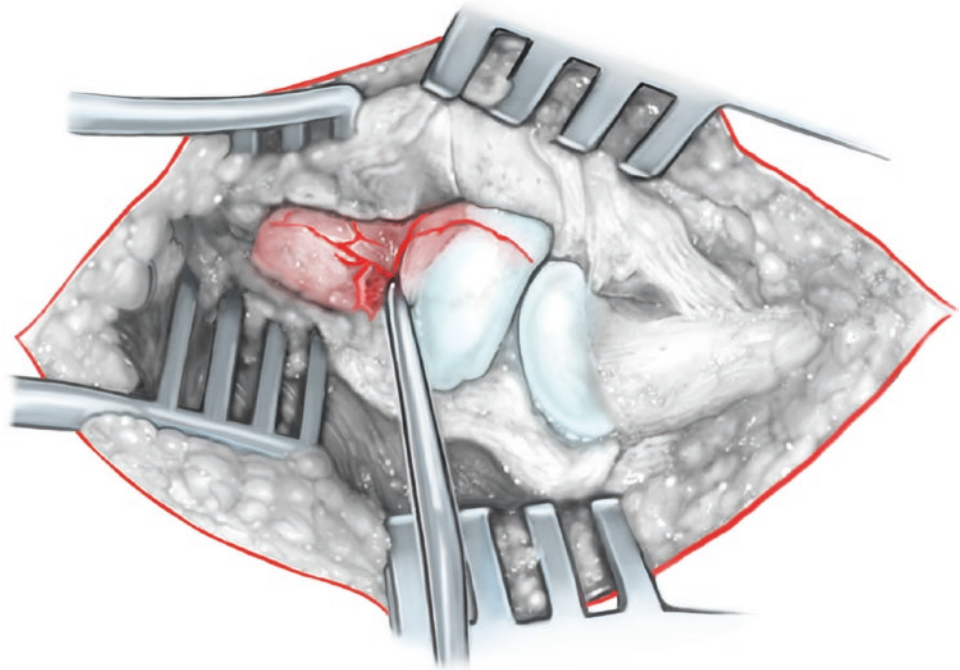
Alternativ kann bei Mehrfragmentfrakturen die Exstirpation der Fragmente mit anschließender On-table-Rekonstruktion durchgeführt werden (■ Abb. 1.16).

Nachdem die Fragmente extra corporis verschraubt wurden, wird der rekonstruierte Radiuskopf in toto wieder in das Gelenk eingesetzt (sog. „Bioprothese“).

Der replantierte Radiuskopf wird am Schaft ausgerichtet (z. B. mit einer Kocher-Klemme) und temporär mit K-Drähten gegen den Schaft fixiert (■ Abb. 1.17).

Abschließend erfolgt die Plattenanlage und Fixierung derselben gegen den Schaft und den Radiuskopf in der „safe-zone“ (■ Abb. 1.18). Wird der Unterarm dabei in maximale Supination gebracht und die Platte

■ **Abb. 1.10** Schemazeichnung zu ■ **Abb. 1.9**



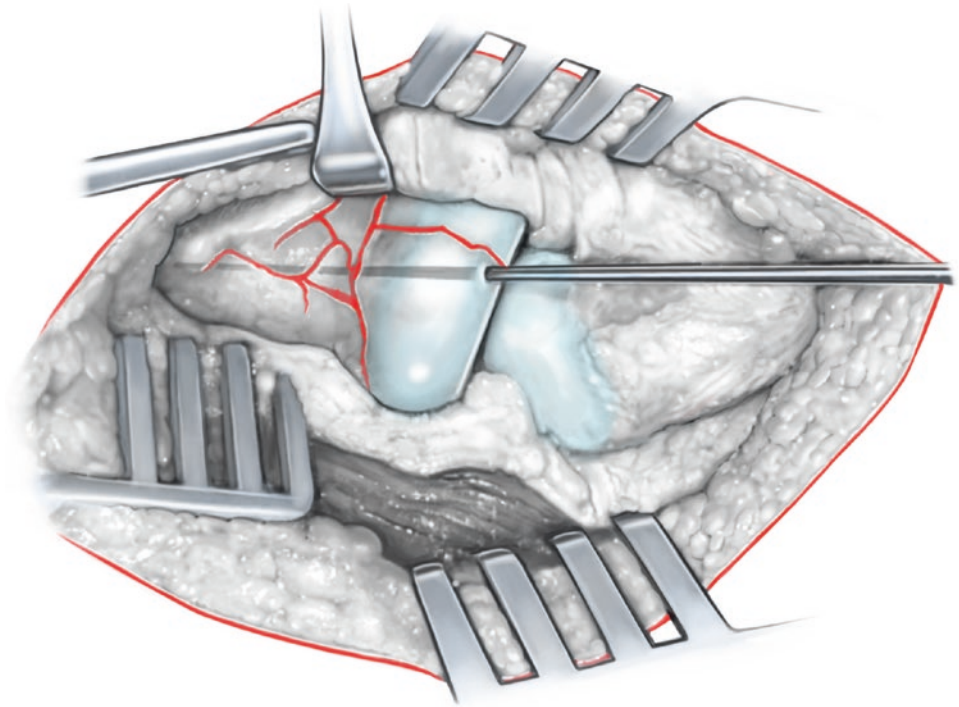
■ **Abb. 1.11** Temporäre Transfixation des reponierten Radiuskopfes gegen den Schaft mit Hilfe eines K-Drahtes. Der Unterarm wird dabei möglichst in der Position gehalten, in der später die Platte angebracht werden soll, i.d.R. in maximaler Supination

