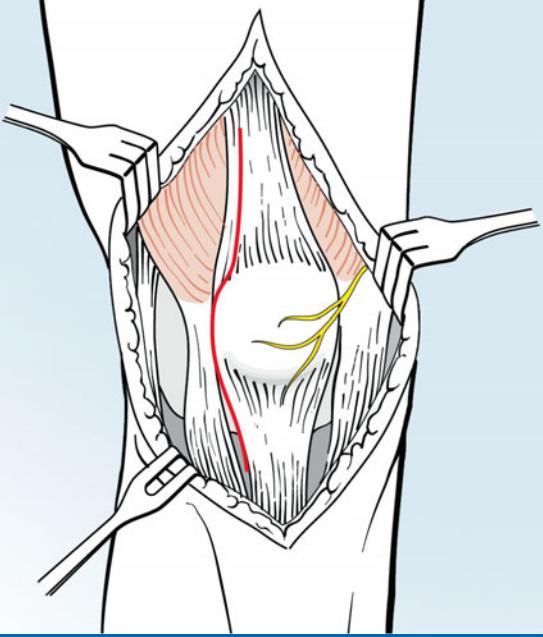


Lüring  
Tingart



# Operative Zugangswege in Orthopädie und Unfallchirurgie

## **Operative Zugangswege in Orthopädie und Unfallchirurgie**

Christian Lüring  
Markus Tingart  
(Hrsg.)

# **Operative Zugangswege in Orthopädie und Unfallchirurgie**

Mit über 500 Abbildungen



Springer

**Prof. Dr. Christian Lüring**  
Klinikum Dortmund gGmbH – Orthopädische Klinik  
Dortmund

**Prof. Dr. Markus Tingart**  
Uniklinik RWTH Aachen, Klinik für Orthopädie  
Aachen

ISBN 978-3-642-38264-2  
DOI 10.1007/978-3-642-38265-9

ISBN 978-3-642-38265-9 (eBook)

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 Berlin Heidelberg 2015  
Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechts-  
gesetz 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 Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere  
Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu  
betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.  
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.

Zeichnungen: Birgit Brühmüller, Waghäusel und Emil Wolfgang Hanns, Gundelfingen  
Umschlaggestaltung: deblik Berlin

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer-Verlag ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media  
[www.springer.com](http://www.springer.com)

Widmung  
*Unseren Familien*

Christian Lüring  
Markus Tingart

## Vorwort

Der korrekte Zugang zum Operationsgebiet ist das A und O eines jeden orthopädisch-traumatologisch tätigen Chirurgen. Abhängig von der geplanten Operation haben sich bestimmte Zugangswege etabliert. Neue Operationstechniken erfordern eine Modifikation etablierter oder die Entwicklung neuer Zugänge. Bei der Operation muss jeder Operateur die anatomischen Strukturen im Bereich des Zugangswegs sicher identifizieren und schonen. Aus diesem Grund ist es ein elementarer Bestandteil jeder Operationsvorbereitung, sich mit dem korrekten und bestmöglichen Zugangsweg zu beschäftigen und ihn entsprechend umzusetzen.

Die orthopädisch-traumatologische Chirurgie hat sich in den vergangenen Jahren kontinuierlich weiterentwickelt – hin zu minimal-invasiven Zugangs wegen. Gleichzeitig ist die Anatomie des Patienten unverändert geblieben. Die existierenden Operationslehrbücher fokussieren auf die zu adressierende Pathologie und weniger auf den besten und schonendsten anatomischen Zugangsweg. Unser Ziel war es, etablierte und neuartige Zugangswege in Orthopädie und Traumatologie gemeinsam mit ausgewiesenen Experten für die jeweilige anatomische Region modern und verständlich zu präsentieren.

Für jeden Zugang werden die klassischen Indikationen benannt, die schrittweise Präparation auf insgesamt 508 hochwertigen Farabbildungen illustriert und die Gefahrenstellen aufgezeigt. Berücksichtigt wird insbesondere der klinische Aspekt. Jeder Autor präsentiert Tipps und Tricks, die den Leser in seiner operativen Arbeit unterstützen.

**Prof. Dr. med. Christian Lüring  
Univ.-Prof. Dr. med. Markus Tingart**  
Dortmund/Aachen im Frühling 2015

## Danksagung

---

Dieser Zugangswegeatlas wäre nie entstanden, wenn wir nicht von den Autoren und verschiedenen anderen Personen Unterstützung erfahren hätten:

Frau Barbara Knüchel und Frau Antje Lenzen vom Springer-Verlag haben das Projekt von Anfang bis Ende mit unermüdlichem Engagement vorangetrieben. Frau Birgit Brühmüller und Herr Emil W. Hanns haben die Abbildungen in intensiver Zeichenarbeit und im kontinuierlichen Dialog mit den Autoren akribisch erstellt. Frau Thalia Andronis hat als Lektorin dem Text und dem Layout den letzten Feinschliff verpasst und darauf aufgepasst, dass alle Abbildungen korrekt positioniert sind.

**Prof. Dr. med. Christian Lüring**  
**Univ.-Prof. Dr. med. Markus Tingart**  
Dortmund/Aachen im Frühling 2015

# Inhaltsverzeichnis

---

## I Wirbelsäule

<b>1</b>	<b>Ventrale Zugänge zur Wirbelsäule</b>	3
	<i>M. Shousha, V. Quack</i>	
1.1	<b>Halswirbelsäule</b>	4
1.1.1	Vorderer transoropharyngealer Zugang C1–C2(C3)	4
1.1.2	Vorderer retropharyngealer Zugang C2–Th2	7
1.2	<b>Brustwirbelsäule</b>	13
1.2.1	Ventraler offener transthorakaler Zugang (Th2–L1)	13
1.2.2	Thorakoskopisch assistierte Minithorakotomie, Th2–L1	18
1.3	<b>Brustwirbelsäule/Lendenwirbelsäule</b>	21
1.3.1	Ventraler thorakoabdominaler Zugang (Thorakophrenolumbotomie; 2-Höhlen-Eingriff nach Hodgson)	21
1.4	<b>Lendenwirbelsäule</b>	24
1.4.1	Ventraler retroperitonealer Zugang in Seitenlage	24
1.4.2	Ventraler retroperitonealer Zugang in Rückenlage	27
1.4.3	Transperitonealer Zugang zum lumbosakralen Übergang L4–S1	31
<b>2</b>	<b>Dorsale Zugänge zur Wirbelsäule</b>	35
	<i>M. Shousha, V. Quack</i>	
2.1	<b>Hinterer Zugang zur Halswirbelsäule</b>	36
2.1.1	Indikationen	36
2.1.2	Lagerung	36
2.1.3	Schnittführung	36
2.1.4	Präparation	37
2.1.5	Wundverschluss	38
2.1.6	Gefahren	38
2.2	<b>Hintere Zugänge zur Brust- und Lendenwirbelsäule</b>	39
2.2.1	Indikationen	39
2.2.2	Lagerung	39
2.2.3	Schnittführung	40
2.2.4	Präparation	40
2.2.5	Wundverschluss	41
2.2.6	Gefahren	41
2.2.7	Hinterer Zugang zur Brustwirbelsäule mit Kostotransversektomie Th2–Th12	41
2.2.8	Paraspinaler Zugang zum lumbosakralen Übergang nach Wiltse	43

## II Becken und untere Extremität

<b>3</b>	<b>Becken</b>	47
	<i>J. Beckmann</i>	
3.1	<b>Transiliakaler Zugang (nach Judet)</b>	49
3.1.1	Indikation	49
3.1.2	Lagerung	49
3.1.3	Schnittführung	49
3.1.4	Präparation	49
3.1.5	Gefahren	49
3.2	<b>Ilioinguinaler Zugang (nach Letournel)</b>	51
3.2.1	Indikation	51
3.2.2	Lagerung	51
3.2.3	Schnittführung	51
3.2.4	Präparation	51
3.2.5	Gefahren	53

<b>3.3</b>	<b>Vorderer Zugang zum Hüftgelenk (Smith-Petersen; erweitert auch Zugang zur Hütpfanne nach Judet) . . . . .</b>	53
3.3.1	Indikation . . . . .	53
3.3.2	Lagerung . . . . .	53
3.3.3	Schnittführung . . . . .	53
3.3.4	Präparation . . . . .	54
3.3.5	Erweiterung . . . . .	55
3.3.6	Gefahren . . . . .	55
<b>3.4</b>	<b>Zugang zum Sitzbein und zum Schambein . . . . .</b>	56
3.4.1	Indikation . . . . .	56
3.4.2	Lagerung . . . . .	56
3.4.3	Schnittführung . . . . .	56
3.4.4	Präparation . . . . .	56
3.4.5	Gefahren . . . . .	56
<b>3.5</b>	<b>Zugänge zum Hüftgelenk – Endoprothetik . . . . .</b>	57
3.5.1	Indikation . . . . .	57
3.5.2	Hinterer (posteriorer) Zugang . . . . .	58
3.5.3	Anterolateraler Zugang . . . . .	59
3.5.4	Transglutealer Zugang nach Bauer . . . . .	62
3.5.5	Anteriorer Zugang . . . . .	63
<b>3.6</b>	<b>Medialer Zugang zum Hüftgelenk (nach Ludloff) . . . . .</b>	64
3.6.1	Indikation . . . . .	64
3.6.2	Lagerung . . . . .	64
3.6.3	Schnittführung . . . . .	64
3.6.4	Präparation . . . . .	64
3.6.5	Gefahren . . . . .	65
<b>3.7</b>	<b>Zugang zum Beckenkamm . . . . .</b>	65
3.7.1	Posterior . . . . .	65
3.7.2	Anterior . . . . .	66
<b>3.8</b>	<b>Zugang zur Symphyse . . . . .</b>	67
3.8.1	Indikation . . . . .	67
3.8.2	Lagerung . . . . .	67
3.8.3	Schnittführung . . . . .	67
3.8.4	Präparation . . . . .	67
3.8.5	Gefahren . . . . .	67
<b>3.9</b>	<b>Zugang für eine Hüftarthroskopie . . . . .</b>	68
3.9.1	Indikation . . . . .	68
3.9.2	Lagerung . . . . .	68
3.9.3	Schnittführung . . . . .	68
3.9.4	Präparation . . . . .	68
3.9.5	Gefahren . . . . .	68
<b>4</b>	<b>Oberschenkel . . . . .</b>	69
	<i>B. Rath</i>	
<b>4.1</b>	<b>Anteriorer Zugang . . . . .</b>	71
4.1.1	Indikation . . . . .	71
4.1.2	Lagerung . . . . .	71
4.1.3	Schnittführung . . . . .	71
4.1.4	Präparation . . . . .	71
4.1.5	Wundverschluss . . . . .	72
4.1.6	Gefahren . . . . .	72
<b>4.2</b>	<b>Distaler anteromedialer Zugang . . . . .</b>	73
4.2.1	Indikation . . . . .	73
4.2.2	Lagerung . . . . .	73
4.2.3	Schnittführung . . . . .	73
4.2.4	Präparation . . . . .	73

4.2.5	Wundverschluss . . . . .	74
4.2.6	Gefahren . . . . .	74
<b>4.3</b>	<b>Lateraler Zugang . . . . .</b>	<b>75</b>
4.3.1	Indikation . . . . .	75
4.3.2	Lagerung . . . . .	75
4.3.3	Schnittführung . . . . .	75
4.3.4	Präparation des proximalen Femuranteils . . . . .	75
4.3.5	Präparation des mittleren Femuranteils . . . . .	76
4.3.6	Präparation des distalen Femuranteils . . . . .	77
<b>4.4</b>	<b>Medialer Zugang . . . . .</b>	<b>78</b>
4.4.1	Indikation . . . . .	78
4.4.2	Lagerung . . . . .	78
4.4.3	Schnittführung . . . . .	78
4.4.4	Präparation . . . . .	78
4.4.5	Wundverschluss . . . . .	80
4.4.6	Gefahren . . . . .	80
<b>4.5</b>	<b>Posteriorer Zugang . . . . .</b>	<b>80</b>
4.5.1	Indikation . . . . .	80
4.5.2	Lagerung . . . . .	80
4.5.3	Schnittführung . . . . .	80
4.5.4	Präparation . . . . .	80
4.5.5	Wundverschluss . . . . .	83
4.5.6	Gefahren . . . . .	83
<b>4.6</b>	<b>Posterolateraler Zugang . . . . .</b>	<b>84</b>
4.6.1	Indikation . . . . .	84
4.6.2	Lagerung . . . . .	84
4.6.3	Schnittführung . . . . .	84
4.6.4	Präparation . . . . .	85
4.6.5	Wundverschluss . . . . .	85
4.6.6	Gefahren . . . . .	85
<b>5</b>	<b>Kniegelenk . . . . .</b>	<b>87</b>
<i>C. Lüring</i>		
<b>5.1</b>	<b>Medialer parapatellarer Zugang . . . . .</b>	<b>89</b>
5.1.1	Indikation . . . . .	89
5.1.2	Lagerung . . . . .	89
5.1.3	Schnittführung . . . . .	90
5.1.4	Präparation . . . . .	90
5.1.5	Medialer parapatellarer Zugang mit Rektus-Snip . . . . .	92
5.1.6	Medialer parapatellarer Zugang mit Tuberositasosteotomie . . . . .	92
<b>5.2</b>	<b>Lateral-parapatellarer Zugang . . . . .</b>	<b>94</b>
5.2.1	Indikation . . . . .	94
5.2.2	Lagerung . . . . .	94
5.2.3	Schnittführung . . . . .	94
5.2.4	Präparation . . . . .	94
<b>5.3</b>	<b>Medialer Zugang zum Kniegelenk . . . . .</b>	<b>96</b>
5.3.1	Indikation . . . . .	96
5.3.2	Lagerung . . . . .	96
5.3.3	Wundverschluss . . . . .	98
<b>5.4</b>	<b>Mini-Midvastus-Zugang . . . . .</b>	<b>100</b>
5.4.1	Indikation . . . . .	100
5.4.2	Lagerung . . . . .	100
5.4.3	Schnittführung . . . . .	100
5.4.4	Präparation . . . . .	100
5.4.5	Wundverschluss . . . . .	101
5.4.6	Gefahren . . . . .	101

<b>5.5 Subvastuszugang . . . . .</b>	102
5.5.1 Indikation . . . . .	102
5.5.2 Lagerung . . . . .	102
5.5.3 Schnittführung . . . . .	102
5.5.4 Präparation . . . . .	102
5.5.5 Wundverschluss . . . . .	103
5.5.6 Gefahren . . . . .	103
<b>5.6 Kurzer lateraler Zugang zum Kniegelenk . . . . .</b>	104
5.6.1 Indikation . . . . .	104
5.6.2 Lagerung . . . . .	104
5.6.3 Schnittführung . . . . .	104
5.6.4 Präparation . . . . .	104
5.6.5 Wundverschluss . . . . .	105
5.6.6 Gefahren . . . . .	105
<b>5.7 Hinterer Zugang zum Kniegelenk . . . . .</b>	106
5.7.1 Indikation . . . . .	106
5.7.2 Lagerung . . . . .	106
5.7.3 Schnittführung . . . . .	106
5.7.4 Wundverschluss . . . . .	111
5.7.5 Gefahren . . . . .	111
<b>6 Unterschenkel . . . . .</b>	113
<i>J. Götz</i>	
<b>6.1 Lateraler Zugang zum Tibiakopf . . . . .</b>	114
6.1.1 Indikation . . . . .	114
6.1.2 Lagerung . . . . .	114
6.1.3 Schnittführung . . . . .	114
6.1.4 Präparation . . . . .	115
<b>6.2 Hinterer Zugang zum Tibiakopf nach Banks und Laufman . . . . .</b>	118
6.2.1 Indikation . . . . .	118
6.2.2 Lagerung . . . . .	118
6.2.3 Schnittführung . . . . .	118
6.2.4 Präparation . . . . .	118
<b>6.3 Vorderer Zugang zum Tibiaschaft . . . . .</b>	122
6.3.1 Indikation . . . . .	122
6.3.2 Lagerung . . . . .	122
6.3.3 Schnittführung . . . . .	122
6.3.4 Präparation . . . . .	123
<b>6.4 Posterolateraler Zugang zu Tibia und Fibula . . . . .</b>	124
6.4.1 Indikation . . . . .	124
6.4.2 Lagerung . . . . .	124
6.4.3 Schnittführung . . . . .	124
6.4.4 Präparation . . . . .	124
<b>6.5 Lateraler Zugang zur Fibula . . . . .</b>	127
6.5.1 Indikation . . . . .	127
6.5.2 Lagerung . . . . .	127
6.5.3 Schnittführung . . . . .	127
6.5.4 Präparation . . . . .	128
<b>6.6 Posteromedialer Zugang zum Tibiaschaft . . . . .</b>	132
6.6.1 Indikation . . . . .	132
6.6.2 Lagerung . . . . .	132
6.6.3 Schnittführung . . . . .	132
6.6.4 Präparation . . . . .	133

<b>7 Fuß</b>	137
<i>J. Götz</i>	
<b>7.1 Vorderer Zugang zum oberen Sprunggelenk</b>	139
7.1.1 Indikation	139
7.1.2 Lagerung	139
7.1.3 Schnittführung	139
7.1.4 Präparation	140
<b>7.2 Anterolateraler Zugang zum oberen und unteren Sprunggelenk</b>	142
7.2.1 Indikation	142
7.2.2 Lagerung	142
7.2.3 Schnittführung	142
7.2.4 Präparation	142
<b>7.3 Posteromedialer Zugang zum oberen Sprunggelenk</b>	145
7.3.1 Indikation	145
7.3.2 Lagerung	145
7.3.3 Schnittführung	146
7.3.4 Präparation	146
<b>7.4 Dorsolateraler Zugang zum oberen Sprunggelenk</b>	148
7.4.1 Indikation	148
7.4.2 Lagerung	148
7.4.3 Schnittführung	148
7.4.4 Präparation	149
<b>7.5 Mediale Darstellung des oberen Sprunggelenks mit Osteotomie des Malleolus medialis</b>	151
7.5.1 Indikation	151
7.5.2 Lagerung	151
7.5.3 Schnittführung	151
7.5.4 Präparation	151
<b>7.6 Medialer Zugang zum Innenknöchel</b>	153
7.6.1 Indikation	153
7.6.2 Lagerung	153
7.6.3 Schnittführung	153
7.6.4 Präparation	153
<b>7.7 Zugang zum Außenknöchel</b>	155
7.7.1 Indikation	155
7.7.2 Lagerung	155
7.7.3 Schnittführung	155
7.7.4 Präparation	155
<b>7.8 Lateraler Zugang zum Kalkaneus</b>	156
7.8.1 Indikation	156
7.8.2 Lagerung	156
7.8.3 Schnittführung	156
7.8.4 Präparation	157
7.8.5 Alternative Technik	157
<b>7.9 Lateraler Zugang zum unteren Sprunggelenk</b>	158
7.9.1 Indikation	158
7.9.2 Lagerung	158
7.9.3 Schnittführung	158
7.9.4 Präparation	159
<b>7.10 Vorderer Zugang zu den Gelenken des Mittelfußes</b>	161
7.10.1 Indikation	161
7.10.2 Lagerung	161
7.10.3 Schnittführung	161
<b>7.11 Plantarer Zugang zu den Zehengrundgelenken</b>	163
7.11.1 Indikation	163
7.11.2 Lagerung	163
7.11.3 Schnittführung	163

7.11.4	Wundverschluss . . . . .	164
<b>7.12</b>	<b>Mediale Darstellung des Großzehengrundgelenks . . . . .</b>	<b>165</b>
7.12.1	Indikation . . . . .	165
7.12.2	Lagerung . . . . .	165
7.12.3	Schnittführung . . . . .	165
7.12.4	Präparation . . . . .	166
<b>7.13</b>	<b>Dorsale Zugänge zu Mittelfußknochen, Zehengrundgelenk und proximalen und distalen Interphalangealgelenken . . . . .</b>	<b>167</b>
7.13.1	Indikation . . . . .	167
7.13.2	Lagerung . . . . .	167
7.13.3	Schnittführung . . . . .	167

### **III Schultergürtel und obere Extremität**

<b>8</b>	<b>Schultergürtel und Schultergelenk . . . . .</b>	<b>171</b>
	<i>M. Tingart</i>	
<b>8.1</b>	<b>Schultergürtel . . . . .</b>	<b>172</b>
8.1.1	Klavikula und Akromioklavikulargelenk . . . . .	172
8.1.2	Sternoklavikulargelenk . . . . .	174
8.1.3	Skapula . . . . .	174
<b>8.2</b>	<b>Schultergelenk . . . . .</b>	<b>177</b>
8.2.1	Vorderer Zugang . . . . .	177
8.2.2	Axillärer Zugang . . . . .	179
8.2.3	Oberer Zugang . . . . .	182
8.2.4	Transakromialer Zugang . . . . .	185
8.2.5	Hinterer Zugang . . . . .	187
8.2.6	Erweiterter vorderer Zugang mit Darstellung des proximalen Oberarms . . . . .	190
<b>9</b>	<b>Oberarm . . . . .</b>	<b>193</b>
	<i>B. Rath</i>	
<b>9.1</b>	<b>Posteriorer Zugang . . . . .</b>	<b>195</b>
9.1.1	Indikationen . . . . .	195
9.1.2	Lagerung . . . . .	195
9.1.3	Schnittführung . . . . .	196
9.1.4	Präparation . . . . .	196
9.1.5	Wundverschluss . . . . .	199
9.1.6	Gefahren . . . . .	199
<b>9.2</b>	<b>Anteriorer Zugang . . . . .</b>	<b>200</b>
9.2.1	Indikation . . . . .	200
9.2.2	Lagerung . . . . .	200
9.2.3	Schnittführung . . . . .	200
9.2.4	Präparation . . . . .	201
9.2.5	Wundverschluss . . . . .	202
9.2.6	Gefahren . . . . .	202
<b>9.3</b>	<b>Lateraler Zugang . . . . .</b>	<b>203</b>
9.3.1	Indikation . . . . .	203
9.3.2	Lagerung . . . . .	203
9.3.3	Schnittführung . . . . .	204
9.3.4	Präparation . . . . .	204
9.3.5	Wundverschluss . . . . .	205
9.3.6	Gefahren . . . . .	205
<b>9.4</b>	<b>Distaler lateraler Zugang . . . . .</b>	<b>206</b>
9.4.1	Indikation . . . . .	206
9.4.2	Lagerung . . . . .	206
9.4.3	Schnittführung . . . . .	206

9.4.4	Präparation . . . . .	206
9.4.5	Wundverschluss . . . . .	207
9.4.6	Gefahren . . . . .	207
<b>9.5</b>	<b>Anterolateraler Zugang . . . . .</b>	<b>208</b>
9.5.1	Indikation . . . . .	208
9.5.2	Lagerung . . . . .	208
9.5.3	Schnittführung . . . . .	208
9.5.4	Präparation . . . . .	209
9.5.5	Wundverschluss . . . . .	210
9.5.6	Gefahren . . . . .	210
<b>9.6</b>	<b>Medialer Zugang . . . . .</b>	<b>211</b>
9.6.1	Indikation . . . . .	211
9.6.2	Lagerung . . . . .	211
9.6.3	Schnittführung . . . . .	212
9.6.4	Präparation . . . . .	212
9.6.5	Wundverschluss . . . . .	212
9.6.6	Gefahren . . . . .	212
<b>10</b>	<b>Ellenbogengelenk . . . . .</b>	<b>215</b>
	<i>V. Quack</i>	
<b>10.1</b>	<b>Einleitung . . . . .</b>	<b>216</b>
<b>10.2</b>	<b>Arthroskopische Zugänge zum Ellenbogengelenk . . . . .</b>	<b>216</b>
10.2.1	Indikation . . . . .	217
10.2.2	Lagerung . . . . .	217
10.2.3	Schnittführung . . . . .	217
10.2.4	Posteriore Zugänge . . . . .	218
10.2.5	Anteriore Zugänge . . . . .	219
10.2.6	Gefahren . . . . .	219
<b>10.3</b>	<b>Offene Zugänge zum Ellenbogengelenk . . . . .</b>	<b>220</b>
10.3.1	Hinterer Zugang mit V-förmiger Trizepssehnenfspaltung . . . . .	220
10.3.2	Hinterer Zugang mit gerader Spaltung des M. triceps . . . . .	225
10.3.3	Hinterer Zugang mit Schonung des M. triceps . . . . .	227
10.3.4	Hinterer Zugang mit Olekranonosteotomie . . . . .	228
10.3.5	Gefahren des hinteren Zugangs . . . . .	228
10.3.6	Lateraler Zugang . . . . .	230
10.3.7	Posterolateraler Zugang . . . . .	236
10.3.8	Medialer Zugang . . . . .	237
10.3.9	Anteriorer Zugang . . . . .	241
<b>11</b>	<b>Unterarm . . . . .</b>	<b>247</b>
	<i>D. Arbab</i>	
<b>11.1</b>	<b>Vorderer Zugang zum Radius (Zugang nach Henry) . . . . .</b>	<b>249</b>
11.1.1	Indikation . . . . .	249
11.1.2	Lagerung . . . . .	249
11.1.3	Schnittführung . . . . .	249
11.1.4	Präparation . . . . .	250
11.1.5	Wundverschluss . . . . .	251
11.1.6	Gefahren . . . . .	251
<b>11.2</b>	<b>Lateraler Zugang zum Nervus radialis . . . . .</b>	<b>252</b>
11.2.1	Indikation . . . . .	252
11.2.2	Lagerung . . . . .	252
11.2.3	Schnittführung . . . . .	252
11.2.4	Präparation . . . . .	253
11.2.5	Wundverschluss . . . . .	253
11.2.6	Gefahren . . . . .	253
<b>11.3</b>	<b>Dorsolateraler Zugang zum Radius (Zugang nach Thompson) . . . . .</b>	<b>254</b>

11.3.1	Indikation . . . . .	254
11.3.2	Lagerung . . . . .	254
11.3.3	Schnittführung . . . . .	254
11.3.4	Präparation . . . . .	254
11.3.5	Wundverschluss . . . . .	255
11.3.6	Gefahren . . . . .	255
<b>11.4</b>	<b>Anteromedialer Zugang zum Nervus medianus . . . . .</b>	<b>257</b>
11.4.1	Indikation . . . . .	257
11.4.2	Lagerung . . . . .	257
11.4.3	Schnittführung . . . . .	257
11.4.4	Präparation . . . . .	257
11.4.5	Wundverschluss . . . . .	257
<b>11.5</b>	<b>Zugang zu den proximalen Anteilen von Radius und Ulna . . . . .</b>	<b>258</b>
11.5.1	Indikation . . . . .	258
11.5.2	Lagerung . . . . .	258
11.5.3	Schnittführung . . . . .	258
11.5.4	Präparation . . . . .	258
11.5.5	Wundverschluss . . . . .	259
11.5.6	Gefahren . . . . .	259
<b>11.6</b>	<b>Lateraler Zugang zur Ulna . . . . .</b>	<b>260</b>
11.6.1	Indikation . . . . .	260
11.6.2	Lagerung . . . . .	260
11.6.3	Schnittführung . . . . .	260
11.6.4	Präparation . . . . .	260
11.6.5	Wundverschluss . . . . .	260
11.6.6	Gefahren . . . . .	261
<b>11.7</b>	<b>Zugang zur distalen Ulna . . . . .</b>	<b>261</b>
11.7.1	Indikation . . . . .	261
11.7.2	Lagerung . . . . .	261
11.7.3	Schnittführung . . . . .	261
11.7.4	Präparation . . . . .	261
11.7.5	Wundverschluss . . . . .	262
11.7.6	Gefahren . . . . .	262
<b>11.8</b>	<b>Dorsaler Zugang zum distalen Radius . . . . .</b>	<b>262</b>
11.8.1	Indikation . . . . .	262
11.8.2	Lagerung . . . . .	262
11.8.3	Schnittführung . . . . .	262
11.8.4	Präparation . . . . .	263
11.8.5	Wundverschluss . . . . .	263
11.8.6	Gefahren . . . . .	263
<b>11.9</b>	<b>Palmarer Zugang zum distalen Radius . . . . .</b>	<b>264</b>
11.9.1	Indikation . . . . .	264
11.9.2	Lagerung . . . . .	264
11.9.3	Schnittführung . . . . .	264
11.9.4	Präparation . . . . .	265
11.9.5	Wundverschluss . . . . .	268
11.9.6	Gefahren . . . . .	268
<b>11.10</b>	<b>Zugang zur Sehne des Musculus palmaris longus . . . . .</b>	<b>270</b>
11.10.1	Indikation . . . . .	270
11.10.2	Lagerung . . . . .	270
11.10.3	Schnittführung . . . . .	270
11.10.4	Präparation . . . . .	271
11.10.5	Wundverschluss . . . . .	271
11.10.6	Gefahren . . . . .	271

<b>12 Hand und Handgelenk</b>	273
<i>P. Fuchs</i>	
<b>12.1 Allgemeine Bemerkungen</b>	275
<b>12.2 Dorsaler Zugang zum Handgelenk</b>	276
12.2.1 Indikation	276
12.2.2 Lagerung	276
12.2.3 Schnittführung	276
12.2.4 Präparation	277
<b>12.3 Palmarer Zugang zum Handgelenk</b>	278
12.3.1 Indikation	278
12.3.2 Lagerung	278
12.3.3 Schnittführung	278
12.3.4 Präparation	279
12.3.5 Zugang zum Handgelenk – tiefe Präparation	280
12.3.6 Wundverschluss	280
<b>12.4 Zugang zur Hohlhand</b>	281
12.4.1 Indikationen	281
12.4.2 Schnittführung	281
<b>12.5 Zugang zur Guyon-Loge</b>	282
12.5.1 Indikationen	282
12.5.2 Schnittführung	282
12.5.3 Präparation	282
<b>12.6 Palmarer Zugang zum Kahnbein</b>	283
12.6.1 Indikationen	283
12.6.2 Schnittführung und Lagerung	283
12.6.3 Präparation	283
<b>12.7 Zugang zum Daumensattelgelenk</b>	284
12.7.1 Indikationen	284
12.7.2 Schnittführung	284
12.7.3 Präparation	285
<b>12.8 Zugang zum 1. Strecksehnenfach</b>	286
12.8.1 Indikation	286
12.8.2 Schnittführung	286
12.8.3 Präparation	286
<b>12.9 Dorsale Inzisionen am Handrücken</b>	287
12.9.1 Indikationen	287
12.9.2 Schnittführung	287
<b>12.10 Dorsaler Zugang zum Fingergrundgelenk</b>	288
12.10.1 Indikation	288
12.10.2 Schnittführung	288
12.10.3 Präparation	288
<b>12.11 Dorsaler Zugang zum Fingermittelgelenk</b>	291
12.11.1 Indikation	291
12.11.2 Schnittführung	291
12.11.3 Präparation	291
<b>12.12 Dorsaler Zugang zum Fingerendgelenk</b>	292
12.12.1 Indikation	292
12.12.2 Schnittführung	292
12.12.3 Präparation	292
<b>12.13 Darstellung der Fingerbeugesehnen von palmar</b>	293
12.13.1 Indikationen	293
12.13.2 Schnittführung	293
12.13.3 Präparation	294
<b>12.14 Darstellung der Beugesehnen und des Fingermittelgelenks von palmar</b>	297
12.14.1 Indikationen	297
12.14.2 Schnittführung	297

12.14.3 Präparation . . . . .	297
<b>12.15 Darstellung der Beugesehnen durch eine mediolaterale Inzision . . . . .</b>	<b>298</b>
12.15.1 Indikation . . . . .	298
12.15.2 Schnittführung . . . . .	298
12.15.3 Präparation . . . . .	299
<b>12.16 Zugang zum Ligamentum anulare des Daumens . . . . .</b>	<b>300</b>
12.16.1 Indikation . . . . .	300
12.16.2 Schnittführung . . . . .	300
12.16.3 Präparation . . . . .	300
<b>12.17 Arthroskopische Standardzugänge zum Handgelenk . . . . .</b>	<b>301</b>
12.17.1 Indikationen . . . . .	301
12.17.2 Schnittführung . . . . .	301
 <b>Serviceteil</b> . . . . .	303
Stichwortverzeichnis . . . . .	304

## Mitarbeiterverzeichnis

---

**Lüring, Christian, Prof. Dr. med.**

Orthopädische Klinik  
Klinikum Dortmund gGmbH  
Beurhausstr. 40  
44137 Dortmund  
christian.luering@klinikumdo.de

**Tingart, Markus, Univ.-Prof. Dr. med.**

Klinik für Orthopädie  
Uniklinik RWTH Aachen  
Pauwelsstr. 30  
52074 Aachen  
mtingart@ukaachen.de

**Quack, Valentin, Dr. med.**

Klinik für Orthopädie  
Uniklinik RWTH Aachen  
Pauwelsstr. 30  
52074 Aachen  
vquack@ukaachen.de

**Shousha, Mootaz, Ph.D., Dr. med.**

Klinik für Wirbelsäulenchirurgie  
Zentralklinik Bad Berka  
Robert-Koch-Allee 9  
99437 Bad Berka  
mochoucha@hotmail.com

**Beckmann, Johannes, PD Dr. med.**

Department Endoprothetik untere Extremität  
und Fußchirurgie  
Sportklinik Stuttgart GmbH  
Taubenheimstr. 8  
70372 Stuttgart  
drbeckmann@gmx.de

**Rath, Björn, PD Dr. med.**

Klinik für Orthopädie  
Uniklinik RWTH Aachen  
Pauwelsstr. 30  
52074 Aachen  
brath@ukaachen.de

**Götz, Jürgen, Dr. med.**

Klinik und Poliklinik für Orthopädie  
Aesklepios Klinikum Bad Abbach  
Kaiser-Karl-V.-Allee 3  
93077 Bad Abbach  
Juergen-Goetz@gmx.de

**Arbab, Dariusch, Dr. med.**

LVR Klinik für Orthopädie  
Horionstr. 2  
41749 Viersen  
darbab@gmx.de

**Fuchs, Paul Ch., Prof. Dr. med.**

Klinik für Plastische und Ästhetische Chirurgie  
Handchirurgie  
Krankenhaus Köln-Merheim  
Ostmerheimer Str. 200  
51109 Köln  
FuchsP@kliniken-koeln.de

# Wirbelsäule

Kapitel 1      **Ventrale Zugänge zur Wirbelsäule – 3**

*M. Shousha, V. Quack*

Kapitel 2      **Dorsale Zugänge zur Wirbelsäule – 35**

*M. Shousha, V. Quack*

# Ventrale Zugänge zur Wirbelsäule

M. Shousha, V. Quack

## 1.1 Halswirbelsäule – 4

1.1.1 Vorderer transoropharyngealer Zugang C1–C2(C3) – 4

1.1.2 Vorderer retropharyngealer Zugang C2–Th2 – 7

## 1.2 Brustwirbelsäule – 13

1.2.1 Ventraler offener transthorakaler Zugang (Th2–L1) – 13

1.2.2 Thorakoskopisch assistierte Minithorakotomie, Th2–L1 – 18

## 1.3 Brustwirbelsäule/Lendenwirbelsäule – 21

1.3.1 Ventraler thorakoabdominaler Zugang (Thorakophrenolumbotomie; 2-Höhlen-Eingriff nach Hodgson) – 21

## 1.4 Lendenwirbelsäule – 24

1.4.1 Ventraler retroperitonealer Zugang in Seitenlage – 24

1.4.2 Ventraler retroperitonealer Zugang in Rückenlage – 27

1.4.3 Transperitonealer Zugang zum lumbosakralen Übergang L4–S1 – 31

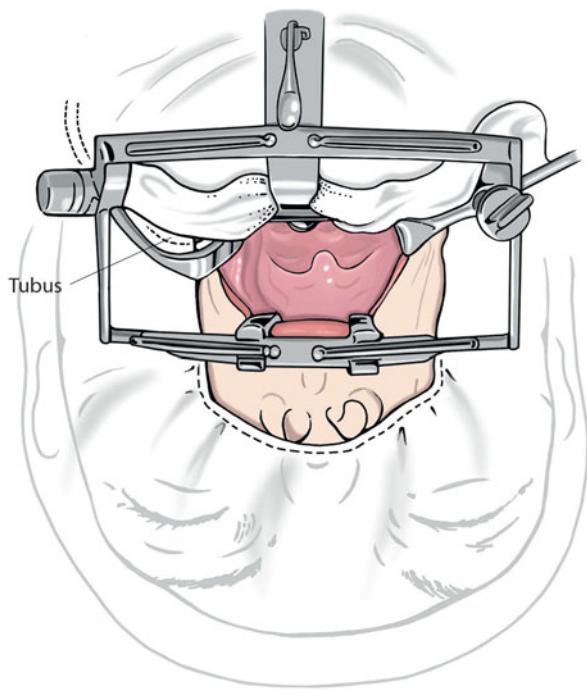


Abb. 1.1 Patient in Rückenlage. Der Hals ist leicht überstreckt. Mundspreizer wurde schon eingesetzt

## 1.1 Halswirbelsäule

### 1.1.1 Vorderer transoropharyngealer Zugang C1–C2(C3)

#### Indikation

- Nicht reponierbare, atlantoaxiale Instabilität bei rheumatologischen Erkrankungen (transorales Release)
- Dens-Resektion bei fortgeschrittenem kranialen Settling mit basilarer Impression
- Raumforderungen (Tumoren; entzündliche Prozesse) mit ventraler Kompression des Rückenmarks und der Medulla oblongata
- Fixiertes, nicht reponierbares Os odontoideum

#### Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage mit überstrecktem Hals. Der Kopf liegt in Neutralstellung auf einem harten Ring. Die Anlage einer Extension ist nicht erforderlich. Die Arme werden seitlich des Patienten angelagert. Der Operateur sitzt hinter dem Kopf des Patienten, der Assistent steht oder sitzt seitlich. Es erfolgt eine Spülung des Mund-/Nasen- und Rachenraums mit einer geeigneten Schleimhautdesinfektionslösung. Dies ist äußerst wichtig, da das Operationsgebiet mit Keimen besiedelt ist. Eine Tracheotomie ist allerdings nicht erforderlich. Eine Abdeckung des Tubus ist möglich. Nach steriles Abdecken wird ein spezieller Mundspreizer (z. B. Codmann- oder McGarver-Spreizer) mit einem Retraktor für die Zunge und den Tubus eingesetzt. Anschließend werden die Uvula und der weiche Gaumen mit einem Spatel nach oben retrahiert (Abb. 1.1). Das Spalten des weichen Gaumens ist nicht erforderlich.

## Schnittführung

Als palpatorischer Orientierungspunkt dient das Tuberculum anterior des Atlasbogens. Es ist in der Mittellinie leicht tastbar (Abb. 1.2). Mit dem Skalpell erfolgt von hier nach kaudal die Inzision der hinteren Pharynxwand (Abb. 1.3).

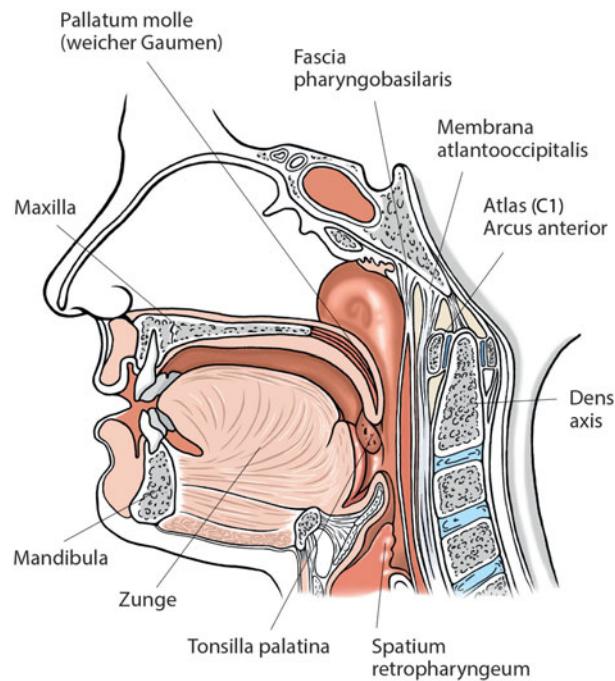


Abb. 1.2 Darstellung der anatomischen Verhältnisse anhand eines Paramedianschnitts

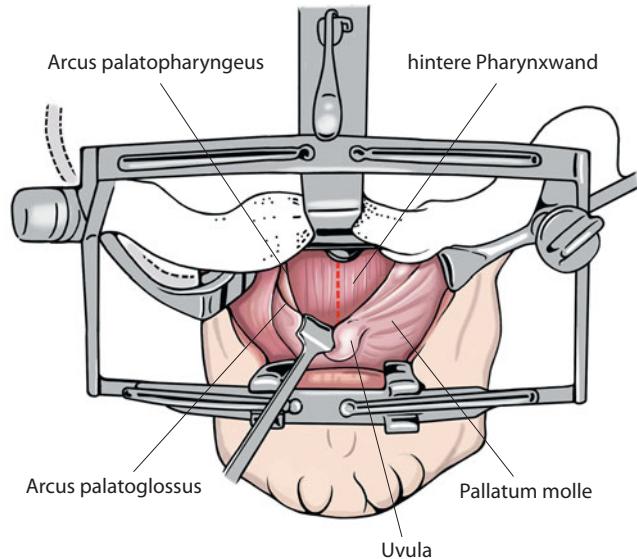


Abb. 1.3 Der weiche Gaumen wird mit der Uvula nach oben retrahiert. Nun kann die Inzision der hinteren Pharynxwand erfolgen.

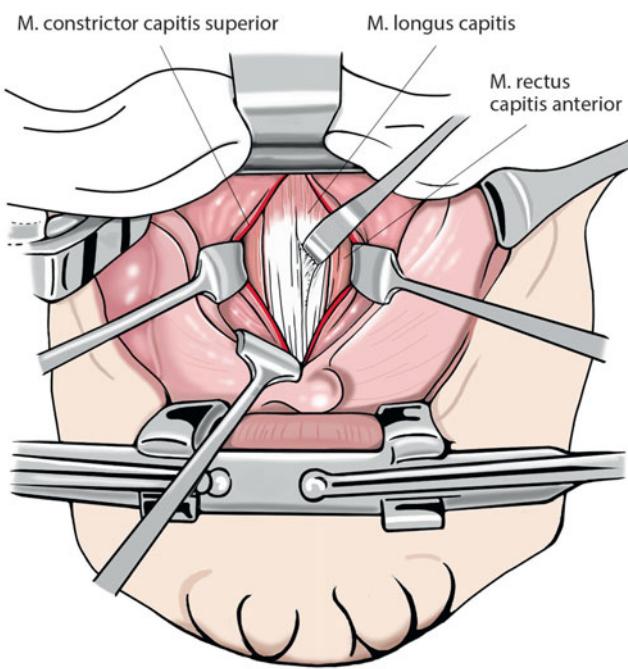


Abb. 1.4 Die Pharynhinterwand ist eröffnet. Die paravertebrale Muskulatur kann mit dem Raspatorium nach lateral abgeschoben werden

## Präparation

Das Operationsmikroskop ist bei den weiteren Schritten sehr hilfreich. Die Blutstillung erfolgt mit Diathermie. Mit einem Raspatorium werden die Weichteile an der Vorderseite des Atlasbogens und des Dens seitlich abgeschoben (Abb. 1.4). Dadurch lässt sich eine umfassende Darstellung des vorderen Atlasbogens, des Dens axis sowie der medialen Anteile der atlantoaxialen Gelenke erreichen (Abb. 1.5). Wenn erforderlich, kann auch die Bandscheibe C2/3 dargestellt werden. Die systemische Gabe von Atropin kann die Weichteilschwellung – vor allem der Zunge – reduzieren.

## Wundverschluss

Zum Verschließen der Mund-Rachen-Wand können inverse resorbierbare Einzelknopfnähte verwendet werden. Anschließend kann eine Magensonde vom Operateur unter Sicht eingebracht werden. Je nach Dauer des Eingriffs und der Weichteilschwellung sollte der Patient zur adäquaten Beatmung ggf. über Nacht intubiert bleiben.

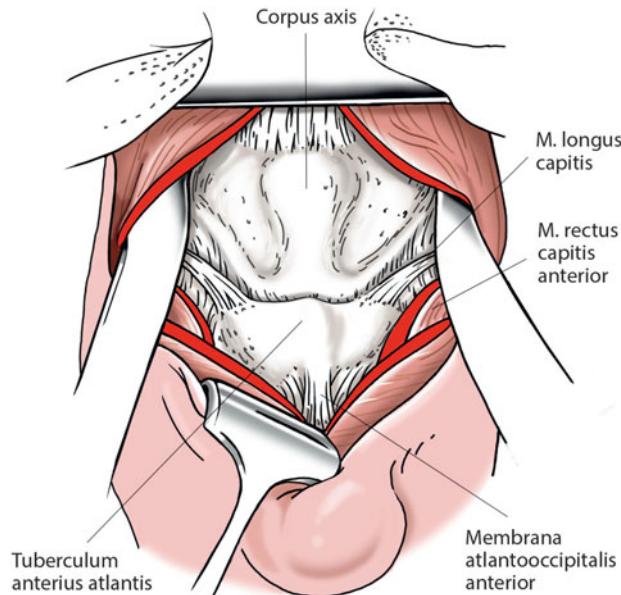


Abb. 1.5 Umfassende Sicht auf die ventralen Anteile des Segments C1/C2

## Gefahren

Temporomandibuläre Gelenkstörungen können ein Ausschlusskriterium für diesen Zugang sein und sollten vor dem Eingriff untersucht werden. Übermäßiges Freilegen der atlantoaxialen Gelenke nach lateral sollte vermieden werden, um die Arteria vertebralis nicht zu gefährden (Abb. 1.6).

### 1.1.2 Vorderer retropharyngealer Zugang C2-Th2

#### Indikation

Ausräumen der Bandscheibenfächer C2-Th2, Korporektomie C3-Th1 sowie Osteosynthese C2-Th2 bei:

- Tumor,
- Trauma,
- Spondylodiszitis,
- degenerativen Veränderungen.

Anhand der bildgebenden Diagnostik muss vor der Operation individuell entschieden werden, bis zu welchem Segment nach kaudal dieser Zugang angewendet werden kann.

#### Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Der Kopf liegt in Neutralstellung auf einem harten Ring. Die Anlage einer Extension ist nicht erforderlich. Die Arme werden seitlich des Patienten angelagert, beide Schultern nach kaudal mobilisiert. Zur Fixierung in dieser Stellung kann z. B. ein Tape verwendet werden. Durch eine Überstreckung der Halswirbelsäule wird eine Optimierung der Halslordose erreicht. Weiterhin wird eine Rolle zwischen den Schulterblättern platziert. Leichtes Kippen des Operationstisches fußwärts kann venöse Blutungen reduzieren (Abb. 1.7). Das sterile Abwaschen und das Abdecken erfolgen in gewohnter Art und Weise.

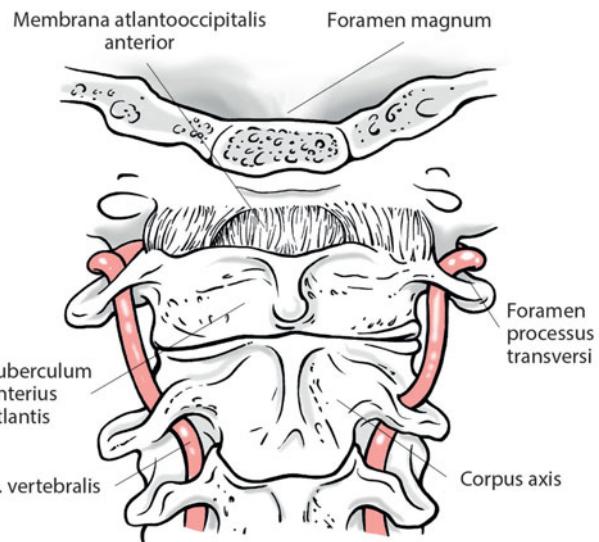


Abb. 1.6 Darstellung der anatomischen Verhältnisse von ventral. Die Nähe der A. vertebralis nach lateral muss bedacht werden

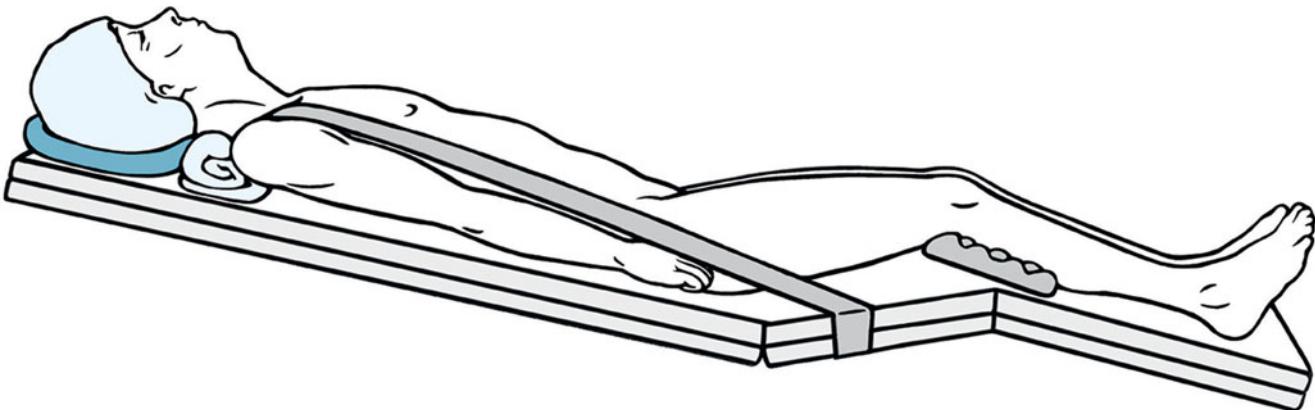


Abb. 1.7 Rückenlagerung des Patienten. Die Schultern wurden mit Tape nach kaudal mobilisiert, die Halswirbelsäule ist leicht überstreckt. Kippung des Tisches nach fußwärts

## Schnittführung

Anatomische Landmarken dienen zur Orientierung bei der Schnittführung, um die richtige Höhe zu erreichen. Eine sehr hilfreiche Landmarke ist der leicht tastbare Karotistuberkel (»Chassaignac-Knöpfchen«) am Querfortsatz des 6. Halswirbels.

Zur Optimierung des postoperativen kosmetischen Ergebnisses sollte die Hautinzision entlang der Hautfalten bzw. der Langer'schen Linien erfolgen. Für eine langstreckige operative Versorgung kann eine Längsinzision, die eine größere Dehnbarkeit erlaubt, angewendet werden (Abb. 1.8).

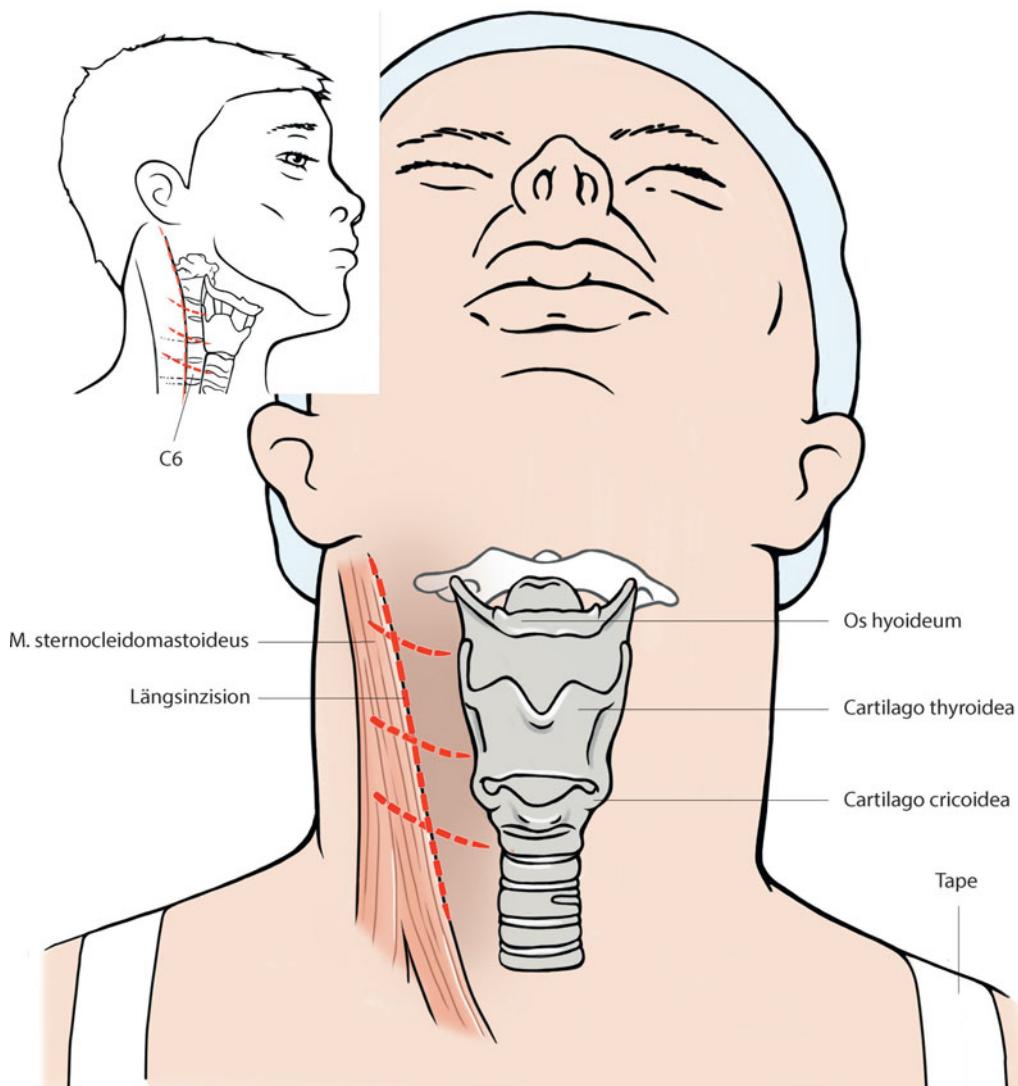


Abb. 1.8 Querinzisionen entlang der Langer'schen Linien sind zur Versorgung einzelner Segmente möglich. Ein Längsschnitt am Vorderrand des M. sternocleidomastoideus sollte bei langstreckiger Versorgung erfolgen

## 1.1 • Halswirbelsäule

Die Wahl der Zugangsseite ist vom Operateur abhängig. Rechtshänder bevorzugen in der Regel den rechtsseitigen Zugang. Beim rechtsseitig höheren Verlauf des Nervus laryngeus recurrens erscheint es logischer, die kaudalen Segmente von links zu operieren. Viele Studien konnten aber nachweisen, dass es keinen Zusammenhang zwischen der Zugangsseite und der Verletzungshäufigkeit des Nerven gibt (Abb. 1.9; Abb. 1.10).

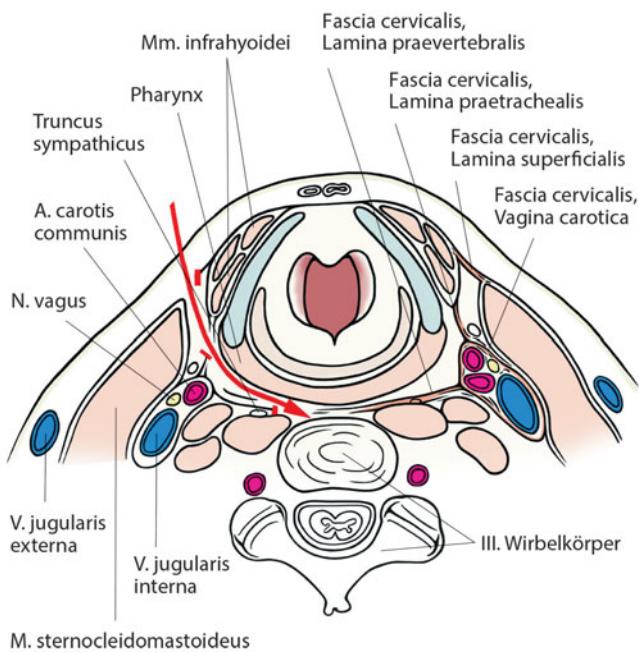


Abb. 1.9 Axialer Schnitt. Anatomischer Situs auf Höhe C3. Der Pfeil kennzeichnet den Zugangsweg

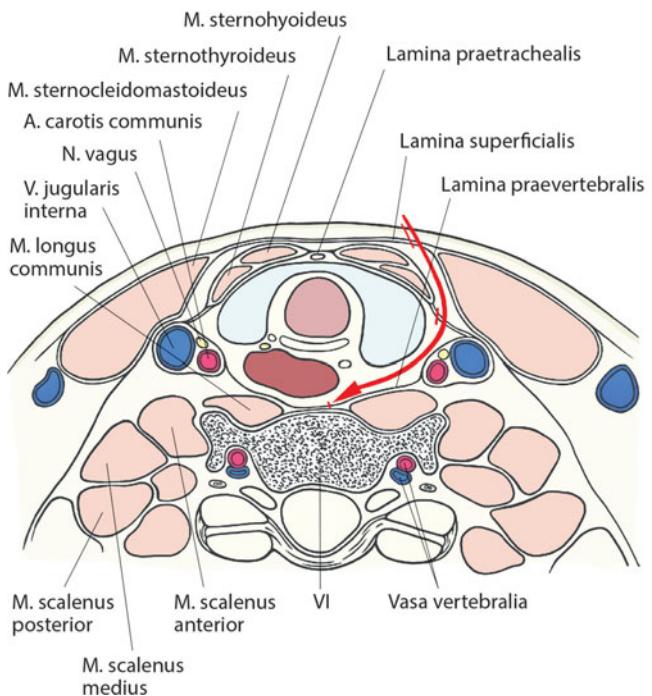
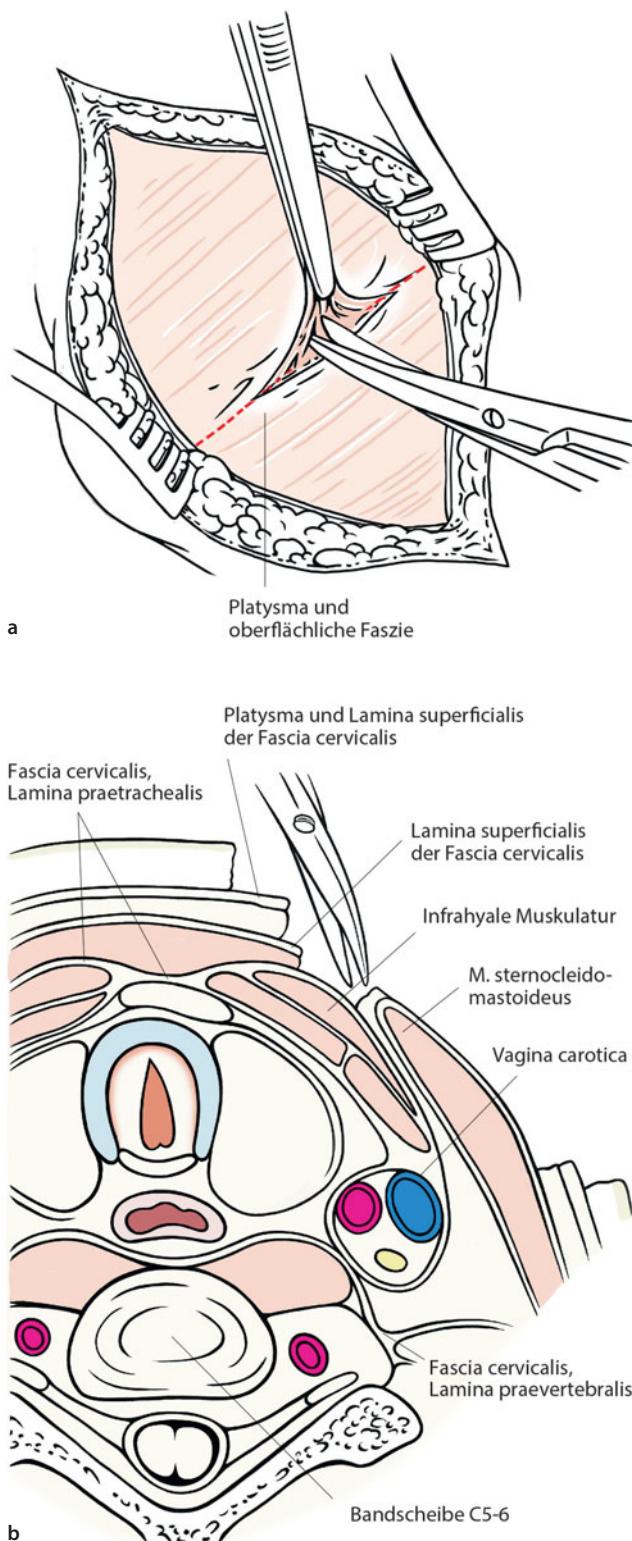


Abb. 1.10 Axialer Schnitt. Anatomischer Situs auf Höhe C6. Der Pfeil kennzeichnet den Zugangsweg



■ Abb. 1.11a,b Nach der Hautinzision lässt sich das Platysma gut darstellen. Es kann zusammen mit der oberflächlichen Faszie im Faserverlauf gespalten werden (a). Ansicht im Querschnitt (b)

## Präparation

Nach Mobilisation der Haut wird das Platysma dargestellt und im Faserverlauf gespalten (■ Abb. 1.11). Anschließend wird die Lamina superficialis unmittelbar ventral des M. sternocleidomastoideus in Längsrichtung durchtrennt (■ Abb. 1.12). Die Durchtrennung des M. omohyoideus ist in den meisten Fällen unnötig, da er sich normalerweise gut mobilisieren lässt. Die weitere Präparation erfolgt stumpf mit der Schere, wobei die mittlere Halslamina nun eröffnet wird (■ Abb. 1.13). Lateral lässt sich jetzt der Puls der A. carotis communis gut tasten. Mit einem Langenbeck-Haken werden die viszeralen Strukturen (Trachea, Ösophagus, Schilddrüse) zusammen mit den infrahyalen Muskeln (M. sternohyoideus und M. sternothyreoideus) nach medial weggehalten. Die Vagina carotica (pulsierende A. carotis communis, V. jugularis interna und N. vagus) wird nach lateral weggehalten (■ Abb. 1.14). Je nach operiertem Segment kann bei Bedarf die A. thyreoidea superior oder die A. thyreoidea inferior unterbunden werden. Nun wird die Lamina praevertebralis gespalten und der M. longus colli auf beiden Seiten abgelöst und weggehalten. Die Langenbeck-Haken werden tiefer zum M. longus colli umgesetzt und dann durch spezielle Haken, die den Muskel unterfahren, auf beiden Seiten ersetzt (■ Abb. 1.15). Bei einer längerstreckigen Versorgung können die Vasa thyreoidea superiore und die Vasa thyreoidea inferiore ligiert werden (■ Abb. 1.16).

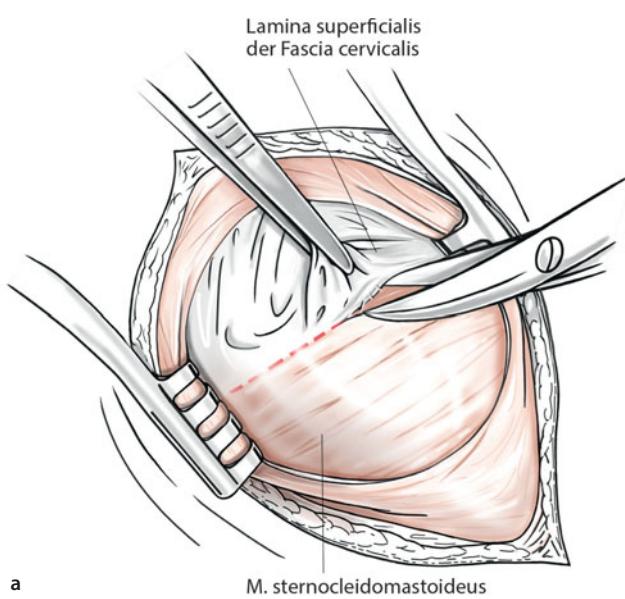
## Wundverschluss

Eine sorgfältige Kontrolle auf Blutrockenheit ist erforderlich. Bei Bedarf kann eine Drainage eingelegt werden. Anschließend lässt man die tiefen Strukturen an ihren Platz zurückgleiten, und das Platysma wird mit Einzelknopfnähten adaptiert. Eine sorgfältige Subkutannahrt macht eine Hautnaht überflüssig. Die Haut kann mit Steri-Strips adaptiert werden.

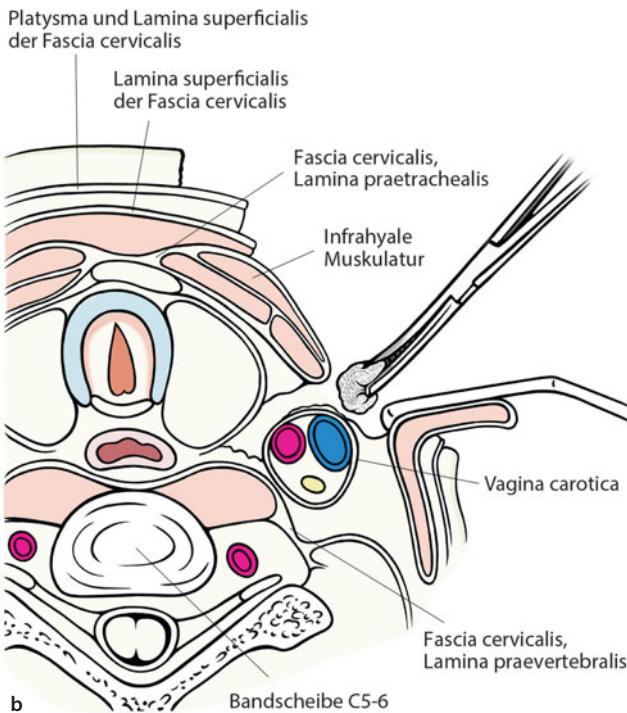
## Gefahren

Das Platzieren der Haken in der Tiefe am M. longus colli ist äußerst wichtig, um die sensiblen Nachbarstrukturen zu schützen. Lateral kann der Truncus sympathicus verletzt werden mit daraus resultierendem Horner-Syndrom. Nach medial kann der dünnwandige Ösophagus irritiert bzw. verletzt werden. Eine Schädigung des N. laryngeus recurrens mit konsekutiver Parese der Stimmbandmuskulatur erfolgt bei großem Druck der Haken nach medial. Bei den kranialen Segmenten kann der N. hypoglossus verletzt werden, wodurch es zu einer einseitigen Lähmung der Zungenmuskulatur kommt. Die Schädigung des N. laryngeus superior kann zu einer postoperativen Heiserkeit und zu Stimmstörungen führen.

## 1.1 • Halswirbelsäule

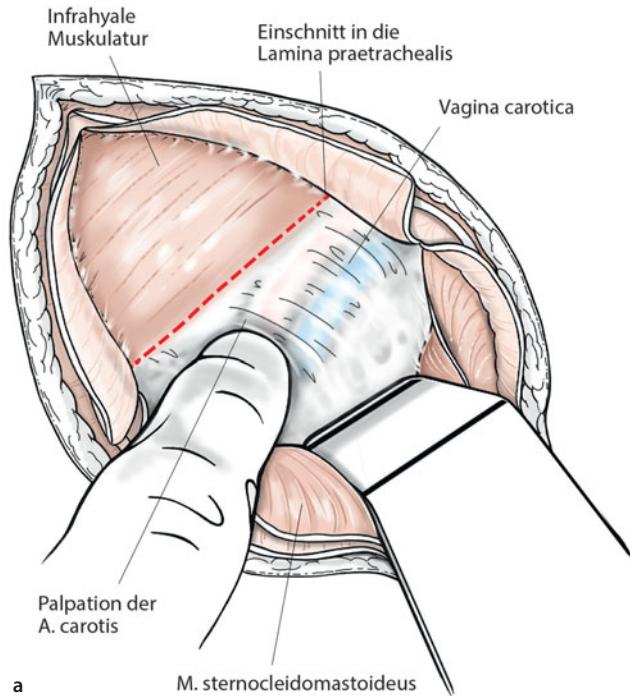


a

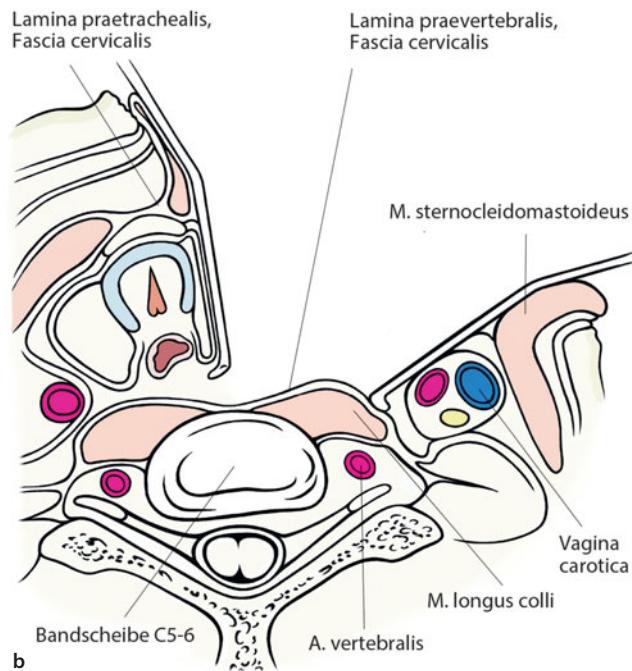


b

Abb. 1.12a,b Am Vorderrand des M. sternocleidomastoideus wird die Lamina superficialis eröffnet (a). Ansicht im Querschnitt (b)



a



b

Abb. 1.13a,b Eröffnen der Lamina praetachealis. Nach lateral kann nun der Puls der A. carotis gut getastet werden. Die viszeralen Strukturen werden nach medial und die Vagina carotica nach lateral weggehalten (a). Ansicht im Querschnitt (b)

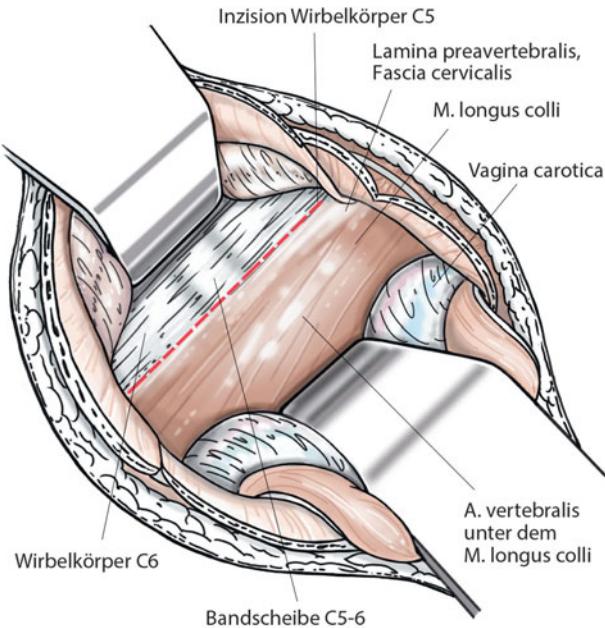


Abb. 1.14 Darstellung der Lamina praevertebralis. Paravertebral überdeckt sie den M. longus colli beidseitig. Nach Durchtrennung der Lamina kann der Muskel vorsichtig nach dorsal abgeschoben werden

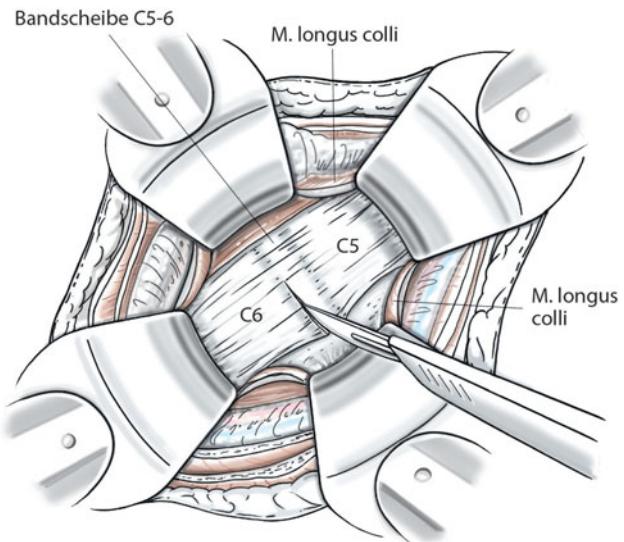


Abb. 1.15 Nach Umsetzen der Sperrung sind nun beide Wirbelkörper und das dazugehörige Bandscheibenfach gut sichtbar

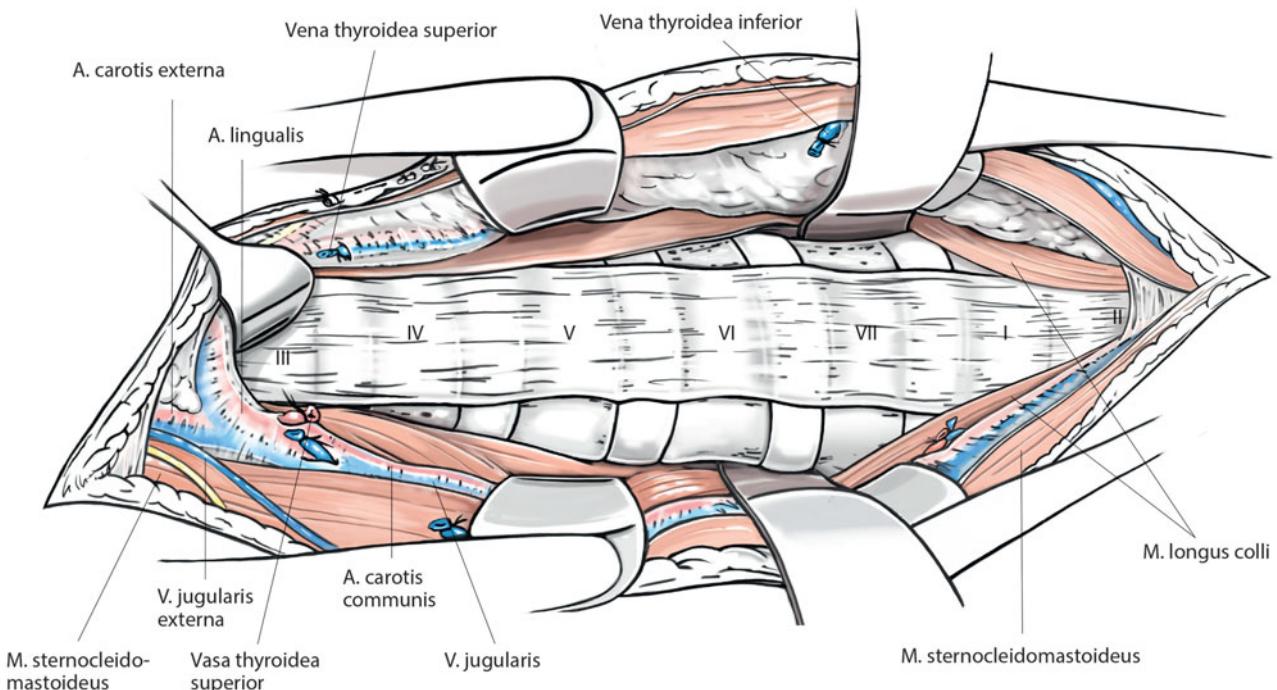


Abb. 1.16 Bei einer langstreckigen operativen Versorgung können die Vasa thyroidea superiore und die Vasa thyroidea inferiore ligiert werden. Der M. longus colli ist beidseitig mobilisiert

## 1.2 Brustwirbelsäule

### 1.2.1 Ventraler offener transthorakaler Zugang (Th2–L1)

#### Indikation

- Deformitäten
- Fraktur
- Tumoren
- Spondylodiszitis
- Degenerative Veränderungen (z. B. Bandscheibenvorfall)

#### Lagerung

Der Patient befindet sich in Seitenlage. Der untere Arm wird auf eine normale Armstütze gelegt. Der obere Arm wird über dem Kopf des Patienten gelagert und ist somit außerhalb des

Operationsfelds. Dazu kann er z. B. auf einem Armhalter fixiert werden.

#### ! Cave

**Es muss darauf geachtet werden, dass der Patient stabil gelagert wird und die bekannten sensiblen Druckstellenzenen – z. B. Fibulaköpfchen – ausreichend abgepolstert werden.**

Der Tisch wird abgeknickt, um eine gute Überstreckung im Operationsgebiet zu erreichen (Abb. 1.17). Der Operateur steht hinter dem Patienten. Das sterile Abwaschen und das Abdecken erfolgen in gewohnter Art und Weise.

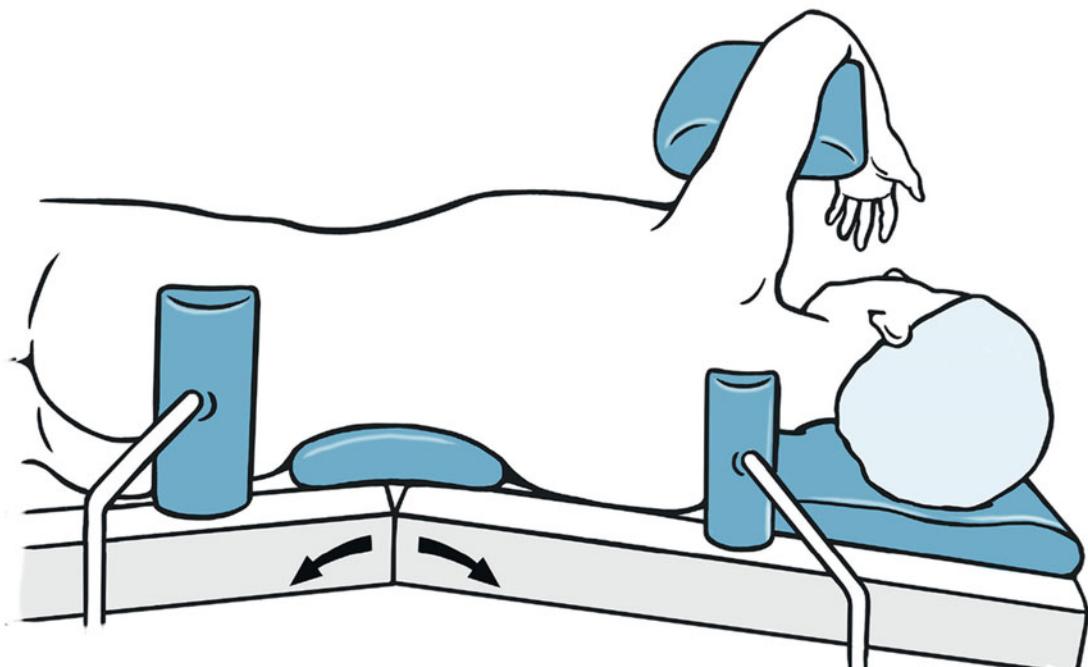


Abb. 1.17 Patient in Seitenlage. Leichtes Abknicken im Bereich des Nierenlagers ermöglicht ein Aufspannen des Operationsgebietes

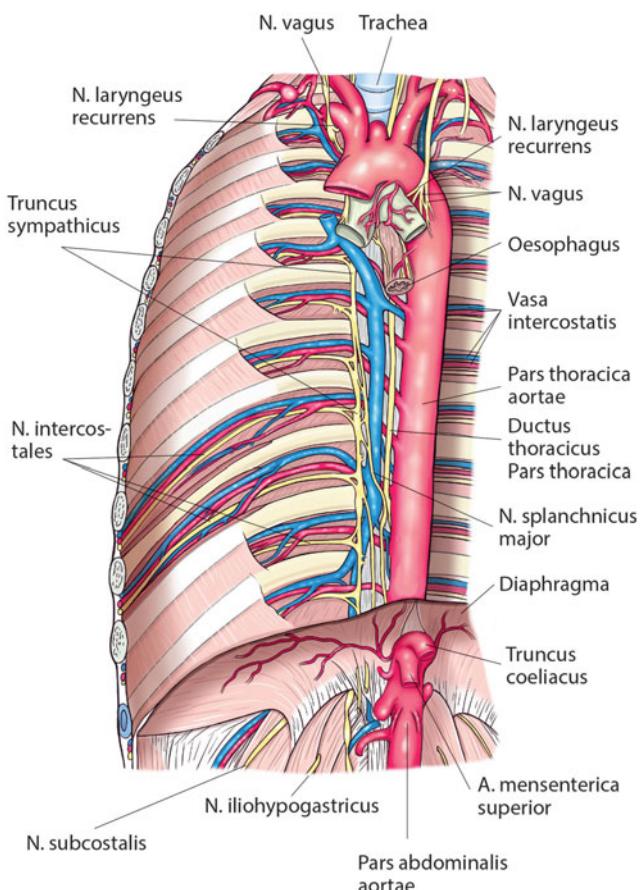


Abb. 1.18 Darstellung des anatomischen Situs im posterioren Mediastinum von vorne

## Schnittführung

Präoperativ muss sich der Operateur entscheiden, von welcher Seite er den Zugang wählt. Dabei hilft die axiale bildgebende Diagnostik, die die Lage der Aorta im Mediastinum identifiziert. In der Regel verläuft die Aorta oberhalb von Th10 links der Wirbelsäule und unterhalb von Th10 direkt vor der Wirbelsäule (Abb. 1.18). Oberhalb von Th10 ist der Zugang von rechts zu bevorzugen. Unterhalb von Th10 kann auch der Zugangsweg von links erfolgen, wodurch der leberbedingte höhere Stand des Zwerchfells umgangen werden kann. Bei Skoliosen wird die Thorakotomie auf der konvexen Seite durchgeführt, da die größeren Gefäße in der Regel die Verkrümmung nicht mitverfolgen und auf der konkaven Seite liegen.

Intraoperativ muss nun die Zugangshöhe identifiziert werden. Eine Thoraxübersicht a.-p. hilft, den Rippenverlauf zu zei- gen. Der Schnitt wird in der Regel 1–2 Rippen höher als die ge- wünschte Etage durchgeführt. Das sterile Abdecken bis zur dor- salen Mittellinie bzw. das Tasten der Dornfortsätze oder die Höhenlokalisierung mittels Bildwandlerkontrolle sind hilfreich bei der Schnittführung.

Die Wahl der Zugangslänge ist die dritte Entscheidung, die der Operateur fällen muss. Die Inzision kann nach dorsal mit Durchtrennung der M. latissimus dorsi senkrecht zur Faserrich- tung verlängert werden. Normalerweise reicht aber schon das Retrahieren des Muskels mit einem Haken nach dorsal, was post- operativ zu weniger Schmerzsymptomatik führt. Nach ventral kann der Schnitt auch verlängert werden, wobei die Knorpel- Knochen-Grenze nicht überschritten werden darf.

Die Hautinzision wird parallel zur gewünschten Rippe durchgeführt.

## Präparation

Die weiterführende Präparation erfolgt mit dem Diathermieschneider direkt auf der Rippe. Anschließend wird die Interkostalmuskulatur subperiostal abgelöst, die Muskelansätze am Oberrand der Rippe werden von dorsal nach ventral abgelöst (Abb. 1.19; Abb. 1.20). Eine Erweiterung des interkostalen Zugangs ist bei unzureichender Darstellung der zu operierenden Segmente möglich. Die Resektion der Rippe ist eine Möglichkeit, um

eine exzellente intraoperative Darstellung zu erreichen. Allerdings sind die postoperativen kosmetischen Ergebnisse weitaus schlechter. Eine V-förmige Rippenosteotomie ist ein guter Kompromiss. Diese sollte am ventralen Ende der Rippe, allerdings proximal zur Knorpel-Knochen-Grenze, erfolgen. Eine Osteotomie am dorsalen Ende der Rippe oder eine Rippendifsartikulation bieten zwar eine bessere Darstellung, sind aber mit starken postoperativen Schmerzen verbunden.

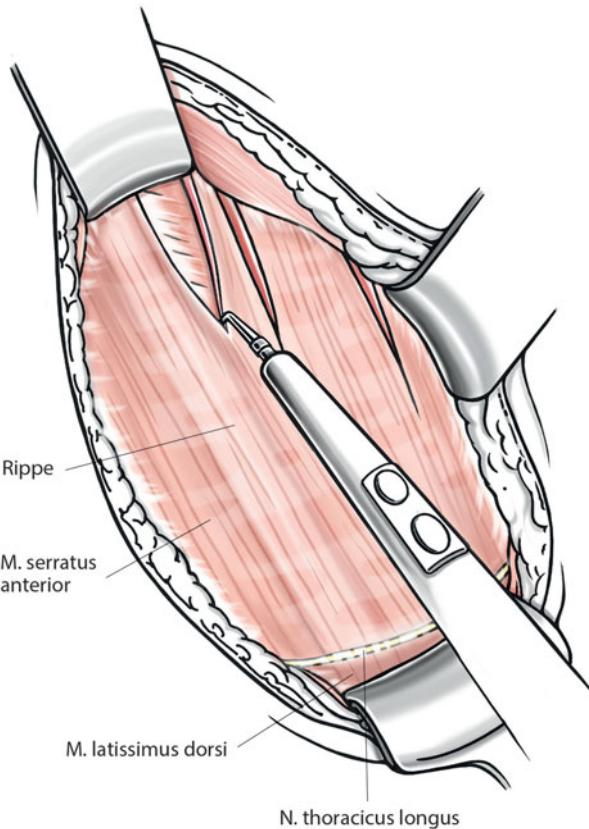


Abb. 1.19 Weghalten des M. latissimus dorsi nach dorsal schafft in den meisten Fällen genug Platz. Der M. serratus bedeckt die Rippe und kann am Oberrand im Faserverlauf gespalten werden

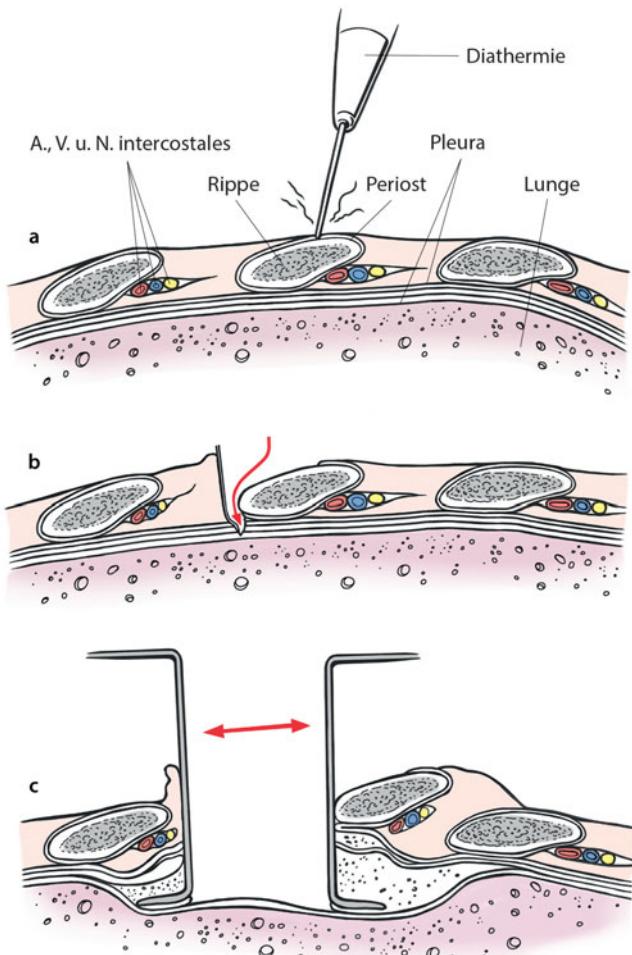


Abb. 1.20 Schematische Darstellung der Thorakotomie. a Inzision des Periost am Oberrand der Rippe, b subperiostales Vorpräparieren bis zur Pleura, c Einsetzen eines Spreizers

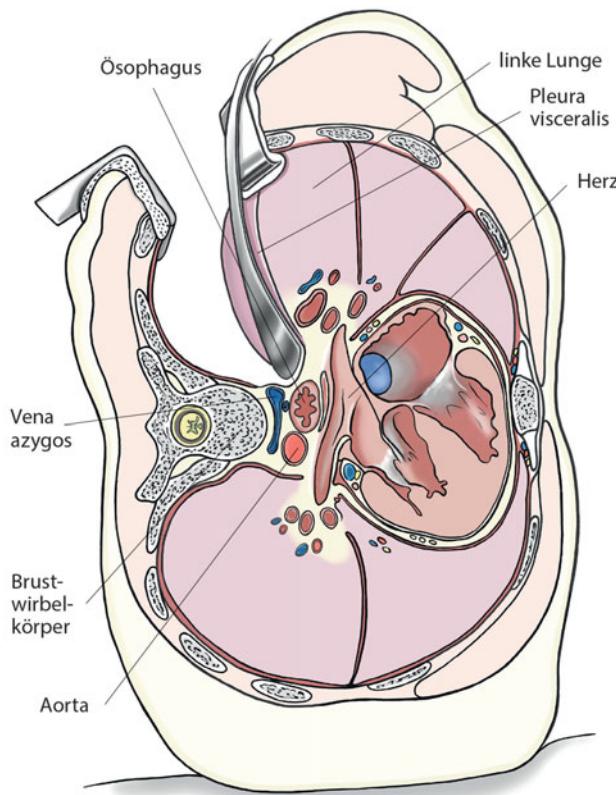


Abb. 1.21 Die Lunge wird vom Assistenten nach ventral weggehalten. Nun ist der Zugang zum Segment frei

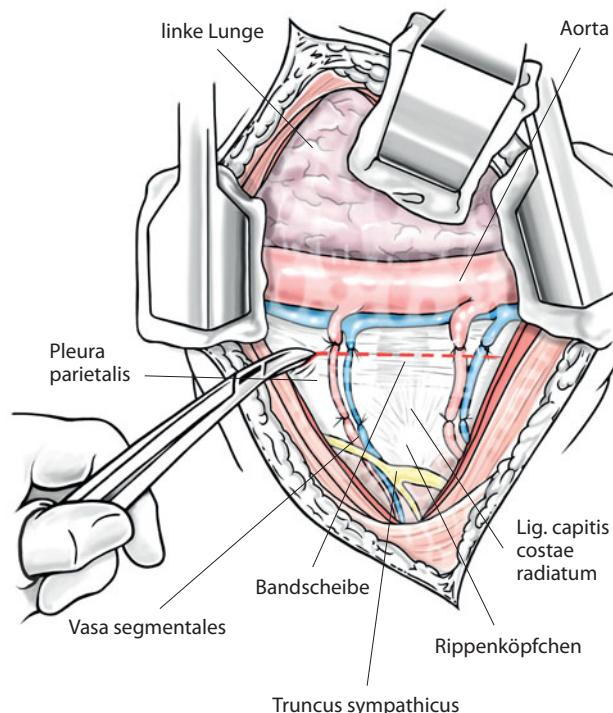


Abb. 1.22 Nach Retrakieren der Lunge resultiert eine umfassende Darstellung der Wirbelkörper mit dem Bandscheibenfach, noch von Pleura vertebralis überdeckt. Die Segmentarterien können aufgefunden und ligiert werden

Nach vollständiger Durchtrennung der Pleura wird ein Thorakotomiespreizer eingesetzt (Abb. 1.20). Die Lunge kann mit der Pleura vertebralis adhären sein. Mit einem feinen feuchten Tupfer können diese Verklebungen gelöst werden. Anschließend wird die Lunge nach ventral weggehalten (Abb. 1.21). Die Pleura vertebralis kann jetzt mit einem Hækchen und dann mit der Schere präpariert werden (Abb. 1.22; Abb. 1.23).

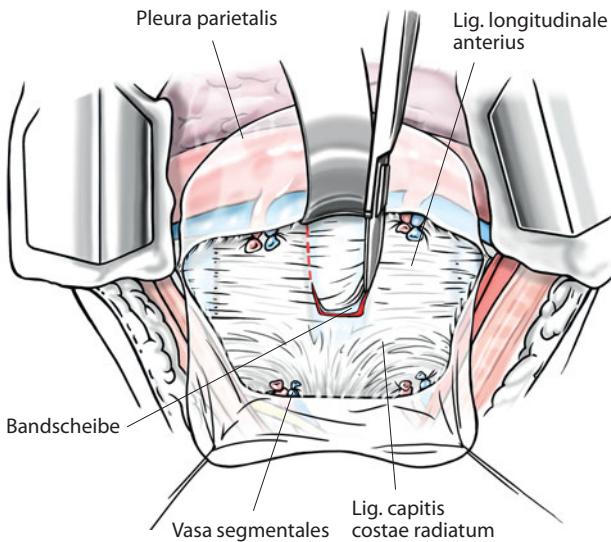
### Wundverschluss

Die Pleura vertebralis wird mit resorbierbarem Nahtmaterial einzeln genäht. Vor dem Wundverschluss wird der Anästhesist gebeten, die Lunge zu blähen, um das Risiko von postoperativen Atelektasen zu vermindern. Eine Thoraxdrainage wird 1–2 Rippen kaudal des Zugangs eingeführt. Es werden dann perikostale resorbierbare Nähte vorgelegt. Im Fall einer Rippenosteotomie werden die 2 Rippenenden mit nicht resorbierbarem Faden zusammengenäht. Die Pleura und die Interkostalmuskulatur werden fortlaufend genäht, anschließend werden die perikostalen Nähte geknüpft und somit die Rippen readaptiert (Abb. 1.24). Zum Schluss erfolgt ein schrittweiser Wundverschluss mit adaptierenden Muskelnähten, Subkutan- und Hautnaht.

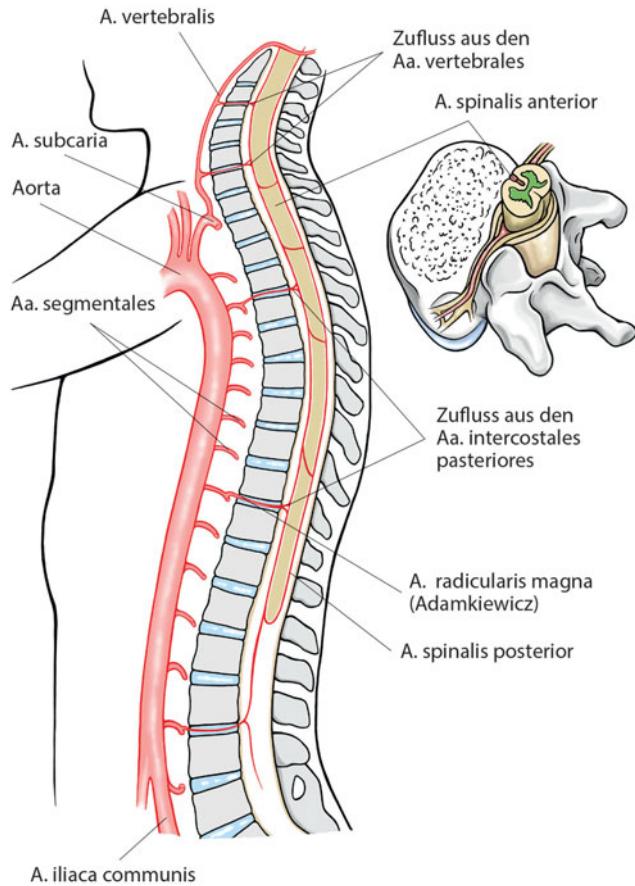
### Gefahren

Gute anatomische Kenntnisse über das hintere Mediastinum sind erforderlich (Abb. 1.18). Eine akzidentelle Verletzung der V. azygos auf der rechten Seite kann zu einer massiven Blutung führen. Eine Verletzung des Ductus thoracicus führt zu einem Chylothorax. Beim linksseitigen Zugang ist der Ductus thoracicus kranial von Th5 oder bei einem rechtsseitigen Zugang zwischen Th5 und Th12 gefährdet. Im Allgemeinen dürfen die longitudinalen Strukturen nicht tangiert werden (Aorta, V. azygos, Ductus thoracicus, Ösophagus). Die Segmentalgefäße können unterbunden bzw. koaguliert werden. Das Ligieren mehrerer Segmentalgefäße sollte vermieden werden, um die arterielle Blutversorgung des Rückenmarks nicht zu kompromittieren (Abb. 1.25).

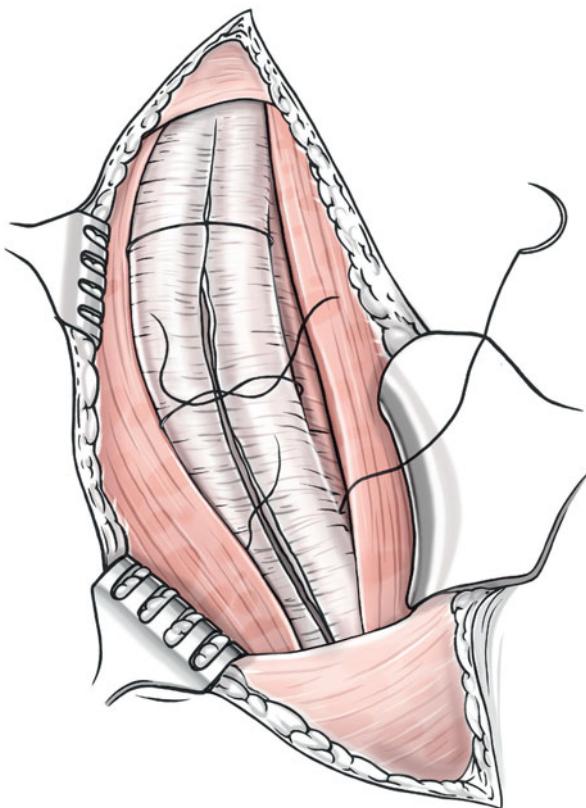
## 1.2 · Brustwirbelsäule



■ Abb. 1.23 Situs nach Inzision der Pleura vertebralis. Die Vasa segmentalia wurden ligiert. Bei einer ventralen Spondylodese kann nun das Bandscheibenfach inzidiert werden



■ Abb. 1.25 Die arterielle Gefäßversorgung des Rückenmarks



■ Abb. 1.24 Knüpfen der perikostalen Nähte, nachdem eine fortlaufende Pleuranaht und eine Naht der Interkostalmuskulatur erfolgt sind

## 1.2.2 Thorakoskopisch assistierte Minithorakotomie, Th2–L1

### Indikation

Das gleiche Indikationsspektrum wie bei der offenen Thorakotomie; hier die Lernkurve ziemlich flach.

### Lagerung

Der Patient befindet sich in Bauchlage. Eine Minithorakotomie in Bauchlage ermöglicht eine ventrodorsale Versorgung der Wirbelsäule ohne die Notwendigkeit, den Patienten umzulagern (Abb. 1.26). Der Operateur sitzt am Operationstisch; der Assistent steht auf der gegenüberliegenden Seite und führt die Optik (Abb. 1.27). Ein Doppellumentubus zur Entlüftung der einen

Lungenhälfte ist in der Regel nicht erforderlich, erleichtert aber die Operation.

### Schnittführung

Da der Patient auf dem Bauch liegt, ist eine exakte Höhenlokalisierung – vor allem in Kombination mit dorsaler offener oder perkutaner Instrumentation – einfach. Bei der Wahl der Zugangsseite herrschen die gleichen Regeln wie bei einer offenen Thorakotomie. Die Zugangshöhe ist einfacher festzulegen. Von der zu operierenden Etage wird eine Linie senkrecht zur Wirbelsäule Richtung Axillarlinie gezogen. Der Interkostalraum, auf dem sich die 2 Linien kreuzen, definiert die Zugangshöhe. Hier erfolgt eine parallel zu den Rippen verlaufende, 2–3 cm lange Hautinzision (Abb. 1.28).

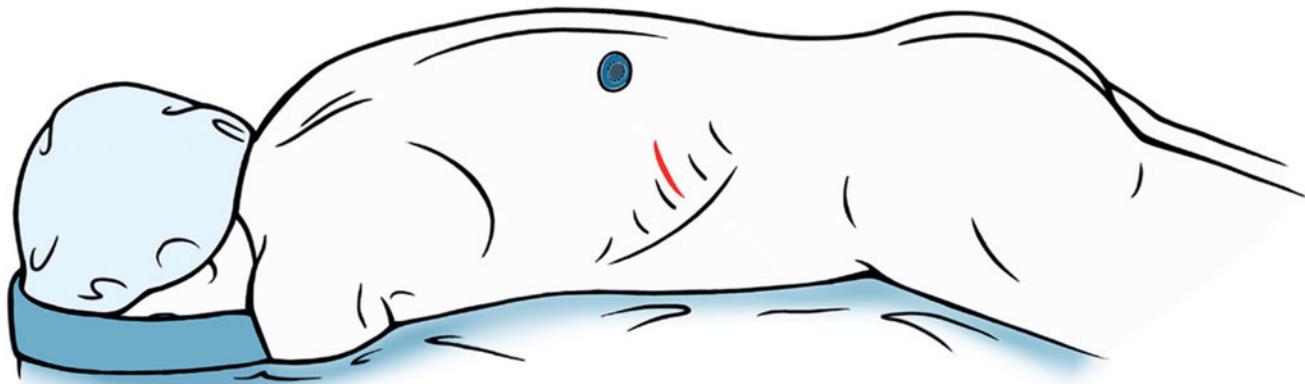


Abb. 1.26 Patient in Bauchlagerung

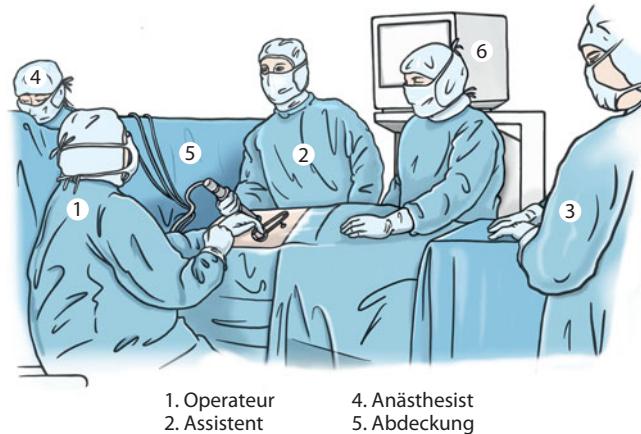


Abb. 1.27 Schematische Darstellung der Personengruppierung, intraoperativ

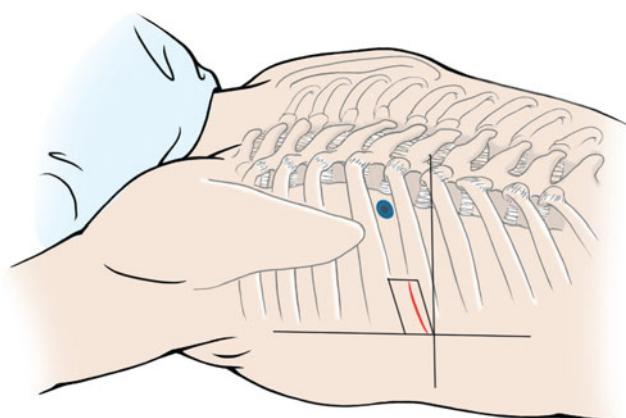


Abb. 1.28 Aufsuchen des richtigen Interkostalraums. Von der Schnittstelle der mittleren Axillarlinie und der Senkrechten des betroffenen Segments aus wird die Hautinzision durchgeführt. Das Portal für die Optik liegt mediokranial

## Präparation

Nach dem Hautschnitt wird der Anästhesist gebeten, die Lunge zu entblähen. Mit einer Schere wird nun am oberen Rand der Rippe die Thoraxhülle perforiert und die Schere dann aufgespreizt. Die Schere muss gespreizt hinausgezogen werden, um intrathorakale Parenchymverletzungen zu vermeiden. Nun wird der Thorax stumpf eröffnet, dabei werden die Muskeln im Faserverlauf gespalten. Über die Schere werden 2 Langenbeck-Haken eingebracht und der Interkostalraum dann mit einem Chiari-Spreizer erweitert. Anschließend wird ein Spezialsperrer platziert (Abb. 1.29). Die Optik wird im gleichen Interkostalraum kranial und medial zum Zugang eingebracht. Bei den kranialen Segmenten, bei denen die Skapula das Einbringen der Optik stört, wird diese in einem kaudaleren Interkostalraum platziert. Ein aufklappbarer Lungenretraktor zum Beiseitehalten der Lunge und des Zwerchfells ermöglicht die gute Darstellung der prävertebralen Pleura. Diese wird längs gespalten und mit einem kleinen Stielstumpf nach ventral abgeschoben. Anschließend wird ein biegsamer Spatel zwischen der Wirbelsäule und der Pleura eingebracht. Dieser Spatel sichert den Situs und dient als Schutz für das dorsale Mediastinum einschließlich der Aorta auf der linken Seite bei den kaudalen Segmenten (Abb. 1.30).

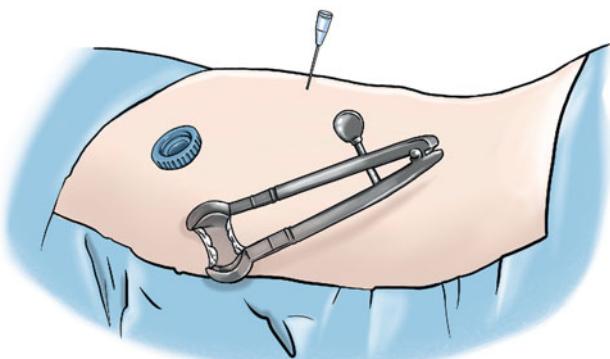
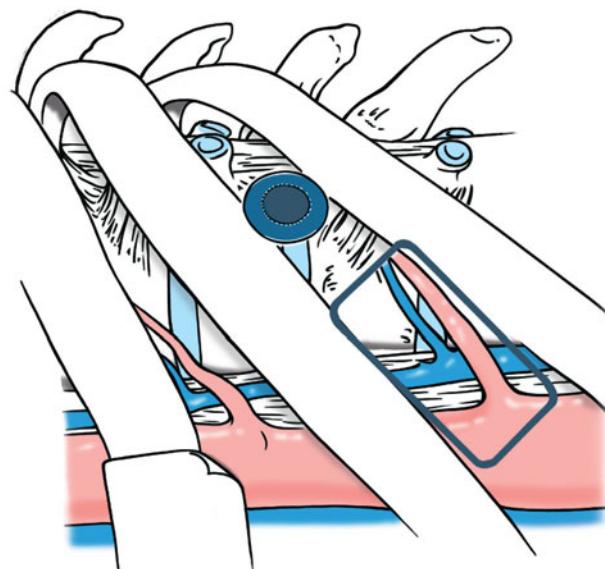
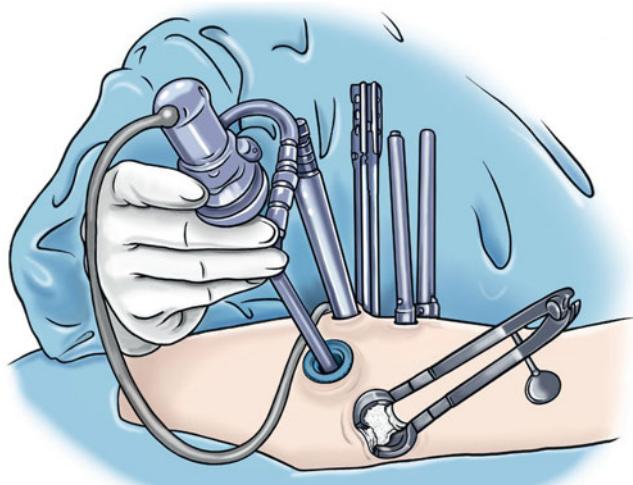


Abb. 1.29 Einbringen eines Rippensperrers. Das Portal für die Optik befindet sich im gleichen Interkostalraum, nach kranio-medial verschoben, perkutan eingebrachte Kanüle zur radiologischen Höhenlokalisation



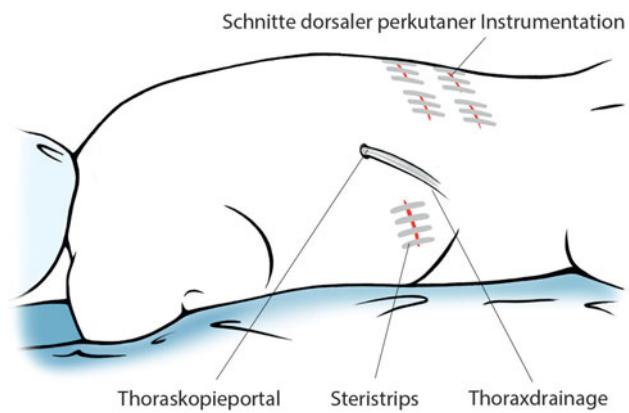
Minithorakotomie in Bauchlage – bis 1/2

Abb. 1.30 Schematische Darstellung. Gute Sicht auf das entsprechende Segment



In Kombination mit perkutaner Instrumentation

■ Abb. 1.31 In der Bauchlagerung ist die Möglichkeit eines gleichzeitigen dorsalen Vorgehens gut machbar. Hier die Kombination mit einem perkutanen Vorgehen



■ Abb. 1.32 Postoperativer Situs. Durch das minimal-invasive Vorgehen verbleiben nur kleine Wunden

■ Abb. 1.31 zeigt die Kombination mit einem perkutanen dorsalen Verfahren.

### Wundverschluss

Die Pleura vertebralis wird mit resorbierbarem Nahtmaterial einzeln genäht. Vor dem Wundverschluss wird der Anästhesist gebeten, die Lunge wiederholt zu blähen, um das Risiko von postoperativen Atelektasen zu vermindern. Die Optik wird entfernt, und eine Thoraxdrainage kann entweder durch die Öffnung des Portals oder nach kaudal ausgeleitet werden. Anschließend beenden Muskel- und Hautnaht die Operation. ■ Abb. 1.32 zeigt die kleinen Hautverschlüsse, die bei diesem minimal-invasiven Vorgehen möglich sind.

### Gefahren

Die Risiken sind vergleichbar mit denen der offenen Thorakotomie.

## 1.3 Brustwirbelsäule/Lendenwirbelsäule

### 1.3.1 Ventraler thorakoabdominaler Zugang (Thorakophrenolumbotomie; 2-Höhlen-Eingriff nach Hodgson)

#### Indikation

Ausräumen der Bandscheiben Th8–L5, Korporektomie Th9–L4 sowie Osteosynthese Th9–L5 bei:

- Deformitäten,
- Tumoren,
- Trauma,
- Spondylodiszitis,
- degenerativen Veränderungen.

Dieser Zugang wird verwendet, wenn das Ausmaß der ventralen Versorgung Segmente sowohl im thorakalen als auch im lumbalen Bereich umfasst – z. B. bei der ventralen Skoliosechirurgie. Eine Verlängerung des Zugangs nach kaudal ist zu empfehlen, wenn die Etage L5/S1 mitversorgt werden soll.

#### Lagerung

Der Patient befindet sich in Seitenlage. Die Lagerung der Arme sowie die Polsterung der Druckstellen erfolgen wie bei der offenen Thorakotomie.

#### Schnittführung

Die linke Seite ist für diesen Zugang zu bevorzugen. Auf der rechten Seite steht die Zwerchfellkuppel höher, und außerdem erschweren die Leber sowie die fragile Vena cava das rechtsseitige Vorgehen.

Der Hautschnitt beginnt dorsal in der Midaxillarlinie, folgt dem Verlauf der 10. Rippe bis zum Rippenknorpel und verläuft dann im Ober- und Mittelbauch schräg nach distal in Richtung der seitlichen Grenze des M. rectus abdominis (Abb. 1.33).

#### Präparation

Der M. latissimus dorsi kann erhalten bleiben, indem er nach dorsal abgeschoben wird. Alternativ kann er mit dem Diathermiemesser durchtrennt werden. Der M. serratus anterior wird mit dem Diathermiemesser über der 10. Rippe gespalten. Das Periost wird von der kranialen Hälfte der Rippe abgeschoben und der Thorax im Bett dieser Rippe eröffnet (Abb. 1.34) (siehe auch ▶ Abschn. 1.2.1, »Ventraler offener transthorakaler Zugang [Th2–L1]«). Anschließend erfolgt eine V-förmige Osteotomie der gleichen Rippe im ossären Bereich kurz vor der Knorpel-Knochen-Grenze. Alternativ kann die Rippe – wenn nötig – komplett entfernt werden. Danach wird eine Lumbotomie durchgeführt (Abb. 1.35; s. auch Zugang Lumbotomie, ▶ Abschn. 1.4.1, »Ventraler retroperitonealer Zugang in Seitenlage«). Dabei wird der M. obliquus externus an der distalen Hälfte der Wunde gespalten. Weiterhin werden die restlichen Bauchmuskeln mitsamt ihrer Faszien und der Fascia transversalis gespalten. Das in der Tiefe sichtbare Peritoneum wird mit 2 Stielstumpfen nach medial abgeschoben und die kraniale Lendenwirbelsäule dargestellt. Anschließend wird das Peritoneum auch von der Unterfläche des Zwerchfells abgelöst. Nun kann das Zwerchfell unter Sicht so-

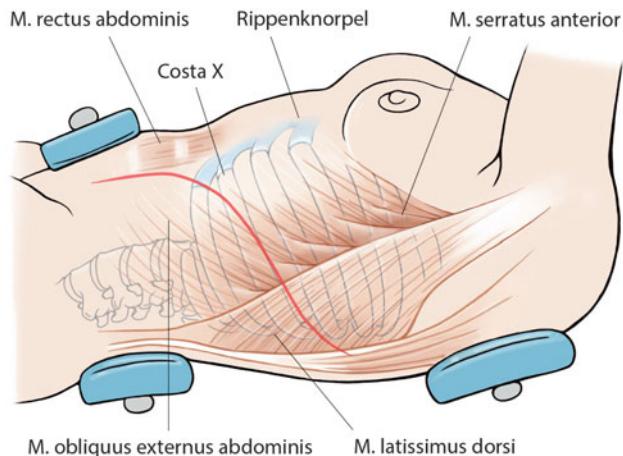


Abb. 1.33 Schnittführung beim 2-Höhlen-Eingriff. Patient befindet sich in Seitenlage

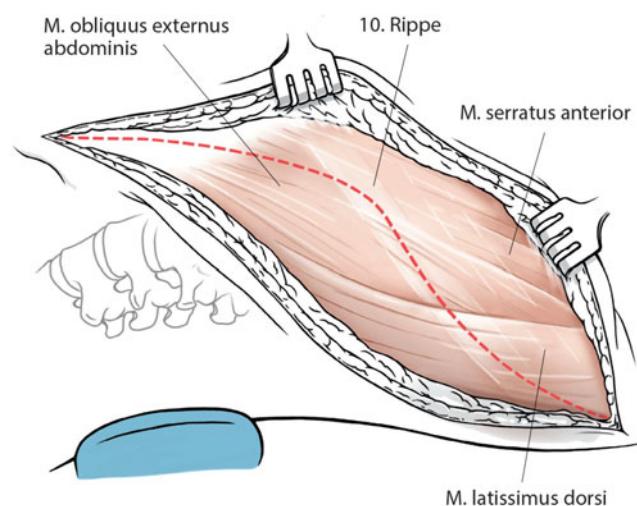


Abb. 1.34 Nach Hautinzision und Abpräparation des Subkutangewebes Durchtrennung des M. latissimus dorsi und des M. serratus anterior direkt an der Rippenoberkante

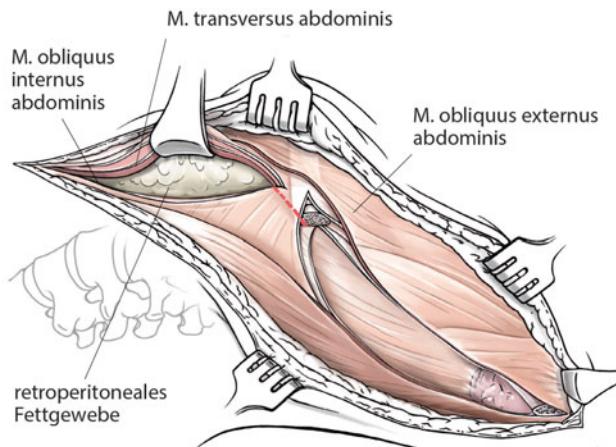
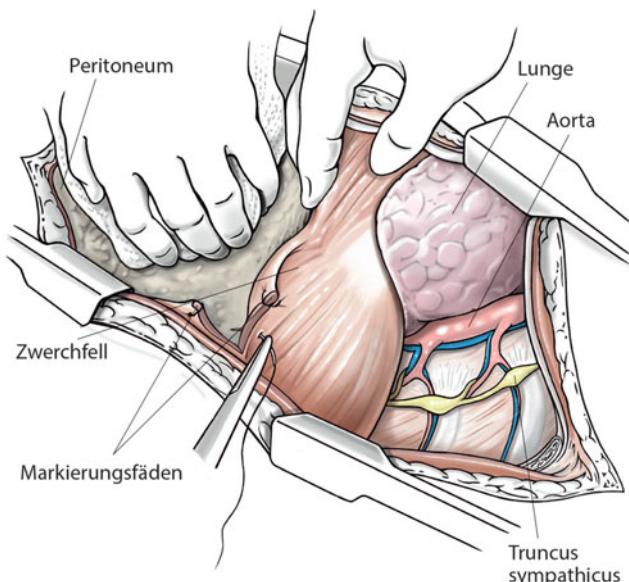
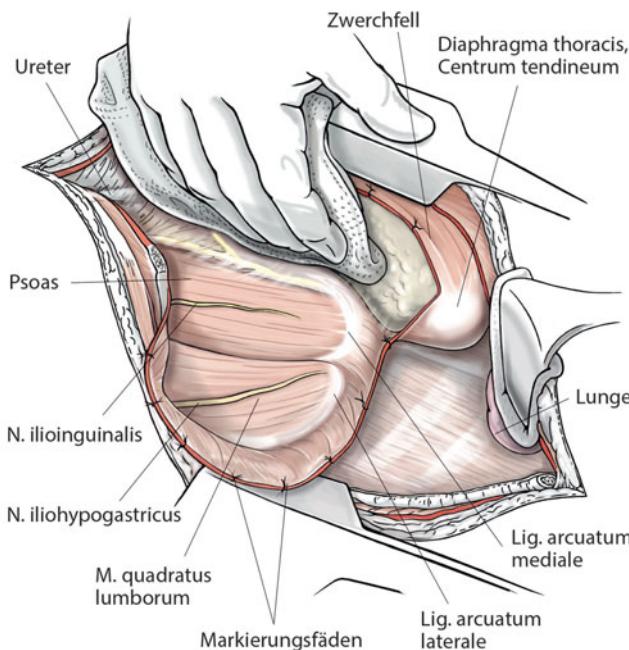


Abb. 1.35 Zur besseren Sicht wurde hier die Rippe entfernt, und es erfolgte die Thorakotomie. Retroperitoneal wurde das Peritoneum von der kranialen Lendenwirbelsäule und von der Unterseite der Zwerchfells her mobilisiert



**Abb. 1.36** Nun erfolgt die Durchtrennung des Zwerchfells. Ein 2-cm-Abstand zum Rippenansatz sollte eingehalten werden, um die Zwerchfellgefäße und den N. phrenicus nicht zu gefährden. Markierungsnähte dienen der Rekonstruktion beim Wundverschluss



**Abb. 1.37** Operationssitus nach Durchtrennung des Zwerchfells und erfolgter Lumbotomie. Die Nervenverläufe und der Ureter müssen bedacht werden

wohl thorakal als auch abdominal etwa 2 cm von seinem Ansatz an den Rippen bogenförmig bis nach dorsal an die Wirbelsäule durchtrennt werden (Abb. 1.36). Zur späteren idealen Adaptierung beim Wundverschluss empfiehlt sich das Anlegen von mehreren Markierungsnähten. Wenn erforderlich, können die medialen und lateralen Ligamenta arcuata und die Crura des Zwerchfells geteilt werden (Abb. 1.37; Abb. 1.38). Das Einsetzen eines Thoraxspreizers ermöglicht eine gute Darstellung in der Tiefe. Hier wird die prävertebrale Pleura gespalten und der M. psoas mit einem Cobb-Raspatorium nach dorsal abgeschoben (Abb. 1.39). Die Verlängerung zum lumbosakralen Übergang ist bei entsprechender Schnittführung möglich. Die Segmentgefäße sollten ligiert werden. (Abb. 1.40).

### Wundverschluss

Die prävertebrale Pleura wird mit fortlaufender Naht oder Einzelknöpfen verschlossen. Wichtig ist die anatomische Rekonstruktion des Zwerchfells durch eine fortlaufende Naht. Hier helfen die Markierungsfäden für eine optimale anatomische Rekonstruktion (Abb. 1.41). Die Naht erfolgt von dorsal nach ventral. Anschließend wird eine Thoraxdrainage eingelegt und dann die osteotomierte Rippe mittels eines nicht resorbierbaren Fadens readaptiert. Die Pleura parietalis wird fortlaufend genäht. Eine oder mehrere Perikostalnähte werden vor dem Thoraxverschluss angelegt. Anschließend wird eine retroperitoneale Drainage eingebracht. Die Bauchmuskulatur wird adaptiert. Hier werden der M. transversus abdominis und der M. obliquus internus zusammen als eine Schicht mit Einzelnähten adaptiert. Der M. obliquus externus und dessen Faszie werden durch eine fortlaufende Naht rekonstruiert. Die Subkutannaht und die Hautnaht beenden die Operation.

### Gefahren

Neben den kombinierten Gefahren einer Thorakotomie und einer Lumbotomie stellt hier eine Fehlrekonstruktion des Zwerchfells eine zusätzliche Gefahr dar. Markierungsfäden helfen, dies zu vermeiden. Eine Zwerchfelldurchtrennung mehr als 2 cm nach medial kann zu einer Schädigung der Zwerchfellgefäße und der Äste des N. phrenicus führen.

### 1.3 · Brustwirbelsäule/Lendenwirbelsäule

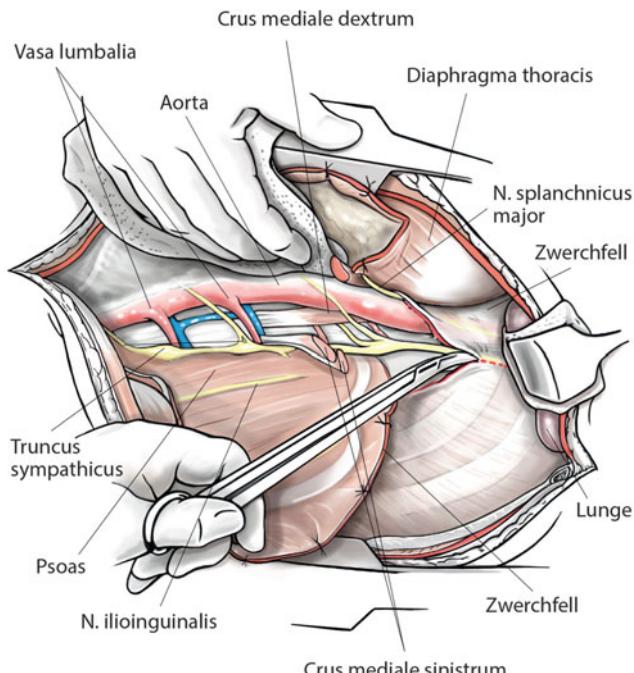


Abb. 1.38 Darstellung nach kompletter Durchtrennung des linken Zwerchfells. Die Pleura parietalis wird entlang der gestrichelten Linieinzidiert

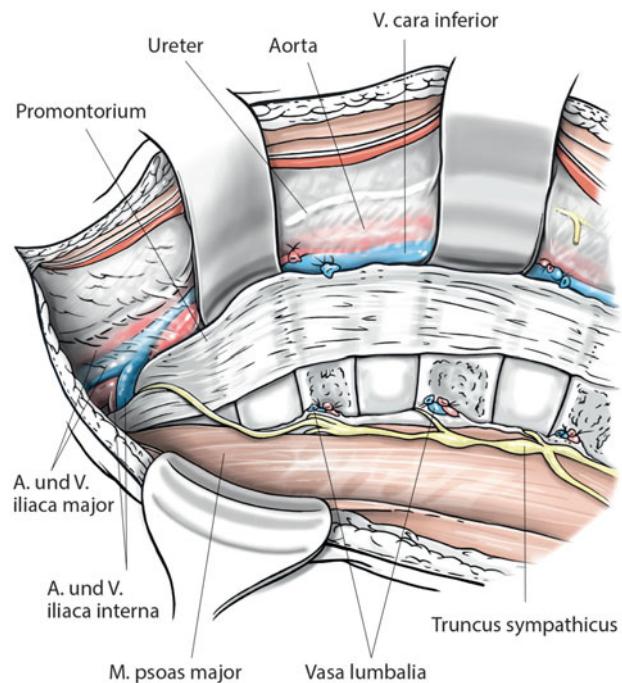


Abb. 1.40 Eine Verlängerung zu den Segmenten L5/S1 ist nach distal möglich. Die Segmentgefäße sollten ligiert werden

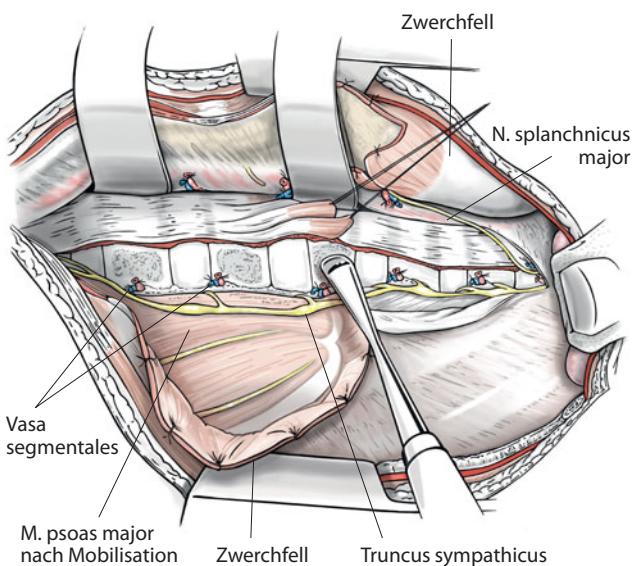


Abb. 1.39 Nach Abschieben des M. psoas und Eröffnen der Pleura vertebralis zeigt sich eine gute Darstellung des Segments

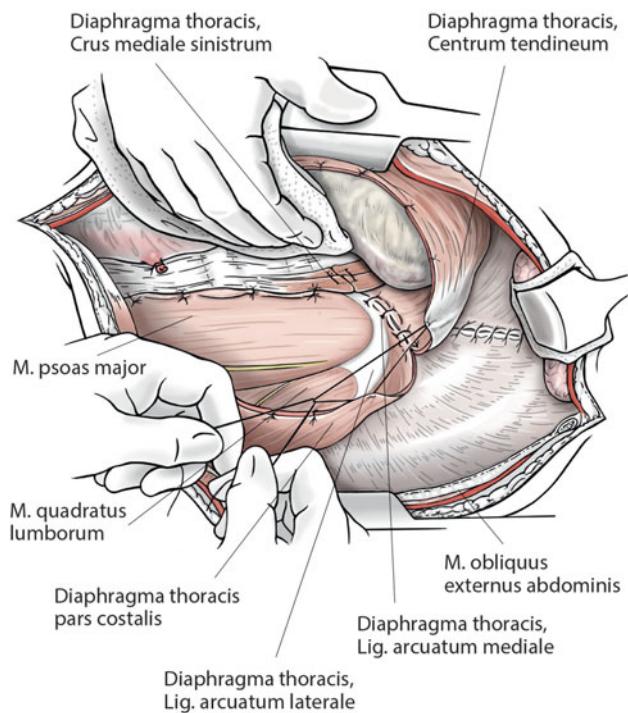


Abb. 1.41 Beim Wundverschluss helfen die Markierungsnähte bei der adäquaten Rekonstruktion des Zwerchfells. Eine Thoraxdrainage und eine retroperitoneale Redon-Drainage werden eingelegt

## 1.4 Lendenwirbelsäule

### 1.4.1 Ventraler retroperitonealer Zugang in Seitenlage

#### Indikationen

Ausräumen der Bandscheibenfächer Th12-L5, Korporektomie L1-L4 sowie Osteosynthese Th12-L5 bei:

- Deformitäten,
- Tumoren,
- Trauma,
- Spondylodiszitis oder zum Drainieren von Psoasabszessen,
- degenerativen Veränderungen.

#### Lagerung

Der Patient befindet sich in halbseitlicher oder Seitenlage. Der linksseitige Zugang ist sicherer, um die Verletzungsgefahr der dünnwandigen V. cava zu reduzieren. Die Lagerung der Arme sowie eine ausreichende Polsterung der sensiblen Druckstellen erfolgen wie bei der offenen Thorakotomie. Das Abklappen des

Tisches in der Lumbarregion vergrößert den Abstand zwischen Rippenbogen und Becken und erleichtert den Zugang. Ein Kissen sollte zwischen den Beinen platziert werden; es hilft zum einen bei der Vermeidung von Druckstellen und bringt zum anderen Stabilität für die Lagerung. Eine leichte Flexion in beiden Hüftgelenken reduziert die Vorspannung auf den M. psoas und stabilisiert zusätzlich die Lagerung des Patienten. Weiterhin wird der Patient mit Spezialgurten oder Stützen fixiert. 3 Stützen reichen in der Regel aus: Eine Stütze wird an den Schultern, eine weitere dorsal am Becken und die letzte wird von ventral an der Symphyse platziert (Abb. 1.42). Zur Entleerung der Blase wird der Patient katherisiert. Der Operateur steht hinter dem Patienten.

#### Schnittführung

Es erfolgt ein schräger Hautschnitt zwischen Rippenbogen und Darmbeinkamm. Der Schnitt kann nach dorsal bis zur dorsalen Hälfte der 12. Rippe und nach ventral bis zur lateralen Grenze des M. rectus abdominis – zwischen Bauchnabel und Symphyse – erweitert werden (Abb. 1.43).

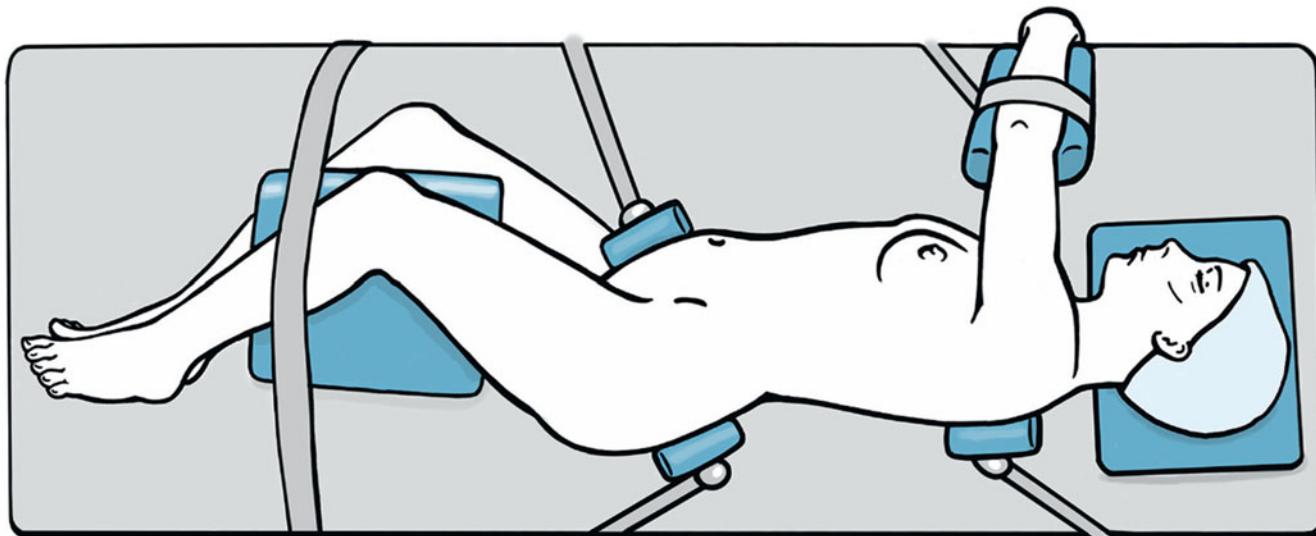
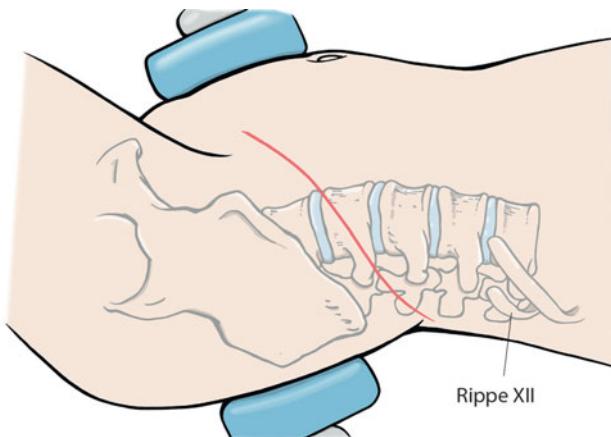
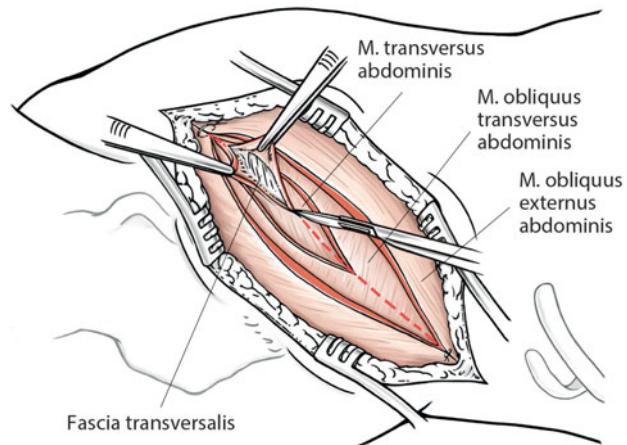


Abb. 1.42 Patient befindet sich in Rechtsseitenlage. Die Hüftgelenke befinden sich in leichter Flexion

#### 1.4 · Lendenwirbelsäule



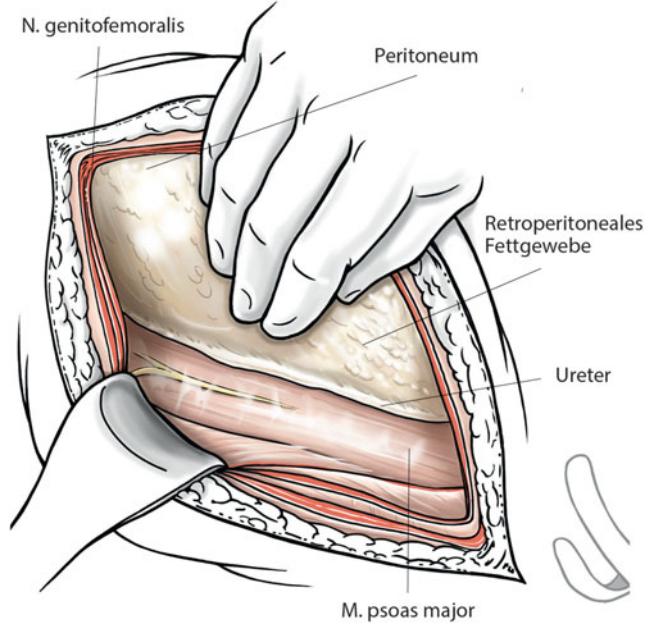
■ Abb. 1.43 Schräger Hautschnitt zwischen Rippenbogen und Darmbeinkamm. Die Hautinzision ist nach dorsal und ventral verlängerbar



■ Abb. 1.44 Der M. obliquus externus abdominis wird im Faserverlauf gespalten. Nach Abheben vom Peritoneum mit 2 Pinzetten erfolgt senkrecht zum Faserverlauf die Inzision des M. obliquus internus und M. transversus abdominis. Alternativ ist ein Wechselschnitt möglich

#### Präparation

Das subkutane Fett kann stumpf abgeschoben und der M. obliquus externus und dessen Aponeurose dargestellt werden. Die Resektion der 12. bzw. der 11. Rippe erleichtert das Erreichen der kranial von L2 gelegenen Segmente. Zuerst wird der M. obliquus externus und dessen Aponeurose im Faserverlauf, also parallel zum Hautschnitt, durchtrennt. Ein Markierungsfaden am dorsalen und am ventralen Ende des Muskelschnitts hilft beim Wundverschluss. Jetzt kann der Wundspreller tiefer gesetzt werden, um den M. obliquus internus darzustellen. Dieser Muskel kann zusammen mit dem M. transversus abdominis senkrecht zum Faserverlauf, also auch parallel zum Hautschnitt, durchtrennt werden (■ Abb. 1.44). Um eine Peritoneumverletzung zu vermeiden, werden die Muskeln unter Hochhalten mit 2 Pinzetten eingeschnitten. Eine senkrechte Durchtrennung ermöglicht eine maximale Ausnutzung des Schnitts mit optimaler Darstellung der Wirbelsäulensegmente. Auch hier helfen Markierungsfäden beim anatomischen Wundverschluss. Alternativ ist ein Wechselschnitt möglich. Hierbei werden der M. obliquus internus und der M. transversus abdominis in Faserverlauf gespalten. Das erlaubt einen weniger traumatischen Zugang. Allerdings ist der Wechselschnitt nicht ausreichend, wenn mehrere Segmente dargestellt werden müssen. Nun ist der retroperitoneale Raum erreicht. Es folgt die stumpfe Präparation – zuerst mit dem Finger und dann mit einem Präpariertupfer. Es sollte möglichst von lateral-kaudal begonnen werden, da dort das Peritoneum dick genug ist, um eine Peritonealverletzung zu vermeiden. Das Peritoneum wird stumpf vom M. psoas nach medial abgeschoben (■ Abb. 1.45). Dabei sollte die Psoasfaszie nicht verletzt werden, um den N. genitofemoralis nicht zu reizen. Der Ureter wird mit dem Peritoneum nach medial verschoben – der Ureter kann an seiner Peristaltik identifiziert werden (■ Abb. 1.46). Schließlich werden 2 Haken oder ein Spezialspreizer eingesetzt, um den Situs zu sichern. Der Truncus sympathicus kann jetzt zwischen dem Psoas und dem lateralen Rand der Wirbelkörper identifiziert und nach lateral verschoben werden. Die Segmentalgefäße können bei Bedarf ligiert werden (■ Abb. 1.47). Die Höhenlokalisierung erfolgt mit BV-Kontrolle.



■ Abb. 1.45 Stumpfes Abpräparieren des Peritoneums und Mobilisieren nach medial. Der N. genitofemoralis, unter der Psoasfaszie nach distal verlaufend, sollte geschont werden

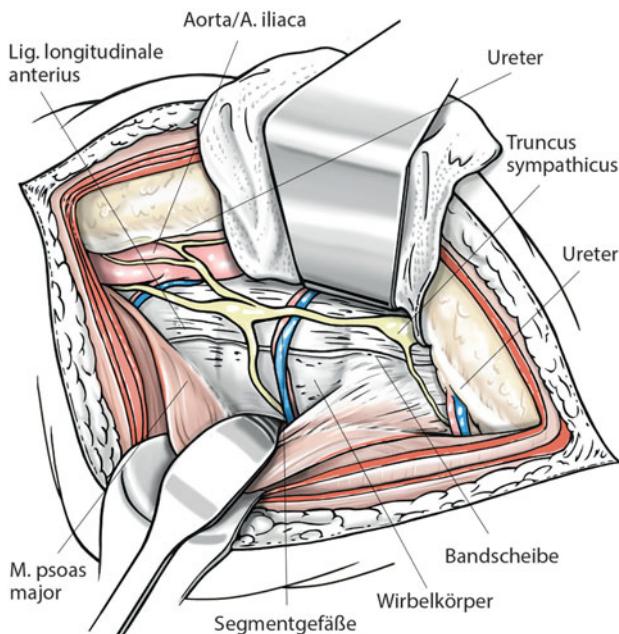


Abb. 1.46 Gute Darstellung des Segments. Die Vasa segmentales können unterbunden werden. Der Truncus sympathicus wird vorsichtig nach lateral mobilisiert

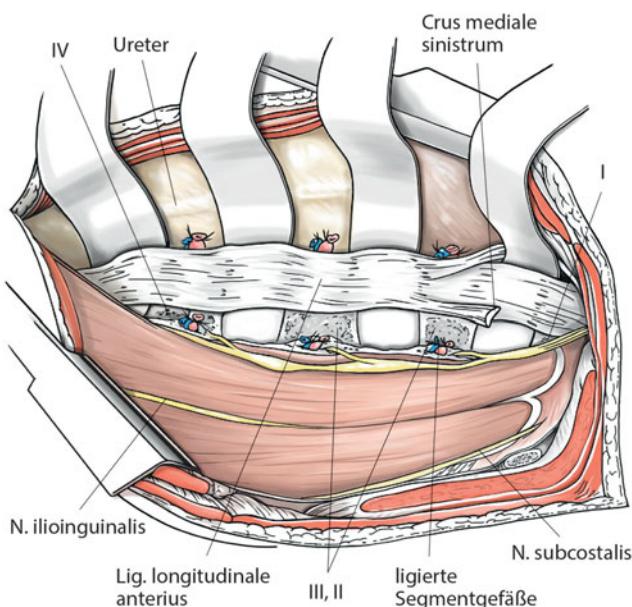


Abb. 1.47 Eine Resektion der 12., ggf. der 11. Rippe sollte beim Zugang zu den kranialen lumbalen Segmenten erfolgen. Der Ureter wurde nach medial mobilisiert und der Truncus sympathicus nach lateral. Die Vasa segmentales wurden unterbunden

## Wundverschluss

Der M. transversus abdominis wird zusammen mit dem M. obliquus internus als eine Schicht mit Einzelknopfnähten verschlossen. Der M. obliquus externus und dessen Faszie werden fortlaufend verschlossen. Anschließend erfolgen die Subkutan- und die Hautnaht.

## Gefahren

Eine Eröffnung des Peritoneums sollte vermieden werden. Stumpfes Präparieren – zuerst kaudal und lateral – hilft, diese Komplikation zu vermeiden. Wurde das Peritoneum dennoch verletzt, sollte mit 2-0-Vikryl übernäht werden. Eine Verletzung des Truncus sympathicus führt zu einem postoperativen Wärmegefühl im ipsilateralen Bein. Typischerweise beklagen die Patienten in solchen Fällen eher ein Kältegefühl im kontralateralen Bein. Eine Verletzung der Psoasfaszie mit Irritation des N. genitofemoralis führt postoperativ zu Leistenschmerzen. Bei Bauchoperationen in der Anamnese oder wenn Vernarbungen vermutet werden, ist das präoperative Einlegen eines Uretersstents durch die Urologen empfehlenswert. Der Ureter kann intraoperativ dadurch besser identifiziert und mobilisiert werden. Das Risiko einer Ureterverletzung wird reduziert. Bei einem rechtsseitigen Vorgehen ist die Gefahr einer Verletzung der dünnwandigen V. cava erhöht.

### Cave

Vor allem bei extremen Vernarbungen, wie z. B. bei fortgeschrittener Spondylodiszitis, ist die Verletzungsgefahr für die V. cava äußerst hoch. Deswegen ist ein linksseitiger Zugang, wenn möglich, immer zu bevorzugen.

### 1.4.2 Ventraler retroperitonealer Zugang in Rückenlage

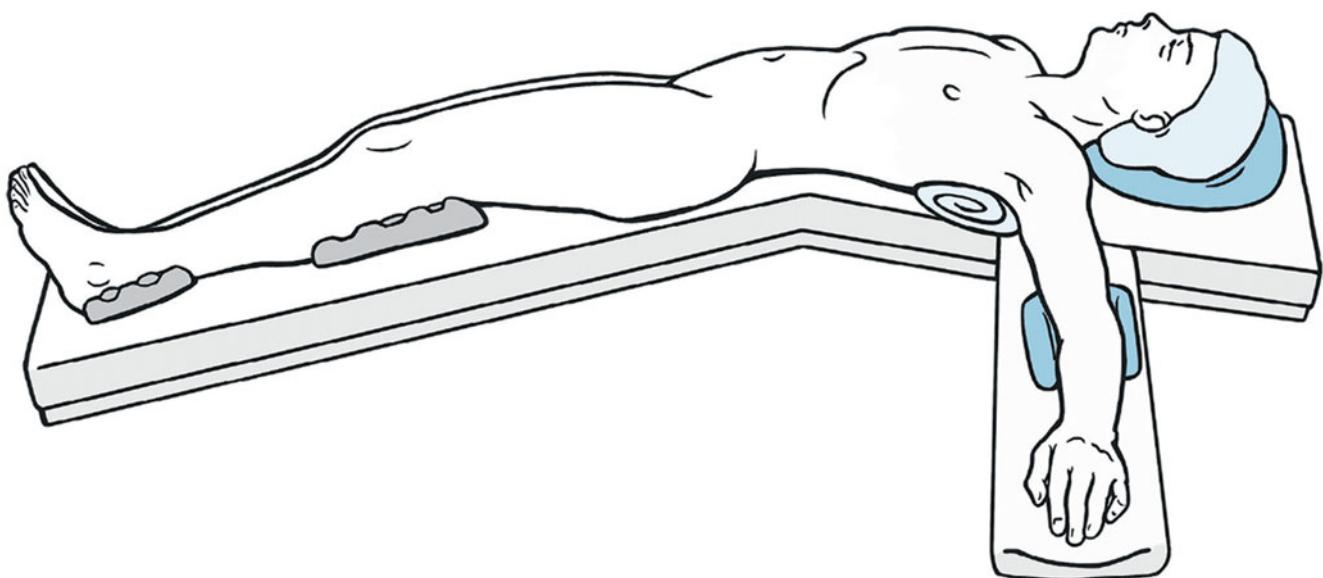
#### Indikationen

Ausräumen der Bandscheibenfächer L(2)3–S1, Korporektomie L4 und L5 sowie Osteosynthese L3–S1 bei:

- Tumoren,
- Trauma,
- Spondylodiszitis oder zum Drainieren von Psoasabszessen,
- degenerativen Veränderungen.

#### Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Die Hüftgelenke sowie die Kniegelenke werden leicht gebeugt, um den M. psoas und die Iliakalgefäß zu entspannen. Die Arme werden in 90°-Abduktion gelagert. Die Anlage eines Blasenkatheters zur Entleerung der Blase wird empfohlen. Der Operateur steht an der Zugangsseite, beim Mittellinienschnitt steht er auf der rechten Seite (☞ Abb. 1.48).



☞ Abb. 1.48 Patient in Rückenlagerung. Die Hüftgelenke befinden sich durch Unterpolsterung der Kniegelenke in leichter Flexion

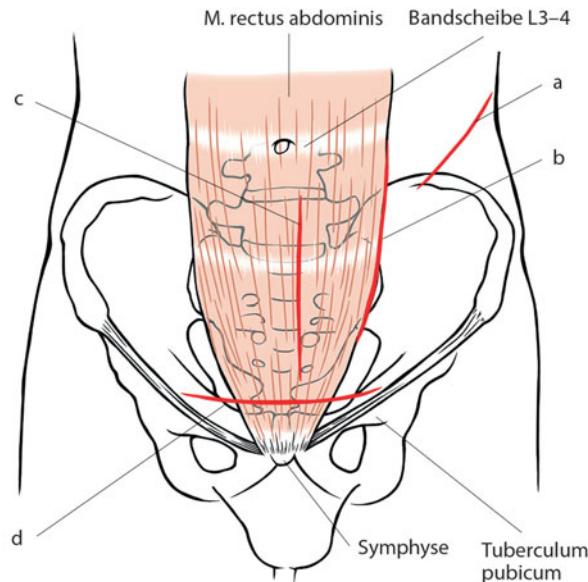


Abb. 1.49 Möglichkeiten der Hautinzision bei retroperitonealem Vorgehen in Rückenlage. a: Seitliche Bauchinzision, b: pararektale Inzision, c: Mittellinieninzision, d: Pfannenstiel-Inzision

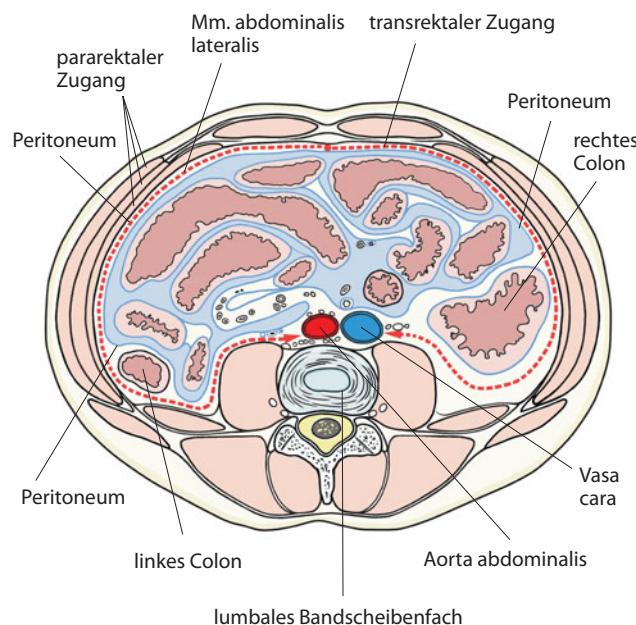


Abb. 1.50 Schematische Darstellung der ventralen lumbalen Zugänge im axialen Schnitt

## Schnittführung

Es gibt insgesamt 4 Möglichkeiten für die Schnittführung. Der Hautschnitt kann sowohl seitlich am Bauch (a) erfolgen als auch alternativ als pararektaler Zugang (b), als Mittellinienschnitt (c) sowie als Pfannenstiel-Schnitt (d) (Abb. 1.49; Abb. 1.50).

## Präparation

Für einen Zugang seitlich am Bauch ist die weiterführende Präparation ähnlich wie in der Seitenlage (► Abschn. 1.4.1, »Ventraler retroperitonealer Zugang in Seitenlage«). Kaudal des Bauchnabels existieren üblicherweise keine Muskelfasern des M. obliquus externus. Hier ist nur die Aponeurose zu finden.

Für einen pararektalen Schnitt wird nach Abschieben des subkutanen Fetts der laterale Rektusrand aufgesucht. Man gelangt in den Präperitonealraum nach Einschneiden der Rektusscheide an der Vereinigung des vorderen und hinteren Blatts. Die weiterführende Präparation erfolgt ähnlich wie in der Seitenlage (Abb. 1.51; Abb. 1.52; Abb. 1.53).

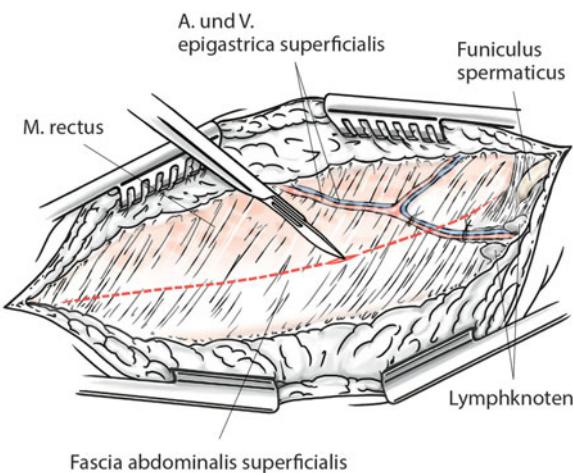
Für eine Mittelliniendekororation oder eine Pfannenstiel-Inzision (transrektaler Zugang) wird nach Abschieben des subkutanen Fetts die Linea alba aufgesucht. Diese Kontur ist als leichte Einkeerbung zwischen den 2 Rektusscheiden zu ertasten. Anschließend wird ein transrektaler Zugang verwendet. Hier wird das vordere Blatt der Rektusscheide ca. 1 cm lateral zur Linea alba längs eröffnet (Abb. 1.54). Der M. rectus abdominis wird nun im Faserverlauf gespalten, und anschließend wird das hintere Blatt der Rektusscheide inzidiert (Abb. 1.55). Die weiterführende Präparation erfolgt wie in der Seitenlage.

In der präoperativen Planung sollte die Höhe der Gefäßbifurkation mittels CT oder MRT identifiziert werden. Die Etage L5/S1 ist üblicherweise zwischen der Gefäßbifurkation zu erreichen, während die Etage L4/5 kranial davon erreichbar ist (Abb. 1.53). Um die Etage L5/S1 zu erreichen, erfolgt ein stumpfes Vorpräparieren über das Promontorium zwischen der Bifurkation. Hier ist es empfehlenswert, die Präparation von kaudal nach kranial durchzuführen, um die Gefäße vorsichtig zu mobilisieren. In der Mittelinie über dem Promontorium können die A. und V. sacralis mediana unterbunden oder koaguliert werden (Abb. 1.56). Anschließend kann ein biegsamer Spatel kaudal zum Promontorium eingesetzt werden. Das zusätzliche Einbringen von dünnen Steinmann-Nägeln im 5. Lendenwirbelkörper auf beiden Seiten hilft, die iliakalen Gefäße vom Situs wegzuhalten.

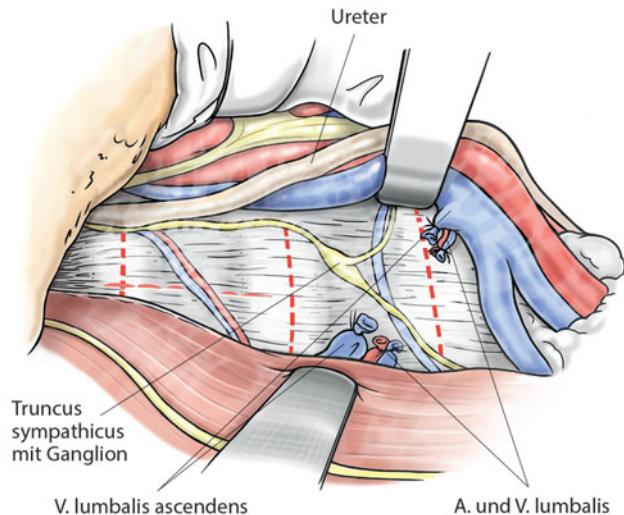
## Wundverschluss

Für einen seitlichen Schnitt erfolgt der Wundverschluss genau wie beim retroperitonealen Zugang in Seitenlage. Für einen pararektalen Schnitt werden die vorderen und hinteren Rektusscheiden mittels Einzelknopfnähten mit der lateralen Bauchfaszie vereinigt. Bei einem transrektalen Zugang wird der M. rectus abdominis mit Einzelknopfnähten adaptiert. Anschließend wird das vordere Blatt der Rektusscheide fortlaufend verschlossen. Die Subkutannaht und die Hautnaht beenden die Operation.

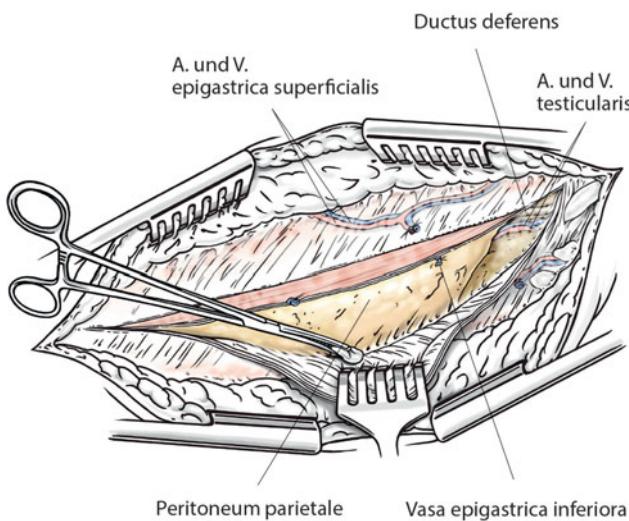
## 1.4 · Lendenwirbelsäule



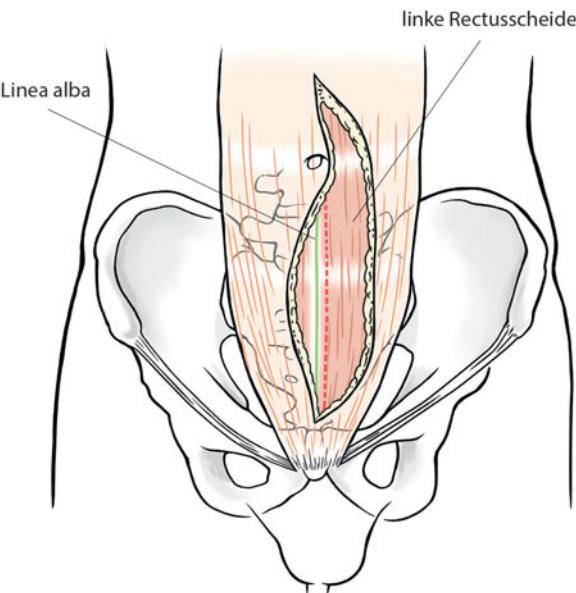
**Abb. 1.51** Inzision der Rektusscheide beim pararektalen Zugang. Die Vasa epigastrica superficiales können unterbunden werden



**Abb. 1.53** Die Iliakalgefäße werden vorsichtig mit dem Ureter nach medial mobilisiert. Der M. psoas wird nach lateral abgeschoben



**Abb. 1.52** Nach Durchtrennen der hinteren Wand der Rektusscheide stellt sich der präperitoneale Raum dar. Das Peritoneum kann an der seitlichen Bauchwand stumpf mit feuchten Tupfern gelöst werden. Nach mediadorsal erscheinen dann zuerst der M. psoas und im Verlauf die untere Lendenwirbelsäule



**Abb. 1.54** Muskelinzision ca. 1 cm parallel zur Linea alba beim transrektalen Vorgehen

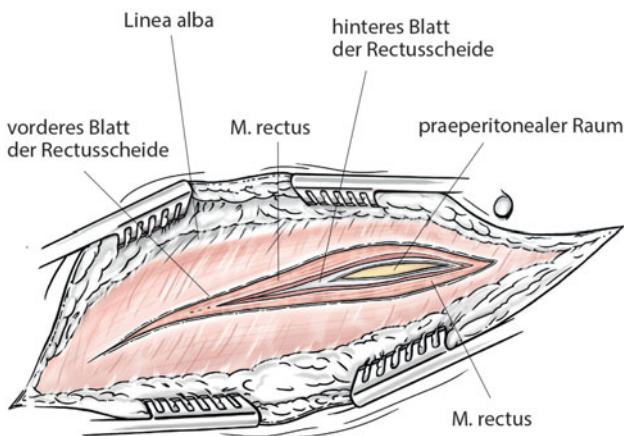


Abb. 1.55 Etwa 1 cm von der Linea alba wird zuerst das Blatt der vorderen Rektusscheide, dann im Faserverlauf der M. rectus abdominis und dann das hintere Blatt eröffnet. Danach Vorgehen wie beim parasakralen Zugang

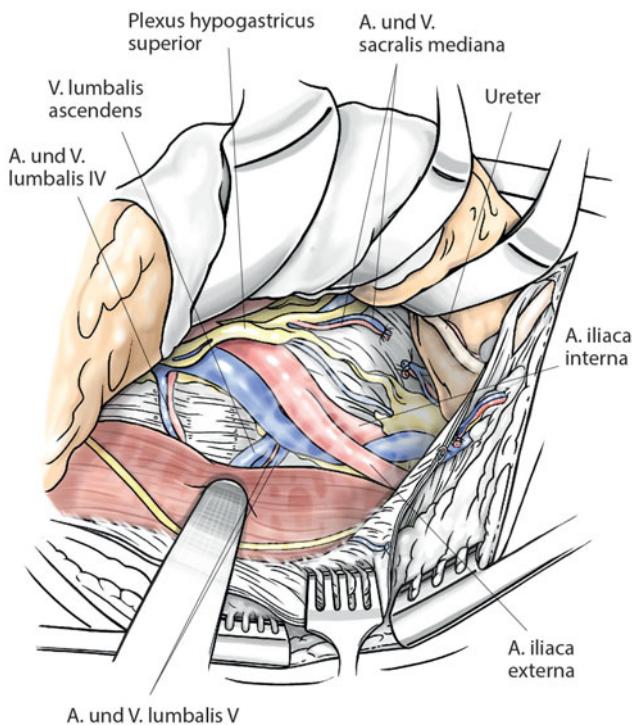


Abb. 1.56 Darstellung des lumbosakralen Übergangs. Die Vasa sacralis mediana können unterbunden werden

## Gefahren

Im Vergleich zum retroperitonealen Zugang in Seitenlage besteht hier eine zusätzliche, größere Gefahr der Gefäßverletzung. Am häufigsten ist die V. iliaca communis links betroffen. In Höhe L4/5 kann die V. lumbalis ascendens betroffen sein. Hier ist es erforderlich, unter Sicht vorsichtig stumpf vorzupräparieren, um solche Komplikationen zu vermeiden. Kleine Risse können mit Fibrinkleber abgedichtet werden. Größere Risse benötigen allerdings eine Venennaht. Bei Operationen am 4. Lendenwirbelkörper empfiehlt sich die prophylaktische Unterbindung der V. lumbalis ascendens. Die A. und V. epigastrica superficialis hinter dem vorderen Blatt der Rektusscheide sowie die A. und V. epigastrica inferiora hinter dem hinteren Blatt können auch ligiert werden, um Blutungen zu vermeiden.

### ! Cave

Der Plexus hypogastricus superior befindet sich über der Aortenbifurkation und über dem Promontorium (Abb. 1.55). Bei Verletzung des Plexus kann es zur retrograden Ejakulation beim Mann kommen. Deswegen ist die Unterbindung der A. sacralis mediana bei Männern zu empfehlen, um eine thermische Schädigung des Plexus durch eine Koagulation zu vermeiden.

### 1.4.3 Transperitonealer Zugang zum lumbosakralen Übergang L4–S1

#### Indikationen

- Revisionsoperationen L5/S1, weniger L4/5 (Umgehen von extremen retroperitonealen Vernarbungen)
- Relative Kontraindikation: Spondylodisitis – hier besteht die Gefahr einer septischen Peritonitis

#### Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Leichtes Abkippen des Operationstisches in Trendelenburg-Stellung mobilisiert den abdominalen Inhalt nach kranial und verbessert die Übersicht (Abb. 1.57). Ein Blasenkatheter sollte zur Entleerung der Blase angelegt werden. Der Operateur steht auf der rechten Seite des Patienten.

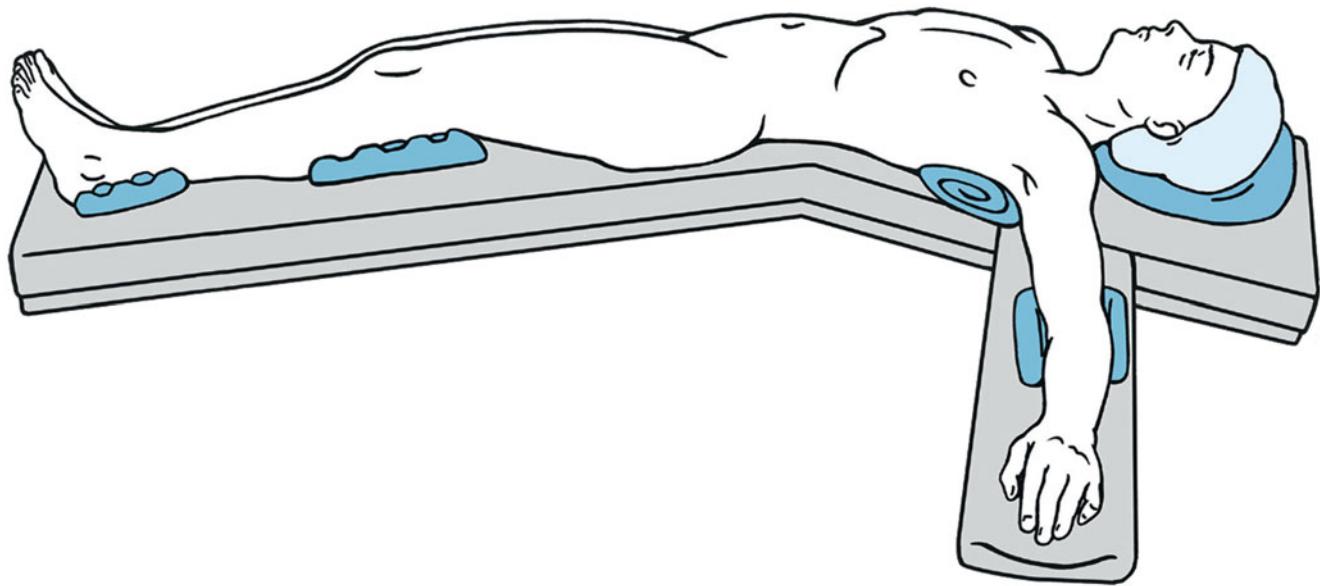
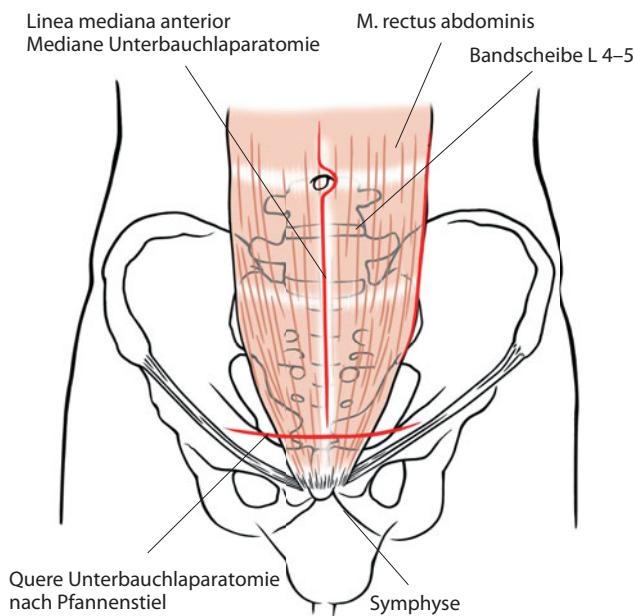
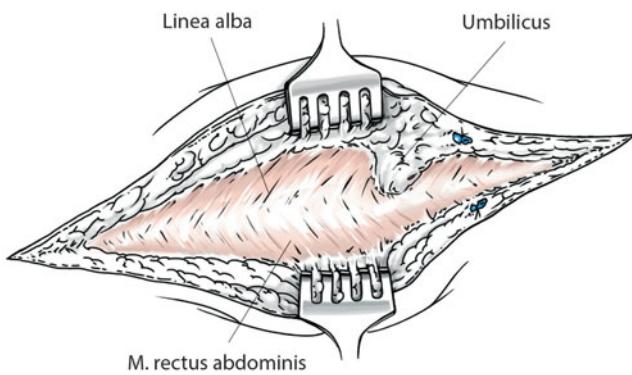


Abb. 1.57 Patient befindet sich Rückenlage. Der Tisch kann in leichte Trendelenburg-Stellung gebracht werden. Dadurch verlagern sich die gastrointestinale Strukturen nach zervikal



**Abb. 1.58** Es erfolgt in der Regel ein Mittellinienschnitt vom Nabel bis zur Symphise. Zum Erreichen des Segments L4/5 wird die Hautinzision nach kranial mit linksseitiger Umschneidung des Bauchnabels erweitert



**Abb. 1.59** Die Linea alba wird vorsichtig freipräpariert und dann mittig im Verlauf mit dem Skalpell eröffnet

## Schnittführung

Üblicherweise wird ein Mittellinienschnitt vom Nabel bis zur Symphise angelegt. Wenn der Hauptfokus auf dem Segment L4/5 liegt, sollte eine linksseitige Umschneidung des Nabels durchgeführt werden (Abb. 1.58). Alternativ kann auch quer eine Pfannenstiel-Inzision erfolgen; diese bringt zwar kosmetisch günstigere postoperative Ergebnisse, ist jedoch wenig erweiterbar.

## Präparation

Nach Abschieben des subkutanen Fettgewebes wird die Linea alba dargestellt und mit dem Skalpell durchtrennt (Abb. 1.59). Das darunter liegende Peritoneum wird mit 2 Pinzetten hochgehalten und inzidiert (Abb. 1.60). Anschließend wird das Peritoneum mit der Schere längs gespalten. Mithilfe eines feuchten Bauchtuchs hält der Assistent die Dünndarmschlingen nach kranial weg. Das Promontorium wird nun durch das dorsale Peritoneum palpiert. Lateral werden die Ureter auf beiden Seiten identifiziert. Das dorsale Peritoneum wird über dem Promontorium gespalten, die Vasa sacralis mediana werden ligiert. (Abb. 1.61; Abb. 1.62; Abb. 1.63)

## Wundverschluss

Das dorsale Peritonealblatt wird fortlaufend genäht. Das feuchte Bauchtuch wird danach entfernt. Es ist darauf zu achten, dass keine Torsion der Mesenterialwurzel entstanden ist. Das vordere Peritoneum wird fortlaufend verschlossen, anschließend erfolgt der Verschluss der Rektusscheide und der Linea alba. Die Subkutannaht und die Hautnaht beenden die Operation.

## Gefahren

Neben den Gefahren des retroperitonealen Zugangs ist die Möglichkeit einer Darmverletzung bei transperitonealem Zugang gegeben. Die Torsion der Mesenterialwurzel kann zu Darmischämie führen. Vor dem Herabziehen des Omentum majus beim Wundverschluss muss dieses kontrolliert werden.

## 1.4 · Lendenwirbelsäule

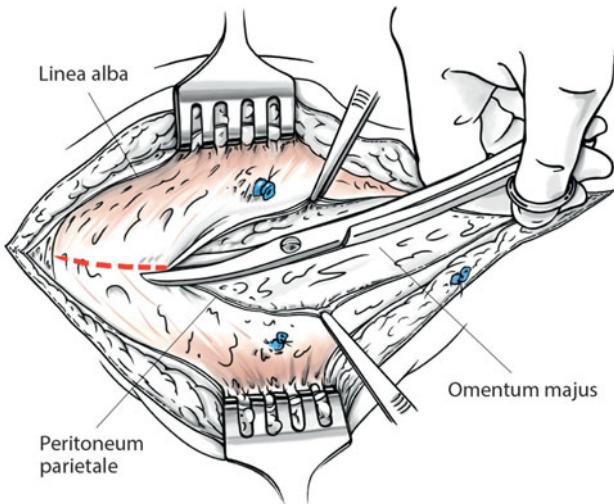


Abb. 1.60 Anheben des Peritoneums mit 2 Pinzetten und Inzision des Peritoneums im Schnittverlauf. Adhäsente Darmschlingen sollten vorher mit einem feuchten Tupfer gelöst werden

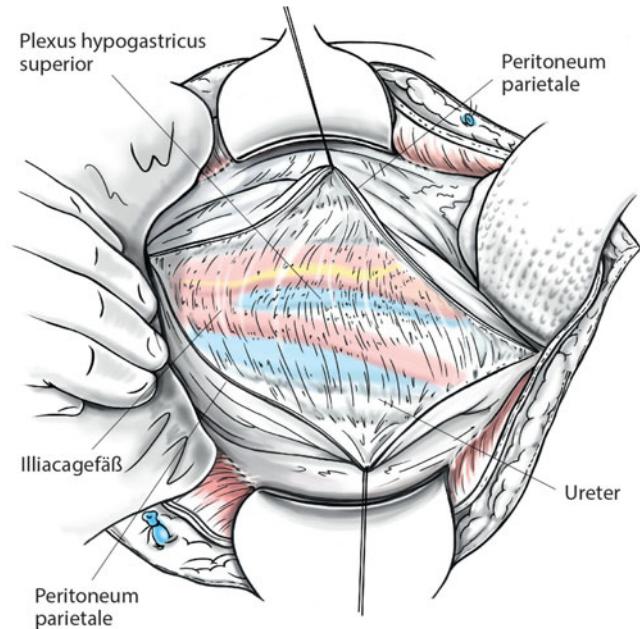


Abb. 1.62 Nach Mobilisation des dorsalen Peritoneums lassen sich die retroperitonealen Strukturen erkennen

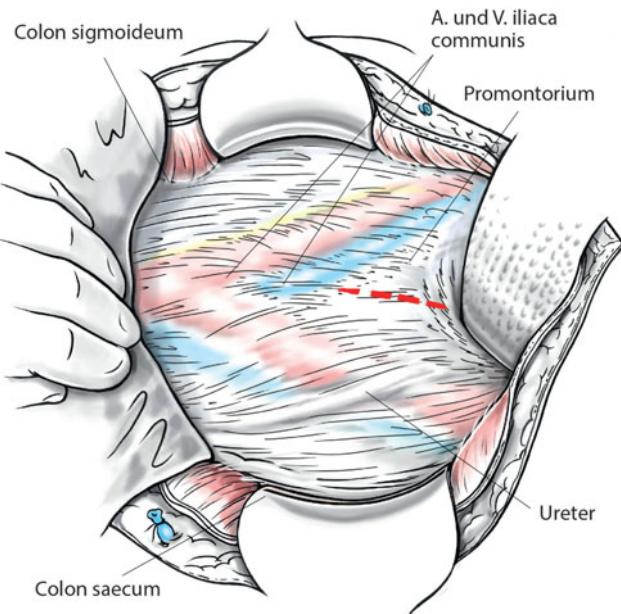


Abb. 1.61 Die Darmschlingen werden vom Assistenten nach kranial gehalten, das Promontorium palpiert und die Ureter beidseitig lateral identifiziert. Inzision des dorsalen Peritoneums über dem Promontorium und Unterbindung der Vasa sacralis mediana

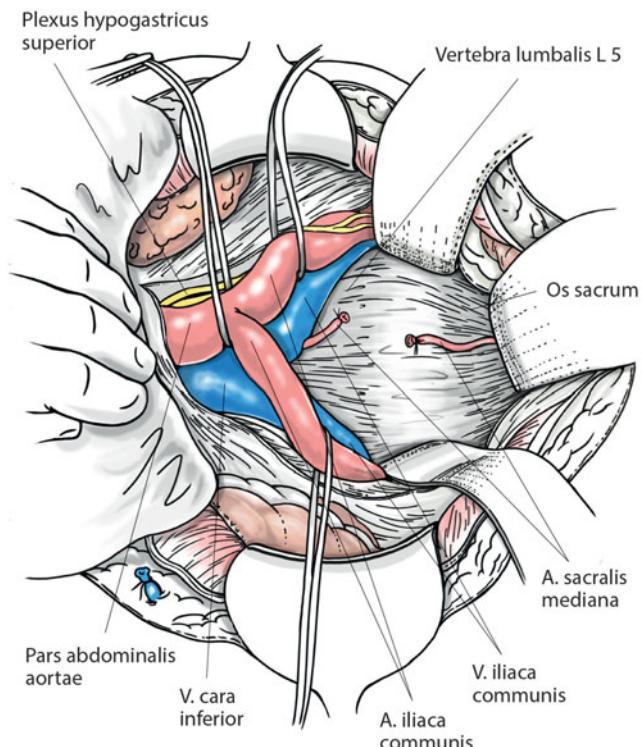


Abb. 1.63 Darstellung des lumbosakralen Übergangs. Der Plexus hypogastricus wurde vorsichtig nach lateral mobilisiert und die Gefäße angeschlungen

# Dorsale Zugänge zur Wirbelsäule

M. Shousha, V. Quack

## 2.1 Hinterer Zugang zur Halswirbelsäule – 36

- 2.1.1 Indikationen – 36
- 2.1.2 Lagerung – 36
- 2.1.3 Schnittführung – 36
- 2.1.4 Präparation – 37
- 2.1.5 Wundverschluss – 38
- 2.1.6 Gefahren – 38

## 2.2 Hintere Zugänge zur Brust- und Lendenwirbelsäule – 39

- 2.2.1 Indikationen – 39
- 2.2.2 Lagerung – 39
- 2.2.3 Schnittführung – 40
- 2.2.4 Präparation – 40
- 2.2.5 Wundverschluss – 41
- 2.2.6 Gefahren – 41
- 2.2.7 Hinterer Zugang zur Brustwirbelsäule  
mit Kostotransversektomie Th2–Th12 – 41
- 2.2.8 Paraspinaler Zugang zum lumbosakralen Übergang nach Wiltse – 43

## 2.1 Hinterer Zugang zur Halswirbelsäule

### 2.1.1 Indikationen

Der Zugang eignet sich für den okzipitozervikalen Übergang, atlantoaxialen Bereich sowie für die subaxiale Halswirbelsäule bei:

- degenerativen Veränderungen,
- Instabilität,
- Trauma,
- Tumoren,
- Infektion.

### 2.1.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Bauchlage auf einem Lagerungskissen. Die Arme werden seitlich neben dem Patienten angelagert,

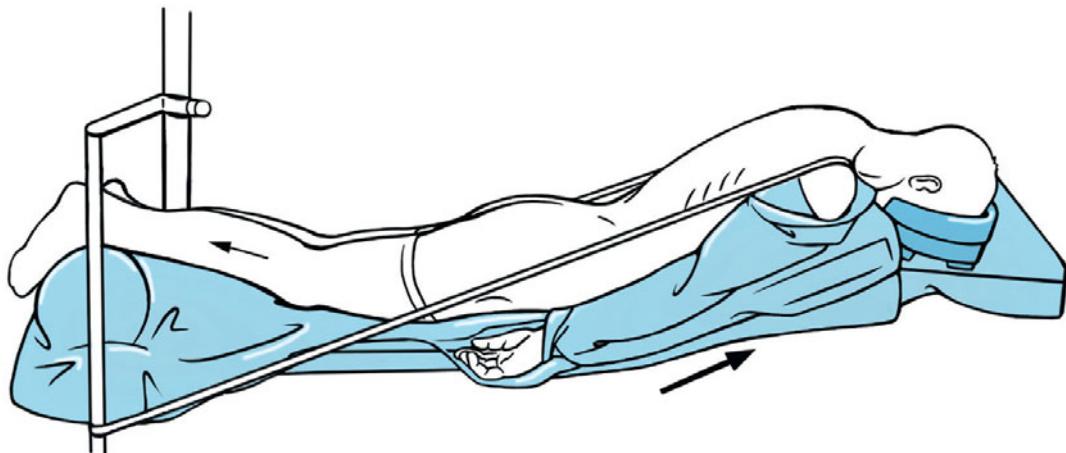


Abb. 2.1 Bauchlagerung des Patienten. Der Tisch befindet sich in leichter Anti-Trendelenburg-Stellung, um Blutungen entgegenzuwirken

die Schultern nach distal gezogen und mit einem Tape fixiert. Der Kopf befindet sich in Flexion in einer Kopfschale. Wenn nötig, kann eine Extension des Kopfs mittels Halo- oder Mayfield-Fixateuren angelegt werden. Der Operationstisch wird in Anti-Trendelenburg-Stellung ausgerichtet, um venöse Blutungen zu reduzieren. Die Kniegelenke werden angebeugt, um das Hinabrutschen des Patienten nach distal zu vermeiden (Abb. 2.1).

### 2.1.3 Schnittführung

Der Hautschnitt erfolgt in der Mittellinie. Die palpablen anatomischen Landmarken zur Identifikation der Mittellinie sind die Protuberantia occipitalis externa und die Dornfortsätze der Wirbel C2 und C7 (Abb. 2.2). Nach Spaltung der Subkutis werden Wundspreizer eingesetzt.

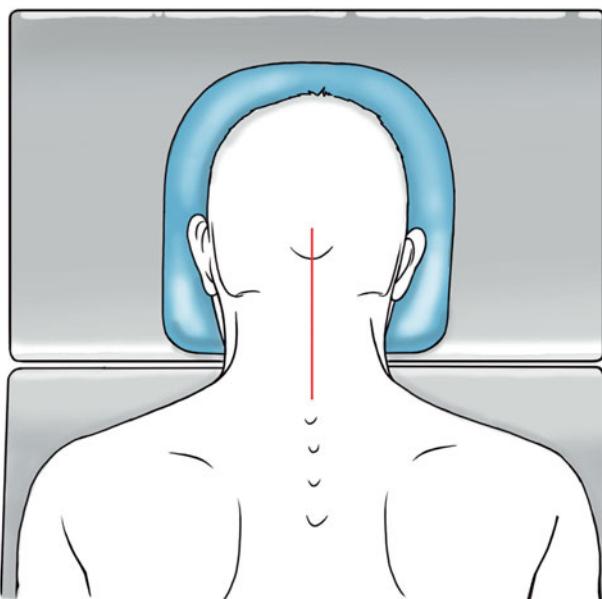


Abb. 2.2 Hautinzision entlang der Mittellinie. Palpable Orientierungspunkte sind die Processi spinosi von C2 und C7

### 2.1.4 Präparation

Mit dem Diathermiemesser wird median die Nackenfaszie eröffnet und dann auf das Ligamentum nuchae vorpräpariert. Die mittige, avaskuläre, weiße Zone muss aufgesucht werden, damit die Präparation nur mittig erfolgt; dadurch wird eine Reduktion von Blutungen beim Freilegen erreicht (Abb. 2.3). Diese Zone wird dann bis zur Spitze der Dornfortsätze eingeschnitten. Der Atlasbogen hat keinen Dornfortsatz; hier darf der Spinalkanal beim Freilegen nicht akzidentell eröffnet werden. Der Wundsperrer wird nun tiefer eingebbracht. Anschließend wird die tiefen Muskelschicht von den Dornfortsätzen mit dem Diathermiemesser abgelöst (Abb. 2.4; Abb. 2.5). Die Blutstillung erfolgt mit bipolarer Koagulation. Anschließend wird die Muskulatur subperiostal mit dem Cobb und dem Diathermiemesser bis an die laterale Begrenzung der Wirbelgelenke abpräpariert (Abb. 2.6; Abb. 2.7), ebenso erfolgt am Atlasbogen eine subperiostale Abpräparation mit dem Raspatorium. Zwischen C1 und C2 lateral kann es zu einer starken Blutung aus dem venösen Plexus kommen. Die Blutstillung erfolgt hier wiederum mit bipolarer Koagulation oder Unterbindung der Gefäße. Fibrinkleber kann bei Bedarf auch verwendet werden. Wenn das Okziput auch operativ angegangen werden soll, erfolgt auch am Schädel eine subperiostale Abpräparation der Muskeln mit dem Cobb (Abb. 2.7).

#### Cave

**Bei der Abpräparation der Muskulatur ist besondere Vorsicht im Bereich C1/C2 geboten, da hier die erhöhte Gefahr einer Rückenmarkverletzung besteht.**

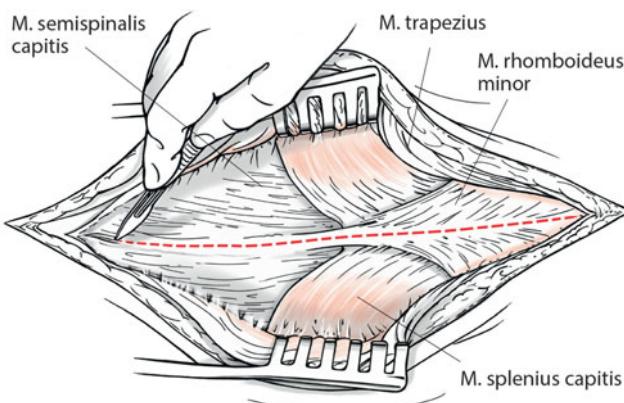


Abb. 2.3 Die avaskuläre Zone mittig über den Processi spinosi muss aufgesucht werden

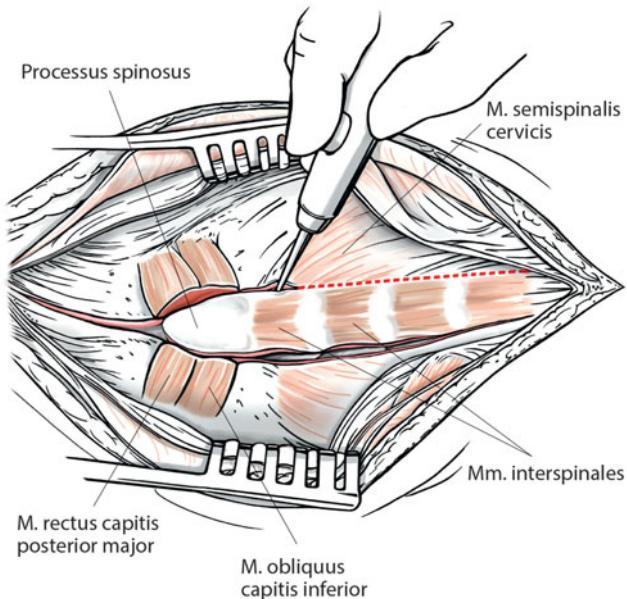


Abb. 2.4 Mit dem Diathermiemesser wird die Muskulatur sorgfältig knochennah abpräpariert. Besondere Vorsicht ist im Bereich C1/C2 geboten, da hier die erhöhte Gefahr einer Rückenmarkverletzung besteht

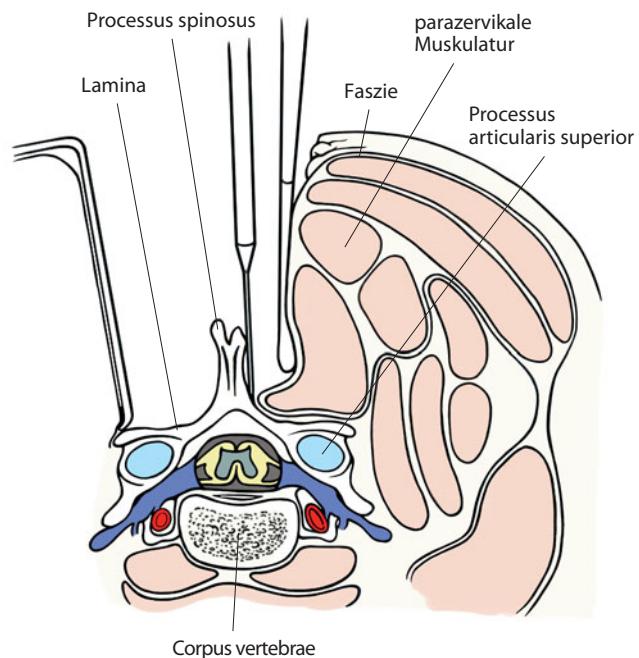


Abb. 2.5 Schematische Darstellung axial. Die paravertebrale Muskulatur wird mit dem Diathermiemesser abgelöst

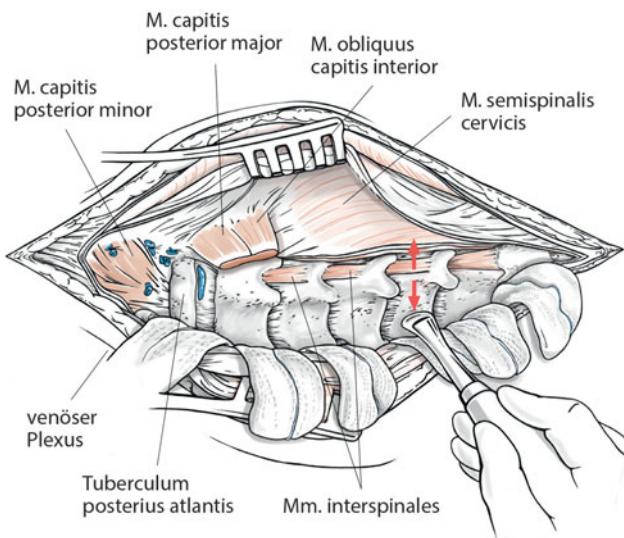


Abb. 2.6 Ablösen der Muskulatur nach lateral. Es sollte die A. vertebralis bedacht werden

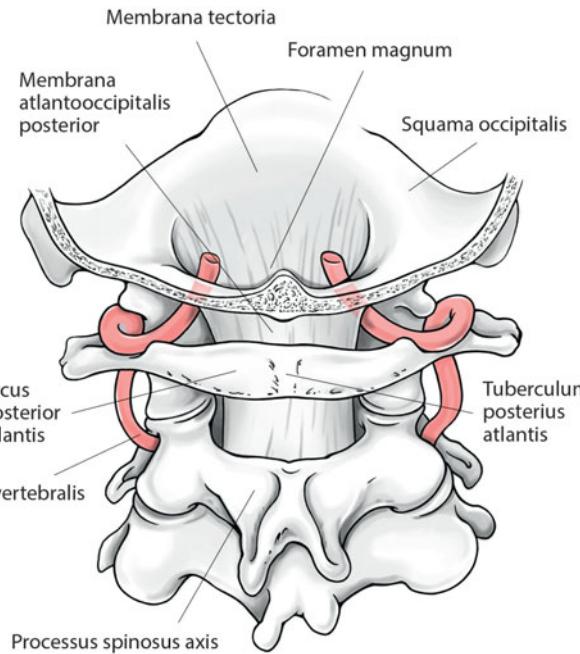


Abb. 2.8 Darstellung der anatomischen Nähe zwischen A. vertebralis und dem okzipozervikalen Übergang

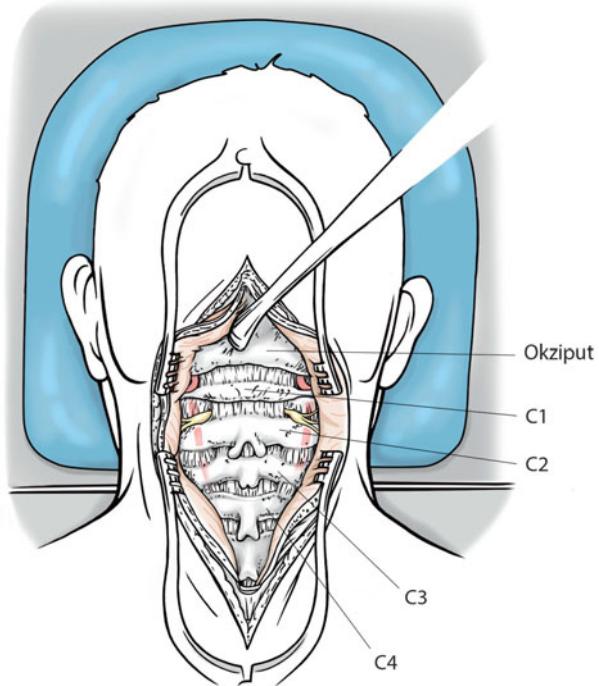


Abb. 2.7 Vollständige Freilegung von der Protuberantia occipitalis externa bis zu C6

## 2.1.5 Wundverschluss

Die nuchalen Muskelgruppen werden auf beiden Seiten mit Einzelknopfnähten locker adaptiert. Anschließend wird die Nackenfaszie fortlaufend wasserdicht verschlossen. Die Subkutannaht und die Hautnaht beenden die Operation.

## 2.1.6 Gefahren

Das Fehlen des Dornfortsatzes C1 muss bedacht werden, um eine akzidentelle Eröffnung des Spinalkanals kaudal zum Atlasbogen zu vermeiden. Eine zu laterale Präparation atlantoaxial kann zur Verletzung der A. vertebralis führen (Abb. 2.8). Präoperative MR- oder CT-Angiographien sollten zur Abschätzung der Gefäßsituation und zur Identifizierung von Anomalien durchgeführt werden. Dadurch können Verletzungen vermieden werden. Der N. occipitalis major (C2) liegt zusammen mit dem Venenplexus auf dem Gelenk C1/2. Beim Freipräparieren dieses Gelenks sollte der Nerv nach kranial retrahiert werden.

## 2.2 Hintere Zugänge zur Brust- und Lendenwirbelsäule

### 2.2.1 Indikationen

- Deformitäten
- Trauma
- Tumoren
- Infektionen
- Degenerative Veränderungen

### 2.2.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Bauchlage auf einem Kissenrahmen. Die gefährdeten Druckstellenzonen, vor allem die Crista Iliaca anterior beidseits, müssen gut gepolstert werden. Das Abdomen muss frei hängend gelagert werden, um einen venösen Rückstau und vermehrte venöse Blutung während der Operation zu verhindern. Die Arme werden nach kranial mit 90°-Abduktion der Schultern und 90°-Flexion der Ellenbogen auf gepolsterten Armschalen gelagert. Eine vermehrte Abduktion erhöht das Risiko von Plexusschäden (Abb. 2.9).

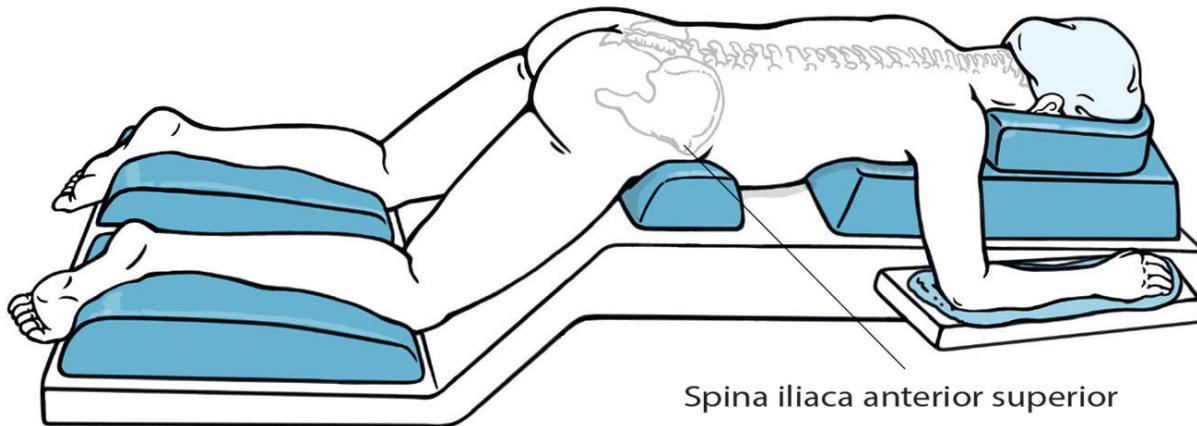
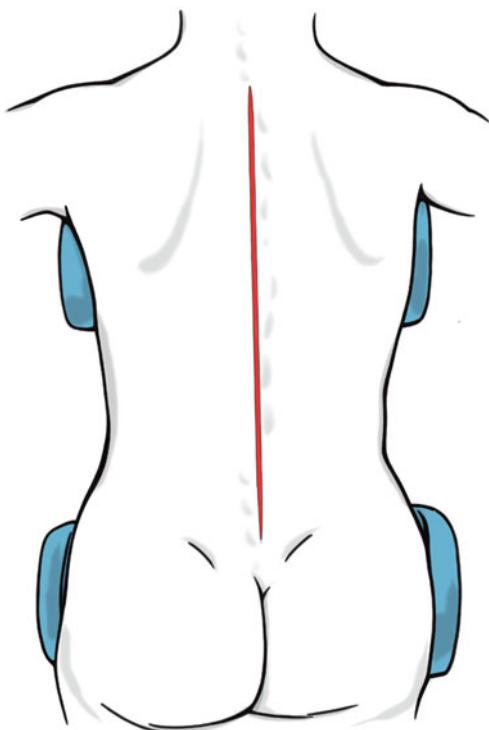
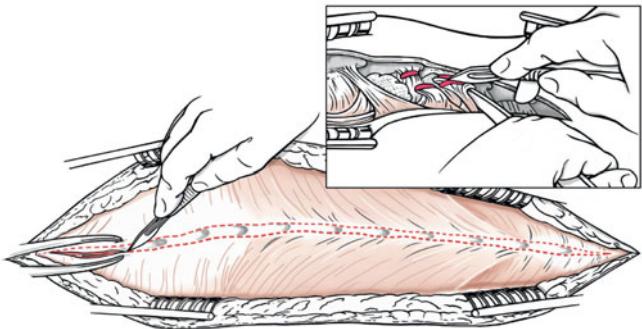


Abb. 2.9 Bauchlagerung des Patienten. Das Abdomen sollte frei hängend gelagert werden, um venöse Stauungen im Operationsgebiet zu verhindern



■ Abb. 2.10 Schnittführung in der Medianlinie oberhalb der Processi spinosi



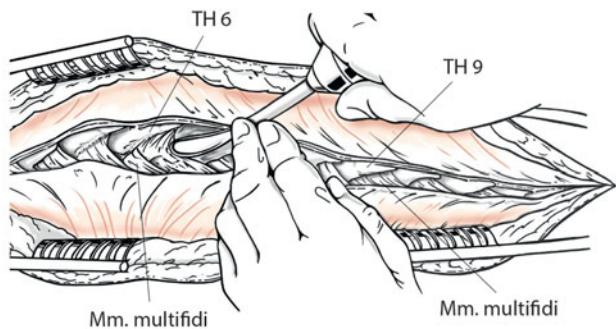
■ Abb. 2.11 Scharfes Spalten der Faszie knochennah beidseits

### 2.2.3 Schnittführung

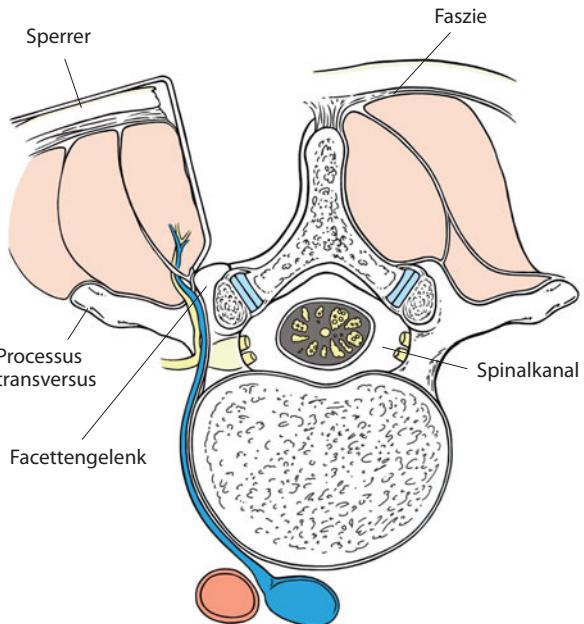
Die Dornfortsätze der Wirbel sind gute palpatorische Landmarken und zeigen die anatomische Mittellinie. Der Hautschnitt erfolgt immer in der Mittellinie, auch bei anatomischen Verkrümmungen wie Skoliosen. Nach Spaltung der Subkutis werden Wundspreizer eingesetzt und die Faszie dargestellt (Abb. 2.10)

### 2.2.4 Präparation

Die Faszie wird mit dem Diathermiemesser knochennah beidseits der Dornfortsätze abgelöst (Abb. 2.11). Die paraspinale Muskulatur wird subperiostal mit dem Cobb-Raspatorium und/oder dem Raspatorium bis zu den Facettengelenken abgescho-



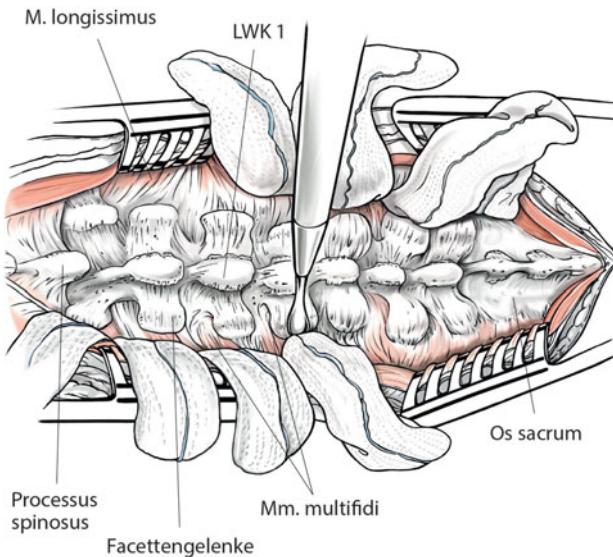
■ Abb. 2.12 Subperiostales Abschieben der paraspinalen Muskulatur und scharfes Abtrennen der Semispinalis- und Multifidusmuskulatur an der Unterkante der Dornfortsätze



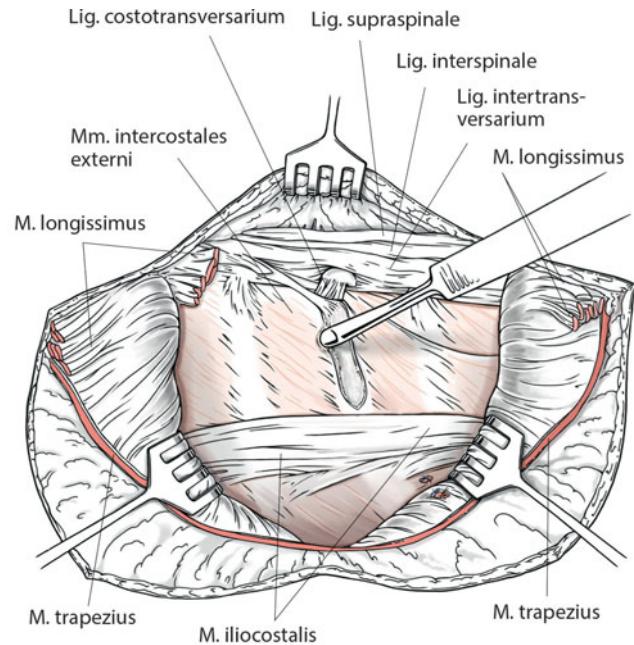
■ Abb. 2.13 Schematische Darstellung. Abschieben der Muskulatur bis zu den Facettengelenken

ben. Die Semispinalis- und Multifidusmuskulatur kann von der Unterkante der Dornfortsätze mit dem Messer scharf abpräpariert werden. Die Blutstillung erfolgt mit bipolarer Koagulation (Abb. 2.12; Abb. 2.13). Nun werden zur weiteren Blutstillung und zum Abschieben der Muskelreste ausgezogene Kompressen mit dem Cobb-Raspatorium eingebracht und nach ventrolateral mobilisiert. Nach Entfernung der Kompressen werden die Wundspreizer tiefer eingesetzt. Nun werden mit dem Diathermiemesser die Facettengelenke besser dargestellt. Hier wird lateral zu den Gelenken um die Gelenkkapseln bis zu den Querfortsätzen präpariert. Die Blutstillung erfolgt auch hier mit bipolarer Koagulation. Die Gelenkkapseln dürfen nicht verletzt werden, vor allem wenn keine Fusion geplant ist. Danach folgt vor allem die Säuberung der Unterkanten der Dornfortsätze von Weichteilen mit dem Luer. Schließlich werden die Wundspreizer noch tiefer eingebracht (Abb. 2.14).