möglichst radial platziert, ist ein späteres Impingement der Platte an der Ulna nahezu ausgeschlossen. Über die Platte können K-Drähte zur temporären Fixierung und Lagekontrolle unter Bildwandlerkontrolle eingebracht werden. Die Platte wird zunächst am Schaft mit einer Kortikalisschraube fixiert und somit an den Radiuschaft herangezogen.

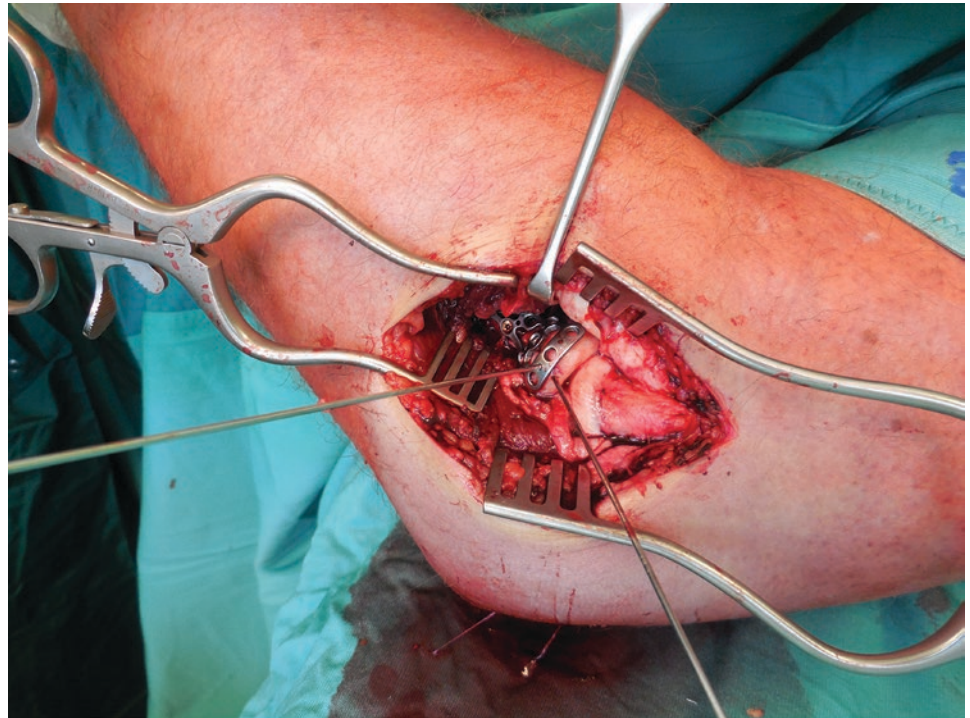
1.4.4 Reposition bei Mason-IV-Frakturen

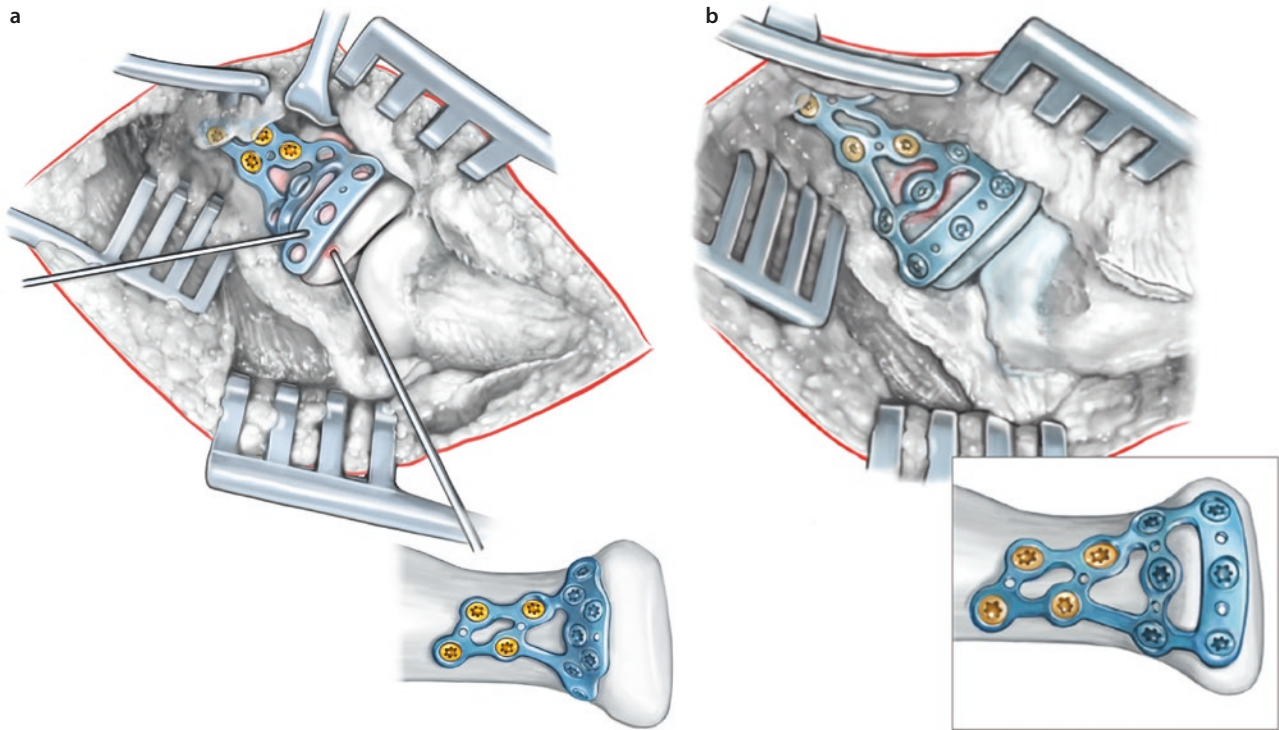
Bei diesem Frakturtyp liegt zusätzlich eine Luxation des Radiuskopfes vor, z. B. bei Monteggia-like-lesions, Transolecranon-Luxationsfrakturen oder Ellenbogenluxationen. Entsprechend wichtig ist die Beachtung und Therapie der Begleitverletzungen und eine präoperative Planung der Zugänge. Liegt eine begleitende Verletzung der proximalen Ulna vor, kann die Radiuskopffraktur entweder über den knöchernen Defekt an der Ulna oder