## 2.2 · Hintere Zugänge zur Brust- und Lendenwirbelsäule



**Abb. 2.14** Nach Mobilisation der Muskelreste und Freilegung mit dem Diathermiemesser umfassende Darstellung der thorakolumbalen Wirbelsäule von dorsal. Beim Freilegen der Facettengelenke muss eine Verletzung dieser Gelenke vermieden werden. Zur Tamponade können Kompressen eingelegt werden



**Abb. 2.15** Spalten des Periosts der entsprechenden Rippe mit dem Diathermiemesser

### 2.2.5 Wundverschluss

Durch transossäre Einzelknopfnähte werden die Muskeln auf beiden Seiten locker adaptiert. Die Approximationsnähte werden mit scharfen Nadeln durch die Dornfortsätze eingebracht. Sie bleiben ohne transossäre Verankerung, wenn eine dorsale Fusion mit Abtragung der Spitzen der Dornfortsätze stattgefunden hat. Anschließend wird die Faszie fortlaufend wasserdicht verschlossen. Die Subkutannaht und die Hautnaht beenden die Operation.

### 2.2.6 Gefahren

Die meisten Blutungen erfolgen bei der Freilegung der Facettengelenke; dabei ist die bipolare Koagulation in der Regel ausreichend zur Blutstillung.

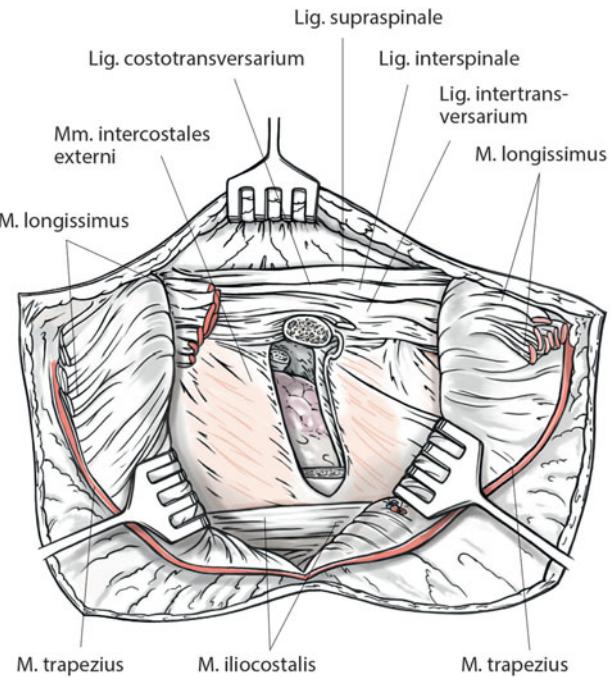
#### Cave

Bei voroperierten Patienten – z.B. nach Laminektomie – muss die veränderte Anatomie berücksichtigt werden, um eine Duraverletzung zu vermeiden.

### 2.2.7 Hinterer Zugang zur Brustwirbelsäule mit Kostotransversektomie Th2–Th12

#### Indikationen

Die Hauptindikation sind Wirbelkörperptumoren, die sowohl die hinteren Wirbelsäulenelemente als auch den Wirbelkörper betreffen. Weiterhin kann dieser Zugang als Ersatz für eine Thorakotomie erfolgen, wenn eine Korporektomie im Rahmen von



**Abb. 2.16** Unter Schutz der Pleura wird das dorsomediale Ende der Rippe zusammen mit dem Kostotransversalgelenk reseziert

Infektion oder Trauma erforderlich ist und erschwerete Bedingungen für eine Thorakotomie bestehen.

#### Lagerung und Schnittführung

Die Lagerung und die Schnittführung sind ähnlich wie beim hinteren Zugang zur Brustwirbelsäule. Ein Mittellinienschnitt ist Standard (Abb. 2.15; Abb. 2.16; s. auch Abb. 2.9 und Abb. 2.10).

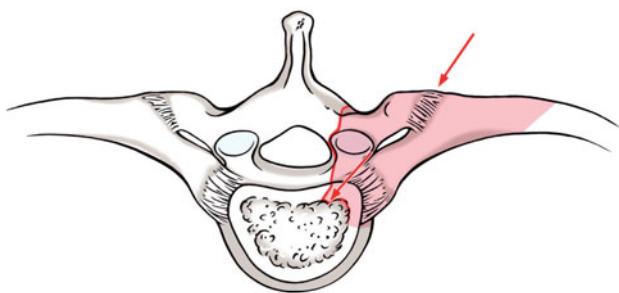


Abb. 2.17 Schematische Darstellung der Kostotransversektomie

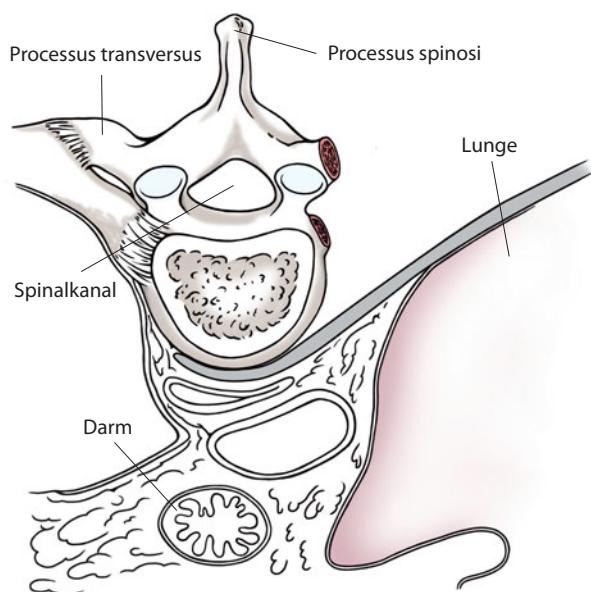


Abb. 2.18 Axiale Ansicht. Die Pleura wird nach lateral weggehalten. Freie Darstellung der lateralen Wirbelkörper

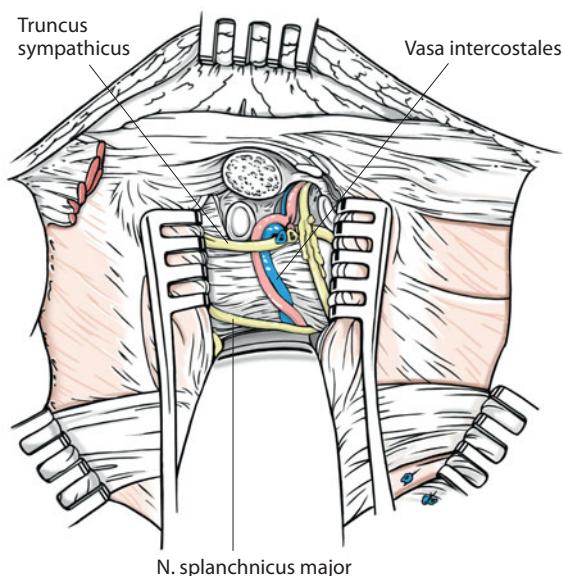


Abb. 2.19 Der dorsale Segmentalnerv wird angeschlossen und ggf. unterbunden

## Präparation

Die weiterführende Präparation erfolgt genauso wie für den hinteren Zugang der Brustwirbelsäule (► Abschn. 2.2.4). Anschließend wird die Rippe aufgesucht, die zum erkrankten Wirbelkörper führt. Das Periost über dem medialen Ende dieser Rippe wird mit dem Diathermiemesser gespalten und mit dem Raspatorium abgeschoben (Abb. 2.15). Die Rippe wird in ihrer ganzen Zirkumferenz subperiostal dargestellt. Anschließend wird unter Schutz der Pleura das dorsomediale Ende der Rippe zusammen mit dem Kostotransversalgelenk reseziert (Abb. 2.16; Abb. 2.17; Abb. 2.18). Das Ausmaß der Rippenresektion ist davon abhängig, wie viel Platz für die Rekonstruktion nach Korporektomie benötigt wird. Der Segmentalnerv kaudal zum Pedikel wird jetzt unterbunden. Nach stumpfem Abschieben der Pleura parietalis von der Vorderseite des Wirbelkörpers erleichtert ein biegsamer Spatel die Darstellung des betroffenen Wirbelkörpers (Abb. 2.19).

## Wundverschluss

Der Wundverschluss erfolgt wie beim hinteren Zugang zur Brustwirbelsäule (► Abschn. 2.2.5) durch schrittweise Readaptation der durchtrennten Muskulatur und der Faszie.

## Gefahren

Bei Verletzungen der Segmental- oder Interkostalgefäße kann es zu stärkeren Blutungen kommen. Bei Bedarf können diese Gefäße ligiert werden. Eine Verletzung der Pleura parietalis sollte durch vorsichtiges Abpräparieren vermieden werden. Bei kleineren Verletzungen reicht normalerweise eine Tamponade mit Fibrinkleber aus, ansonsten sollte eine Thoraxdrainage eingebracht werden.

## 2.2.8 Paraspinaler Zugang zum lumbosakralen Übergang nach Wiltse

### Indikation

- Degenerative Veränderungen mit Notwendigkeit eines extraforaminalen oder transforaminalen Zugangs
- Minimal-invasive Osteosynthese.

### Lagerung

Die Lagerung erfolgt wie beim hinteren Zugang zur Lendenwirbelsäule (► Abschn. 2.2.2).

### Schnittführung

Zwei paravertebrale longitudinale Schnitte werden je nach Indikation 1 oder 2–3 Querfinger von der Mittellinie angelegt. Die Inzisionen können auf den natürlichen paraspinalen Rinnen angelegt werden (► Abb. 2.20).

### Präparation

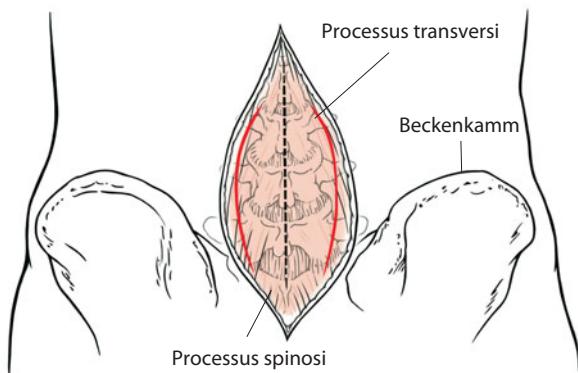
Die Subkutis wird bis auf die Fascia thoracolumbalis präpariert. Das Intervall zwischen dem M. multifidus und dem M. longissimus wird mit dem Finger palpiert. Eine natürliche Rinne hilft, dieses Intervall zu identifizieren (► Abb. 2.21). Hier wird nun die Faszie im Faserverlauf gespalten. Anschließend erfolgt eine stumpfe Vorpräparation bis auf die lumbale Wirbelsäule (Facettengelenke, Pars interarticularis und Querfortsatz) (► Abb. 2.22). Schließlich werden die Wundspreizer eingesetzt.

### Wundverschluss

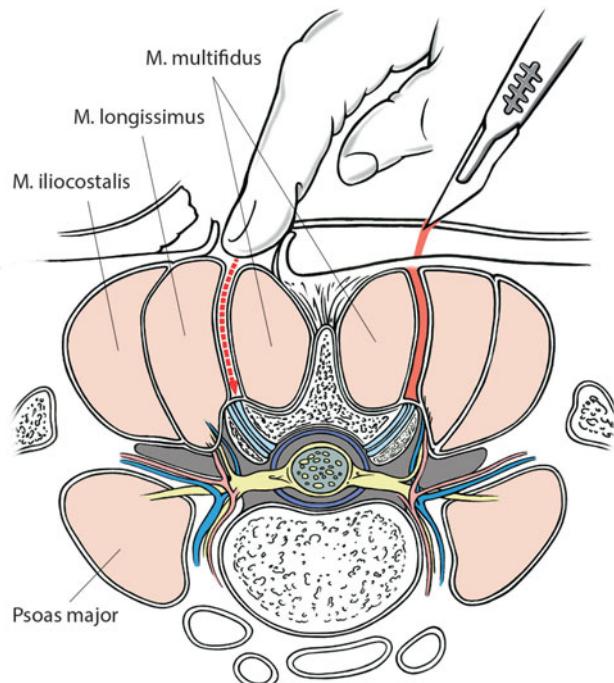
Die Rückenmuskeln werden mit Einzelknopfnähten adaptiert. Die Faszie wird fortlaufend verschlossen. Die Subkutannaht und die Hautnaht beenden die Operation.

### Gefahren

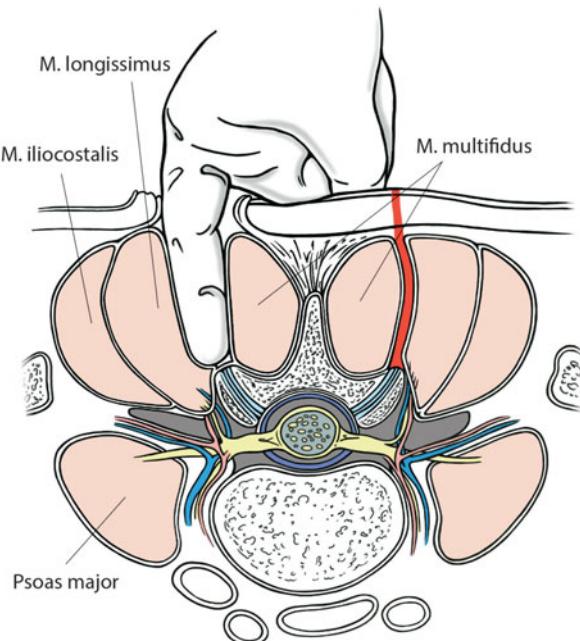
Eine zu tiefe Präparation kann zu einer Verletzung des Spinalnervs führen. Ebenso kann eine Gefäßverletzung durch zu tiefe Präparation erfolgen und sollte durch vorsichtige Präparation unter Berücksichtigung der anatomischen Leitstrukturen vermieden werden.



► Abb. 2.20 Anlage 2 paravertebraler Hautinzisionen ca. 2–3 cm von der Mittellinie



► Abb. 2.21 Ertasten der Muskelintervalls zwischen M. multifidus und M. longissimus



► Abb. 2.22 Spalten der Faszie und stumpfes Vorpräparieren bis auf die lumbale Wirbelsäule

# Becken und untere Extremität

Kapitel 3      **Becken – 47**

*J. Beckmann*

Kapitel 4      **Oberschenkel – 69**

*B. Rath*

Kapitel 5      **Kniegelenk – 87**

*C. Lüring*

Kapitel 6      **Unterschenkel – 113**

*J. Götz*

Kapitel 7      **Fuß – 137**

*J. Götz*

# Becken

J. Beckmann

## **3.1 Transiliakaler Zugang (nach Judet) – 49**

- 3.1.1 Indikation – 49
- 3.1.2 Lagerung – 49
- 3.1.3 Schnittführung – 49
- 3.1.4 Präparation – 49
- 3.1.5 Gefahren – 49

## **3.2 Ilioinguinaler Zugang (nach Letournel) – 51**

- 3.2.1 Indikation – 51
- 3.2.2 Lagerung – 51
- 3.2.3 Schnittführung – 51
- 3.2.4 Präparation – 51
- 3.2.5 Gefahren – 53

## **3.3 Vorderer Zugang zum Hüftgelenk (Smith-Petersen; erweitert auch Zugang zur Hütpfanne nach Judet) – 53**

- 3.3.1 Indikation – 53
- 3.3.2 Lagerung – 53
- 3.3.3 Schnittführung – 53
- 3.3.4 Präparation – 54
- 3.3.5 Erweiterung – 55
- 3.3.6 Gefahren – 55

## **3.4 Zugang zum Sitzbein und zum Schambein – 56**

- 3.4.1 Indikation – 56
- 3.4.2 Lagerung – 56
- 3.4.3 Schnittführung – 56
- 3.4.4 Präparation – 56
- 3.4.5 Gefahren – 56

## **3.5 Zugänge zum Hüftgelenk – Endoprothetik – 57**

- 3.5.1 Indikation – 57
- 3.5.2 Hinterer (posteriorer) Zugang – 58
- 3.5.3 Anterolateraler Zugang – 59
- 3.5.4 Transglutealer Zugang nach Bauer – 62
- 3.5.5 Anteriorer Zugang – 63

### **3.6 Medialer Zugang zum Hüftgelenk (nach Ludloff) – 64**

- 3.6.1 Indikation – 64
- 3.6.2 Lagerung – 64
- 3.6.3 Schnittführung – 64
- 3.6.4 Präparation – 64
- 3.6.5 Gefahren – 65

### **3.7 Zugang zum Beckenkamm – 65**

- 3.7.1 Posterior – 65
- 3.7.2 Anterior – 66

### **3.8 Zugang zur Symphyse – 67**

- 3.8.1 Indikation – 67
- 3.8.2 Lagerung – 67
- 3.8.3 Schnittführung – 67
- 3.8.4 Präparation – 67
- 3.8.5 Gefahren – 67

### **3.9 Zugang für eine Hüftarthroskopie – 68**

- 3.9.1 Indikation – 68
- 3.9.2 Lagerung – 68
- 3.9.3 Schnittführung – 68
- 3.9.4 Präparation – 68
- 3.9.5 Gefahren – 68

### 3.1 Transiliakaler Zugang (nach Judet)

#### 3.1.1 Indikation

- Iliosakralgelenk
- Tieflumbale und obere sakrale Wirbel und Nerven
- Tumoren

#### 3.1.2 Lagerung

- Seitenlage

#### 3.1.3 Schnittführung

Der Schnitt wird auf der Mittellinie zwischen den Spinae iliacae superiores anterior und posterior geführt, und zwar von je ca. 10–15 cm kranial bis kaudal des Beckenkamms (Abb. 3.1).

#### 3.1.4 Präparation

Die Subkutis wird unter Hämostase durchtrennt, der Beckenkamm dargestellt und die Glutealmuskulatur subperiostal vom sakralen und iliakalen Ursprung (Abb. 3.2) abpräpariert. Das Foramen ischiadicum (cave: A. glutaea superior!), der Beckenkamm sowie die Fossa iliaca interna werden subperiostal freigelegt. Nun werden die stumpfen Retraktoren in beide dargestellten Fossae platziert, dazwischen erfolgt eine gerade Osteotomie. Die Osteotomie wird vorsichtig stumpf aufgebogen, die vordere iliosakrale Gelenkkapsel subperiostal abgeschoben (Abb. 3.3) und das hintere Darmbeinfragment nach lateral weggeklappt. Das Abschieben des M. psoas bzw. die teilweise Durchtrennung des M. iliacus geben die Sicht auf LWK 5 und SWK 1, auf die Nervenwurzeln L4–S3 sowie auf den Plexus sacralis frei. In der Tiefe liegen die A./V. iliaca interna und die A./V. glutaea superior. Über die Präparation bzw. Durchtrennung des M. psoas können die Nn. femoralis und obturatorius sowie die Aufteilung der Aa./Vv. iliaca externa und interna dargestellt werden (Abb. 3.4).

#### 3.1.5 Gefahren

- Gefäß-Nerven-Verletzungen (Abb. 3.4), insbesondere der A. glutaea superior

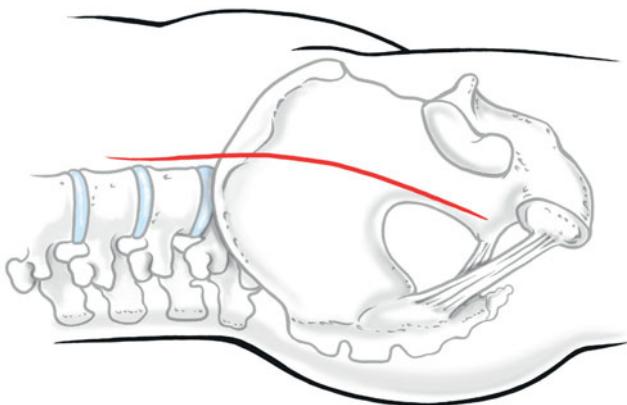


Abb. 3.1 Zugang in Seitenlage

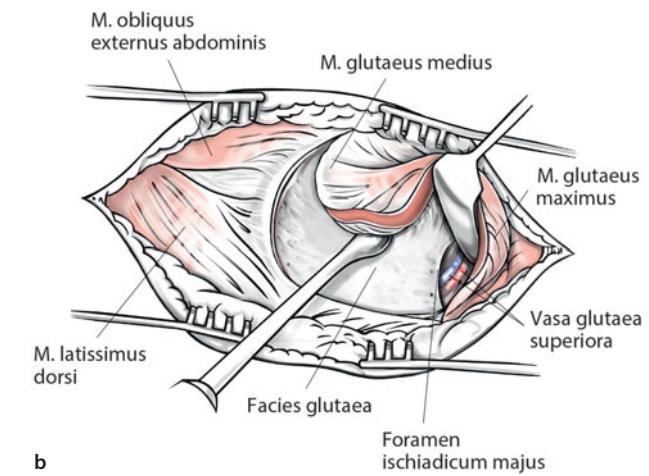
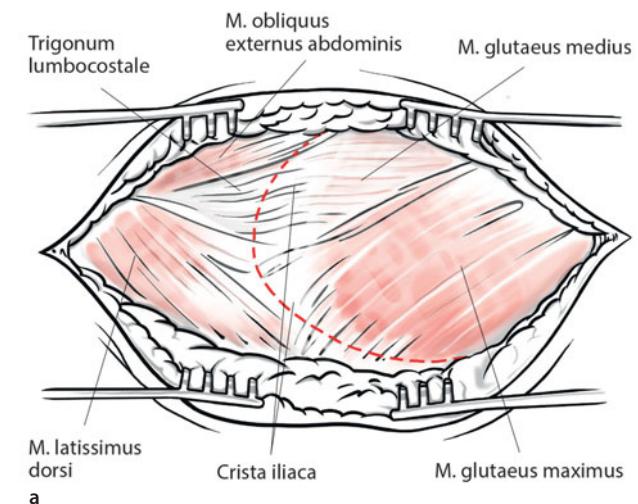


Abb. 3.2a,b Subperiostale Abtrennung der Glutealmuskulatur

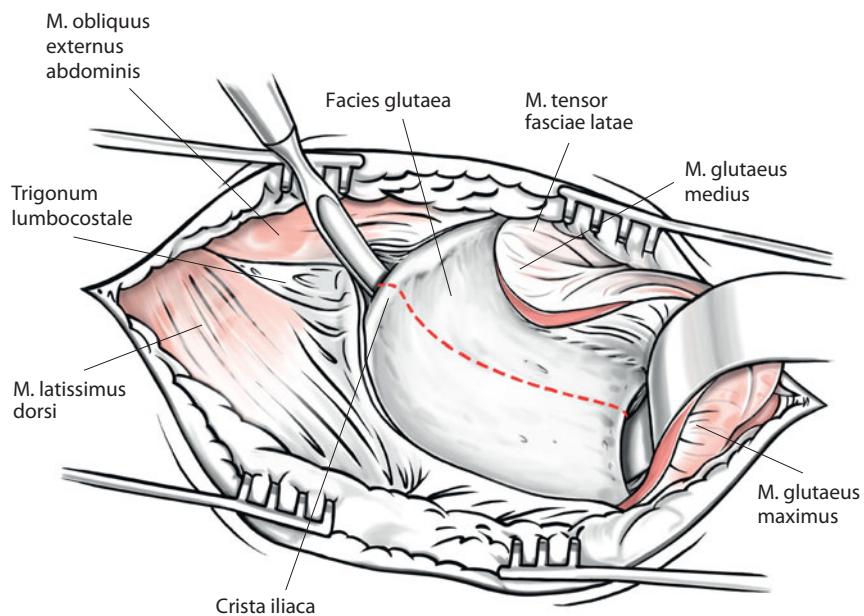


Abb. 3.3 Osteotomie zwischen stumpfen Retraktoren

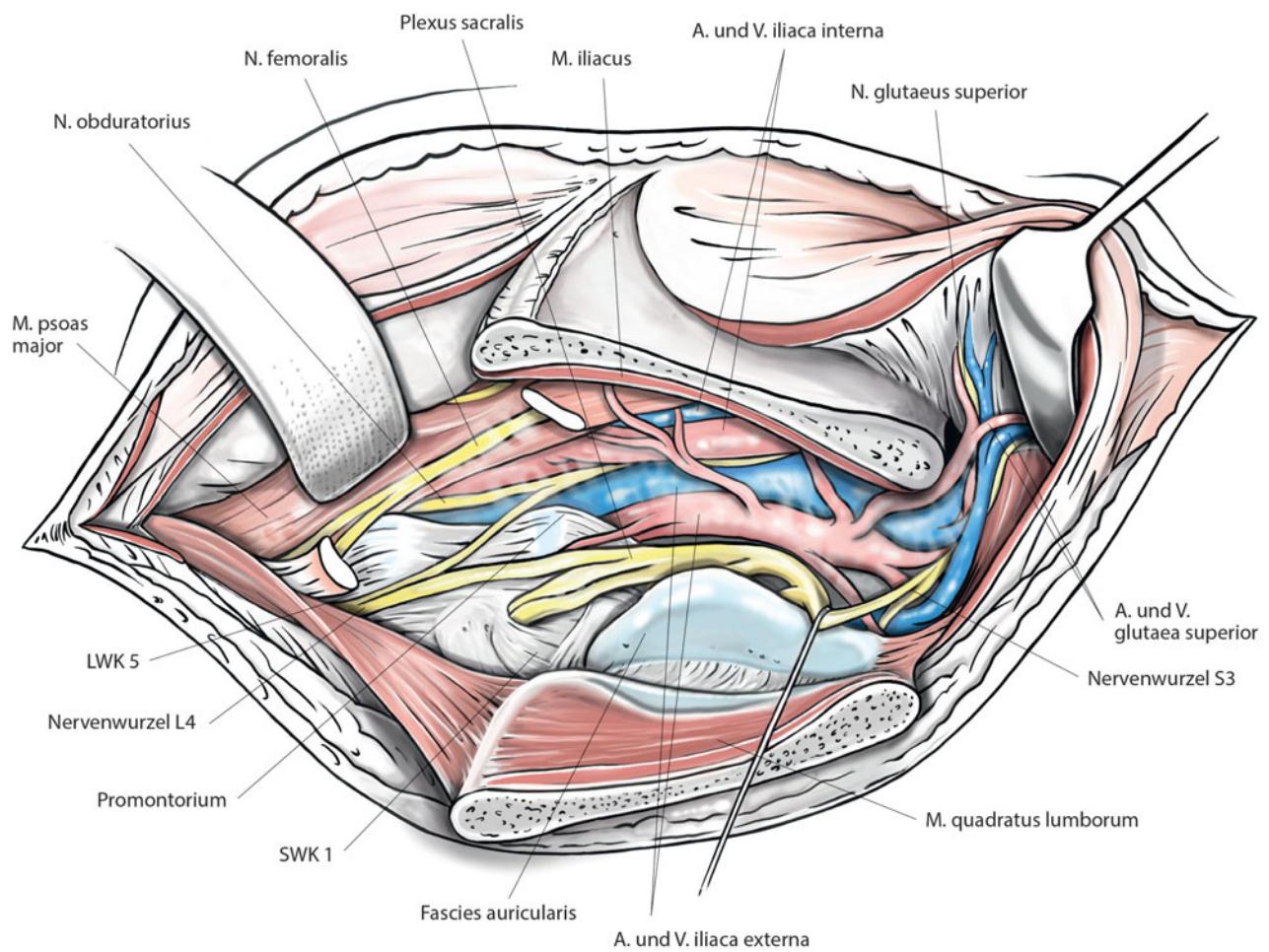


Abb. 3.4 Schema der tiefen Anatomie des transiliakalen Zugangs

## 3.2 Ilioinguinaler Zugang (nach Letournel)

### 3.2.1 Indikation

- Frakturen vorderer Beckenpfeiler
- Tumoren
- Osteomyelitis

### 3.2.2 Lagerung

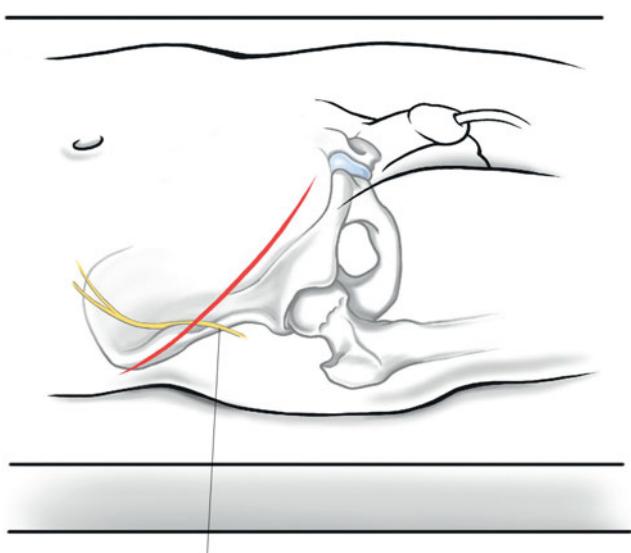
- Rückenlage (ggf. Extensionstisch)

### 3.2.3 Schnittführung

Der Schnitt wird von oberhalb der Spina iliaca superior bogenförmig nach kaudal-medial bis vor die Symphyse (ggf. auch über die Symphyse hinaus) geführt (Abb. 3.5).

### 3.2.4 Präparation

Die Subkutis wird unter Hämostase durchtrennt, der Darmbeinkamm subperiostal dargestellt. Es folgt die Spaltung der Aponeurose des M. obliquus externus (wenn möglich unter Schonung des N. cutaneus femoris lateralis an der Spina und des Funiculus spermaticus bzw. des runden Ligaments mediokaudal, Letztere werden angeschlungen!) (Abb. 3.6a,b). Der M. iliacus wird beckeninnenseitig subperiostal von der Fossa iliaca interna abgeschoben, ggf. großzügig bis zum Iliosakralgelenk. Nun muss der M. transversus abdominis mit geringem Abstand zum Leistenband und medial des Funiculus, oberhalb der Symphyse, querinzidiert werden, wobei von hier die Blase nach medial stumpf abgeschnitten wird. Nach lateral wird daraufhin der posteriore Leistenkanal unter Ligatur der A. epigastrica inferior eröffnet



N. cutaneus femoris lateralis

Abb. 3.5 Zugang in Rückenlage

(Abb. 3.7a,b). Das nun freiliegende extraperitoneale Fett und Peritoneum wird stumpf weggeschoben. Separat werden der darunterliegende M. iliopsoas mit dem aufliegenden N. femoralis und die A./V. femoralis samt uneröffneter Gefäßscheide (Lymphgefäß) angeschlossen. Werden diese Strukturen bei Seite gehalten, erreicht man das Acetabulum, den oberen Schambeinast und die Symphyse (Abb. 3.8a,b).

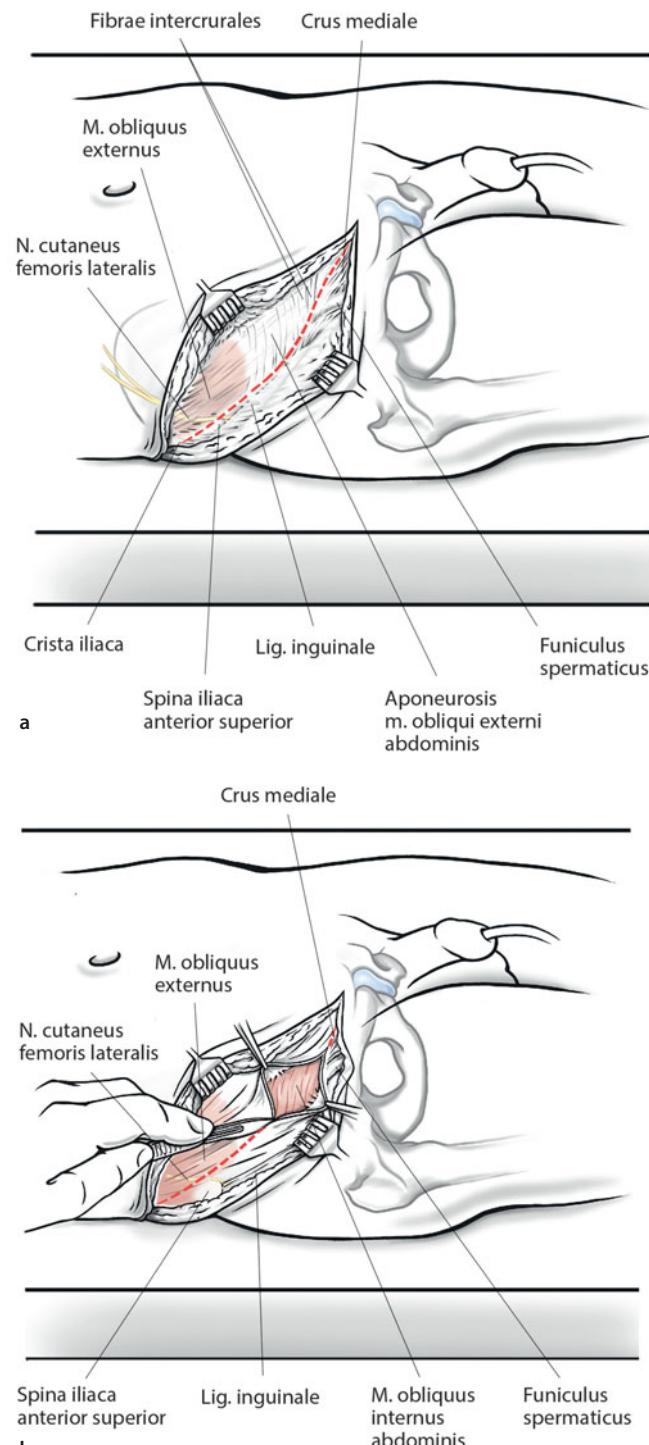
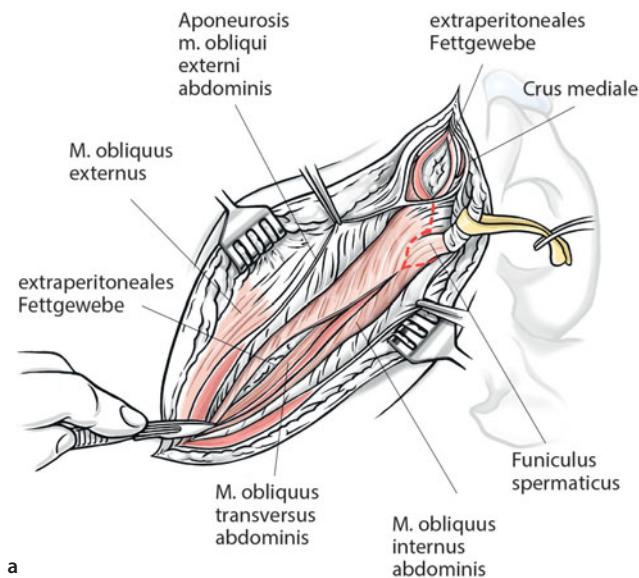
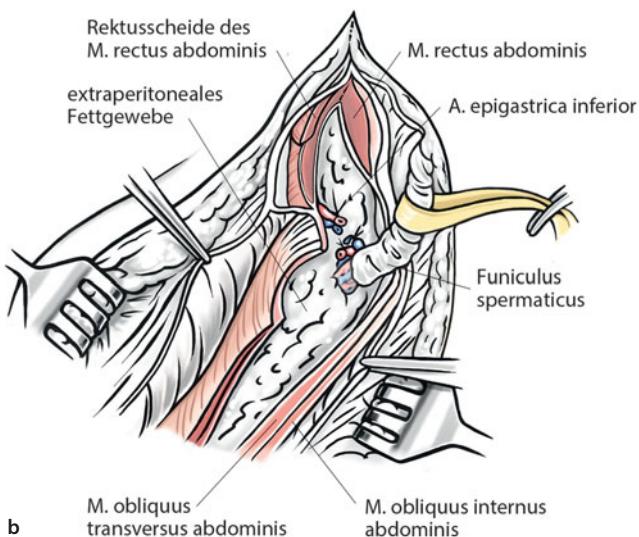


Abb. 3.6a,b Aponeurosenspaltung unter Schonung des Funiculus spermaticus und des N. cutaneus femoris lateralis

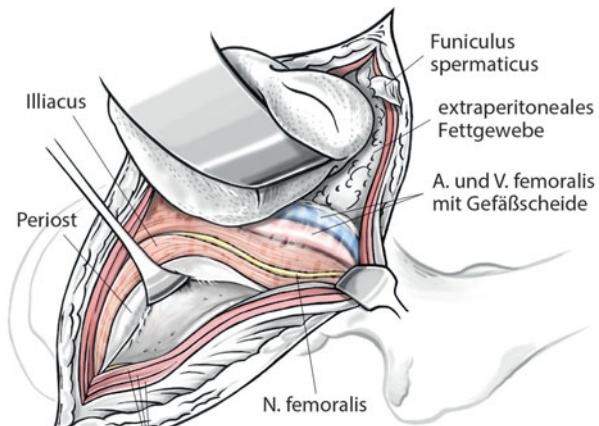


a

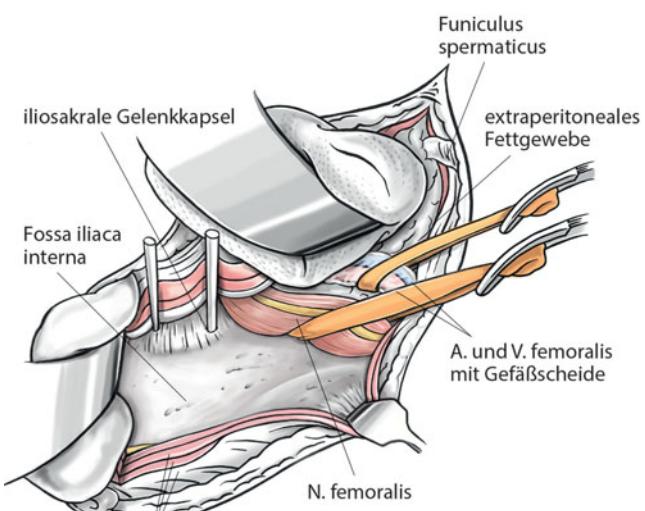


b

Abb. 3.7a,b Spaltung der Bauchmuskulatur und Ligatur der epigastischen Gefäße



a laterale Bauchmusken



b laterale Bauchmusken

Abb. 3.8a,b Subperiostales Abschieben und Anschlingen des M. iliocaudalis, M. psoas und der aufliegenden N./A./V. femoralis samt uneröffneter Gefäßscheide (Lymphgefäße)

3.3 · Vorderer Zugang zum Hüftgelenk (Smith-Petersen; erweitert auch Zugang zur Hütpfanne nach Judet)

### 3.2.5 Gefahren

- Verletzung von Gefäß-Nerven-Straße (cave: auch Aa. obturatoriae accessoriae oder Abgangsvarianten der A. obturatoria aus der A. epigastrica inferior, der A. glutaea inferior, zumeist jedoch A. iliaca interna), Funiculus spermaticus, Blase

## 3.3 Vorderer Zugang zum Hüftgelenk (Smith-Petersen; erweitert auch Zugang zur Hütpfanne nach Judet)

### 3.3.1 Indikation

- Frakturen vorderer (und hinterer) Beckenpfeiler
- Tumoren
- Osteomyelitis
- Kindliche Hüftluxation und ggf. Beckenumstellung
- Arthrodesen (Hüft-TEP)

### 3.3.2 Lagerung

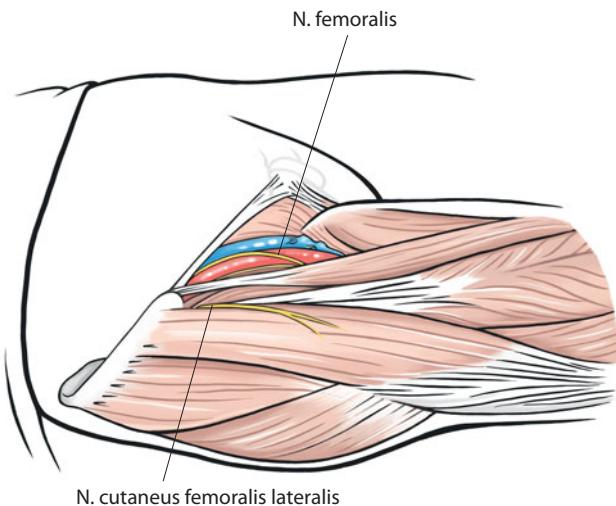
- Rückenlage mit Gesäßerhöhung, Halbseitenlage (ggf. Seitenlage)

### 3.3.3 Schnittführung

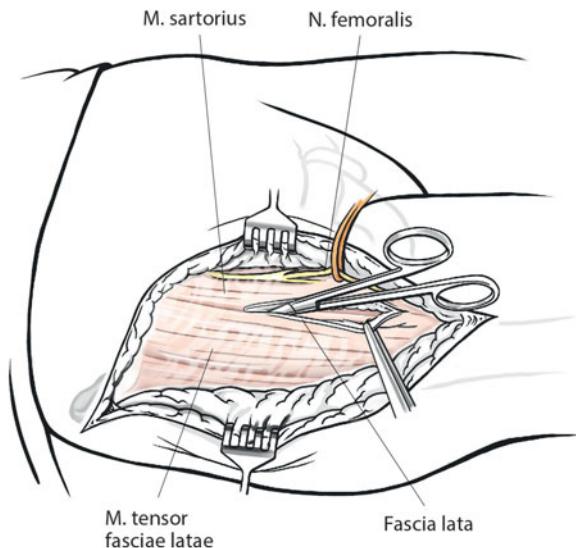
Der Schnitt wird entlang des hälftigen Beckenkamms bogenförmig bis zur Spina iliaca anterior superior, dann 10 cm längs nach kaudal (nach Judet proximal und distal etwa 10 cm länger) geführt (Abb. 3.9).



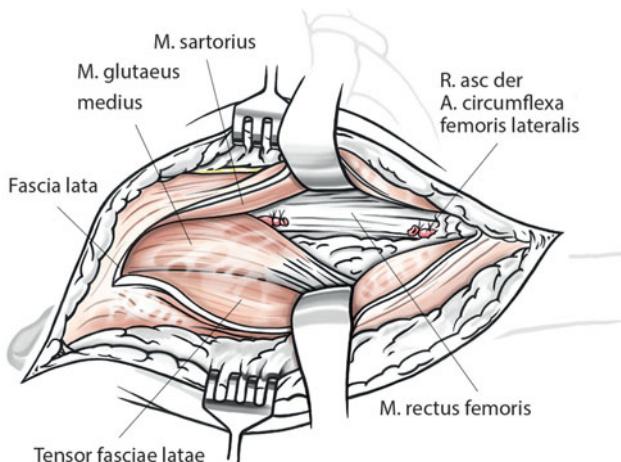
Abb. 3.9 Zugang in Rückenlage (auch Seitenlage)



■ Abb. 3.10 Schematische Darstellung des Zugangs



■ Abb. 3.11 Spaltung der Faszie (cave: N. cutaneus femoris lateralis)



■ Abb. 3.12 Sicht auf Mm. rectus femoris und glutaeus medius, Ligatur des R. ascendens der A. circumflexa femoris lateralis

### 3.3.4 Präparation

Ein sicherer Zugang besteht zwischen den Leitstrukturen Mm. sartorius und tensor fasciae latae und darunter zwischen den Mm. rectus femoris und glutaeus medius, die jeweils von Gefäßen und Nerven begleitet werden. Die Subkutis wird unter Hämostase durchtrennt. Bei der Spaltung der Faszie zum oberflächlichen Intervall muss der N. cutaneus femoris lateralis geschont (Zugang am besten innerhalb der Faszie des Tensors) und der R. ascendens der A. circumflexa femoris lateralis im oberen Intervall unterhalb der Spina iliaca ligiert werden. Der Tensor fasciae latae wird dann am Os ilium nach lateral abgelöst. Der Zugang zum tiefen Intervall muss deutlich lateral der palpablen A. femoralis liegen (cave: die Arterie liegt medial des Nerven) (■ Abb. 3.10). Der M. rectus femoris wird ansatznah abgelöst und nach medial weggehalten. Darunter liegt nun die Gelenkkapsel, der M. iliopsoas wird hier nach medial abgeschoben und weggehalten. Durch Adduktion und Außenrotation wird die Kapsel angespannt (■ Abb. 3.11; ■ Abb. 3.12).

### 3.3.5 Erweiterung

Zur Darstellung des posterioren Pfeilers können die Mm. glutaei und piriformis abgetrennt werden, alternativ kann eine Trochanterosteotomie erfolgen. In Innenrotation (N. ischiadicus entfernt sich aus OP-Gebiet) können die kurzen Außenrotatoren abgelöst werden (Abb. 3.13; Abb. 3.14).

Der Zugang kann nach proximal durch Ablösung des M. glutaeus medius vom Ilium und nach kaudal auf den anterioren Femur zwischen den Mm. rectus femoris und vastus lateralis erweitert werden. Am Beckenkamm kann der M. iliacus beckenninnenseitig von der Fossa iliaca interna subperiostal abgeschnitten werden.

### 3.3.6 Gefahren

- Gegebenenfalls ausgeprägte Denudierung, Verletzung von Gefäßen und Nerven (N. cutaneus femoris lateralis, A./V./N. femoralis), Blutung des R. ascendens der A. circumflexa femoris lateralis

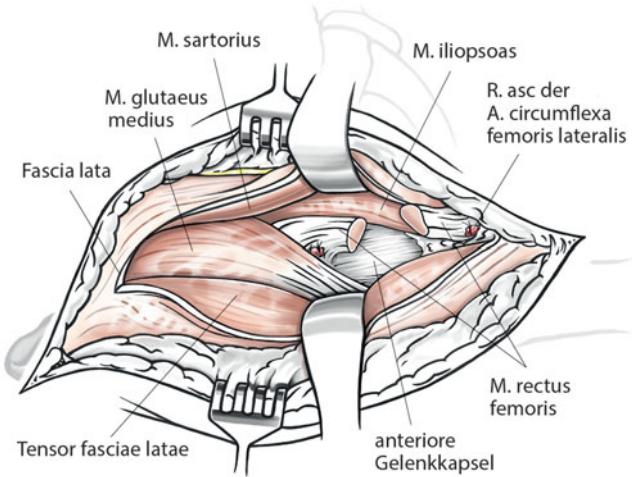


Abb. 3.13 Ablösung des M. rectus femoris, M. iliopsoas nach medial gehalten

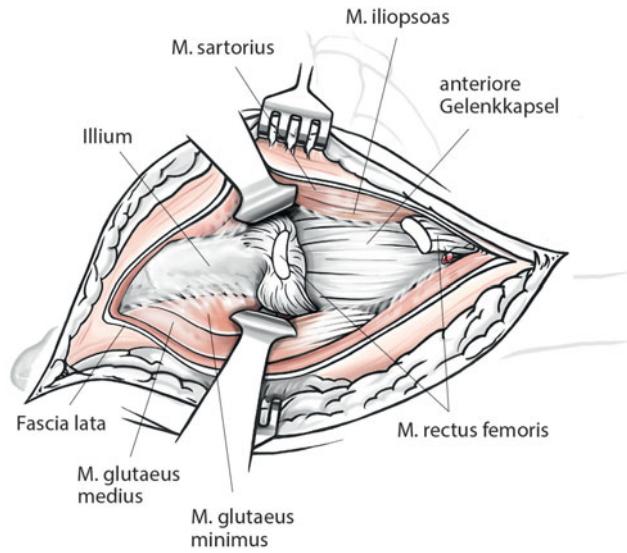


Abb. 3.14 Sicht auf die Kapsel, Erweiterungsmöglichkeit nach kranial

### 3.4 Zugang zum Sitzbein und zum Schambein

#### 3.4.1 Indikation

- Tumoren
- Osteomyelitis
- Beckenosteotomien
- (Vordere Becken-)Frakturen
- Muskelabrisse

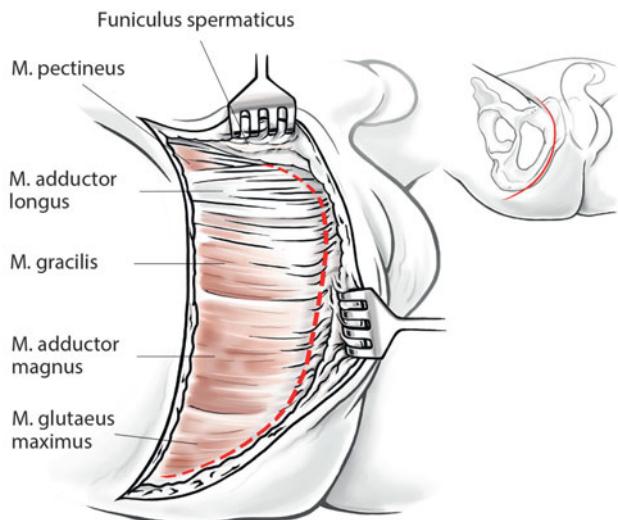


Abb. 3.15 Zugang in Steinschnittlage. Die Abtrennungslinie der Muskulatur (subperiostales Abschieben) ist rot gestrichelt

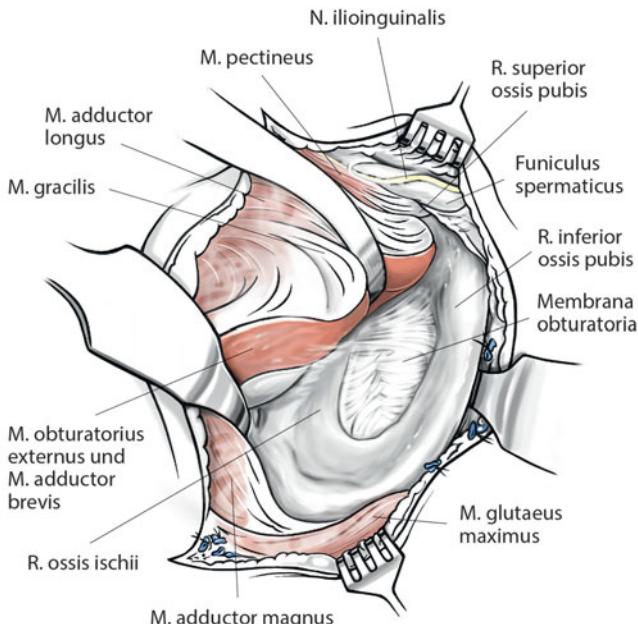


Abb. 3.16 Darstellung der Fossa obturatoria (cave: A./V. obturatoria und N. obturatorius)

#### 3.4.2 Lagerung

- Steinschnittlage mit gebeugtem und abduziertem Bein

#### 3.4.3 Schnittführung

Der Schnitt wird in voller Ausdehnung bogenförmig von knapp oberhalb des Schambeinhöckers bis zum Sitzbeinhöcker (bei Beckenosteotomien mit aufgeteilten Zugängen oder Muskelabrissen ggf. nur partiell) geführt (Abb. 3.15).

#### 3.4.4 Präparation

Die Subkutis wird unter Hämostase durchtrennt, nach ventral muss der Funiculus spermaticus geschont werden. Nun erfolgt die Inzision des Periosts am Schambein. Von ventral nach dorsal werden die Adduktoren und der M. obturatorius subperiostal abgeschoben. Dabei sollte die Membrana obturatoria im ventro-medialen Anteil nur teilweise abpräpariert werden, um die A./V. obturatoria und den N. obturatorius nicht zu verletzen. Dorsal wird der M. glutaeus maximus weggehalten (Abb. 3.16; Abb. 3.17).

#### 3.4.5 Gefahren

- Verletzung des Funiculus spermaticus und der A./V. obturatoria sowie des N. obturatorius

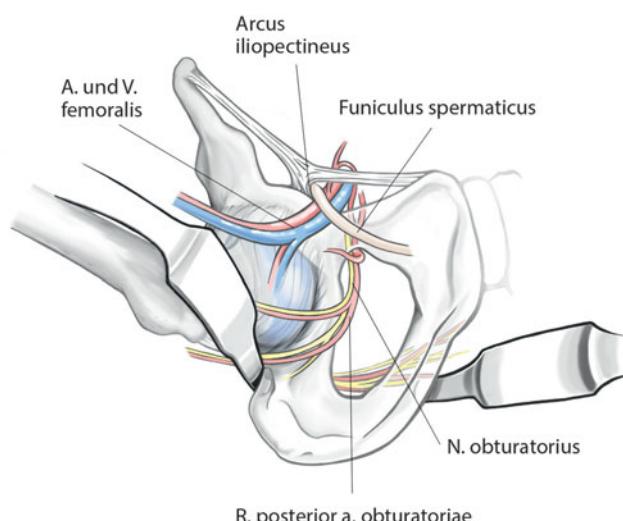


Abb. 3.17 Schematische Darstellung der Gefäß-Nerven-Situation

## 3.5 Zugänge zum Hüftgelenk – Endoprothetik

### 3.5.1 Indikation

- Primäre (und teilweise Revisions-)Endoprothetik
- Proximale Femurfrakturen
- Biopsien der Hüfte
- Gegebenenfalls Impingementtherapie

#### Mögliche Zugänge zum Hüftgelenk nach anatomischer Klassifikation

- Posterior (Split des M. glutaeus maximus)
- Posterolateral (Intervall zwischen M. glutaeus maximus und M. tensor fasciae latae)
- Transgluteal (Split des M. glutaeus medius)
- Transtrochantär (Trochanterosteotomie am Trochanter major mit Erhalt der Muskelansätze am Trochanterfragmente)
- Anterolateral (Intervall zwischen M. glutaeus medius und M. tensor fasciae latae)
- Anterior (Intervall zwischen den Mm. sartorius und rectus femoris sowie dem M. tensor fasciae latae)
- Medial (mit Abtrennung des M. adductor longus)
- Sogenannte Two-incision-Technik

Eine generelle schematische Übersicht über die verschiedenen Zugangswege geben Abb. 3.18 und Abb. 3.19.

Sogenannte minimal-invasive Zugänge sind, basierend rein auf der Definition der Schnittlänge unter 10 cm (oder 2 kurze Inzisionen von 4 cm), über alle 5 im Folgenden genannten Zugänge möglich; basierend auf der wichtigeren Definition der Muskelschonung *und* Schnittlänge, sinnvoll nur über 3 der im Folgenden genannten Zugänge möglich.

#### Fünf etablierte minimal-invasive Zugänge

- Anterior (zwischen M. sartorius sowie M. tensor fasciae latae)
- Anterolateral (zwischen M. glutaeus medius und M. tensor fasciae latae)
- Transgluteal (Split des M. glutaeus medius)
- Posterolateral (zwischen M. glutaeus maximus und M. tensor fasciae latae)
- Posterior (Split des M. glutaeus maximus)

#### ! Cave

Außer der Haut gehören v.a. die Muskeln und ihre Sehnen sowie die Leitungsbahnen zu den besonders zu schonenden Strukturen.

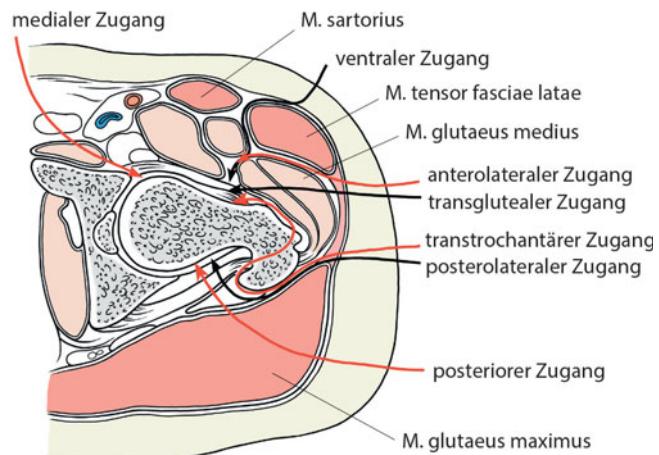


Abb. 3.18 Schematische Übersicht über die verschiedenen Zugangswege

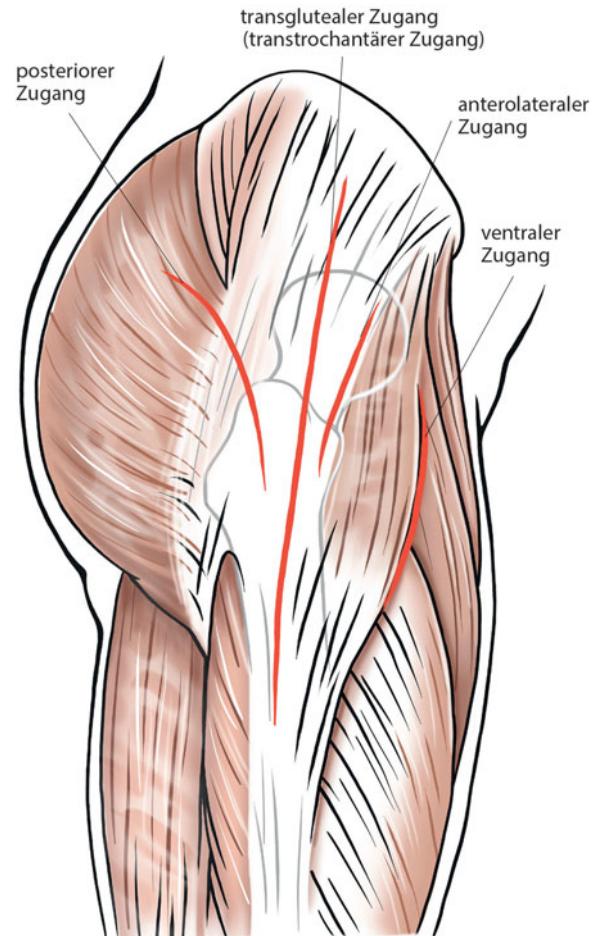


Abb. 3.19 Schematische Übersicht über die verschiedenen Zugangswege, Sicht von lateral

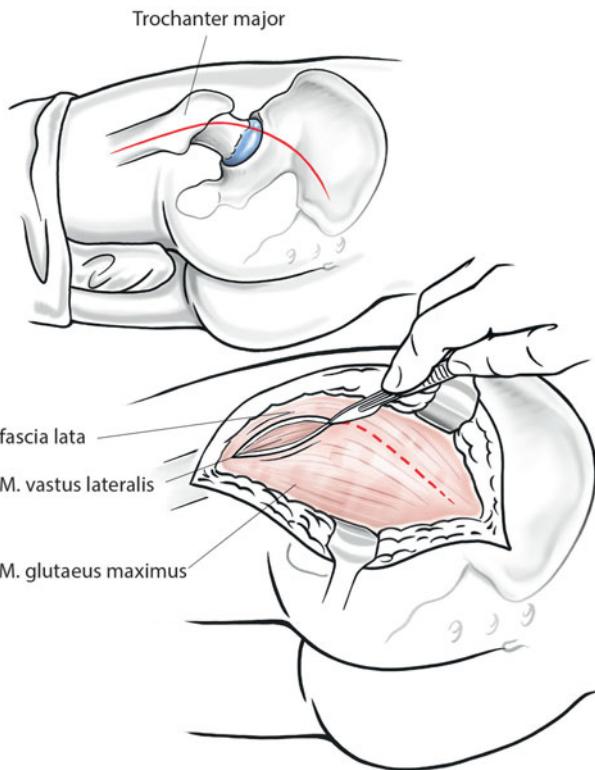


Abb. 3.20 Zugang in Seitenlage

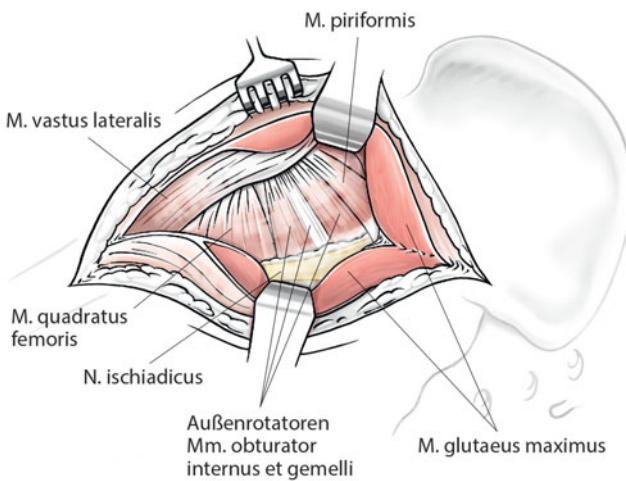


Abb. 3.21 Darstellung der Außenrotatoren

### 3.5.2 Hinterer (posteriorer) Zugang

#### Indikation

- Primäre und Revisionsendoprothetik
- Frakturen von Beckenpfeiler und Acetabulum
- Synovektomie
- Gegebenenfalls Impingementtherapie

#### Lagerung

- Seitenlage

#### Schnittführung

Der bogenförmige Hautschnitt beginnt ca. 6 cm posterokranial des Trochanter major und führt an dessen Hinterrand entlang nach kaudal; entlang der Femurachse ist er nach kaudal erweiterbar. Minimal-invasiv ist der Schnitt auf 8–10 cm Gesamtlänge reduzierbar (Abb. 3.20).

Für eine Erweiterung nach kranial als Zugang zum posterioren Acetabulum/Pfeiler sollte der Schnitt gerade sein und in Richtung Beckenkamm führen. Eine generelle schematische Übersicht über die verschiedenen Zugangswege geben Abb. 3.18 und Abb. 3.19.

#### Präparation

Die Subkutis wird unter Hämostase durchtrennt, die Faszieneröffnung erfolgt längs über dem Femur und bogenförmig parallel zum Hautschnitt nach kranial mit stumpfer Eröffnung des M. glutaeus maximus im Faserverlauf (so sparsam wie möglich; *cave*: Blutungen aus kreuzenden Gefäßen). Darunter liegt das Hüftgelenk, bedeckt von den Außenrotatoren, auf denen posterior der N. ischiadicus liegt und palpiert werden kann (Abb. 3.21; Abb. 3.22). Eine Darstellung des Nervs zur Dokumentation seiner Visualisierung und damit seiner sicheren Schonung wird von einigen Anwendern des Zugangs favorisiert, hat jedoch teils Blutungen aus den Begleitgefäßen zur Folge und wird von uns nicht empfohlen. Die Innenrotation des Beins entfernt den Nerven vom OP-Gebiet und spannt die kurzen Außenrotatoren an (Mm. piriformis, gemelli und obturator externus), die für eine spätere Naht angeschlungen und nah am Trochanter major abgesetzt werden. Der M. quadratus femoris kann und sollte meist erhalten werden, da es hier häufige Blutungen gibt. Die Kapsel wird t-förmig eröffnet und die Flügel angeschlungen für eine spätere Kapselnahrt (reduziert die Luxationsrate bei Endoprothetik deutlich).

Nach kranial zum dorsalen Acetabulum/dorsalen Pfeiler erfolgt der Glutäussplit etwas weiter anterior, der weitere Zugang in Innenrotation des Beins entspricht dem oben angeführten. Eine Trochanterosteotomie (ca. 5 mm mit Ansatz der Mm. glutaeus und vastus) ermöglicht eine erweiterte Darstellung.

#### Erweiterung

Der M. quadratus femoris und ggf. der M. glutaeus superior werden abgelöst. Nach kaudal kann der Zugang problemlos entlang des Femurs im Sinne eines lateralen Zugangs zum Femur erweitert werden.

## Gefahren

- Verletzung von N. ischiadicus, Nn. glutaeus inferior und cutaneus femoris posterior, Aa. glutaea inferior und superior

### Cave

**Bei der Ablösung des M. piriformis ist der Peroneusanteil des N. ischiadicus besonders gefährdet, wenn eine hohe Teilung des N. ischiadicus vorliegt.**

Der N. peroneus communis tritt in 15 % der Fälle getrennt vom N. tibialis durch den M. piriformis in die Glutealregion; der N. tibialis verlässt das Foramen infrapiriforme regelhaft am Unterrand des Muskels. Auch die Nn. glutaeus inferior und cutaneus femoris posterior ziehen nicht selten vollständig oder teilweise durch den M. piriformis.

### 3.5.3 Anterolateraler Zugang

#### Indikation

- Primäre (und eingeschränkt Revisions-)Endoprothetik
- Proximale Femurfrakturen
- Biopsien der Hüfte
- Gegebenenfalls Impingementtherapie

#### Lagerung

- Seitenlage oder Rückenlage

#### Schnittführung

Der Schnitt verläuft ventral des Trochanter major; minimal-invasiv ist er auf 8–10 cm Gesamtschnittlänge reduzierbar (»ALMI«, anterolateraler minimal-invasiver Zugang).

Eine generelle schematische Übersicht über die verschiedenen Zugangswege geben Abb. 3.18 und Abb. 3.19.

#### Watson-Jones

In der Literatur finden sich vielfältige, teils marginale Modifikationen des Zugangs. Hier wird das Standardverfahren beschrieben.

##### Indikation

- Primäre (und eingeschränkt Revisions-)Endoprothetik
- Proximale Femurfrakturen
- Biopsien der Hüfte
- Gegebenenfalls Impingementtherapie

##### Lagerung

Der Patient wird auf dem Rücken gelagert. Klassisch wird für die Schaftpräparation das Bein in »Viererposition« (Außenrotation und Adduktion) über das Gegenbein gelagert, eine Absenkung der Gegenseite bzw. beider Beine (Hyperextension) erleichtert die Präparation und Darstellung erheblich. Auch eine »Unterschlagung« des OP-Beins unter die steril abgedeckte Gegenseite ist zur »Hyperextension« möglich.

##### Schnittführung

Der Schnitt verläuft am ventralen Rand des Trochanter major mit Zentrum Trochanterspitze bzw. etwa ein Drittel kaudal und zwei Drittel kranial. Minimal-invasiv ist er auf 8–10 cm Gesamtschnittlänge reduzierbar (Abb. 3.23).

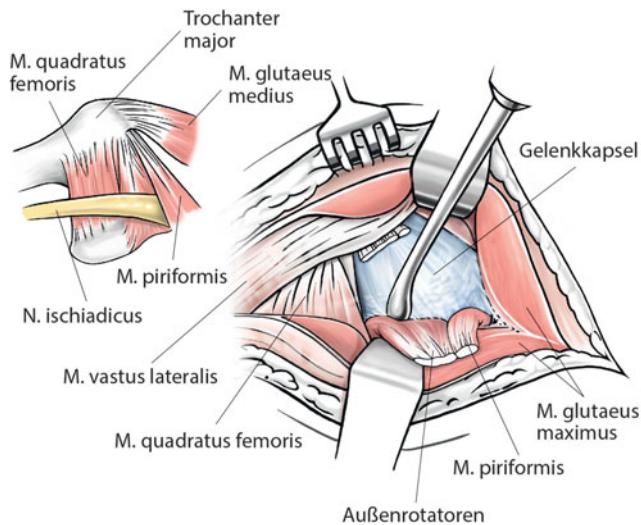


Abb. 3.22 Durchtrennung der Außenrotatoren (in Innenrotation des Beins zur Schonung des N. ischiadicus) und Darstellung der Kapsel

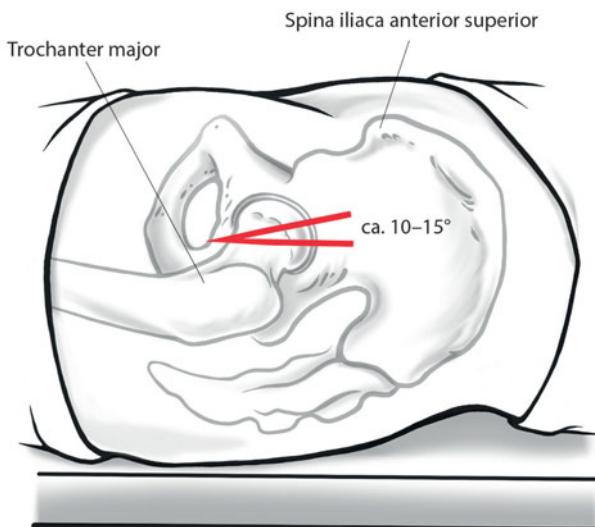


Abb. 3.23 Zugang in Rückenlage

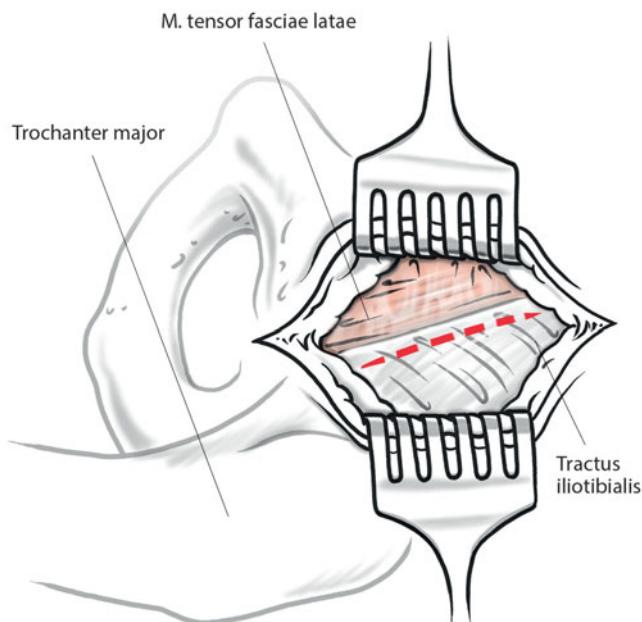


Abb. 3.24 Faszienspaltung

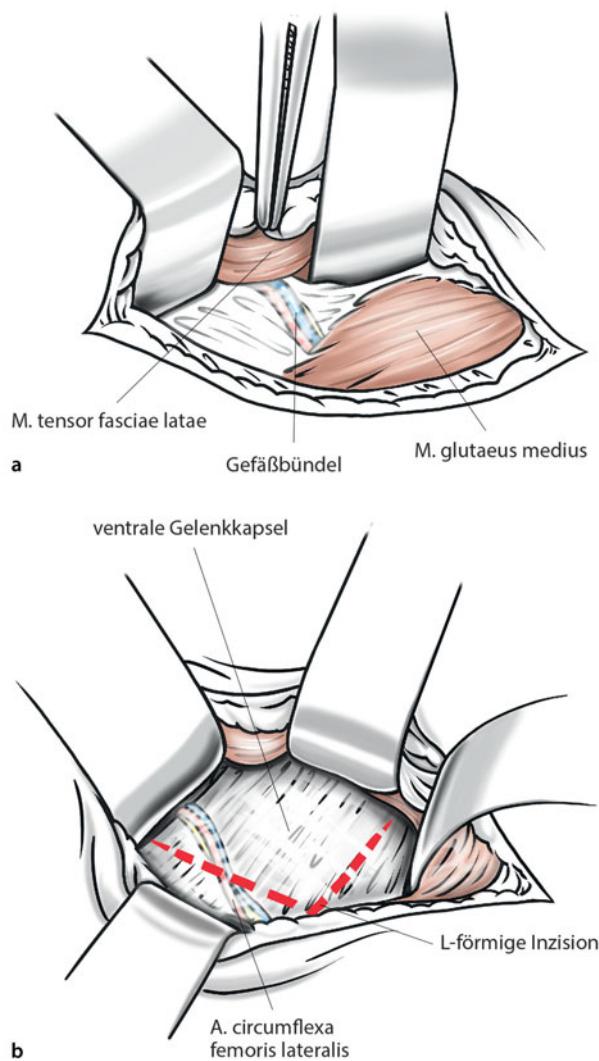


Abb. 3.25a,b Aufsuchen der intermuskulären Lücke (a) und Darstellung der Kapsel (b)

### ■ Präparation

Die Subkutis wird unter Hämostase durchtrennt, die Faszie freigelegt und längs gespalten, ggf. erfolgt die Exzision der darunterliegenden Bursa. Die Faszie wird stumpf von der darunterliegenden Muskulatur gelöst und die intermuskuläre Lücke zwischen M. tensor fasciae latae und M. glutaeus medius palpatorisch aufgesucht. Ventral des M. glutaeus lässt sich nun die Kapsel unter dem aufliegenden Fett darstellen, der Schenkelhals extrakapsulär mit 2 Hohmann-Hebeln umfahren und die Kapsel längs über dem Schenkelhals eröffnen. Das Anschlingen der Kapsel für einen späteren Verschluss ist möglich, jedoch nach neuesten Untersuchungen bei der Endoprothetik im Gegensatz zum hinteren Zugang nicht zwingend erforderlich. (Die gesamte Präparation wird durch eine Überkreuzung der Füße, also durch leichte Adduktion und Außenrotation in der Hüfte, vereinfacht). Insbesondere für eine spätere, bessere Darstellung des Schafts in der Endoprothetik ist ein Release der dorsomedialen Strukturen am Schenkelhals nach Kopfresektion erforderlich. Eine Osteotomie des Trochanter major mit Ansatz der Glutealmuskulatur oder eine vertikale Einkerbung des M.-glutaeus-medius-Ansatzes ist für eine großzügigere Darstellung möglich. Eine unproblematische Zugangserweiterung auf den Femurschaft ist möglich (Abb. 3.24; Abb. 3.25).

### ■ Gefahren

Zu den Gefahren zählen Trochanterfrakturen sowie die Blutung kreuzender Gefäße in der Muskellücke. A./V./N. femoralis sind bei korrektem Zugang von der Muskellücke weit entfernt. Besondere Vorsicht ist jedoch beim Setzen des Hohmann-Hebels am ventralen Acetabulum geboten: direkter Knochenkontakt ist erforderlich, um Gefäße und Nerven nicht einzuklemmen.

#### ! Cave

**Das Intervall zwischen den Mm. glutaeus medius und tensor fasciae latae ist gelegentlich schwer aufzufinden, da sich der M. tensor fasciae latae während der Embryonalentwicklung vom M. glutaeus medius abspaltet und die Verbindung der beiden Muskel zueinander daher sehr eng sein kann. Die motorischen Äste zur Versorgung des M. tensor fasciae latae aus dem N. glutaeus superior werden bei diesem Zugang häufig gedehnt.**

### Modifiziert nach Watson-Jones in Seitenlage

In der Literatur finden sich einige wenige Modifikationen des Zugangs. Hier wird das Standardverfahren beschrieben.

### ■ Indikation

Primäre (und eingeschränkt Revisions-)Endoprothetik

### ■ Lagerung

Der Patient wird auf der Seite gelagert, der hintere Beinteil am OP-Tisch wird entfernt, um das Bein zur Femurpräparation in eine sterile Tischabdeckung in Außenrotation, Adduktion und Hyperextension führen zu können (die OP ist auch in Rückenlage mit »Unterschlagung« des OP-Beins unter die steril abgedeckte Gegenseite möglich) (Abb. 3.26).

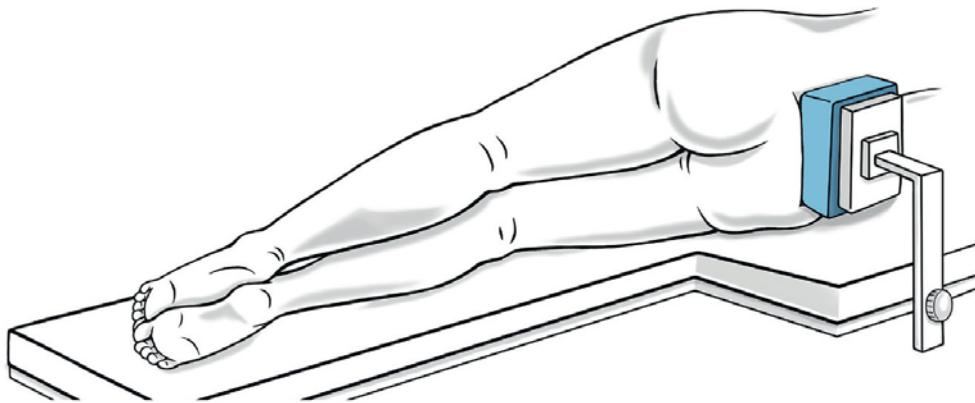


Abb. 3.26 Lagerung in Seitlage

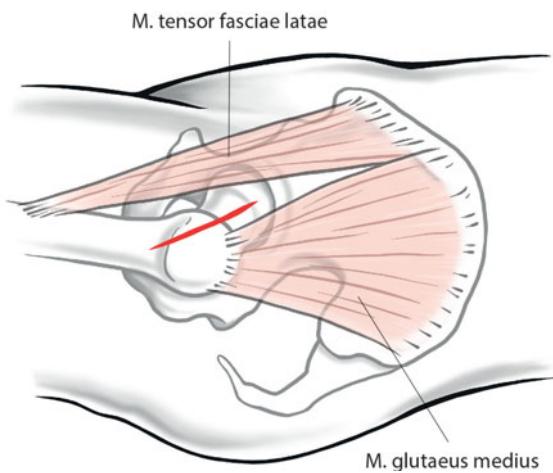


Abb. 3.27 Zugang im muskulären Intervall

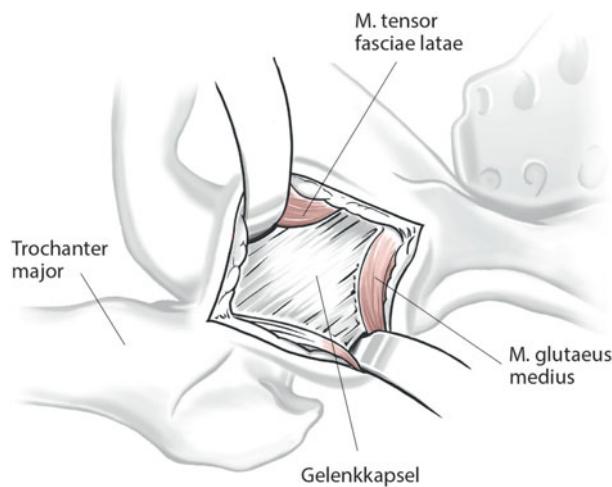


Abb. 3.28 Darstellung der Kapsel

### Schnittführung

Der Schnitt beginnt am ventralen Rand des Trochanter major auf Höhe des Tuberculum innominatum und führt nach kranial mit Richtung zwischen Spina iliaca anterior superior und Beckenkammmitte (ursprünglich direkt auf die Spina zu, für eine Schaftpräparation ist dies jedoch ungünstiger). Minimal-invasiv ist der Schnitt auf 8–10 cm Gesamtänge reduzierbar (Abb. 3.27).

### Präparation

Die Subkutis wird unter Hämostase durchtrennt, die Faszie freigelegt und längs gespalten, ggf. erfolgt die Exzision der darunterliegenden Bursa. Die Faszie wird stumpf von der darunterliegenden Muskulatur gelöst und die intermuskuläre Lücke zwischen M. tensor fasciae latae und ventral der Mm. glutaeus medius und minimus palpatorisch aufgesucht. Nun lässt sich der getastete Schenkelhals unter der Kapsel mit aufliegendem Fett mithilfe von 2 (stumpfen) Hohmann-Hebeln extrakapsulär darstellen und die Kapsel längs über dem Schenkelhals eröffnen. Das Anschlingen der Kapsel für einen späteren Verschluss ist möglich, jedoch nach neuesten Untersuchungen bei der Endoprothetik im Gegensatz zum hinteren Zugang nicht erforderlich. Die Hohmann-Hebel können jetzt nach intrakapsulär umgesetzt werden. Insbesondere

für eine spätere, bessere Darstellung des Schafts in der Endoprothetik ist ein Release der dorsomedialen Strukturen am Schenkelhals nach Kopfresektion erforderlich (Abb. 3.28).

### Gefahren

Zu den Gefahren zählen Trochanterfrakturen sowie die Blutung kreuzender Gefäße in der Muskellücke. A./V./N. femoralis sind bei korrektem Zugang von der Muskellücke weit entfernt. Besondere Vorsicht ist jedoch beim Setzen des Hohmann-Hebels am ventralen Acetabulum geboten: direkter Knochenkontakt ist erforderlich, um Gefäße und Nerven nicht einzuklemmen.

### Cave

**Das Intervall zwischen den Mm. glutaeus medius und tensor fasciae latae ist gelegentlich schwer aufzufinden, da sich der M. tensor fasciae latae während der Embryonalentwicklung vom M. glutaeus medius abspalten und die Verbindung der beiden Muskel zueinander daher sehr eng sein kann. Die motorischen Äste zur Versorgung des M. tensor fasciae latae aus dem N. gluteus superior werden bei diesem Zugang häufig gedehnt.**

### 3.5.4 Transglutealer Zugang nach Bauer

#### Indikation

- Primäre und Revisionsendoprothetik

#### Lagerung

- Rückenlage

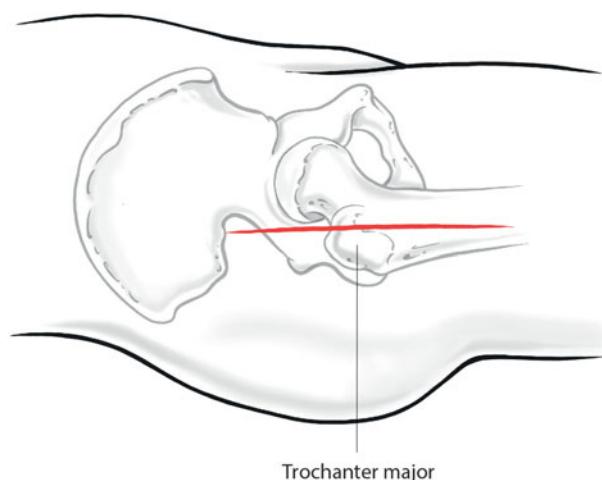


Abb. 3.29 Zugang in Rückenlage

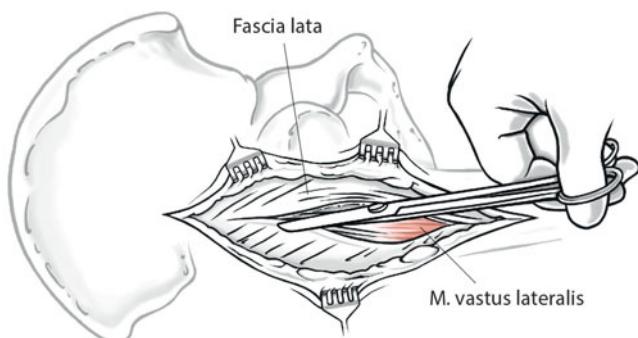


Abb. 3.30 Faszienspaltung

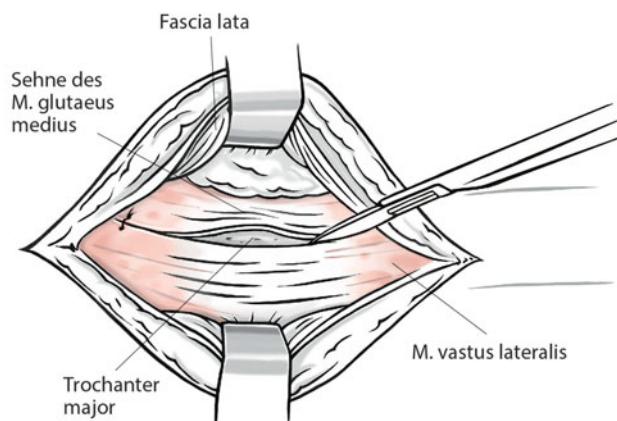


Abb. 3.31 Muskelspaltung

#### Schnittführung

Der Schnitt verläuft zentral über dem Trochanter major, minimal-invasiv ist er auf etwa 10 cm Gesamtlänge reduzierbar; hier ist in Anbetracht der Schaftpräparation eine leichte Neigung des Schnitts nach kranial-dorsal ratsam (Abb. 3.29). Eine generelle schematische Übersicht über die verschiedenen Zugangswege geben Abb. 3.18 und Abb. 3.19.

#### Präparation

Die Subkutis wird unter Hämostase durchtrennt, die Faszie freigelegt und über dem Trochanter längs gespalten, ggf. wird die darunterliegende Bursa exzidiert. Nun erfolgen die Längsspal tung und die Desinsertion des anterioren Drittels der Mm. glutaeus medius und minimus.

Der M. glutaeus wird im Faserverlauf nach kranial gespalten und am Trochanter im oberen Drittel abgelöst (und der Zugang ggf. nach distal in den M. vastus lateralis fortgeführt), um eine spätere Naht zu erleichtern (Abb. 3.30). Ventral zeigt sich die Kapsel; es können nun Hohmann-Hebel kapselnah und schenkelhalsumgreifend eingeschoben werden, ventral kann ein weiterer Hohmann-Hebel möglichst direkt am Acetabulumrand eingebracht werden. Nun wird die Kapsel längs über dem Schenkelhals eröffnet. Das Anschlingen der Kapsel für einen späteren Verschluss ist möglich, jedoch nach neuesten Untersuchungen bei der Endoprothetik im Gegensatz zum hinteren Zugang nicht erforderlich (Abb. 3.31; Abb. 3.32).

(Die gesamte Präparation wird durch eine Überkreuzung der Füße, also leichte Adduktion und Außenrotation in der Hüfte, vereinfacht). Insbesondere für eine spätere bessere Darstellung des Schafts bei der Arthroplastik ist ein Release der dorsomedialen Strukturen am Schenkelhals nach Kopfresektion erforderlich.

#### Gefahren

Eine Gefahr besteht in der möglichen Verletzung des N. glutaeus superior. Der Nerv zieht sich in Begleitung von Ästen der Vasa glutaea superiore zwischen den kleinen Glutäen nach vorn zum M. tensor fasciae latae. Er kreuzt dabei den mittleren Bereich des M. glutaeus minimus. A./V./N. femoralis sind bei korrektem Zugang von der Muskellücke weit entfernt. Besondere Vorsicht ist

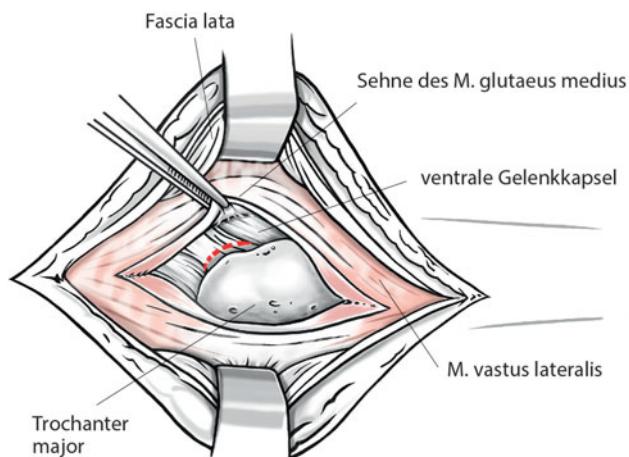


Abb. 3.32 Darstellung der Kapsel

jedoch beim Setzen des Hohmann-Hebels am ventralen Acetabulum geboten: direkter Knochenkontakt ist erforderlich, um Gefäße und Nerven nicht einzuklemmen.

### 3.5.5 Anteriorer Zugang

Siehe auch ▶ Abschn. 3.3 (modifizierter Smith-Petersen-Zugang).

#### Indikation

- Primäre Endoprothetik

#### Lagerung

- Rückenlage auf speziellem (Hyper-)Extensionstisch

#### Schnittführung

Der Schnitt beginnt üblicherweise 2 Querfinger (etwa 3–4 cm) distal und lateral der Spina iliaca anterior superior über dem M. tensor fasciae latae und verläuft parallel zu einer Linie zwischen Spina und dem Caput fibulae. Minimal-invasiv ist der Schnitt auf 8–10 cm Gesamtlänge reduzierbar. Danach folgt die weitere Präparation entsprechend dem klassischen Zugang nach Smith-Petersen (▶ Abschn. 3.3) (Abb. 3.33). Eine generelle schematische Übersicht über die verschiedenen Zugangswege geben □ Abb. 3.18 und □ Abb. 3.19.

#### Präparation

Die Subkutis wird unter Hämostase durchtrennt, die Faszie freigelegt und längs gespalten. Die Mm. sartorius und rectus femoris werden nach medial und der M. tensor fasciae latae nach lateral gedrängt. Dann kann die Kapsel nach der Ligatur von Ästen der A. circumflexa femoris lateralis und nach Eröffnung des tiefen Blattes des Tractus iliotibialis erreicht werden. Es werden stumpfe Gewebehaken zwischen die Gelenkkapsel, den M. psoas medial und den M. glutaeus minimus lateral sowie am vorderen Acetabulum medial des M. rectus femoris gesetzt. Gegebenenfalls erfolgt die partielle Resektion des Lig. iliofemorale, das die Hüftgelenkkapsel verstärkt, inkl. Caput reflexum. Eine ausreichende Mobilisierung des Femurs nach ventral mit Ablösung der superioren Kapselstrukturen vom Trochantermassiv ist für die Schaftpräparation nötig (Abb. 3.34; Abb. 3.35).

#### Erweiterung

Eine Erweiterung des Zugangs kann zur Darstellung des Femurs nach distal und lateral erfolgen, besser ist jedoch ein zweiter lateraler Zugang.

#### Gefahren

- Verletzung von N. cutaneus femoris lateralis (daher Zugang weitestmöglich distal und lateral), Blutung aus der A. circumflexa femoris lateralis
- Muskelschaden der Mm. tensor fasciae latae und glutaeus minimus bei der Schaftpräparation

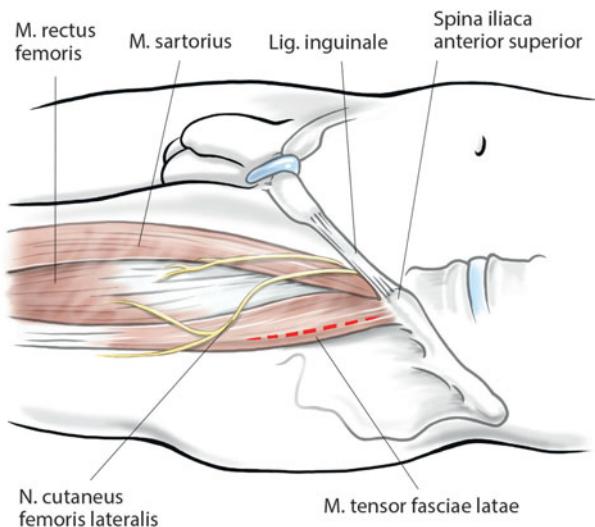


Abb. 3.33 Zugang in Rückenlage

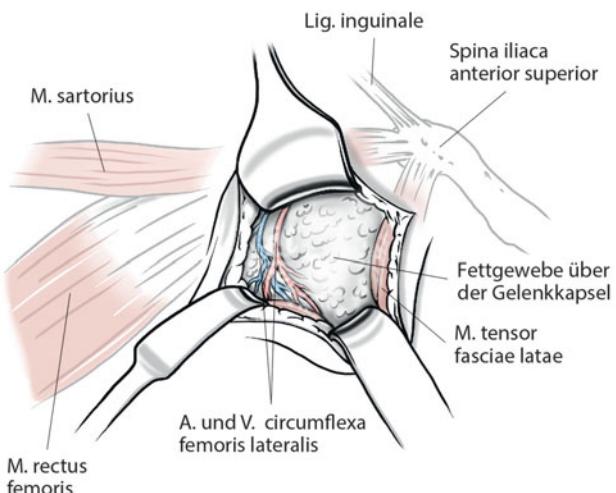


Abb. 3.34 Subkutane Präparation

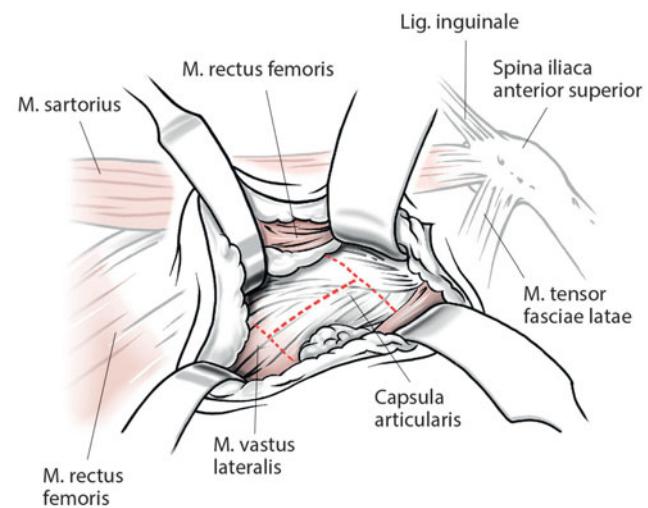


Abb. 3.35 Darstellung und Incision der Kapsel

### 3.6 Medialer Zugang zum Hüftgelenk (nach Ludloff)

#### 3.6.1 Indikation

- Hüftluxation
- Psoasrelease
- Tumoren
- Obturatorneurektomie
- Muskelabrisse (Adduktorentenotomie, meist jedoch perkutan)

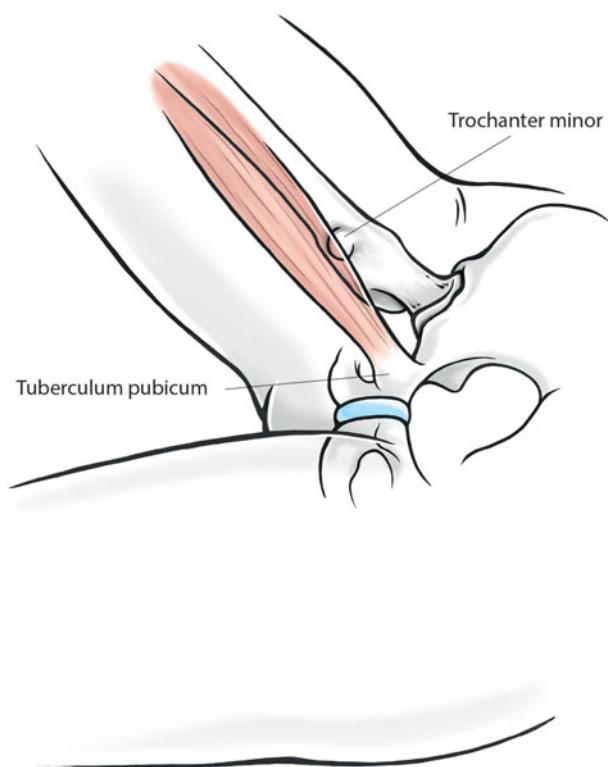


Abb. 3.36 Zugang in Rückenlage, das betroffene Bein gebeugt, abduziert und außenrotiert

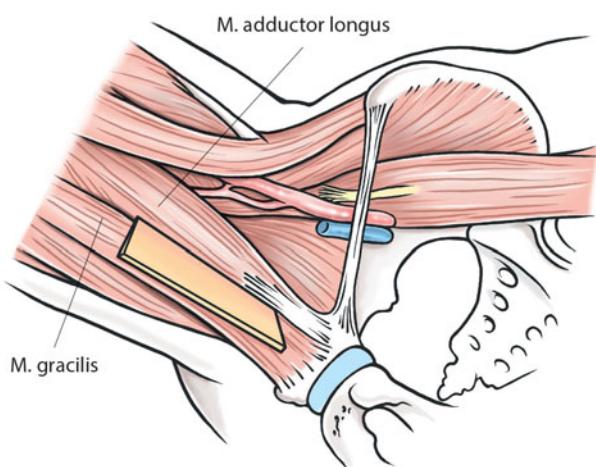


Abb. 3.37 Schematische Darstellung des tiefen Zugangs/des Muskelintervalls

#### 3.6.2 Lagerung

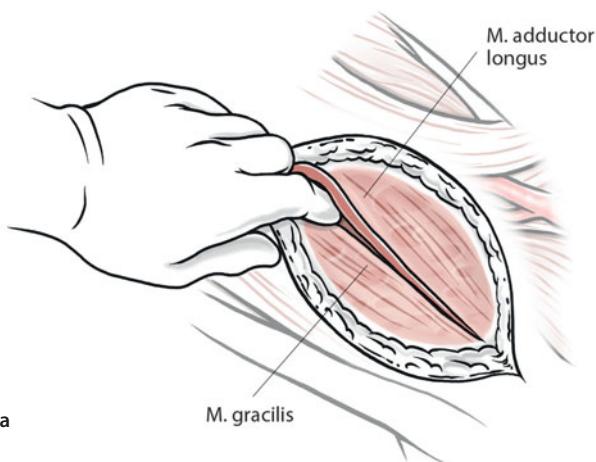
- Rückenlage, das betroffene Bein gebeugt, abduziert und außenrotiert

#### 3.6.3 Schnittführung

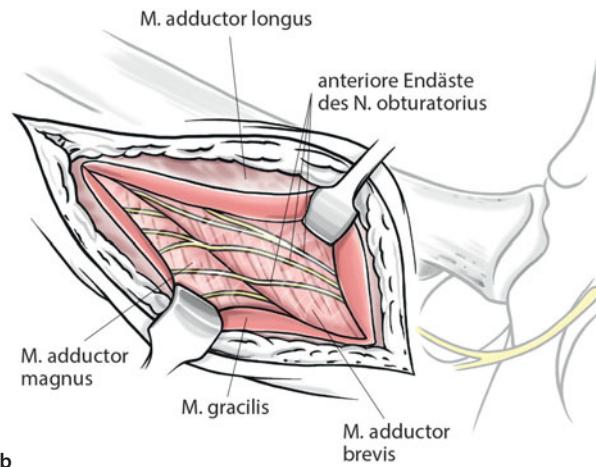
Der Schnitt verläuft etwa 3 cm kaudal des Schambeinhöckers längs über dem M. adductor longus (Länge abhängig von gewünschter Femurexposition) (Abb. 3.36).

#### 3.6.4 Präparation

Die Subkutis wird unter Hämostase durchtrennt, es erfolgt der stumpfe Zugang mit dem Finger zwischen den Leitstrukturen Mm. gracilis und adductor longus und darunter zwischen Mm. adductor brevis und magnus bis auf den Trochanter minor. Die anterioren Endäste des N. obturatorius liegen auf dem M. obturator externus und verlaufen zwischen den Mm. adductor longus und brevis, die posterioren Endäste liegen im M. obturator externus und auf dem M. adductor magnus bzw. unter dem M. adductor brevis (Abb. 3.37; Abb. 3.38).



a



b

Abb. 3.38a,b Stumpfer, tiefer Zugang mit Darstellung der Nervenäste

### 3.7 · Zugang zum Beckenkamm

#### 3.6.5 Gefahren

- Verletzung der Endäste des N. obturatorius und der A. circumflexa femoris medialis.
- Die sichere Haftung der Abdeckung an der Haut und somit auch die Sterilität sind in der Leistengegend generell gefährdet.

#### 3.7 Zugang zum Beckenkamm

##### 3.7.1 Posterior

###### Indikation

- Autograftgewinnung (Spongiosa oder trikortikaler Beckenkammspan)

###### Lagerung

- Bauchlage

###### Schnittführung

Der Schnitt verläuft parallel zum Beckenkamm (über der breitesten Stelle, da sich dort das größte Spongiosareservoir befindet) über der Spina iliaca posterior superior und nicht weiter als 8 cm anterolateral der Spina. Eine abweichende Schnittführung erfolgt bei dorsaler Wirbelsäuleninstrumentation oder pelvinen Eingriffen (Abb. 3.39).

###### Präparation

Die Subkutis wird unter Hämostase durchtrennt, daraufhin auch die Faszie längs über dem Beckenkamm. Der Längsschnitt erfolgt dabei direkt auf dem Beckenkamm (bei Kindern durch die Apophyse). Daraufhin wird die Muskulatur subperiostal nach medial und lateral abgeschoben. Es wird ein zurückklappbarer Knochendeckel (über 3 Osteotomien) für die Spongiosa geschaffen oder der trikortikale Span in der erforderlichen Größe entfernt und die Kanten abgerundet (bei Kindern auch Gewinnung langer kortikospongiöser Späne medial aus der Fossa nach großzügiger Muskelabschiebung) (Abb. 3.40).

###### Gefahren

- Verletzung der Nn. clunii (bei Extension weiter als 8 cm anterolateral der Spina iliaca posterior superior)
- Verletzung des N. ischiadicus und der A. glutaea superior bei Präparation zu weit kaudal der Spina

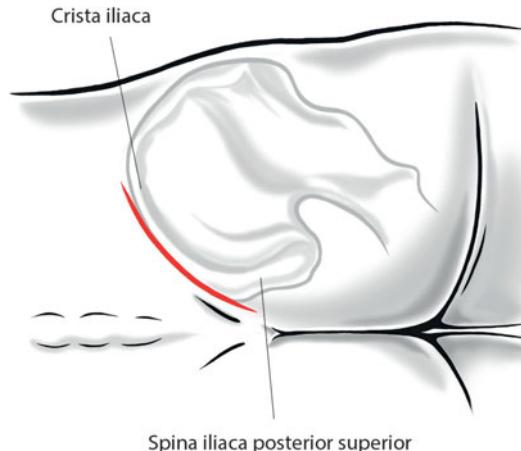


Abb. 3.39 Zugang in Bauchlage

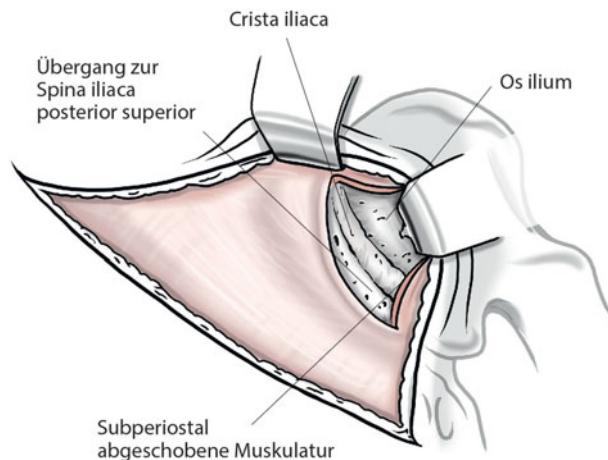


Abb. 3.40 Tiefe Präparation mit subperiostalem Abschieben der Muskulatur

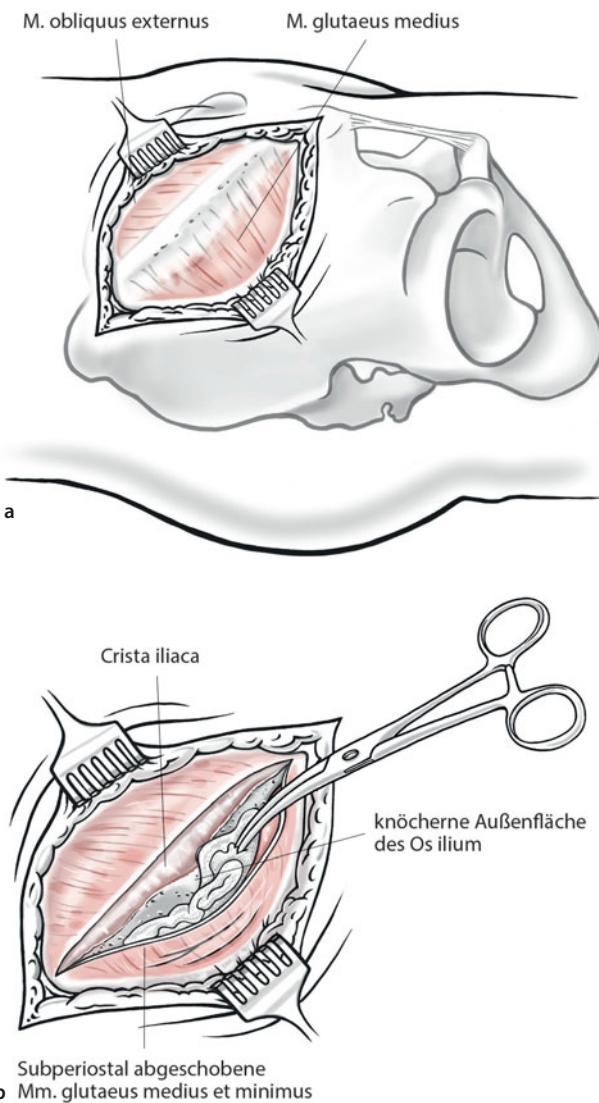


Abb. 3.41a,b Zugang über Beckenkamm, tiefe Präparation mit subperiostalem Abschieben der Muskulatur

### 3.7.2 Anterior

#### Indikation

- Autograftgewinnung (Spongiosa oder trikortikaler Beckenkammspan)

#### Lagerung

- Rückenlage

#### Schnittführung

Der Schnitt verläuft parallel zum Beckenkamm (über der breitesten Stelle, da sich dort das größte Spongiosareservoir befindet) mit 2 cm Abstand zur Spina iliaca anterior superior. Eine abweichende Schnittführung erfolgt bei weiteren pelvinen Eingriffen.

#### Präparation

Die Subkutis wird unter Hämostase durchtrennt, daraufhin auch die Faszie längs über dem Beckenkamm. Der Längsschnitt erfolgt dabei direkt auf dem Beckenkamm (bei Kindern durch die Apophyse). Daraufhin wird die Muskulatur subperiostal nach medial und lateral abgeschoben. Es wird ein zurückklappbarer Knochendeckel (über 3 Osteotomien) für die Spongiosa geschaffen oder der trikortikale Span in der erforderlichen Größe entfernt und die Kanten abgerundet (bei Kindern auch Gewinnung langer kortikospongiöser Späne medial aus der Fossa nach großzügiger Muskelabschiebung) (Abb. 3.41).

#### Gefahren

- Abtrennung der Spina iliaca anterior superior und/oder des Lig. inguinale
- Verletzung des N. cutaneus femoris lateralis

## 3.8 Zugang zur Symphysis

### 3.8.1 Indikation

- Nahezu ausschließlich zur Versorgung von Symphysen-sprengungen

### 3.8.2 Lagerung

- Rückenlage

### 3.8.3 Schnittführung

Der 10–15 cm lange Schnitt (bei Adipösen länger) verläuft kurviert in den Spaltlinien ca. 1 cm über der Symphise (Ramus superior und Tuberula i. d. R. gut tastbar), eine Zugangserweiterung ist nach lateral bis zum ilioinguinalen Zugang möglich (Abb. 3.42).

### 3.8.4 Präparation

Die Subkutis wird unter Hämostase durchtrennt, die Rektusscheide präpariert und die A./V. epigastrica superficialis dargestellt und ligiert. Nun folgt eine quer verlaufende Inzision der Rektusscheide 1 cm oberhalb der Symphise. Die Mm. rectus abdominis und pyramidalis werden durchtrennt (falls nicht bereits traumatisch geschehen) und die Blase stumpf mit dem Finger abgeschoben, wenn nötig (Abb. 3.43; Abb. 3.44). Dabei sollte nicht zu tief präpariert werden, um den Abgang der Harnröhre zu schonen.

### 3.8.5 Gefahren

- Blasenverletzung
- Harnröhrenverletzung

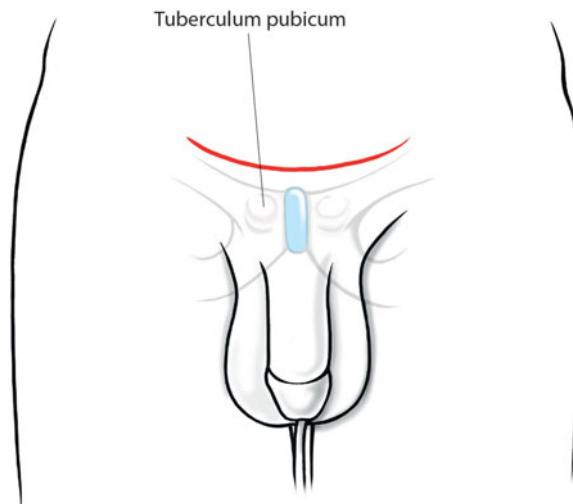


Abb. 3.42 Zugang in Rückenlage

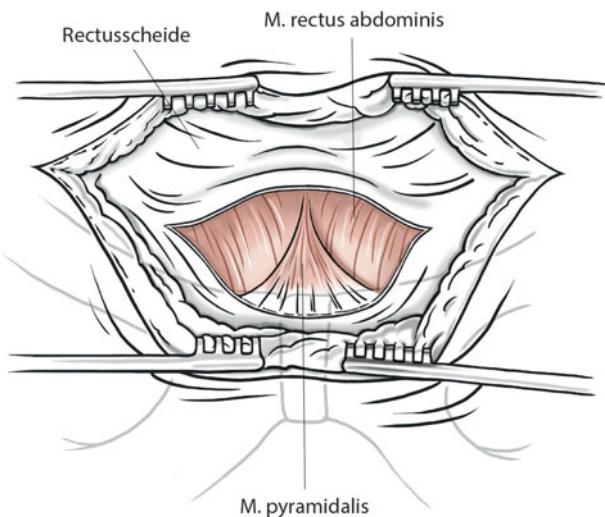


Abb. 3.43 Durchtrennung der Rektusscheide 1 cm oberhalb der Symphise

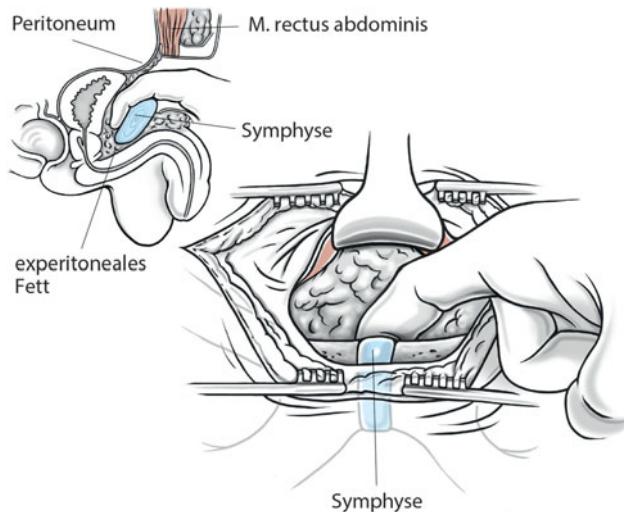


Abb. 3.44 Nach Durchtrennung der Muskeln 1 cm oberhalb der Symphise stumpfes Abschieben der Blase

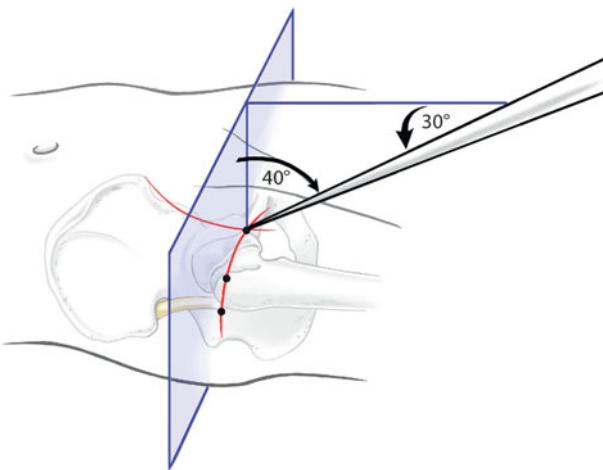


Abb. 3.45 Das anteriore Portal liegt in der Kreuzung zwischen den Linien der Spina iliaca anterior superior nach kaudal und dem Oberrand des Trochanter nach medial. Neigung 45° nach kaudal, 30° nach lateral. Das anterolaterale und posterolaterale Portal liegt am jeweiligen Trochanterrand

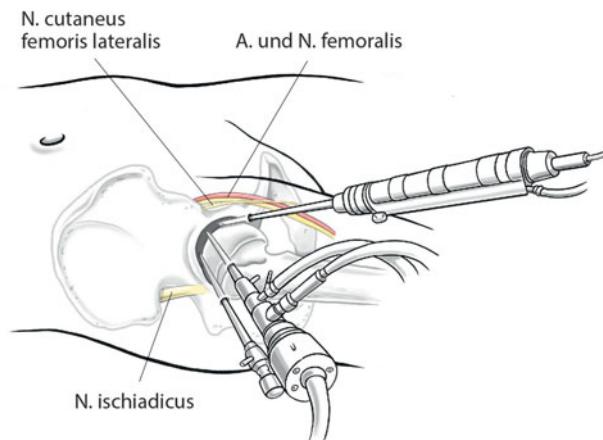


Abb. 3.46 Schematische Darstellung der Arthroskopie

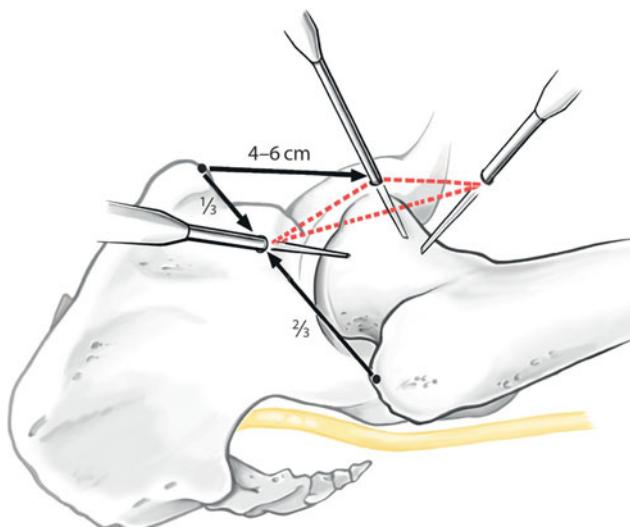


Abb. 3.47 Zugänge zum peripheren Kompartiment

## 3.9 Zugang für eine Hüftarthroskopie

### 3.9.1 Indikation

- Schenkelhalsmodellierung bei femoracetabulärem Impingement (FAI)
- Labrumläsionen
- Knorpeldiagnostik
- Entfernung freier Gelenkkörper
- etc.

### 3.9.2 Lagerung

- Rückenlage auf Extensionstisch mit Distraktion des Beins, abduziertes und flektiertes (ähnlich Steinschnittlagerung) Gegenbein

### 3.9.3 Schnittführung

- Mindestens 2(–5) Arthroskopieportale

### 3.9.4 Präparation

Eine Nadel wird bildwandlerkontrolliert von lateral, kranial und ventral des Trochanter major in den lateralen Gelenkspalt platziert und Arthroskopieflüssigkeit zur Aufhebung des intraartikulären Unterdrucks instilliert. Dann wird das Bein distrahiert, um den Kopf um etwa 1 cm nach kaudal aus der Pfanne zu ziehen. Es erfolgt anschließend eine Stichinzision neben der Nadel, gefolgt von der schrittweisen Portalanlage über die Abfolge Nadel – Führungsdrähte – ggf. Portaldehner – Trokar. Weitere (ebenfalls schrittweise) Portalanlagen erfolgen auch unter Bildwandlerkontrolle bzw. intraartikulärer Sicht. Beim Einschwenken ins periphere Kompartiment erfolgen das Lösen der Extension/Distraktion und die Unterlagerung des Beins in Hüftflexion.

### 3.9.5 Gefahren

- Gefäß- und Nervenläsionen bei Nichtbeachtung der Landmarken oder zu starker Distraktion und/oder suboptimaler Lagerung/Polsterung inguinal (Abb. 3.45; Abb. 3.46; Abb. 3.47)

# Oberschenkel

B. Rath

## 4.1 Anteriorer Zugang – 71

- 4.1.1 Indikation – 71
- 4.1.2 Lagerung – 71
- 4.1.3 Schnittführung – 71
- 4.1.4 Präparation – 71
- 4.1.5 Wundverschluss – 72
- 4.1.6 Gefahren – 72

## 4.2 Distaler anteromedialer Zugang – 73

- 4.2.1 Indikation – 73
- 4.2.2 Lagerung – 73
- 4.2.3 Schnittführung – 73
- 4.2.4 Präparation – 73
- 4.2.5 Wundverschluss – 74
- 4.2.6 Gefahren – 74

## 4.3 Lateraler Zugang – 75

- 4.3.1 Indikation – 75
- 4.3.2 Lagerung – 75
- 4.3.3 Schnittführung – 75
- 4.3.4 Präparation des proximalen Femuranteils – 75
- 4.3.5 Präparation des mittleren Femuranteils – 76
- 4.3.6 Präparation des distalen Femuranteils – 77

## 4.4 Medialer Zugang – 78

- 4.4.1 Indikation – 78
- 4.4.2 Lagerung – 78
- 4.4.3 Schnittführung – 78
- 4.4.4 Präparation – 78
- 4.4.5 Wundverschluss – 80
- 4.4.6 Gefahren – 80

## 4.5 Posteriorer Zugang – 80

- 4.5.1 Indikation – 80
- 4.5.2 Lagerung – 80
- 4.5.3 Schnittführung – 80
- 4.5.4 Präparation – 80
- 4.5.5 Wundverschluss – 83
- 4.5.6 Gefahren – 83

## **4.6 Posterolateraler Zugang – 84**

- 4.6.1 Indikation – 84
- 4.6.2 Lagerung – 84
- 4.6.3 Schnittführung – 84
- 4.6.4 Präparation – 85
- 4.6.5 Wundverschluss – 85
- 4.6.6 Gefahren – 85

## 4.1 Anteriorer Zugang

### 4.1.1 Indikation

- Femurfrakturen
- Tumoren des Oberschenkels
- Osteomyelitis des Femurs
- Femurosteotomien

### 4.1.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Auf eine frei bewegliche Lagerung des Beins ist zu achten.

### 4.1.3 Schnittführung

Die Spina iliaca anterior superior und die Patella werden jeweils palpiert und ggf. markiert. Der Hautschnitt beginnt ca. 10 cm distal der Spina iliaca anterior superior und verläuft in einer Linie

auf den lateralen Patellarand zu. Je nach Operationsindikation ist die Länge und Lokalisation des Hautschnitts zu wählen (Abb. 4.1).

### 4.1.4 Präparation

Nach Durchtrennung des Subkutangewebes erfolgt die Darstellung der Fascia lata (Abb. 4.2). Die Faszie wird gespalten und der Musculus rectus femoris sowie der Musculus vastus lateralis werden dargestellt. Im distalen Bereich des Zugangs erfolgt eine scharfe Spaltung im Intervall zwischen dem proximalen Anteil der Sehne des M. rectus femoris und dem M. vastus lateralis nach proximal. Dazu müssen die Vasa perforantes distal ligiert werden. Die Äste der Arteria circumflexa femoris lateralis im mittleren Wundbereich werden bei der Spaltung der Muskulatur vorsichtig dargestellt, angeschlungen und nach ventral gehalten. Der darunterliegende M. vastus intermedius wird von den beiden Muskeln abgelöst und dargestellt (Abb. 4.3). Danach wird der M. vastus intermedius im Verlauf des tastbaren Femurs scharf bis auf den Knochen gespalten.

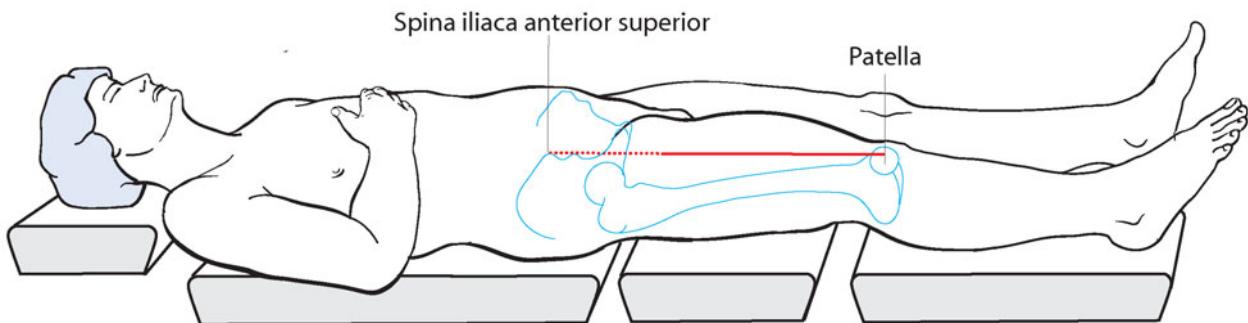


Abb. 4.1 Schnittführung beim anterioren Zugang zum Femur

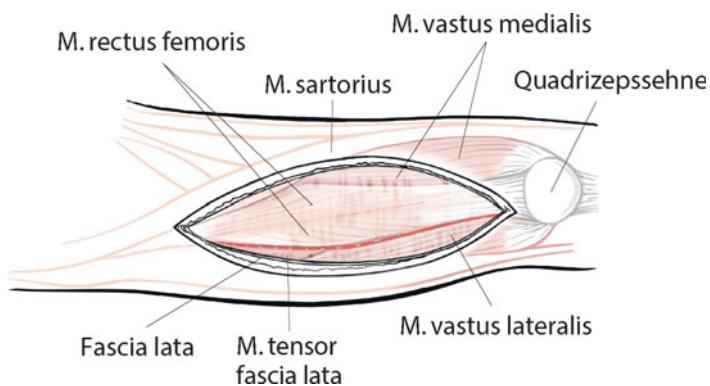


Abb. 4.2 Darstellung der Anteile des M. quadriceps femoris nach Eröffnung der Fascia lata

### **Cave**

Der M. vastus medialis sollte nur bis maximal 10 cm proximal der Patella gespalten werden, um die Eröffnung der Kniegelenkkapsel zu vermeiden.

Das Femur kann nun durch den Einsatz von Hohmann-Hebeln dargestellt werden (Abb. 4.4).

4

### 4.1.5 Wundverschluss

Der M. vastus medialis wird über dem Femur mit adaptierenden Nähten verschlossen. Danach erfolgt ein schichtweiser Verschluss der Faszie, des Subkutangewebes und der Haut.

### 4.1.6 Gefahren

- Durchtrennung der Äste der Arterie circumflexa femoris lateralis und des Nervus femoralis im proximalen Zugangsbereich.

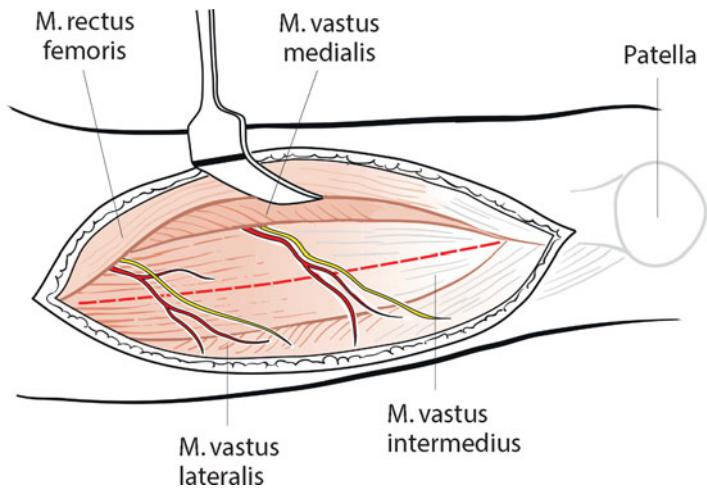


Abb. 4.3 Präparation des M. vastus intermedius nach Spaltung der Muskulatur zwischen M. rectus femoris und M. vastus lateralis

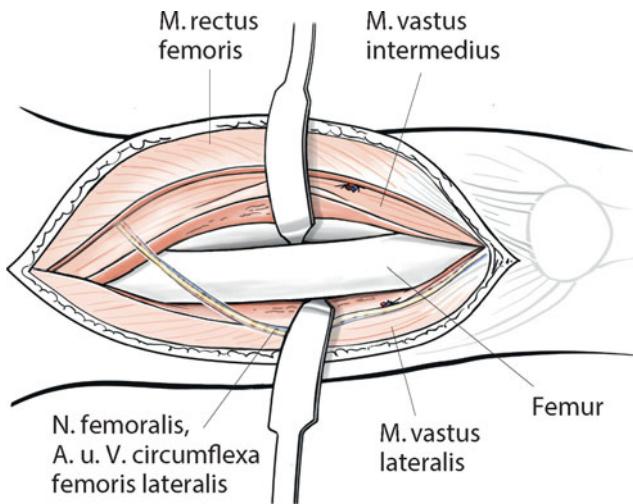


Abb. 4.4 Darstellung des ventralen Femur

## 4.2 Distaler anteromedialer Zugang

### 4.2.1 Indikation

- Distale Femurfrakturen
- Tumoren des Oberschenkels
- Osteomyelitis des Femurs
- Femurosteotomien

### 4.2.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Auf eine frei bewegliche Lagerung des Beins ist zu achten.

### 4.2.3 Schnittführung

Der Hautschnitt beginnt ca. 20 cm proximal der Patella zwischen dem M. vastus medialis und dem M. rectus femoris und verläuft in Richtung des medialen Patellapols.

### 4.2.4 Präparation

Nach Durchtrennung des Subkutangewebes erfolgt die Darstellung der Oberschenkelfaszie. Die Faszie wird zwischen dem M. rectus femoris und dem M. vastus medialis gespalten (Abb. 4.5). Die Quadrizepssehne wird ca. 10 cm proximal der Patella im Bereich des medialen Drittels gespalten. Die Inzision wird zwischen dem M. vastus medialis und dem M. rectus femoris fortgesetzt. Der M. vastus medialis wird nach medial und der M. rectus femoris nach lateral gehalten (Abb. 4.6).

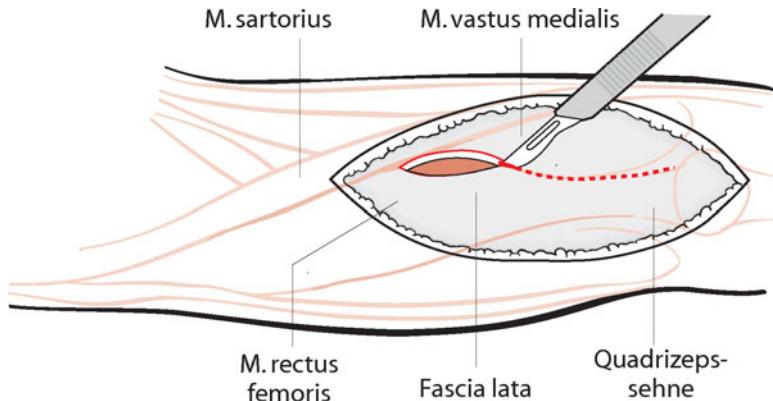


Abb. 4.5 Anteromedialer Zugang zum Femur

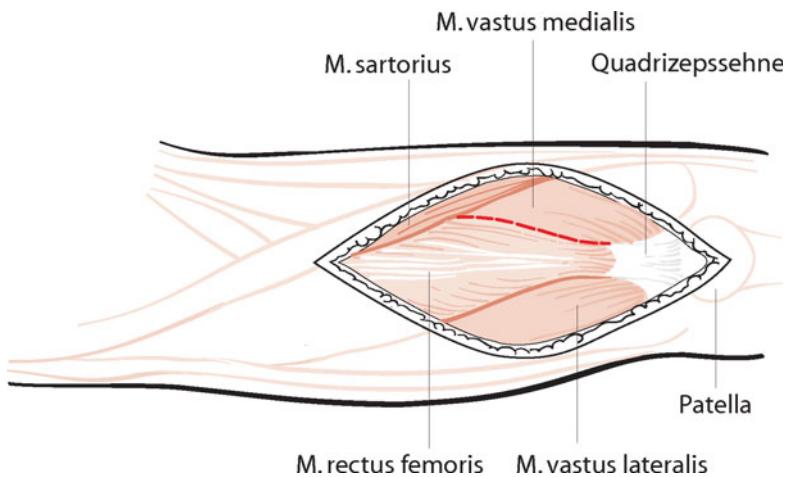
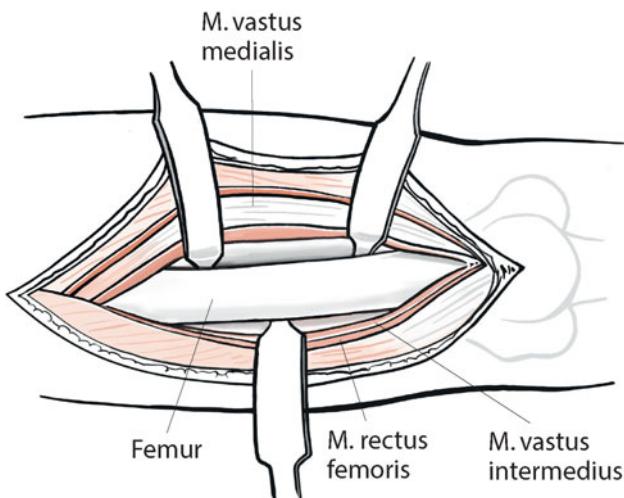


Abb. 4.6 Zugang zum M. vastus intermedius, Quadrizepssehne



■ Abb. 4.7 Spaltung des M. vastus intermedius

Der darunterliegende M. vastus intermedius kommt zur Darstellung. Der Muskelbauch wird scharf bis auf das Periost gespalten (■ Abb. 4.7). Das Femur kann mit Hohmann-Hebeln dargestellt werden. Über eine mediale parapatellare Inzision kann der Zugang erweitert werden (► Kap. 5, »Knie«).

#### 4.2.5 Wundverschluss

Der M. vastus medialis wird über dem Femur verschlossen. Danach erfolgen eine Adaptation des M. rectus femoris und des M. vastus intermedius sowie eine Naht der Quadrizepssehne. Nachfolgend werden schichtweise die Faszie, das Subkutangewebe und die Haut verschlossen.

#### 4.2.6 Gefahren

- Durchtrennung der A. superior medialis genus im distalen Bereich.
- Die Quadrizepssehne sollte im medialen Drittel gespalten werden, um so eine Ablösung des M. vastus medialis zu vermeiden.

## 4.3 Lateraler Zugang

Der laterale Zugang ist der am häufigsten verwendete Zugang zum Femur und kann in 3 Abschnitte unterteilt werden:

1. Zugang zum proximalen Dritt
2. Zugang zum mittleren Dritt
3. Zugang zum distalen Dritt

### 4.3.1 Indikation

- Femurfraktur (intertrochantär bis suprakondylär)
- Femurosteotomie
- Femurseudarthrosen
- Tumoren des Oberschenkels
- Osteomyelitis des Femurs

### 4.3.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage mit frei beweglichem Bein. Für einen Zugang zum proximalen Femur kann das Gesäß

unterpolstert und erhöht gelagert werden. Bei dislozierten Frakturen kann eine Lagerung auf dem Extensionstisch erfolgen.

### 4.3.3 Schnittführung

Der Trochanter major und der Epicondylus femoris lateralis werden palpiert und ggf. markiert. Der Hautschnitt erfolgt je nach Operationsindikation vom Trochanter major zum Epicondylus femoris lateralis (Abb. 4.8).

### 4.3.4 Präparation des proximalen Femuranteils

Nach dem Hautschnitt vom Trochanter major nach distal erfolgt die Durchtrennung des Subkutangewebes und die Darstellung der Fascia lata, die im Verlauf des Hautschnitts scharf gespalten wird. Der M. vastus lateralis kann an seinem Unterrand von distal nach proximal bis ca. 2 cm distal der vastuglutealen Schlinge scharf am Knochen abgesetzt werden. Vor der vastuglutealen Schlinge wird der Schnitt L-förmig nach ventral fortgeführt (Abb. 4.9). Des Weiteren ist auch eine Spaltung des M. vastus lateralis im Verlauf möglich.

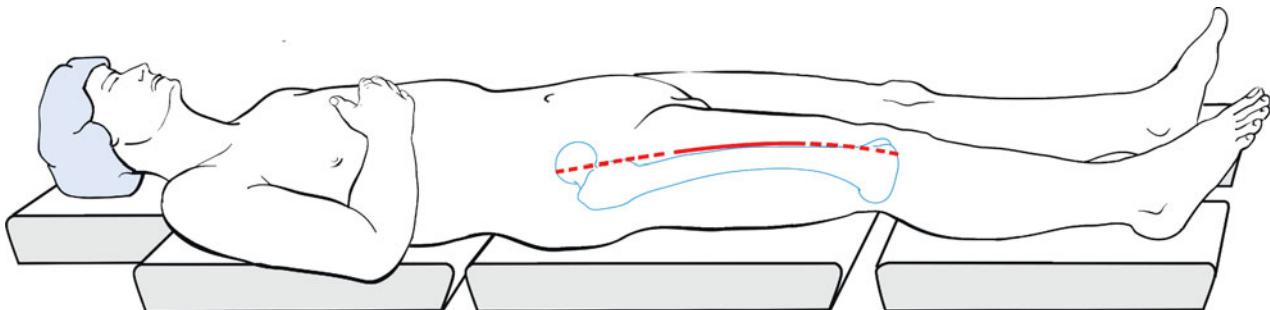


Abb. 4.8 Schnittführung für den lateralen Zugang zum Femur. Je nach Indikation wird ein proximaler, mittlerer oder distaler Hautschnitt durchgeführt und ggf. erweitert

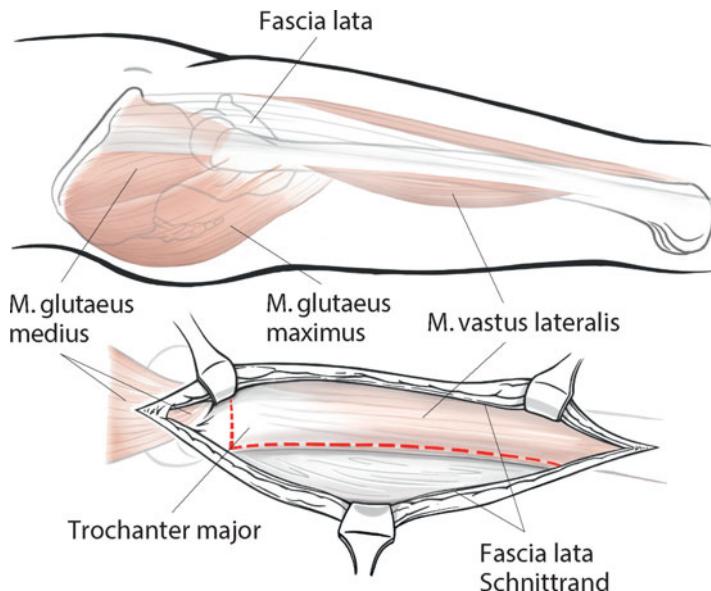


Abb. 4.9 Sicht nach Eröffnen der Faszie lata: M. vastus lateralis, Faszie lata, M. glutaeus medius, Trochanter major

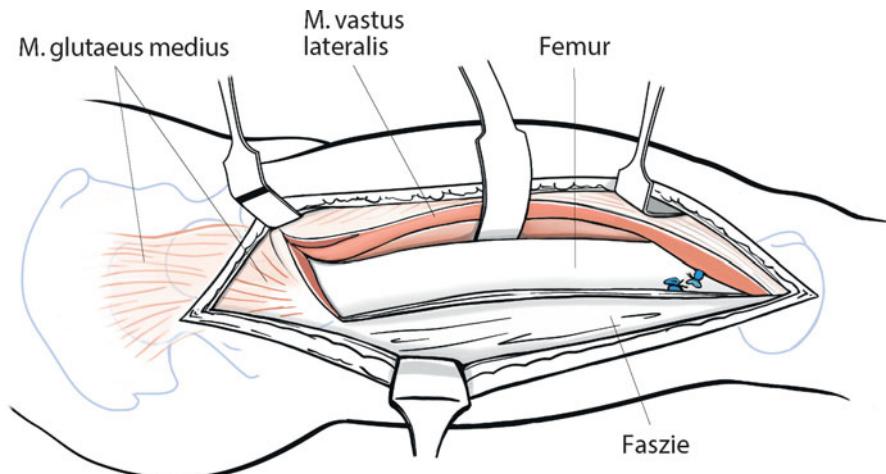


Abb. 4.10 Darstellung des lateralen proximalen Femurs

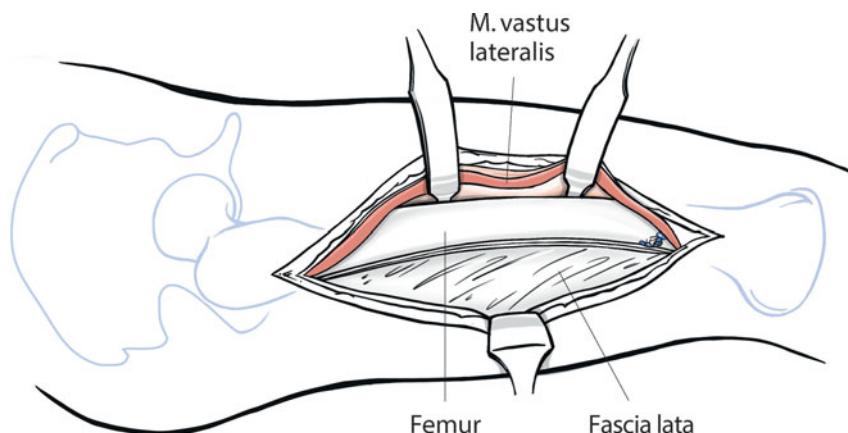


Abb. 4.11 Darstellung des mittleren lateralen Femurs von lateral mit Erweiterung nach proximal und distal

Der M. vastus lateralis wird nun nach ventral abpräpariert und mit einem Retraktor nach medial gehalten. Dabei werden die Vasa perforantes ligiert. Das proximale Femur kann nun mit Hohmann-Hebeln dargestellt werden (Abb. 4.10).

### Wundverschluss

Der M. vastus lateralis wird nach lateral zurückgeklappt und im Bereich des Septum intermusculare laterale sowie proximal mit adaptierenden Nähten fixiert. Nachfolgend werden die Fascia lata, das Subkutangewebe und die Haut schichtweise verschlossen.

### Gefahren

- Verletzung der Vasa perforantes.

### 4.3.5 Präparation des mittleren Femuranteils

Zur Darstellung des mittleren Femurs erfolgen nach dem Hautschnitt die subkutane Präparation und die Darstellung des Tractus iliotibialis. Dieser wird scharf gespalten. Es erfolgt eine stumpfe Mobilisation des Unterrands des M. vastus lateralis. Die Vasa perforantes werden aufgesucht und ligiert. Der Unterrand des M. vastus lateralis wird nach ventral gehalten und der M. vastus intermedius mit einem Raspatorium vom ventralen Femur abgelöst. Das Femur wird dann mit Hohmann-Hebeln dargestellt (Abb. 4.11).

### Wundverschluss

Der M. vastus intermedius und lateralis werden nach lateral zurückgeklappt. Nachfolgend werden der Tractus iliotibialis, das Subkutangewebe und die Haut schichtweise verschlossen.

### Gefahren

- Verletzung der Vasa perforantes.
- Unzureichender Verschluss des Tractus iliotibialis kann zu einer Herniation führen.

#### 4.3 · Lateraler Zugang

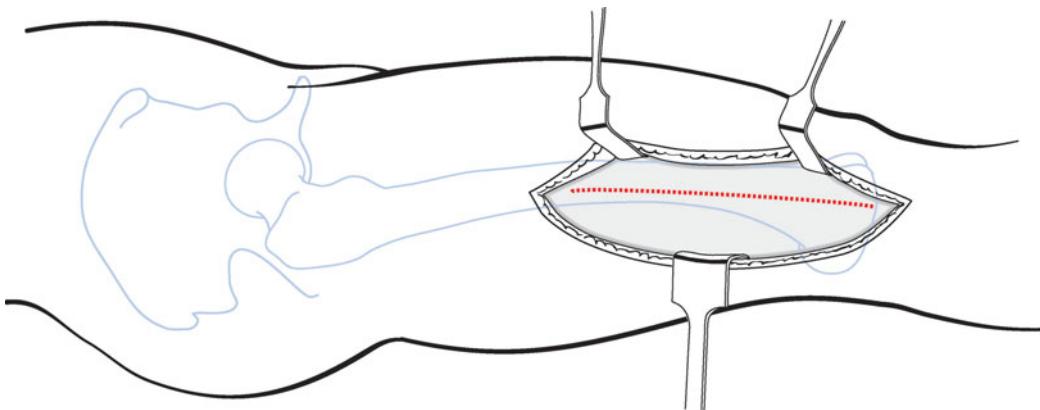


Abb. 4.12 Darstellung der Fascia lata am distalen lateralen Oberschenkel

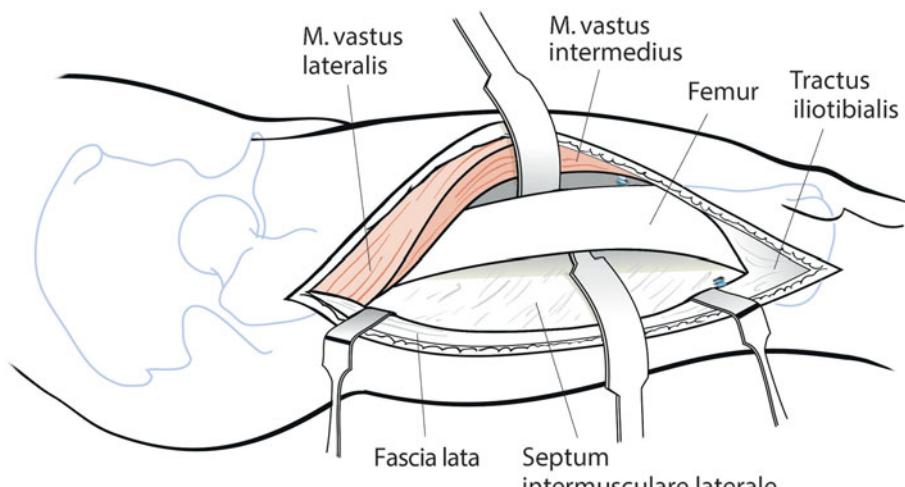


Abb. 4.13 Darstellung des distalen Femurs

#### 4.3.6 Präparation des distalen Femuranteils

Zur Darstellung des distalen Femuranteils wird der Hautschnitt nach distal bis zum Tuberculum gerdyi verlängert. Nach dem Hautschnitt erfolgen die subkutane Präparation und die Darstellung des Tractus iliotibialis. Dieser wird scharf gespalten. Es erfolgt eine stumpfe Mobilisation des Unterrands des M. vastus lateralis. Die Vasa perforantes werden aufgesucht und ligiert. Bei distalem Zugang zum Condylus lateralis werden die Vasa superior lateralis genus ebenfalls ligiert (Abb. 4.12). Der Unterrand des M. vastus lateralis wird nach ventral gehalten. Das Femur wird mit Hohmann-Hebeln dargestellt (Abb. 4.13).

#### Wundverschluss

Der M. vastus lateralis wird nach lateral zurückgeklappt. Nachfolgend werden der Tractus iliotibialis, das Subkutangewebe und die Haut schichtweise verschlossen.

#### Gefahren

- Verletzung der Vasa perforantes.
- Akzidentielle Eröffnung der Kniegelenkskapsel.
- Verletzung der Vasa nutricia des Femurs im Übergang vom mittleren zum distalen Drittel.

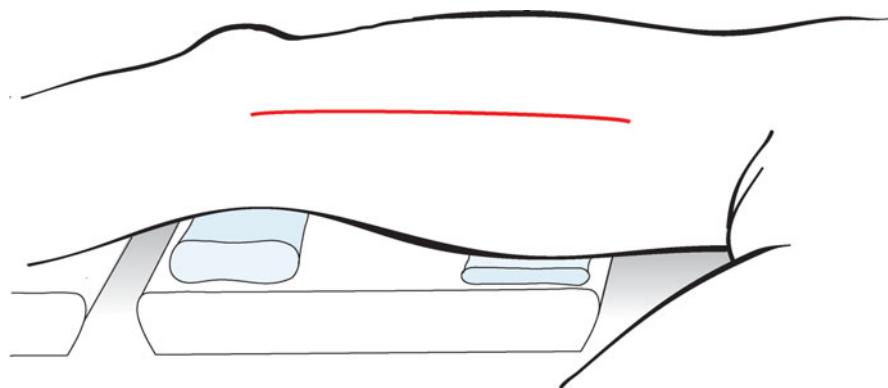


Abb. 4.14 Schnittführung beim medialen Zugang zum Femur

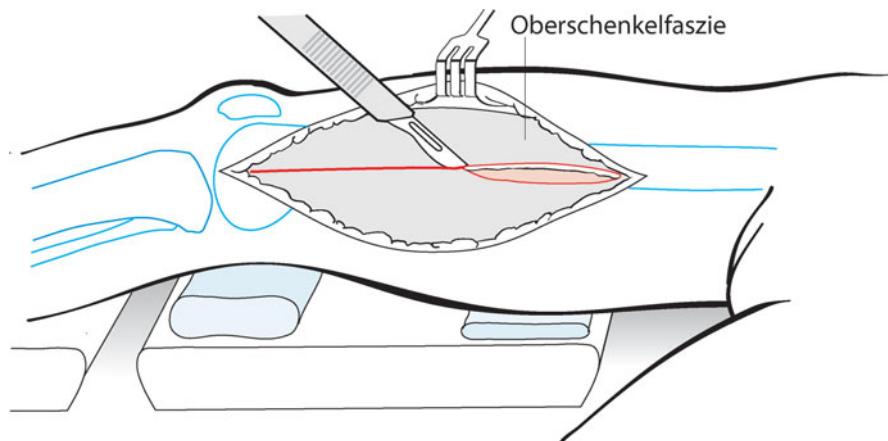


Abb. 4.15 Darstellung der Faszie des M. vastus medialis

## 4.4 Medialer Zugang

### 4.4.1 Indikation

- Femurosteotomie
- Tumoren und Entzündungen des Oberschenkels
- Femurfrakturen

### 4.4.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Der Oberschenkel wird durch ein Kissen unter Oberschenkel und Knie leicht angehoben (Abb. 4.14).

### 4.4.3 Schnittführung

Circa 3 cm proximal der Epicondylus femoris medialis beginnt der Hautschnitt und verläuft nach proximal. Die Länge des Zugangs richtet sich nach der Operationsindikation.

### 4.4.4 Präparation

Nach Durchtrennung des Subkutangewebes wird die Faszie über dem M. vastus medialis dargestellt und von proximal nach distal gespalten (Abb. 4.15). Der M. vastus medialis wird an seiner distalen Begrenzung von dorsal digital unterminiert und vom Septum intermusculare mediale abgelöst (Abb. 4.16).

Dazu müssen die Äste der A. genus descendens und die Vasa perforantes aufgesucht und ligiert werden. Der M. vastus medialis kann nun nach lateral und ventral gehalten werden. Das Femur wird mit Hohmann-Hebeln, die ventral eingesetzt werden, dargestellt. Auf das Einsetzen von Hohmann-Hebeln um das dorsale Femur sollte zur Schonung der Aa. nutriciae, wenn möglich, verzichtet werden (Abb. 4.17).

Bei Bedarf kann der Zugang nach proximal erweitert werden. Dazu erfolgt eine vorsichtige Mobilisation des M. vastus medialis entlang des Septum intermusculare mediale nach proximal (Abb. 4.18).

#### **!** Cave

Bei einer proximalen Erweiterung des Zugangs sind die Äste des N. femoralis und der Vasa profunda femoris gefährdet.

Eine Erweiterung des Zugangs nach distal kann über einen mediopatellaren Zugang (Kap. 5, »Kniegelenk«) erfolgen.

## 4.4 · Medialer Zugang

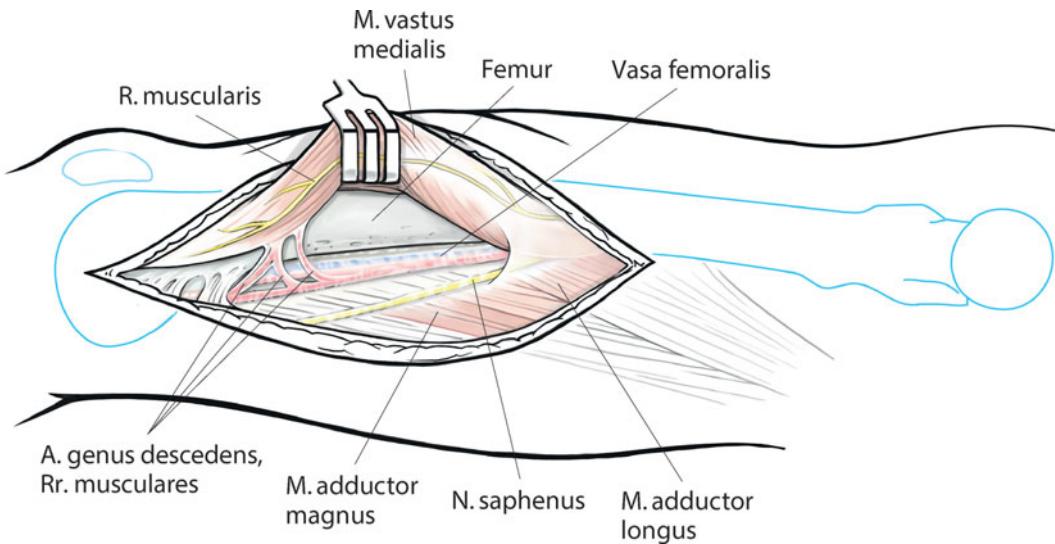


Abb. 4.16 Mobilisation des M. vastus medialis

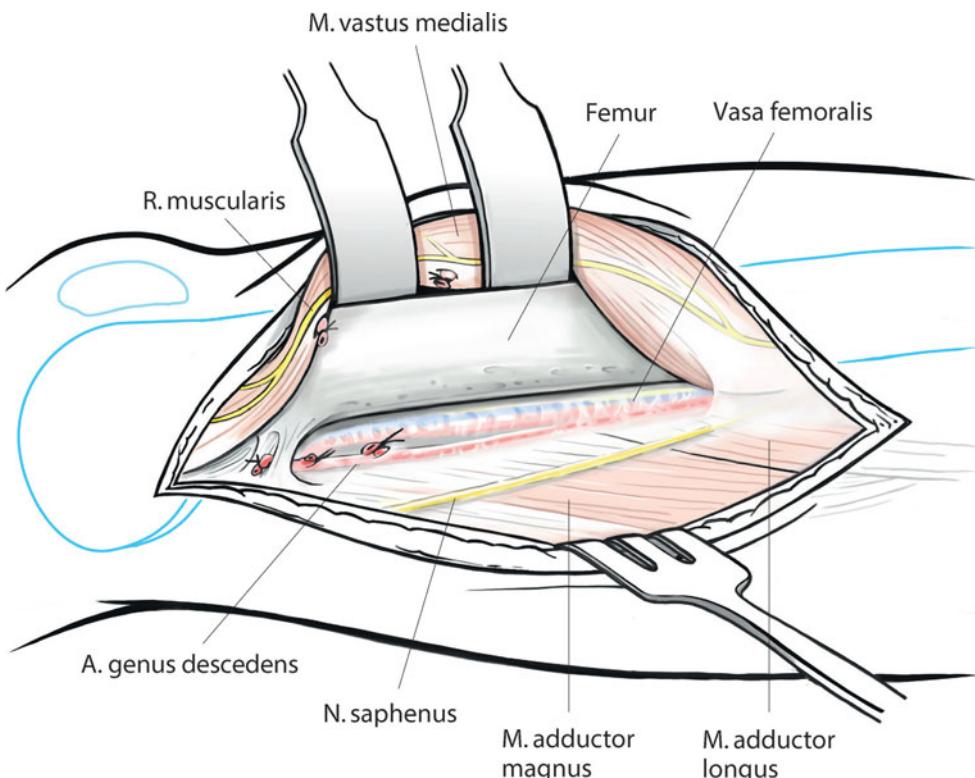


Abb. 4.17 Darstellung des distalen Femurs von medial

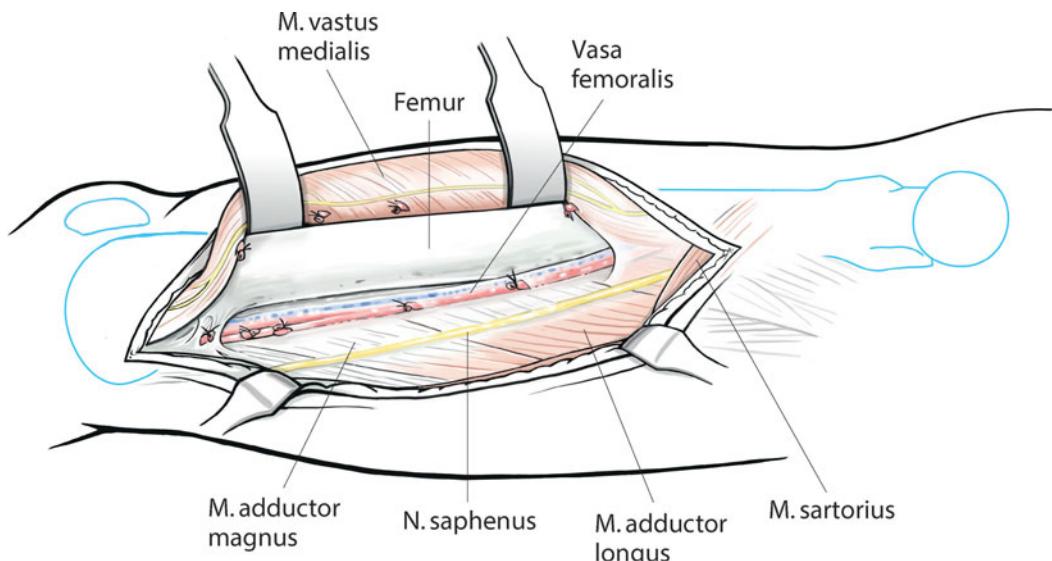


Abb. 4.18 Erweiterung des Zugangs nach proximal

#### 4.4.5 Wundverschluss

Der M. vastus medialis legt sich nach Entfernung der Hohmann-Hebel in seine anatomische Position zurück. Es erfolgt der Verschluss der Faszie, gefolgt vom schichtweisen Verschluss des Subkutangewebes und der Haut.

#### 4.4.6 Gefahren

- Verletzung der Vasa femoralia bei der Darstellung des dorsalen Femuranteils.

#### 4.5 Posteriorer Zugang

##### 4.5.1 Indikation

- Femurfrakturen
- Verletzung des N. ischiadicus
- Tumoren im Bereich des Oberschenkels
- Osteomyelitis des Femurs

##### 4.5.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Bauchlage. Auf eine gute Polsterung der exponierten Stellen ist zu achten.

##### 4.5.3 Schnittführung

Der Hautschnitt verläuft von der Glutealfalte bis zur Kniekehle und kann in Abhängigkeit der Indikation in der Länge variieren (Abb. 4.19).

##### 4.5.4 Präparation

Nach Durchtrennung des Subkutangewebes wird die Faszie dargestellt. Die Faszie wird lateral des N. cutaneus femoris posterior gespalten (Abb. 4.20). Das Caput longum des M. biceps femoris wird aufgesucht und nach medial gehalten. Danach erfolgt die Mobilisation des Caput breve des M. biceps femoris unter Schonung des im mittleren Bereich von proximal-medial nach distal-lateral kreuzenden Ramus muscularis peronei communis (Abb. 4.21).

Das Caput breve des M. biceps femoris wird ebenfalls nach medial gehalten. Der Ursprung des Caput breve des M. biceps femoris im Bereich der Linea aspera wird aufgesucht und mit einem Raspatorium scharf nach medial abgelöst, wodurch das

## 4.5 • Posteriorer Zugang

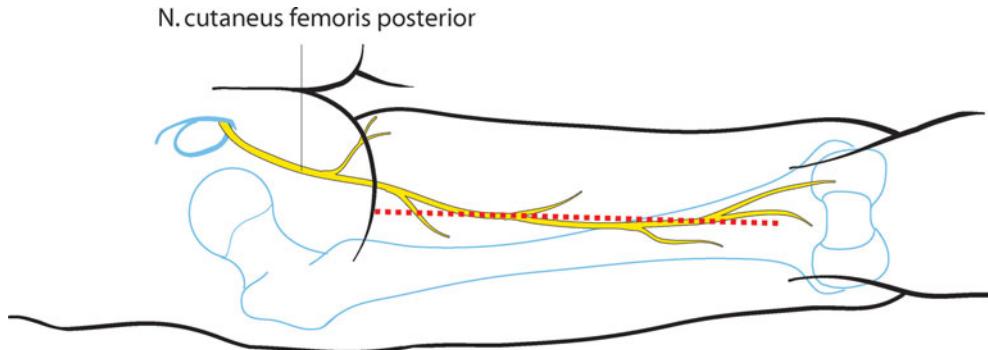


Abb. 4.19 Schnittführung beim posterioren Zugang zum Femur

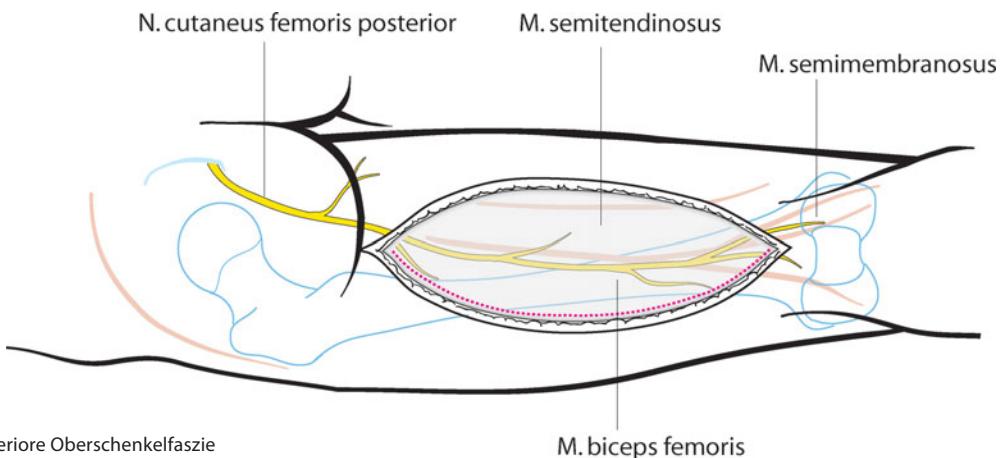


Abb. 4.20 Posteriore Oberschenkelfaszie

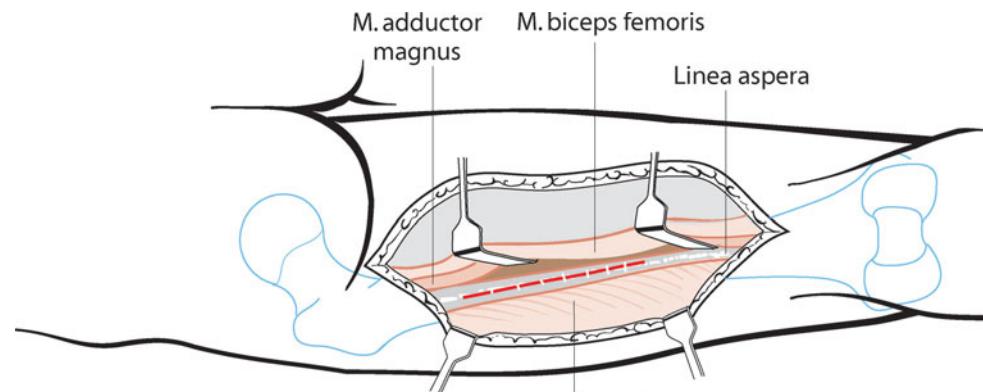


Abb. 4.21 Präparation der Linea aspera

proximale posteriore Femur dargestellt wird. Zur besseren Übersicht kann der M. adductor magnus partiell im Bereich der Linea aspera abgelöst werden. Das Femur wird mit Hohmann-Hebeln dargestellt (Abb. 4.22).

Zur Darstellung des Femurs im distalen Bereich werden das Caput longum und das Caput breve des M. biceps femoris nach lateral gehalten und der N. ischiadicus auf dem M. adductor magnus dargestellt (Abb. 4.23). Der N. ischiadicus wird vorsichtig mobilisiert, angeschlungen und nach lateral gehalten. Zwischen dem M. adductor magnus und dem Caput breve des M. biceps femoris wird die Linea aspera freigelegt (Abb. 4.24).

Im Verlauf der Linea aspera wird das Periost gespalten und nach medial und lateral präpariert. Das Femur wird mit Hohmann-Hebeln dargestellt.

Sollte eine Darstellung des N. ischiadicus im proximalen Anteil indiziert sein, wird die Faszie medial des N. cutaneus femoris posterior gespalten (Abb. 4.25).

Der M. semitendinosus und das Caput longum des M. biceps femoris werden aufgesucht und digital getrennt. Der M. semitendinosus wird nach medial und der M. biceps femoris nach lateral gehalten (Abb. 4.26). Der N. ischiadicus stellt sich nun unter der Muskulatur auf dem M. adductor magnus verlaufend dar.

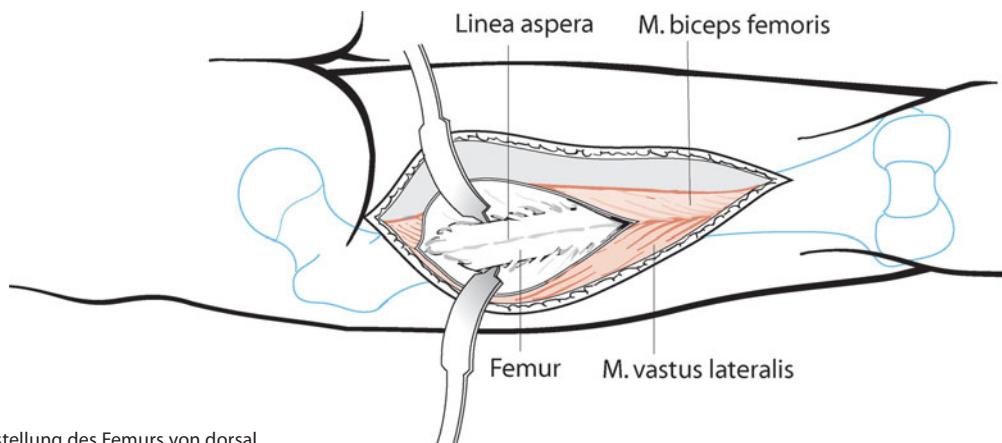


Abb. 4.22 Darstellung des Femurs von dorsal

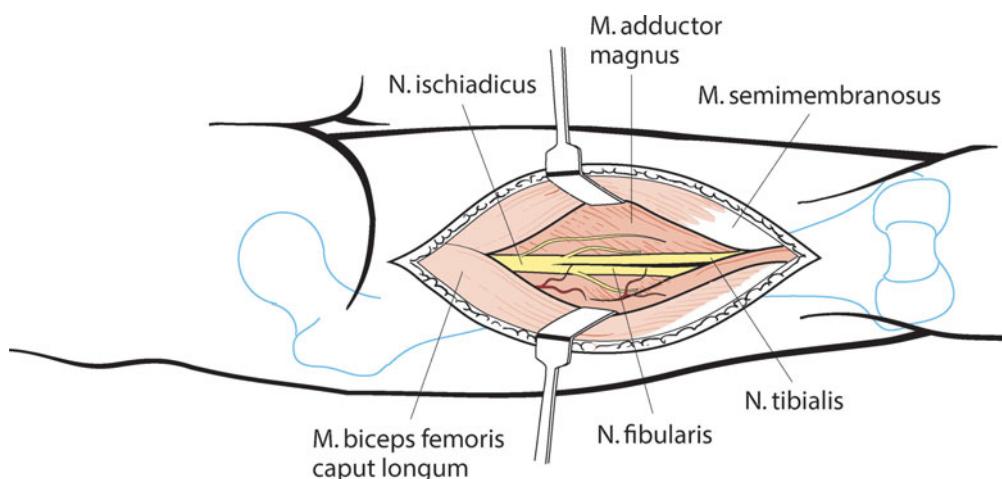


Abb. 4.23 Darstellung des N. Ischiadicus

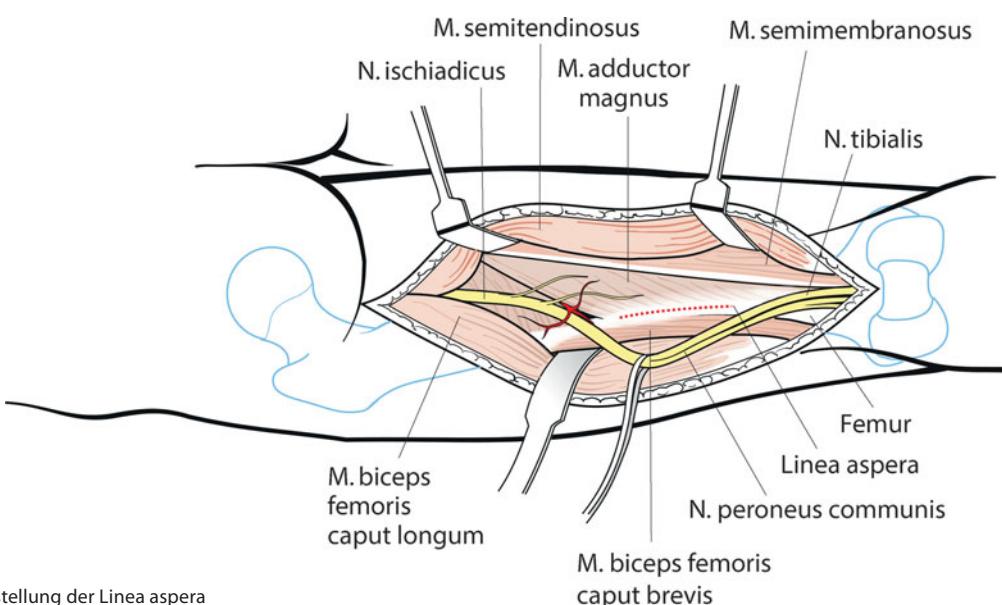
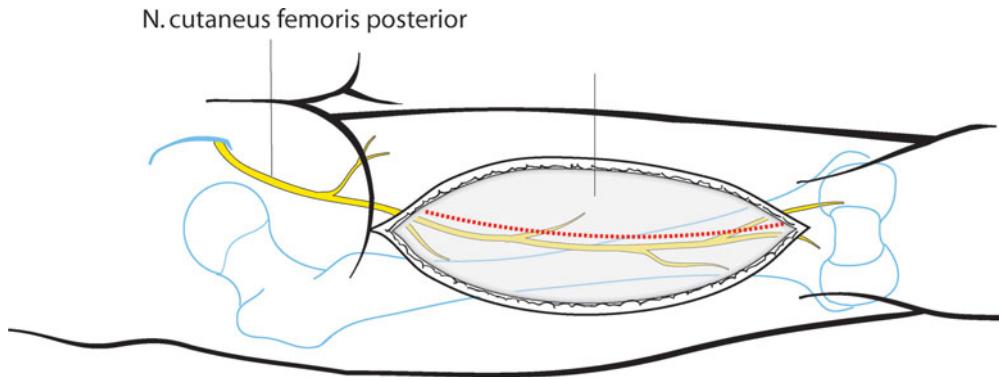
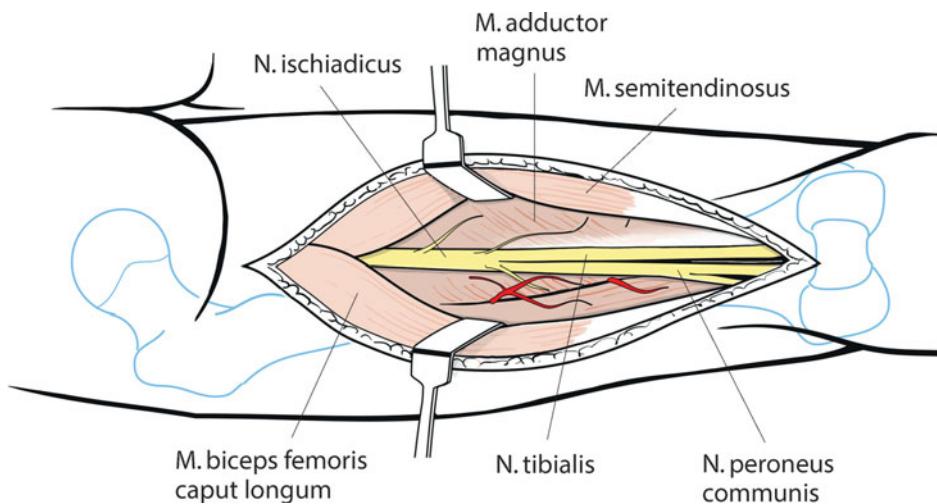


Abb. 4.24 Darstellung der Linea aspera

#### 4.5 • Posteriorer Zugang



■ Abb. 4.25 Posteriore Oberschenkelfaszie



■ Abb. 4.26 Muskuläre Anatomie zur proximalen Präparation des N. ischiadicus

#### 4.5.5 Wundverschluss

Die Muskulatur legt sich nach Entfernung der Hohmann-Hebel in die anatomische Position zurück. Bei einer stumpf erfolgten Muskelpräparation ist keine Muskelnäht notwendig, bei einer Abtrennung des Muskelansatzes erfolgt eine Readaption. Anschließend wird die Faszie verschlossen, gefolgt von einem schichtweisen Verschluss des Subkutangewebes und der Haut.

#### 4.5.6 Gefahren

- Verletzung des N. cutaneus femoris posterior beim Eröffnen der Faszie.
- Läsion des N. ischiadicus bzw. des N. tibialis oder N. peroneus communis bei der Darstellung.

## 4.6 Posterolateraler Zugang

### 4.6.1 Indikation

- Suprakondyläre Frakturen mit dorsaler Trümmerzone des Femurs
- Femurpseudarthrosen
- Verletzung des N. ischiadicus
- Tumoren des Oberschenkels
- Osteomyelitis des Femurs

### 4.6.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage mit frei beweglichem Bein. Unter das Gesäß wird ein Kissen zur Erhöhung des Beins gelagert.

### 4.6.3 Schnittführung

Der Epicondylus femoris lateralis wird palpirt und ggf. markiert. Der Hautschnitt beginnt am Epicondylus femoris lateralis und verläuft an der posterolateralen Seite des Femurs nach proximal (Abb. 4.27).

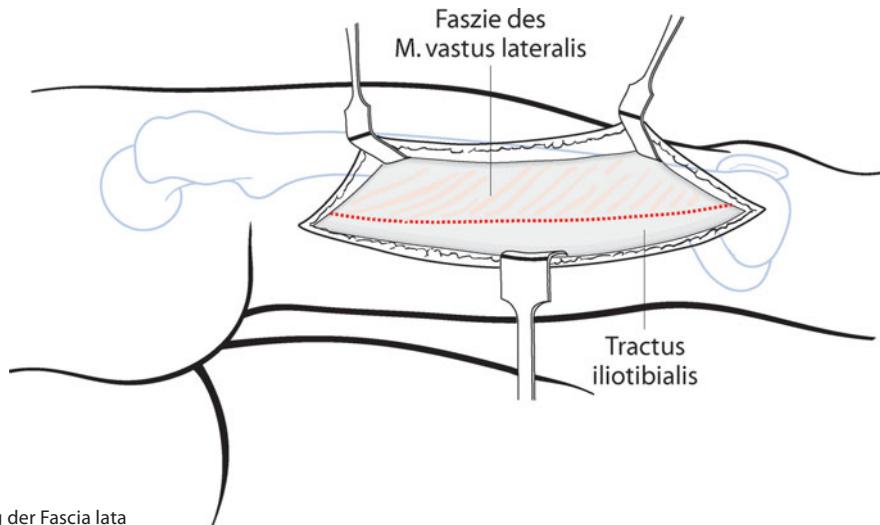


Abb. 4.27 Darstellung der Fascia lata

#### 4.6.4 Präparation

Nach Durchtrennung des Subkutangewebes wird die Faszie dargestellt (Abb. 4.28). Sie wird im Verlauf des Zugangs scharf gespalten. Der M. vastus lateralis wird nach dorsal bis zum lateralen Septum intermusculare dargestellt (Abb. 4.29). Er wird dann distal beginnend vom Septum intermusculare laterale abgelöst. Dabei müssen mehrere Vasa perforantes ligiert werden (Abb. 4.30).

Bei der Darstellung der suprakondylären Region müssen zudem die Vasa superior lateralis genus dargestellt und ligiert werden. Der M. vastus lateralis wird nach proximal vom lateralen Septum intermusculare abgelöst und nach ventral gehalten, um die Linea aspera darzustellen. Im Verlauf der Linea aspera wird die Muskulatur mit einem Raspatorium vom Periost abgelöst und das Femur dargestellt (Abb. 4.31).

#### ! Cave

Beim Einsetzen von Hohmann-Hebeln nach dorsal können die Aa. nutriciae verletzt werden.

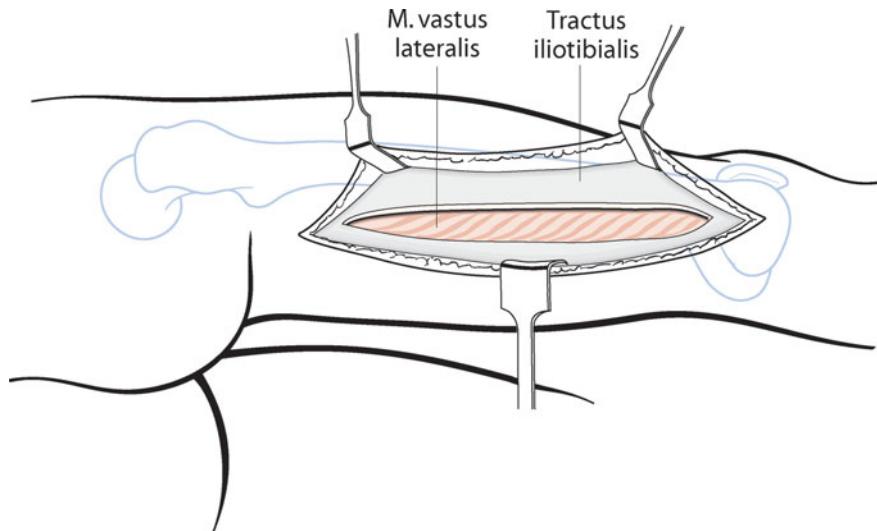


Abb. 4.28 Gespaltene Fascia lata, M. vastus lateralis

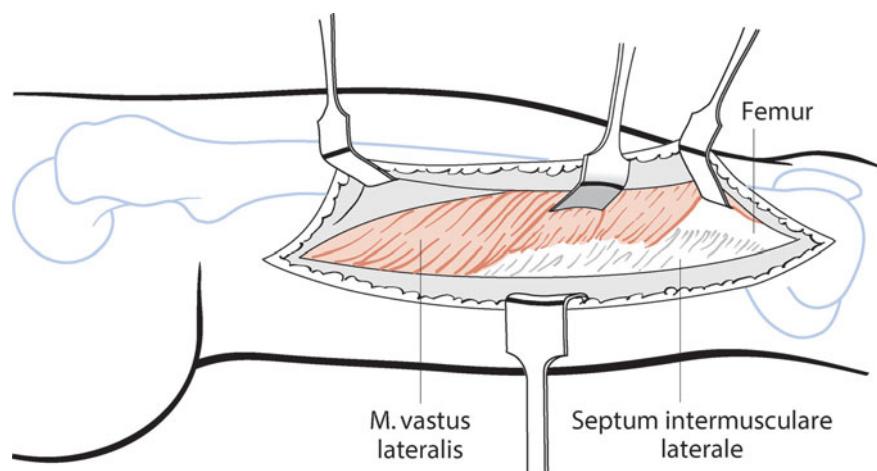


Abb. 4.29 Blick auf den M. vastus lateralis und das Septum intermusculare laterale

#### 4.6.5 Wundverschluss

Die Muskulatur legt sich nach Entfernung der Hohmann-Hebel in die anatomische Position zurück. Bei einer stumpf erfolgten Muskelpräparation ist keine Muskelnaht notwendig. Anschließend wird die Faszie verschlossen, gefolgt vom schichtweisen Verschluss des Subkutangewebes und der Haut.

#### 4.6.6 Gefahren

- Verletzung der Äste der A. profunda femoris.

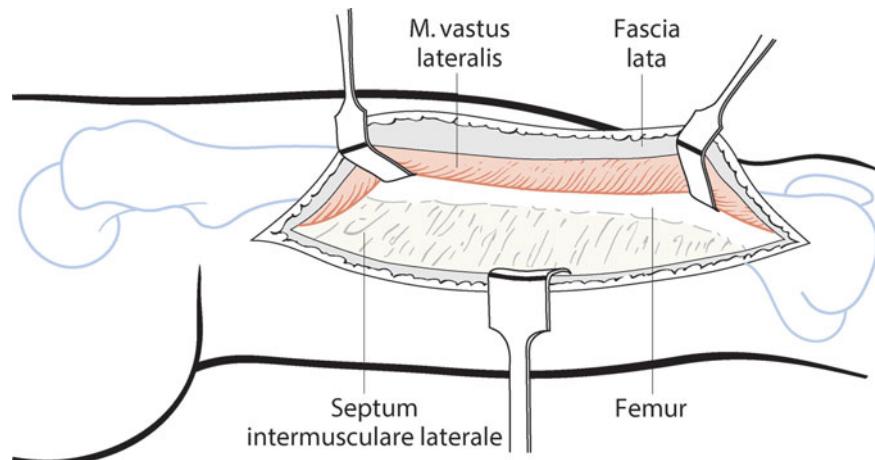


Abb. 4.30 Präparation des Septum intermusculare laterale

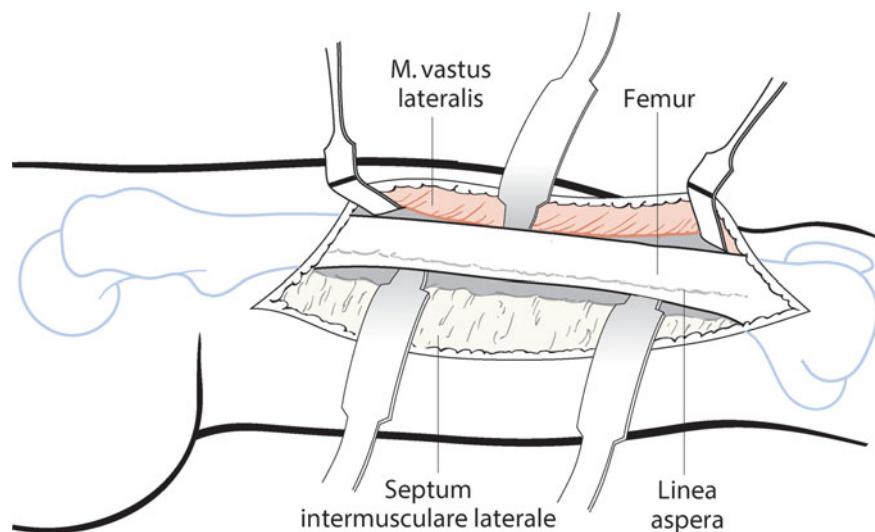


Abb. 4.31 Darstellung des Femurs von lateral und posterior

# Kniegelenk

C. Lüring

## 5.1 Medialer parapatellarer Zugang – 89

- 5.1.1 Indikation – 89
- 5.1.2 Lagerung – 89
- 5.1.3 Schnittführung – 90
- 5.1.4 Präparation – 90
- 5.1.5 Medialer parapatellarer Zugang mit Rektus-Snip – 92
- 5.1.6 Medialer parapatellarer Zugang mit Tuberositasosteotomie – 92

## 5.2 Lateral-parapatellarer Zugang – 94

- 5.2.1 Indikation – 94
- 5.2.2 Lagerung – 94
- 5.2.3 Schnittführung – 94
- 5.2.4 Präparation – 94

## 5.3 Medaler Zugang zum Kniegelenk – 96

- 5.3.1 Indikation – 96
- 5.3.2 Lagerung – 96
- 5.3.3 Wundverschluss – 98

## 5.4 Mini-Midvastus-Zugang – 100

- 5.4.1 Indikation – 100
- 5.4.2 Lagerung – 100
- 5.4.3 Schnittführung – 100
- 5.4.4 Präparation – 100
- 5.4.5 Wundverschluss – 101
- 5.4.6 Gefahren – 101

## 5.5 Subvastuszugang – 102

- 5.5.1 Indikation – 102
- 5.5.2 Lagerung – 102
- 5.5.3 Schnittführung – 102
- 5.5.4 Präparation – 102
- 5.5.5 Wundverschluss – 103
- 5.5.6 Gefahren – 103

## **5.6 Kurzer lateraler Zugang zum Kniegelenk – 104**

- 5.6.1 Indikation – 104
- 5.6.2 Lagerung – 104
- 5.6.3 Schnittführung – 104
- 5.6.4 Präparation – 104
- 5.6.5 Wundverschluss – 105
- 5.6.6 Gefahren – 105

## **5.7 Hinterer Zugang zum Kniegelenk – 106**

- 5.7.1 Indikation – 106
- 5.7.2 Lagerung – 106
- 5.7.3 Schnittführung – 106
- 5.7.4 Wundverschluss – 111
- 5.7.5 Gefahren – 111

## 5.1 Medialer parapatellarer Zugang

### 5.1.1 Indikation

- Bikondylärer Oberflächenersatz Kniegelenk
- Achsgekoppelte Knieprothese
- Unikondylärer Oberflächenersatz Kniegelenk
- Knieprothesenwechsel
- Distaler Femurersatz
- Synovektomie
- Arthrodese
- In reduzierter Form: Knorpelzelltransplantation

### 5.1.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Je nach Operation ist die Anlage einer Oberschenkelblutdruckmanschette zu überlegen. Dabei ist darauf zu achten, dass diese weit genug proximal angebracht wird, um Einschränkungen beim Zugang zu vermeiden. Je nach geplanter Operation sind eine Seitstütze und eine Fußrolle anzubringen, um das Kniegelenk in gebeugter Position frei stehend aufzustellen zu können. Das zu operierende Bein ist gestreckt gelagert und wird mit sterilen Tüchern frei beweglich abgedeckt. Dafür bieten sich spezielle Lochtücher an, die über das steril abgewaschene Bein gezogen werden können (Abb. 5.1).

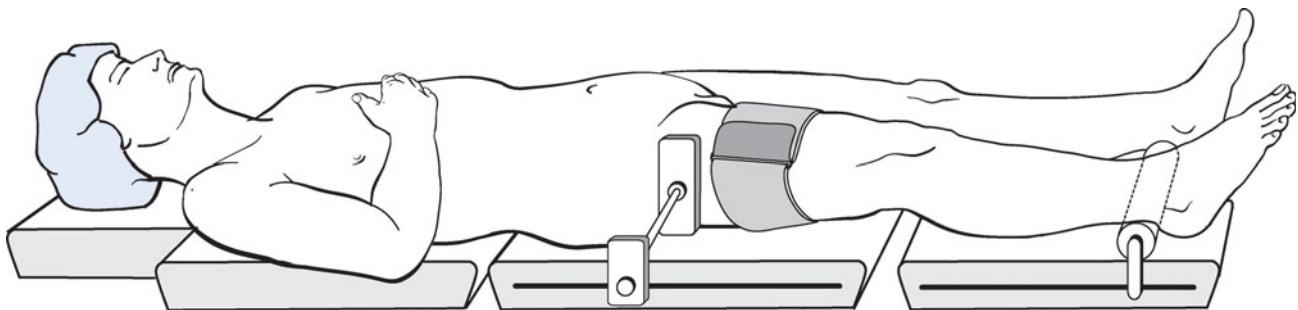


Abb. 5.1 Lagerung. Der Patient befindet sich in Rückenlage. Eine Seitstütze und eine Fußrolle sind am Operationstisch angebracht. Eine Oberschenkelblutdruckmanschette ist am proximalen Oberschenkel befestigt

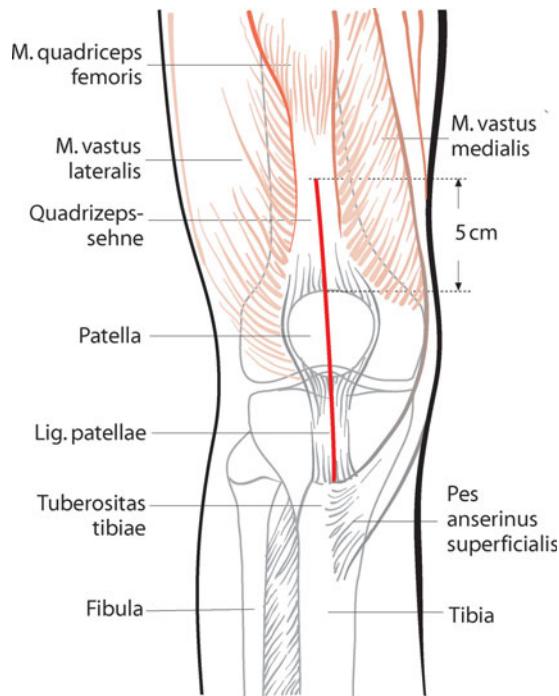


Abb. 5.2 Schnittführung. Das Bein von ventral gesehen; die palpatorischen Landmarken sind eingezeichnet: Tuberositas tibiae, Patellarsehne, Patella, Quadrizepssehne. Die Schnittführung liegt in der Mittellinie

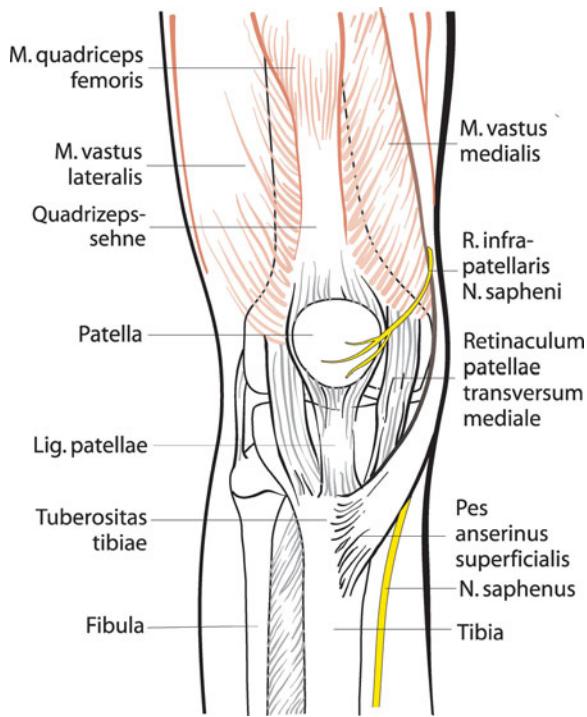


Abb. 5.3 Präparation des Kniestreckapparats. Die Quadrizepssehne, die Patella, die Patellarsehne und das mediale Retinaculum werden dargestellt. Der R. infrapatellaris des N. saphenus wird geschont

### 5.1.3 Schnittführung

Es bietet sich an, die knöchernen palpatorischen Landmarken einzuleichen: die Tuberositas tibiae, die Patellarsehne, die Patella und die Quadrizepssehne. Der Hautschnitt erfolgt in der Mittellinie direkt über der Patella (Abb. 5.2). Je nach geplanter Operation muss er entsprechend großzügig ausgeführt werden. Als Standard sollte der Hautschnitt 5 cm proximal des oberen Patellapols beginnen und gerade nach distal bis zum proximalen Drittel der Tuberositas tibiae gezogen werden. Diese Vorgehensweise lässt Spielraum nach distal und proximal. Beim aufwendigen Knieprothesenwechsel/distalen Femursatz kann der Schnitt problemlos nach proximal erweitert werden. Ebenso ist die Darstellung der gesamten Tuberositas tibiae und des Pes anserinus z. B. bei der Notwendigkeit einer Tuberositasosteotomie möglich.

### 5.1.4 Präparation

Nach dem Hautschnitt wird routinemäßig das Skalpell gewechselt. Dann erfolgt die scharfe Durchtrennung des Subkutangewebes in einem Schritt bis auf die Quadrizepssehne, die Bursa praepatellaris, die Patellarsehne und das Retinaculum mediale (Abb. 5.3; Abb. 5.4). Die Bursa praepatellaris wird entfernt. Nun kann das Retinaculum mediale nach medial weiter präpariert werden. Dabei ist auf den Ramus infrapatellaris des Nervus saphenus zu achten, der die Patella sensibel versorgt. Bei einer gelenkersetzenden Operation kann dieser ligiert werden.

Nun wird der proximale Pol der Patella identifiziert und entweder eine Markierung mit einem sterilen Stift angelegt oder 2 Haltefäden auf gleicher Höhe angebracht, um eine korrekte Adaptation der Gelenkkapsel zu gewährleisten. Anschließend wird der Kniestreckapparat im proximalen Anteil etwa im medialen Drittel der Quadrizepssehne gespalten. Dabei ist darauf zu achten, dass der mediale Sehnenstreifen breit genug für eine gute Rekonstruktion ist. Die Schnittführung nach distal verläuft entlang des distalen Muskelbauchs des M. vastus medialis am lateralen Rand der Patella entlang. Hier ist darauf zu achten, dass ein ausreichender Streifen des medialen Retinaculums an der Patella verbleibt, um einen optimalen Verschluss zu gewährleisten. Bei der weiteren Präparation nach distal muss die Insertionszone der Pars anterior des Meniscus mediale geschont werden. Die Eröffnung des Kniegelenks endet mit der Durchtrennung der Gelenkkapsel ca. 0,5–1 cm medial und parallel des Ligamentum patellae (Abb. 5.4).

Je nach geplanter Operation kann nun die Patella entweder nach lateral subluxiert oder evertiert (d. h. um 180° nach außen gedreht) werden.

## 5.1 · Medialer parapatellarer Zugang

### **Cave**

Die Spannung des Kniestreckapparats sollte durch eine Überstreckung des Kniegelenks reduziert werden. Gelingt dies nicht ausreichend, müssen ggf. Vernarbungen im Bereich des Hoffaschen Fettkörpers oder eine Plica infrapatellaris gelöst werden. Alternativ kann der Zugang nach proximal erweitert werden.

Anschließend kann das Kniegelenk auf 90° flektiert werden. Diese Position ermöglicht die Darstellung der Femurkondylen, der Patella, der Kreuzbänder und des Tibiaplateaus mit den Menisken (Abb. 5.5).

Der mediale parapatellare Zugang kann je nach operativer Situation einfach erweitert werden, um die Übersicht noch weiter zu verbessern. Dies kann z. B. bei Revisionsoperationen in der Knieendoprothetik erforderlich sein, wenn die periartikulären Weichteile sehr kontrakt und vernarbt sind. Hier kommen grundsätzlich 2 Erweiterungsmöglichkeiten in Betracht: einerseits die proximale und andererseits die distale Erweiterung.

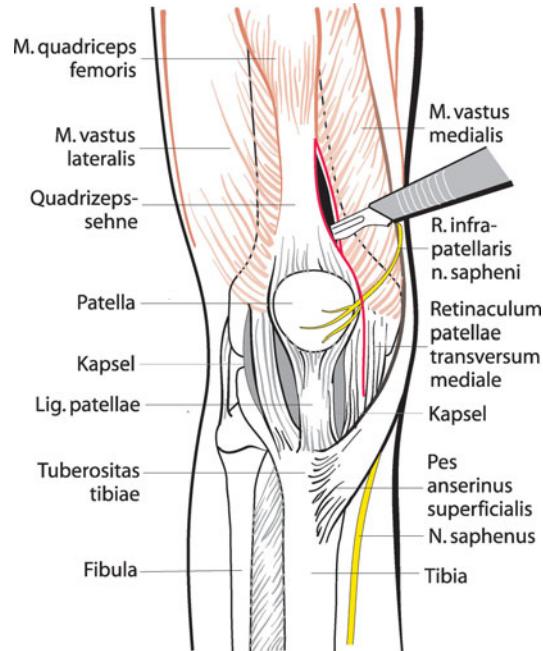


Abb. 5.4 Präparation des Kniestreckapparats. Die Quadrizepssehne, die Patella, die Patellarsehne und das mediale Retinaculum werden dargestellt. Der R. infrapatellaris des N. saphenus wird geschont. Die Kapselinzision ist eingezzeichnet

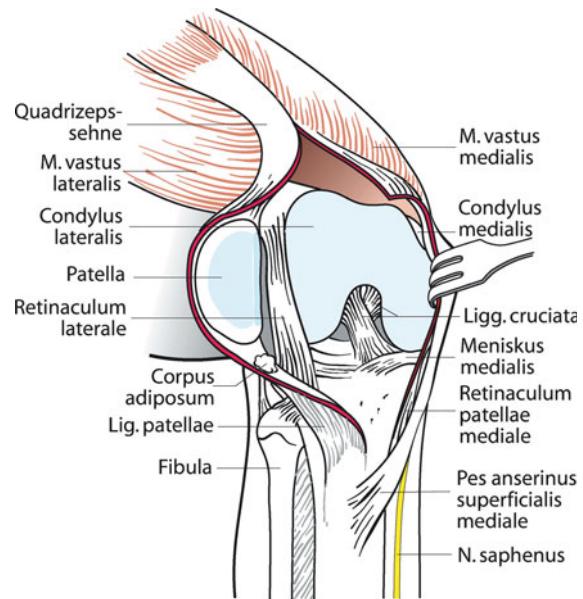


Abb. 5.5 Das Kniegelenk ist auf 90° gebeugt, die Kniescheibe ist nach lateral evertiert. Die ventrale Aufsicht erlaubt die Darstellung aller wichtigen intraartikulären Strukturen: Condylus medialis femoris, Condylus lateralis femoris, Patella, Ligamentum cruciatum posterior, Ligamentum cruciatum anterior, Meniscus medialis, Meniscus lateralis, Corpus adiposum infrapatellare, Ligamentum patellae, Tibia

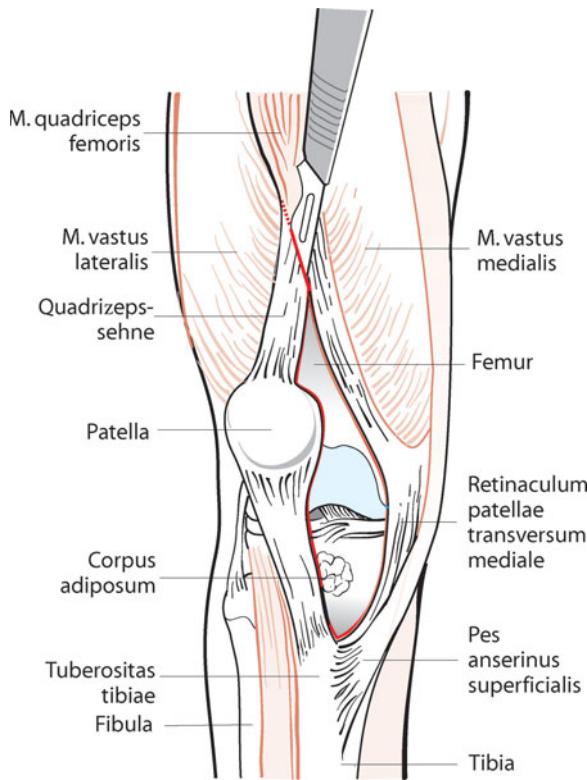


Abb. 5.6 Das Kniegelenk ist eröffnet. Die Knescheibe kann nach lateral gehalten/luxiert werden; das Kniegelenk ist gestreckt. Der Streckapparat wird lateral ca. 7–12 cm proximal der Patella schräg nach lateral-proximal bis zum M. vastus lateralis eingekerbt

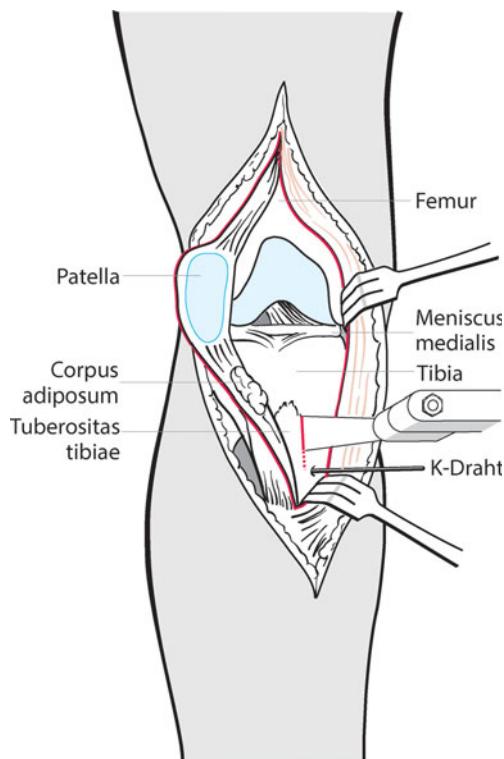


Abb. 5.7 Das Kniegelenk ist eröffnet. Die Knescheibe kann nach lateral gehalten/luxiert werden; das Kniegelenk ist gestreckt. Der Hautschnitt ist nach distal erweitert. Die Tuberositas wird dargestellt. Kirschner-Draht dient als Markierung des distalen Osteotomiepunkts

### 5.1.5 Medialer parapatellarer Zugang mit Rektus-Snip

Ausgehend von der Darstellung des Gelenks wie oben beschrieben kann die Quadrizepssehne je nach anatomischer Situation ca. 7–12 cm proximal der Patella schräg nach lateral-proximal bis zum M. vastus lateralis eingekerbt werden (Abb. 5.6). Dabei werden die Sehnenfasern quer zu ihrem natürlichen Verlauf tenotomiert. Dieses einfache Manöver erlaubt das fast vollständige Wegklappen des Streckapparats nach lateral. Dadurch gelingt die Exposition auch von sehr kontrakten Kniegelenken. Allerdings sollte dem Operateur bewusst sein, dass die Naht der schräg tangential tenotomierten Sehne funktionell mit Einbußen verbunden sein kann. Die Heilung ist in der Regel gut.

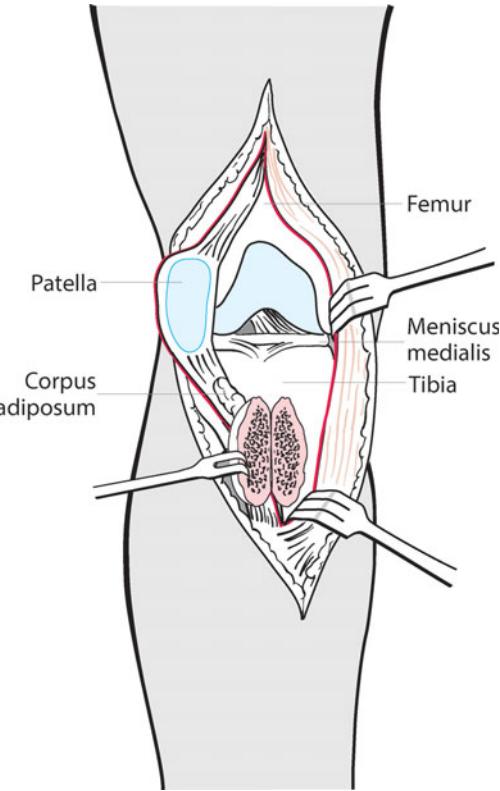
### 5.1.6 Medialer parapatellarer Zugang mit Tuberositasosteotomie

Ein weiteres probates Mittel, um die Darstellung des Gelenks unter Schonung des proximalen Streckapparats zu optimieren, ist die Tuberositasosteotomie (Abb. 5.7). Zu diesem Zweck muss der Hautschnitt nach distal so erweitert werden, dass die Tuberositas bis weit nach distal dargestellt werden kann. Bei diesem Manöver wird die Tuberositas tibiae aufgesucht und medial von Weichgewebe befreit. Ausgehend vom proximalen Ansatz der Patellasehne wird eine möglichst lange Strecke (zumindest aber 6 cm) nach distal abgemessen. In der Regel wird am distalsten Punkt ein quer zur Tuberositas tibiae verlaufendes, horizontales Bohrloch angelegt. Dieses dient später als Sollbruchstelle und verhindert, dass die Osteotomie unkontrolliert nach distal weiterverläuft. Anschließend wird mit der oszillierenden Säge unter ständiger Kühlung die mediale Kortikalis der Tibia osteotomiert.

## 5.1 · Medialer parapatellarer Zugang

- Ein großer Vorteil der Tuberositasosteotomie ist die Möglichkeit, den Ansatz der Patella den Notwendigkeiten bei der Refixation anzupassen: Der Ansatz kann proximalisiert, distalisiert, medialisiert oder lateralisiert werden. Der Lauf der Patella kann dabei beeinflusst werden, z. B. kann eine Patella baja adressiert werden.

Dabei sollte der Winkel der Osteotomie so gewählt werden, dass der spongiöse Bereich der Tibia erreicht wird, damit eine gute Heilung erzielt werden kann. Die Osteotomie wird nun nach lateral vervollständigt. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass die Weichteildeckung und damit die einstrahlenden Gefäße intakt bleiben. Sobald auch die distale Osteotomie entlang der Drahtmarkierung vervollständigt ist, kann die Tuberositas tibiae mit dem anhängenden Streckapparat leicht nach lateral aufgeklappt werden (Abb. 5.8). Die Darstellung des Kniegelenks ist vollständig.