■ **Abb. 1.12** Schemazeichnung zu ■ **Abb. 1.11**



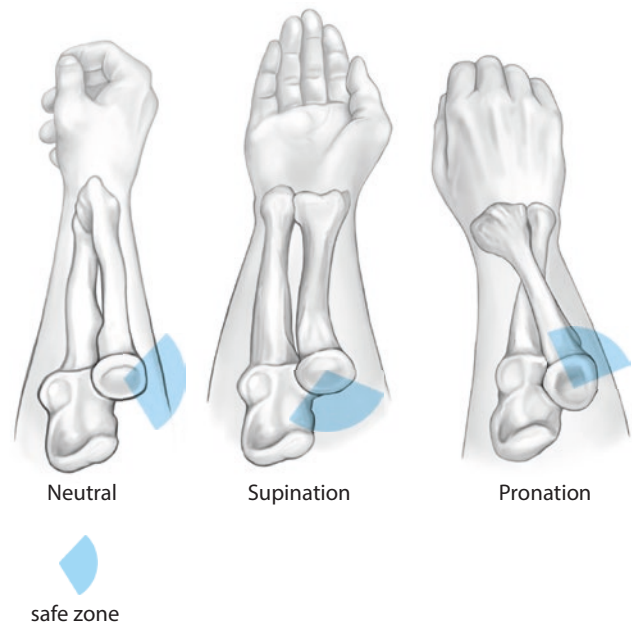
■ **Abb. 1.13** Ausrichten der Platte am Kopf und Schaft und temporäre Fixation mit K-Drähten zur radiologischen Lagekontrolle