■ Abb. 5.8 Das Kniegelenk ist eröffnet. Der gesamte Streckapparat kann nach lateral gehalten werden. Das Kniegelenk ist gestreckt. Der Hautschnitt ist nach distal erweitert. Die osteotomierte Tuberositas ist weggeklappt. Tibia mit eröffneter ventraler Spongiosa

## 5.2 Lateral-parapatellarer Zugang

### 5.2.1 Indikation

- Knieprothesenimplantation bei schwerer Valgusgonarthrose

### 5.2.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Je nach Operation ist die Anlage einer Oberschenkelblutdruckmanschette zu überlegen. Dabei ist darauf zu achten, dass diese weit genug proximal angebracht wird, um Einschränkungen beim Zugang zu vermeiden. Je nach geplanter Operation sind eine Seitstütze und eine Fußrolle anzubringen, um das Kniegelenk in gebeugter Position frei stehend aufzustellen zu können. Das zu operierende Bein ist gestreckt gelagert und wird mit sterilen Tüchern frei beweglich abgedeckt. Dafür bieten sich spezielle Lochtücher an, die über das steril abgewaschene Bein gezogen werden können.

### 5.2.3 Schnittführung

Es bietet sich an, die knöchernen palpatorischen Landmarken einzuziehen: die Tuberousitas tibiae, die Patellarsehne, die Patella und die Quadrizepssehne. Der Hautschnitt erfolgt in der

Mittellinie direkt über der Patella. Je nach geplanter Operation muss er entsprechend großzügig ausgeführt werden. Als Standard sollte der Hautschnitt 5 cm proximal des oberen Patellapols beginnen und gerade nach distal bis zum proximalen Drittel der Tuberousitas tibiae gezogen werden. Diese Vorgehensweise lässt Spielraum nach distal und proximal. Die Darstellung der gesamten Tuberousitas tibiae und des Pes anserinus z. B. bei Notwendigkeit einer Tuberousitasosteotomie ist möglich.

### 5.2.4 Präparation

Bei einer schweren Valgusgonarthrose bietet sich ein lateral-parapatellarer Zugang zum Kniegelenk an (Abb. 5.9). Durch diesen Zugang wird der in der Regel laxa mediale Kollateralbandkomplex intakt gelassen und der oftmals kontrakte laterale Kollateralbandkomplex eröffnet. Dadurch erfolgt bereits ein erstes Weichteilrelease, das für eine Korrektur der Beinachse erforderlich ist. Durch die Korrektur der Beinachse wird die Strecke des lateralen Retinaculums erheblich verlängert, sodass beim unbedachten Zugang in das Gelenk der spätere Kapselverschluss oft erschwert ist. Daher müssen einige wichtige Maßnahmen ergriffen werden, die das verhindern. Hautschnitt und Darstellung der Gelenkkapsel verlaufen genauso wie beim medial-parapatellaren Zugang. Anschließend wird das laterale Retinaculum dargestellt.

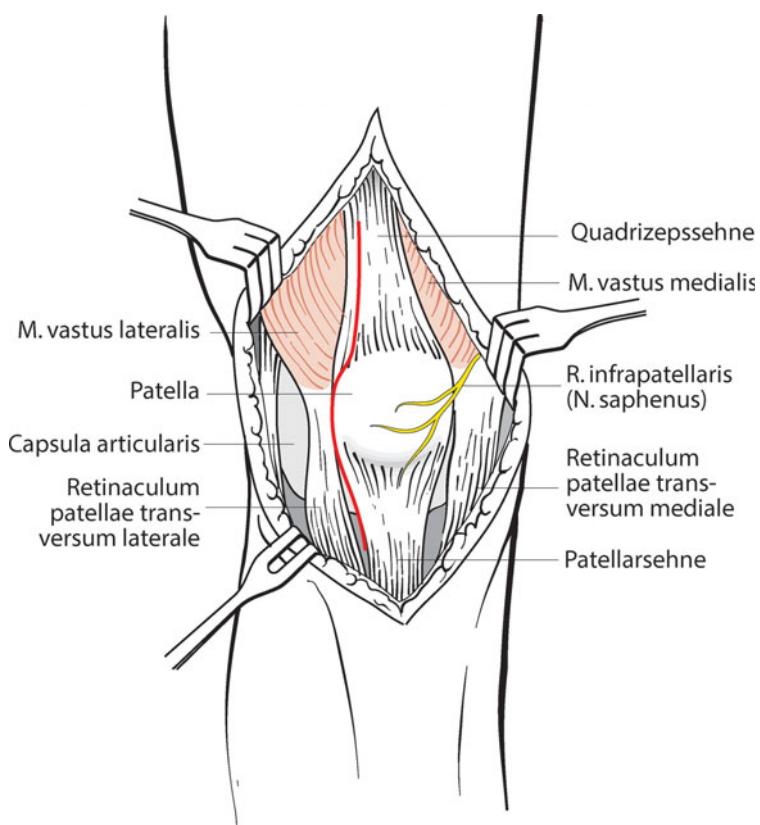


Abb. 5.9 Darstellung der Kniegelenkkapsel nach medianer Inzision. Der Verlauf der Arthrotomie ist lateral-parapatellar eingezeichnet. Die Quadrizepssehne, die Patella, die Patellarsehne und das laterale Retinaculum werden dargestellt. Der R. infrapatellaris des N. saphenus wird geschont

## 5.2 · Lateral-parapatellarer Zugang

Es besteht in der Regel aus 2 aufeinanderhaftenden Schichten. Nach einer vorsichtigen Inzision der oberflächlichen Schicht wird diese von der darunterliegenden abgelöst und die tiefer liegende Schicht im Sinne einer z-förmigen Verlängerung durchtrennt (Abb. 5.10a). Dieses subtile präparatorische Manöver

erlaubt eine Verlängerung des lateralen Retinaculums. Zusätzlich wird nach der vorsichtigen, kompletten Arthrotomie der Hoffa'sche Fettkörper stumpf vom lateralen Retinaculum abgeschoben. Er kann später als zusätzliche Augmentation verwendet werden.

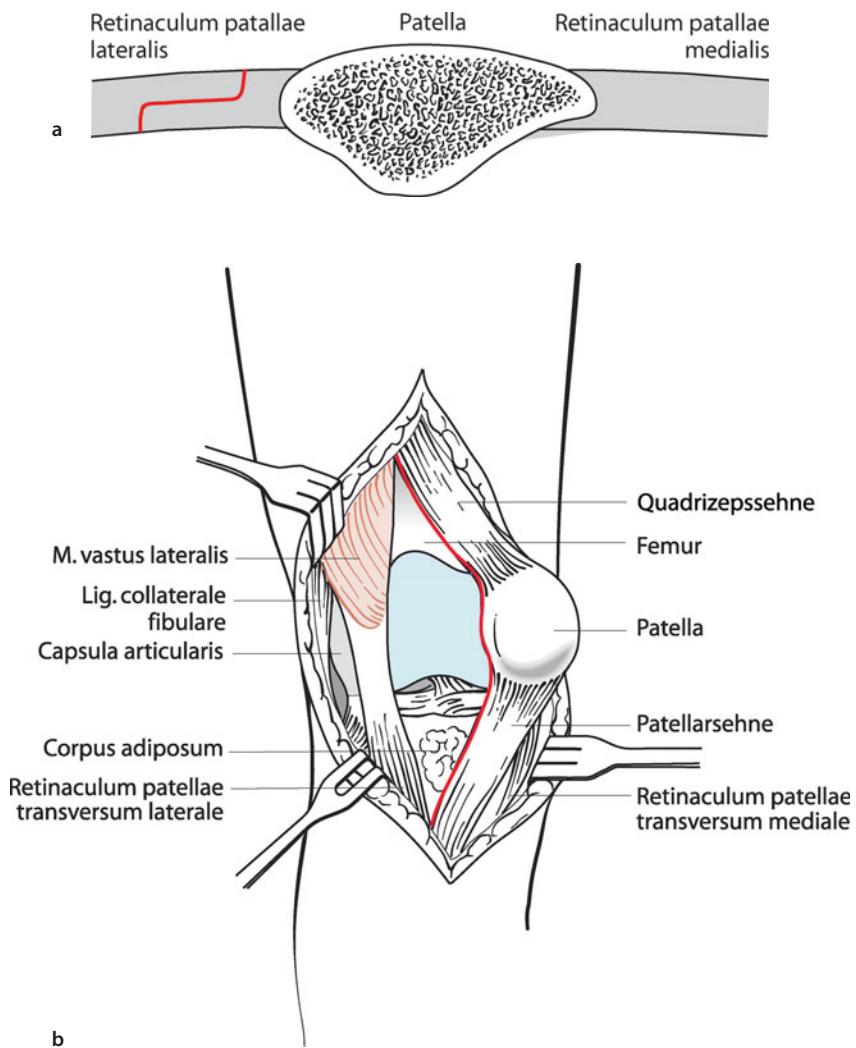


Abb. 5.10 a Z-förmige Eröffnung des lateralen Retinaculums: Präparation eines oberflächlichen (lateralen) und gelenkseitigen (medialen) Kapselanteils im Sinne einer z-förmigen Verlängerung des lateralen Retinaculums. b Der Hoffa'sche Fettkörper ist stumpf vom lateralen Anteil des Retinaculums abgeschoben und kann als Augmentation beim Kapselverschluss dienen

## 5.3 Medialer Zugang zum Kniegelenk

### 5.3.1 Indikation

- Unischlittenprothese
- Kollateralbandplastik
- Intraartikuläre Frakturen
- Synovektomien
- Knorpelzelltransplantation
- Osteochondrale Transplantation

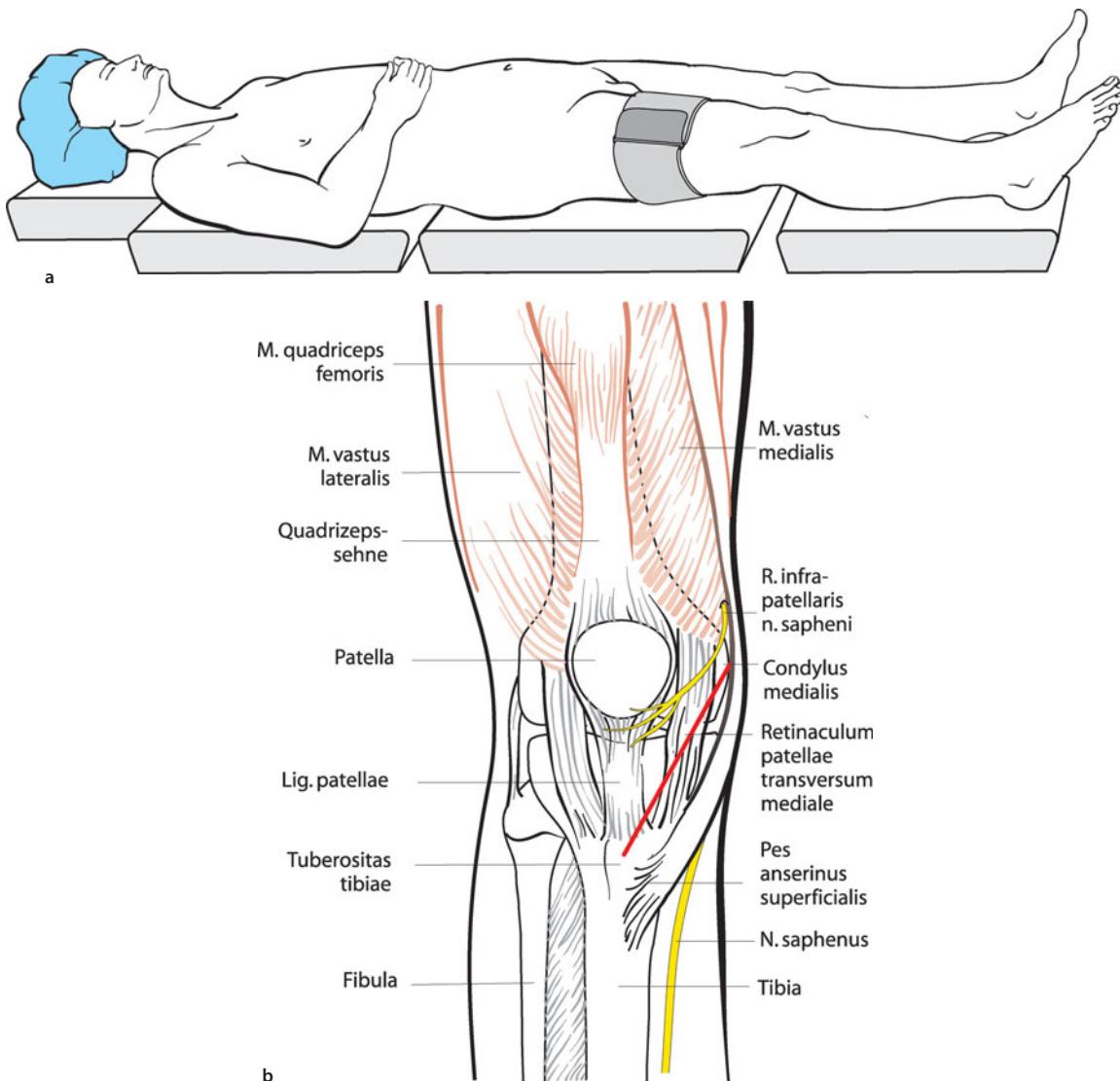


Abb. 5.11a,b Lagerung (a) und medialer Zugang zum Kniegelenk (b)

### 5.3.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage (Abb. 5.11). Je nach Operation und Präferenz kann eine Blutsperre angelegt werden. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass das Bein frei beweglich ist. In der Regel sollte das Bein in Streckung ausgewickelt werden, das Knie dann gebeugt und schließlich der Druck aufgebracht werden. So ist gewährleistet, dass die periartikulären Strukturen nicht zu straff gespannt sind.

### 5.3 · Medialer Zugang zum Kniegelenk

Der Schnitt beginnt etwa am prominentesten Punkt des Condylus medialis femoris und wird gerade bis auf Höhe der Tuberositas tibiae geführt.

Anschließend wird das subkutane Gewebe unter Blutstillung durchtrennt. Dabei ist darauf zu achten, dass der R. infrapatella-

ris des N. saphenus geschont wird. Dieser kann mit einem Loop angeschlungen werden. Dann wird das mediale Retinaculum dargestellt, das ebenso wie die Faszie des Musculus vastus medialis parallel zur Hautinzision gespalten wird (Abb. 5.12).

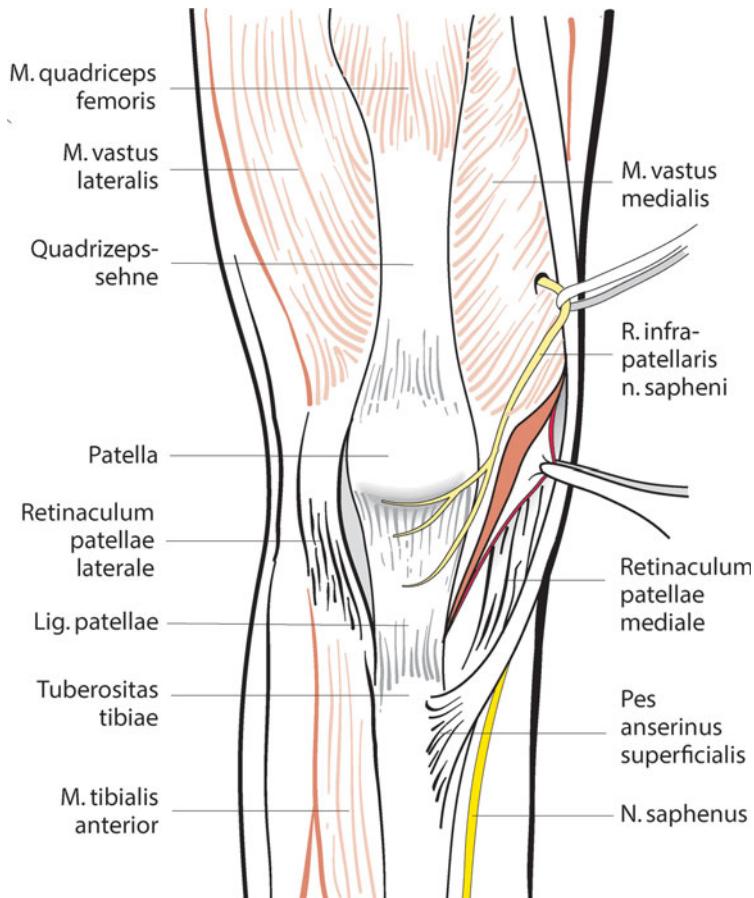


Abb. 5.12 Das mediale Retinaculum und die Faszie des M. vastus medialis werden gespalten. Der R. infrapatellaris des N. saphenus ist angeschlungen und wird geschont

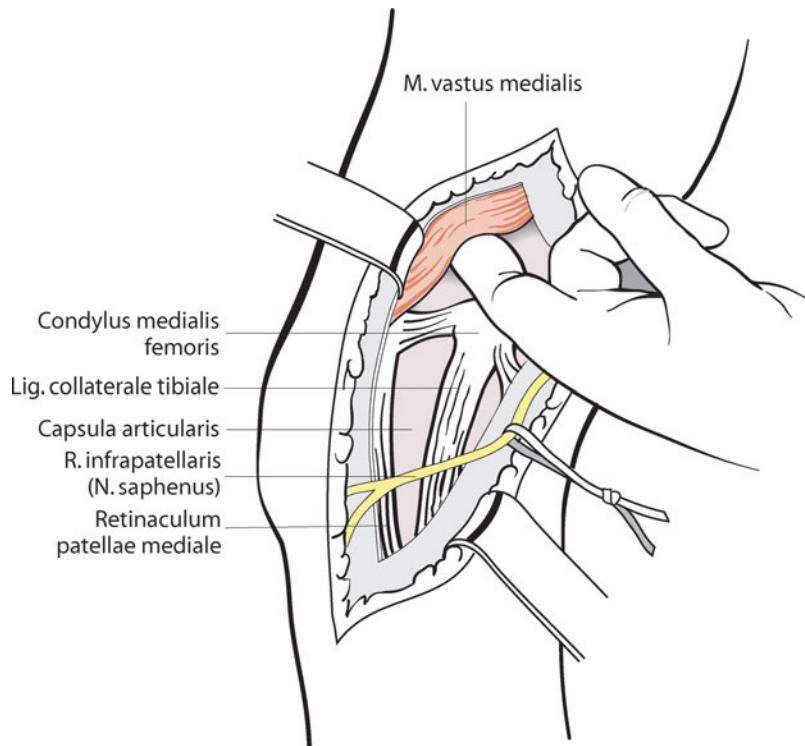


Abb. 5.13 Der distale Muskelbauch des M. vastus medialis wird von der Kniegelenkkapsel und vom Septum intermusculare abgeschoben

Nun kann der Unterrand des M. vastus medialis stumpf von der Kniegelenkkapsel abgeschoben und unterminiert werden (Abb. 5.13). Ein Langenbeck-Haken kann den Muskel beiseitehalten.

Nun ist die Kniegelenkkapsel gut exponiert und kann eröffnet werden.

#### **!** Cave

Bei der Arthrotomie ist darauf zu achten, dass im proximalen Anteil Äste der Vasa genua superior medialis ligiert oder geschont werden.

Nach distal hin sollte die Arthrotomie ca. einen Querfinger oberhalb des Gelenkspals enden, damit die Basis des medialen Meniskus und das Ligamentum intermenisceale anterius nicht verletzt werden. Darüber hinaus ist im proximalen Anteil der Arthrotomie der N. saphenus zu schonen. Die Eröffnung der Gelenkkapsel sollte nach proximal auf das Nötigste beschränkt werden. Allerdings zeigt sich manchmal erst im flektierten Zustand, wie weit nach proximal arthrotomiert werden muss, um eine gute Gelenkdarstellung zu erhalten (Abb. 5.14).

Nun kann das Kniegelenk flektiert werden (Abb. 5.15). Dabei ist sorgsam auf die Spannung der Gelenkkapsel zu achten, diese muss ggf. weiter nach proximal eröffnet werden. Zur Darstellung des Gelenks wird nach lateral ein Langenbeck-Haken eingebracht, der sich proximal auf der ventralen Femurkortikalis abstützt, und ein weiterer, der im Bereich des Hoffaschen Fettkörpers die Patellarsehne beiseitehält. Dieses Manöver führt zu einer kontrollierten Subluxation der Patella nach lateral. Es ist zwingend darauf zu achten, dass der Gelenkknorpel dabei keinen

Schaden nimmt. Nun liegt die mediale Gelenkfläche des Femurs frei, die Tibia kann ebenso wie der Meniskus und die Kreuzbänder eingesehen werden.

➤ **Der Vorteil des medialen Zugangs liegt darin, dass der gesamte Streckapparat intakt bleibt. Eine Verletzung des M. vastus medialis kann so vermieden werden. Auch die Quadrizepssehne wird in ihrer Integrität belassen. Diese Vorteile müssen jeweils gegen den Nachteil der reduzierten Gelenkdarstellung abgewogen werden.**

### 5.3.3 Wundverschluss

Ist eine Blutsperre angelegt, sollte sie in jedem Fall geöffnet werden, damit eine subtile Blutstillung erfolgen kann. Dann kann die Gelenkkapsel mit Einzelknopfnähten verschlossen werden. Das mediale Retinaculum wird ebenso wie die Faszie des M. vastus medialis mit Einzelknopfnähten verschlossen.

### 5.3 • Medialer Zugang zum Kniegelenk

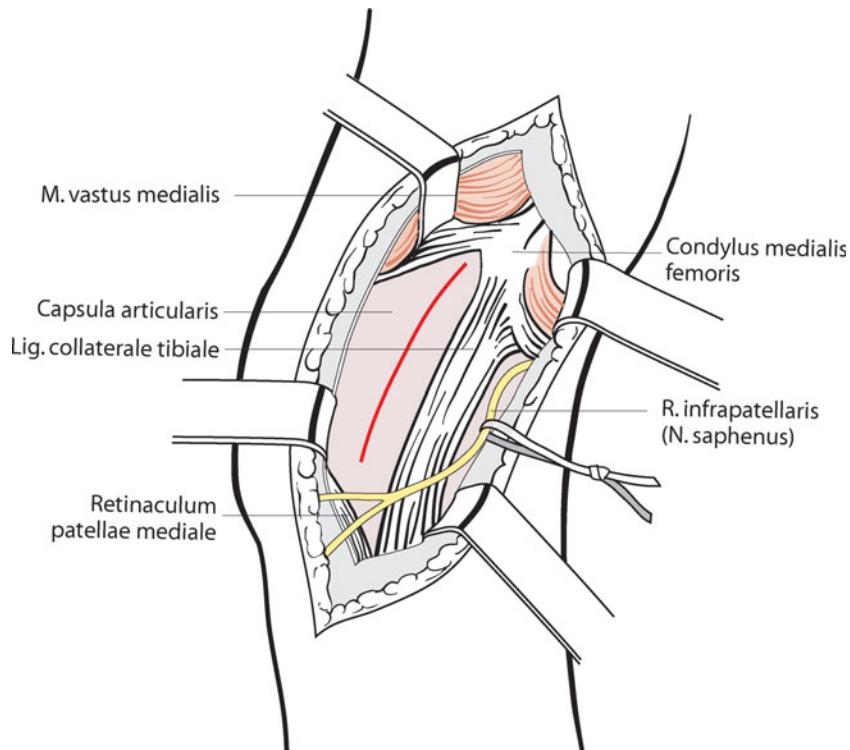


Abb. 5.14 Die Kniegelenkkapsel wird parallel zur Haut und Faszieneöffnung gespalten. Die Vasa genua superiores mediales und die Meniskusbasis sind zu beachten

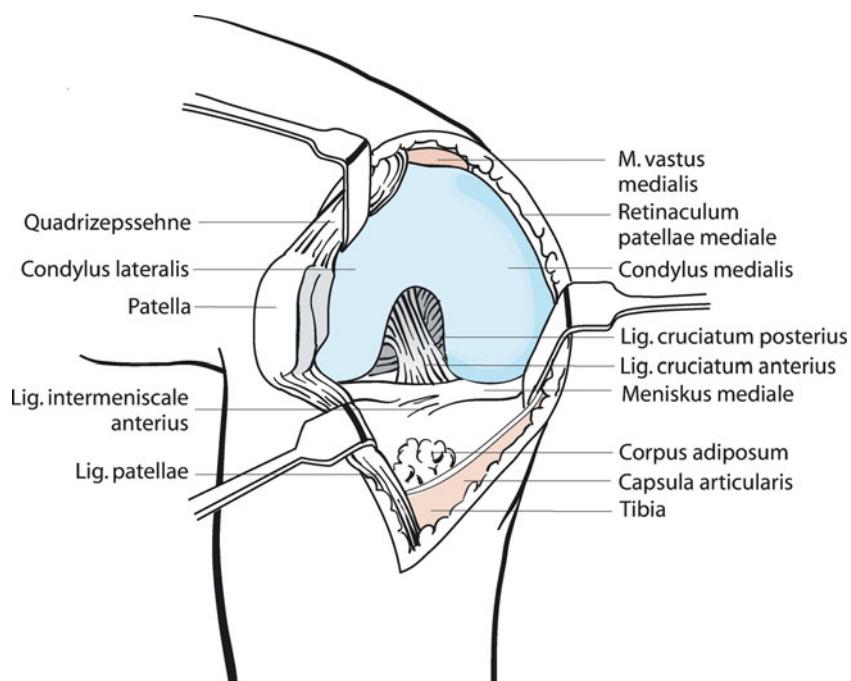


Abb. 5.15 Das Kniegelenk ist auf 90° flektiert. 2 Langenbeck-Haken halten den lateralen Kapselbandapparat mit der Patella nach lateral. Die Patella ist kontrolliert luxiert. Ein dritter Langenbeck-Haken hält das mediale Kollateralband beiseite, sodass eine optimale Darstellung des medialen Kompartiments und der Kreuzbänder gewährleistet ist

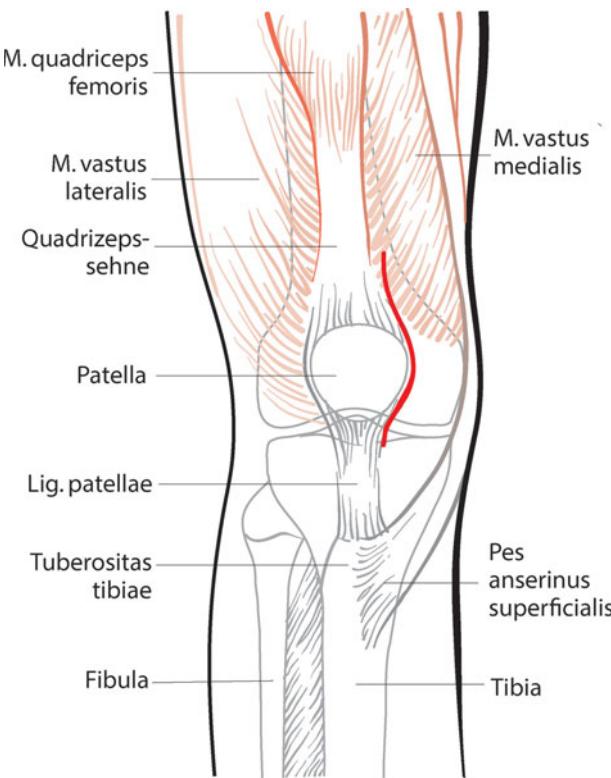


Abb. 5.16 Die Schnittführung von medial des oberen medialen Patellapols bis nach medial des Tuberculum tibiae ist eingezeichnet

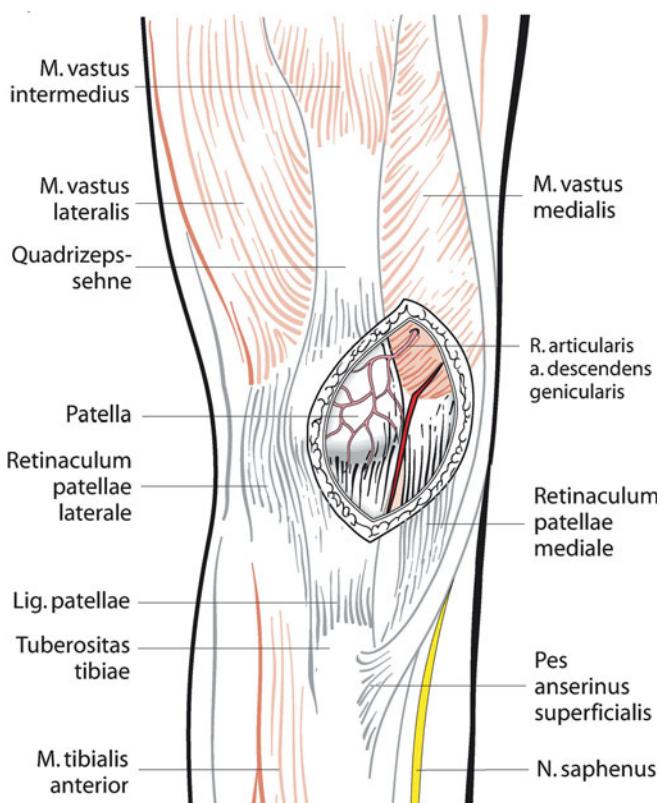


Abb. 5.17 Die Arthrotomie ist eingezeichnet. Leicht medial des Tuberculum tibiae beginnend, führt sie im Faserverlauf bis in den M. vastus medialis

## 5.4 Mini-Midvastus-Zugang

### 5.4.1 Indikation

- Unischlittenprothese
- Bikondylärer Gelenkersatz
- Knorpelzelltransplantation
- Osteochondrale Transplantation

### 5.4.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Je nach Operation und Präferenz kann eine Blutsperre angelegt werden. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass das Bein frei beweglich ist. In der Regel sollte das Bein in Streckung ausgewickelt werden, das Knie dann gebeugt und schließlich der Druck aufgebracht werden. So ist gewährleistet, dass die periartikulären Strukturen nicht zu straff gespannt sind.

### 5.4.3 Schnittführung

Die Schnittführung beginnt am oberen medialen Patellapol und zieht sich bis zur medialen Kante der Tuberositas tibiae. Es bietet sich an, den Verlauf des Schnitts anzulegen, damit der leichte Schwung des Zugangs von medial der Patella nach medial der Tuberositas homogen gelingt (Abb. 5.16).

### 5.4.4 Präparation

Unter Blutstillung wird das subkutane Gewebe durchtrennt und die Gelenkkapsel bzw. das mediale Retinaculum dargestellt (Abb. 5.17).

Nun wird eine mediale Arthrotomie, beginnend ca. 0,5–1 cm medial des Ligamentum patellae, durchgeführt. Dies gewährleistet, dass beim späteren Wundverschluss genügend Gewebe lateral zum Wundverschluss zur Verfügung steht. Der Hoffa'sche Fettkörper wird stumpf von der medialen Kapsel abgeschoben und kann später zur Defektdäckung eingesetzt werden. Die weitere Arthrotomie verläuft nach kranial bis hin zum oberen medialen Pol der Patella. Dort werden der M. vastus medialis und sein Faserverlauf identifiziert. Anschließend wird der Muskel ca. 2–3 cm kranial des distalsten Anteils, in der Regel etwas weiter kranial als der superior-medial gelegene Pol der Patella des M. vastus medialis, scharf im Faserverlauf gespalten. Die restliche Muskulotomie kann stumpf erfolgen. Dieser Schritt ist von besonderer Bedeutung, da hier der Ramus articularis der Arteria descendens genicularis absteigt und leicht verletzt werden kann (Abb. 5.18).

Nachdem die Arthrotomie vervollständigt wurde, können 2 Langenbeck-Haken eingesetzt werden. Diese halten einerseits das Ligamentum patellae und andererseits die mediale Gelenkkapsel beiseite. Dann kann das Kniegelenk auf 90° gebeugt und die Patella nach lateral subluxiert werden (Abb. 5.19). Es liegt nun eine optimale Sicht auf das Kniegelenk vor.

#### 5.4 • Mini-Midvastus-Zugang

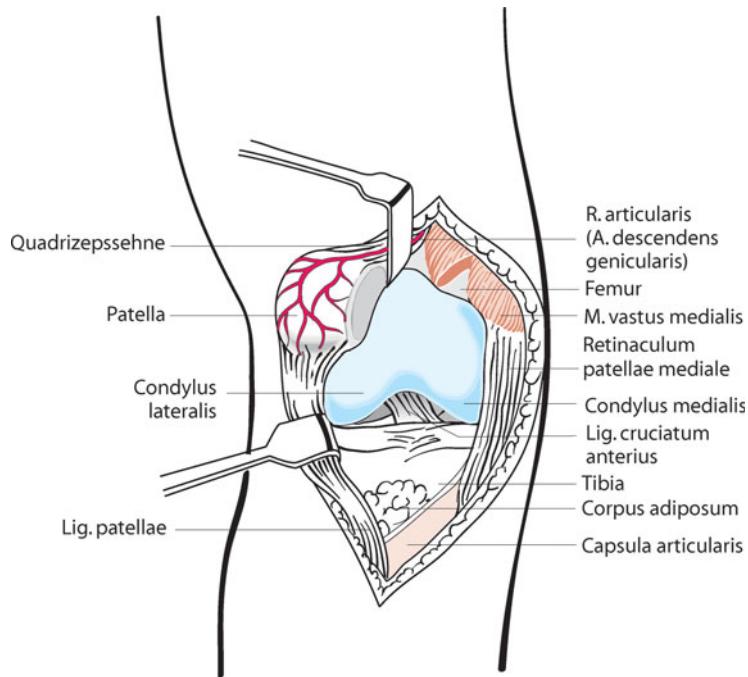


Abb. 5.18 Die Arthrotomie ist vervollständigt, und das mediale Gelenkkompartiment kommt gut zur Darstellung

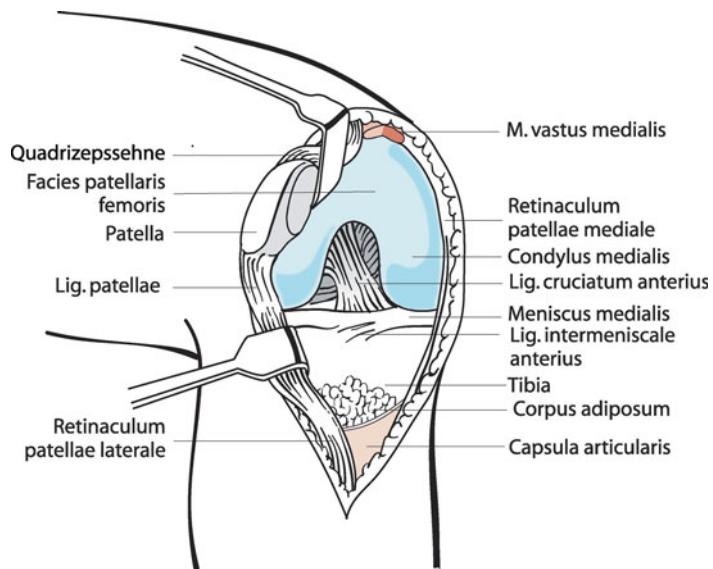


Abb. 5.19 Das Kniegelenk ist auf 90° gebeugt, 2 Langenbeck-Haken stellen den Knieinnenraum dar. Die Patella ist kontrolliert luxiert. Ein dritter Langenbeck-Haken hält das mediale Kollateralband beiseite, sodass eine optimale Darstellung des medialen Kompartiments und der Kreuzbänder gewährleistet ist

#### **Cave**

Beim Beugevorgang sollte darauf geachtet werden, dass die Arthrotomie proximal nicht unkontrolliert weiter aufreißt.

Daher sollte dieser Schritt mit Bedacht durchgeführt und der Muskel ggf. manuell im Faserverlauf weiter gespalten werden.

hin überprüft werden. Nachdem die Blutrockenheit sichergestellt wurde, sind die Kapsel und die Faszie des M. vastus medialis mit Einzelknopfnähten zu verschließen.

#### 5.4.6 Gefahren

#### 5.4.5 Wundverschluss

Nach Öffnung der angelegten Blutsperre und entsprechender Blutstillung sollte die Muskulotomie auf eine mögliche Blutung

Verletzungen des R. articularis der A. descendens genicularis sollten vermieden werden. Daher sollte die Muskulotomie 2–3 cm proximal des distalsten Punktes des M. vastus medialis angelegt werden.

## 5.5 Subvastuszugang

### 5.5.1 Indikation

- Unischlittenprothese
- Retropatellarersatz
- Knorpelzelltransplantation
- Osteochondrale Transplantation

### 5.5.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Je nach Operation und Präferenz kann eine Blutsperre angelegt werden. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass das Bein frei beweglich ist. In der Regel sollte das Bein in Streckung ausgewickelt werden, das Knie dann gebeugt und schließlich der Druck aufgebracht werden. So ist gewährleistet, dass die periartikulären Strukturen nicht zu straff gespannt sind.

### 5.5.3 Schnittführung

Die Schnittführung beginnt am oberen medialen Patellapol und zieht sich bis zur medialen Kante der Tuberositas tibiae. Es bietet sich an, den Verlauf des Schnitts anzulegen, damit der leichte Schwung des Zugangs von medial der Patella nach medial der Tuberositas homogen gelingt (siehe auch Midvastuszugang).

### 5.5.4 Präparation

Unter Blutstillung wird das subkutane Gewebe durchtrennt und die Gelenkkapsel bzw. das mediale Retinaculum dargestellt. Der M. vastus medialis wird mit dem Raspatorium oder dem Finger unterminiert und mit einem Langenbeck-Haken nach kranial retrahiert (Abb. 5.20).

Nun wird eine mediale Arthrotomie, beginnend ca. 0,5–1 cm medial des Ligamentum patellae, durchgeführt (Abb. 5.21). Dies gewährleistet, dass beim späteren Wundverschluss genügend Gewebe zum Wundverschluss zur Verfügung steht. Der Hoffa'sche Fettkörper wird stumpf von der medialen Kapsel abgeschoben und kann später zur Defektdeckung eingesetzt werden. Die weitere Arthrotomie verläuft dann nach kranial bis 0,5 cm unterhalb des distalen Muskelbauchs vom M. vastus medialis. Dort biegt sie nach medial hin ab bis zum Condylus medialis femoris. Dabei ist auf die A. descendens genicularis zu achten. Diese verläuft weit medial und ist in ihrem Verlauf zu schonen.

Nachdem die Arthrotomie vervollständigt wurde, können 2 Langenbeck-Haken eingesetzt werden. Diese halten einerseits das Ligamentum patellae und andererseits die mediale Gelenkkapsel beiseite. Dann kann das Kniegelenk auf 90° gebeugt und die Patella nach lateral subluxiert werden. Nun liegt eine optimale Sicht auf das Kniegelenk vor (Abb. 5.22).

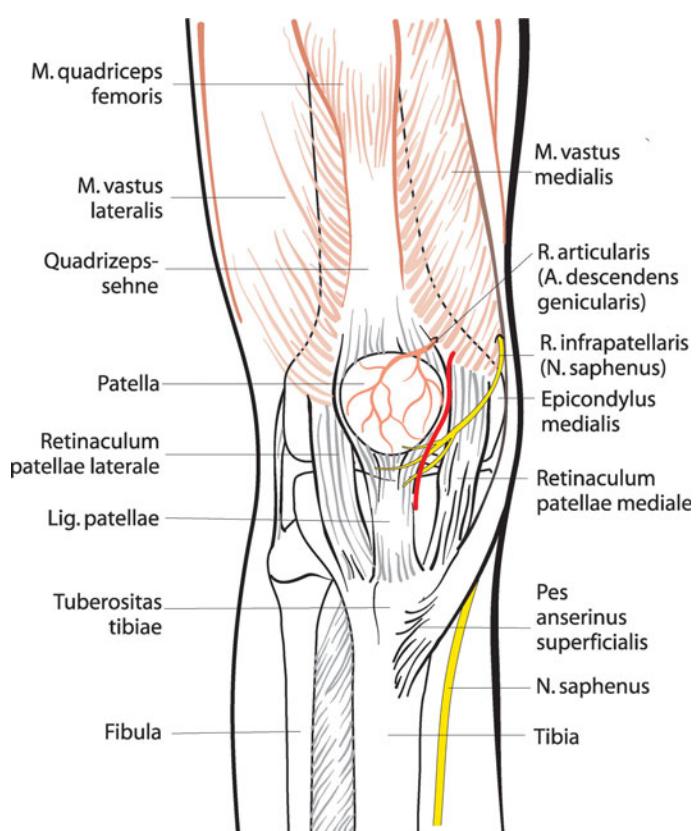


Abb. 5.20 Die Arthrotomie ist eingezzeichnet. Leicht medial des Tuberulum tibiae beginnend, verläuft sie entlang des Unterrands des M. vastus medialis. Der M. vastus medialis ist leicht nach kranial retrahiert

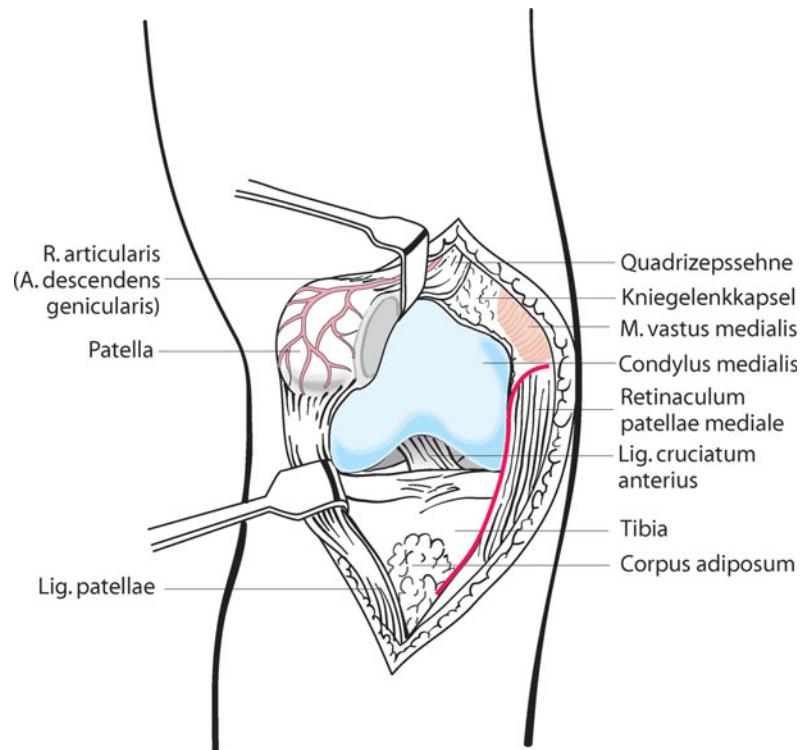


Abb. 5.21 Die Arthrotomie ist vervollständigt, und das mediale Gelenkkompartiment kommt gut zur Darstellung

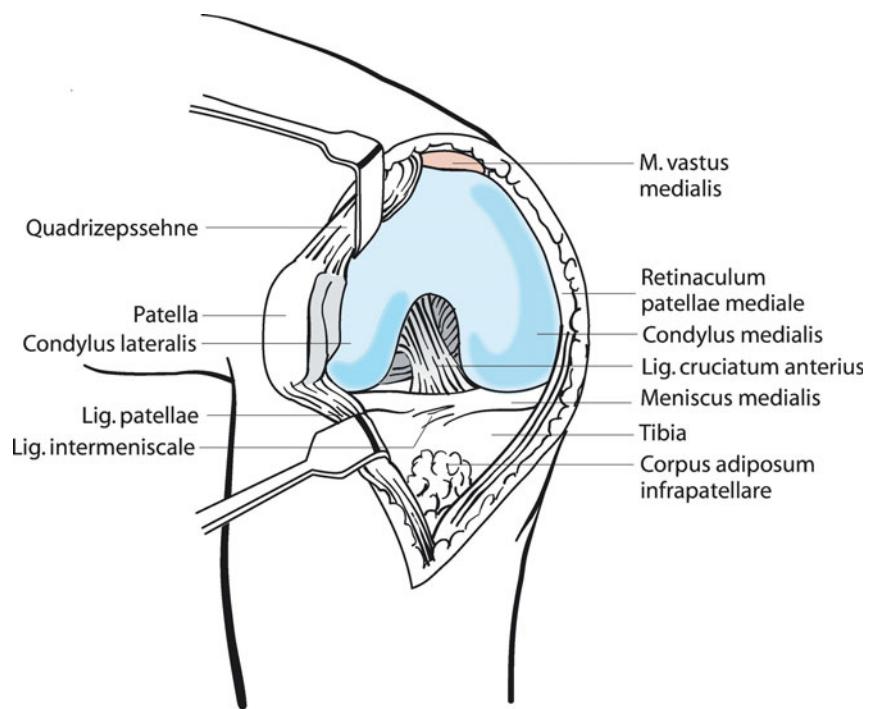


Abb. 5.22 Das Kniegelenk ist auf 90° gebeugt, 2 Langenbeck-Haken stellen den Knieinnenraum dar. Die Patella ist kontrolliert luxiert, sodass eine optimale Darstellung des medialen Kompartiments und der Kreuzbänder gewährleistet ist

## 5.5.5 Wundverschluss

Nach Öffnung der angelegten Blutsperre und entsprechender Blutstillung sollte der Zugang auf eine mögliche Blutung hin überprüft werden.

## 5.5.6 Gefahren

Verletzungen der A. descendens genicularis sollten vermieden werden. Daher sollte man bei der Arthrotomie im Bereich des medialen Retinaculums entsprechende Vorsicht walten lassen.

## 5.6 Kurzer lateraler Zugang zum Kniegelenk

### 5.6.1 Indikation

- Meniskuschirurgie, lateral
- Knorpelchirurgie, lateraler Femurkondylus
- Entfernung freier Gelenkkörper

### 5.6.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Je nach Operation und Präferenz kann eine Blutsperre angelegt werden. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass das Bein frei beweglich ist. In der Regel sollte das Bein in Streckung ausgewickelt werden, das Knie dann gebeugt und schließlich der Druck aufgebracht werden. So ist gewährleistet, dass die periartikulären Strukturen nicht zu straff gespannt sind. Die palpatorischen Landmarken sind der laterale Rand der Patella und das Gerdy'sche Tuberculum. Der Schnitt sollte ca. 5 cm lang sein und von ca. 2 cm lateral der Patella hin zum Gerdy'schen Tuberculum verlaufen (Abb. 5.23).

### 5.6.3 Schnittführung

#### Cave

Bei diesem Zugang sollte immer berücksichtigt werden, dass ggf. auch weitere Operationen erforderlich werden könnten. Der Zugang sollte nicht zu schräg und nicht zu weit lateral angelegt werden, damit er noch in einen lateral-parapatellaren Zugang mit etwas lateralerer Hautinzision verwandelt werden kann.

### 5.6.4 Präparation

Nach Durchtrennung der Subkutis unter Blutstillung wird das laterale Retinaculum bzw. der Tractus iliotibialis dargestellt (Abb. 5.24). Dieser wird im Faserverlauf gespalten. Dabei ist subtil darauf zu achten, dass nach distal nicht die Basis des lateralen Meniskus verletzt wird.

Nun können 2 Langenbeck-Haken eingesetzt werden. Der eine zieht am Hoffa-schen Fettkörper das Ligamentum patellae nach medial und der andere das laterale Kollateralband nach lateral. Nun kann das Kniegelenk auf 90° flektiert werden. Dabei kann die Patella nach medial subluxiert werden, sodass eine gute Sicht auch auf das femorale Gleitlager gewährleistet ist. Durch maximale Flexion kann der gesamte Meniscus lateralis eingesehen werden (Abb. 5.25).

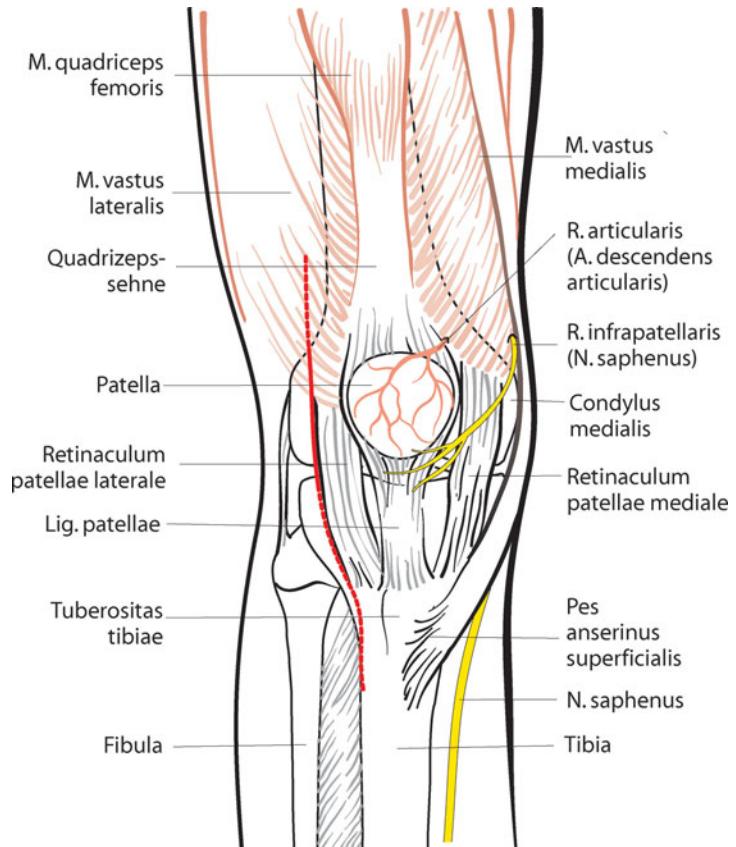


Abb. 5.23 Schnittverlauf des kurzen lateralen Zugangs zum Kniegelenk. Die Patella, die Patellarsehne und die Tuber os tibiae sind eingezeichnet. Eine Erweiterung nach proximal und distal ist bei Bedarf möglich und durch die gestrichelte Linie eingezeichnet.

### 5.6.5 Wundverschluss

Ist eine Blutsperre angelegt, muss diese geöffnet werden und eine subtile Blutstillung erfolgen. Das Knie sollte gestreckt sein, damit der straffe Tractus iliotibialis nicht auseinanderklafft. Die Gelenkkapsel und der Tractus iliotibialis werden durch Einzelknopfnähte verschlossen.

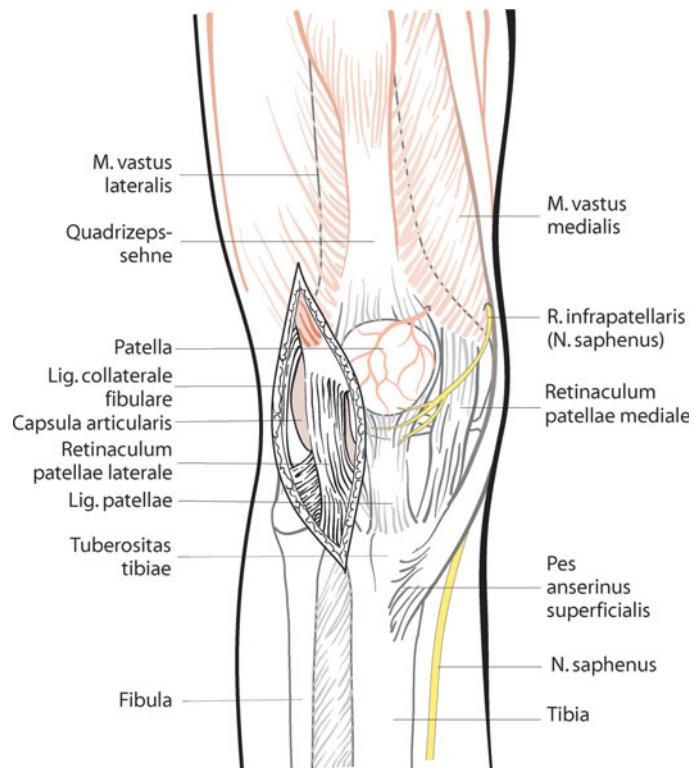


Abb. 5.24 Die lateralen Kapselbandstrukturen sind dargestellt. Die Schnittführung im Faserverlauf ist eingezeichnet

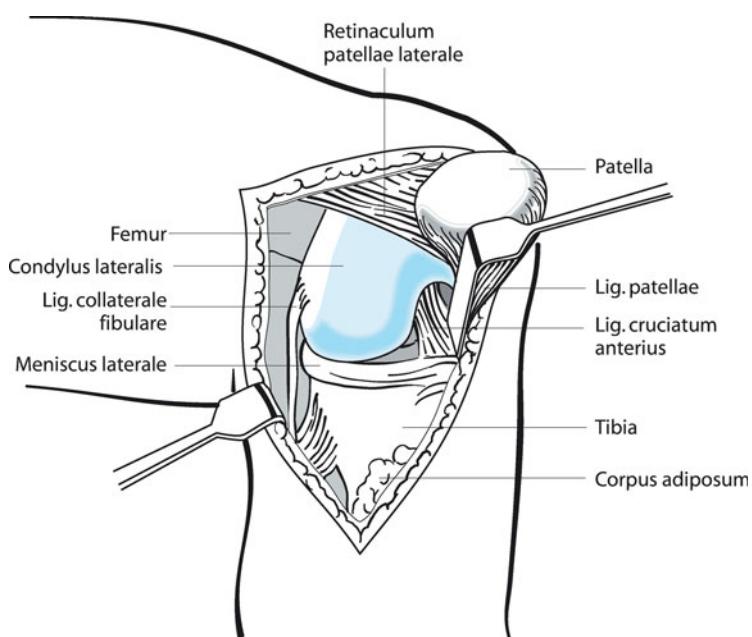


Abb. 5.25 Das Kniegelenk ist eröffnet und auf 90° flektiert. Der anterolaterale Gelenkanteil kann ebenso wie der laterale Meniskus gut eingesehen werden. Das Ligamentum patellae und das laterale Kollateralband werden durch Langenbeck-Haken beiseitegehalten. Durch eine Subluxation der Patella können das Gleitlager und die Kreuzbandregion ebenfalls gut von lateral eingesehen werden

### 5.6.6 Gefahren

Am lateralen Meniskus kann die A. genus inferior lateralis verletzt werden. Diesem Gefäß sollte beim Rückzug entsprechende Aufmerksamkeit geschenkt werden.

## 5.7 Hinterer Zugang zum Kniegelenk

### 5.7.1 Indikation

- Entfernung Baker-Zyste
- Refixation eines knöchernen Ausrisses des hinteren Kreuzbands
- Synovektomien
- Entfernung freier Gelenkkörper
- Chirurgie der Gefäß-Nerven-Straße, popliteal
- Tumoren

### 5.7.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Bauchlage. Je nach Operation und Präferenz kann eine Blutsperre angelegt werden. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass das Bein frei beweglich ist. In der Regel sollte das Bein in Streckung ausgewickelt werden, das Knie dann gebeugt und schließlich der Druck aufgebracht werden. So ist ge-

währleistet, dass die periartikulären Strukturen nicht zu straff gespannt sind. Insbesondere bei Bauchlage sollte sich der Operateur über die korrekte Seite im Klaren sein. Eine vorherige Seitenmarkierung ist hilfreich. Da der Hautschnitt geschwungen ist, sollte er vorher angezeichnet werden. Quer laufende Strichmarkierungen erleichtern den postoperativen Wundverschluss. Die Hautschnitteinführung verläuft von proximal-medial nach distal-lateral s-förmig (Abb. 5.26). Die quere Inzision in der Kniekehle sollte bis auf Höhe des Gelenkspals reichen und leicht von proximal nach distal abfallen, um den Wundverschluss zu vereinfachen.

### 5.7.3 Schnittführung

Nach dem Hautschnitt wird das subkutane Gewebe unter Blutstillung durchtrennt, die darunterliegende Faszie dargestellt und median, längs zur Beinachse, inzidiert. Dabei ist auf den Verlauf des Nervus cutaneus surae medialis und die ihn begleitende Vena parva zu achten. Beide befinden sich im distalen Anteil des Zugangs, und zwar in der Strecke von unterhalb der Faszie bis ober-

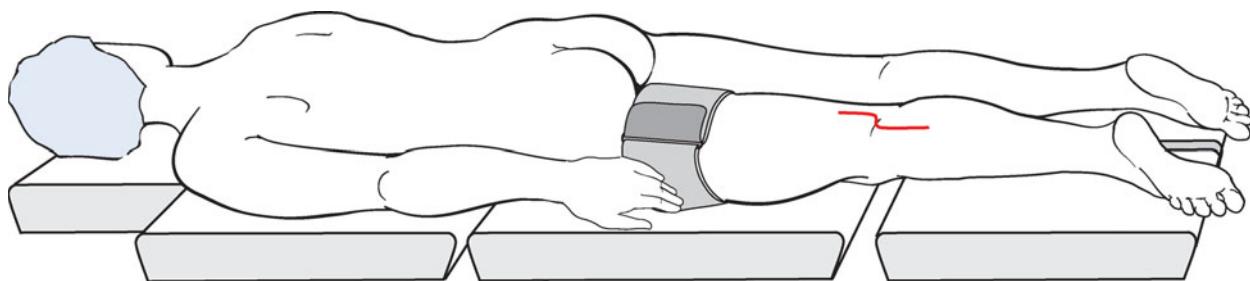


Abb. 5.26 Lagerung in Bauchlage. Die Hautinzision ist eingezeichnet. Sie verläuft von proximal-medial nach distal-lateral s-förmig

## 5.7 · Hinterer Zugang zum Kniegelenk

halb der Faszie. Diese sollte also medial vom Gefäß-Nerven-Bündel inzidiert werden (Abb. 5.27).

Nun kann die Faszie mit Langenbeck-Haken beiseitegehalten werden und der M. semitendinosus nach medial retrahiert werden. Dies erlaubt die Darstellung des N. tibialis, der freipräpariert und angeschlossen wird. Quer verlaufende Verbindungen zwischen der V. saphena parva und der V. poplitea können zur besseren Darstellbarkeit ligiert werden (Abb. 5.28).

Zur weiteren Präparation müssen die poplitealen Gefäße mit einem stumpfen Haken nach lateral gehalten werden. Es bietet sich an, auch diese anzuschlingen. Der M. semimembranosus sollte nun mit einem Langenbeck-Haken oder einem stumpfen Hohmann-Haken, der am oberen medialen Femurkondylus aufliegt, beiseitegehalten werden. Die Übersicht kann weiter verbessert werden, indem der mediale Gastrocnemiuskopf ca. 1–2 cm distal des Ursprungs abgelöst wird (Abb. 5.29).

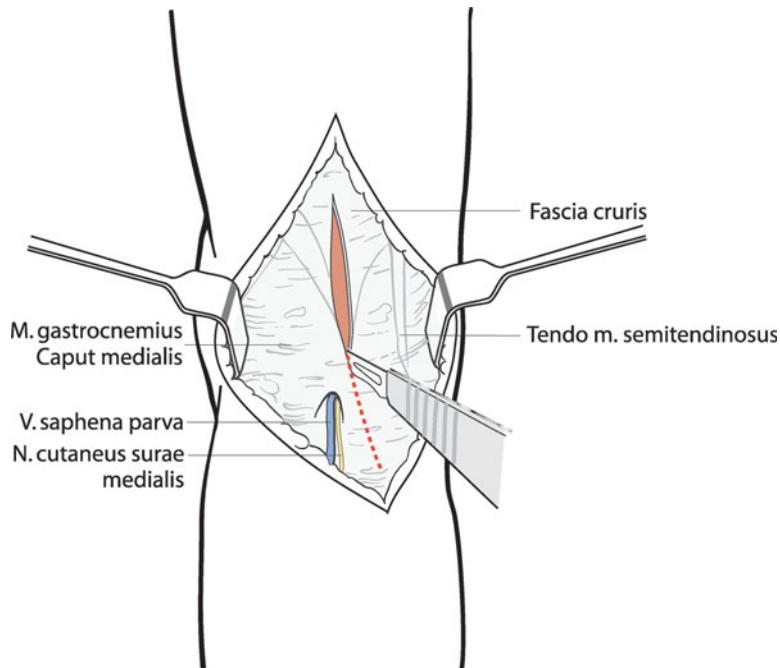


Abb. 5.27 Mittige Spaltung der Faszie unter Beachtung des Gefäß-Nerven-Bündels und unter Schonung der Sehne des M. semitendinosus

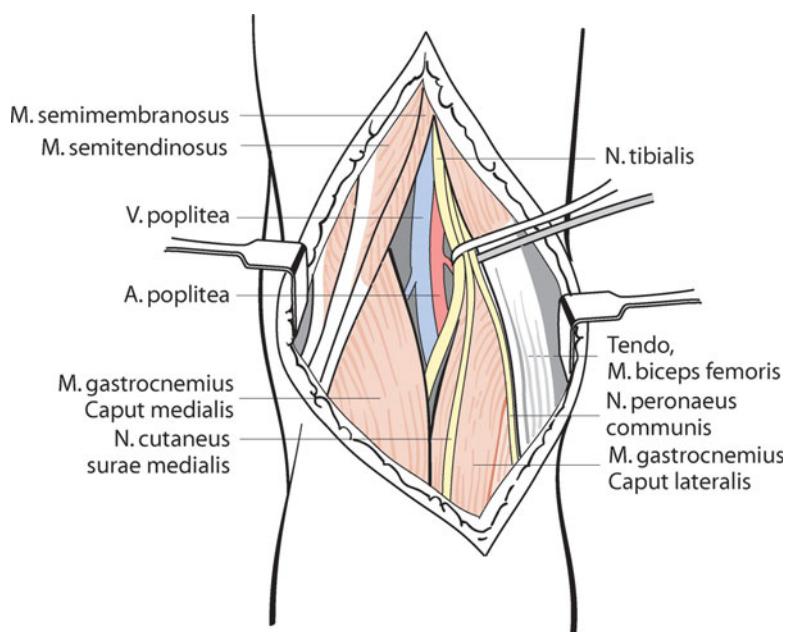


Abb. 5.28 Die Gefäß-Nerven-Straße ist dargestellt. Die Nn. tibialis, peroneus communis und cutaneus surae medialis werden angeschlossen. Die quer-verlaufenden Äste zwischen der V. saphena parva und der V. poplitea können zur besseren Darstellbarkeit ligiert werden

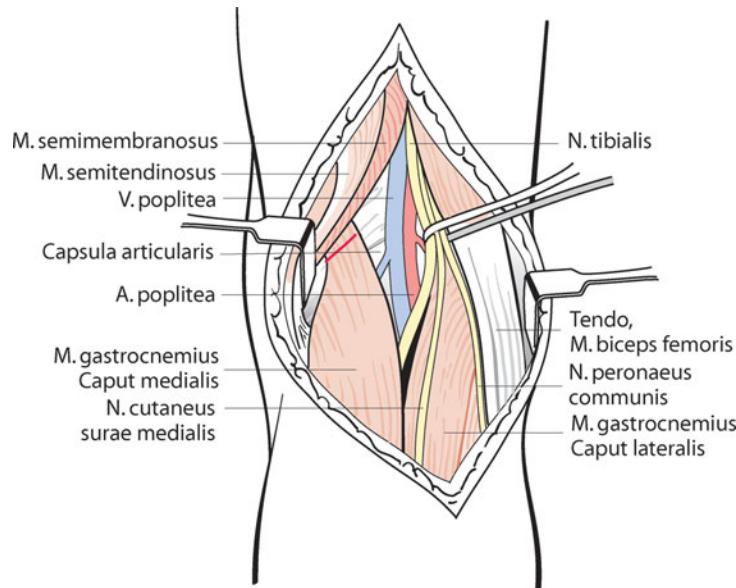


Abb. 5.29 Der mediale Kopf des M. gastrocnemius wird ca. 1–2 cm unterhalb des Ursprungs vom Femurkondylus abgelöst

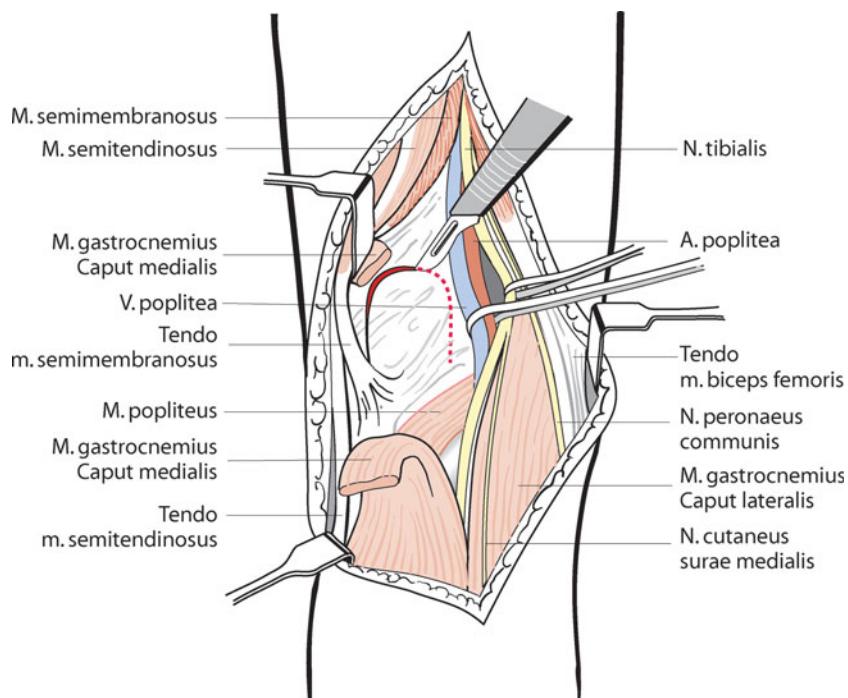


Abb. 5.30 Die Inzision der Gelenkkapsel sollte türflügelartig erfolgen

Es bestehen nun grundsätzlich 2 Möglichkeiten, die Gelenkkapsel darzustellen: von medial oder von lateral. Beide Möglichkeiten werden im Folgenden aufgezeigt.

### Medialer Zugang

Zunächst muss der abgelöste mediale Kopf des M. gastrocnemius nach distal umgeklappt werden. Dieses Manöver sollte mit Bedacht erfolgen, da die ernährenden Strukturen ansonsten überdehnt oder im schlimmsten Fall sogar abgerissen werden könnten. Nun ist der Blick frei auf die Gelenkkapsel. Diese kann je nach Indikation türflügelartig eröffnet werden (Abb. 5.30). Es

empfiehlt sich, die Enden der Kapseleröffnung mit Haltefäden anzuschlingen, damit die spätere Readaptation gut gelingt.

### Cave

Bei der Inzision ist streng darauf zu achten, dass der darunterliegende Gelenkinnenraum nicht geschädigt wird. Insbesondere sollten Verletzungen des Gelenkknorpels, der Kreuzbänder, der hinteren Meniskusanteile, des Ligamentums intermenisceale posterius und der Arteria genus media vermieden werden.

## 5.7 · Hinterer Zugang zum Kniegelenk

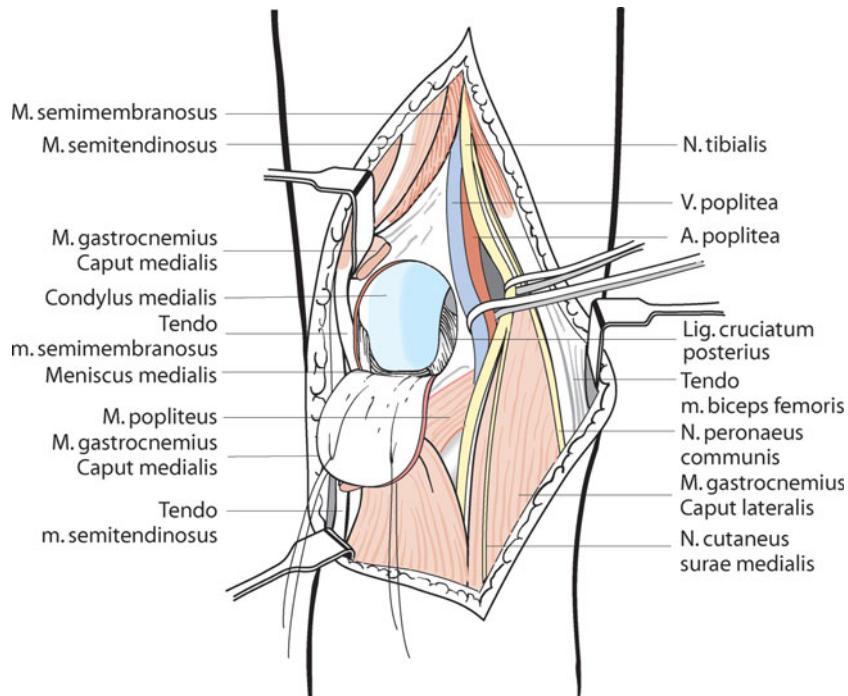


Abb. 5.31 Darstellung des hinteren medialen Kompartiments nach Eröffnen der Gelenkkapsel

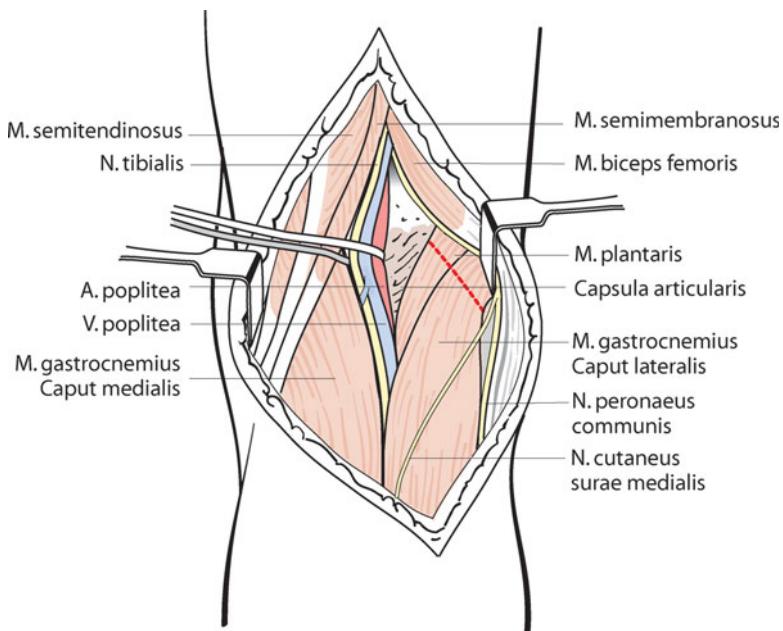


Abb. 5.32 Der laterale Gastroknemiuskopf muss abgelöst werden. Auch der M. plantaris ist zumindest beiseitezuhalten

Nach der Kapselinzision kann der Kapsellappen mit den Haltefäden an den Ecken des Türflügels gut readaptiert werden. Die Darstellung ist gut geeignet zur Einsicht in das hintere mediale Kompartiment mit dem Hinterhorn des Innenmeniskus, der medialen hinteren Femurkondyle und dem hinteren Kreuzband (Abb. 5.31).

### Lateraler Zugang

Bei Fragestellungen, die eher den hinteren lateralen Anteil des Kniegelenks betreffen, bietet sich der laterale Kapselzugang

an. Dabei müssen die angeschlungenen Vasa poplitea und der N. tibialis nach medial gehalten werden. Der mediale Gastroknemiuskopf kann am Ursprung verbleiben. Allerdings müssen der N. peroneus communis, der M. biceps und der N. cutaneus surae medialis vorzugsweise mit einem stumpfen Langenbeck-Haken nach lateral gezogen werden. Anschließend müssen der laterale Gastroknemiuskopf und der M. plantaris vom lateralen Femurkondylus abgelöst oder beiseitegehalten werden (Abb. 5.32). Dies sollte ca. 1–2 cm distal des Ursprungs geschehen.

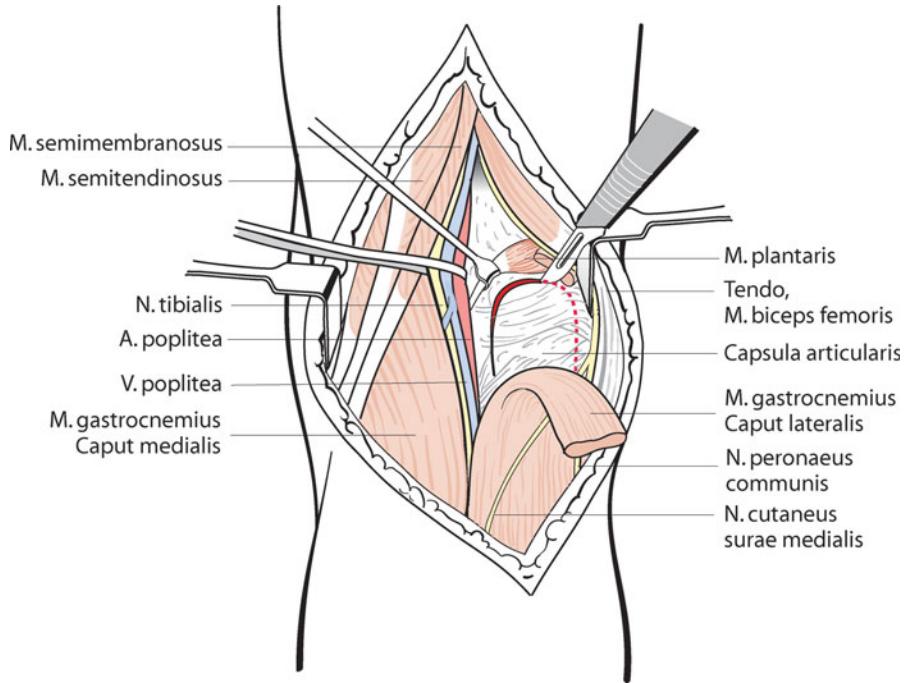


Abb. 5.33 Die Kapsel ist nun dargestellt, die türflügelartige Kapselinzision angezeichnet. Der laterale Gastroknemiuskopf ist nach distal geklappt

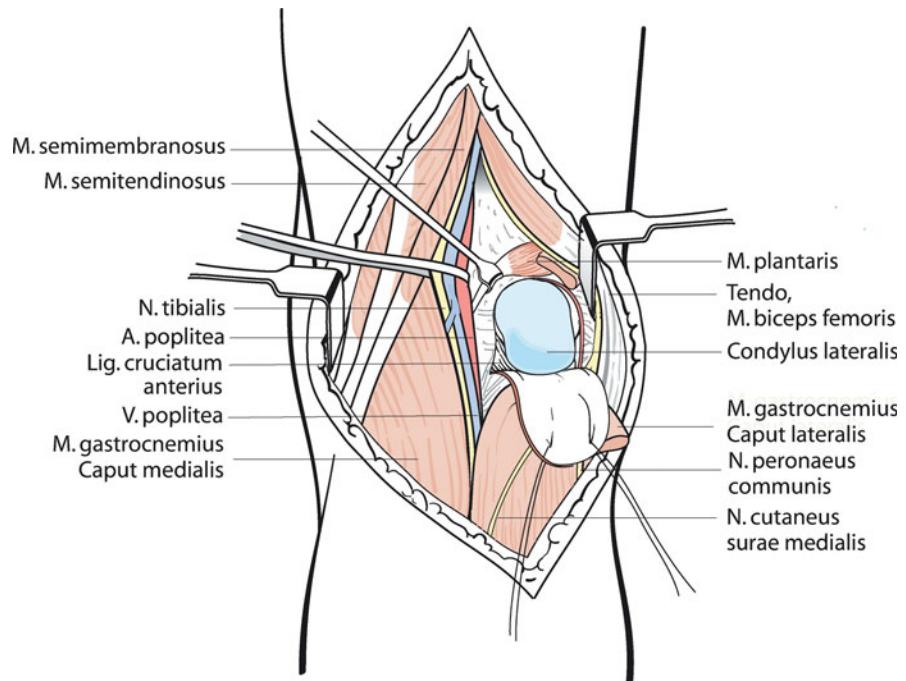


Abb. 5.34 Die Gelenkkapsel ist eröffnet. Die Darstellung ist gut geeignet zur Einsicht in das hintere laterale Kompartiment mit dem Hinterhorn des Außenmeniskus, der lateralen hinteren Femurkondyle und dem hinteren Kreuzband

Nun können diese Muskeln vorsichtig nach distal gehalten werden (Abb. 5.33). Dabei ist auf ihre Gefäß-Nerven-Versorgung zu achten. Diese sollte nicht geschädigt werden.

Diese umfassende Darstellung erlaubt nun eine türflügelartige Eröffnung der posterolateralen Gelenkkapsel. Es empfiehlt sich, die Enden der Kapseleröffnung mit Haltefäden anzuschlingen, damit die spätere Readaptation gut gelingt.

#### **Cave**

Bei der Inzision ist streng darauf zu achten, dass der darunterliegende Gelenkinnenraum nicht geschädigt wird. Insbesondere sollten Verletzungen des Gelenkknorpels, der Kreuzbänder, der hinteren Meniskusanteile und des Ligamentum intermeniscale posterius vermieden werden.

## 5.7 · Hinterer Zugang zum Kniegelenk

Nach der Kapselinzision kann der Kapsellappen mit den Haltefäden an den Ecken des Türflügels gut readaptiert werden. Die Darstellung ist gut geeignet zur Einsicht in das hintere laterale Kompartiment mit dem Hinterhorn des Außenmeniskus, der lateralen hinteren Femurkondyle und dem Ansatz des vorderen Kreuzbands (Abb. 5.34).

### 5.7.4 Wundverschluss

In jedem Fall sollte die Blutsperre, sofern angelegt, geöffnet werden. Alle Blutungen müssen gestillt werden, so dass Bluttrockenheit herrscht. Eine Drainage kann eingelegt werden. Die Kapselinzision wird durch Einzelknopfnähte readaptiert, die abgelösten Muskelbäuche mit u- oder z-förmigen Nähten.

### 5.7.5 Gefahren

Die Nähe zur Gefäß-Nerven-Straße beinhaltet die Gefahr ihrer Verletzung. Es bietet sich an, die Nerven und Gefäße vorsichtig zu präparieren und anzuschlingen, damit eine entsprechende Markierung vorhanden ist. Die Öffnung der Blutsperre mit anschließender subtiler Blutstillung ist obligat.

# Unterschenkel

J. Götz

## 6.1 Lateraler Zugang zum Tibiakopf – 114

- 6.1.1 Indikation – 114
- 6.1.2 Lagerung – 114
- 6.1.3 Schnittführung – 114
- 6.1.4 Präparation – 115

## 6.2 Hinterer Zugang zum Tibiakopf nach Banks und Laufman – 118

- 6.2.1 Indikation – 118
- 6.2.2 Lagerung – 118
- 6.2.3 Schnittführung – 118
- 6.2.4 Präparation – 118

## 6.3 Vorderer Zugang zum Tibiaschaft – 122

- 6.3.1 Indikation – 122
- 6.3.2 Lagerung – 122
- 6.3.3 Schnittführung – 122
- 6.3.4 Präparation – 123

## 6.4 Posterolateraler Zugang zu Tibia und Fibula – 124

- 6.4.1 Indikation – 124
- 6.4.2 Lagerung – 124
- 6.4.3 Schnittführung – 124
- 6.4.4 Präparation – 124

## 6.5 Lateraler Zugang zur Fibula – 127

- 6.5.1 Indikation – 127
- 6.5.2 Lagerung – 127
- 6.5.3 Schnittführung – 127
- 6.5.4 Präparation – 128

## 6.6 Posteromedialer Zugang zum Tibiaschaft – 132

- 6.6.1 Indikation – 132
- 6.6.2 Lagerung – 132
- 6.6.3 Schnittführung – 132
- 6.6.4 Präparation – 133

## 6.1 Lateraler Zugang zum Tibiakopf

### 6.1.1 Indikation

- Frakturversorgung (laterales Tibiaplateau)
- Pseudarthrosenbehandlung
- Knochenentnahme bei autogener Spongiosatransplantation
- Osteomyelitis
- Proximale Tibiaumstellungosteotomie

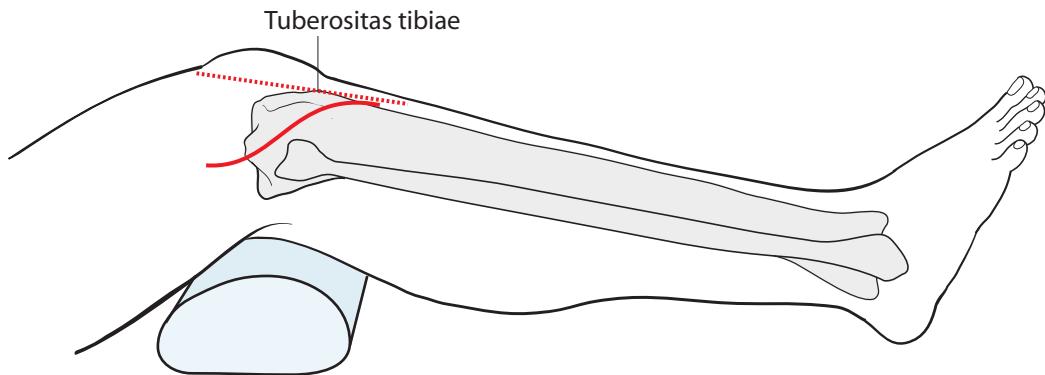
### 6.1.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Der Oberschenkel wird mit einem Keilkissen unterlagert, sodass sich das Knie ungefähr in einer 60°-Flexionsstellung befindet. Das ipsilaterale Gesäß wird mit einem Keilkissen oder Sandsack unterlagert, um die Außenrotationsstellung des Beins aufzuheben. Die Patella sollte nach anterior ausgerichtet sein. Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Oberschenkelblutdruckmanschette für eine Blutleere oder -sperre zu überlegen. Das Bein wird steril abgewaschen und danach frei beweglich abgedeckt. Bei intraoperativer Durchleuchtungsnotwendigkeit sollte auf die Verwendung eines entsprechend geeigneten OP-Tisches geachtet werden.

### 6.1.3 Schnittführung

Zur Orientierung werden Tibiaschaft, Margo anterior tibiae und Tuberculum gerdyi palpiert sowie der laterale Kniegelenkspalt aufgesucht. Der Hautschnitt beginnt auf Höhe des Condylus femoris lateralis und wird entweder im schrägen oder leicht s-förmigen Verlauf nach distal geführt. Die Inzision verläuft dabei lateral der Patellarsehne im Abstand von ca. einem Querfinger zur Tuberossitas tibiae (► Abb. 6.1); sie kann nach distal erweitert werden, indem sie im Abstand von etwa 1 cm parallel zur Margo anterior tibiae fortgeführt wird. Mit der beschriebenen Verlängerung nach distal kann die Tibia auch in ihrem weiteren Verlauf exponiert werden (s. auch ► Abschn. 6.3, »Vorderer Zugang zum Tibiaschaft«).

Muss neben dem lateralen auch der mediale Tibiakondylus dargestellt werden, bietet sich als alternativer Zugang eine längs verlaufende, laterale, parapatellare Inzision an. Dieser Zugang kann auch für Folgeeingriffe wie endoprothetische Versorgungen verwendet werden (► Abb. 6.1).



► Abb. 6.1 Lateraler Zugang zum Tibiakopf (gestrichelte Linie: parapatellarer Zugang)

### 6.1.4 Präparation

Nach dem Hautschnitt wird routinemäßig das Skalpell gewechselt. Die Subkutis wird durchtrennt und die Faszie sowie der Tractus iliotibialis dargestellt. Der Traktus wird von proximal nach distal in Faserverlaufsrichtung bis zum Tuberculum gerdyi gespalten, in distaler Fortsetzung wird die Unterschenkelfaszie incidiert (Abb. 6.2).

Der Musculus tibialis anterior wird mit einem Raspatorium von der Tibia abgelöst, der Tractus iliotibialis wird am Tuberculum gerdyi mit dem Skalpell scharf abpräpariert (Abb. 6.3).

Die streng knochennahe Präparation wird im Bereich der posterolateralen Fläche der proximalen Tibia fortgesetzt, bis ein Hohmann-Hebel eingesetzt werden kann. Um eine akzentuelle Verletzung der Poplitealgefäß durch Abrutschen des Raspatoriums zu vermeiden, wird die Flexionsstellung des Kniegelenks verstärkt. Dadurch wird erreicht, dass die Gefäß etwas dorsaler und somit geschützter liegen.

Bei geplanter Osteotomie des Tibiakopfs wird zum Schutz der Patellar sehne eine zusätzliche Inzision am Rand der Patellar sehne durchgeführt und die Sehne mit einem Langenbeck-Haken unterfahren und retrahiert (Abb. 6.4). Zur Darstellung des Außenmeniskus kann die Kapseleröffnung nach proximal verlängert werden. Da das Außenband vom Femurkondylus zum Caput fibulae verläuft, kann die Basis des lateralen Meniskus nach Einsetzen eines Langenbeck-Hakens komplett dargestellt werden.

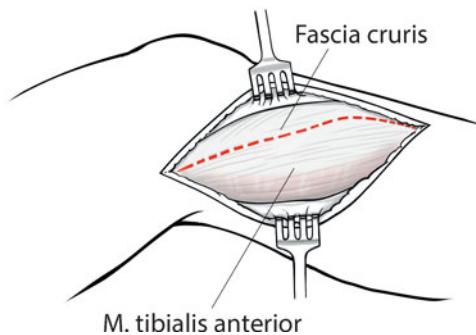


Abb. 6.2 Die Unterschenkelfaszie wird entlang der eingezeichneten Linie eröffnet, im proximalen Anteil wird der Tractus iliotibialis gespalten

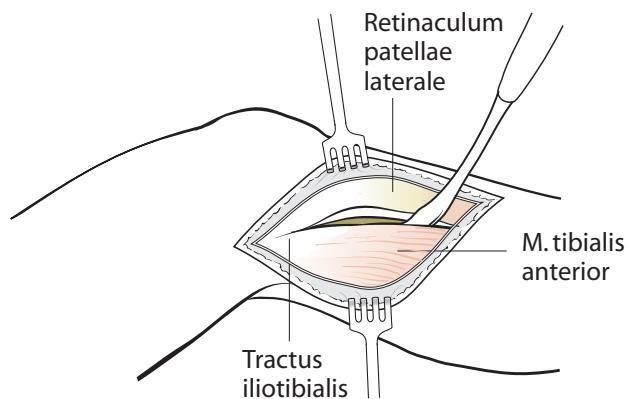


Abb. 6.3 Scharfes Absetzen des M. tibialis anterior und Abschieben nach lateral. Der Tractus iliotibialis wird vom Tuberculum gerdyi gelöst

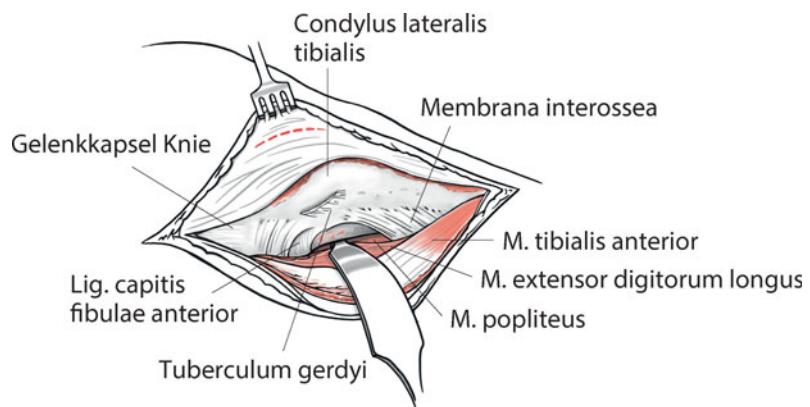


Abb. 6.4 Der laterale Tibiakopf ist dargestellt. Die gestrichelte Linie zeigt die Inzision zum Einsetzen eines Langenbeckhakens zum Schutz des Lig. Patellae

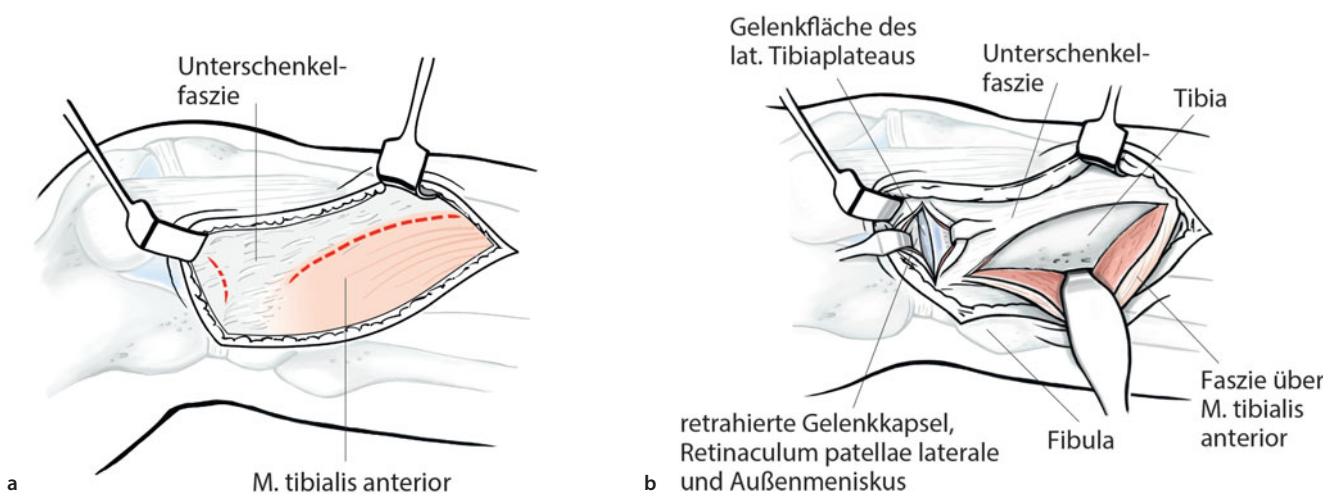


Abb. 6.5a,b Inzision der Unterschenkelfaszie ventral des M. tibialis anterior und subperiostales Abschieben nach lateral. Zweite Inzision quer verlaufend unterhalb des Rands des Tibiaplateaus

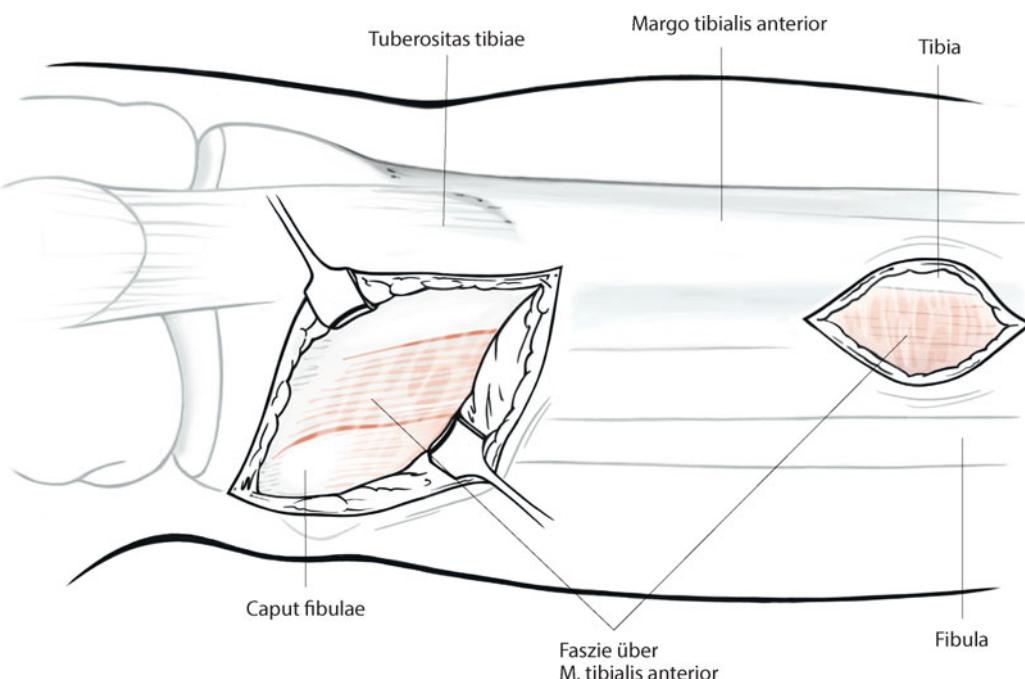


Abb. 6.6 Der distale Schnitt sollte im Abstand von ca. 2 cm und parallel zur Margo anterior der Tibia erfolgen. Die genaue Lokalisation und Länge des Schnitts hängt von der Pathologie und den gewählten Implantaten ab

Beim Wundverschluss muss die Gelenkkapsel sowie die Faszie genäht sowie die abgelöste Streckermuskulatur an der Tibiakante refixiert werden.

#### Tipp

Zu Vermeidung eines Kompartments empfiehlt sich die Faszienspaltung des Unterschenkelstreckerkompartiments entweder durch einen einzigen langen longitudinalen Schnitt oder durch mehrere kleine Inzisionen.

Eine Variante dieses Zugangs besteht darin, nach Darstellung der Unterschenkelfaszie und der Gelenkkapsel die Unterschenkel-

faszie lediglich über dem M. tibialis anterior zu inzidieren und den Muskel mittels Raspatorium subperiostal abzuschließen, um den lateralen Tibiaschaft darzustellen. Über eine zweite, quer verlaufende Inzision entlang der lateralen Tibiagelenkfläche und distal des Außenmeniskus wird das Kniegelenk über eine Länge von ca. 4 cm eröffnet und die Gelenkkinnenhaut durchtrennt (Abb. 6.5).

Der Außenmeniskus wird auf seiner Unterseite von seinen weichteiligen Verankerungen gelöst und eine Ebene zwischen der Unterseite des Außenmeniskus und dem darunter liegenden Tibiaplateau geschaffen. Das Vorderhorn des Außenmeniskus darf nicht mobilisiert und abgelöst werden. Durch das Vorlegen von Haltefäden im Bereich der Meniskusbasis wird die spätere

### 6.1 · Lateraler Zugang zum Tibiakopf

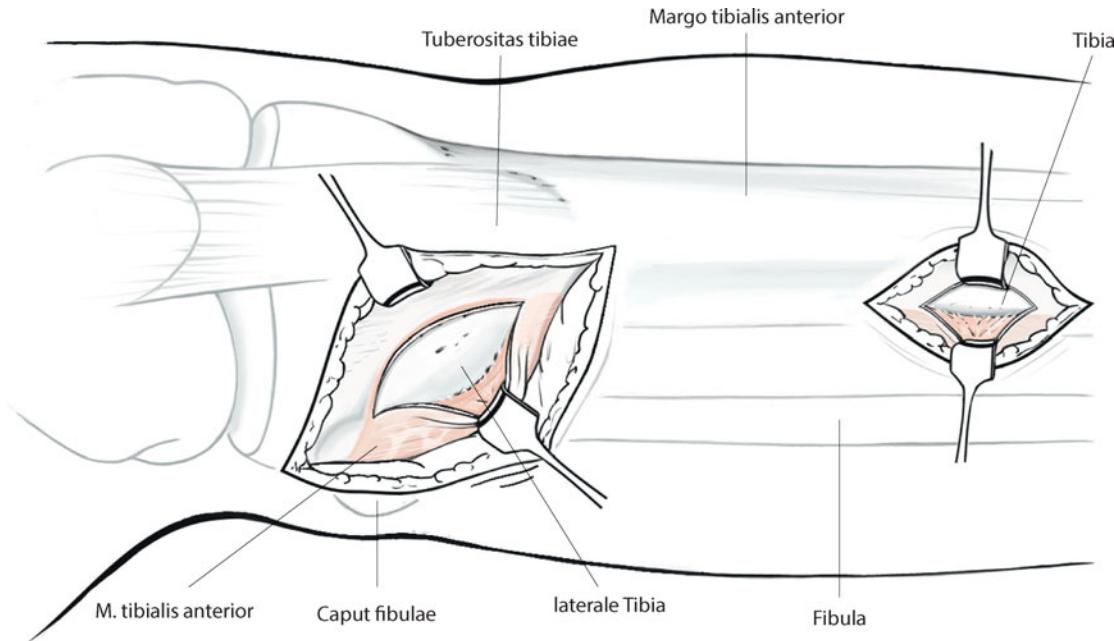


Abb. 6.7 Proximale Präparation in die Tiefe parallel zum Hautschnitt, Faszienspaltung und Darstellung des lateralen Tibiplateaus. Distal ebenfalls Subkutanpräparation und Faszieneröffnung parallel zur Hautinzision. Split des M. tibialis anterior und Eingehen auf das Periost

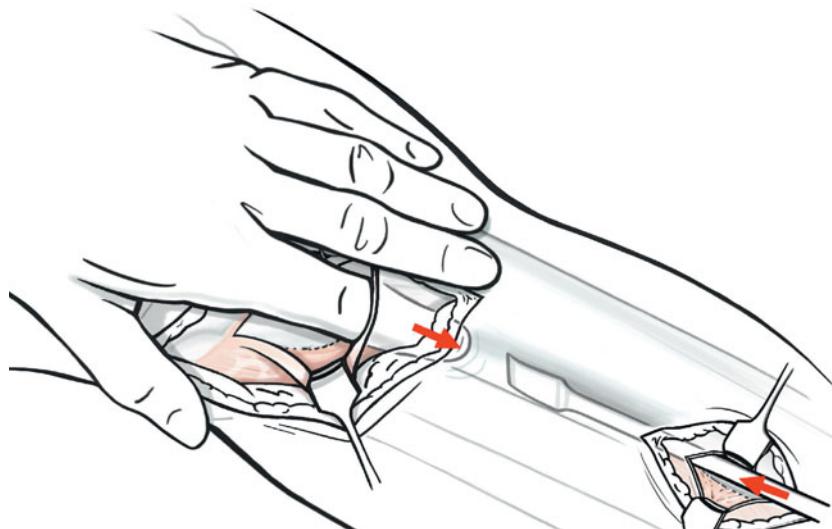


Abb. 6.8 Schaffung eines epiperiostalen Tunnels zwischen den beiden Zugängen

Rekonstruktion und Fixierung erleichtert. Der Meniskus kann nun mittels Haken nach proximal gehalten werden, sodass man einen guten Einblick in das Gelenk hat.

Eine weitere Alternative bei Frakturen ohne Gelenkbeteiligung ist der minimal-invasive Zugang mittels 2 Inzisionen.

Der erste, proximale Hautschnitt beginnt proximal und lateral des Tuberculum gerdyi und führt leicht bogenförmig über eine Länge von 5 bis 6 cm nach distal-ventral in Richtung der Tuberossitas tibiae (Abb. 6.6).

Die Faszie wird proximal gespalten und der M. tibialis anterior mit dem Raspatorium so weit nach lateral und distal abgeschnitten, dass eine Beurteilung des pathologischen Befunds sowie das Einbringen des Implantats möglich ist.

Die zweite, distale Inzision verläuft lateral und parallel zur Margo anterior tibiae über eine Länge von in der Regel 5–6 cm. Der Abstand zur proximalen Inzision hängt von der zugrunde liegenden Pathologie und dem gewählten Implantat ab. Nun wird die Unterschenkelfaszie parallel zur Hautinzision inzidiert. Der M. tibialis anterior wird von der lateralen Tibiaschaftfläche abgeschoben oder das Periost über einen Muskelsplit direkt dargestellt (Abb. 6.7).

Abschließend wird ein epiperiostaler Tunnel zwischen den beiden Zugängen auf der lateralen Tibiaschaftfläche geschaffen und die Fraktur entsprechend versorgt (Abb. 6.8).

## 6.2 Hinterer Zugang zum Tibiakopf nach Banks und Laufman

### 6.2.1 Indikation

- Posteromediale Tibiakopffrakturen
- Pseudarthrosen
- Osteomyelitis
- Tumor

### 6.2.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Bauchlage. Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Oberschenkelblutdruckmanschette für eine Blutleere oder sperre zu überlegen. Das Bein wird steril abgewaschen und danach frei beweglich abgedeckt. Bei intraoperativer Durchleuchtungsnotwendigkeit sollte auf die Verwendung eines entsprechend geeigneten OP-Tisches geachtet werden.

### 6.2.3 Schnittführung

Der ca. 12 cm lange, hockeyschlägerförmige Hautschnitt beginnt lateral, verläuft anschließend über die Fossa poplitea nach medial

und biegt dann bogenförmig nach distal ab, um dem medialen Gastroknemiusrand zu folgen (Abb. 6.9). In der von Galla u. Lobenhoffer (2003<sup>1</sup>) beschriebenen modifizierten Technik wird auf einen Hautschnitt, der die Kniekehle kreuzt, verzichtet und lediglich die longitudinale mediale Inzision durchgeführt (Abb. 6.10).

### 6.2.4 Präparation

Nach dem Hautschnitt wird routinemäßig das Skalpell gewechselt. Die Subkutis wird durchtrennt und die Fascia cruris dargestellt. Die Faszie wird in gleicher Richtung wie der Hautschnittinzidiert. Um die lateral verlaufenden Nervus suralis und Vena saphena parva zu erhalten, sollte die Inzision der Faszie medial dieses Gefäß-Nerven-Bündels erfolgen. Bei der modifizierten Technik nach Galla u. Lobenhoffer wird die Poplitealregion nicht gekreuzt. Die Eröffnung der Faszie erfolgt parallel zur medialseitigen longitudinalen Hautinzision (Abb. 6.10).