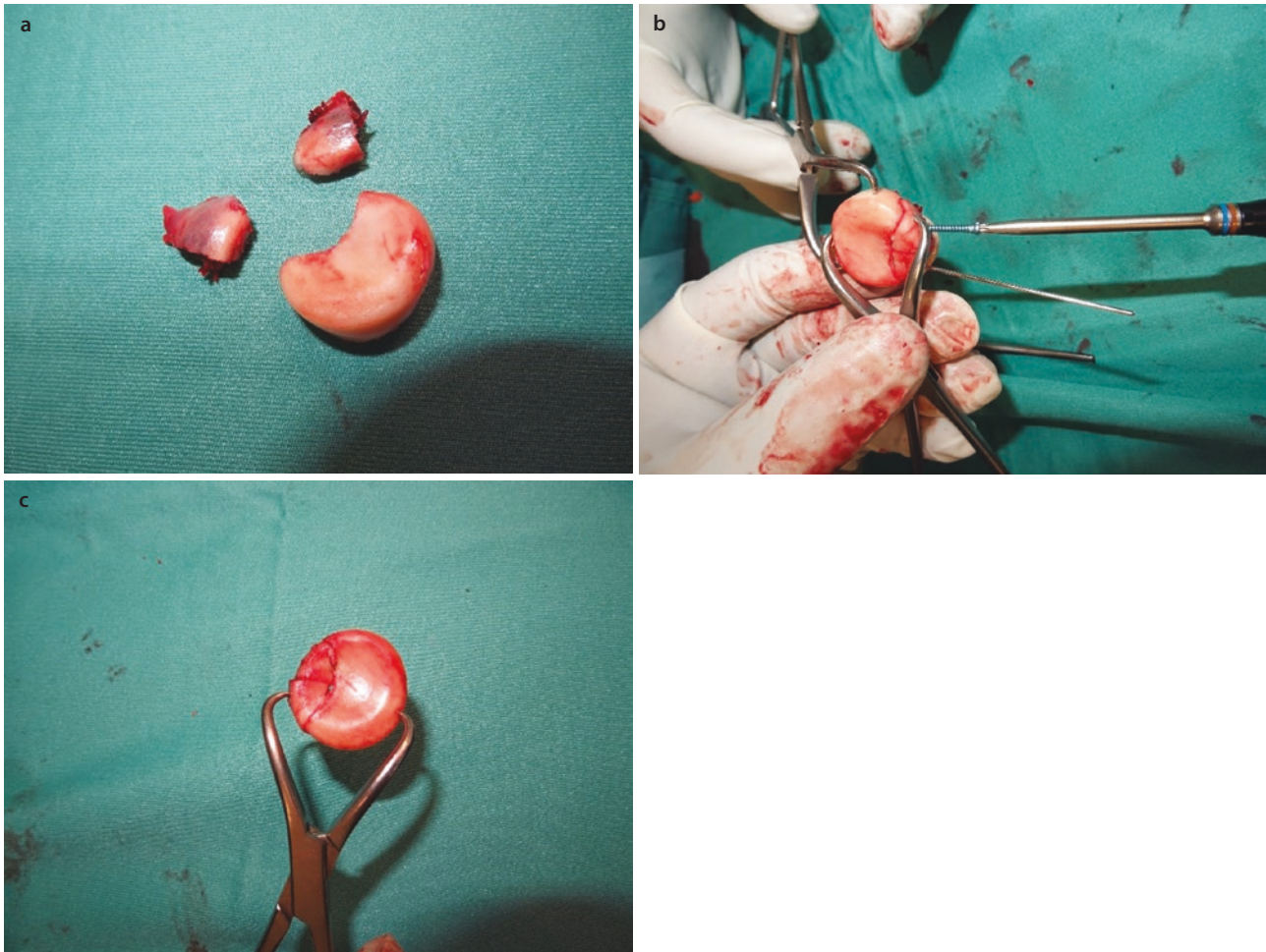




■ Abb. 1.14 a, b: Schemazeichnung zu ■ Abb. 1.13

■ Abb. 1.15 Anlage der Radiusplatten in der „safe-zone“ minimiert das Risiko eines Impingements der Platte am proximalen Radioulnargelenk





■ **Abb. 1.16** a, b, c Rekonstruktion des Radiuskopfes „on table“ mit temporären Drähten und einzelnen Schrauben

nach Osteosynthese der Ulna ggf. über den gleichen Zugang (n. Boyd) versorgt werden. Ausrisse des Ligamentum anulare, z. B. an der Christa supinatoris, können mit Fadenankern, MCL- oder LCL-Ausrisse ebenfalls mit Fadenankern versorgt werden. Die Osteosynthese erfolgt nach den gleichen Grundsätzen wie bei den anderen Mason-Frakturen.

Der abschließende Wundverschluss erfolgt schichtweise (■ Abb. 1.19a–d). Zunächst wird die Kapsel und das Ligamentum anulare mit resorbierbaren Fäden genäht. Wurde das Ligamentum anulare an der Ulna abgelöst (z. B. im Rahmen eines Boyd-Zugangs), kann es mit Fadenankern refixiert werden. Wurden die Extensorensehnen und/oder der laterale Kapsel-Band-Apparat vom distalen Humerus abgelöst, werden diese mit transossären Nähten oder mit Fadenankern (z. B. der Stärke 2,4 mm oder 3,5 mm) an ihrer anatomischen Insertionsstelle reinseriert (■ Abb. 1.19a–c). Die Fadenanker ermöglichen eine knotenfreie Refixation und können – ähnlich wie bei der Rotatorenmanschettenrefixation an der Schulter – in Doppelreihentechnik angelegt

werden. Durch Verwendung von Fadenankern können auftragende und insbesondere bei schlanken Patienten häufig störende Knotenkonvolute vermieden werden.

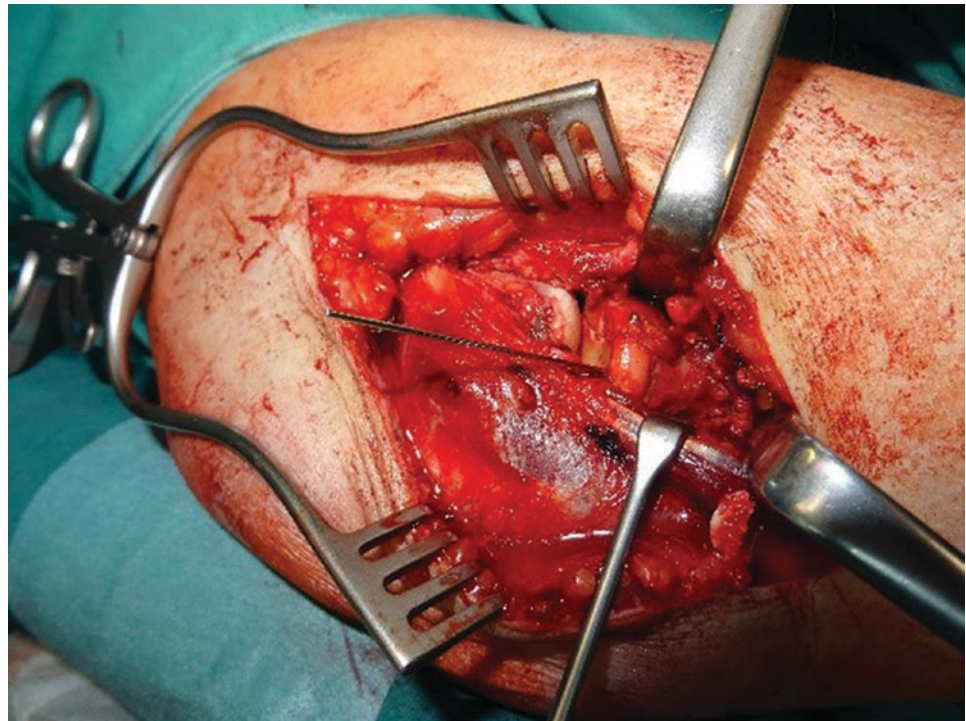
Die Ober- und Unterarmfaszie wird mit resorbierbarem Nahtmaterial verschlossen (■ Abb. 1.19d). Dieser Schritt ist wichtig, da die rekonstruierte Faszie zusätzliche Stabilität verleiht und die Gleitschicht für die darunterliegende Muskulatur bildet.

Nach der Hautnaht erfolgt der Wundverband mit Kompressen und Binden. Pflaster sind – insbesondere bei ausgedehnten Weichteiltraumata – zu vermeiden, weil sich im Rahmen der postoperativen Schwellung ansonsten vermehrt Spannungsblasen bilden können.