Nach Darstellung des medialen Gastroknemiuskopfs und des M. semimembranosus wird stumpf in die Ebene zwischen diesen beiden Muskeln eingegangen (Abb. 6.11; Abb. 6.12).

<sup>1</sup> Galla M, Riemer C, Lobenhoffer P (2009) Direct posterior approach for the treatment of posteromedial tibial head fractures. Oper Orthop Traumatol 21(1):51–64

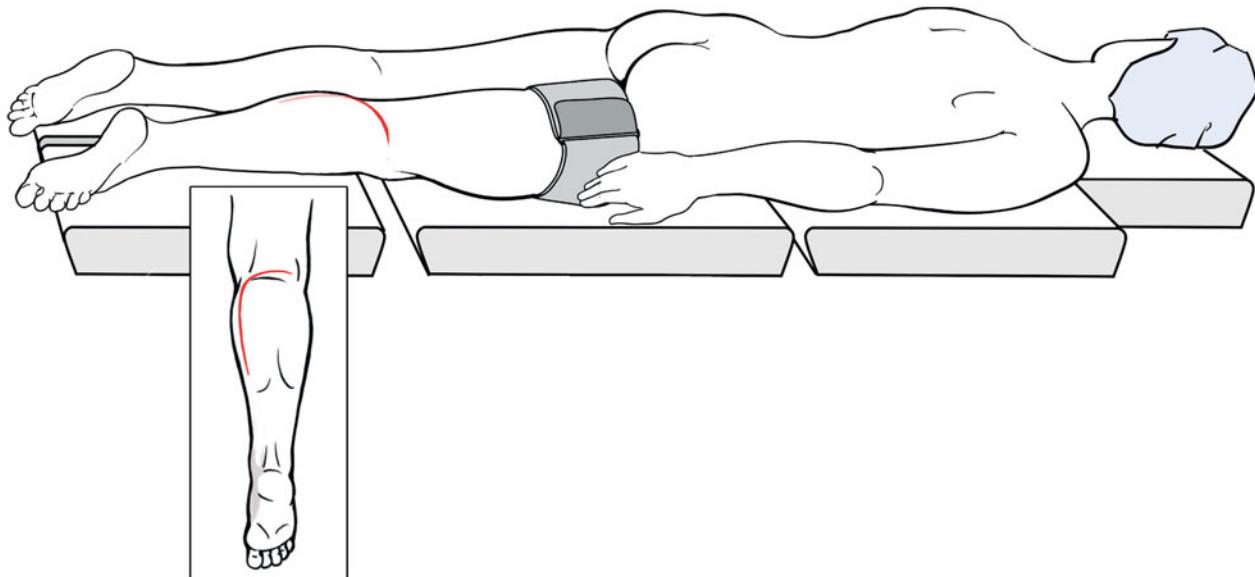


Abb. 6.9 Hinterer Zugang zum Tibiakopf nach Banks und Laufman

6.2 · Hinterer Zugang zum Tibiakopf nach Banks und Laufman

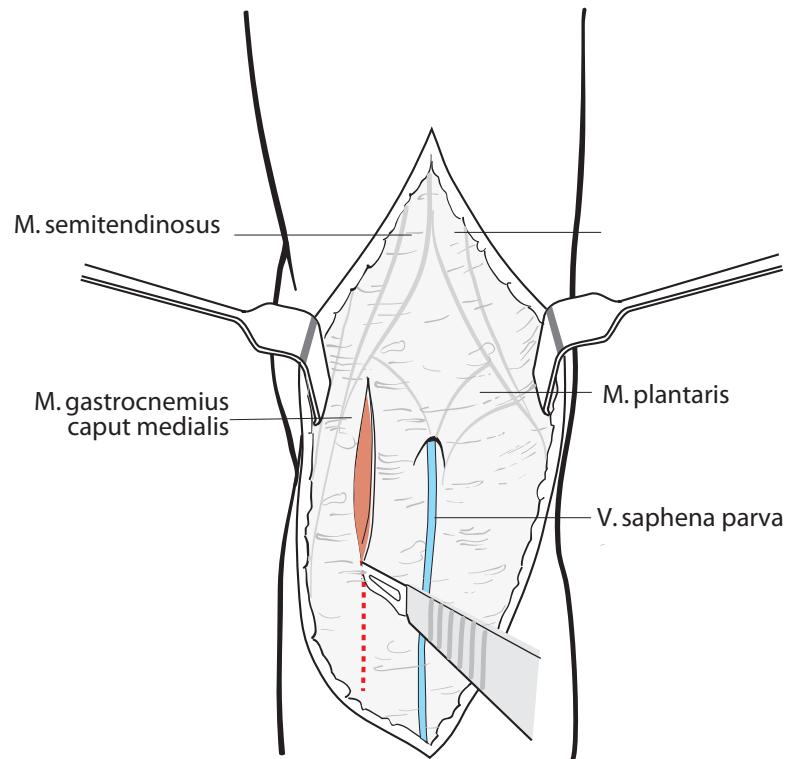


Abb. 6.10 Faszieneröffnung in der Technik nach Galla u. Lobenhoffer (2003<sup>1</sup>) medialseitig über dem Caput mediale des M. gastrocnemius

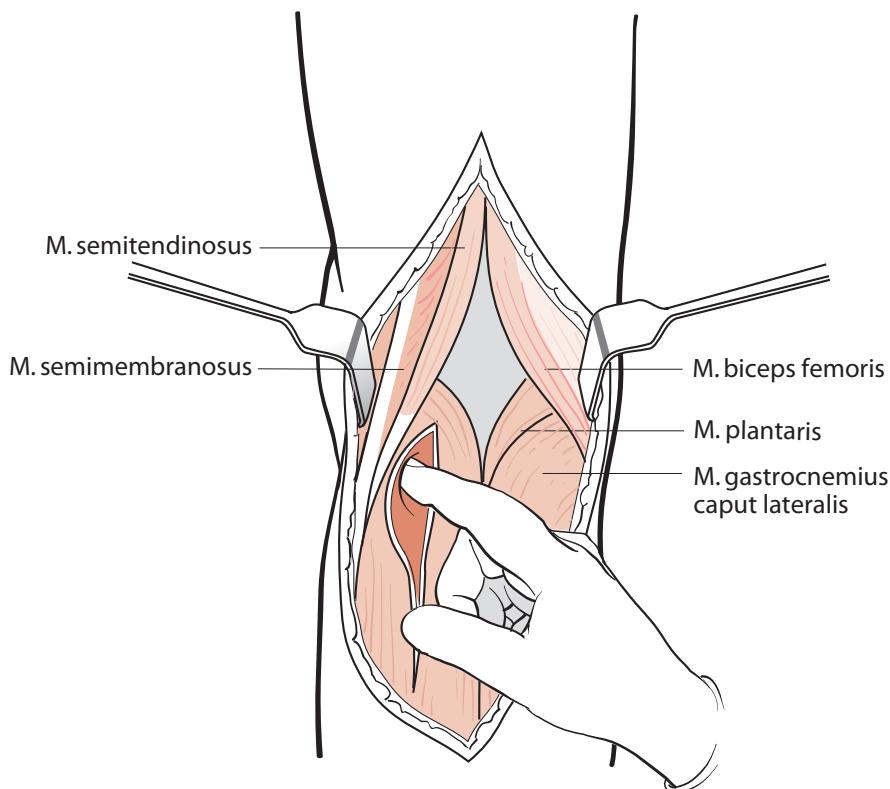


Abb. 6.11 Stumpfes Eingehen zwischen Caput mediale m. gastrocnemii und M. semimembranosus

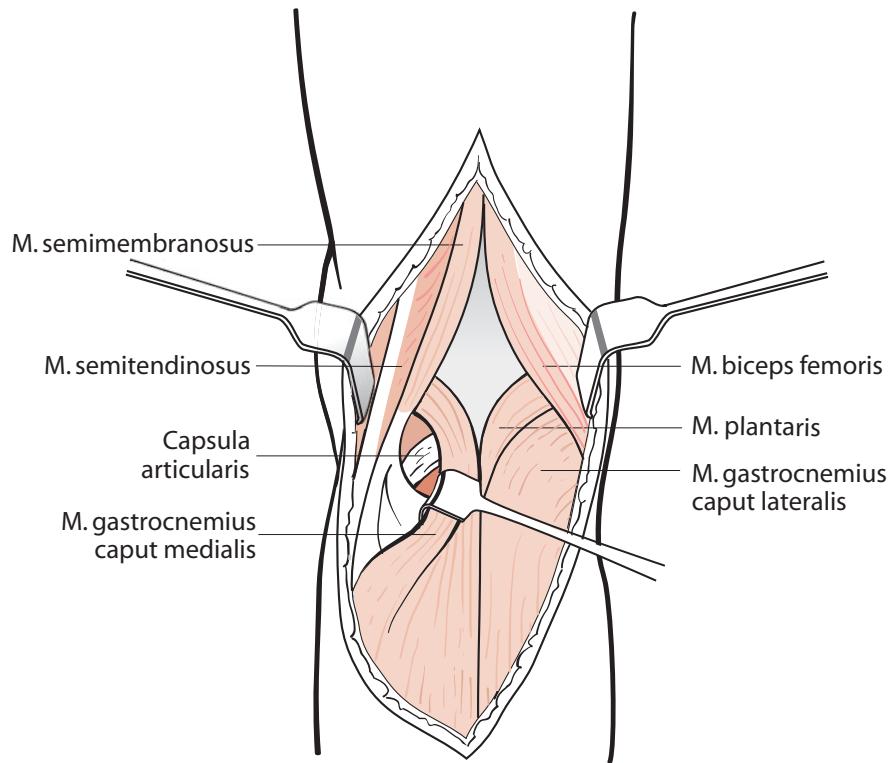


Abb. 6.12 Darstellung der Eingangsebene zwischen M. gastrocnemius und M. semimembranosus

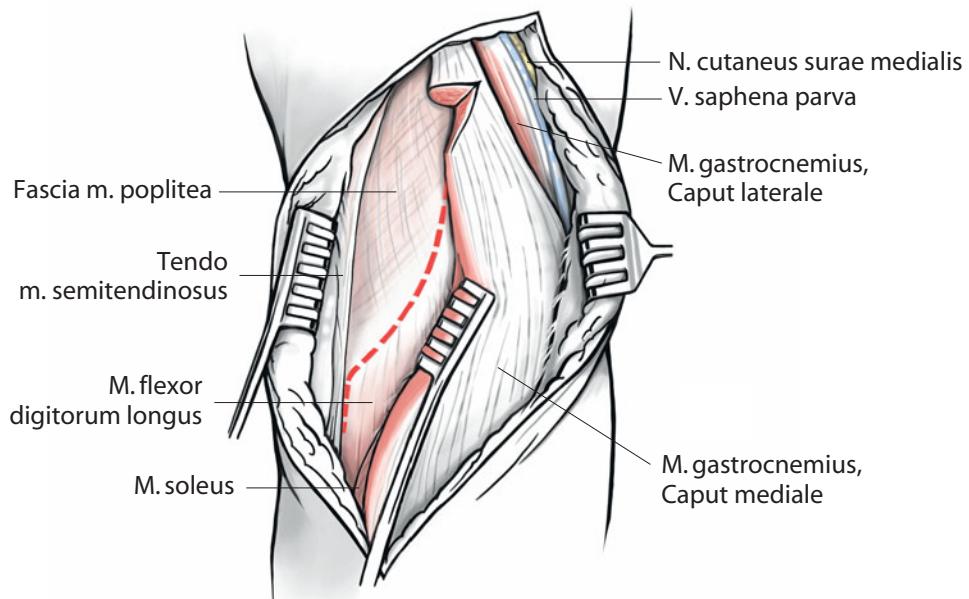


Abb. 6.13 Stumpfes Eingehen zwischen Caput mediale des M. gastrocnemius und M. semimembranosus. Zur besseren Mobilisierung und Übersicht ist der mediale Kopf des M. gastrocnemius eingekerbt dargestellt

## 6.2 · Hinterer Zugang zum Tibiakopf nach Banks und Laufman

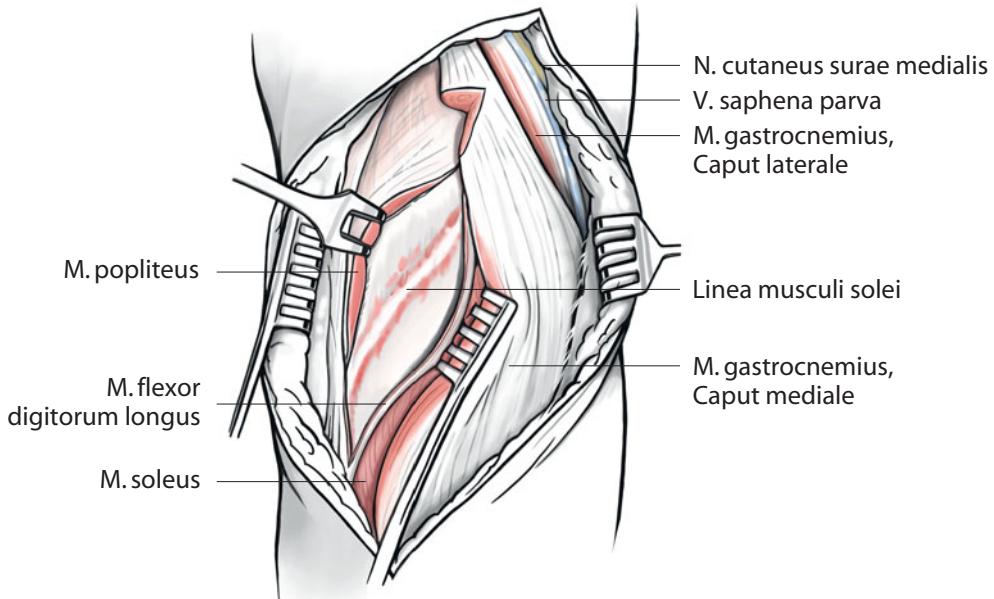


Abb. 6.14 Poplitealmuskel nach proximal und Anteile des M. flexor digitorum longus nach lateral abgelöst

Der mediale Gastroknemiuskopf wird zusammen mit dem M. soleus nach lateral weggehalten. Falls die Sicht auf den hinteren Aspekt der proximalen Tibia noch unzureichend ist, kann der mediale Gastroknemiuskopf für eine bessere Mobilisierung eingekerbt werden (Abb. 6.13).

Der M. popliteus kann entweder subperiostal nach lateral abgeschoben oder nach proximal weggehalten werden (Abb. 6.14).

Wenn möglich, sollte der M. semimembranosus an seinem Ansatz nicht abgelöst werden, sondern nur mit einem stumpfen Haken nach kranialmedial gehalten werden. Zur besseren Darstellung nach distal kann der Ursprung des M. flexor digitorum longus nach distal mobilisiert werden.

Eine Eröffnung der Gelenkkapsel ist nicht zwingend notwendig und hängt von der geplanten operativen Maßnahme ab.

## 6.3 Vorderer Zugang zum Tibiaschaft

### 6.3.1 Indikation

- Frakturversorgung
- Pseudarthrosenbehandlung
- Osteomyelitis
- Tumor
- Osteotomien

### 6.3.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Oberschenkelblutdruckmanschette für eine Blutleere oder -sperre zu überlegen. Das Bein wird steril abgewaschen und danach frei beweglich abgedeckt. Bei intraoperativer Durchleuchtungsnotwendigkeit sollte auf die Verwendung eines entsprechend geeigneten OP-Tisches geachtet werden.

### 6.3.3 Schnittführung

Bei der Palpation der Tibia sollte man sich ihren dreieckigen Querschnitt vergegenwärtigen. Die scharfe Tibiavorderkante (Margo anterior) verläuft ventral und geht nach proximal in die Tuberositas tibiae über, die zweite Kante (Margo medialis) liegt medial und die dritte Kante posterolateral (Margo interosseus). Durch diese 3 Kanten werden 3 Knochenflächen definiert: eine mediale, unmittelbar subkutan liegende (zwischen ventraler und medialer Kante), eine laterale (zwischen ventraler und posterolateraler Kante) und eine posteriore (zwischen medialer und posterolateraler Kante). Während die mediale Tibiafläche aufgrund der subkutanen Lage gut palpierbar ist, ist die laterale von den Extensoren und die posteriore von den Flexoren bedeckt.

Der Hautschnitt beginnt lateral der Tuberositas tibiae und verläuft parallel im Abstand von etwa 1 cm lateral zur Tibiavorderkante. Die Länge des Hautschnitts hängt von der erforderlichen Knochenexposition ab (Abb. 6.15).

#### ! Cave

Aufgrund der kritischen Durchblutungssituation sollte die Schnittlänge so gewählt werden, dass keine zu starken Retraktionskräfte auf den Wundrand wirken und zu einer postoperativen Wundheilungsstörung führen.

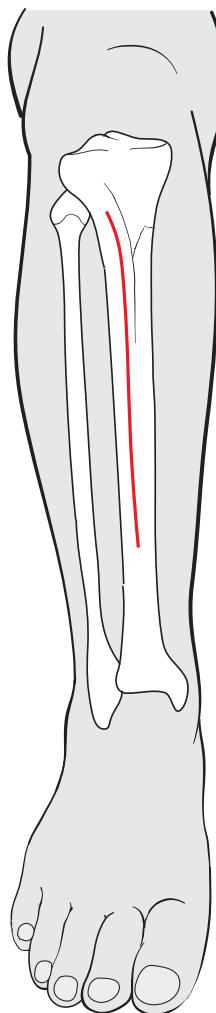


Abb. 6.15 Hautinzision für den lateralen Zugang zum Unterschenkel

### 6.3.4 Präparation

Nach dem Hautschnitt wird routinemäßig das Skalpell gewechselt. Die Unterschenkelfaszie wird nur einige Millimeter lateral der Tibiavorderkante längsinzidiert (Abb. 6.16).

Mit einem Raspatorium kann subperiostal der M. tibialis anterior abgehoben und nach lateral gehalten werden (Abb. 6.17). Bei der Darstellung der medialen Tibiafläche muss auf die V. saphena magna geachtet werden. Aufgrund der großen Be-

deutung des Periosts für die Blutversorgung bei Frakturen sollte seine Abpräparation auf ein Minimum reduziert sein und, wenn möglich, eine extraperiostale Darstellung erfolgen.

**Auf die Bedeutung der Weichteilsituation bei diesem Zugang im Rahmen von Frakturversorgungen soll abschließend noch einmal explizit hingewiesen werden: Die Knochenfreilegung sollte auf das notwendigste Maß beschränkt bleiben.**

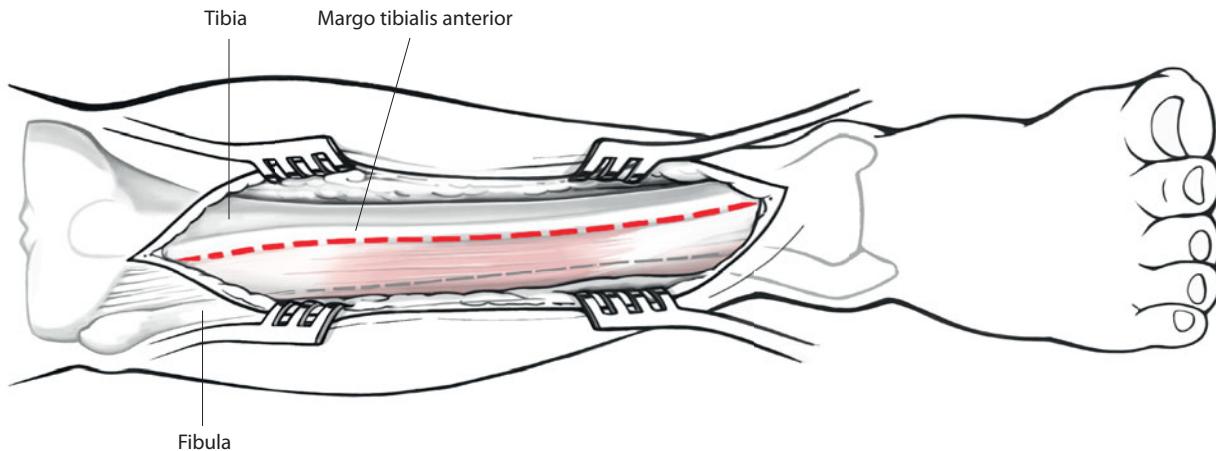


Abb. 6.16 Um eine spätere Rekonstruktion zu ermöglichen, erfolgt die Inzision der Unterschenkelfaszie ca. 1 cm lateral der Margo tibialis anterior

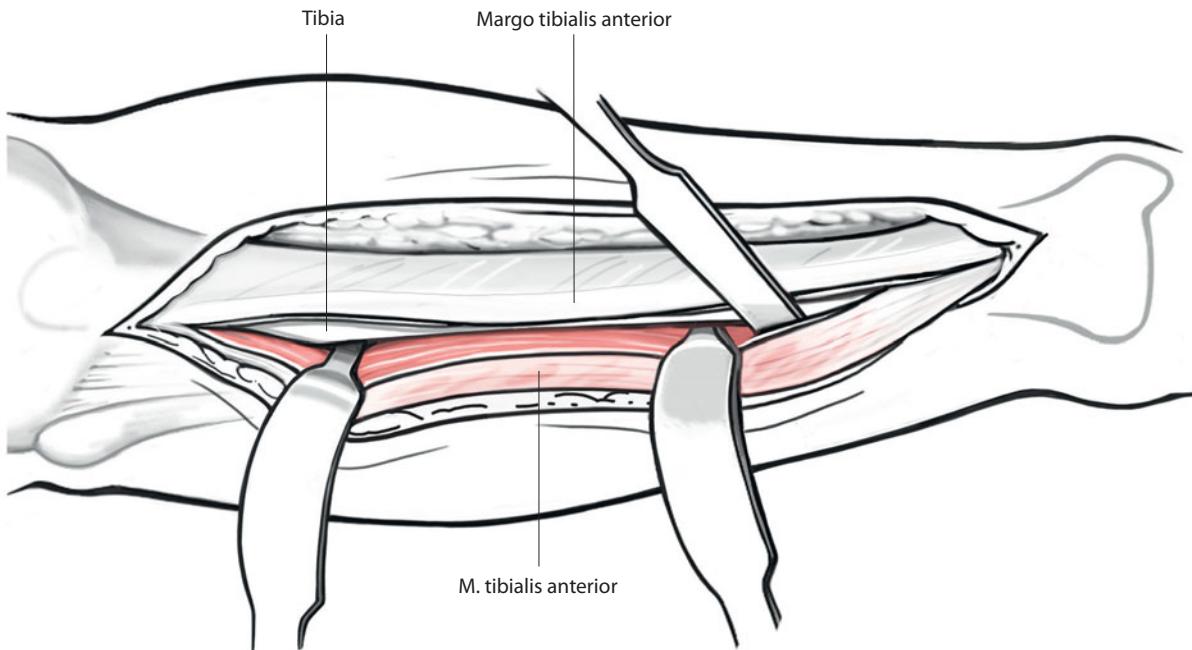


Abb. 6.17 Der M. tibialis anterior wird nach lateral abgeschoben und retrahiert. Die laterale Tibiafläche ist dargestellt. Das Periost wird nur so weit wie nötig abgeschoben

## 6.4 Posterolateraler Zugang zu Tibia und Fibula

### 6.4.1 Indikation

- Frakturversorgung
- Pseudarthrosenbehandlung
- Osteomyelitis

### 6.4.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Seiten- oder Halbseitenlage, das zu operierende Bein befindet sich oben. Aufliegende, knöcherne Prominenzen werden zur Dekubitusprophylaxe weich gebettet. Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Oberschenkelblutdruckmanschette für eine Blutleere oder -sperre zu überlegen. Das Bein wird steril abgewaschen und danach frei beweglich abgedeckt. Bei intraoperativer Durchleuchtungsnotwendigkeit sollte auf die Verwendung eines entsprechend geeigneten OP-Tisches geachtet werden.

### 6.4.3 Schnittführung

Die laterale Gastroknemiusgrenze und das Caput fibulae werden palpiert. Die Hautinzision beginnt ca. 3 cm distal des Caput fibulae auf Höhe des lateralen Gastroknemiusrands und erfolgt in Längsrichtung entlang der lateralen Grenze des M. gastrocnemius in Richtung des Malleolus lateralis (Abb. 6.18). Die tatsächliche Schnittlänge hängt von der notwendigen Knochenexposition ab.

### 6.4.4 Präparation

Nach dem Hautschnitt wird routinemäßig das Skalpell gewechselt. Die Subkutis wird durchtrennt und die Faszie unter Erhalt der V. saphena parva dargestellt. Zum Fibulaköpfchen muss ein ausreichender Sicherheitsabstand eingehalten werden, um keine Gefährdung des knapp unterhalb der Fibula verlaufenden N. fibularis/peroneus communis zu riskieren. Die Unterschenkelfaszie wird in gleicher Schnittrichtung wie der Hautschnitt zwischen dem Hinterrand der Peroneal-/Fibularismuskeln und dem M. gastrocnemius sowie dem M. soleus inzidiert (Abb. 6.19). Die Mm. gastrocnemius, soleus und flexor hallucis longus werden vom N. tibialis, die Mm. peronei/fibulares vom N. fibularis/peroneus superficialis versorgt. Diese internervale Ebene stellt gleichzeitig die Grenze zwischen posteriorem und lateralem Kompartiment dar.

Es wird in die Ebene zwischen Peronealmuskulatur und Gastroknemius-Soleus-Muskeln eingegangen. Der M. soleus und der laterale Kopf des M. gastrocnemius werden nach medial und posterior weggehalten, der M. soleus muss dafür teilweise von der Fibula abgesetzt werden (Abb. 6.20).

Die Gefäße aus der A. und V. peronea/fibularis, die das Septum intermusculare perforieren, werden ligiert und abgesetzt. Die Hinterseite der Fibula wird subperiostal mit einem Raspatorium vom M. flexor hallucis longus freipräpariert. Die Richtung der Präparation verläuft von distal nach proximal, da alle Muskeln, die an der Fibula entspringen, Fasern besitzen, die nach distal zum Fuß und zum Sprunggelenk ziehen. Für eine saubere und weniger traumatische Ablösung der Fasern ist das Vorgehen von distal nach proximal deshalb zu empfehlen. Der abgelöste Anteil des M. flexor hallucis longus wird nach medial und posterior weggehalten (Abb. 6.21).

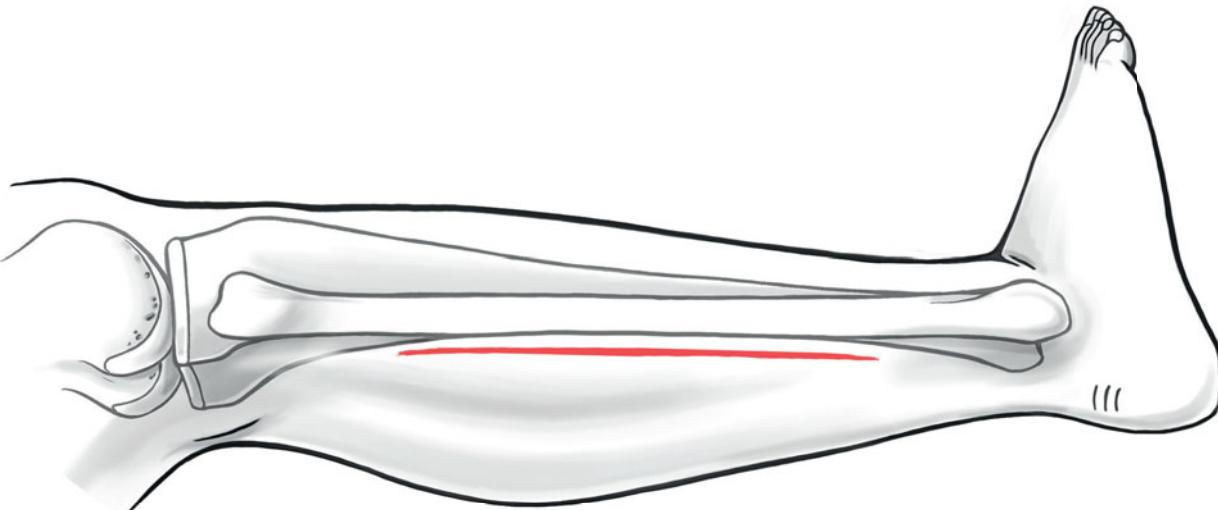


Abb. 6.18 Hautinzision für den posterolateralen Zugang zu Tibia und Fibula

#### 6.4 · Posterolateraler Zugang zu Tibia und Fibula

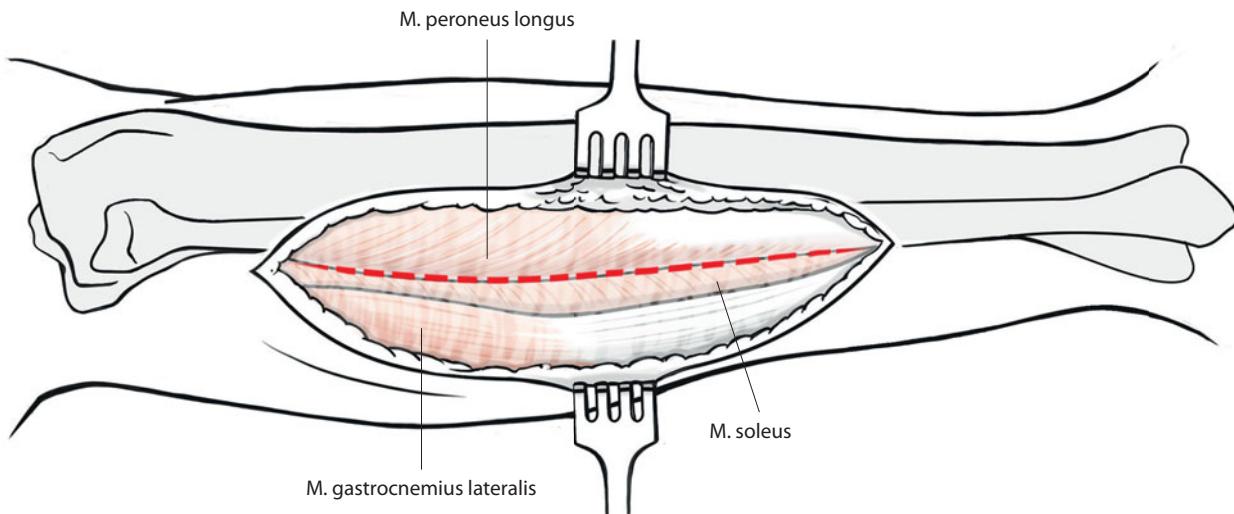


Abb. 6.19 Incision der Unterschenkelfaszie in der sog. internervalen Zone zwischen dem M. triceps surae und dem M. peroneus/fibularis longus

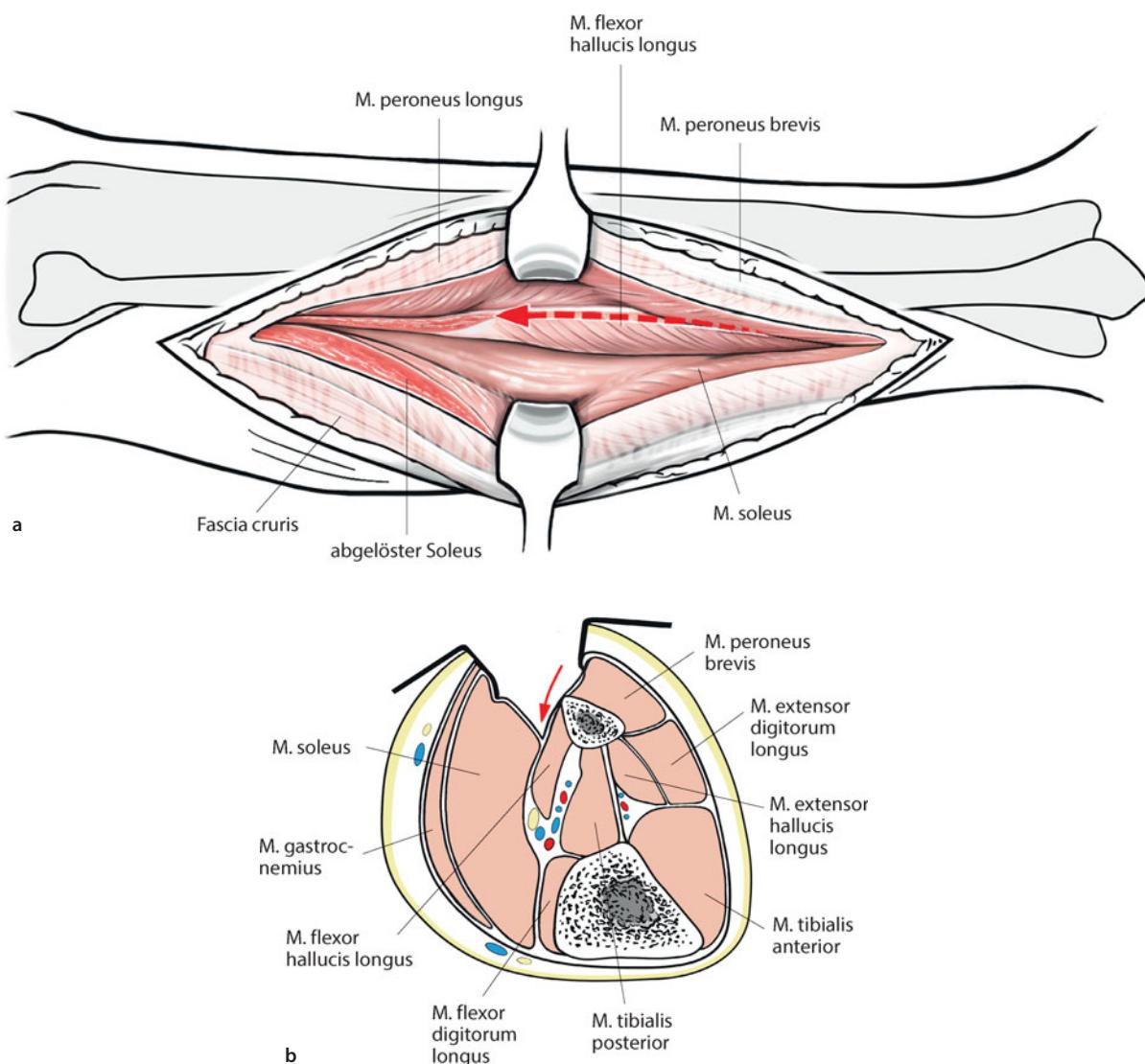


Abb. 6.20a,b Ablösen des M. soleus von der Fibula und Eingehen in die Ebene zwischen dem M. soleus und M. peroneus/fibularis longus. Während der M. soleus und der laterale Gastroknemiuskopf nach posterior gehalten werden, wird der M. peroneus longus nach anterior retrahiert. Längsschnitt (a). Querschnitt (b)

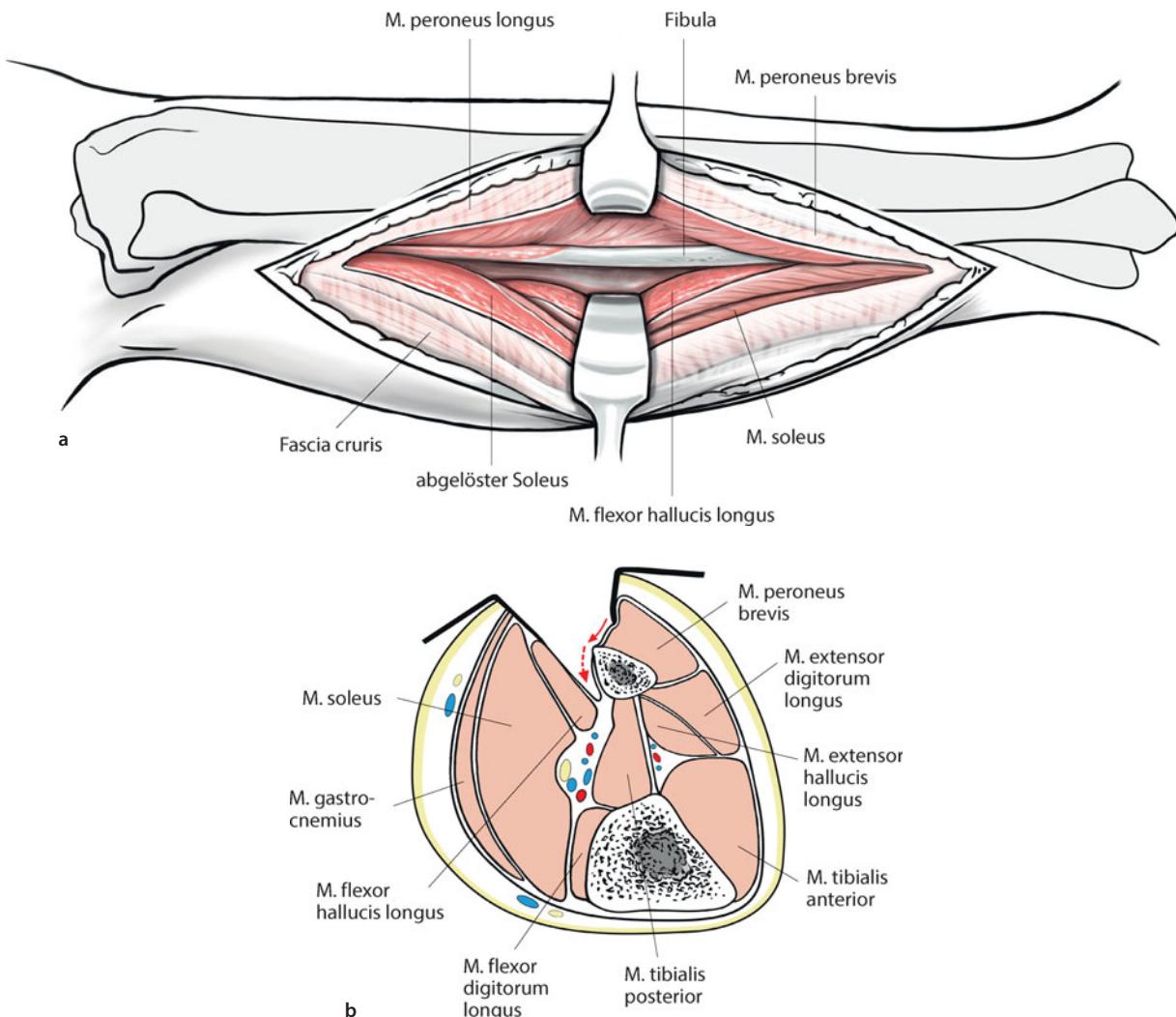


Abb. 6.21a,b Ablösung des M. flexor hallucis longus von der Fibula, der abgelöste Anteil wird nach medial und posterior gehalten. Längsschnitt (a). Querschnitt (b)

Mit dem Raspatorium kann nun die Membrana interossea sowie die Tibiahinterfläche ertastet werden. Streng knochennah bzw. auf der Membrana interossea erfolgt nun die Ablösung des M. tibialis posterior und des M. flexor digitorum longus, um keine Verletzung der A. tibialis posterior, der A. peronea/fibularis und des N. tibialis zu riskieren. Die Freilegung der Rückfläche der Tibia erfolgt lediglich so weit, dass es möglich ist, Hohmann-Hebel einzusetzen.

#### **Cave**

Die Schonung der von der A. tibialis posterior stammenden und in die Tibiarückfläche einstrahlenden Aa. nutritiae sollte dadurch erreicht werden, dass eine radikale Freilegung der Tibia im mittleren Schaftbereich vermieden wird. Ebenfalls muss eine Verletzung der A. tibialis anterior, die proximal durch die Membrana interossea nach ventral führt, vermieden werden.

## 6.5 Lateraler Zugang zur Fibula

### 6.5.1 Indikation

- Fibulaosteotomie und Fibulaeilresektion bei tibialer Umstellungsosteotomie
- Fibularesektion zur Dekompression aller Unterschenkelkompartmente
- Tumor
- Osteomyelitis
- Frakturversorgung
- Entnahme von Material zur autogenen Knochentransplantation (z. B. gefäßgestielter Fibulaspan)

### 6.5.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Seiten- oder Halbseitenlage, das zu operierende Bein befindet sich oben. Aufliegende, knöcherne Prominenzen werden zur Dekubitusprophylaxe weich gebettet. Alternativ kann die Operation in Rückenlage durchgeführt werden mit Unterlagerung des Gesäßes mittels eines Sandsacks oder Keilkissens zur Innenrotation des Beins, falls eine einzeitige Operation auch an der Tibia geplant ist. Je nach Operation und

Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Oberschenkelblutdruckmanschette für eine Blutleere oder -sperre zu überlegen. Das Bein wird steril abgewaschen und danach frei beweglich abgedeckt. Bei intraoperativer Durchleuchtungsnotwendigkeit sollte auf die Verwendung eines entsprechend geeigneten OP-Tisches geachtet werden.

### 6.5.3 Schnittführung

Die nachfolgende Zugangsbeschreibung beinhaltet die Darstellung der kompletten Fibula nach Henry. Die individuelle Schnittlänge richtet sich im konkreten Fall nach der erforderlichen Exposition der Fibula.

Das Caput fibulae wird palpiert. Die Möglichkeit, den N. fibularis/peroneus communis in seinem Verlauf um den Hals des Wadenbeins durch Rollen unter den Fingerpitzen zu spüren, ist abhängig vom BMI des Patienten. Die Hautinzision beginnt eine Handbreit proximal und ca. 1 cm hinter dem Caput fibulae zunächst in Verlaufsrichtung der Sehne des M. biceps femoris und biegt nach distal in Verlaufsrichtung der Fibula um. Die Schnittführung bleibt am posterioren Rand der Fibula und erstreckt sich nach distal bis zum Malleolus lateralis (Abb. 6.22).

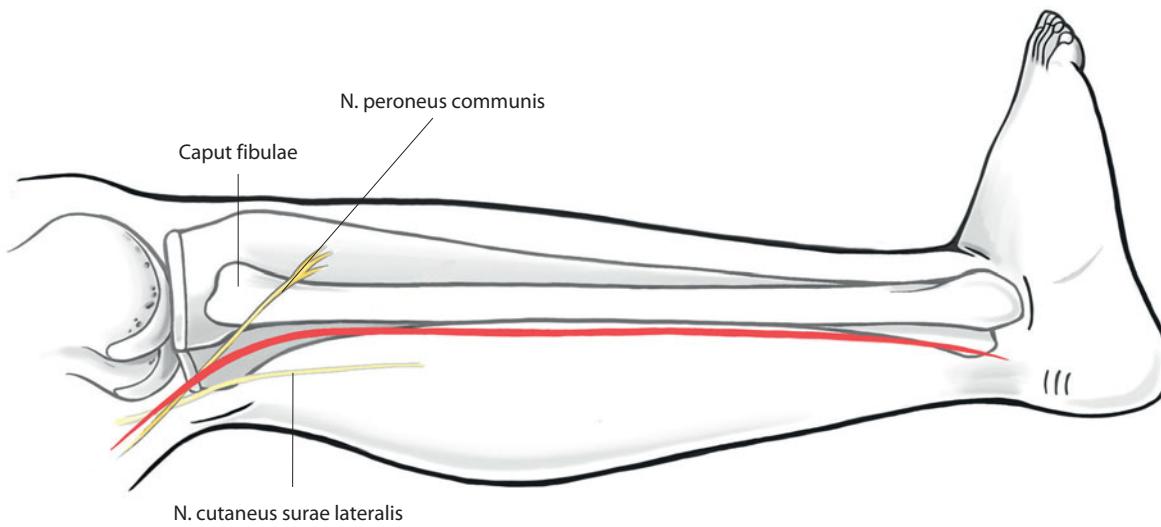


Abb. 6.22 Lateraler Zugang zur Fibula (nach Henry)

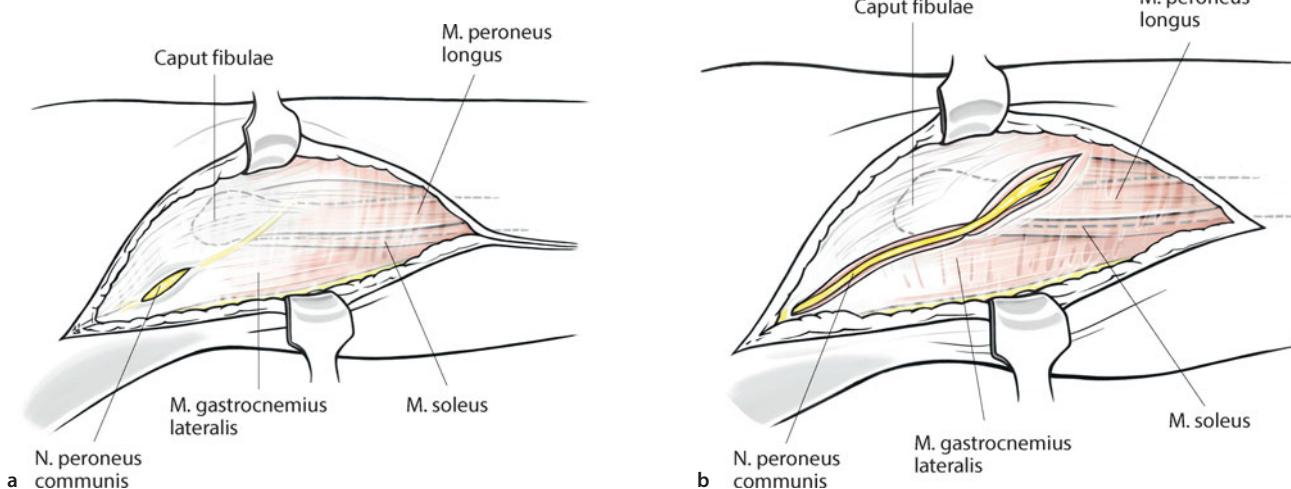


Abb. 6.23 a Darstellung des N. fibularis/peroneus communis in seinem proximalen Verlauf am posterioren Rand des M. biceps femoris; b Darstellung des Nervs in seinem weiteren Verlauf

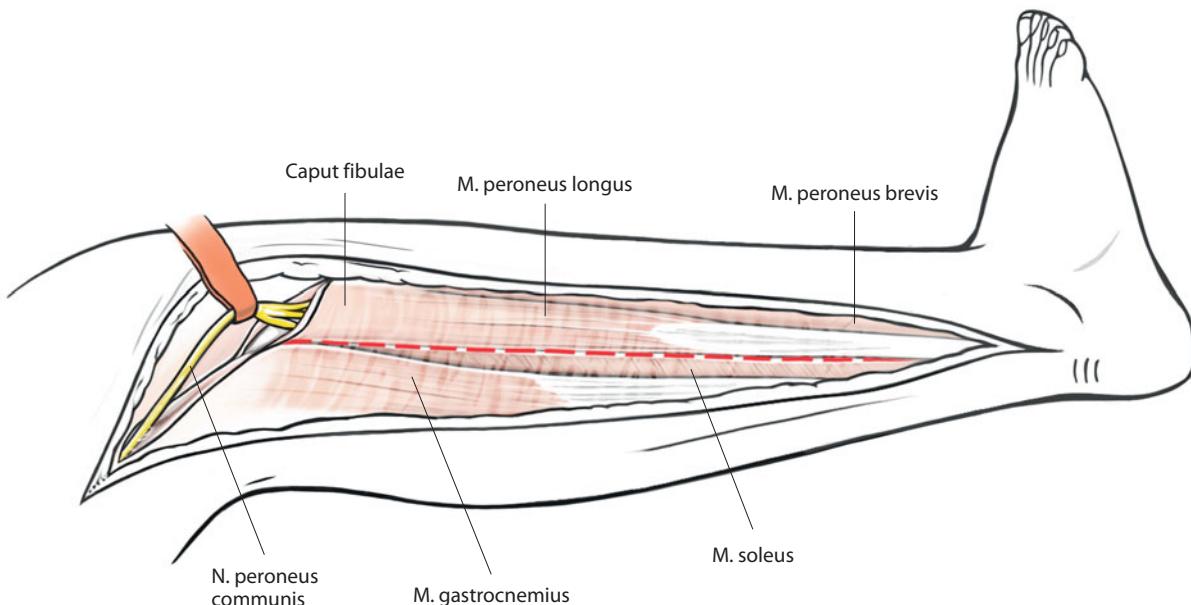


Abb. 6.24 Anschlingen des N. fibularis/peroneus communis. Eröffnen der Unterschenkelfaszie zwischen Fibularis-/Peronealmuskulatur und M. soleus von proximal nach distal

#### 6.5.4 Präparation

Nach dem Hautschnitt wird routinemäßig das Skalpell gewechselt. Die Subkutis wird durchtrennt. Um eine Verletzung des N. fibularis/peroneus communis in seinem subkutanen Verlauf um die proximale Fibula zu vermeiden, sollte die Präparation im oberen Drittel entsprechend vorsichtig erfolgen. Die proximale Spaltung der Faszie erfolgt dorsal des M. biceps femoris. Erst nach Aufsuchen und Darstellung des N. fibularis/peroneus communis am Hinterrand des M. biceps femoris erfolgt die weitere Spaltung der Faszie, dem Nervenverlauf folgend (Abb. 6.23a,b).

#### Cave

Zur Vermeidung einer Schädigung sollte im weiteren Verlauf keine zu starke Retraktion des N. fibularis/peroneus communis erfolgen.

Der N. cutaneus surae lateralis ist zu schonen. Der N. peroneus fibularis wird angeschlungen und in seinem Verlauf um die Fibula nach distal bis zu seinen Endästen dargestellt. Der Nerv wird vorsichtig aus seinem knöchernen Bett gelöst und nach ventral gehalten (Abb. 6.24).

## 6.5 · Lateraler Zugang zur Fibula

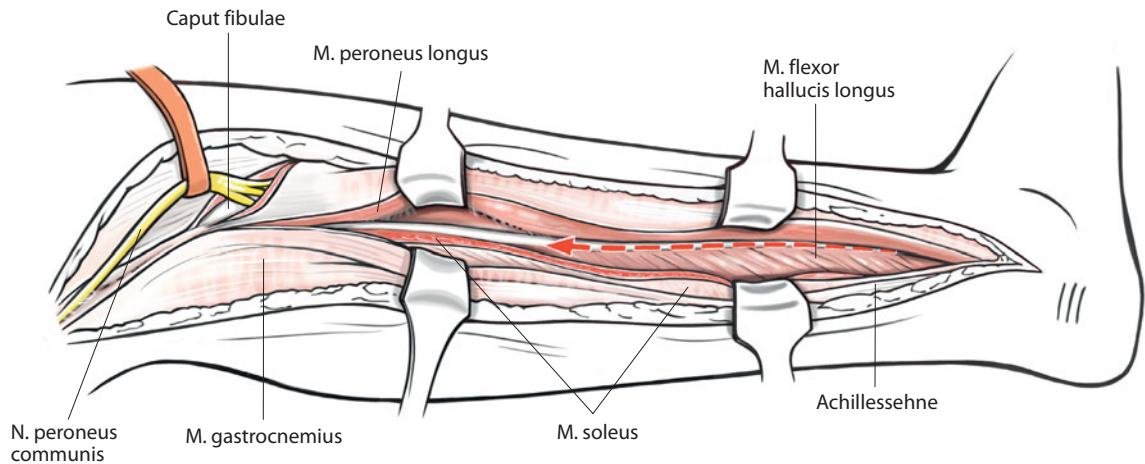


Abb. 6.25 Incision des Periosts an der Fibulahinterkante in der intermuskulären Ebene zwischen M. soleus und M. peroneus/fibularis longus

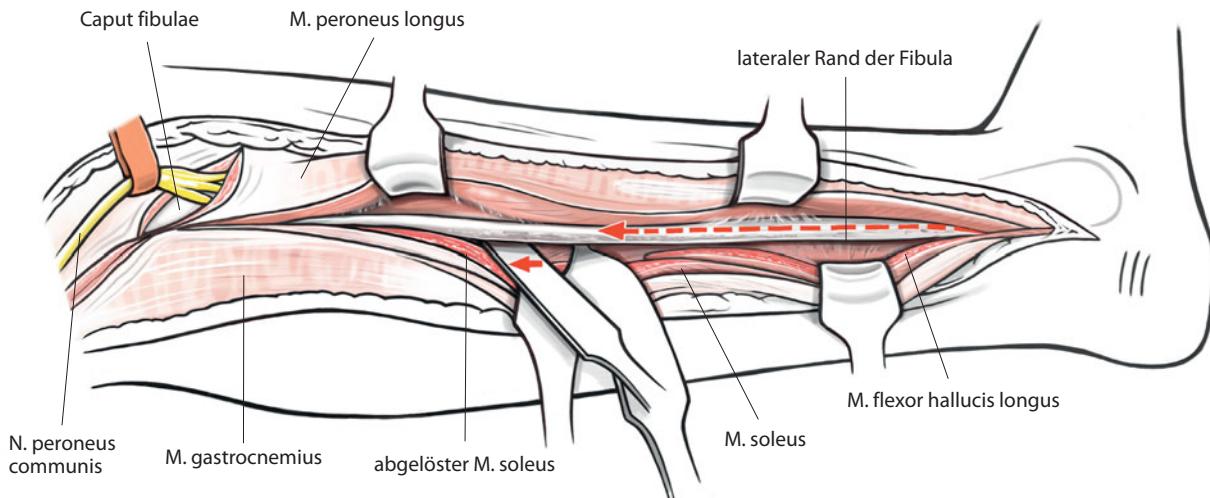


Abb. 6.26 Subperiostale Darstellung der Fibulahinterfläche

Der M. peroneus/fibularis longus wird vom Collum fibulae abgelöst. An der Fibulahinterkante wird das Periost zwischen M. soleus und Peronealmuskulaturinzidiert (Abb. 6.25). Die Hin-

terfläche der Fibula wird subperiostal dargestellt und ein Hohmann-Hebel eingesetzt. Perforierende Gefäße werden ligiert und abgesetzt (Abb. 6.26).

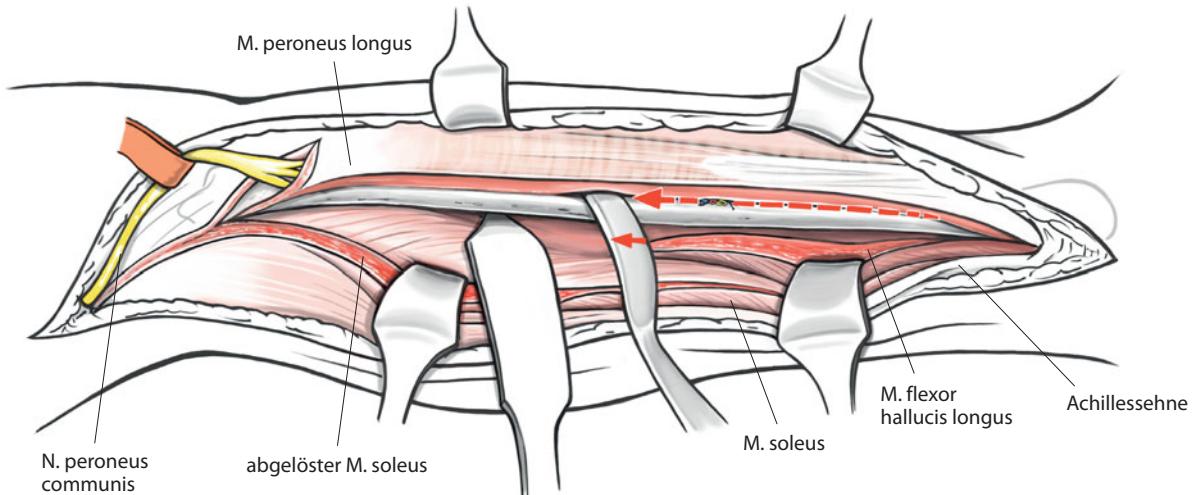


Abb. 6.27 Ablösung des M. peroneus/fibularis longus von distal nach proximal

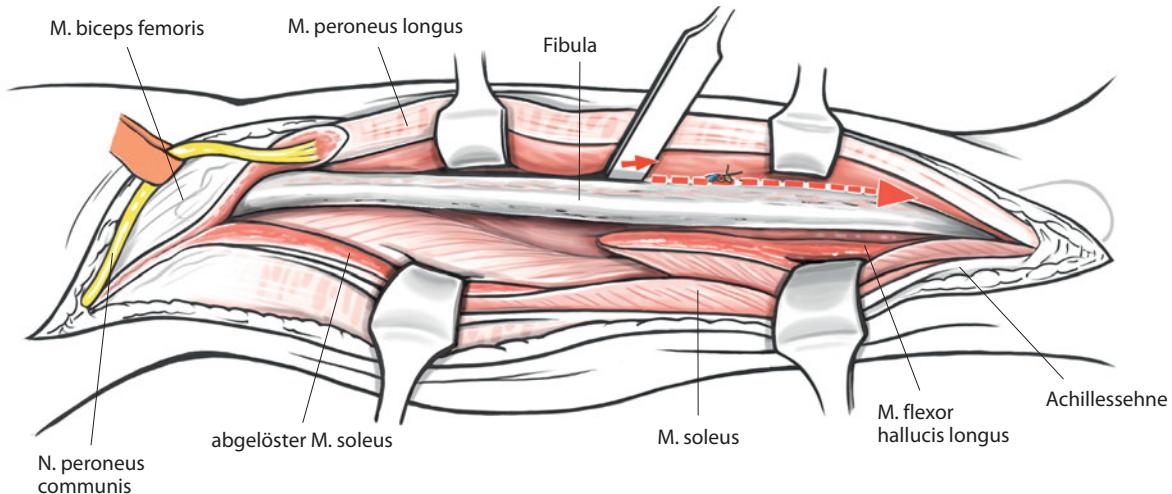


Abb. 6.28 Ablösung der Membrana interossea von proximal nach distal

Die laterale Seite der Fibula wird mit einem Raspatorium so vorbereitet, dass auch hier ein Hohmann-Hebel subperiostal gesetzt werden kann. Die Richtung der Präparation verläuft von distal nach proximal, da alle Muskeln, die an der Fibula entspringen, Fasern besitzen, die nach distal zum Fuß und zum Sprunggelenk ziehen. Für eine saubere und weniger traumatische Ablösung der Fasern ist das Vorgehen von distal nach proximal deshalb zu empfehlen (Abb. 6.27). Die Peroneal-/Fibularismuskulatur

latur wird zusammen mit dem N. fibularis/peroneus communis nach ventral weggehalten. Muss die Membrana interossea ebenfalls von der Fibula abgelöst werden, empfiehlt sich aufgrund ihres schrägen Faserverlaufs die Präparation von proximal nach distal (Abb. 6.28).

## 6.5 · Lateraler Zugang zur Fibula

### **Cave**

Im Bereich des distalen Fibulafünftels tritt der N. fibularis/peroneus superficialis in unmittelbar subfasziale Lage.

Aufgrund des direkten Kontakts der Peroneal-/Fibularisgefäße zur Fibula dorsalseitig muss die Fibula sorgfältig subperiostal freipräpariert werden. Die Präparationsschritte müssen streng knochennah erfolgen (Abb. 6.29).

Muss nur die distale Fibula dargestellt werden, wird auf sie ventral der Peroneal-/Fibularissehnen eingegangen (Abb. 6.30). Es sollte auf den Erhalt des N. fibularis/peroneus superficialis geachtet werden.

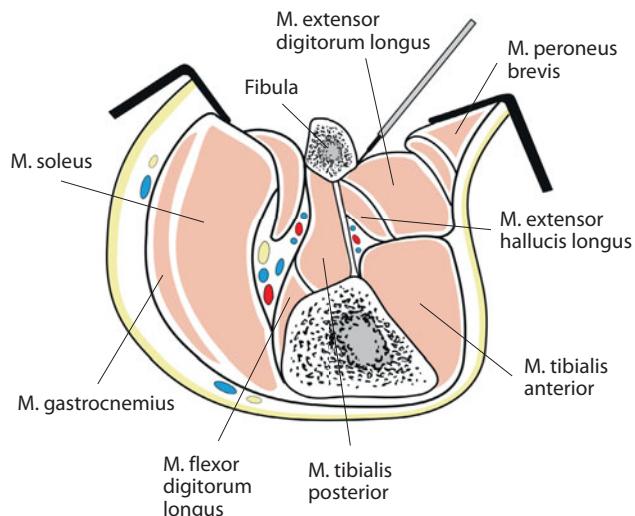


Abb. 6.29 Lagebeziehung des Gefäß-Nerven-Strangs zur Fibula im Querschnitt

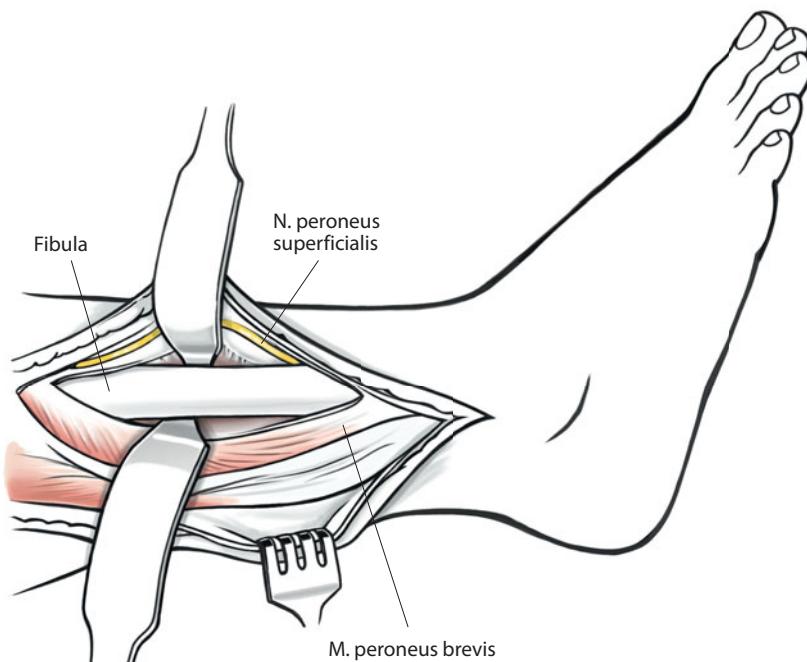


Abb. 6.30 Darstellung der Fibula in ihrem distalen Schaftdrittel. Hierzu wird ventral der Fibularis-/Peronealmuskulatur unter Schutz des N. fibularis/peroneus superficialis eingegangen

## 6.6 Posteromedialer Zugang zum Tibiaschaft

### 6.6.1 Indikation

- Frakturversorgung (mediales Tibiaplateau, komplexe bikondyläre Tibiaplateaufrakturen)
- Pseudarthrosen
- Osteomyelitis
- Tumorbiopsie
- Tibiaumstellungosteotomie

### 6.6.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Um die Außenrotation des Beins zu vergrößern, wird das kontralaterale Gesäß mit ei-

nem Sandsack oder Keilkissen unterlagert. Zusätzlich kann das Bein im Kniegelenk gebeugt und über den Unterschenkel der Gegenseite gelegt werden. Bei der Auswahl des OP-Tisches muss darauf geachtet werden, dass der Tisch strahlendurchlässig ist. Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Oberschenkelblutdruckmanschette für eine Blutleere oder -sperrre zu überlegen. Das Bein wird steril abgewaschen und danach frei beweglich abgedeckt.

### 6.6.3 Schnittführung

Der Hautschnitt verläuft in Längsrichtung knapp hinter der posteromedialen Kante der proximalen Tibia (Abb. 6.31). Die Länge des Zugangs wird von der notwendigen Knochenexposition determiniert.

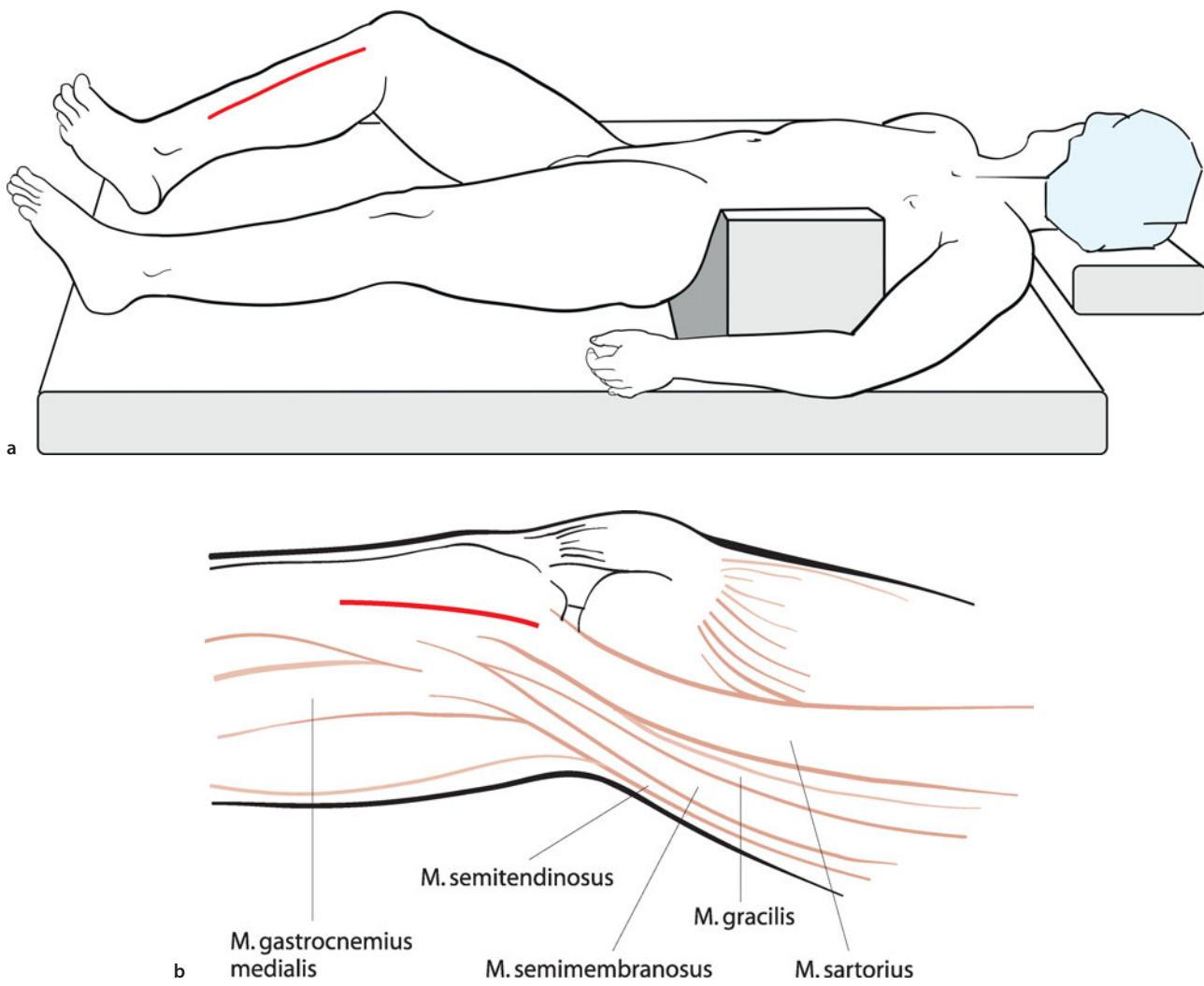


Abb. 6.31a,b Hautinzision für den posteromedialen Zugang. Übersicht (a). Detail (b)

#### 6.6.4 Präparation

Nach dem Hautschnitt wird routinemäßig das Skalpell gewechselt. Bei der vorsichtigen Präparation der Subkutis muss auf den Erhalt des N. saphenus und der V. saphena magna geachtet werden, die bei diesem Zugang ventral zu finden sind. Quer verlaufende Gefäße werden koaguliert oder ligiert und durchtrennt. Die Eröffnung der Faszie erfolgt dorsal des N. saphenus (Abb. 6.32).

Im Schaftbereich erkennt man nach Weghalten der Faszie den medialen Gastroknemiuskopf, den M. soleus und den Ursprung vom M. flexor digitorum (Abb. 6.33).

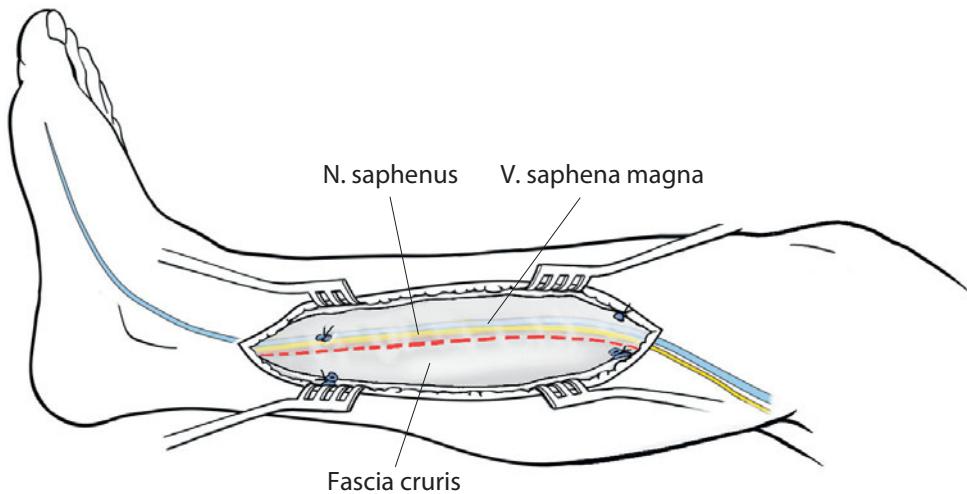


Abb. 6.32 Längsinzision der Unterschenkelfaszie dorsal des Verlaufs von N. saphenus und V. saphena magna

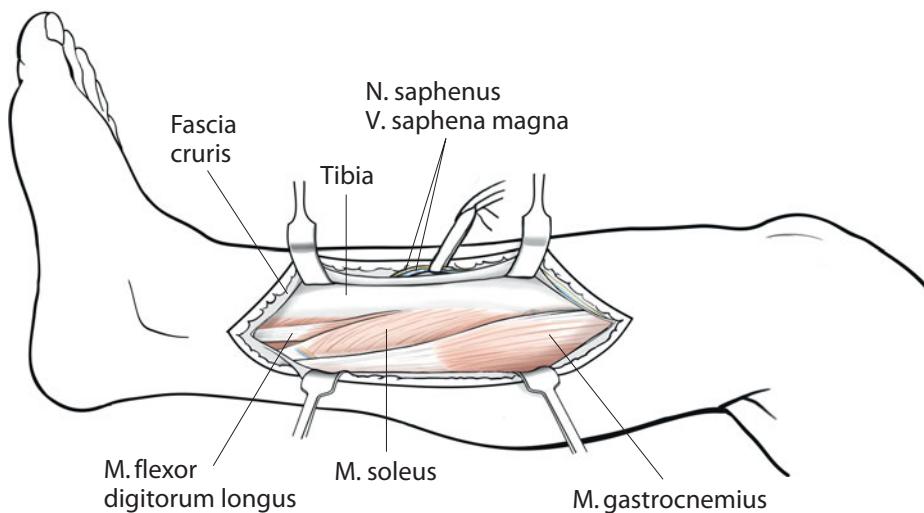


Abb. 6.33 Darstellung der Tibia durch Retraktion der Unterschenkelfaszie nach ventral

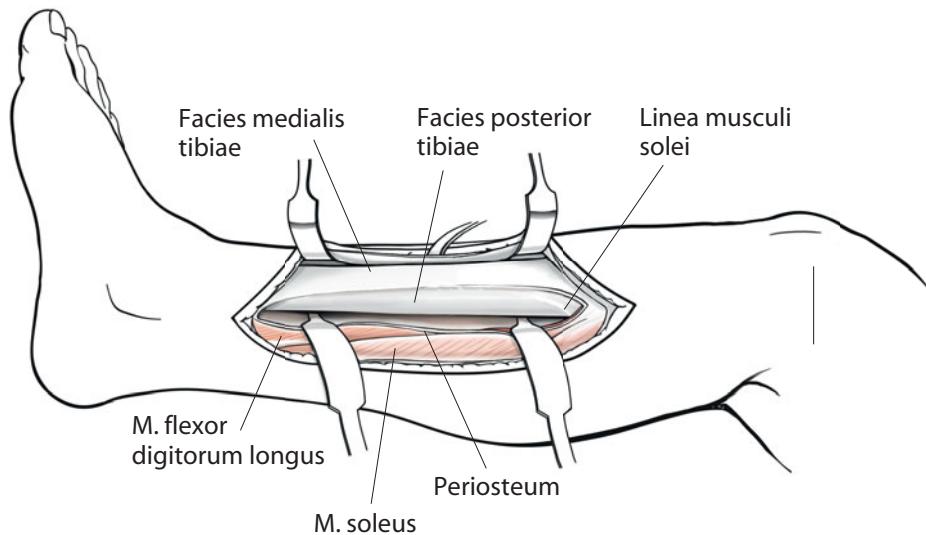


Abb. 6.34 Freilegung der posterioren Fläche der Tibia

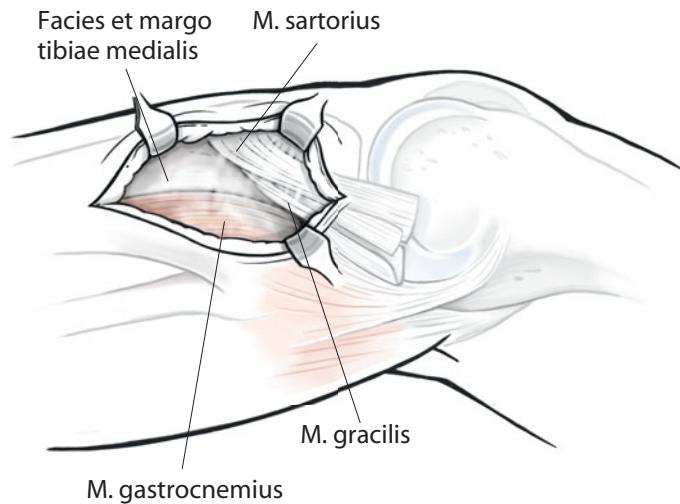


Abb. 6.35 Darstellung des Pes anserinus

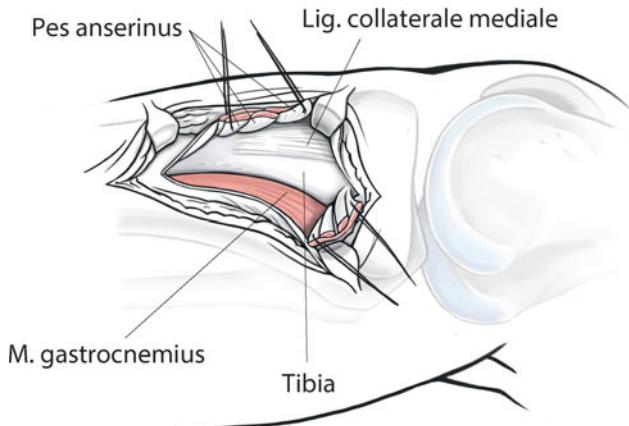
Das tiefe Blatt der Unterschenkelfaszie wird zusammen mit dem Periost an der medialen Tibiakanteinzidiert. Perforansgefäß werden koaguliert oder ligiert. Subperiostal kann mit dem Raspatorium die Tibiahinterfläche freigelegt werden (Abb. 6.34).

#### **Cave**

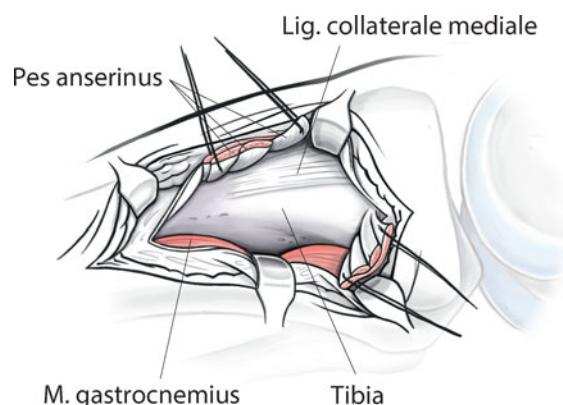
Um die für die Blutversorgung wichtige A. nutricia auf Höhe der Schaftmitte nicht zu verletzen, sollte eine vollständige Abpräparation des Periosts am Margo interosseus unterbleiben.

Der Schnitt kann nach proximal bis auf Höhe des Kniegelenkspalts erweitert werden. Bei erforderlicher dorsaler Darstellung des proximalen Tibiaschafts kann alternativ auch der dorsale Zugang verwendet werden (► Abschn. 6.2). Bei proximaler Schnittführung wird zunächst der Pes anserinus identifiziert (Abb. 6.35).

## 6.6 · Posteromedialer Zugang zum Tibiaschaft



■ Abb. 6.36 Darstellung der proximalen lateralen Tibia nach ansatznaher Inzision des Pes anserinus, dessen proximaler Anteil nach posterior und kranial retrahiert wird



■ Abb. 6.37 Epiperistales Eingehen entlang der Tibia, der mediale Gastrocnemiuskopf wird nach posterior retrahiert

Um Zugang zum proximalen posterioren Tibiaschaft zu bekommen, muss der Pes anserinus entweder longitudinal gespalten werden oder partiell an seinem Ansatz inzidiert und nach posterior weggehalten werden (■ Abb. 6.36).

Die Präparationsebene zur Darstellung der Tibia verläuft epiperiostal zwischen Pes anserinus und medialem Gastrocnemiuskopf, der nach posterior retrahiert wird (■ Abb. 6.37).

# Fuß

J. Götz

## **7.1 Vorderer Zugang zum oberen Sprunggelenk – 139**

- 7.1.1 Indikation – 139
- 7.1.2 Lagerung – 139
- 7.1.3 Schnittführung – 139
- 7.1.4 Präparation – 140

## **7.2 Anterolateraler Zugang zum oberen und unteren Sprunggelenk – 142**

- 7.2.1 Indikation – 142
- 7.2.2 Lagerung – 142
- 7.2.3 Schnittführung – 142
- 7.2.4 Präparation – 142

## **7.3 Posteromedialer Zugang zum oberen Sprunggelenk – 145**

- 7.3.1 Indikation – 145
- 7.3.2 Lagerung – 145
- 7.3.3 Schnittführung – 146
- 7.3.4 Präparation – 146

## **7.4 Dorsolateraler Zugang zum oberen Sprunggelenk – 148**

- 7.4.1 Indikation – 148
- 7.4.2 Lagerung – 148
- 7.4.3 Schnittführung – 148
- 7.4.4 Präparation – 149

## **7.5 Mediale Darstellung des oberen Sprunggelenks mit Osteotomie des Malleolus medialis – 151**

- 7.5.1 Indikation – 151
- 7.5.2 Lagerung – 151
- 7.5.3 Schnittführung – 151
- 7.5.4 Präparation – 151

## **7.6 Medialer Zugang zum Innenknöchel – 153**

- 7.6.1 Indikation – 153
- 7.6.2 Lagerung – 153
- 7.6.3 Schnittführung – 153
- 7.6.4 Präparation – 153

## **7.7 Zugang zum Außenknöchel – 155**

- 7.7.1 Indikation – 155
- 7.7.2 Lagerung – 155
- 7.7.3 Schnittführung – 155
- 7.7.4 Präparation – 155

## **7.8 Lateraler Zugang zum Kalkaneus – 156**

- 7.8.1 Indikation – 156
- 7.8.2 Lagerung – 156
- 7.8.3 Schnittführung – 156
- 7.8.4 Präparation – 157
- 7.8.5 Alternative Technik – 157

## **7.9 Lateraler Zugang zum unteren Sprunggelenk – 158**

- 7.9.1 Indikation – 158
- 7.9.2 Lagerung – 158
- 7.9.3 Schnittführung – 158
- 7.9.4 Präparation – 159

## **7.10 Vorderer Zugang zu den Gelenken des Mittelfußes – 161**

- 7.10.1 Indikation – 161
- 7.10.2 Lagerung – 161
- 7.10.3 Schnittführung – 161

## **7.11 Plantarer Zugang zu den Zehengrundgelenken – 163**

- 7.11.1 Indikation – 163
- 7.11.2 Lagerung – 163
- 7.11.3 Schnittführung – 163
- 7.11.4 Wundverschluss – 164

## **7.12 Mediale Darstellung des Großzehengrundgelenks – 165**

- 7.12.1 Indikation – 165
- 7.12.2 Lagerung – 165
- 7.12.3 Schnittführung – 165
- 7.12.4 Präparation – 166

## **7.13 Dorsale Zugänge zu Mittelfußknochen, Zehengrundgelenk und proximalen und distalen Interphalangealgelenken – 167**

- 7.13.1 Indikation – 167
- 7.13.2 Lagerung – 167
- 7.13.3 Schnittführung – 167

## 7.1 Vorderer Zugang zum oberen Sprunggelenk

### 7.1.1 Indikation

- Endoprothetische Versorgung des oberen Sprunggelenks
- Arthrodese
- Offene Synovektomie oder Entfernung freier Gelenkkörper

### 7.1.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Oberschenkelblutdruckmanschette zu überlegen. Eine partielle Blutleere kann die Identifikation des Gefäß-Nerven-Bündels bei noch teilgefüllten Venen erleichtern, birgt jedoch den Nachteil der kontinuierlichen Sickerblutung in sich. Das Bein wird steril abgewaschen und danach frei beweglich abgedeckt. Dabei muss die Abdeckung am Oberschenkel erfolgen, sodass bei geplanter Arthrodese oder endoprothetischer Versorgung die Achsenverhältnisse intraoperativ geprüft werden können. Die Dauer der Blutleere oder -sperre sollte unter Berücksichtigung der späteren Wundheilung auf ein Minimum beschränkt sein. Bei intraoperativer Durchleuchtungsnotwendigkeit sollte auf die Verwendung eines entsprechend geeigneten OP-Tisches geachtet werden.

### 7.1.3 Schnittführung

Nach Palpation der Sehne des M. tibialis anterior erfolgt lateral dieser Sehne ein ca. 10–15 cm langer longitudinaler Hautschnitt in der Mittellinie, um zwischen der Sehne des Musculus digitorum longus und der Sehne des M. extensor hallucis longus einzugehen (Abb. 7.1). Der Hautschnitt muss streng kutan ausgeführt werden, da Äste des Nervus peroneus superficialis sehr oberflächlich kreuzen können. Alternativ wird im Weiteren auch der Zugang zwischen den Sehnen des M. extensor hallucis longus und des M. tibialis anterior beschrieben. Die Längsinzision hierzu wird entsprechend etwas medialer gewählt.

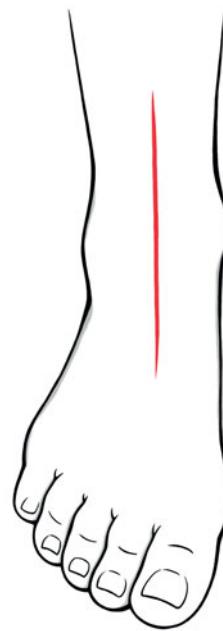


Abb. 7.1 Ventraler Zugang zum oberen Sprunggelenk

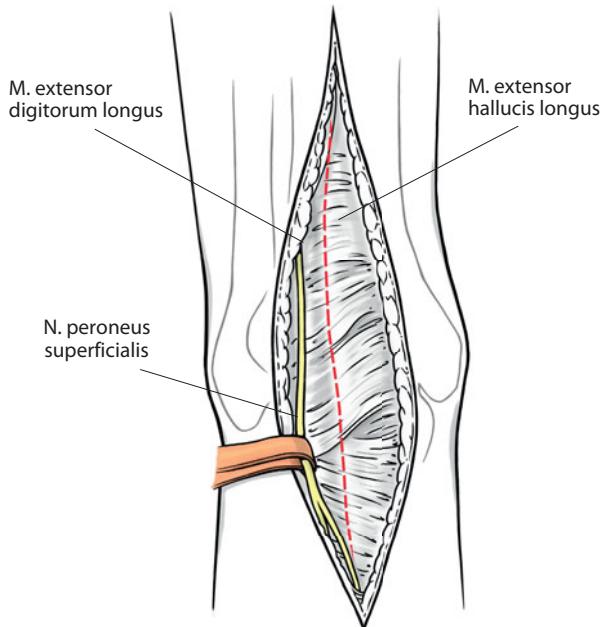


Abb. 7.2 Das Retinaculum wird eröffnet, der N. fibularis/peroneus superficialis wird nach lateral retrahiert

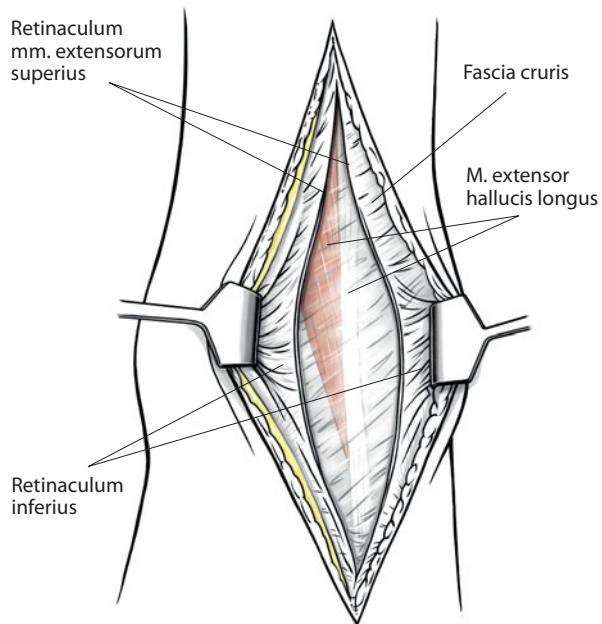


Abb. 7.3 Darstellung des M. extensor hallucis longus

### 7.1.4 Präparation

Nach dem Hautschnitt wird routinemäßig das Skalpell gewechselt. Die Subkutis wird in gleicher Schnittführung wie beim Hautschnitt vorsichtig durchtrennt. Der distal schräg kreuzende N. fibularis/peroneus superficialis muss geschont und beiseite gehalten werden.

#### ! Cave

**Die Haufränder müssen zur Vermeidung einer Wundheilungsstörung vorsichtig behandelt werden, eine Unterminierung sollte vermieden werden. Bei zu großer Spannung auf den Wundrand muss der Hautschnitt verlängert werden.**

Das wichtige Gefäß-Nerven-Bündel, bestehend aus Arteria und Vena dorsalis pedis und Nervus fibularis/peroneus profundus, befindet sich – abgesehen von anatomischen Variationen – zwischen den Sehnen von M. extensor hallucis longus und M. extensor digitorum longus. Es erfolgen die Längsdurchtrennung des Retinaculum mm. extensorum superius und des Retinaculum mm. extensorum inferius (Abb. 7.2) und die Darstellung des M. extensor hallucis longus (Abb. 7.3). Zur späteren Identifizierung und Rekonstruktion der Retinacula empfiehlt sich ihre Armierung mit Haltefäden. Zur Erleichterung ihres späteren Verschlusses können die Retinacula z-förmig inzidiert werden. Weiterhin sollte versucht werden, die Tibialis-anterior-Sehne in ihrer Sehnenscheide zu belassen, ohne diese zu öffnen. Durch den Erhalt des Retinaculums über der Tibialis-anterior-Sehne und die suffiziente Rekonstruktion beider Retinacula wird das sog. Bowstring-Phänomen vermieden, und damit ebenfalls der durch die Sehne entstehende Druck aus der Tiefe auf den Wundbereich.

Es wird zwischen dem M. extensor hallucis longus und dem M. extensor digitorum longus eingegangen (Abb. 7.4). Hierbei muss das in der Tiefe liegende Gefäß-Nerven-Bündel dargestellt, in der Bindegewebescheide freipräpariert, mit einem Gummizügel angeschlossen und nach lateral weggehalten werden.

➤ Um einen Ausriß der nach medial abgehenden Gefäße (Ramus malleolaris anterior medialis) bei der Retraktion des Gefäß-Nerven-Bündels nach lateral zu vermeiden, werden diese Gefäße ligiert und durchtrennt. Soll das Gefäß-Nerven-Bündel nach medial gehalten werden, werden die entsprechenden Rami laterales ligiert.

### 7.1 · Vorderer Zugang zum oberen Sprunggelenk

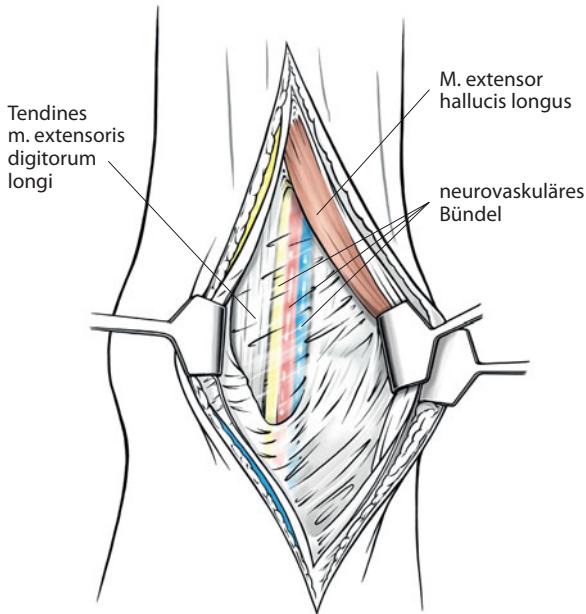


Abb. 7.4 Vorsichtiges Eingehen zwischen M. extensor hallucis longus und M. extensor digitorum longus und Darstellung des Gefäß-Nerven-Bündels

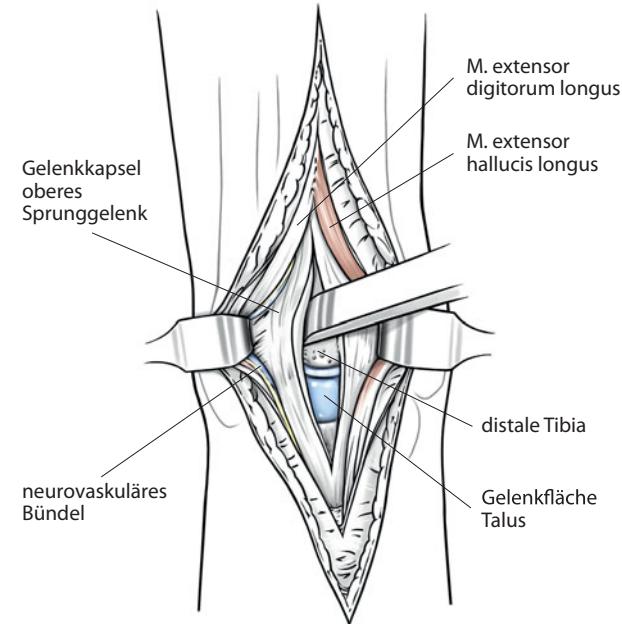


Abb. 7.5 Längsinzision der Kapsel und Ablösung der Kapsel sowie des Periosts

Das Weichteilgewebe wird so weit nach proximal längsinzidiert, bis der distale ventrale Tibiarand dargestellt ist. Die Kapsel des oberen Sprunggelenks wird in Längsrichtung durchtrennt, dann mit dem Periost nach medial und lateral von Tibia und Talus abgelöst (Abb. 7.5). Das obere Sprunggelenk sowie das Pilon-tibiale-Massiv sind nun frei einsehbar (Abb. 7.6).

Bei dem alternativen und von uns bevorzugten Zugang wird in das obere Sprunggelenk im Intervall zwischen M. extensor hallucis longus und M. extensor digitorum longus eingegangen. Das unter dem M. extensor hallucis longus lateral liegende Gefäß-Nerven-Bündel wird identifiziert und nach lateral weggehalten. Der weitere Operationsverlauf gestaltet sich identisch.

Der Vollständigkeit halber sei als dritte Zugangsmöglichkeit eine anterolaterale Hautinzision und Präparation in die Tiefe zwischen dem M. peroneus tertius und dem M. extensor digitorum longus erwähnt.

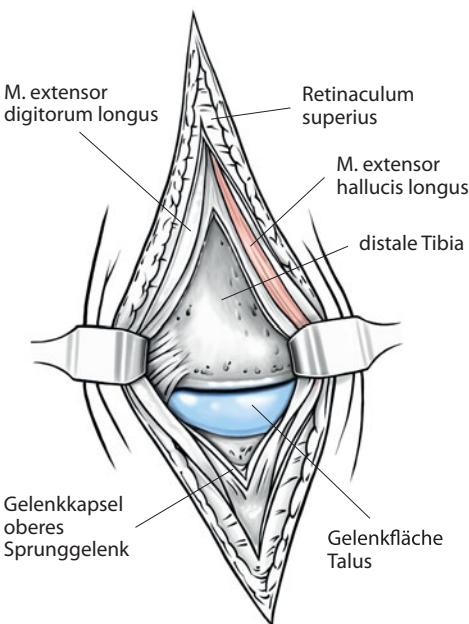


Abb. 7.6 Darstellung des oberen Sprunggelenks durch Weghalten der Kapsel nach medial und lateral

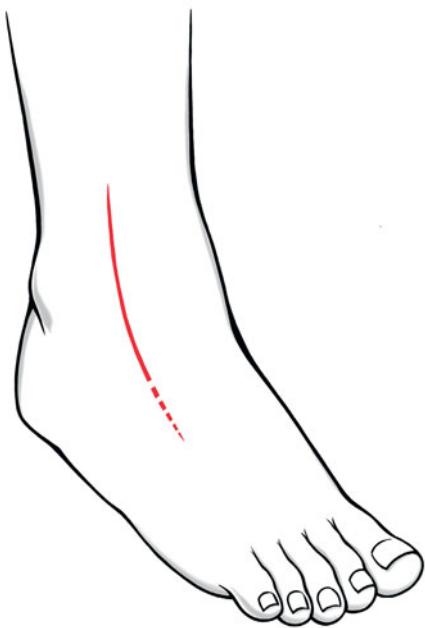


Abb. 7.7 Hautinzision für den anterolateralen Zugang zum oberen Sprunggelenk

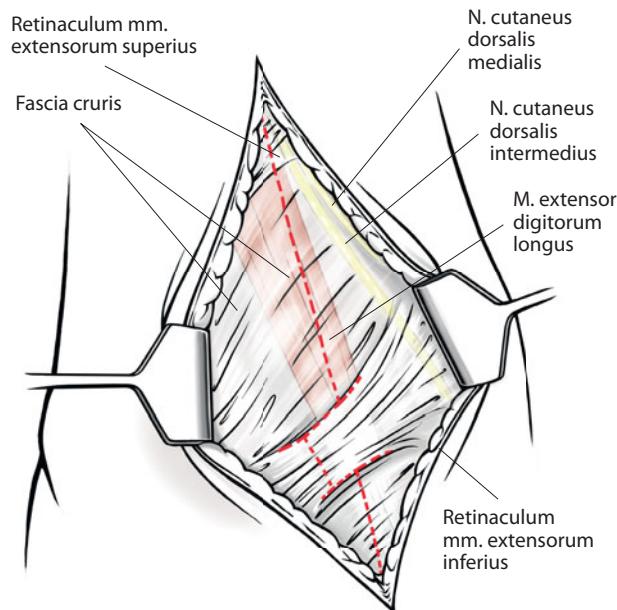


Abb. 7.8 Präparation in die Tiefe und Spaltung der Faszie sowie Inzision des Retinaculum inferius (längs- oder H-förmige Inzision)

## 7.2 Anterolateraler Zugang zum oberen und unteren Sprunggelenk

### 7.2.1 Indikation

- Gelenkrevision
- Arthrodese

### 7.2.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage mit Unterlagerung des ipsilateralen Gesäßes anhand eines Keilkissens, um die Außenrotation des Beins im Hüftgelenk zu verhindern. Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Oberschenkelblutdruckmanschette zu überlegen. Eine partielle Blutleere kann die Identifikation des Gefäß-Nerven-Bündels bei noch teilgefüllten Venen erleichtern, birgt jedoch den Nachteil der kontinuierlichen Sickerblutung in sich. Das Bein wird steril abgewaschen und danach frei beweglich abgedeckt. Bei intraoperativer Durchleuchtungsnotwendigkeit sollte auf die Verwendung eines entsprechend geeigneten OP-Tisches geachtet werden.

### 7.2.3 Schnittführung

Zuerst erfolgt die Palpation des Malleolus lateralis und der Basis des Os metatarsale V. Die Schnittführung beginnt ca. 5 cm proximal des Gelenkspals des oberen Sprunggelenks und ca. 2 cm ventral der anterioren Fibulabegrenzung. Der leicht bogenförmig geschwungene Schnitt sollte das Sprunggelenk im Abstand von 2 cm zur Fibulaspitze kreuzen und auf Höhe des Os cuneiforme laterale – ca. 2 cm medial der Basis des Os metatarsale V – enden (Abb. 7.7). Eine Schnitterweiterung nach distal bis auf Höhe der Basis des Os metatarsale IV ist möglich.

### 7.2.4 Präparation

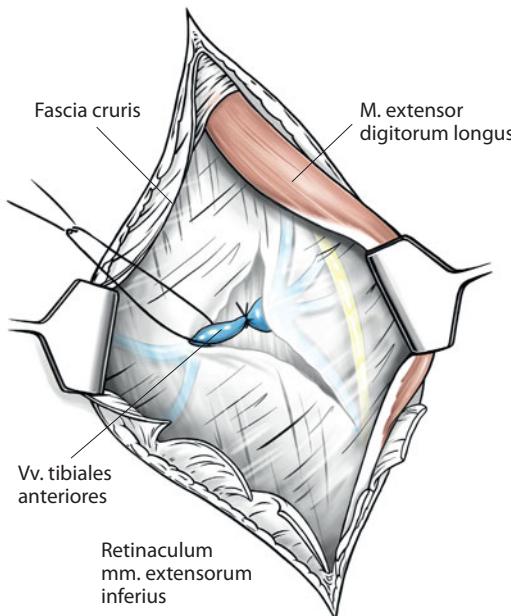
Nach dem Hautschnitt wird routinemäßig das Skalpell gewechselt. Die Subkutis wird in gleicher Schnittführung wie beim Hautschnitt vorsichtig durchtrennt.

Die internervale Ebene liegt zwischen den Sehnen der Peroneal-/Fibularismuskeln (N. peroneus superficialis) und den Extensorenmusken (N. peroneus profundus). Die Faszie wird entsprechend dem Verlauf des Hautschnitts inzidiert, das inferiore Retinaculum dabei längs inzidiert oder durch einen H-förmigen Schnitt türflügelartig eröffnet (ggf. muss auch das superiore Retinaculum eröffnet werden). Es muss geradlinig in die Tiefe präpariert werden, damit keine Hautlappen oder Kulissen generiert werden (Abb. 7.8).

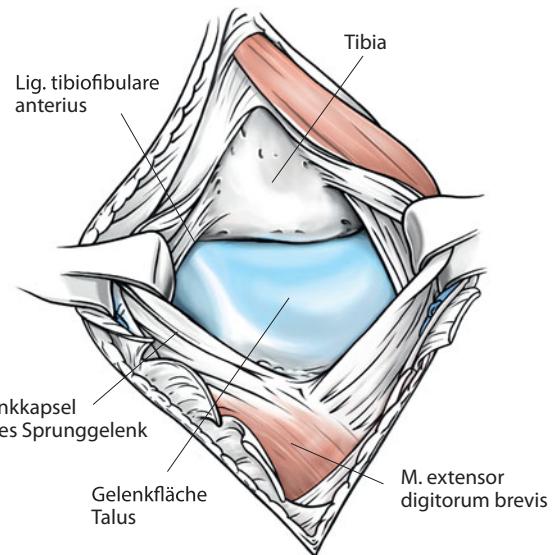
#### **!** Cave

**Kreuzende Hautäste des medial liegenden N. peroneus superficialis sollten geschont werden, transversal verlaufende venöse Gefäße können ligiert und abgesetzt werden (Abb. 7.9).**

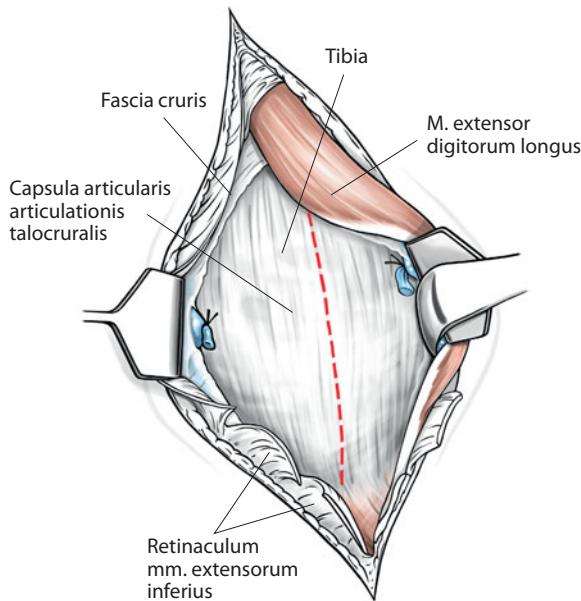
## 7.2 · Anterolateraler Zugang zum oberen und unteren Sprunggelenk



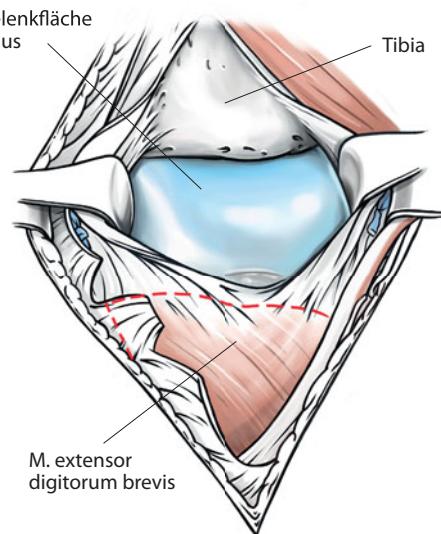
■ Abb. 7.9 Ligatur und Durchtrennung von quer verlaufenden venösen Gefäßen



■ Abb. 7.11 Darstellung des oberen Sprunggelenks



■ Abb. 7.10 Längseröffnung der Gelenkkapsel des oberen Sprunggelenks



■ Abb. 7.12 Der M. extensor digitorum brevis wird am kalkanearen Ursprung scharf abgesetzt

Die Sehne des M. peroneus tertius sowie die Sehnen der langen Zehenextensoren werden dargestellt. In der proximalen Hälfte des OP-Gebiets erfolgt lateralseitig dieser Sehnen der direkte knöcherne Zugang durch Längsinzision.

Die Extensoren- und Peroneus-tertius-Sehnen werden nach medial gehalten und der distale Anteil der Tibia sowie die Gelenkkapsel des oberen Sprunggelenks dargestellt. Das medial verlaufende Gefäß-Nerven-Bündel kann mit einem Raspatorium vorsichtig von der Gelenkkapsel gelöst werden. Die Kapsel des oberen Sprunggelenks wird nun längsinzidiert (Abb. 7.10); im

distalen Tibiaanteil wird diese Inzision auf das Periost fortgesetzt, um anhand der anschließenden Mobilisierung der Kapsel mit dem Raspatorium nach medial und lateral einen vollständigen Überblick über das obere Sprunggelenk zu bekommen (Abb. 7.11).

Ist ein Zugang zum unteren Sprunggelenk und zur Chopart-Gelenkreihe notwendig, wird der Muskelbauch des M. extensor digitorum brevis am kalkanearen Ursprung scharf abgesetzt und mit dem Raspatorium nach medial abgeschoben (Abb. 7.12).

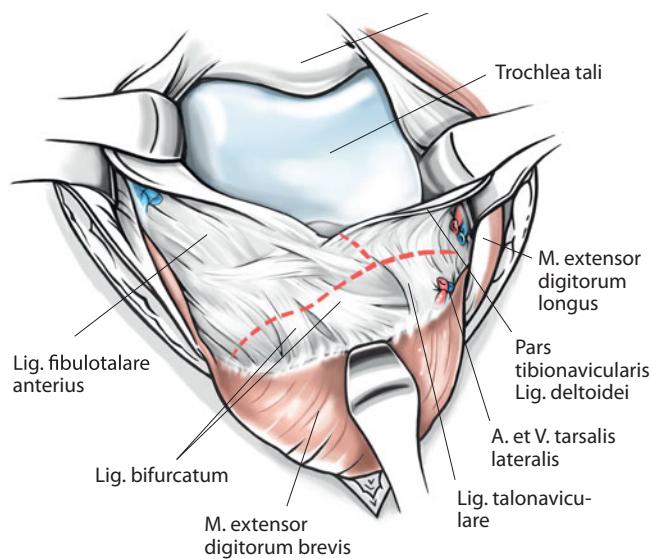


Abb. 7.13 Darstellung der Gelenkkapseln der Chopart-Gelenkreihe, der M. extensor digitorum brevis wird nach distal weggehalten

Aufgrund der hier verlaufenden A. und V. tarsalis lateralis muss das Blut mittels einer bipolaren Pinzette gründlich gestillt werden. Der abpräparierte Muskelbauch wird nach medial und distal gehalten. Eine zusätzliche subkutane Präparation sollte unterbleiben, damit für den entstandenen myokutanen Lappen eine ausreichende Blutversorgung gewährleistet ist. Die Gelenkkapseln von Talonavikular- und Kalkaneokuboidalgelenk (Chopart-Gelenkreihe) sind nun dargestellt (Abb. 7.13).

Auch das Subtalargelenk kann nun lateralseitig eröffnet werden (Abb. 7.14). Das über dem Sinus tarsi liegende Fettgewebe wird in der Tiefe inzidiert und im Verbund mit dem lateralen Wundrand retrahiert. Das Subtalargelenk ist nun einsehbar.

➤ Durch den weitestgehenden Erhalt des Fettgewebes über dem Sinus tarsi sind die Bedingungen für die Wundheilung und das kosmetische Ergebnis besser, da sich keine narbige Einziehung im Bereich des Sinus tarsi ausbildet.

Die Darstellung der freipräparierten Gelenke erfolgt letztlich durch die Inzision der Gelenkkapseln und die Mobilisierung in Plantarflexion und Inversion.

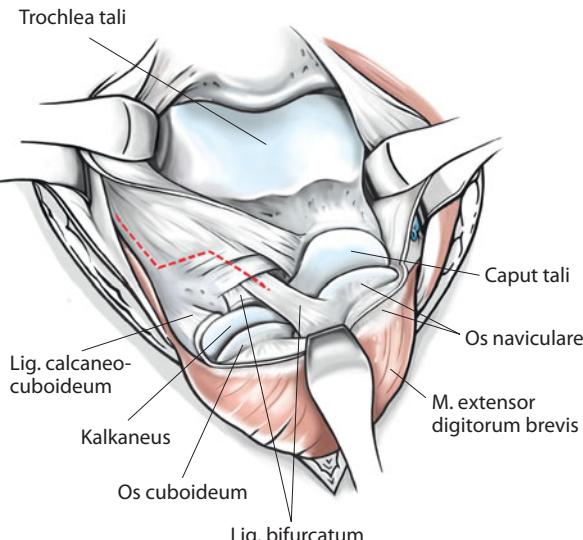


Abb. 7.14 Talonavikulargelenk und Kalkaneokuboidalgelenk sind eröffnet. Das Subtalargelenk kann nach lateral eröffnet werden (gestrichelte Linie)

## 7.3 Posteromedialer Zugang zum oberen Sprunggelenk

### 7.3.1 Indikation

- Gelenkrevision
- Klumpfußkorrektur
- Achillessehnenverlängerung

### 7.3.2 Lagerung

Für die Lagerung bestehen 3 Alternativen. Sind ausschließlich die dorsalen Strukturen im Bereich des Sprunggelenks für die Operation von Bedeutung (posteriore Kapsel, Achillessehne),

empfiehlt sich die Durchführung in Bauchlage. Bei erweiterten Eingriffen, die einen Zugang zum unteren Sprunggelenk erfordern, sollte die Operation entweder in Rückenlage mit außenrotiertem Bein oder in Seitlagerung erfolgen (Abb. 7.15). Im Fall der Seitlagerung befindet sich das zu operierende Sprunggelenk auf der dem OP-Tisch zugewendeten Seite und das kontralaterale, obere Bein wird zur Vermeidung einer Sicht- und Arbeitsbehinderung in Kniestreckung gelagert.

Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Oberschenkelblutdruckmanschette zu überlegen. Eine partielle Blutleere kann die Identifikation des Gefäß-Nerven-Bündels bei noch teilgefüllten Venen erleichtern, birgt jedoch den Nachteil der kontinuierlichen Sickerblutung in sich. Das Bein wird steril abgewaschen und danach frei beweglich (in Seitlagerung eingeschränkt und erschwert) abgedeckt.

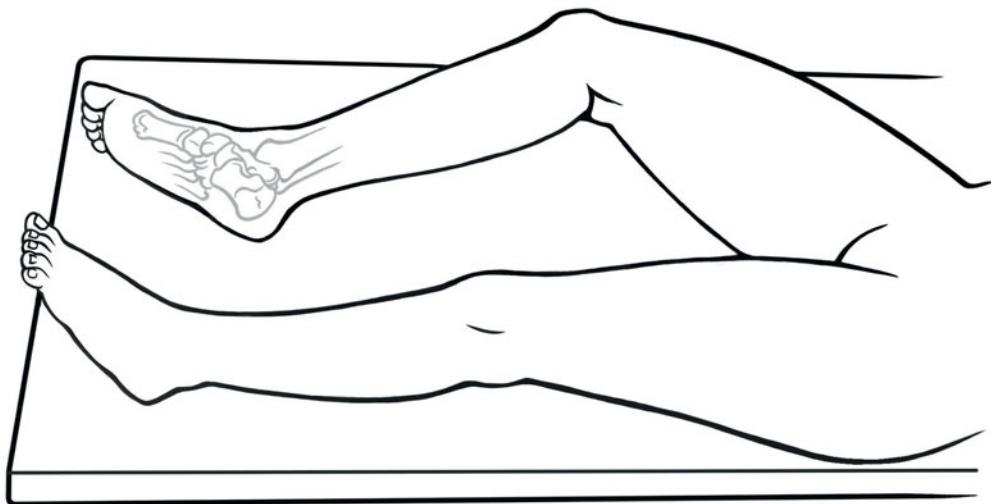


Abb. 7.15 Rückenlage mit außenrotiertem Bein

### 7.3.3 Schnittführung

Zunächst erfolgt die Palpation von Malleolus medialis und Achillessehne. Die Hautinzision erfolgt in longitudinaler Richtung über eine Länge von 8 bis 10 cm und verläuft parallel zur Achillessehne (mittig zwischen posteriorer Grenze des Malleolus medialis und medialem Achillessehnenrand) bis auf die Höhe des Tuber calcanei (Abb. 7.16).

### 7.3.4 Präparation

Nach dem Hautschnitt wird routinemäßig das Skalpell gewechselt. Die Subkutis wird in gleicher Schnittführung wie beim Hautschnitt vorsichtig durchtrennt. Die Faszie medial der Achillessehne wird längs inzidiert und die Achillessehne dargestellt (Abb. 7.17).

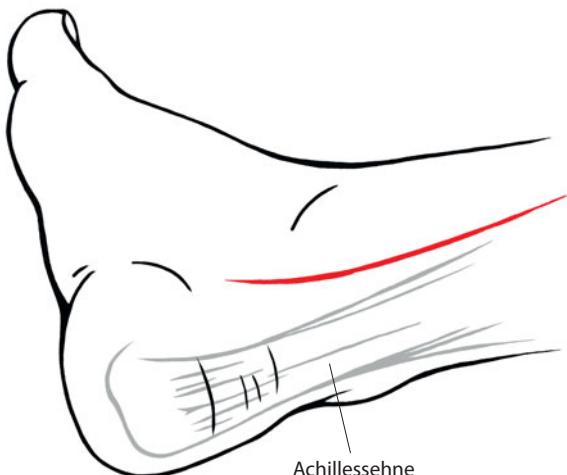


Abb. 7.16 Hautinzision für den posteromedialen Zugang

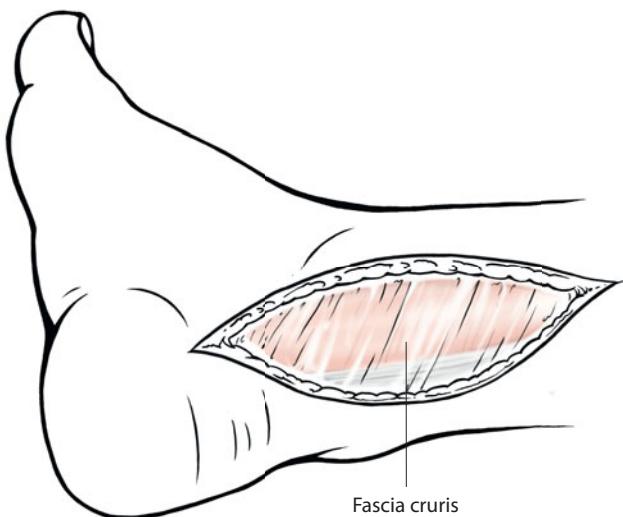


Abb. 7.17 Längsinzision der Faszie

Sehnenverlängernde Maßnahmen (Z-Plastik) können nun in entsprechender Technik durchgeführt werden (Abb. 7.18).

Das tiefe Blatt der Unterschenkelfaszie, das die tiefen Flexorensehnen umgibt, wird dargestellt. Die Faszie wird längs über dem Muskelbauch des M. flexor hallucis inzidiert. Die Identifizierung des M. flexor hallucis fällt leicht, da er der einzige Muskel auf dieser Höhe ist, der noch einen Muskelbauch besitzt. Das wichtige Gefäß-Nerven-Bündel (A. tibialis posterior und N. tibialis) liegt medial des M. flexor hallucis longus (Abb. 7.19).

Der weitere Zugang erfolgt in der internervalen Ebene zwischen dem M. flexor hallucis longus (N. tibialis) und den Peroneal-/Fibularismuskeln (N. fibularis superficialis).

Der M. flexor hallucis, dessen Ursprung sich bis auf die Fibula erstreckt, wird in seinem muskulären Anteil teilweise scharf von seinen fibularseitigen Ursprüngen abgelöst und nach medial mobilisiert. Auf den Erhalt der A. peronea ist dabei zu achten. Im distalen, sehnigen Anteil des M. flexor hallucis longus

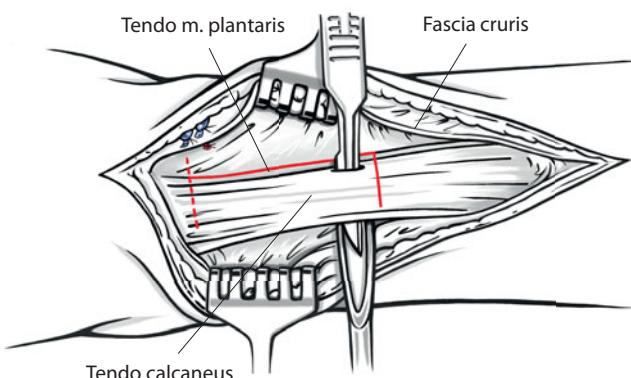


Abb. 7.18 Z-förmige Inzision der Achillessehne in sagittaler oder transversaler Ebene, um eine Sehnenverlängerung zu einem späteren Zeitpunkt (falls erforderlich) zu ermöglichen

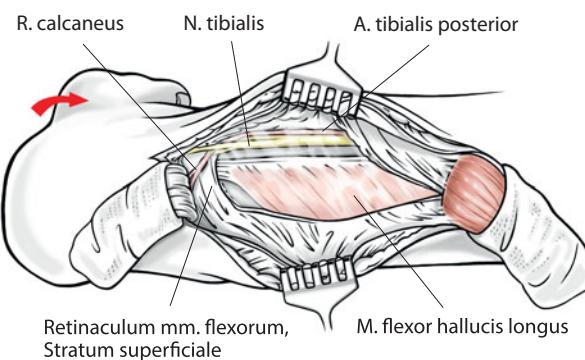


Abb. 7.19 Darstellung des Muskelbauchs des M. flexor hallucis longus und Längsinzision der Faszie (die zuvor z-förmig gespaltene Achillessehne wird nach distal und proximal retrahiert und geschützt)

### 7.3 · Posteromedialer Zugang zum oberen Sprunggelenk

wird die Sehnenscheide längs eröffnet, um den Muskel weiter nach medial mobilisieren und mit einem Langenbeck-Haken weghalten zu können. Die hinteren Gelenkkapseln von oberem und unterem Sprunggelenk sind nun darstellbar (Abb. 7.20).

Soll eine dorsale Kapsulotomie der beiden Gelenke durchgeführt werden, kann diese über 2 separate, quere Inzisionen jeweils auf Gelenkhöhe erfolgen. Auch eine komplette Kapselablösung ist möglich; hierbei werden Anteile des Innen- und Außenbands disseziert (Abb. 7.21).

Lateral sind das Lig. fibulotalare posterius und das Lig. calcaneofibulare betroffen (cave: unmittelbare Lagebeziehung der Peroneal-/Fibularissehnen zum Lig. calcaneofibulare), medial-seitig der posteriore, kalkaneare Ansatz des Lig. deltoideum (cave: Gefäß-Nerven-Bündel).

Ein alternativer Zugangsweg, dessen Vorteile in der Darstellung der medialen posterioren Sprunggelenkanteile besteht, beinhaltet nach Identifizierung des M. flexor hallucis longus die Präparation nach anterior in Richtung Malleolus medialis. Das Gefäß-Nerven-Bündel wird dargestellt und vorsichtig mobiliert. Anschließend wird das Gefäß-Nerven-Bündel mit dem M. flexor hallucis longus nach lateral weggehalten, und es wird in die Ebene zwischen M. flexor hallucis longus und M. flexor digitorum longus eingegangen.

Als dritte Zugangsmöglichkeit bei geplanter Verlängerung der Flexoresehnen und der Tibialis-posterior-Sehne beschreiben Hoppenfeld et al. (2009<sup>1</sup>) einen direkten posterioren Zugang zum Sprunggelenk.

#### **Cave**

**Vor jeder Sehnenverlängerung sollte eine kritische Identifikation sämtlicher Strukturen erfolgen, um eine Verwechslung von Sehnen mit dem N. tibialis zu vermeiden.**

Muss der Zugang nach distal erweitert werden, um mediale Anteile des unteren Sprunggelenks, das Chiasma plantare (»master knot of Henry«) oder das Talonavikulargelenk darzustellen, wird der Hautschnitt bogenförmig unterhalb des Malleolus medialis nach distal bis auf Höhe der Insertion der Sehne des M. tibialis anterior fortgesetzt. Bei der Präparation ist auf eine ausreichende Dicke des Hautlappens zu achten, um Wundrandnekrosen zu vermeiden. Nach longitudinaler Faszieneröffnung über dem Gefäß-Nerven-Bündel wird das Retinaculum inzidiert und das Gefäß-Nerven-Bündel angeschlungen (Abb. 7.22).

Die Sehnenscheiden des M. flexor digitorum longus und des M. tibialis posterior werden jeweils eröffnet und die Sehnen dargestellt. Bei Klumpfußoperationen erfolgt nun die z-förmige Verlängerung. Alternativ kann die Sehne des Flexor hallucis longus und des Flexor digitorum longus auf unterschiedlicher Höhe abgesetzt werden, der jeweils kurze proximale Schenkel wird auf den langen proximalen Schenkel Seit zu Seit vernäht. Ebenso wird mit den beiden distalen Sehnenstümpfen verfahren. Die beiden proximalen und distalen langen Schenkel werden Seit zu Seit oder End zu End miteinander in Verlängerung vernäht. Eine Eröffnung der Gelenkkapseln des unteren Sprunggelenks und des Talonavikulargelenks vollendet das mediale Release.

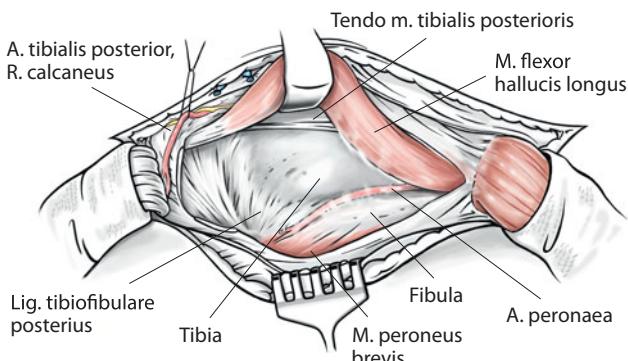


Abb. 7.20 Der fibularseitig abgelöste M. flexor hallucis longus wird nach medial retrahiert, die Kapseln über dem oberen und dem unteren Sprunggelenk sind dargestellt

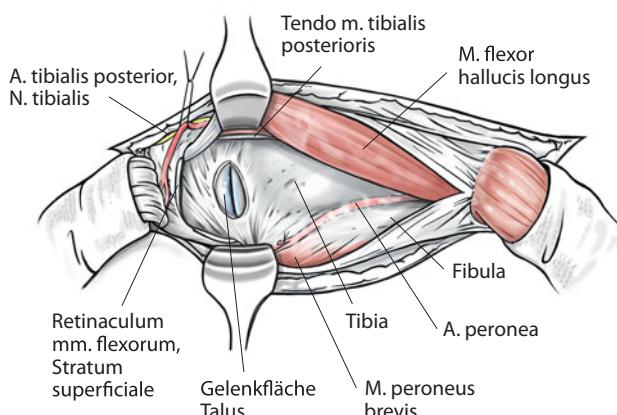


Abb. 7.21 Eröffnung der hinteren Gelenkkapsel

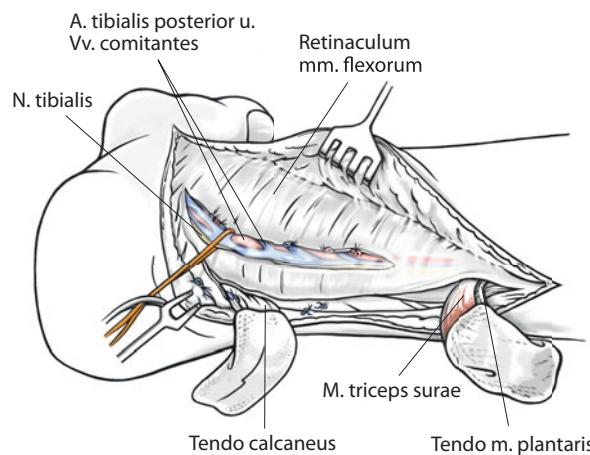


Abb. 7.22 Schnitterweiterung nach distal, das Gefäß-Nerven-Bündel ist angeschlungen

<sup>1</sup> Hoppenfeld S, deBoer P, Buckley R (2009) Surgical exposures in orthopaedics. Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia, S 642

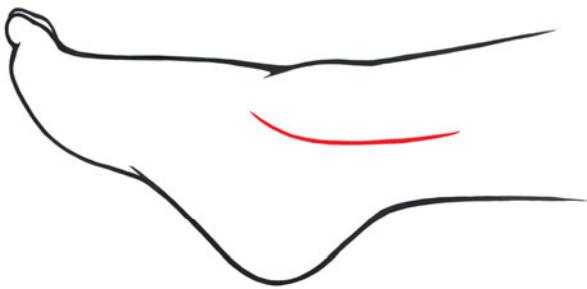


Abb. 7.23 Hautinzision für den dorsolateralen Zugang zum oberen Sprunggelenk

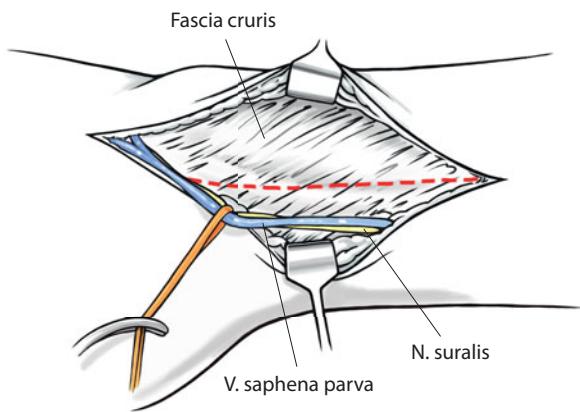


Abb. 7.24 Darstellung von N. suralis und V. saphena parva, anschließend longitudinale Faszienspaltung

## 7.4 Dorsolateraler Zugang zum oberen Sprunggelenk

### 7.4.1 Indikation

- Gelenkrevision des posterioren Anteils des oberen Sprunggelenks
- Darstellung des hinteren Syndesmosenbands
- Fraktur (z. B. Fibulafraktur mit Abspaltung des Volkmann-Dreiecks)
- Darstellung der posterioren Tibiakante

### 7.4.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Bauchlage. Alternativ kann die Operation auch in halbschräger Rückenlage mit Unterlagerung des ipsilateralen Gesäßes mit einem Keilkissen, um die Außenrotation des Beins im Hüftgelenk zu verhindern, oder in Seitenlage durchgeführt werden. Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Oberschenkelblutdruckmanschette zu überlegen. Das zu operierende Bein ist frei gelagert und wird mit sterilen Tüchern frei beweglich abgedeckt. Bei intraoperativer Durchleuchtungsnotwendigkeit sollte auf die Verwendung eines entsprechend geeigneten OP-Tisches geachtet werden.

### 7.4.3 Schnittführung

Nach Palpation der Fibula und der Achillessehne erfolgt ein ca. 10 cm langer Hautschnitt dorsal der Fibula in Längsrichtung, der mittig zwischen dem lateralen Rand der Achillessehne und der Fibula verläuft. Der Schnitt beginnt auf Höhe der Fibulaspitze und wird proximal fortgeführt. Gegebenenfalls kann die Inzision nach distal bis zur lateralen Kante des Kalkaneus fortgesetzt werden (Abb. 7.23).

#### Cave

Unmittelbar subkutan befindet sich der N. suralis sowie die V. saphena parva, auf deren Erhalt bei der Präparation strengstens geachtet werden muss (Abb. 7.24)!

#### 7.4.4 Präparation

Die tiefe Faszie wird longitudinal in gleicher Richtung wie die Hautinzision gespalten, anschließend werden die Muskelbäuche von M. fibularis/peroneus longus, M. fibularis/peroneus brevis und M. flexor hallucis longus (Sehne zieht nach medial) identifiziert. Die internervale Ebene liegt zwischen dem M. peroneus brevis (N. peroneus superficialis) und dem M. flexor hallucis longus (N. tibialis). Die Sehne des M. fibularis/peroneus brevis befindet sich anterior zur Sehne des M. fibularis/peroneus longus. Für die Differenzierung der beiden Sehnen erweist es sich als günstig, dass sich der Muskelbauch des kurzen Peronealmuskels bis auf die Höhe des Sprunggelenks erstreckt, während der lange Peronealmuskel in seinem distalen Drittel von rein sehniger Struktur ist (Abb. 7.25).

Die beiden Peronealsehnen können nun nach lateral weggehalten und der M. flexor hallucis longus dargestellt werden. Es wird in die Ebene zwischen den Muskelbäuchen des M. fibularis/peroneus brevis und des M. flexor hallucis longus eingegangen, dabei werden die fibularen Anteile des Ursprungs des M. flexor hallucis longus longitudinal inzidiert und abgelöst (Abb. 7.26).

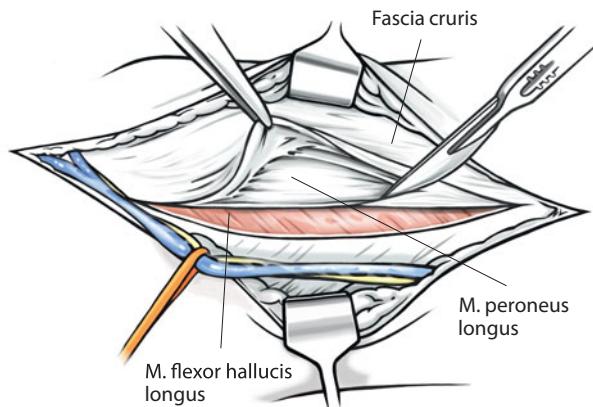


Abb. 7.25 Eingehen in der sog. internervalen Ebene zwischen Peronealsehnen und der Sehne des M. flexor hallucis longus

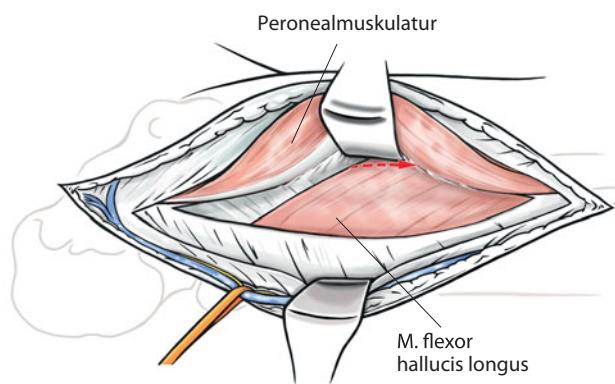
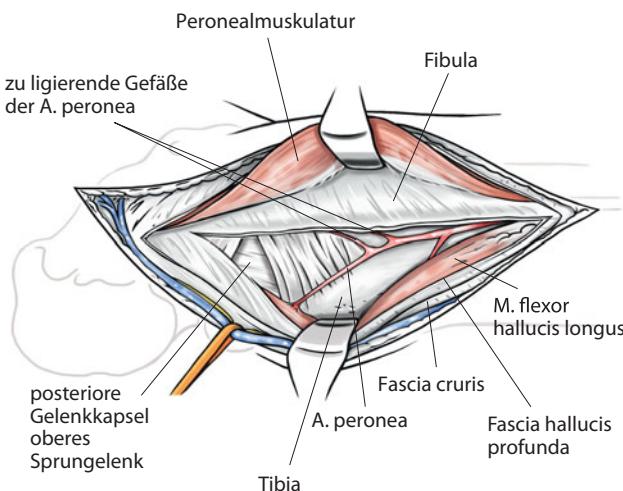


Abb. 7.26 Longitudinaler Schnitt durch die lateralen Muskelanteile des M. flexor hallucis longus in ihrem fibularen Ursprung; ggf. ist zur Mobilisierung eine Inzision des Retinaculum superius der Peroneal-/Fibularissehnen notwendig



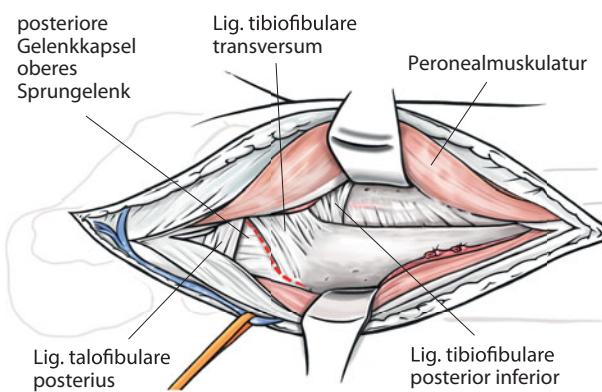
**Abb. 7.27** Nach fibularseitiger Ablösung des M. flexor hallucis longus wird der Muskel nach medial und die Peroneal-/Fibularissehnen nach lateral gehalten

Mit stumpfen Haken können nun die Peroneal-/Fibularismuskeln nach lateral und der M. flexor hallucis longus nach medial gehalten werden (Abb. 7.27).

Der posteriore Anteil des oberen Sprunggelenks mit der hinteren Tibiakante sowie die Fibula sind nun dargestellt (Abb. 7.28).

Sollte die Übersicht aufgrund der mangelhaften Mobilisierung der Fibularismuskulatur zu schlecht sein, kann das Retinaculum der Peroneal-/Fibularissehnen gespalten werden (Abb. 7.26). Zur einfacheren Rekonstruktion des Retinaculums können die beiden Schnitträder optional mit einem Haltefaden armiert werden. Um ein Einreißen der A. peronea zu verhindern, müssen nach lateral abgehende Seitenäste ligiert und durchtrennt werden, damit die Arterie nach medial retrahiert werden kann.

Wird der Fuß nun in Dorsalextensionsstellung gehalten, spannt sich die hintere Gelenkkapsel an – dies erleichtert die Eröffnung.



**Abb. 7.28** Darstellung der Gelenkkapsel des oberen Sprunggelenks und des posterioren Tibiaaspekts

## 7.5 Mediale Darstellung des oberen Sprunggelenks mit Osteotomie des Malleolus medialis

### 7.5.1 Indikation

- Osteochondrale Läsion des Talus
- Revision der medialen Talusrolle

### 7.5.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Ober-/Unterschenkelblutdruckmanschette zu überlegen. Das zu operierende Bein ist frei gelagert und wird mit sterilen Tüchern frei beweglich abgedeckt. Bei intraoperativer Durchleuchtungsnotwendigkeit sollte auf die Verwendung eines entsprechend geeigneten OP-Tisches geachtet werden.

### 7.5.3 Schnittführung

Nach Palpation des Malleolus medialis sowie des Os naviculare erfolgt die ca. 10 cm lange Hautinzision. Sie beginnt ca. 3 Querfinger proximal des Innenknöchels, folgt dessen Hinterrand nach distal, biegt unterhalb der Innenknöchelspitze bogenförmig nach distal vorne ab auf die mediale Seite des Mittelfußes und endet auf Höhe der Tuberossitas des Os naviculare (Abb. 7.29).

### 7.5.4 Präparation

Nach dem Hautschnitt wird routinemäßig das Skalpell gewechselt. Die Subkutis wird in gleicher Schnittführung wie beim Hautschnitt vorsichtig durchtrennt. Bei der Präparation muss auf den Erhalt der V. saphena magna und des sie begleitenden N. saphenus geachtet werden, die gemeinsam am vorderen Rand des Innenknöchels entlanglaufen. Anterior erfolgt die Längsitzision der Gelenkkapsel an der Stelle, an der der Innenknöchel in den Tibiaschaft übergeht. Posterior erfolgt die Durchtrennung des Retinaculum flexorum, die Sehne des M. tibialis posterior wird in ihrem Verlauf unmittelbar hinter dem Innenknöchel identifiziert, die Sehnenscheide eröffnet und die Sehne nach posterior retrahiert (Abb. 7.30).

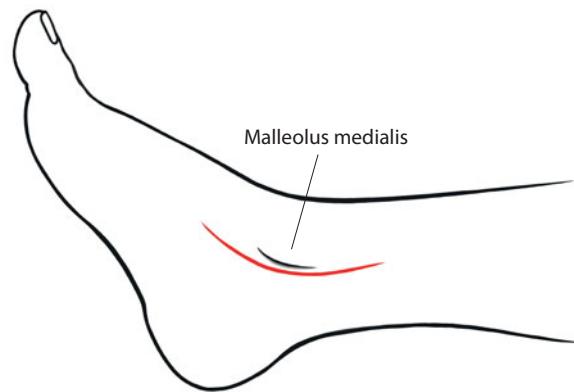


Abb. 7.29 Ansicht von medial, Zugang zum oberen Sprunggelenk mit Innenknöchelosteotomie

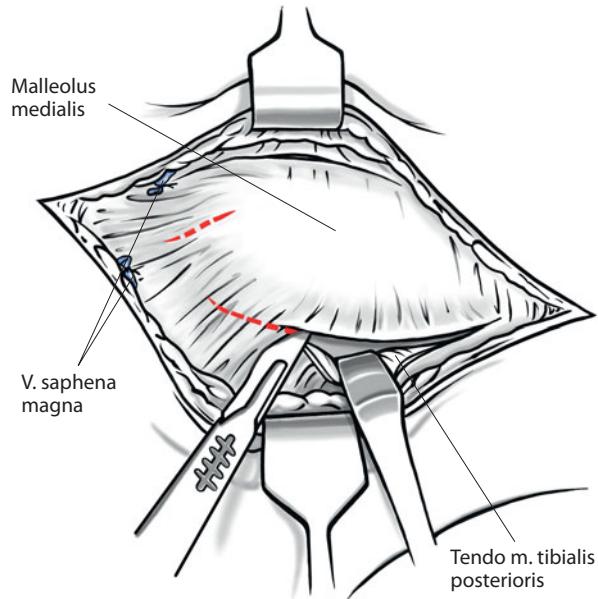
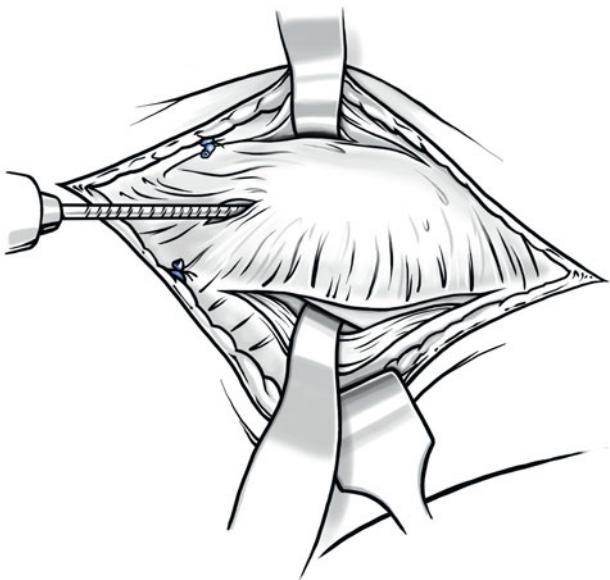
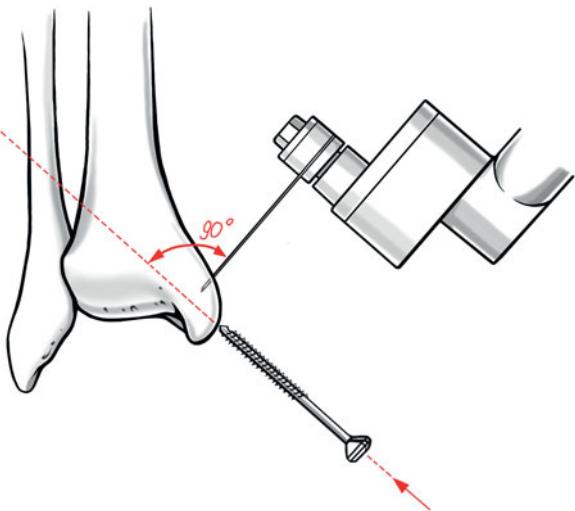


Abb. 7.30 Incisionen von Faszie und Gelenkkapsel jeweils anterior und posterior des Innenknöchels. Die im weiteren OP-Verlauf zugangsbedingt gefährdete Sehne des M. tibialis posterior wird identifiziert und nach posterior retrahiert. An der Spitze des Innenknöchels erfolgt eine separate Stichinzision für die Bohrung

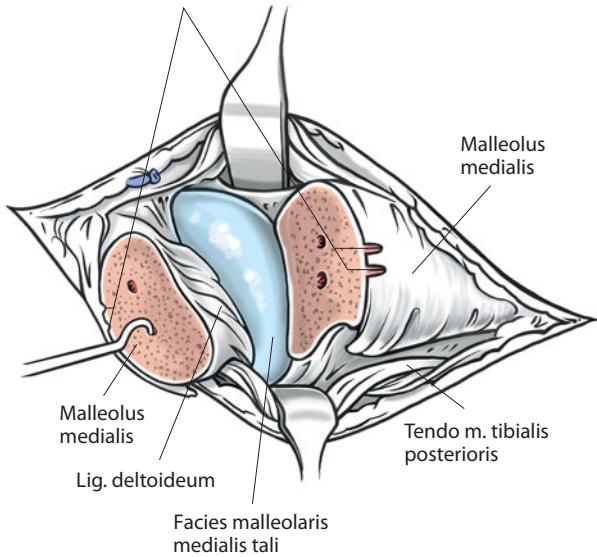


■ Abb. 7.31 Umfahren des Innenknöchels mit 2 Hohmann-Hebeln und Durchführung der Bohrung



■ Abb. 7.32 Durchführung der Osteotomie rechtwinklig zum vorbereiteten Bohrkanal

Kleine Kerben mit Elektroauter oder Meißel für korrekte Rekonstruktion der Rotation



■ Abb. 7.33 Nach durchgeföhrter Osteotomie wird die am Deltaband fixierte Innenknöchel spitze nach distal umgeklappt, und die mediale Talusrolle kann eingesehen werden.

Von anterior und posterior werden 2 kleine Hohmann-Hebel in das Gelenk und um den Innenknöchel eingebracht. Die Stichinzision erfolgt an der Innenknöchel spitze, anschließend wird ein Bohrloch gesetzt, dessen Verlauf sicher intraossär sein muss, das die Gelenkfläche des medialen Sprunggelenks oder dessen mediale Facette nicht tangiert und dessen Richtung vertikal zur geplanten Innenknöchelosteotomie verläuft. Aus Gründen der späteren Rotationsstabilität der Osteosynthese kann ein zweites Bohrloch zur späteren Schraubenbesetzung vorbereitet werden. Weiterhin können nach Hoppenfeld et al. (2009<sup>2</sup>) auf Höhe der geplanten Osteotomie 2 längs verlaufende kleine Kerben in das Periost des Innenknöchels gesetzt werden. Beide Maßnahmen dienen später dazu, eine exakte Rekonstruktion des Innenknöchels ohne Versatz der Osteotomiespalten zu garantieren (■ Abb. 7.31).

Anschließend erfolgt die Osteotomie des Innenknöchels mit einem schräg verlaufenden Sägeschnitt senkrecht zum vorbereiteten Bohrkanal (■ Abb. 7.32)

Über die anteriore Kapselinzision kann die Richtung der Osteotomie kontrolliert werden. Die Osteotomie sollte exakt in der Ecke des Übergangs von tibialer Gelenkfläche und medialer Gelenkfacette des Innenknöchels münden. Um einen artikularseitigen Substanzverlust des Knorpels durch die oszillierende Säge zu vermeiden, wird die knöcherne Durchtrennung auf den letzten Millimetern mit dem Osteotom vollendet. Das am Lig. deltoideum fixierte Innenknöchelfragment kann nun heruntergeklappt werden, die mediale Talusrolle ist frei zugängig (■ Abb. 7.33).

## 7.6 Medialer Zugang zum Innenknöchel

### 7.6.1 Indikation

- Fraktur
- Tumor
- Chronische Bandinstabilität

### 7.6.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Ober-/Unterschenkelblutdruckmanschette zu überlegen. Das zu operierende Bein ist frei gelagert und wird mit sterilen Tüchern frei beweglich abgedeckt.

### 7.6.3 Schnittführung

Bei der Schnittführung kann zwischen einem anterioren und einem posterioren Zugang zum Innenknöchel unterschieden werden. Die Wahl des Zugangs erfolgt abhängig von der zugrunde liegenden Pathologie.

#### Anteriorer medialer Zugang

Neben der Darstellung des Innenknöchels ermöglicht dieser Zugang zusätzlich die Darstellung der anteromedialen Gelenkstrukturen des oberen Sprunggelenks. Nach Palpation des Malleolus erfolgt ein ca. 10 cm langer, leicht bogenförmiger Hautschnitt in longitudinaler Richtung. Zur Vermeidung von späteren Problemen im Schuhwerk durch die Narbe wird die Incision leicht ventral des prominenten Malleolus medialis durchgeführt (Abb. 7.34).

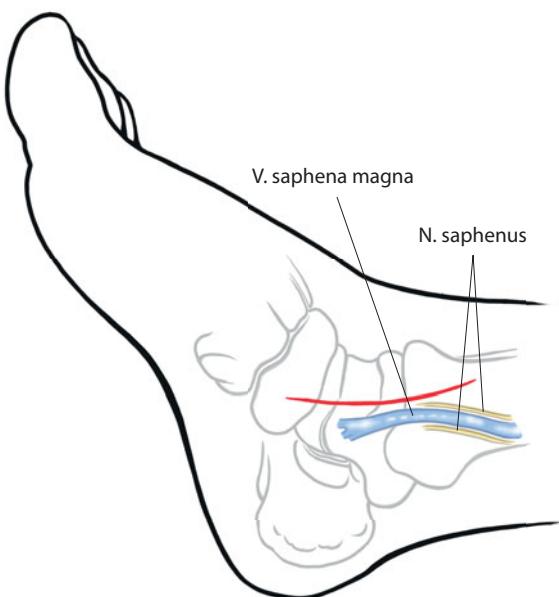


Abb. 7.34 Mediale Ansicht, Hautinzision für den medialen Zugang zum Innenknöchel

### 7.6.4 Präparation

Die Subkutis wird in gleicher Schnittrichtung wie bei der Hautinzision präpariert. Wichtig ist die Schonung der V. saphena magna und des mit ihr gemeinsam verlaufenden N. saphenus (meist 2 Äste) (Abb. 7.35). Da die Identifizierung des Nervs aufgrund seiner geringen Größe oft Schwierigkeiten bereitet, muss mit noch größerer Sorgfalt auf den Erhalt der V. saphena magna und damit indirekt auf den Erhalt des sie begleitenden Nervs gelegt werden. Die Faszie wird längs eröffnet und der Innenknöchel dargestellt.

Bei Frakturen erfolgt neben der Darstellung der Fraktur zusätzlich eine ventrale Kapselinzision des oberen Sprunggelenks,

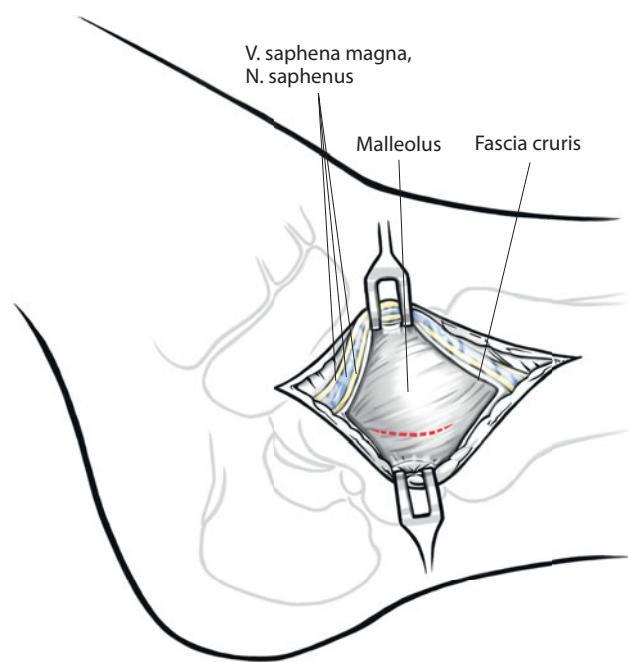


Abb. 7.35 Bei der Präparation der Subkutis muss auf den Erhalt des N. saphenus der V. saphena magna geachtet werden

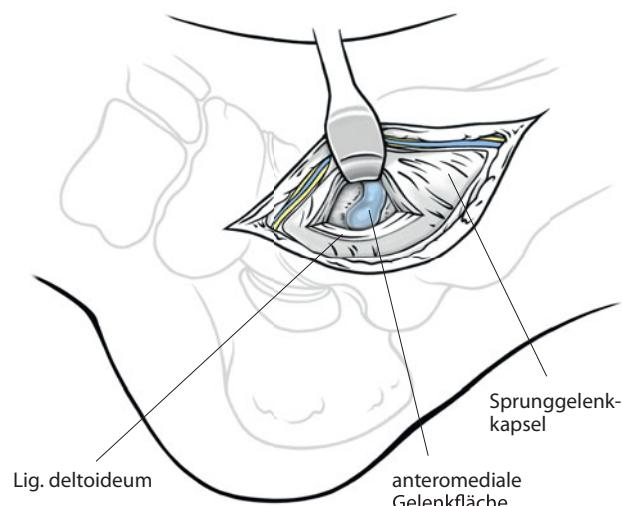


Abb. 7.36 Ventraler Split des Lig. deltoideum und der Sprunggelenkkapsel zur Darstellung der anteromedialen Gelenkfläche

um die Gelenkflächen beurteilen zu können (Abb. 7.36). Bei notwendiger Osteosynthese mittels Schrauben sollte das Deltaband so gesplittet werden, dass der Schraubenkopf sowohl ohne Impingement der Weichteile knöchern aufsitzen als auch von den Weichteilen ausreichend bedeckt werden kann (Abb. 7.37).

### Posteriorer medialer Zugang

Die ca. 10 cm lange Hautinzision erfolgt in Längsrichtung bogenförmig hinter dem Innenknöchel (Abb. 7.38).

Nach dem Wechsel des Skalpells erfolgen der subkutane Schnitt und die Darstellung des Retinaculums. Dieses wird knapp hinter dem Malleolus medialis längsinzidiert, sodass später ein Verschluss des Retinaculums möglich ist.

#### **Cave**

Bereits beim Durchtrennen des Retinaculums muss darauf geachtet werden, dass nicht versehentlich die Tibialis-posterior-Sehne verletzt wird (Abb. 7.39).

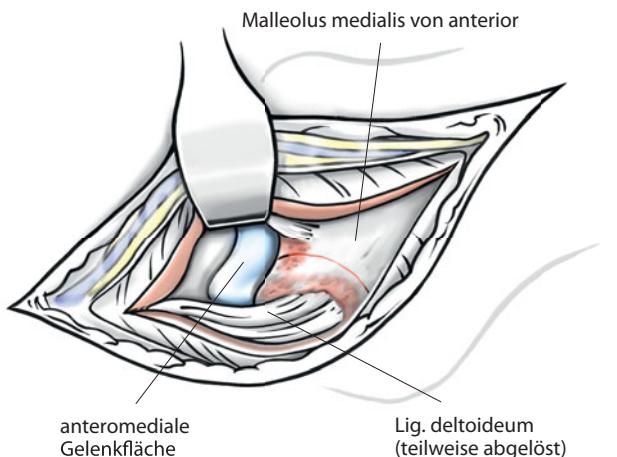


Abb. 7.37 Split von Fasern des Lig. deltoideum und partielle Ablösung zur Durchführung der Osteosynthese

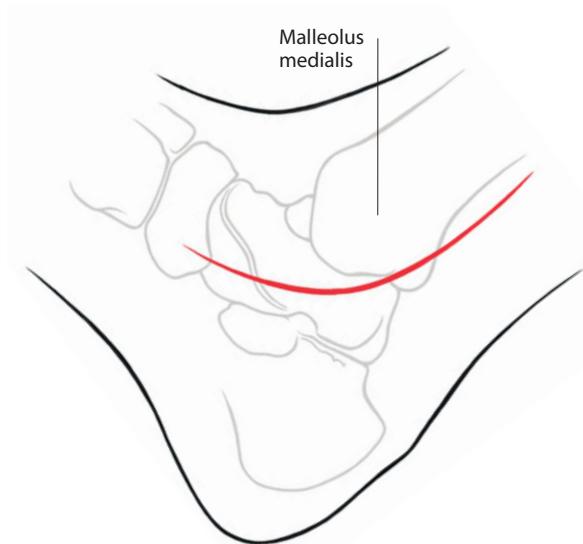


Abb. 7.38 Posteriorer medialer Zugang hinter dem Innenknöchel

Die Tibialis-posterior-Sehne wird nach anterior mobilisiert und retrahiert. Bei der weiteren Präparation werden die posterioren Strukturen (M. flexor digitorum longus, M. flexor hallucis longus, Gefäß-Nerven-Bündel) nach posterior gehalten. In der Folge wird streng knochennah auf dem posterioren Part des Malleolus medialis präpariert, um die genannten Strukturen nicht zu verletzen (Abb. 7.40).

Dieser Zugang ermöglicht zwar eine gute Übersicht über dorsal gelegene Frakturen und deren Reposition, eine interne Osteosynthese ist aufgrund der anatomischen Situation jedoch meist nicht möglich und erfordert weitere, ventral gelegene Zugänge.

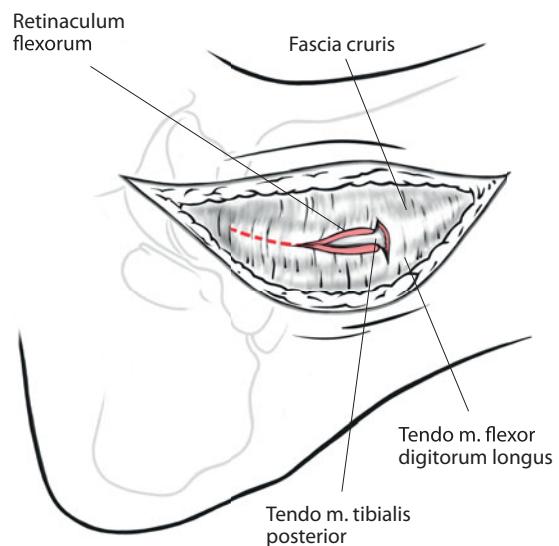


Abb. 7.39 Inzision des Retinaculums hinter dem Innenknöchel, sodass eine spätere Rekonstruktion möglich ist. Die Tibialis-posterior-Sehne darf nicht verletzt werden

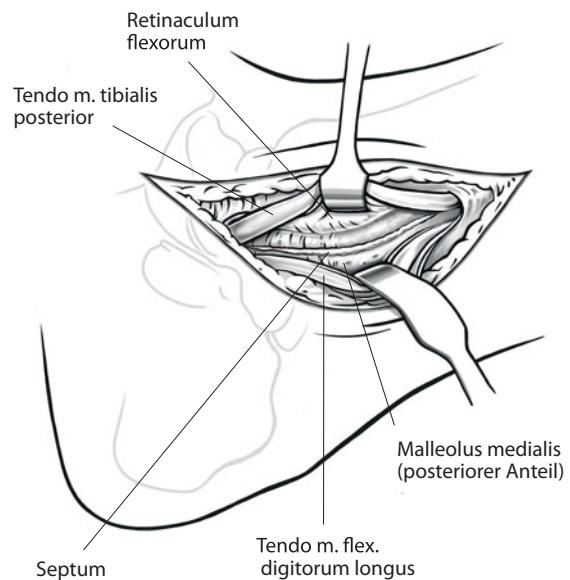


Abb. 7.40 Retraktion der Tibialis-posterior-Sehne nach anterior. Die langen Flexorensehnen sowie das Gefäß-Nerven-Bündel werden nach posterior gehalten. Anschließend erfolgt die streng knochennahe Abpräparation der Weichteile zur Darstellung des posterioren Aspekts des Malleolus medialis

## 7.7 Zugang zum Außenknöchel

### 7.7.1 Indikation

- Fraktur
- Transfibularer Zugang (Sprunggelenkarthrodese)
- Peronealsehnenluxation

### 7.7.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Das ipsilaterale Gesäß ist mit einem Keilkissen unterlagert, um die Außenrotation des Beins im Hüftgelenk zu verhindern. Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Oberschenkelblutdruckmanschette zu überlegen. Das zu operierende Bein ist frei gelagert und wird mit sterilen Tüchern frei beweglich abgedeckt. Bei intraoperativer Durchleuchtungsnotwendigkeit sollte auf die Verwendung eines entsprechend geeigneten OP-Tisches geachtet werden.

### 7.7.3 Schnittführung

Nach Palpation der Fibula erfolgt mittig über dieser in Längsrichtung der Hautschnitt. Die Länge des Hautschnitts richtet sich nach der Operationsindikation. Muss der Hautschnitt nach distal über die Fibulaspitze fortgeführt werden, so wird der Hautschnitt leicht bogenförmig in Richtung der Basis des Metatarsale IV oder V fortgesetzt (Abb. 7.41).

#### ! Cave

Bei der Präparation des dorsalen »Hautlappens« muss eine Verletzung der V. saphena parva vermieden werden (Abb. 7.42). Die Vene liegt posterior des Malleolus lateralis. Weiterhin muss auf den N. suralis geachtet werden, der in unmittelbarer Nachbarschaft zur V. saphena parva liegt. Eine Verletzung des N. suralis birgt neben einem Taubheitsgefühl im Versorgungsgebiet auch das Risiko der Entstehung eines Neuroms.

Bedeutung hat der N. suralis auch als Donor bei einer evtl. später notwendigen autogenen Nerventransplantation. Aufgrund der unmittelbar subkutanen Lage der distalen Fibula existiert keine sog. internervale Ebene.

Muss der Zugang beispielsweise wegen der Frakturlage nach proximal ausgedehnt werden, liegt die internervale Ebene zwischen dem M. peroneus tertius (innerviert durch N. peroneus profundus) und dem M. fibularis/peroneus brevis (innerviert durch N. peroneus superficialis) (deBoer et al. 2012<sup>3</sup>).

Bei isolierter Sehnenpathologie der Fibularissehnen (Peronealsehnen) folgt der Hautschnitt dem Verlauf der Peronealsehnen bogenförmig um den Außenknöchel (z. B. Bogenschnitt nach Kocher).

<sup>3</sup> deBoer P, Buckley R, Hoppenfeld S (2012) Surgical exposures in foot and ankle surgery. The anatomic approach. Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia, S 40

### 7.7.4 Präparation

Es erfolgen der direkte Zugang auf die Fibula und ihre Darstellung nach longitudinaler Inzision des Periosts. Es muss sorgfältig auf die dorsal der Fibula verlaufenden Fibularissehnen (Peronealsehnen) sowie auf deren Verlauf um die Fibulaspitze geachtet werden. Zur Schonung der Endäste der A. peronea muss außerdem auf eine streng knochennahe Präparation geachtet werden. Ventral der Fibula verläuft der Hautast des N. peroneus superficialis. Die Ablösung des Periosts sollte wegen seiner Bedeutung bei der Blutversorgung gerade bei Frakturen auf das notwendige Minimum beschränkt werden.

#### ! Cave

Je nach Weichteilbefund sollte die Verwendung von scharfen Haken kritisch überdacht und ggf. subkutane Haltefäden verwendet werden.

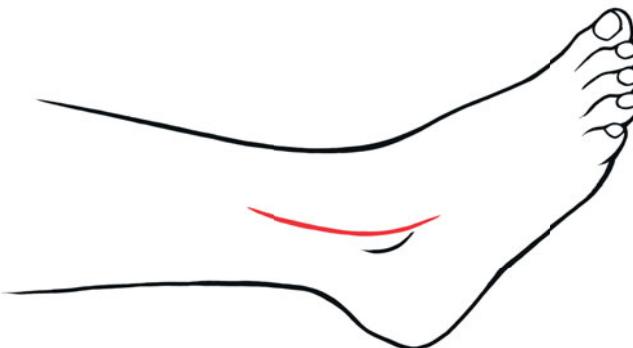


Abb. 7.41 Hautinzision für den lateralen Zugang zum Außenknöchel

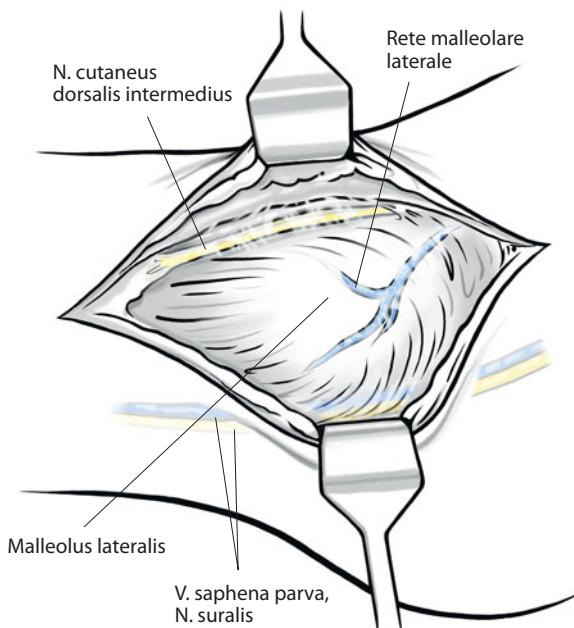


Abb. 7.42 Schonung von N. suralis und V. saphena parva (posterior) sowie von N. cutaneus dorsalis intermedius (anterior)

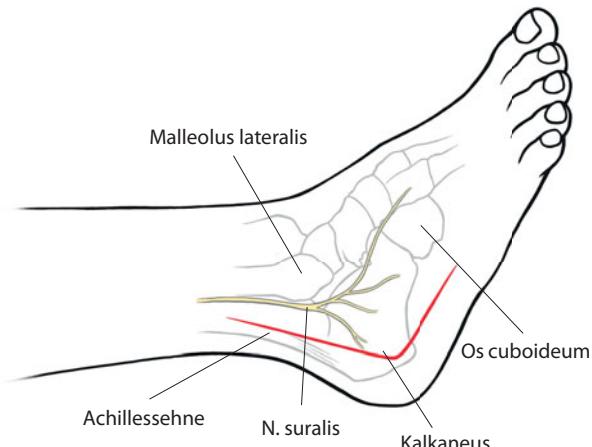


Abb. 7.43 Hautinzision für den lateralen Zugang zum Kalkaneus

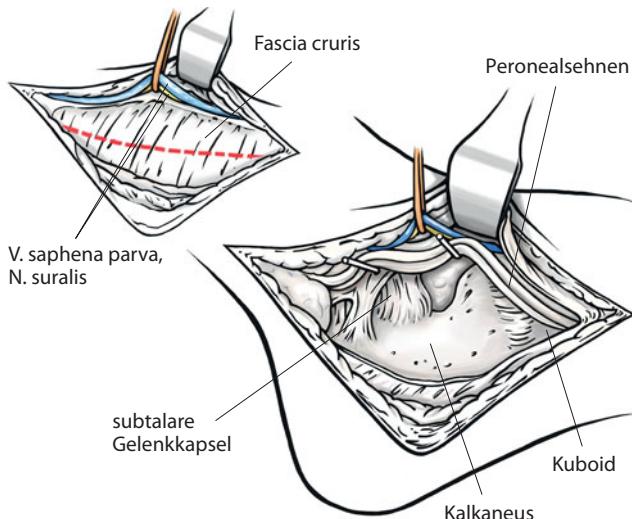


Abb. 7.44 En-bloc-Präparation in die Tiefe, V. saphena parva und N. suralis werden nach ventral gehalten

## 7.8 Lateraler Zugang zum Kalkaneus

### 7.8.1 Indikation

- Kalkaneusfraktur
- Pathologien der posterioren Facette des Talokalkaneargelenks
- Operation nach Dwyer

► Der laterale Zugang zum Kalkaneus wird in der Regel zur Reposition und Osteosynthese bei Kalkaneusfrakturen verwendet. Diese Frakturen sind charakterisiert durch eine ausgeprägte Hämatomentwicklung und Weichteilschwellung. Für eine komplikationsarme Wundheilung muss das Operationsgebiet abschwellen, damit Wundrandnekrosen vermieden werden können. Bei Begleiterkrankungen wie Diabetes mellitus mit Neuropathie oder Nikotinkonsum muss die Indikation für diesen Zugang äußerst kritisch gestellt werden.

### 7.8.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Seitenlage, er liegt auf der nicht zu operierenden Seite. Die knöchernen Aufliegestellen müssen weich gelagert werden, um Lagerungsschäden zu vermeiden. Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Oberschenkelblutdruckmanschette zu überlegen. Das zu operierende Bein ist frei gelagert und wird mit sterilen Tüchern frei beweglich abgedeckt. Der OP-Tisch sollte für die Durchleuchtung geeignet sein.

### 7.8.3 Schnittführung

Zunächst werden die palpablen anatomischen Landmarken wie Malleolus lateralis und Fibula, Achillessehne und Processus styloideus der Basis von Metatarsale V aufgesucht. Die Hautinzision besteht aus 2 Schenkeln, die einen rechten Winkel bilden. Der distale Schnitt beginnt lateral auf Höhe der Basis des Metatarsale V im Übergangsbereich von Sohlenhaut und weicherer Haut des Fußrückens und verläuft parallel zur Fußsohle nach posterior. Der zweite Hautschnitt erfolgt zwischen dem lateralen Rand der Achillessehne und dem posterioren Rand der Fibula ungefähr 6–8 cm proximal der Fersenauftrittsfläche und wird in Längsrichtung nach distal geführt, bis er auf den ersten Hautschnitt trifft. Die Spitze, an der beide Schenkel aufeinander treffen, wird bei der Schnittführung abgerundet (Abb. 7.43).

Der Schnitt wird senkrecht in die Tiefe erweitert und das Subkutangewebe scharf durchtrennt, ohne dabei den Hautlappen zu mobilisieren. Proximal muss auf den Erhalt des N. suralis und der V. saphena parva geachtet werden. Bei der Präparation nach distal werden die Peronealsehnen geschont (Abb. 7.44).

### 7.8.4 Präparation

Nun wird das Periostinzidiert. Die weitere Präparation erfolgt streng subperiostal. Der entstehende Lappen umfasst aufgrund der En-bloc-Präparation somit alle Schichten inklusive Haut, Subkutangewebe und Periost. Um das Risiko von Wundheilungsstörungen möglichst gering zu halten, dürfen an diesem Lappen keinerlei Manipulationen wie Ausschneidungen etc. vorgenommen werden, da die Blutversorgung der Haut aus den darunterliegenden Schichten irreversibel geschädigt würde. Dieser Lappen wird nach proximal abpräpariert, die Peroneal-/Fibularisehnen werden dabei in die gleiche Richtung mit dem Lappen mobilisiert, der N. suralis sowie die V. saphena parva werden ebenfalls nach ventral-proximal weggehalten.

#### **Cave**

Zur Schonung des Lappens sollten keine scharfen Haken verwendet werden. Der Lappen kann entweder über ossär eingebrachte Kirschner-Drähte (Processus lateralis tali, Os cuboideum) oder über Haltefäden zurückgehalten werden.

Das Lig. calcaneofibulare wird dargestellt und quer zu seinem Verlauf durchtrennt. Der Kalkaneus kann nun dargestellt werden (Abb. 7.45), ebenso das Kalkaneokuboidalgelenk, das bei Bedarf durch Kapselinzision eröffnet werden kann. Der M. abductor digiti minimi pedis, der seinen Ursprung u. a. am lateralen Tuber calcanei, an der Plantaraponeurose und am proximalen Os metatarsale V hat, sollte nicht verletzt werden.

#### **Cave**

Das Verletzungsrisiko für den N. suralis steigt bei zu hoher proximaler Präparation des Lappens. Die Freipräparation des Kalkaneus sollte auf das notwendige Maß beschränkt sein. Der Schonung der Weichteilgewebe muss höchste Priorität eingeräumt werden.

### 7.8.5 Alternative Technik

Als alternativen Zugangsweg für Operationen, die keine ausgedehnte Exposition des gesamten Kalkaneus benötigen (z. B. OP nach Dwyer), kann man einen ca. 5–7 cm langen Hautschnitt verwenden, der entweder leicht bogenförmig oder schräg von proximal nach distal im Abstand von einem Querfinger posterior zum Verlauf der Peronealsehnen geführt wird. Die V. saphena parva und der N. suralis werden nach ventral mobilisiert, der Kalkaneus direkt dargestellt und mit Hohmann-Hebeln umfahren. Die Zugangsmorbidität bei dieser Technik ist geringer, die Darstellungsmöglichkeit des Kalkaneus jedoch eingeschränkt.

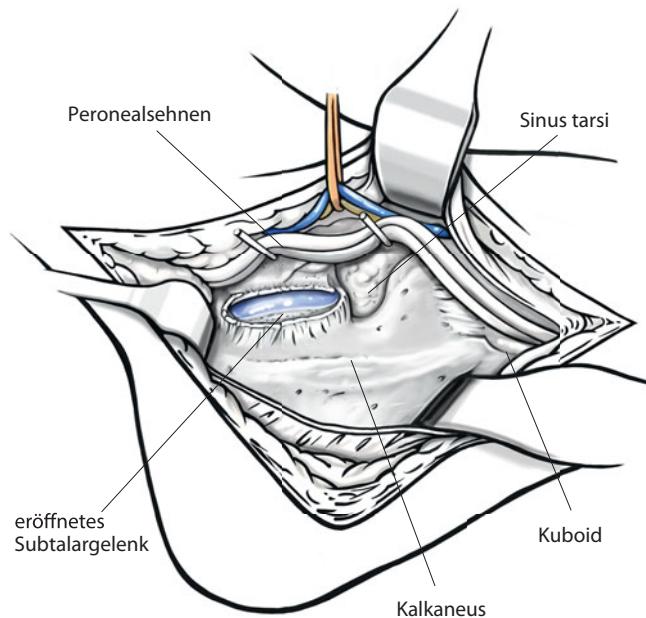


Abb. 7.45 Darstellung des Tuber calcanei

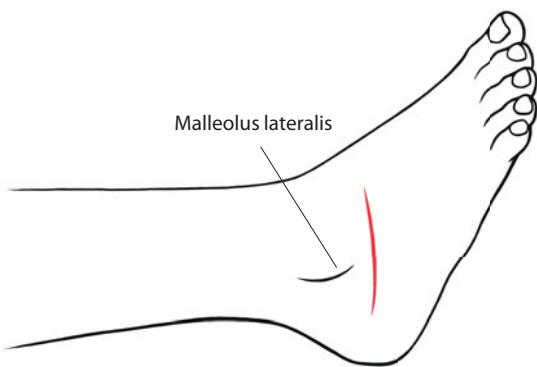


Abb. 7.46 Lateraler Zugang zum unteren Sprunggelenk

7

## 7.9 Lateraler Zugang zum unteren Sprunggelenk

### 7.9.1 Indikation

- Arthrodese des unteren Sprunggelenks
- Korrekturarthrodese
- Kalkaneusverlängerungsosteotomie nach Evans

### 7.9.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Das ipsilaterale Gesäß ist mit einem Keilkissen unterlagert, um die Außenrotation des Beins im Hüftgelenk zu verhindern. Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Oberschenkelblutdruckmanschette zu überlegen. Das zu operierende Bein ist frei gelagert und wird mit sterilen Tüchern frei beweglich abgedeckt.

Bei geplanter alleiniger Arthrodese des unteren Sprunggelenks kann die Operation alternativ auch in Schräglage oder Seitenlage durchgeführt werden (schwierigere Kontrolle der Achsausrichtung bei Korrekturarthrodese, jedoch einfachere Handhabung der intraoperativen Durchleuchtung). Bei intraoperativer Durchleuchtungsnotwendigkeit sollte auf die Verwendung eines entsprechend geeigneten OP-Tisches geachtet werden.

### 7.9.3 Schnittführung

Vor Schnittbeginn werden die anatomischen Landmarken palpirt: lateraler Malleolus, die laterale Seite des Kalkaneus unterhalb des Malleolus und der Sinus tarsi. Zum Auffinden des Sinus tarsi, der sich ca. 1 cm distal und 1 cm ventral der Fibulaspitze befindet, wird der Kalkaneus mit einer Hand fixiert und der »soft spot« mit dem Daumen der freien Hand palpiert.

Ausgangspunkt für den Hautschnitt ist ein Punkt, der sich etwa einen Querfinger distal und knapp hinter dem Außenknöchel befindet. Der Schnitt erstreckt sich leicht bogenförmig über den Sinus tarsi bis auf Höhe des Talonavikulargelenks und folgt dabei den Langer-Spaltlinien (Abb. 7.46). (Die Schnittführung kann abhängig von der durchzuführenden Operation auch flacher gewählt werden und in Richtung der Basis von Metatarsale V laufen.)

Bei der subkutanen Präparation muss im posterioren Wundbereich auf den N. suralis (N. cutaneus dorsalis lateralis) sowie die V. saphena parva geachtet werden. Im ventralen Wundbereich muss der N. cutaneus dorsalis intermedius erhalten bleiben. Die internervale Zugangsebene liegt zwischen der Sehne des Peroneus tertius und den Fibularis-/Peronealsehnen. Die Nerven werden – falls dargestellt – angeschlungen. Die subkutane Mobilisierung sollte nicht zu exzessiv erfolgen, um eine spätere Nekrose der Hautlappen zu vermeiden.

### 7.9.4 Präparation

Die Spaltung der Faszie erfolgt in gleicher Richtung wie die Hautinzision und im Verlauf des Retinaculum mm. extensorum inferius (Cave: Verlauf der darunterliegenden, kreuzenden Sehnen) (Abb. 7.47).

Die Sehne des M. extensor digitorum longus und die Peroneus-tertius-Sehne werden nach medial weggehalten (Abb. 7.48; Abb. 7.49).

Das Fettgewebe über dem Sinus tarsi wird scharf durchtrennt, am proximalen Hautlappen belassen und zusammen mit diesem weggehalten. Durch den weitestgehenden Erhalt des Fettgewebes über dem Sinus tarsi sind die Bedingungen für die Wundheilung und das kosmetische Ergebnis besser, da sich keine narbige Einziehung im Bereich des Sinus tarsi ausbildet.

Bei alleiniger Darstellung des unteren Sprunggelenks und flacherer Schnittführung in Richtung Basis Metatarsale V erfolgt eine H-förmige Inzision des Retinaculum mm. extensorum inferius. Die beiden Schenkel des Retinaculums können nun türflügelartig abgehoben werden. Dabei wird das Retinaculum vom M. extensor digitorum brevis abpräpariert. Ist das Retinaculum sehr zart, kann es auch direkt inzidiert werden.

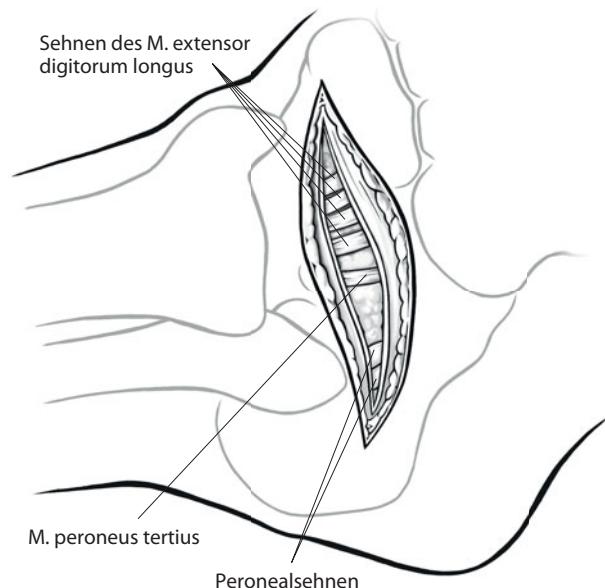


Abb. 7.48 Darstellung der Strecksehnen

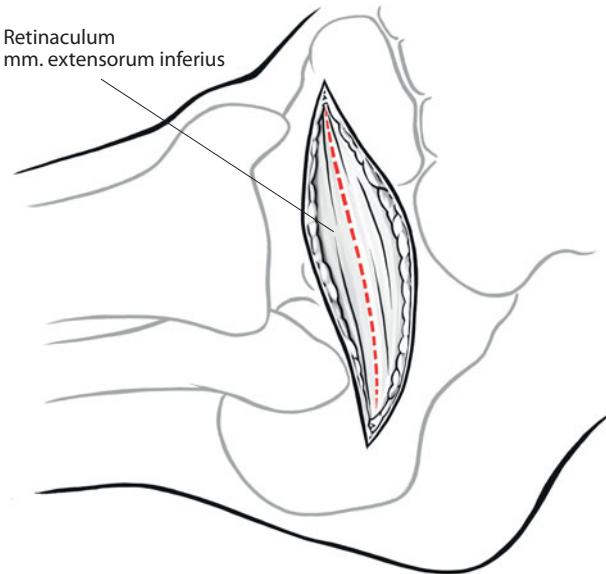


Abb. 7.47 Inzision und Darstellung des Retinaculum mm. extensorum inferius

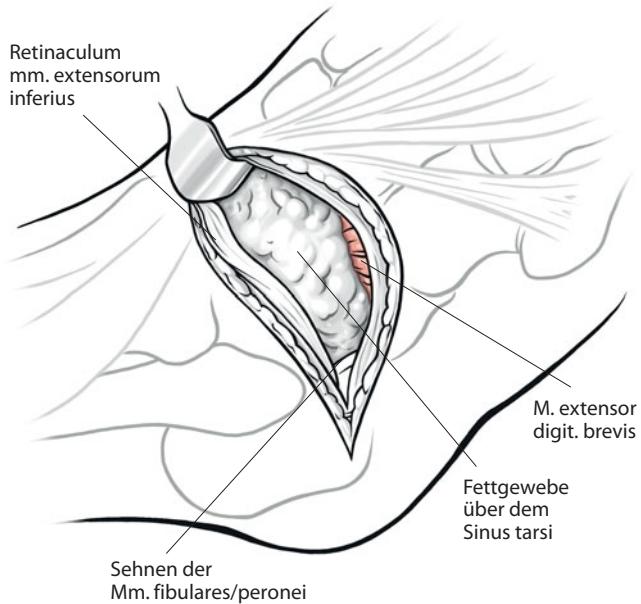
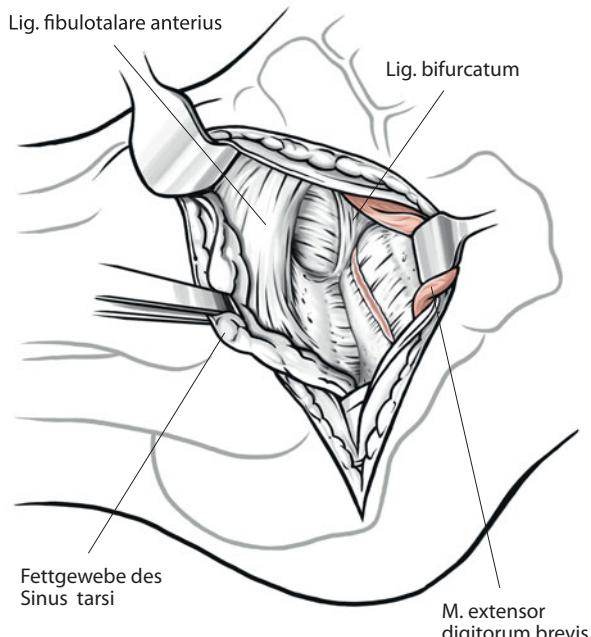


Abb. 7.49 Die Strecksehnen werden nach medial gehalten



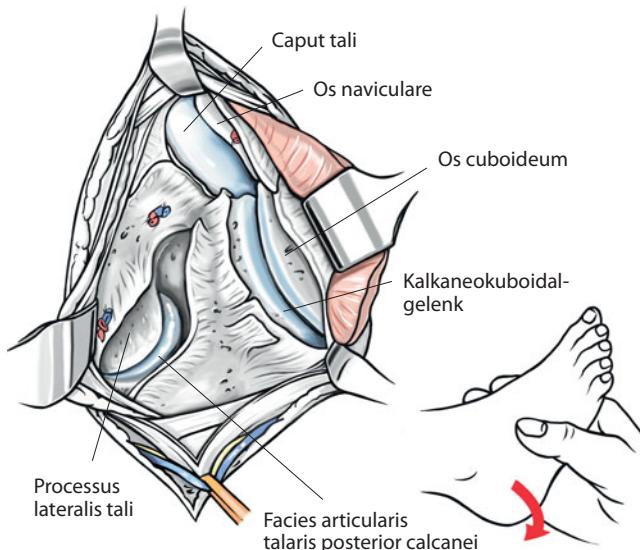
**Abb. 7.50** Der M. extensor digitorum brevis wird an seinem Ursprung scharf abgesetzt und mobilisiert, der Fettkörper über dem Sinus tarsi wird nach posterior gehalten

Der M. extensor digitorum brevis wird scharf von seinem Ursprung abgelöst und so weit mobilisiert, dass die dorsale Kapsel des Kalkaneokuboidalgelenks sowie die dorsale Kapsel des Talokalkaneonavikulargelenks (falls notwendig) dargestellt werden können (Abb. 7.50).

Die Rami perforantes der A. peronea/fibularis werden mit der Bipolarpinzette koaguliert. Der Sinus tarsi kann durch Entfernung des in der Tiefe verbliebenen Fettgewebes dargestellt werden. Eine Eröffnung der Sehnenscheiden der Fibularis-/Peronealsehnen ist bei absenter Pathologie nicht notwendig, kann jedoch im weiteren Verlauf zur Optimierung der Übersicht durch Mobilisierung und Retraktion der beiden Sehnen durchgeführt werden.

Nach Eröffnung der Kapsel der hinteren Gelenkfacette ist das untere Sprunggelenk frei einsehbar. Zur besseren Übersicht bei geplanter Arthrodesen kann nach Mobilisierung des Gelenks ein Arthrodesenspreizer in den Sinus taris eingebracht werden. Hohmann-Hebel können hinter dem Subtalargelenk sowie über dem Kuboid eingebracht werden. Bei Sichtbehinderung durch die Fibularis-/Peronealsehnen können diese beispielsweise mit einem Langenbeck-Haken nach plantar oder dorsal gehalten werden (Abb. 7.51).

Sollen die Gelenke der Chopart-Reihe (Talonavikular- und Kalkaneokuboidalgelenk) mit dargestellt werden, wird deren Gelekkapsel dorsal in Verlaufsrichtung der Gelenkspalteinzidiert, das Lig. bifurcatum wird dadurch ebenfalls durchtrennt.



**Abb. 7.51** Darstellung des Subtalargelenks sowie der Chopart-Gelenkreihe nach deren Eröffnung

## 7.10 Vorderer Zugang zu den Gelenken des Mittelfußes

### 7.10.1 Indikation

- Frakturen
- Arthrodesen
- Umstellungsosteotomien
- Sehnenchirurgische Eingriffe
- Tumoren
- Entzündliche Prozesse (z. B. Synovialektomie) oder Osteomyelitis

### 7.10.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Unter-/Oberschenkelblutdruckmanschette zu überlegen. Bei Anlage einer Blutdruckmanschette am Unterschenkel muss unbedingt darauf geachtet werden, dass kein Kompressionsschaden des N. peroneus (fibularis) stattfindet: Zunächst muss das Caput fibulae gestastet werden und die Blutdruckmanschette in sicherem Abstand distal davon angebracht werden.

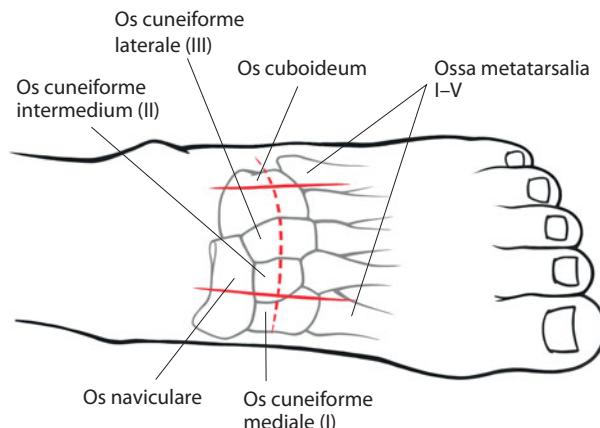
Das Bein der Gegenseite kann leicht abgesenkt werden, um eine Behinderung durch den kontralateralen Fuß zu vermeiden. Eine Unterlagerung der Kniekehle mit einer Rolle entlastet die Lendenwirbelsäule (LWS) und verringert das Risiko von intraoperativ auftretenden LWS-Beschwerden beim Patienten mit konsekutiver Unruhe (v. a. bei Durchführung in Regionalanästhesie). Das zu operierende Bein ist frei gelagert und wird mit sterilen Tüchern frei beweglich abgedeckt. Bei intraoperativer Durchleuchtungsnotwendigkeit sollte auf die Verwendung eines entsprechend geeigneten OP-Tisches geachtet werden.

### 7.10.3 Schnittführung

Die Gelenke des Mittelfußes, die sich von der Lisfranc-Gelenkreihe bis zur Chopart-Gelenkreihe erstrecken, sind aufgrund ihrer unmittelbar subkutanen Lage relativ leicht zugänglich und können – je nach geplanter Operation – von dorsal, lateral, medial oder plantar erreicht werden (Abb. 7.52).

Bei der Wahl des Zugangs müssen neben dem Verlauf von Gefäßen und Nerven auch der Sehnenverlauf und die Insertion von M. tibialis anterior, M. tibialis posterior und Mm. peroneus brevis et longus berücksichtigt werden.

Für einen Zugang zur medialen Säule (Talonavikular-, Naviculocuneiforme-mediale- und Tarsometatarsale-I-Gelenk) wird ein dorsomedialer, longitudinaler Zugang verwendet. Bei der



**Abb. 7.52** Vorderer Zugang zu den Gelenken des Mittelfußes. Abhängig von der geplanten Operation kann entweder eine dorsomedial und dorso-laterale Längsinzision oder eine Querinzision (gestrichelte Linie) durchgeführt werden

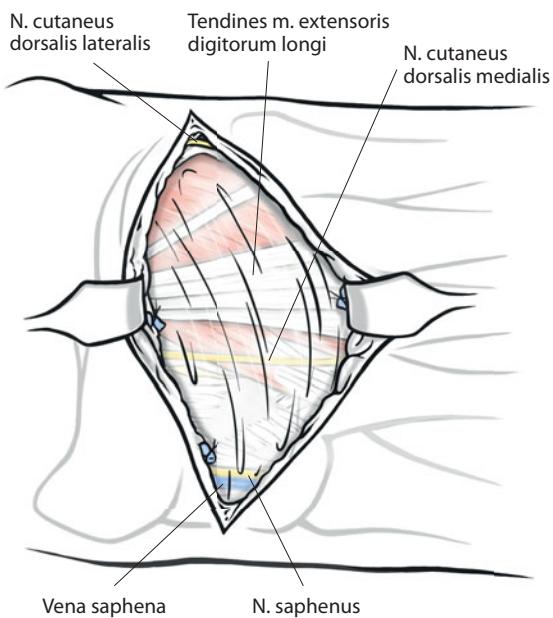
Präparation in die Tiefe, die parallel zum Hautschnitt erfolgt, muss auf die längs verlaufenden Hautnerven geachtet werden. Zur sicheren Lokalisation des gewünschten Gelenks kann der Gelenkspalt mit einer Kanüle sondiert werden, bei Unsicherheit in der Identifizierung des richtigen Gelenks empfiehlt sich die Durchleuchtung. Die Darstellung des Gelenkspalts des degenerativ veränderten Talonavikulargelenks ist bei Ankylosierung oft erschwert.

#### Cave

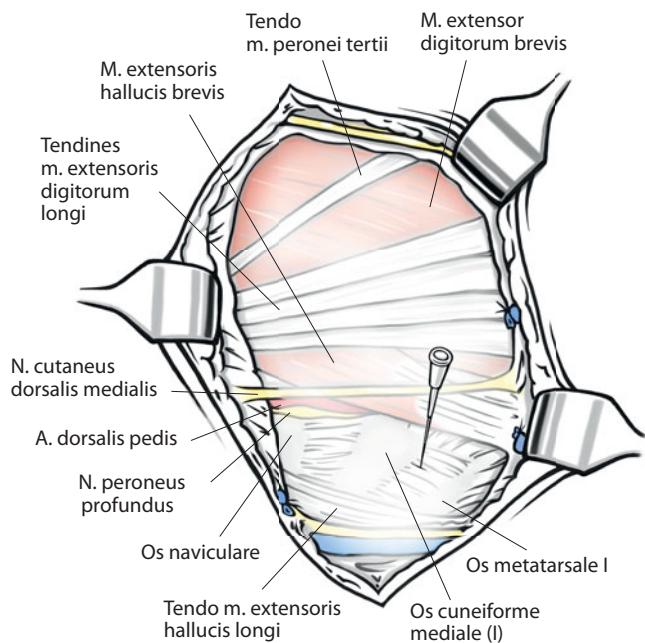
**Bei geplanter Arthrodese muss darauf geachtet werden, dass im Rahmen der Entknorpelung nicht die Präparation einer Via falsa in den Taluskopf stattfindet. Auf die Insertion von Tibialis-anterior- und Tibialis-posterior-Sehne muss ebenfalls geachtet werden.**

Der Zugang zur lateralen Säule (Kalkaneokuboidalgelenk, Tarso-metarsale-V-Gelenk) erfolgt dorsolateral. Die Präparation in die Tiefe erfolgt wieder direkt unter Schonung der längs verlaufenden Hautnerven. Die Insertion der Sehne des M. fibularis/peroneus brevis im Bereich der Metatarsale-V-Basis muss erhalten werden. Bei Darstellung des Kalkaneokuboidalgelenks muss ggf. der Muskelbauch der kurzen Extensorenmuskulatur abgeschnitten werden.

Bei einseitiger Versorgung von medialer und lateraler Säule sollten beide Zugänge Verwendung finden, um eine Weichteilentzündung und eine daraus folgende Wundheilungsstörung durch zu starke Retraktion der Wundränder zu vermeiden. Sollten zusätzliche Maßnahmen z. B. im Bereich der anderen Tarso-metatarsalgelenke (bei Frakturversorgung) notwendig sein, müssen zusätzliche Hautschnitte unter Einhaltung eines Mindestabstands durchgeführt werden.



**Abb. 7.53** Darstellung der anatomischen Verhältnisse bei Querinzision. Die den Zugang kreuzenden Hautnerven müssen geschont werden



**Abb. 7.54** Darstellung der Sehnenverläufe sowie des Gefäß-Nerven-Bündels am medialen Rand des M. extensor hallucis brevis. Sondierung der Gelenke mittels Kanüle

Eine alternative Zugangstechnik zu den Intertarsalgelenken ist die Querinzision über den Ossa cuneiformia. Bei der vorsichtigen Präparation in die Tiefe muss auf epifaszial verlaufende Hautnerven geachtet werden (Abb. 7.53).

Kreuzende Venen können koaguliert oder ligiert und durchtrennt werden. Die Nervenäste werden zur Seite gehalten und die Faszie in gleicher Schnittrichtung wie beim Hautschnitt eröffnet. Die Faszie wird nach proximal und distal retrahiert und die langen und kurzen Zehenextensoren dargestellt. Die genaue Positionsbestimmung der Gelenkspalte kann wiederum durch Sondierung mit einer Kanüle oder mittels Bildwandler erfolgen. Die A. dorsalis pedis und der N. peroneus profundus verlaufen am

medialen Rand des M. extensor hallucis brevis. Die Arterie und der Nerv können zusammen mit dem M. extensor hallucis brevis angeschlungen werden und ggf. nach medial gehalten werden. Die Sehnen des M. extensor digitorum longus können entweder mit einem stumpfen Haken nach medial oder lateral gehalten oder ebenfalls angeschlungen und dadurch retrahiert werden (Abb. 7.54).

Die zu versorgenden Gelenke können nun eröffnet und die Gelenkkapseln abpräpariert werden. Bei der Darstellung des Kalkaneokuboidalgelenks wird der M. extensor digitorum brevis mit einem Hohmann-Hebel unterfahren und nach lateral weggehalten.

## 7.11 Plantarer Zugang zu den Zehengrundgelenken

### 7.11.1 Indikation

- Resektionsarthroplastik (nach Hoffmann-Tillmann)
- Bursektomie

### 7.11.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Unter-/Oberschenkelblutdruckmanschette zu überlegen. Bei Anlage einer Blutdruckmanschette am Unterschenkel muss unbedingt darauf geachtet werden, dass kein Kompressionsschaden des N. peroneus (fibularis) stattfindet: Zunächst muss das Caput fibulae getastet werden und die Blutdruckmanschette in sicherem Abstand distal davon angebracht werden.

Eine Unterlagerung des Unterschenkels entlordosiert die Lendenwirbelsäule (LWS) und verringert das Risiko von intraoperativ auftretenden LWS-Beschwerden beim Patienten mit konsekutiver Unruhe (v. a. bei Durchführung in Regionalanästhesie). Das zu operierende Bein wird mit sterilen Tüchern abgedeckt. Der Operateur sitzt am Fußende, der Assistent steht seitlich und fixiert den Fuß in Dorsalextensionsstellung.

### 7.11.3 Schnittführung

Es empfiehlt sich das Anzeichnen der Schnittführung mit einem Stift. Nach Palpation der Metatarsaleköpfchen mit Zangengriff (Daumen von plantar, Zeigefinger von dorsal) erfolgt der Schnitt bogenförmig-konvex über den Metatarsaleköpfchen. Bei starker Subluxationsfehlstellung der Metatarsophalangealgelenke, ausgeprägter plantarer Fehlbeschwellung oder Vorliegen eines Malum perforans empfiehlt sich die wetzsteinförmige (ellipsenförmige) Exzision der Haut. Dies ist gleichzeitig als Weichteilkorrektur im Sinne einer Dermodese zu verstehen (Abb. 7.55).

Der Schnitt sollte dabei nach medial bis an den 1. Zehenstrahl erfolgen, um nachfolgend das Metatarsaleköpfchen II ohne zu starken Zug auf die Wundränder darstellen zu können. Es folgt die vorsichtige Mobilisierung des subkutanen Fettgewebes nach proximal sowie die Durchtrennung der vertikalen, in die Subkutis einstrahlenden Stränge der Plantaraponeurose (Abb. 7.56). Dies ermöglicht eine gute Übersicht auf den Situs, da der proximale Hautlappen nun mit einem stumpfen Zweizinkerkhaken nach proximal gehalten werden kann. Auch nach distal kann eine sparsame Mobilisierung erfolgen.

#### **Cave**

**Es muss darauf geachtet werden, dass das subkutane Fettgewebe nicht von der Dermis abpräpariert wird, um spätere Wundkomplikationen infolge einer Denudierung zu vermeiden.**

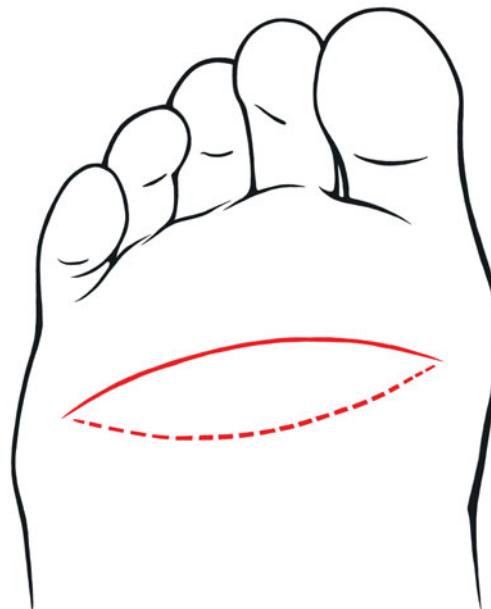


Abb. 7.55 Plantarer Zugang zu den Metatarsophalangealgelenken. Für die Durchführung einer Dermodese kann ein wetzsteinförmiger Schnitt (zusätzlich gestrichelte Linie) zur Exzision eines Hautstreifens verwendet werden

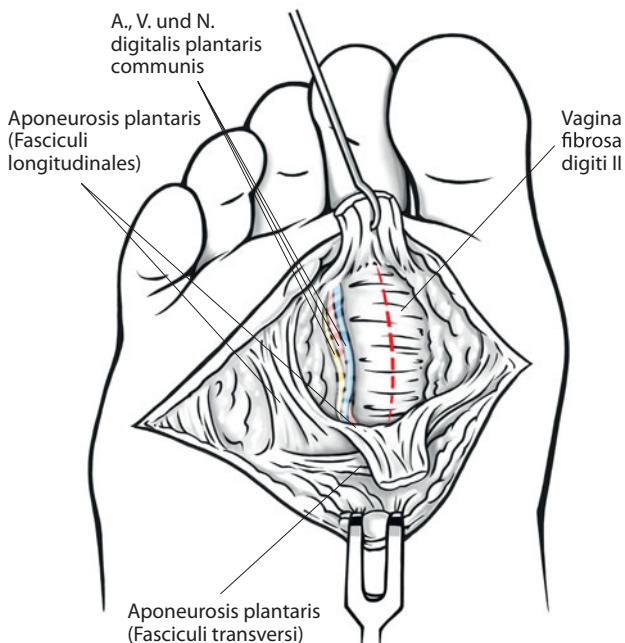


Abb. 7.56 Darstellung und Längsinzision der Beugesehnscheide nach Durchtrennung von Zügen der Plantaraponeurose. Cave: Beim Rheumatiker sind die Beugesehnen oft nach medial luxiert

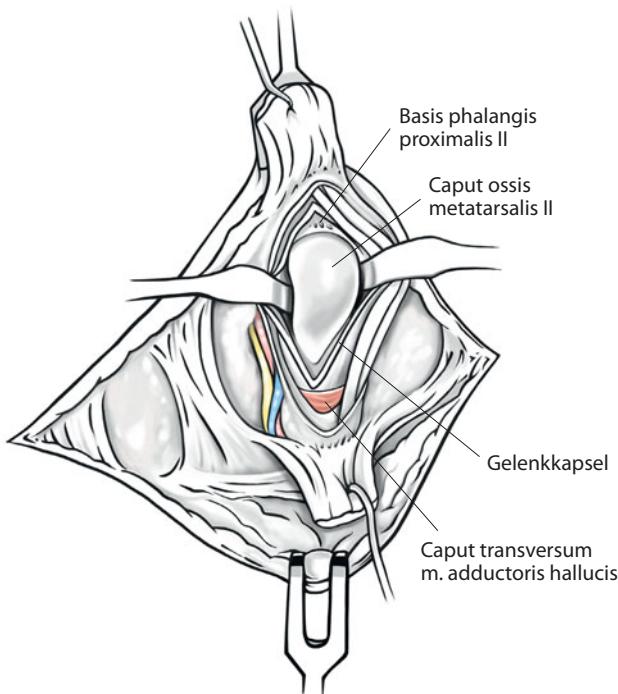


Abb. 7.57 Darstellung des Mittelfußköpfchens und Umfahren mit 2 Hohmann-Hebeln

Nach Exstirpation der entzündlich veränderten Bursen wird die Plantaraponeurose – soweit noch vorhanden – gespalten und die Sehnenscheiden dargestellt. Das jeweilige oberflächliche Blatt der Sehnenscheiden wird zentral über den palpierbaren Metatarsaleköpfchen in Längsrichtung gespalten. Die darunterliegende Sehne des kurzen und langen Zehenbeugers wird nach medial weggehalten (beim fortgeschrittenen rheumatologischen Befund sind die Flexoresehnen meist so weit nach medial luxiert, dass unmittelbar die Gelenkkapsel dargestellt wird). In gleicher Längsschnittrichtung erfolgt nun die Durchtrennung des tiefen Blatts der Beugesehnenscheide, des Lig. metatarsum plantare und der Gelenkkapsel. Wird nicht zentral über der Mittellinie der Sehnenscheide eingegangen, besteht die Gefahr, dass das Gefäß-Nerven-Bündel (Aa. digitales plantares communes und Nn. digitales plantares communes) durchtrennt wird. Das Metatarsaleköpfchen wird identifiziert, der Knochen nach proximal dargestellt und mit 2 Hohmann-Hebeln von medial und lateral umfahren (Abb. 7.57).

#### 7.11.4 Wundverschluss

Auf eine Subkutannaht wird in der Regel verzichtet. Es erfolgt eine Einzelknopfnaht mit stärkerem Fadenmaterial.

## 7.12 Mediale Darstellung des Großzehengrundgelenks

### 7.12.1 Indikation

- Knöcherne, distale Korrekturen bei Hallux valgus (z. B. Chevron, Scarf, Kramer, Schede)
- Weichteilkorrektur bei Hallux valgus (Kapselraffung, transartikuläres Release)
- Mediale Sesamoidektomie
- Resektionsinterpositionsarthroplastik (RIAP, OP nach Keller-Brandes)
- Cheilektomie (empfohlen eher dorsomedialer Zugang für ggf. notwendige Arthrodese des MTP I bei Fortschreiten der Arthrose)

### 7.12.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Unter-/Oberschenkelblutdruckmanschette zu überlegen. Bei Anlage einer Blutdruckmanschette am Unterschenkel muss unbedingt darauf geachtet werden, dass kein Kompressionsschaden des N. peroneus (fibularis) stattfindet: Zunächst muss das Caput fibulae getastet werden und die Blutdruckmanschette im sicheren Abstand distal davon angebracht werden.

Das Bein der Gegenseite kann leicht abgesenkt werden, um eine Behinderung durch den kontralateralen Fuß zu vermeiden. Eine Unterlagerung der Kniekehle mit einer Rolle entlordosiert die Lendenwirbelsäule (LWS) und verringert das Risiko von intraoperativ auftretenden LWS-Beschwerden beim Patienten mit konsekutiver Unruhe (v. a. bei Durchführung in Regionalanästhesie). Das zu operierende Bein ist frei gelagert und wird mit sterilen Tüchern frei beweglich abgedeckt. Bei intraoperativer Durchleuchtungsnotwendigkeit sollte auf die Verwendung eines entsprechend geeigneten OP-Tisches geachtet werden.

### 7.12.3 Schnittführung

Zunächst wird das Metatarsaleköpfchen palpatorisch aufgesucht und der mediale Gelenkspalt des Metatarsophalangealgelenk I durch Bewegen der Grundgliedbasis identifiziert. Der Hautschnitt erfolgt longitudinal über eine Länge von 3 bis 5 cm medialseitig des Großzehengrundgelenks und sollte von der Basis des Grundglieds bis zum Beginn des Metarsaleköpfchens (Pseudoxostose, Bunion) reichen (Abb. 7.58). Die Schnittführung kann dabei leicht bogenförmig gehalten werden. Abhängig von der durchzuführenden Operation kann der Hautschnitt entsprechend länger gewählt werden. Eine Erweiterung nach proximal sollte dem Verlauf des Os metatarsale I folgen. Eine Erweiterung nach distal zur ggf. notwendigen Durchführung einer Akin-Operation ist ebenfalls möglich und sollte auf Höhe der knöchernen Grundphalanx erfolgen.



**Abb. 7.58** Medialer Zugang zum Großzehengrundgelenk, ggf. separater intermetatarsaler Zugang zwischen Metatarsale I und II zur Darstellung des M. adductor hallucis und der lateralen Gelenkkapsel des MTP-I-Gelenks (auch transartikuläres Zugehen von medial möglich)

Für einige Operationstechniken (Arthrodese des MTP-I-Gelenks) empfiehlt sich der dorsomediale Zugang, vor allem dann, wenn eine dorsale plattenosteosynthetische Versorgung geplant ist. Bestehen bereits degenerative Veränderungen, sollte dies bei geplanter gelenkerhaltender Operation für eventuell noch nachfolgende Operationen bei der Wahl des Zugangs mit berücksichtigt werden.