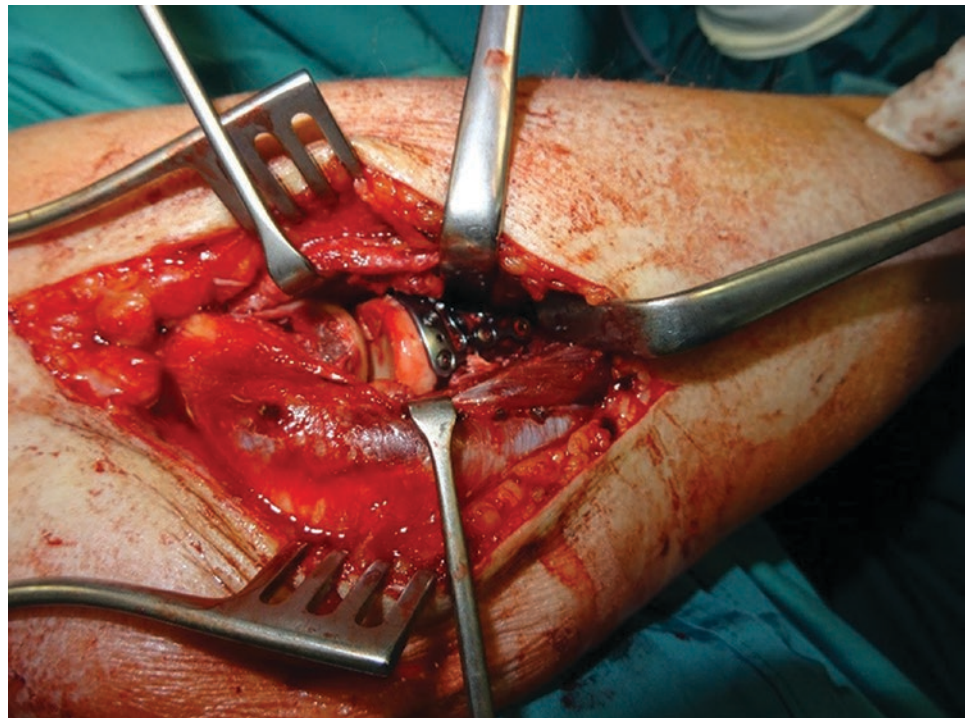
1.5 Postoperatives Management

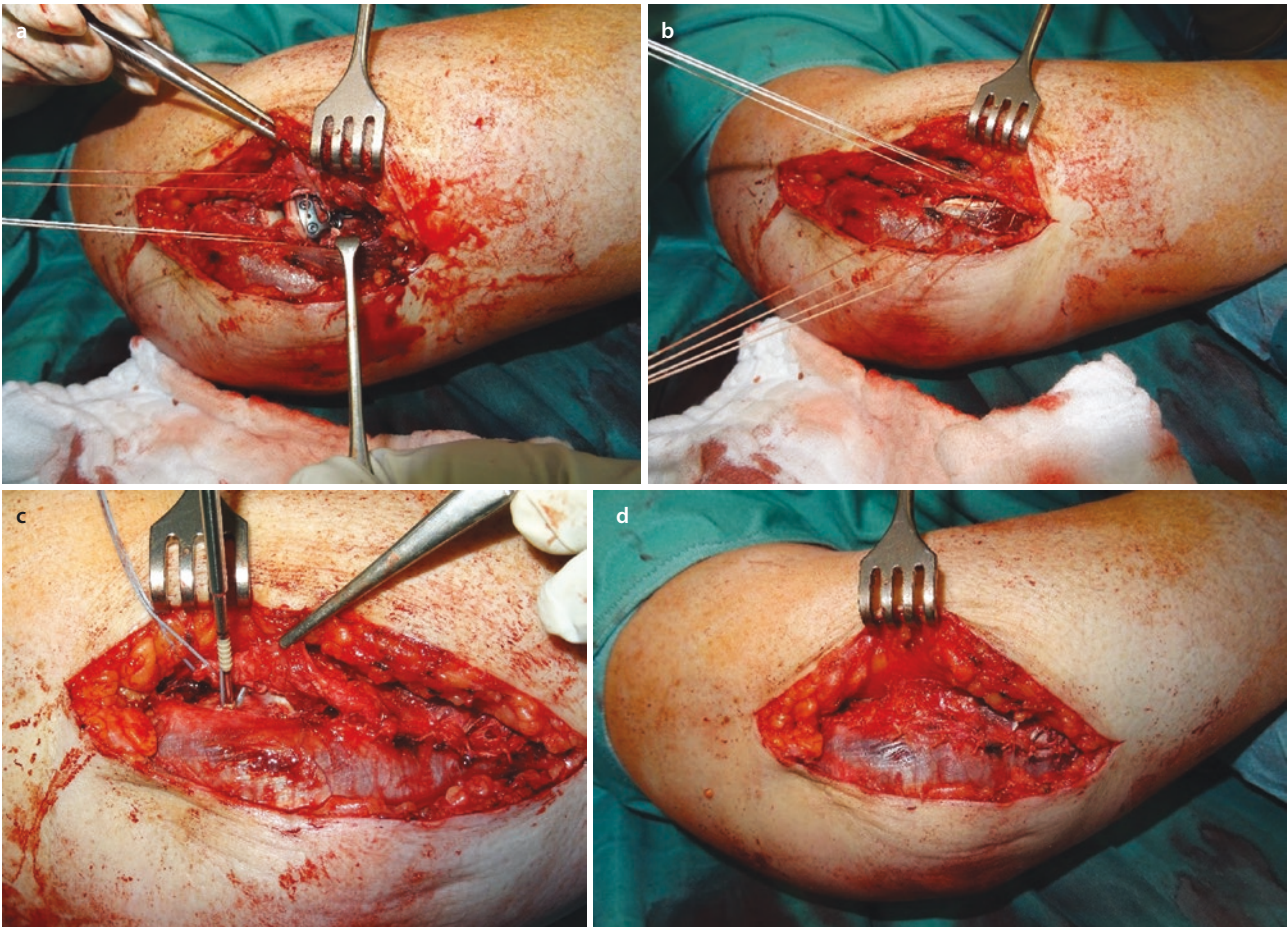
Eine zügige, frühfunktionelle Nachbehandlung unter Berücksichtigung der erfolgten Osteosynthese und Weichteilrekonstruktion ist anzustreben. Die Verwendung von Ellenbogenorthesen bis zur ossären Kon-

■ **Abb. 1.17** Ausrichten des rekonstruierten Radiuskopfes am Schaft und temporäre Transfixation mit einem K-Draht von 1 mm



■ **Abb. 1.18** Z. n. Plattenosteosynthese des replantierten Radiuskopfes





■ **Abb. 1.19** a-d: Refixation der Extensorensehnen, des LUCL und der Unterarmfaszie

solidierung bzw. ligamentären Einheilung erfolgt in der Regel für 6 Wochen. Diese dienen der Stabilisierung des Ellenbogens gegen Varus- und Valgusstress und ermöglichen trotzdem eine selbstständige Beübung der Extension/Flexion. Allerdings muss auf den korrekten Sitz der Orthese mit Ausrichtung des Orthesen-Drehzentrums über der Drehachse der humeralen Epicondylen geachtet werden. Der Bewegungsumfang kann an der Orthese bei Bedarf, z. B. nach erfolgter Bandnaht, limitiert werden, was aufgrund der postoperativ schmerz- und schwellungsbedingt eingeschränkten Beweglichkeit in der Regel nicht notwendig ist. Unter physiotherapeutischer Anleitung kann der Arm ohne Orthese in 90°-Flexionsstellung bei aufliegendem Ellenbogen für die Pro-/Supination beübt werden.

Ab der 6. Woche ist der zügige Übergang zur Vollbelastung erlaubt. Lagen zusätzliche traumatische oder iatrogene Kapsel-Band-Verletzungen vor, sind Belastungen im Sport nach 3 Monaten, Kontaktsportarten erst 6 Monate postoperativ gestattet.

1.6 Ergebnisse

1.6.1 Mason-I-Fraktur

Mit der konservativen Therapie können bei Mason-I-Frakturen in bis zu 95 % der Fälle gute Ergebnisse erzielt werden. Eine OP-Indikation besteht bei Blockaden, bei verzögerter Restitution sollte großzügig die Indikation zur MRT gestellt werden.

1.6.2 Mason-II-Fraktur

Abhängig von der Frakturkonstellation führt die konservative Therapie von Mason-II-Frakturen zu einem zufriedenstellenden klinischen Ergebnis. Allerdings liegen in der Literatur Hinweise vor, dass die operative Behandlung von Mason-II-Frakturen im Vergleich zur konservativen Behandlung zuverlässiger zu einem guten klinischen Ergebnis und zu einer niedrigeren Rate posttraumatischer Arthrosen führt Burkhardt et al. (2015b).

Da außerdem die Komplikationsrate im Rahmen der operativen Versorgung gering ist, empfehlen wir bei diesem Frakturtyp das operative Vorgehen.

1.6.3 Mason-III- und -IV-Frakturen

Die Rekonstruktion des Radiuskopfes sollte bei diesen Frakturen das primäre Ziel sein. Es liegen Studien vor, die mit den neueren, winkelstabilen Low-profile-Platten gute Ergebnisse und geringere Komplikationsrate als mit den früheren Implantaten zeigen. Die alte These, dass Frakturen mit mehr als 3 Fragmenten nicht sinnvoll osteosynthetisch versorgt werden können, ist unserer Ansicht nach nicht mehr gültig Burkhardt et al. (2015a).

Die am häufigsten beobachteten Komplikationen nach osteosynthetischer Versorgung des Radiuskopfes wie Pseudarthrosen, Radiuskopfnekrosen und Versagen des Osteosynthesematerials scheinen mit den neueren Implantaten seltener aufzutreten.

Ist eine Osteosynthese nicht möglich, empfehlen wir die Implantation einer Radiuskopfprothese. Verschiedene biomechanische Studien haben allerdings gezeigt, dass der native Radiuskopf in Bezug auf die Kontaktflächengröße mit dem Capitulum humeri und den maximalen Anpressdruck am Capitulum jeder Radiuskopfprothese überlegen ist. Hinzu kommt, dass der native Radiuskopf das Ellenbogengelenk besser stabilisiert als die Radiuskopfprothese, insbesondere bei gleichzeitigem Vorliegen von Bandläsionen. Ein Großteil der Patienten entwickelt nach Radiuskopfersatz innerhalb von 5 Jahren eine meist klinisch inapparente Arthrose des Capitulum. Inwieweit das initiale Trauma am Capitulum eine Rolle bei der Entwicklung dieser Arthrose spielt, ist unklar.

Die Radiuskopfresektion stellt eine weitere Option bei fehlender Rekonstruierbarkeit dar. In der Literatur liegen zum Teil gute klinische Ergebnisse nach Radiuskopfresektion vor. Durch die Resektion kommt es in jedem Fall zu einer Destabilisierung des Gelenkes gegen Valguskraften, es entstehen posterolaterale Rotationskräfte und eine unphysiologische Umverteilung der axialen Krafteinleitung auf die ulnare Säule (40 % bei erhaltenem Radiuskopf). Liegen außerdem Bandverletzungen vor, wird der Ellenbogen so destabilisiert, dass sich in der Folge rasant eine Arthrose oder Beschwerden in angrenzenden Gelenken einstellen können. Die Resektion sollte nur erfolgen, wenn begleitende Bandverletzungen ausgeschlossen werden können, was bei Mason-III- und -IV-Frakturen selten der Fall ist.

1.7 Komplikationen

Die häufigste Komplikation nach Radiuskopffrakturen ist die Ellenbogensteife. Ursachen hierfür können auftragende Platten außerhalb der „safe-zone“, intraartikuläre Schrauben, fehlimplantierte Radiuskopfprothesen, eine mangelnde Nachbehandlung oder auch verbliebene Instabilitäten sein. Die Therapie richtet sich nach der zugrunde liegenden Ursache.

Die häufigste intraoperative Komplikation stellt die Verletzung des Nervus radialis dar. Sie kann durch die Pronation des Unterarmes während des operativen Zuganges und die damit verbundene Distalisierung des Ramus profundus und durch die Vermeidung von ventral auf den Radius Hals gesetzten Haken (z. B. Hohmann-Haken) vermieden werden. Zur Verbesserung der Übersicht wird die Erweiterung des operativen Zuganges, z. B. durch Ablösung der Extensoren oder des LCL mit anschließender Refixation, empfohlen.

Eine intraartikuläre Schraubenlage muss unbedingt vermieden werden. Schraubenköpfe sollten unter Knorpelniveau versenkt werden. Dies kann intraoperativ durch direkte Visualisierung und eine exakte radiologische Darstellung erfolgen. Die maximale Schraubenlänge beträgt in der Regel 20 mm. Eine fehlerpositionierte Schraube muss korrigiert werden.

Außerhalb der „safe-zone“ positionierte oder auftragende Platten können zu einer Einschränkung der Umwendlbewegung führen. Spezielle Radius Halsplatten ermöglichen eine Montage unterhalb der Circumferentia articularis radii. Liegt eine durch die Plattenlage hervorgerufene Störung vor, ist die frühzeitige Metallentfernung und Arthrolyse anzustreben.

Im Falle der Prothesenimplantation stellen das „Overstuffing“ (zu große Dimensionierung des Radiuskopfes) und „Overlengthening“ (Radiuskopf steht zu hoch in Bezug auf das proximale Radioulnargelenk) die Hauptkomplikationen dar. In der Regel ist ein Austausch der Komponenten notwendig, um einen übermäßigen Druck auf das Capitulum und eine Ellenbogensteife zu vermeiden Marinelli et al. (2017).

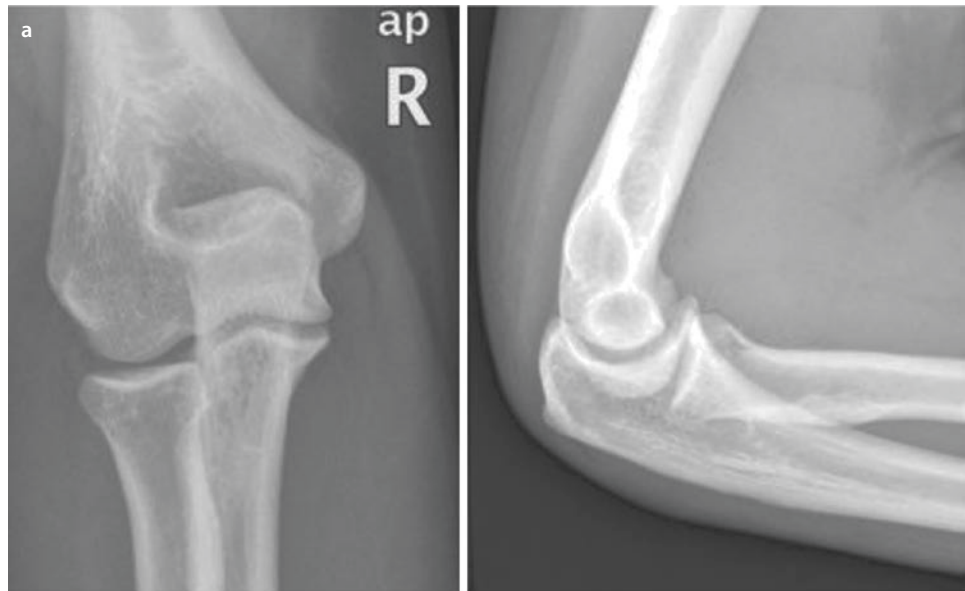
Verbleibende Instabilitäten rühren in der Regel von übersehenen oder iatrogen gesetzten und nicht adressierten Bandläsionen her. Sie zeigen klinisch nicht selten das Bild der Ellenbogensteife, sodass die Diagnose einer Instabilität häufig schwer zu stellen ist. Hier bieten sich Untersuchungen unter Durchleuchtung oder die diagnostische Arthroskopie zur Verifizierung an Hackl et al. (2019).

Treten Pseudarthrosen oder Radiuskopfnekrosen nach konservativer Behandlung auf, ist die Therapie

nur bei einer entsprechenden Beschwerdesymptomatik notwendig. Bei stabilem Gelenk kann die alleinige Resektion erfolgen. Der endoprothetische Ersatz des Radiuskopfes – um eine Destabilisierung des Gelenkes zu vermeiden – kann jedoch notwendig werden Duckworth et al. (2013). Die Entscheidung ist meist erst intraoperativ zu treffen. Treten Radiuskopfpseudarthrosen oder -nekrosen nach operativer Versorgung auf, stehen dieselben Möglichkeiten (Resektion/Ersatz) zur Verfügung.

Die posttraumatische Ellenbogenarthrose tritt nach Mehrfragment- und Luxationsfrakturen häufig auf. Das Vorgehen richtet sich nach der Beschwerdesymptomatik und dem Arthrosegrad und reicht vom Debridement und der Arthrolyse bis zur Interpositionsarthroplastik oder der Totalendoprothese.

■ **Fall 1.2** a Röntgen einer Mason-II-Fraktur mit begleitender LCL-Läsion sowie Umwendblock in der klinischen Untersuchung; b koronare CT-Schichtung und 3D-Rekonstruktion c Postoperative Röntgenbilder nach Versorgung mit 2 kanülierten Schrauben und Refixation des CEO und LUCL mit Fadenanker



Röntgen einer Mason-2-Fraktur mit begleitender LCL-Läsion sowie Umwendblock in der klinischen Untersuchung



Koronare CT-Schichtung und 3-D-Rekonstruktion

1.8 Fallbeispiele

1.8.1 Fall 1

- Patient mit impaktierter und abgekippter Radiuskopffraktur (Typ III nach Mason) und unter ▶ Abschn. 1.4. präsentierter operativer Versorgung (■ Fall 1.1)
- Postoperative Bildgebung (■ Fall 1.1)

1.8.2 Fall 2

- Röntgen einer Mason-II-Fraktur mit begleitender LCL-Läsion sowie Umwendblock in der klinischen Untersuchung (■ Fall 1.2)