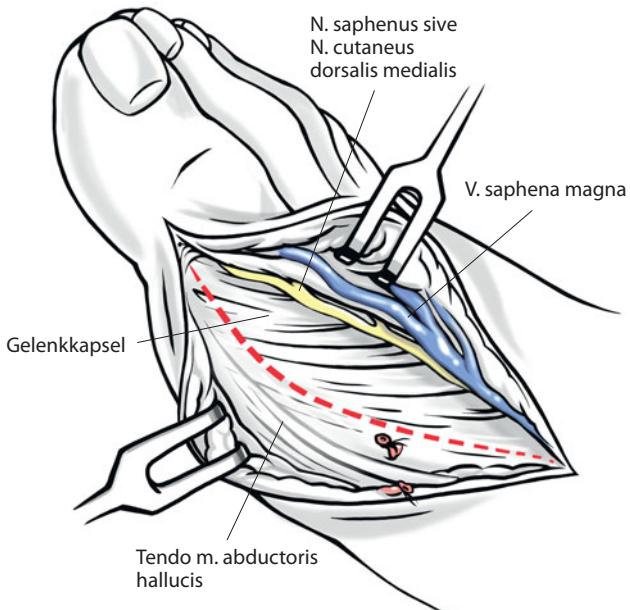


Abb. 7.59 Präparation in die Tiefe unter Verwendung von stumpfen Haken. Bei der Präparation sollte auf den Erhalt des dorsalen Hautnervs geachtet werden

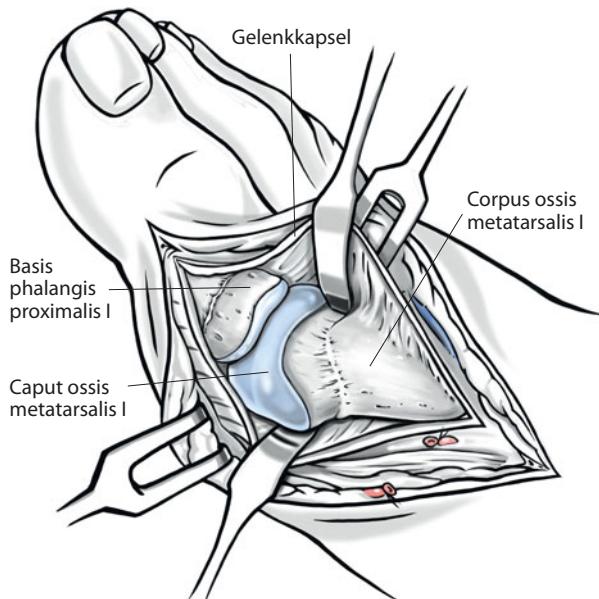


Abb. 7.60 Darstellung des MTP-I-Gelenks nach Kapseleröffnung

#### 7.12.4 Präparation

Nach dem Hautschnitt wird routinemäßig das Skalpell gewechselt. Das Subkutangewebe besteht aus einer meist nur sehr dünnen Schicht und wird in gleicher Schnittführung wie beim Hautschnitt durchtrennt. Kreuzende Hautnerven sollten identifiziert und geschont werden. Kreuzende oder eröffnete Blutgefäße werden vorzugsweise mit der bipolaren Pinzette kauterisiert. Falls vorhanden, wird die Bursa präpariert und exzidiert und anschließend die Gelenkkapsel dargestellt.

##### **Cave**

Eine exzessive Weichteilmobilisierung und die Verwendung von scharfen Haken sollten zur Vermeidung von Wundheilungsstörungen unterbleiben (Abb. 7.59).

Außer bei der Resektionsinterpositionsarthroplastik (Präparation eines gestielten Kapellappens) wird die Gelenkkapsel in gleicher Schnittführung wie beim Hautschnitt eröffnet. Die Kapsel wird unmittelbar proximal des Metatarsale-I-Köpfchens vorsichtig nach dorsal abpräpariert, bis die Pseudoexostose frei dargestellt werden kann. In gleicher Weise erfolgt die Präparation nach plantar. Der dorsale Kapselansatz sollte geschont werden, da hier – ähnlich wie beim plantaren Kapselansatz – für die Blutversorgung des Metatarsale-I-Köpfchens verantwortliche Kapselgefäße einstrahlen. In gleicher Technik wird die Kapsel medialseitig von der Basis der Großzehengrundphalanx abgelöst. Dabei muss berücksichtigt werden, dass der M. flexor hallucis brevis über die beiden Sesambeine an der plantaren Basis des Großzehengrundglieds inseriert und dass bei übermotivierter Präparation auch die Sehne des M. flexor hallucis longus plantarseitig gefährdet ist.

Mit 2 Hohmann-Hebeln kann das Metatarsale I subkapital umfahren und das Gelenk dargestellt werden (Abb. 7.60). Werden die Hohmann-Hebel intraartikulär gesetzt, muss der Assistent entsprechend angewiesen werden, dafür zu sorgen, dass die Kapsel nicht durch eine zu forcierte Hebelwirkung einreißt.

## 7.13 · Dorsale Zugänge zu Mittelfußknochen, Zehengrundgelenk und proximalen und distalen Interphalangealgelenken

### 7.13 Dorsale Zugänge zu Mittelfußknochen, Zehengrundgelenk und proximalen und distalen Interphalangealgelenken

#### 7.13.1 Indikation

- Mittelfußfrakturen
- Korrektur- und Umstellungsosteotomien (z. B. OP nach Weil)
- Resektionsarthroplastiken (z. B. OP nach Hohmann)
- Arthrodesen (z. B. PIP- oder DIP-Gelenk)
- Tumoren (z. B. Morton-Neurom)
- Entzündliche Prozesse (z. B. MTP-Synovialektomie)

#### 7.13.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Je nach Operation und Gefäßstatus des Patienten ist die Anlage einer Unter-/Oberschenkelblutdruckmanschette zu überlegen. Bei Anlage einer Blutdruckmanschette am Unterschenkel muss unbedingt darauf geachtet werden, dass kein Kompressionsschaden des N. peroneus (fibularis) stattfindet: Zunächst muss das Caput fibulae getastet werden und die Blutdruckmanschette im sicheren Abstand distal davon angebracht werden.

Das Bein der Gegenseite kann leicht abgesenkt werden, um eine Behinderung durch den kontralateralen Fuß zu vermeiden. Eine Unterlagerung der Kniekehle mit einer Rolle entlordosiert die Lendenwirbelsäule (LWS) und verringert das Risiko von intraoperativ auftretenden LWS-Beschwerden beim Patienten mit konsekutiver Unruhe (v. a. bei Durchführung in Regionalanästhesie). Das zu operierende Bein ist frei gelagert und wird mit sterilen Tüchern frei beweglich abgedeckt.

#### 7.13.3 Schnittführung

##### ■ Metatarsalia

Zur Darstellung der Metatarsalia sind generell Längsinzisionen empfohlen. Sind mehrere Zugänge notwendig, so muss auf einen ausreichenden Abstand zwischen den Schnitten geachtet werden, um eine suffiziente Durchblutung der dazwischenliegenden Hautbrücke zu gewährleisten. Bei den Randstrahlen I und V erfolgt die Inzision (dorso-)medial bzw. (dorso-)lateral. Muss bei den Metatarsalia II–IV nur ein Mittelfußknochen operiert werden, kann mittelständig über dem jeweiligen Metatarsale der Hautschnitt erfolgen.

➤ **Müssen 2 benachbarte Metatarsalia versorgt werden, wird die Schnittführung intermetatarsal gewählt. Der Zugang sollte in diesen Fall jedoch länger sein, um Wundrandnekrosen durch zu starke Retraktion der Wundränder bei der Darstellung des Situs zu vermeiden.**

Zunächst erfolgt die Orientierung anhand Palpation der Metatarsalia. Im Rahmen von Frakturversorgungen kann dies durch Weichteilschwellungen erschwert sein. Die Länge des Hautschnitts richtet sich nach dem geplanten Operationsverfahren.

Nach dem Hautschnitt kann entweder scharf mit dem Skalpell auf den Knochen unter Schonung der längs verlaufenden Gefäß-, Strecksehnen- und Nervenstrukturen präpariert werden oder mit der Präparierschere unter Spreizen der Branchen in die Tiefe eingegangen werden.

##### ■ Metatarsophalangealgelenke

Zunächst erfolgt die Palpation der Metatarsaleköpfe durch Auflegen des Daumens von plantar und des Zeigefingers von dorsal. Die Lage der Kommissur ist variabel (partielle Syndaktylie) und sollte als alleinige Orientierung vermieden werden.

Für die Wahl des Hautschnitts bietet sich die Längsinzision an. Die Länge der Inzision beträgt in der Regel 2–3 cm. Der Schnitt sollte parallel und lateral zum Verlauf der Sehne des M. extensor digitorum longus verlaufen. Zur Vermeidung von Narbenkontraktuuren können – ähnlich wie in der Handchirurgie – z-förmige Zugänge gewählt werden. Bei isolierter Versorgung nur eines Gelenks, ggf. in Kombination mit einer einzeitigen Operation am Zehengrundgelenk, kann der Hautschnitt mittig über dem Metatarsaleköpfchen erfolgen. Bei Versorgungsnotwendigkeit mehrerer Metatarsophalangealgelenke wird der Hautschnitt intermetatarsal gewählt, um die beiden benachbarten Gelenke über einen einzigen Zugang zu versorgen. Bei der Präparation in die Tiefe muss auf die dorsalen Nn. digitales geachtet werden, deren Äste das Operationsgebiet kreuzen können. Auch die lange Strecksehne muss geschont werden. Bei ausgeprägter Zehenfehlstellung ist oft eine z-förmige Sehnenverlängerung notwendig.

##### ! Cave

**Da das plantare Gefäß-Nerven-Bündel auf Höhe der Metatarsophalangealgelenke zwischen den Metatarsaleköpfen und unterhalb des Lig. metatarsale transversum liegt, muss bei ausgiebiger Freipräparation des Caput metatarsale auf seinen Erhalt geachtet werden.**

Prinzipiell ist eine Querinzision der Haut über den Metatarsaleköpfchen als alternativer Zugangsweg möglich. Dieser ist in den Augen des Autors jedoch mit einer erhöhten Zugangsmorbidität behaftet und wird der Vollständigkeit halber angeführt.

Bei der Darstellung eines Morton-Neuroms empfiehlt sich die Verwendung eines Intermetatarsalespreizers, um in der Tiefe eine gute Übersicht zu erhalten und nach Darstellung und Durchtrennung des Lig. intermetatarsum transversum das Neurom zu explorieren. Ist ein Neurom vorhanden, springt dieses nach Durchtrennung des Ligaments oft regelrecht in den Situs. Sollte dies nicht der Fall sein, kann das Neurom durch plantarseitigen digitalen Druck intermetatarsal prominenter exponiert werden.

##### ■ Proximales Interphalangealgelenk (PIP-Gelenk)

Das proximale Interphalangealgelenk wird über eine längsförmige, mittige, dorsale Hautinzision und anschließende Längsinzision der dorsalen Streckerhaube inkl. Gelenkkapsel eröffnet. Um eine Vorspannung der Haut zu erreichen, ist die Inzision vorzugsweise in Flexionsstellung des PIP-Gelenks durchzuführen. Nach vorsichtigem, subperiostalem Umfahren des Grundgliedköpfchens mit 2 Hohmann-Hebeln (cave: Ge-

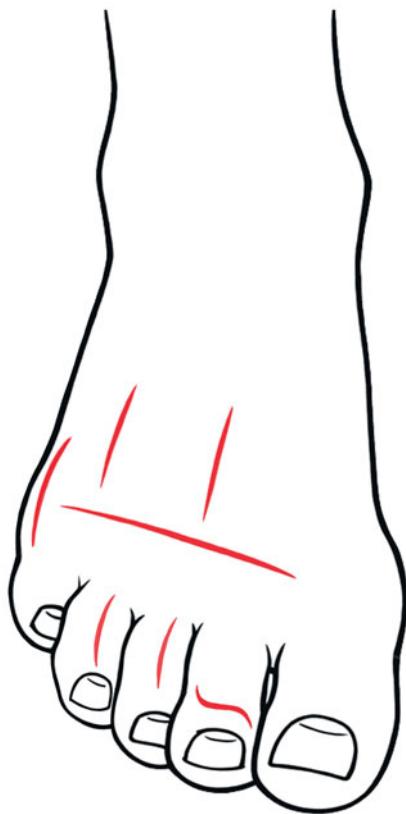


Abb. 7.61 Mögliche Schnittführung im Bereich des Mittel- und Vorfußes

fahr der Infraktur beim osteoporotischen Knochen) wird das Gelenk exponiert, die Beugesehnen sind durch die Hohmann-Hebel bei den weiteren Operationsmanövern geschützt. Für die Operation nach Hohmann wird das Gelenk durch scharfes, streng knochennahes Absetzen der Seitenbänder vom Grundgliedköpfchen exponiert und anschließend subluxiert.

Muss im Rahmen der Operation ein Klavus oder ein dorsales Ulkus über dem PIP-Gelenk entfernt werden, wird eine Querinzision über dem PIP-Gelenk gewählt und der Klavus ovalär exzidiert. Auf die dorsalen Gefäß-Nerven-Bündel medial- und lateralseitig muss dabei besonders geachtet werden. Der Nachteil dieses Zugangs ist die schlechtere Übersicht und schwierigere Präparation, der Vorteil ist der spannungsfreiere Wundverschluss bei notwendiger Hautexzision.

#### ■ Distales Interphalangealgelenk (DIP-Gelenk)

Das DIP-Gelenk wird zur Schonung der Nagelwurzel über einen queren oder treppenförmigen Zugang dargestellt. Die dorsale Strecksehne wird anschließend auf Gelenkhöhe quer durchtrennt. Sollte die Gelenkkapsel separat darzustellen sein, wird auch diese in der gleichen Richtung quer inzidiert und das Gelenk somit eröffnet (Abb. 7.61).

Zum Ende der Operation erfolgt die Rekonstruktion des Streckapparats und der Gelenkkapsel durch End-zu-End-Einzelknopfnähte. Eine temporäre Kirschner-Draht-Versorgung zur Ruhigstellung des DIP-Gelenks kann die Naht sichern.

# Schultergürtel und obere Extremität

Kapitel 8      Schultergürtel und Schultergelenk – 171  
*M. Tingart*

Kapitel 9      Oberarm – 193  
*B. Rath*

Kapitel 10     Ellenbogengelenk – 215  
*V. Quack*

Kapitel 11     Unterarm – 247  
*D. Arbab*

Kapitel 12     Hand und Handgelenk – 273  
*P. Fuchs*

# Schultergürtel und Schultergelenk

M. Tingart

## 8.1 Schultergürtel – 172

- 8.1.1 Klavikula und Akromioklavikulargelenk – 172
- 8.1.2 Sternoklavikulargelenk – 174
- 8.1.3 Skapula – 174

## 8.2 Schultergelenk – 177

- 8.2.1 Vorderer Zugang – 177
- 8.2.2 Axillärer Zugang – 179
- 8.2.3 Oberer Zugang – 182
- 8.2.4 Transakromialer Zugang – 185
- 8.2.5 Hinterer Zugang – 187
- 8.2.6 Erweiterter vorderer Zugang mit Darstellung des proximalen Oberarms – 190

## 8.1 Schultergürtel

### 8.1.1 Klavikula und Akromioklavikulargelenk

#### Indikationen

- Klavikulafrakturen
- Pseudarthrosen der Klavikula
- Arthrose des Akromioklavikulargelenks
- Ligamentäre Verletzung und Instabilitäten des Akromioklavikulargelenks
- Entzündungen
- Tumoren

#### Lagerung

Der Patient befindet sich in halbsitzender Position (Beach-chair-Position). Unter die Schulter wird ein Kissen gelegt. Der Arm wird frei beweglich gelagert und kann intermittierend auf einer seitlich am Tisch montierten Armstütze abgelegt werden (Abb. 8.1)

#### Schnittführung

Die Inzision zur Darstellung des Klavikulakörpers verläuft supra- oder infraklavikulär. Die Darstellung des Akromioklavikulargelenks erfolgt über einen bogenförmigen kraniokaudalen

Schnitt entlang der Langer'schen Linien, um ein möglichst gutes kosmetisches Ergebnis zu erzielen (Abb. 8.2).

#### Präparation

Nach der Durchtrennung des Subkutangewebes wird die Haut unterminiert und die Faszie dargestellt (Abb. 8.3).

Die Faszie wird durchtrennt und die klavikulären und akromialen Anteile des Musculus deltoideus, soweit erforderlich, scharf abpräpariert (Abb. 8.4). Dadurch wird der Klavikulakörper zur Versorgung von Frakturen oder Pseudarthrosen dargestellt.

Beim Zugang zum Akromioklavikulargelenk kann nachfolgend die Gelenkkapsel längs gespalten werden, um Entzündungen oder Arthrosen des Gelenks zu versorgen. Fakultativ können die akromioklavikulären Bandstrukturen und der Processus coracoideus dargestellt werden (Abb. 8.4).

#### Wundverschluss

Beim Wundverschluss müssen die abgelösten Muskelanteile wieder sorgfältig readaptiert werden.

#### Gefahren

Insbesondere beim Zugang zum mittleren Klavikuladrittel ist auf eine Schonung der darunterliegenden Vena subclavia zu achten.

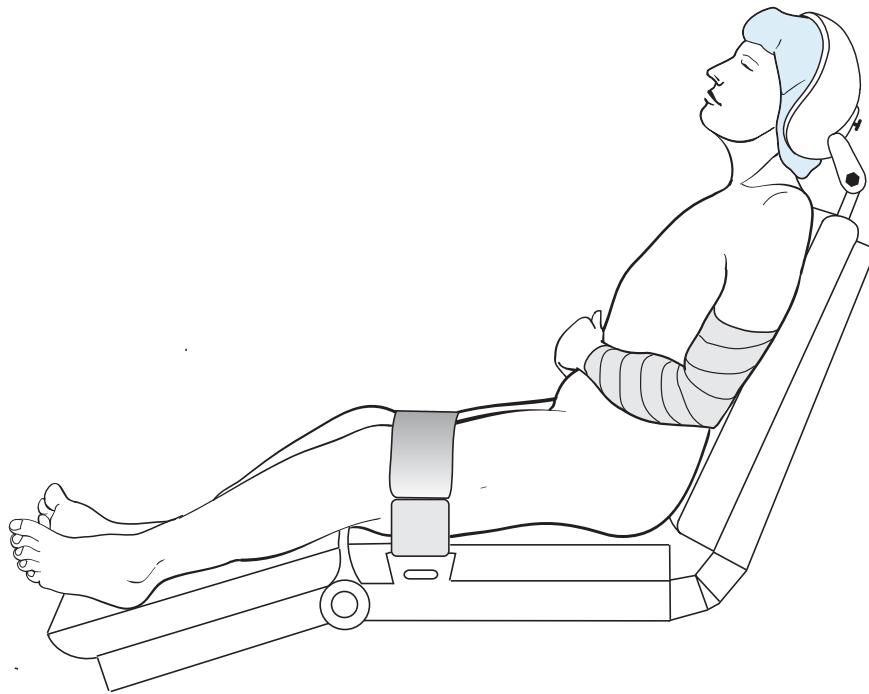


Abb. 8.1 Halbsitzende Lagerung des Patienten in der Beach-chair-Position

## 8.1 · Schultergürtel

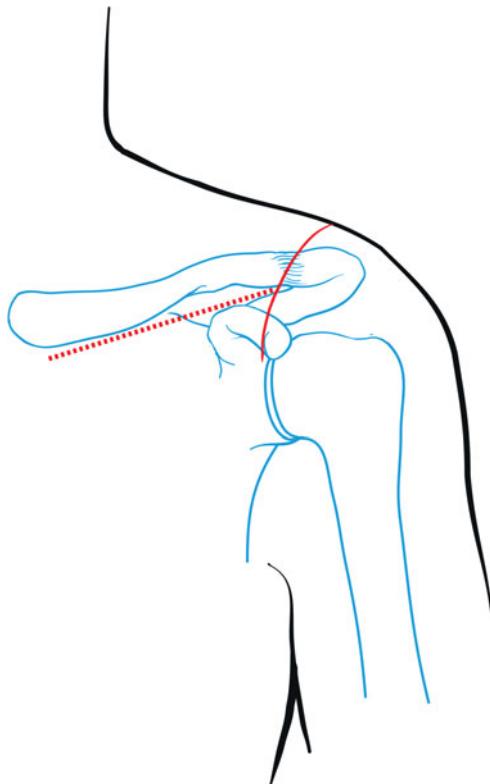


Abb. 8.2 Schnittführung zur Darstellung der Klavikula und des Akromioklavikulargelenks

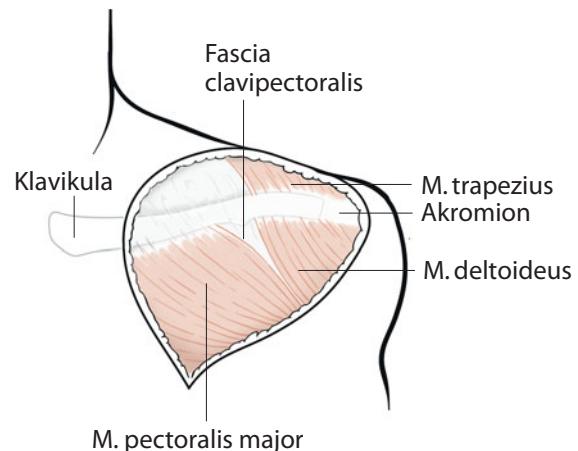


Abb. 8.3 Darstellen der Faszie mit darunterliegender Klavikula und Akromioklavikulargelenk

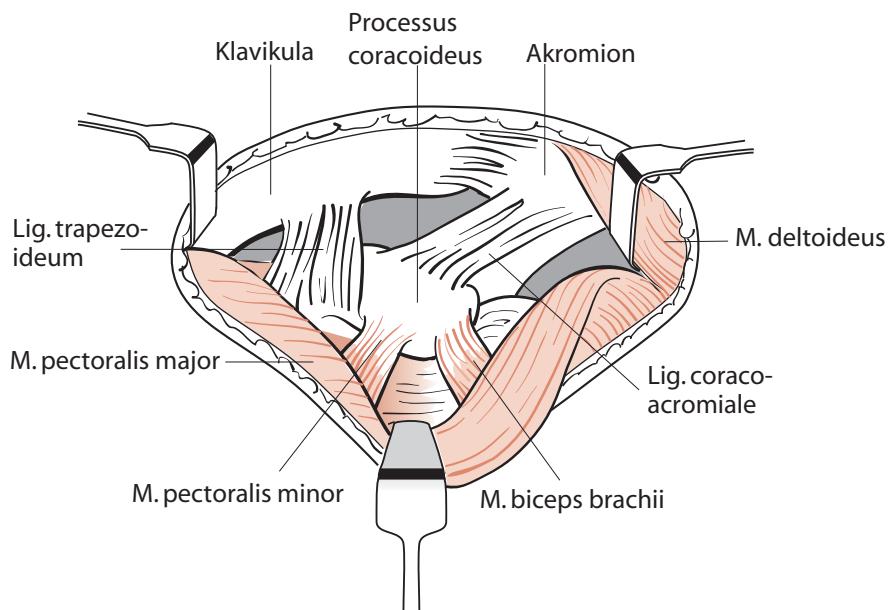


Abb. 8.4 Darstellen des Klavikulakörpers und des Akromioklavikulargelenks

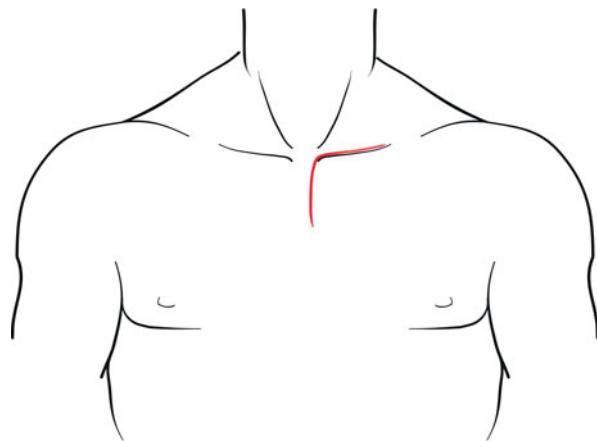


Abb. 8.5 Bogenförmiger Zugang zum Sternoklavikulargelenk

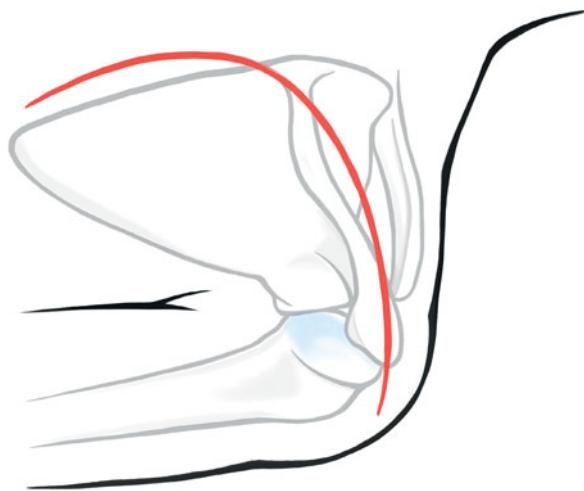


Abb. 8.6 Zugang zur Skapula, Hautinzision einen Querfinger breit medial des medialen Skapularands, bogenförmig bis zum Akromion

## 8.1.2 Sternoklavikulargelenk

### Indikationen

- Entzündungen
- Tumoren
- Instabilitäten

### Lagerung

Der Patient befindet sich in halbsitzender Position (Beach-chair-Position) (Abb. 8.1).

### Schnittführung

Die Inzision verläuft bogenförmig über dem medialen Anteil der Klavikula und führt bis zum Sternum (Abb. 8.5).

### Präparation

Die Gelenkkapsel wird türflügelartig oder über eine quer verlaufende Inzision eröffnet (Abb. 8.5).

## 8.1.3 Skapula

### Indikationen

- Frakturen
- Tumoren
- Entzündungen und Infekte

### Lagerung

Der Patient befindet sich in Bauchlage mit einem Kissen unter dem Brustkorb.

### Schnittführung

Der Hautschnitt beginnt einen Querfinger breit medial auf Höhe des Angulus inferior der Skapula. Er wird bogenförmig über die Spina scapulae bis zum Akromion verlängert (Abb. 8.6).

### Präparation

Nach der Durchtrennung des Subkutangewebes wird die Haut unterminiert. Es werden die Muskelansätze am medialen Rand der Skapula und an der Spina scapulae dargestellt. Das Ausmaß der weiteren Präparation ist abhängig von der zugrunde liegenden Pathologie bzw. der angestrebten Versorgung.

Ist eine Darstellung der Fossa infraspinata erforderlich, so wird zunächst der M. deltoideus an der Spina abgelöst. Nachfolgend werden der M. infraspinatus und die Mm. teres major et minor ausgehend vom medialen Rand der Skapula subperiostal gelöst und abgeschoben. Zu achten ist auf den Nervus suprascapularis. Er tritt an der Basis der Spina scapulae durch (Abb. 8.7).

Zur Darstellung der Fossa supraspinata wird zunächst der M. trapezius an der Spina scapulae von lateral nach medial scharf abpräpariert. Er wird mobilisiert und weggehalten. Zu achten ist auf den N. accessorius. Nachfolgend wird der M. supraspinatus subperiostal von medial nach lateral abgelöst. Lateral sind im Bereich der Incisura scapulae der N. suprascapularis und die gleichnamige Arterie zu schonen (Abb. 8.7).

Muss die gesamte Skapula von hinten dargestellt werden, werden zusätzlich die Mm. levator scapulae und rhomboideus minor knochennah am Angulus superior abgelöst. Nachfolgend werden am medialen Skapularand der M. rhomboideus major und der M. serratus anterior ebenfalls knochennah abpräpariert (Abb. 8.8).

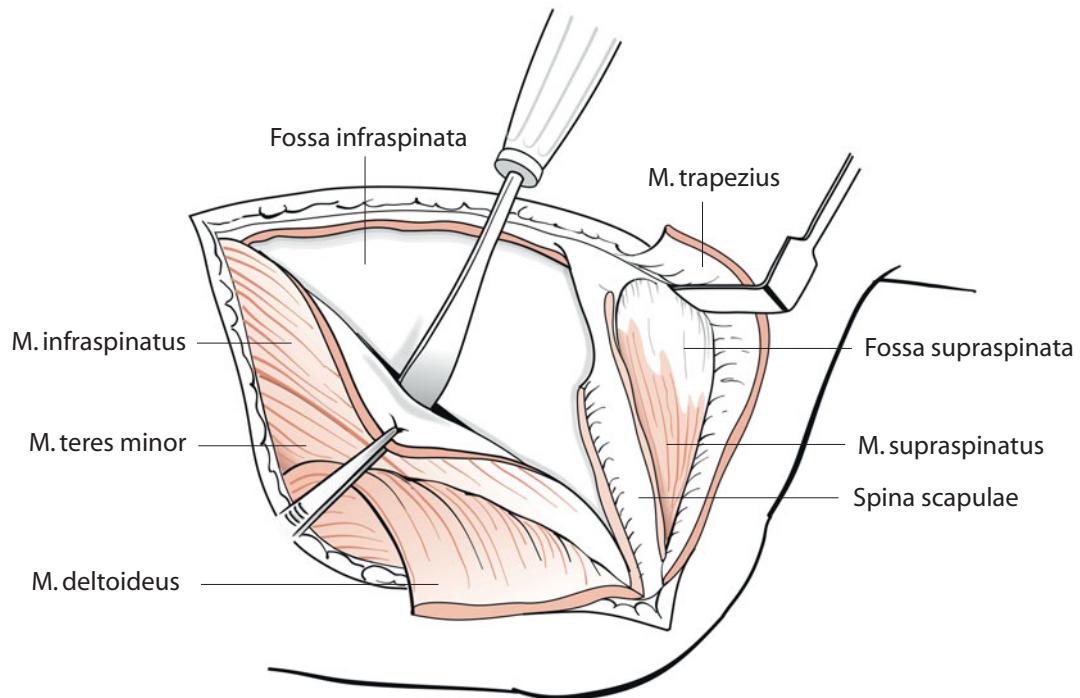


Abb. 8.7 Darstellung der Fossa infraspinata. Nach partieller Ablösung des M. trapezius und Ablösung des M. deltoideus wird der M. infraspinatus dargestellt

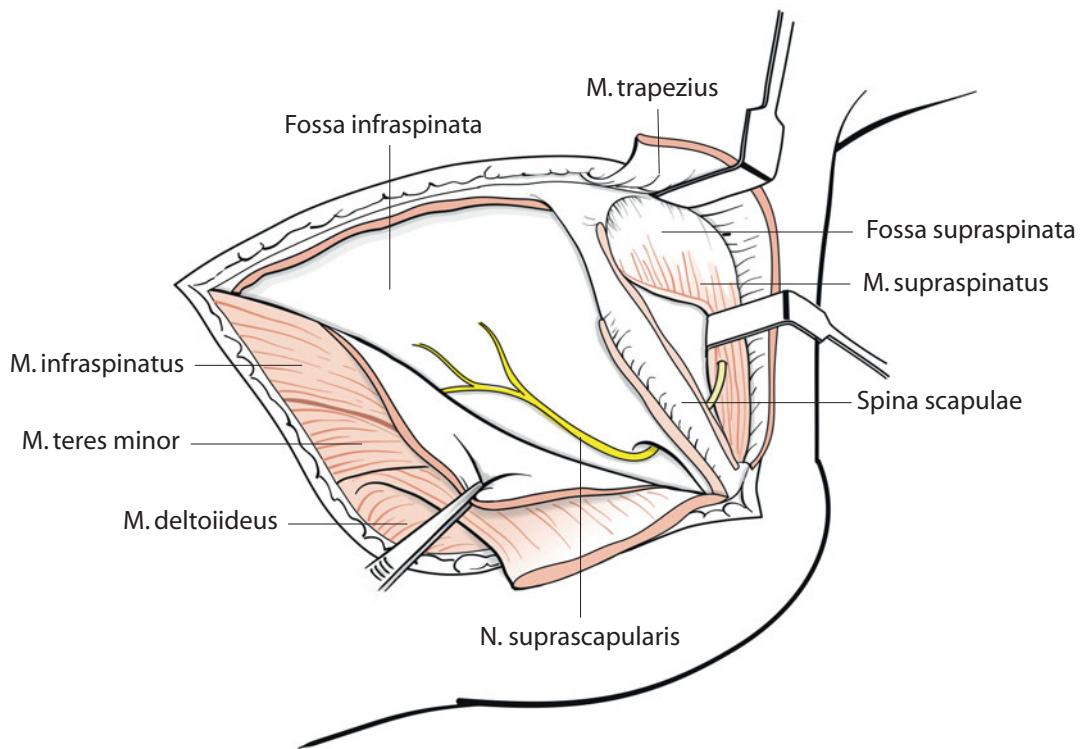


Abb. 8.8 Darstellung der Hinterfläche der Skapula und des N. suprascapularis

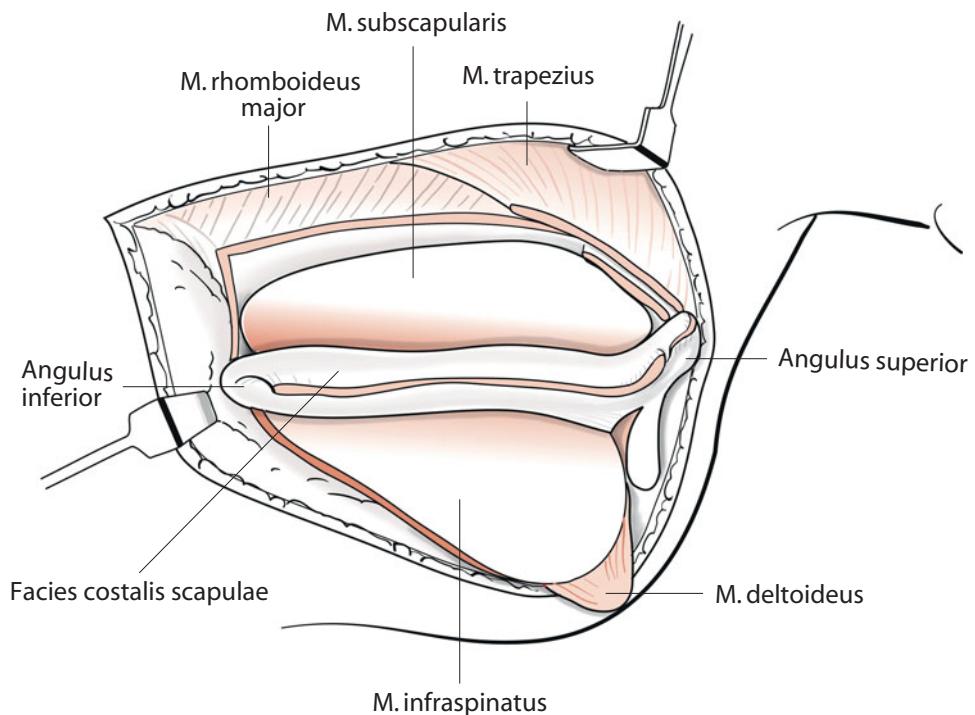


Abb. 8.9 Darstellung der Vorderfläche der Skapula und des M. subscapularis

Zur Darstellung der Skapulavorderseite wird diese an der Margo medialis mit einem Haken nach lateral gezogen. So kann der M. subscapularis weiter abgelöst und dargestellt werden (Abb. 8.9).

### Wundverschluss

Zum Wundverschluss müssen die abgelösten Muskelanteile wieder sorgfältig readaptiert werden.

### Gefahren

Bei unvorsichtiger Präparation im Bereich der Incisura scapulae ist eine Verletzung des N. suprascapularis möglich. Eine Traumatisierung des M. trapezius am Angulus superior kann zu einer Verletzung des N. accessorius führen.

## 8.2 Schultergelenk

### 8.2.1 Vorderer Zugang

#### Indikationen

- Arthrotomie
- Offene Synovektomie
- Rekonstruktion der Rotatorenmanschette
- Schulterinstabilität
- Frakturen des Tuberculum majus
- Revision der langen Bizepssehne

#### Lagerung

Der Patient befindet sich in halbsitzender Position (Beach-chair-Position) (Abb. 8.1).

#### Schnittführung

Der Hautschnitt beginnt lateral auf Höhe des Processus coracoideus und führt leicht bogenförmig in Richtung der Achselfalte (Abb. 8.10).

#### Präparation

Nach Durchtrennung der Subkutis erfolgt die stumpfe Längsspaltung des Deltamuskels im Faserverlauf lateral der V. cephalica (Abb. 8.11).

Es werden 2 stumpfe Haken eingesetzt und die Fascia clavipectoralis in Längsrichtung parallel zum Faserverlauf des kurzen Bizepskopfs gespalten. Durch Außenrotation des Arms kommt der Muskel-Sehnen-Übergang des M. subscapularis zur Darstellung (Abb. 8.12).

Die Sehne wird mit einer Klemme von kaudal unterfahren. Die Arteria circumflexa humeri anterior am kaudalen Rand der Sehne muss geschont werden. Nachfolgend wird die Sehne des M. subscapularis ca. 1 cm von ihrer Insertionsstelle durchtrennt (Abb. 8.13). Sie wird mit 2 Haltefäden angeschlungen und von lateral nach medial von der darunterliegenden ventralen Gelenkkapsel abpräpariert.

Das Labrum glenoidale kann durch Einsetzen eines Hohmann-Hakens im Skapulahals besser dargestellt werden. Durch zusätzliches Einbringen eines Humeruskopfretraktors wird die Sicht auf die Gelenkpfanne optimiert (Abb. 8.14).

#### Wundverschluss

Der Wundverschluss erfolgt mittels Kapselverschluss in Neutralstellung des Arms, ebenso die Refixierung des M. subscapularis. Der weitere Wundverschluss wird in üblicher Technik durchgeführt.

#### Gefahren

Bei unvorsichtiger Präparation ist eine Verletzung des N. axillaris im Bereich der lateralen Achsellücke und der kaudalen Gelenkkapsel möglich.

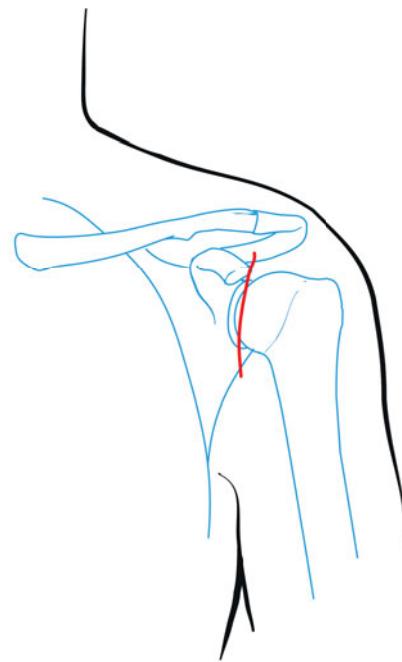


Abb. 8.10 Hautinzision beim vorderen Zugang zum Schultergelenk, bogenförmig vom lateralen Aspekt des Processus coracoideus in Richtung der Achselfalte

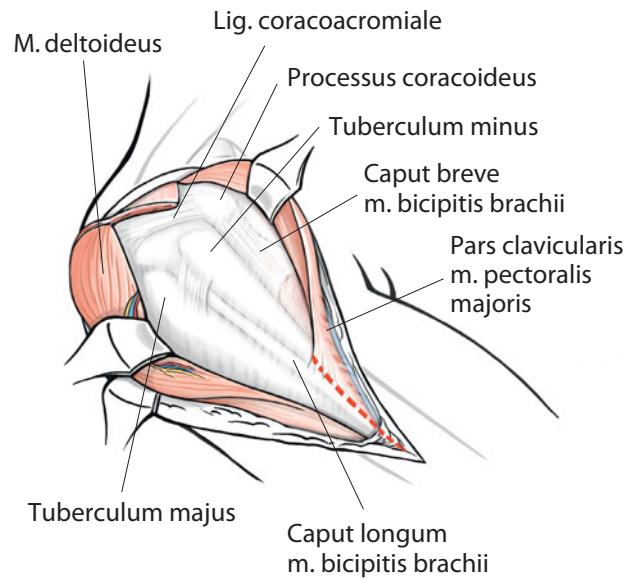


Abb. 8.11 Längsspaltung des Deltamuskels lateral der V. cephalica

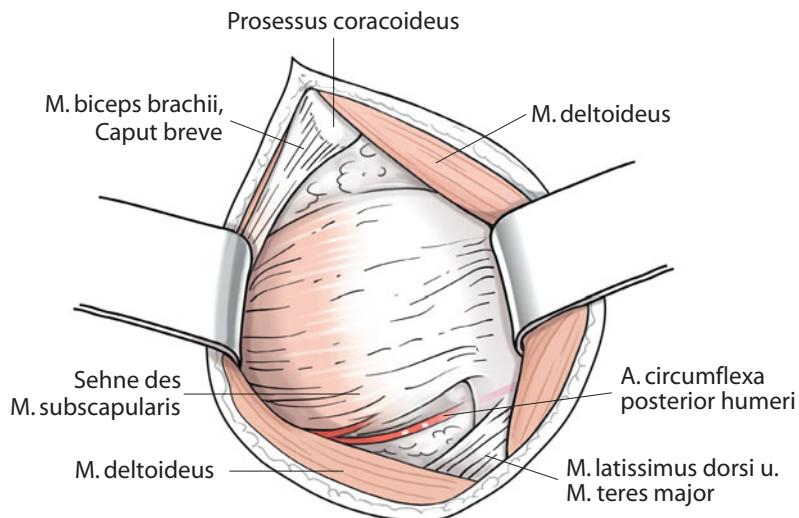


Abb. 8.12 Darstellen der Sehne des M. subscapularis

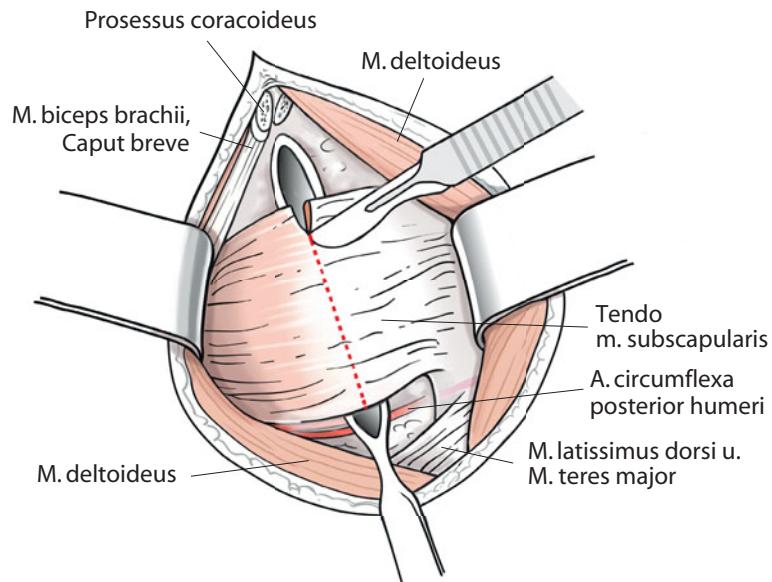


Abb. 8.13 Unterfahren der Sehne mit einer Rinne und ansatznahe Durchtrennung

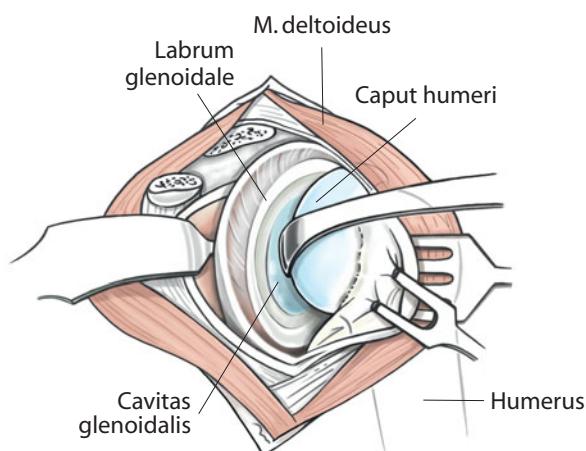


Abb. 8.14 Darstellung des Labrum glenoidale und der ventralen Anteile des Schultergelenks. Ein Hohmann-Hebel wird im Skapulahals eingebracht. Zusätzlich Darstellung der Gelenkpflanne durch Einsetzen eines Humeruskopfretraktors

## 8.2.2 Axillärer Zugang

### Indikationen

- Arthrotomie
- Lösen des Recessus axillaris bei »Frozen Shoulder«

### Schnittführung

Die Hautinzision wird mit einem Tintenstift angezeichnet, zunächst bei angelegtem Arm 0,5 cm lateral der vorderen Achselfalte. Bei abduziertem Arm wird der Hautschnitt weiter nach hinten bis zum M. latissimus dorsi markiert (Abb. 8.15).

### Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Der Arm wird 90° abduziert und frei beweglich auf einem Tisch gelagert.

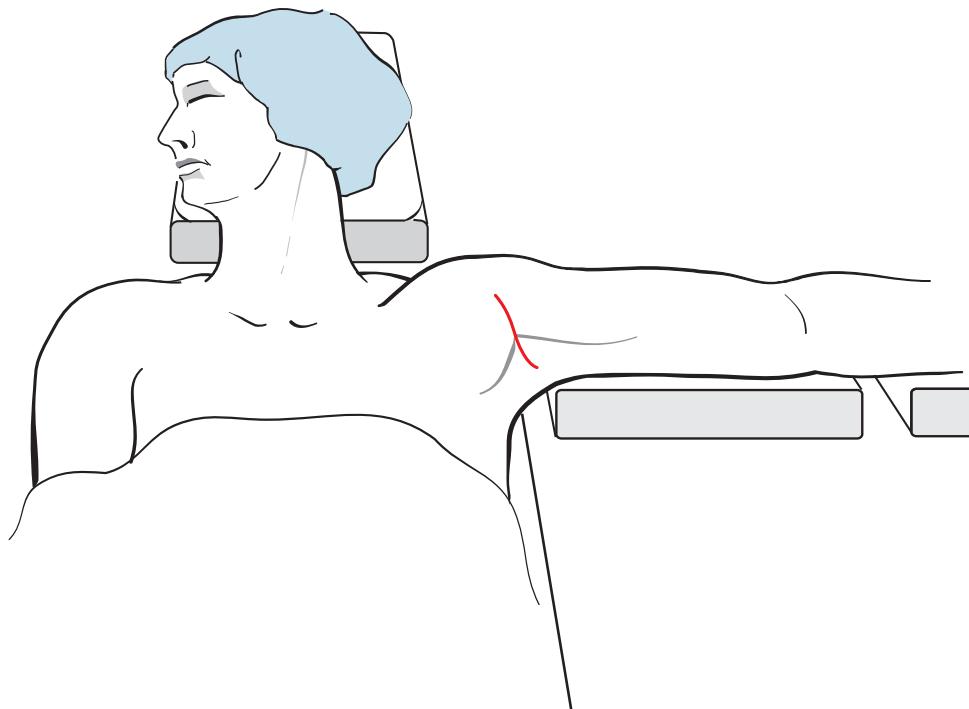
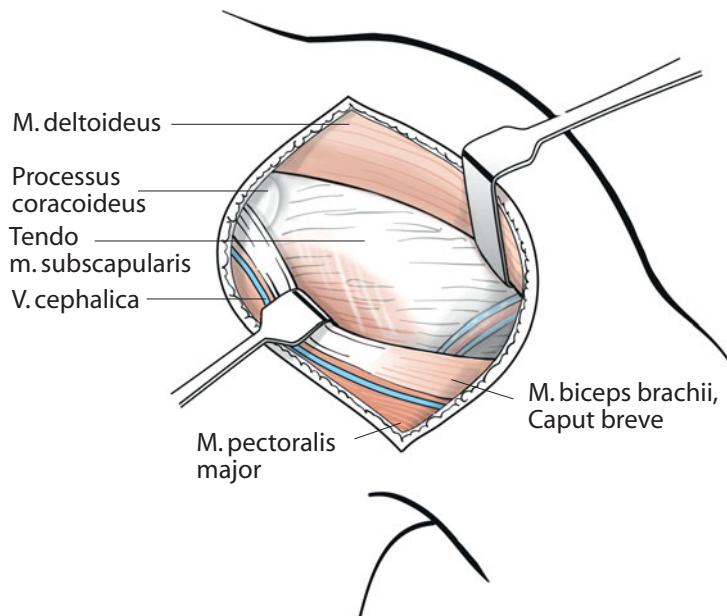


Abb. 8.15 Hautinzision beim axillären Zugang zum Schultergelenk



8

Abb. 8.16 Variante I, axillärer Zugang, Darstellung des Schultergelenks über den Sulcus deltoideopectoralis

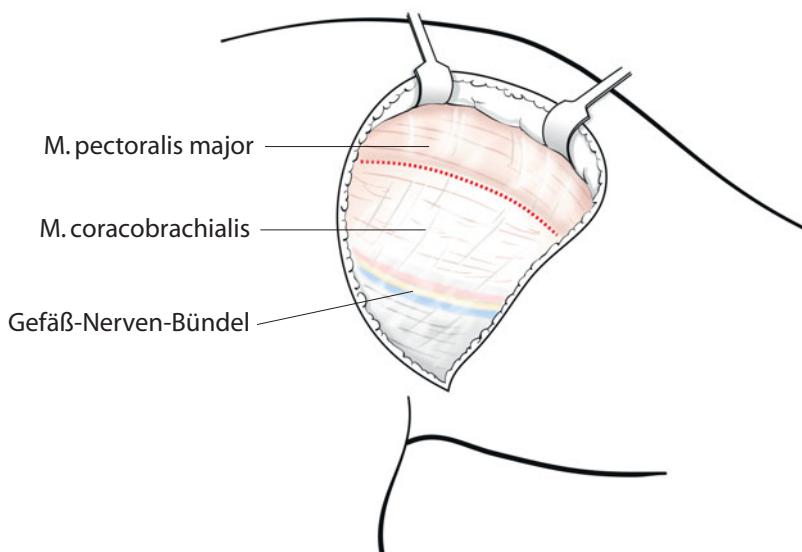


Abb. 8.17 Variante II, axillärer Zugang, Präparation am Unterrand des M. pectoralis major

## Präparation

Die Subkutis muss weit nach lateral und kranial bis zum Proces-sus coracoideus mobilisiert werden. Nachfolgend kann das Schultergelenk über den Sulcus deltoideopectoralis entspre-chend dem vorderen Zugang dargestellt werden (Variante I) (Abb. 8.16).

Alternativ kann der M. pectoralis bei muskelschwachen Pa-tienten stumpf nach lateral und nach oben abgedrängt werden

(Variante II) (Abb. 8.17; Abb. 8.18; Abb. 8.19). Eventuell kann der Pectoralis major an seinem Ansatz eingekerbt oder ab-getrennt werden. Der Vorteil des zweiten alternativen Zugangs liegt in der geringeren Unterminierung der Haut.

Das weitere Vorgehen zur Eröffnung des Gelenks und zur Darstellung des Labrums bzw. des Glenoids entspricht den in Abb. 8.14 vorgestellten Schritten.

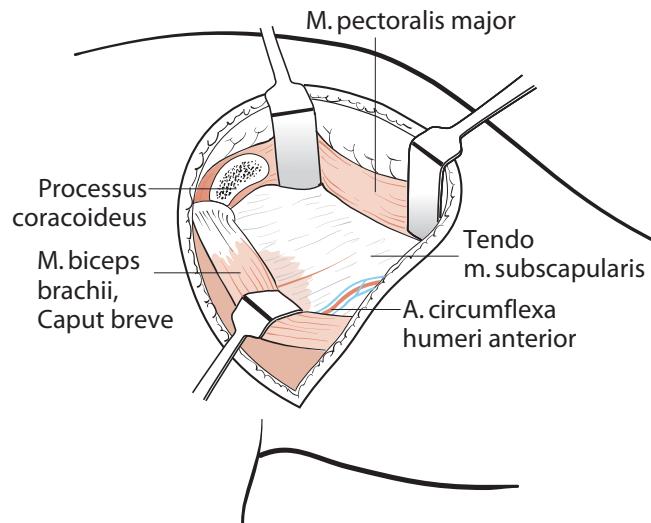


Abb. 8.18 Variante II, axillärer Zugang, Darstellung des Schultergelenks zwischen dem M. pectoralis major und dem kurzen Bizepssehnenkopf

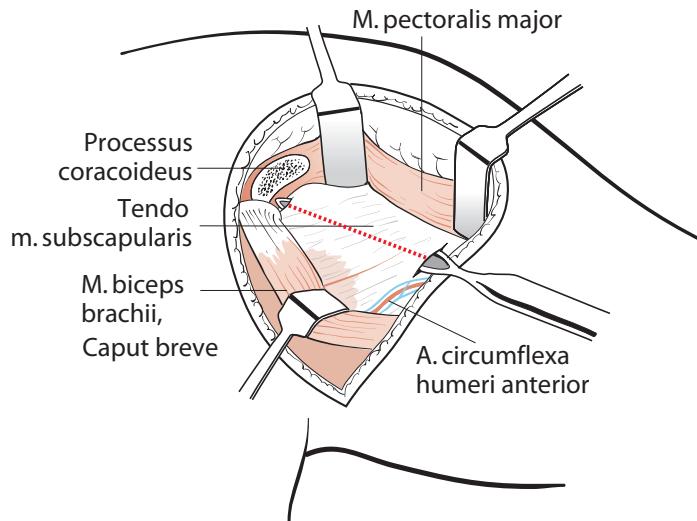


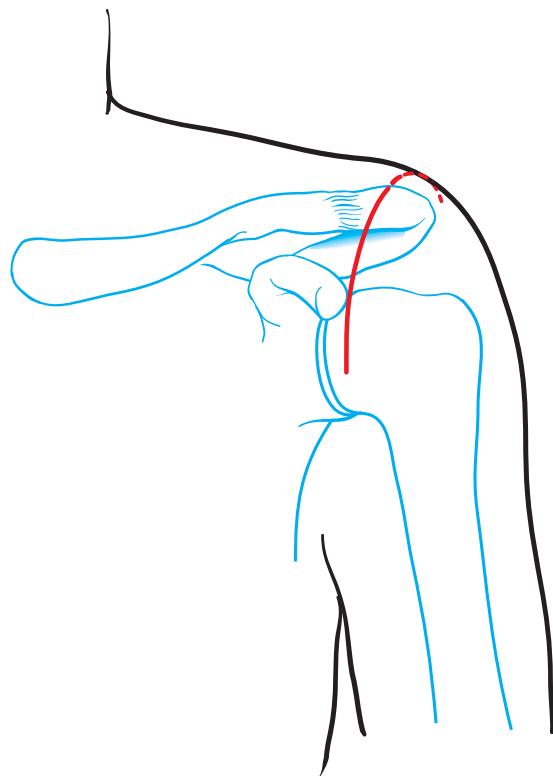
Abb. 8.19 Variante II, axillärer Zugang, Durchtrennung der Sehne des M. subscapularis

## Wundverschluss

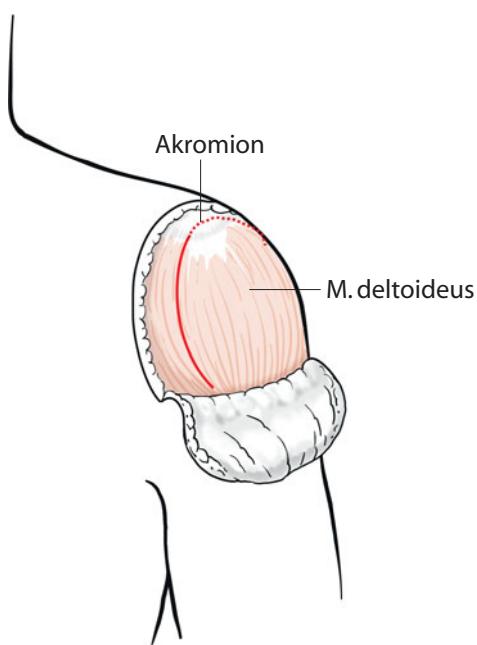
Analog zum vorderen Zugang erfolgt der Wundverschluss mittels Kapselverschluss in Neutralstellung des Arms, ebenso die Refixierung des M. subscapularis. Der weitere Wundverschluss wird in üblicher Technik durchgeführt.

## Gefahren

Bei unvorsichtiger Präparation oder starkem Hakenzug besteht die Gefahr einer Schädigung des N. musculocutaneus. Bei der Durchtrennung der Sehne des M. subscapularis muss bei nach außen rotiertem Arm auf den N. axillaris geachtet werden.



■ Abb. 8.20 Oberer Zugang, Hautinzision vom Vorderrand des Akromions, 1 cm lateral des Akromioklavikulargelenks, 5 cm nach distal Richtung ventraler Oberarm



■ Abb. 8.21 Darstellung des Akromions und der ventralen Anteile des M. deltoideus, die weite subkutane Darstellung dient zeichnerisch der besseren Übersicht

### 8.2.3 Oberer Zugang

#### Indikationen

- Rekonstruktion der Rotatorenmanschette
- Bursitiden
- Tendinosis calcarea
- Frakturen
- Gelenkersatz

#### Lagerung

Der Patient befindet sich in halbsitzender Position (Beach-chair-Position). Unter die Schulter wird ein Kissen gelegt. Der Arm wird frei beweglich gelagert und kann intermittierend auf einer seitlich am Tisch montierten Armstütze abgelegt werden (■ Abb. 8.1).

#### Schnittführung

Die Hautinzision beginnt am Vorderrand des Akromions 1 cm lateral des Akromioklavikulargelenks und verläuft ca. 5–6 cm nach distal Richtung ventraler Oberarm (■ Abb. 8.20).

#### Präparation

Die Subkutis wird durchtrennt und die Haut wird nach medial und lateral zur Darstellung des M. deltoideus unterminiert (■ Abb. 8.21).

Der Deltamuskel wird im Faserverlauf längs gespalten und mit 2 Roux-Haken auseinander gehalten. An der Vorderkante des Akromions und der angrenzenden Klavikula werden die Fasern des Deltamuskel bei Bedarf mit dem Rasparatorium sparsam unterfahren und abgelöst. In seltenen Fällen kann eine ca. 5 mm starke Knochenschuppe vom Vorderrand des Akromions abgemeißelt werden und nach lateral weggeklappt werden, um eine bessere Übersicht zu erlangen (■ Abb. 8.22).

## 8.2 · Schultergelenk

Bei einer entzündlich veränderten Bursa subacromialis/subdeltoida erfolgt eine partielle bis subtotale Resektion. Im Bedarfsfall wird eine knöcherne subakromiale Dekompression mit der Luer-Knochenzange oder einem Meißel im vorderen Drittel der Akromionunterseite durchgeführt. Kaudale Osteophyten am Akromioklavikulargelenk können ebenfalls abgetragen werden (Abb. 8.23).

Danach werden die Rotatorenmanschette, der Processus coracoideus und das Ligamentum coracoacromiale dargestellt (Abb. 8.24). Bei Außenrotation gelangen das Tuberculum minus, die lange Bizepssehne und die Sehne des M. subscapularis ins Blickfeld (Abb. 8.25).

### Wundverschluss

Beim Wundverschluss ist darauf zu achten, dass die ventralen Anteile des M. deltoideus, ggf. mit einer abgemeißelten Knochenschuppe, wieder an der vorderen Akromionkante reinseriert werden.

### Gefahren

Bei zu starker Retraktion am M. deltoideus kann es zu einer Schädigung des N. axillaris kommen.

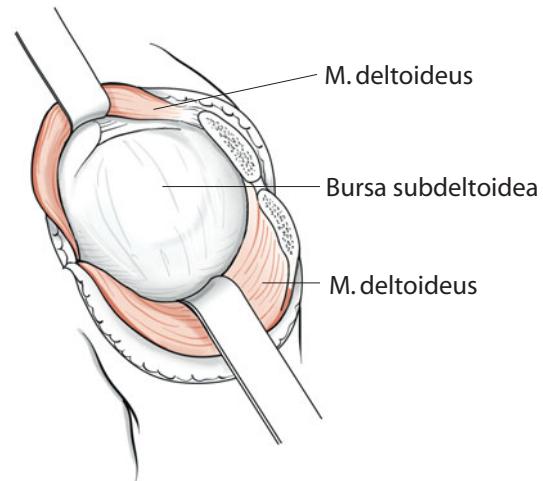


Abb. 8.22 Spaltung des M. deltoideus im Faserverlauf. Darstellung der Bursa subdeltoida/subacromialis. Zur besseren Übersicht kann der Deltamuskel mit einer Knochenschuppe am vorderen Akromion abgelöst werden

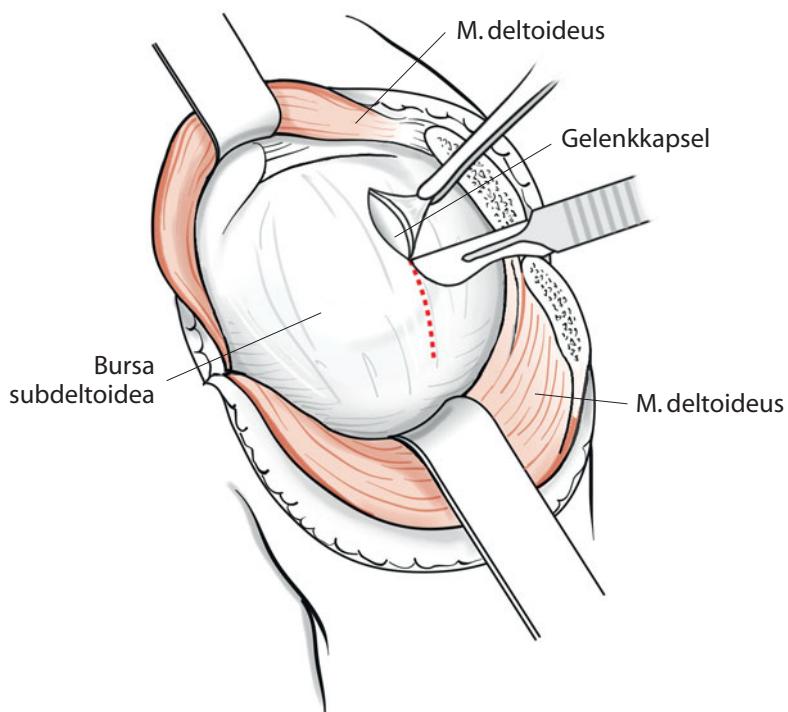
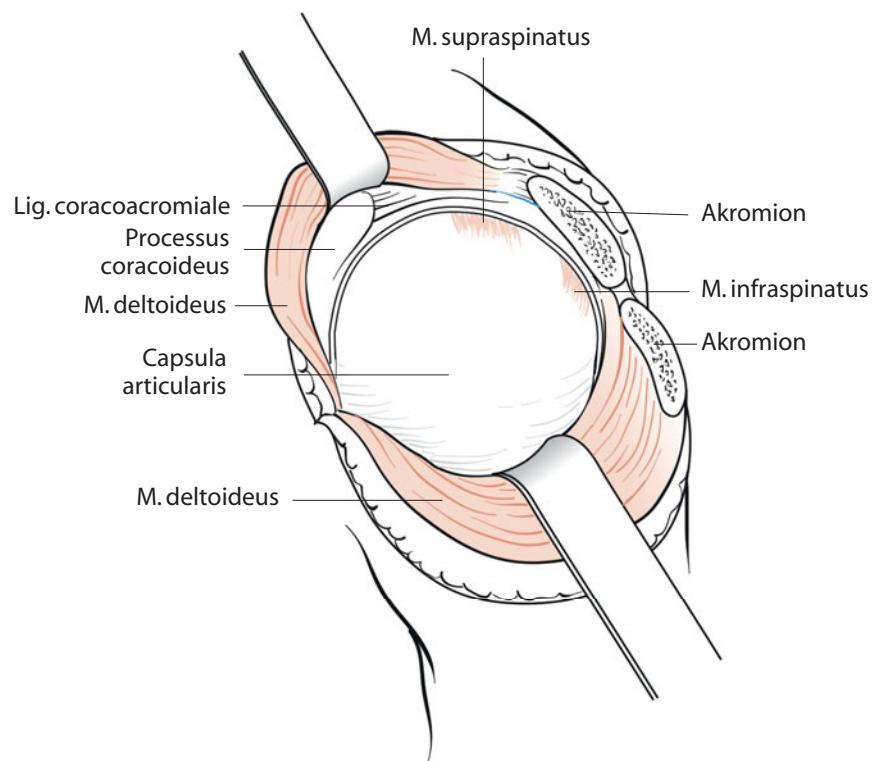


Abb. 8.23 Eröffnen bzw. partielle Resektion der Bursa subdeltoida/subacromialis



8

Abb. 8.24 Darstellen der Mm. supraspinatus und infraspinatus sowie des Tuberculum majus

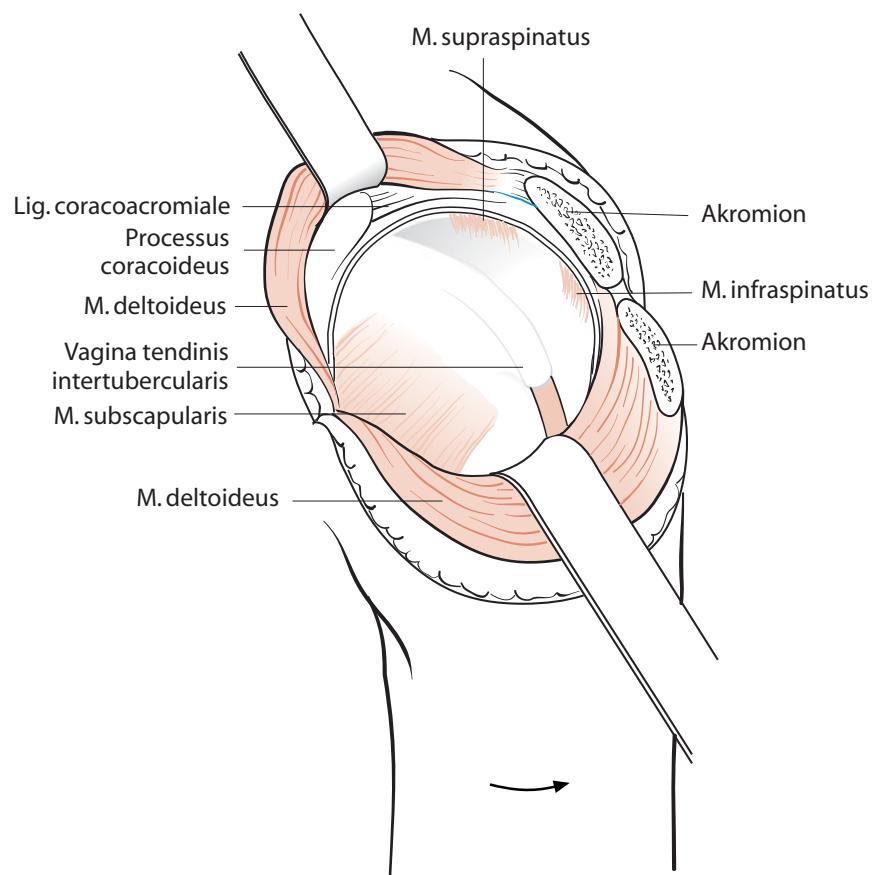


Abb. 8.25 In Außenrotation werden das Tuberculum minus, die lange Bizepssehne (nach Eröffnung der Sehnenscheide) und die Sehne des M. subscapularis dargestellt

## 8.2.4 Transakromialer Zugang

### Indikationen

➤ Der transakromiale Zugang findet nur sehr selten Anwendung. Die meisten Indikationen können auch durch andere Zugänge adäquat bzw. besser adressiert werden.

- Rekonstruktion der Rotatorenmanschette
- Arthrodese
- Frakturen des Tuberculum majus

### Lagerung

Der Patient liegt auf dem Bauch mit einem Kissen unter der Schulter. Der Arm wird auf einem Tisch in 90° Abduktion frei beweglich gelagert.

### Schnittführung

Die Hautinzision beginnt am Oberarm 2 Querfinger unterhalb des Akromions und wird über das Akromion bogenförmig, kranial der Spina scapulae verlaufend, fortgeführt (Abb. 8.26).

### Präparation

Im Faserverlauf werden der M. trapezius und der M. deltoideus durchtrennt (Abb. 8.27). In gleicher Richtung erfolgt die Osteotomie des Akromions (Abb. 8.28). Dazu wird die Unterfläche mit dem Finger stumpf präpariert und ein Rasparatorium zum Schutz der darunterliegenden Strukturen eingesetzt. Nachfolgend wird ein Wundspreizer schrittweise aufgespreizt, um die subakromialen Strukturen (Bursa, Rotatorenmanschette) darzustellen (Abb. 8.29).

### Wundverschluss

Beim Wundverschluss wird das osteotomierte Akromion durch nicht resorbierbare transossäre Fäden readaptiert. Die Muskulatur wird mit Einzelknopf- oder U-Nähten verschlossen.

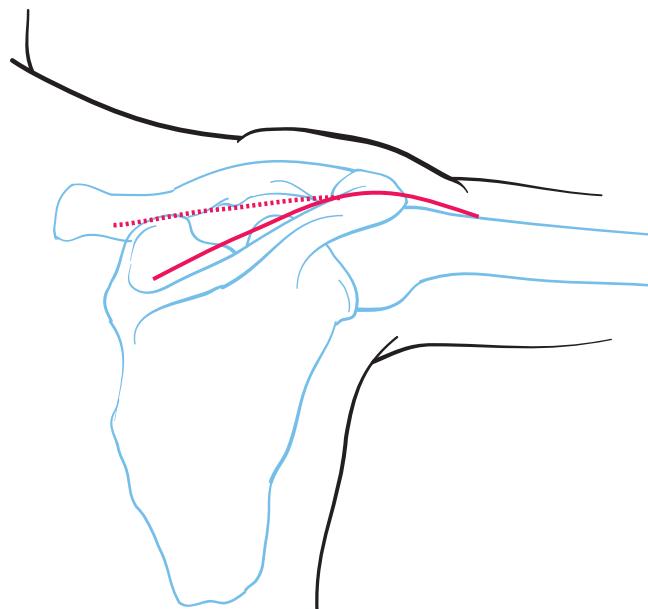


Abb. 8.26 Hautinzision beim transakromialen Zugang nach Debeyre und Patte (durchgezogene Linie) oder nach Kessel und Geschwend (gestrichelte Linie)

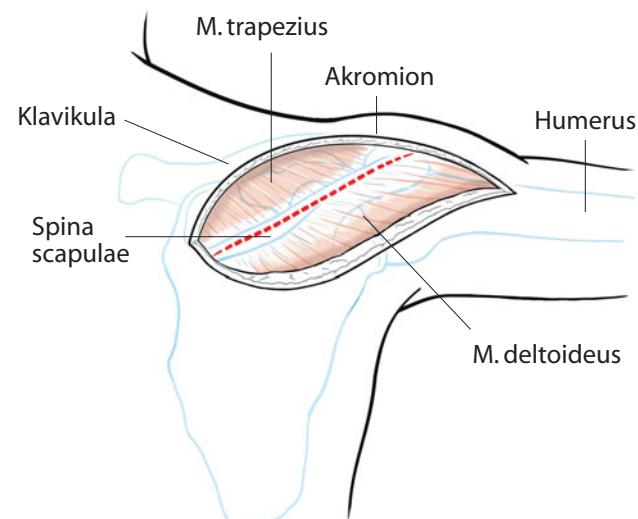
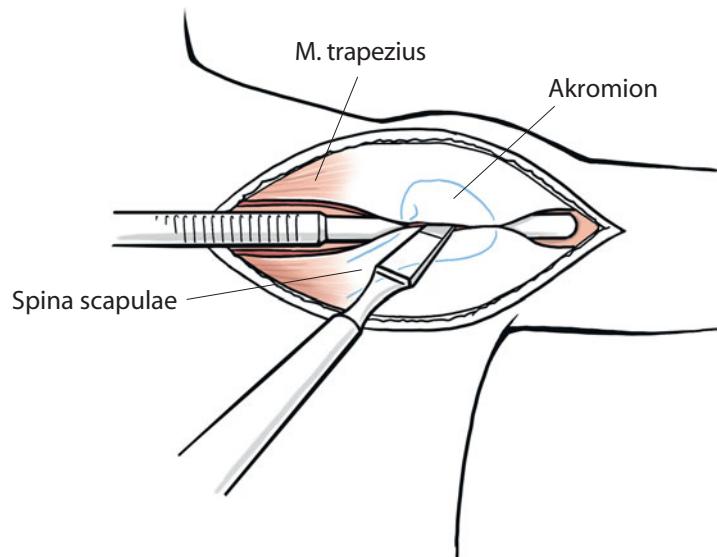


Abb. 8.27 Durchtrennung der Mm. trapezius und deltoideus



8

Abb. 8.28 Osteotomie des Akromions

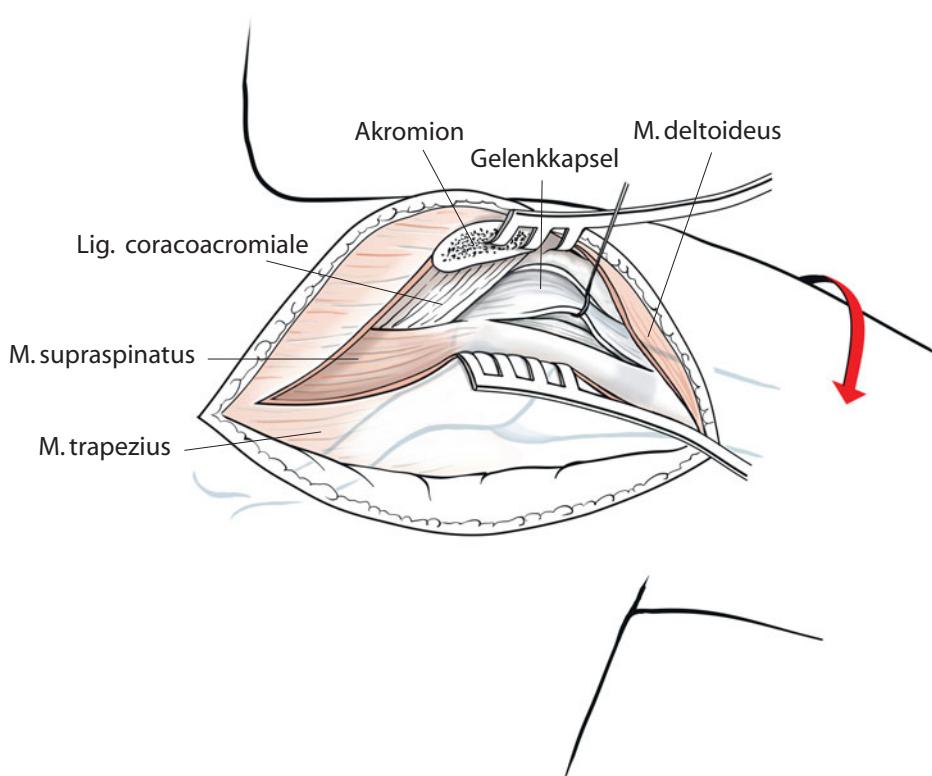


Abb. 8.29 Blick auf die subakromialen Strukturen nach Einsetzen eines Wundspreizers

## 8.2.5 Hinterer Zugang

### Indikationen

- Habituelle hintere Schulterluxation
- Rekonstruktion der Rotatorenmanschette im hinteren Anteil (Infraspinatus, Teres minor)
- Arthrodese
- Tumoren und Entzündungen

### Lagerung

Der Patient befindet sich in Bauch- oder Seitenlage. Der Arm wird frei beweglich abgedeckt.

### Schnittführung

Der Hautschnitt beginnt am Hinterrand des Akromions. Er verläuft an der Unterkante der Spina scapulae und biegt bogenförmig 2–3 Querfinger nach kaudal ab (Abb. 8.30).

### Präparation

Nach Durchtrennung der Subkutis wird der M. deltoideus an der Hinterkante des Akromions und am Unterrand der Spina scapulae scharf abgetrennt und nach kaudal mobilisiert. Nachfolgend wird die Muskelfaszie, die auf den Mm. infraspinatus und teres minor liegt, im Faserverlauf gespalten, und es werden die darunterliegenden Muskeln dargestellt (Abb. 8.31).

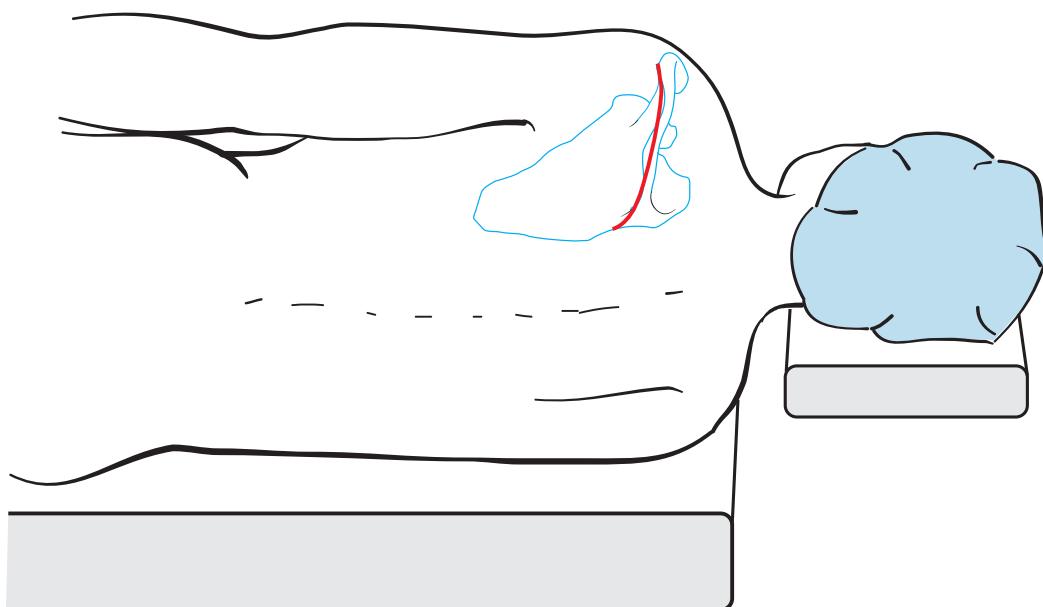


Abb. 8.30 Schnittführung beim hinteren Zugang

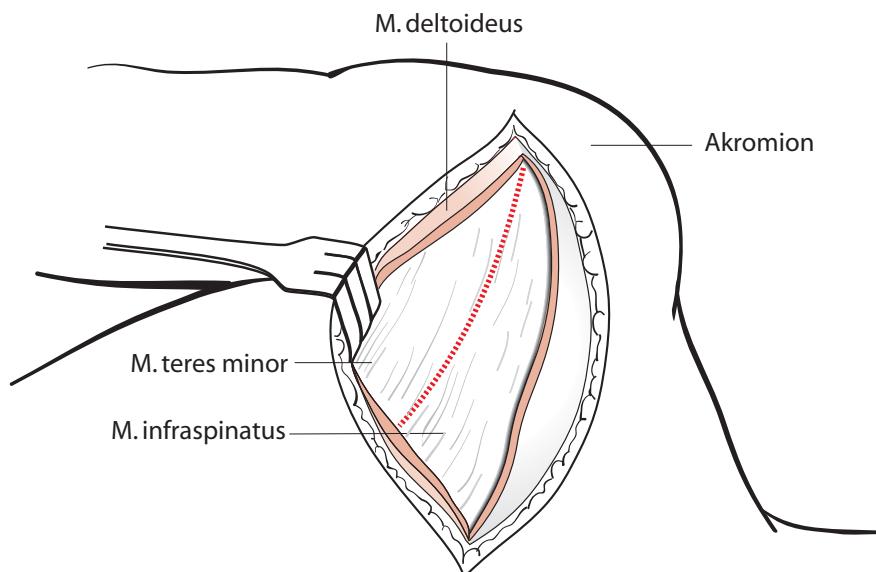


Abb. 8.31 Mobilisierung des Deltamuskels nach kaudal und Darstellen der Mm. infraspinatus und teres minor nach Längsspaltung der Faszie

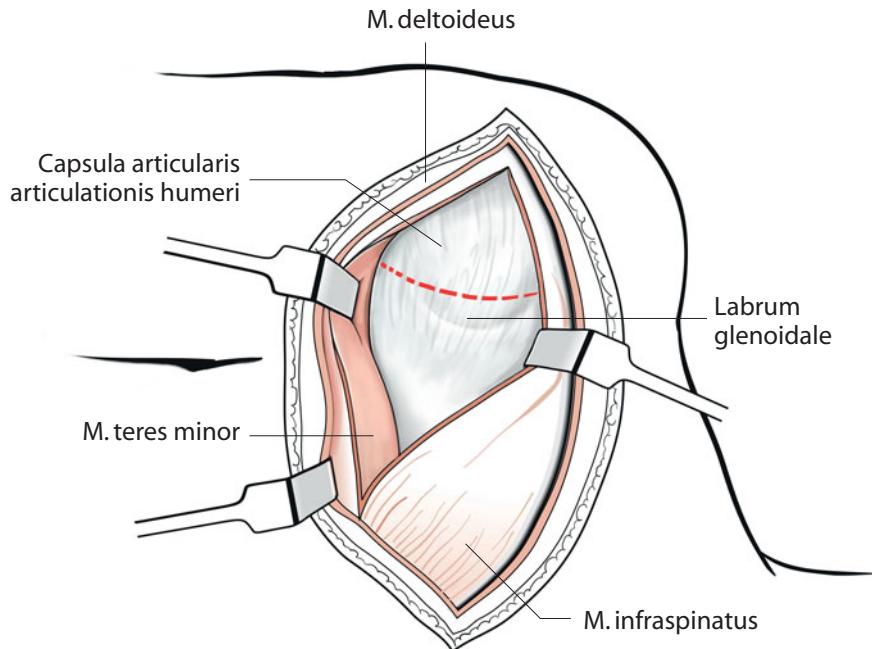


Abb. 8.32 Stumpfes Eingehen zwischen den Mm. infraspinatus und teres minor und Darstellung der hinteren Gelenkkapsel

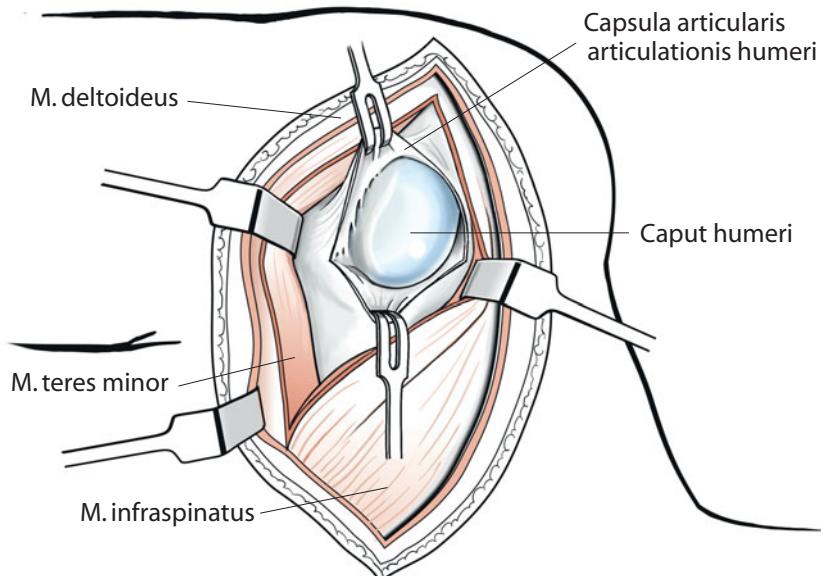


Abb. 8.33 Die Gelenkkapsel wird parallel zum Labrum glenoidale eröffnet, und der Humeruskopf wird dargestellt

Am Übergang vom M. infraspinatus zum M. teres minor werden die Muskelfasern stumpf auseinandergedrängt (unterschiedlicher Faserverlauf), und die hintere Gelenkkapsel kommt zur Darstellung (Abb. 8.32).

Die Gelenkkapsel wird parallel zum Labrum glenoidale eröffnet (Abb. 8.33). Wenn eine erweiterte Darstellung erforderlich ist, kann die Kapsel querinzidiert werden und der M. infraspinatus in seinem Ansatzbereich angeschlungen und abgelöst werden. Zusätzlich erreicht man eine bessere Übersicht über die Gelenkpfanne durch Einsetzen eines Humeruskopfretraktors (Abb. 8.34).

### Wundverschluss

Beim Wundverschluss wird die Sehne des M. infraspinatus readaptiert und die Faszie bzw. die Muskulatur adaptierend verschlossen.

### Gefahren

Beim erweiterten hinteren Zugang ist auf die Gefäße und den N. suprascapularis zu achten.

## 8.2 · Schultergelenk

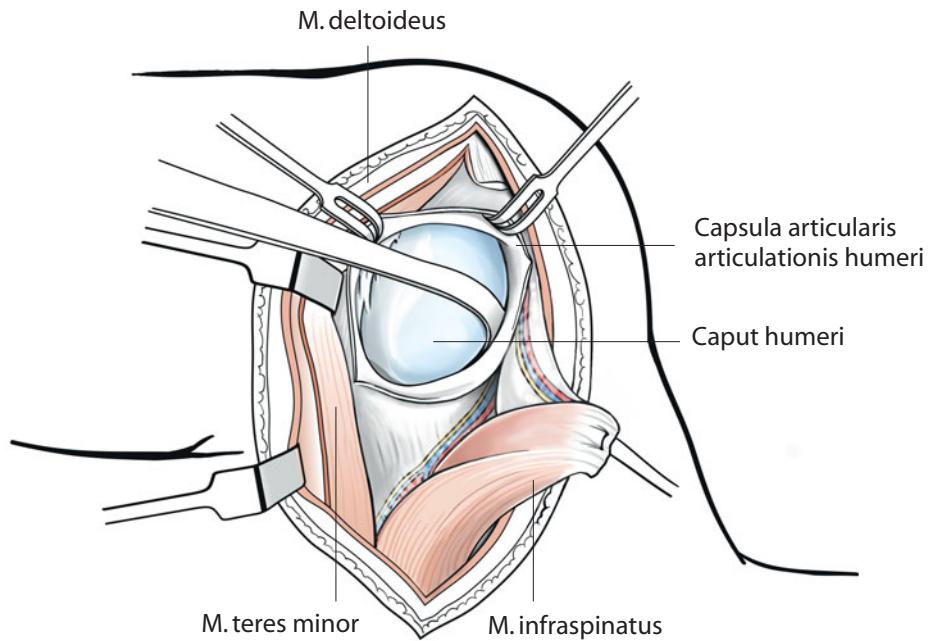


Abb. 8.34 Erweiterte Darstellung des Gelenks nach Ablösen des M. infraspinatus und Einsetzen eines Humeruskopfretraktors

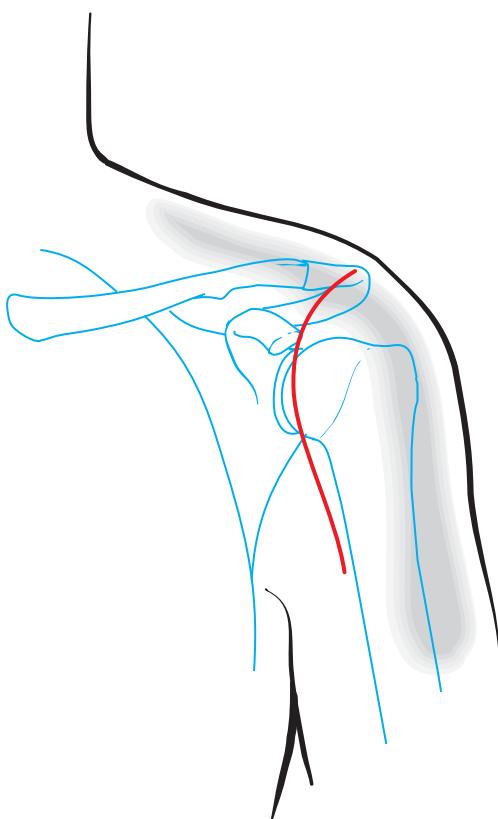


Abb. 8.35 Hautschnitt beim erweiterten vorderen Zugang

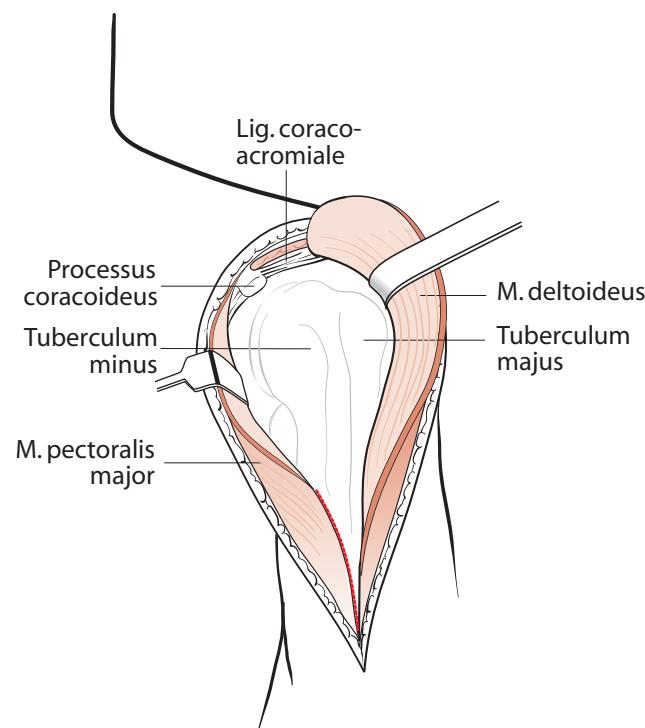


Abb. 8.36 Darstellen des Humeruskopfs, Weghalten des Deltamuskels, bei Bedarf Einkerbung und Ablösen der Sehne des M. pectoralis major

## 8.2.6 Erweiterter vorderer Zugang mit Darstellung des proximalen Oberarms

### Indikationen

- Endoprothesen
- Tumoren
- Osteomyelitis
- Frakturen

### Lagerung

Der Patient befindet sich in halbsitzender Position (Beach-chair-Position) (Abb. 8.1)

### Schnittführung

Der Hautschnitt beginnt über dem Akromioklavikulargelenk. Er verläuft im Sulcus deltopectoralis nach distal und biegt am Vorderrand des Deltamuskels, ca. 2–3 Querfinger oberhalb der Achselfalte, bogenförmig nach lateral ab (Abb. 8.35).

### Präparation

Der Deltamuskel wird im Faserverlauf lateral der V. cephalica gespalten und im Bereich seiner Ansatzzone an der Klavikula bei Bedarf sparsam abgelöst (Abb. 8.36).

Zur besseren Darstellung des proximalen Humerus kann die Sehne des M. pectoralis major an ihrem Ansatz eingekerbt oder vollständig durchtrennt und angeschlungen werden. Nachfolgend kann die Faszie parallel zum Faserverlauf der Muskulatur des kurzen Bizepskopfsinzidiert werden (Abb. 8.37). Dadurch erfolgt die erweiterte Darstellung des proximalen Humerus (Abb. 8.38).

## Wundverschluss

Der Wundverschluss erfolgt durch Readaptation der abgelösten Sehne des M. pectoralis major und durch adaptierende Nähte der Faszie und Deltamuskulatur.

## Gefahren

Besondere Vorsicht ist bei der Präparation bezüglich des N. axillaris geboten. Er kann direkt oder durch zu starke Retraktion in seinem Verlauf medial und lateral geschädigt werden.

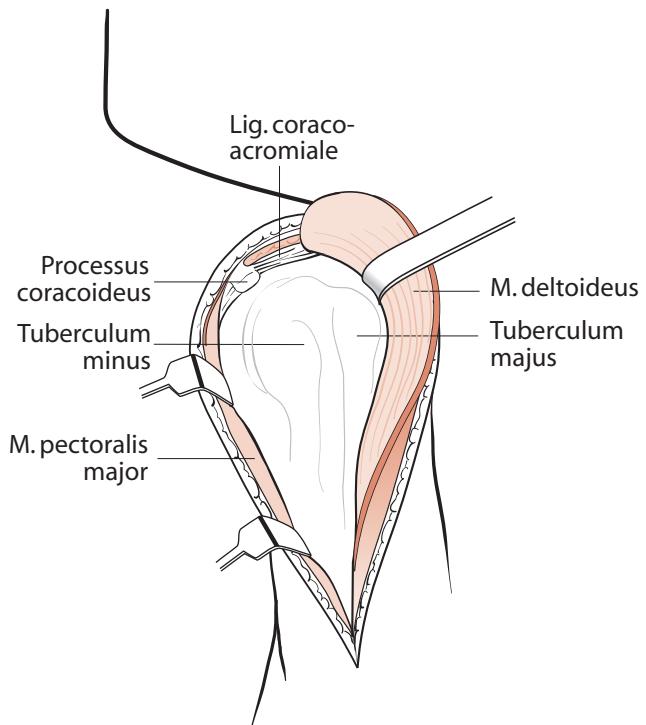


Abb. 8.37 Längsspaltung der Faszie parallel zu den Fasern des kurzen Bizepskopfs

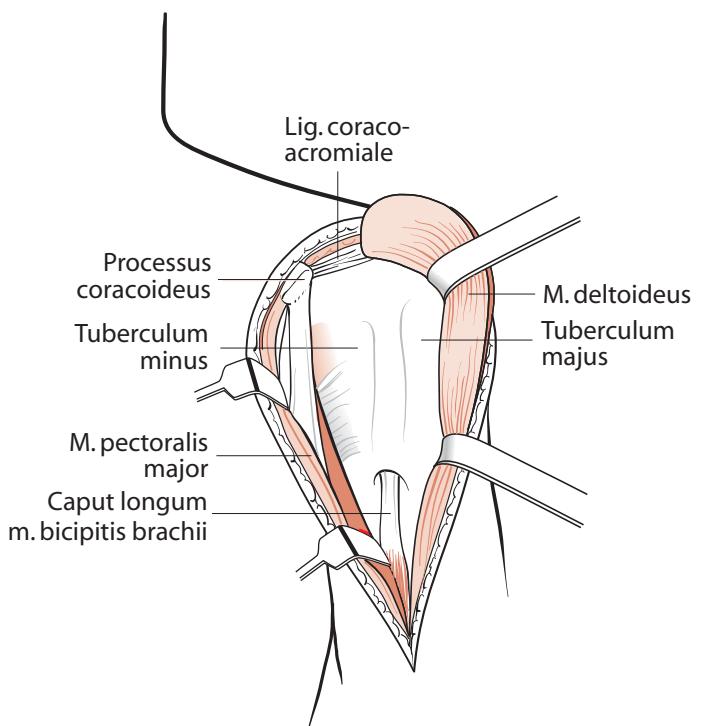


Abb. 8.38 Erweiterte Darstellung des proximalen Humerus durch Weghalten des kurzen Bizepskopfs

# Oberarm

B. Rath

## **9.1 Posteriorer Zugang – 195**

- 9.1.1 Indikationen – 195
- 9.1.2 Lagerung – 195
- 9.1.3 Schnittführung – 196
- 9.1.4 Präparation – 196
- 9.1.5 Wundverschluss – 199
- 9.1.6 Gefahren – 199

## **9.2 Anteriorer Zugang – 200**

- 9.2.1 Indikation – 200
- 9.2.2 Lagerung – 200
- 9.2.3 Schnittführung – 200
- 9.2.4 Präparation – 201
- 9.2.5 Wundverschluss – 202
- 9.2.6 Gefahren – 202

## **9.3 Lateraler Zugang – 203**

- 9.3.1 Indikation – 203
- 9.3.2 Lagerung – 203
- 9.3.3 Schnittführung – 204
- 9.3.4 Präparation – 204
- 9.3.5 Wundverschluss – 205
- 9.3.6 Gefahren – 205

## **9.4 Distaler lateraler Zugang – 206**

- 9.4.1 Indikation – 206
- 9.4.2 Lagerung – 206
- 9.4.3 Schnittführung – 206
- 9.4.4 Präparation – 206
- 9.4.5 Wundverschluss – 207
- 9.4.6 Gefahren – 207

## **9.5 Anterolateraler Zugang – 208**

- 9.5.1 Indikation – 208
- 9.5.2 Lagerung – 208
- 9.5.3 Schnittführung – 208
- 9.5.4 Präparation – 209
- 9.5.5 Wundverschluss – 210
- 9.5.6 Gefahren – 210

## **9.6 Medialer Zugang – 211**

- 9.6.1 Indikation – 211
- 9.6.2 Lagerung – 211
- 9.6.3 Schnittführung – 212
- 9.6.4 Präparation – 212
- 9.6.5 Wundverschluss – 212
- 9.6.6 Gefahren – 212

## 9.1 Posteriorer Zugang

### 9.1.1 Indikationen

- Frakturen des Humerus mit Nervenschädigung (N. radialis)
- Frakturen mit Weichteilinterposition
- Verzögerte Frakturheilung (Pseudarthrose)
- Tumoren
- Osteomyelitis

### 9.1.2 Lagerung

In Bauchlage des Patienten kann der Arm adduiert oder abduziert (Armtisch) gelagert werden. Bei der Abduktion wird der Oberarm bis zur Ellenbeuge auf einem Armtisch gelagert und der Unterarm hängt bei 90° Flexion über den Armtisch hinaus nach unten (Abb. 9.1). Um eine übermäßige Retroversion des Arms zu vermeiden, wird ein Kissen unter der Schulter positioniert.

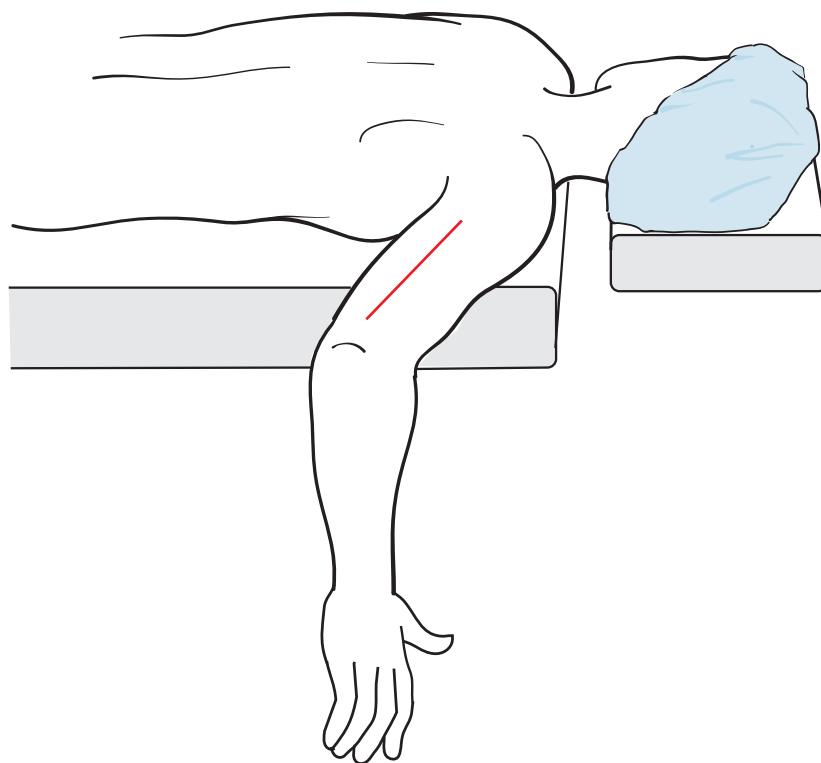


Abb. 9.1 Lagerung des Patienten für den posterioren Zugang

### 9.1.3 Schnittführung

Das Akromion und das Olekranon sollten vor dem Hautschnitt markiert werden. Der Hautschnitt beginnt ca. 5 cm distal der laterokaudalen Akromionkante und verläuft je nach Operationsindikation bis zur Fossa olecrani (Abb. 9.2).

### 9.1.4 Präparation

Nach der Durchtrennung der Haut erfolgt die Präparation durch das Subkutangewebe bis auf die Faszie (Abb. 9.3). Dabei wird eine sorgfältige Blutstillung vorgenommen. Die Oberarmfaszie wird dann im Verlauf der Hautinzision gespalten. Proximal wird der anatomische Raum zwischen dem Caput longum und dem Caput laterale des M. triceps brachii stumpf dargestellt und die tiefer liegenden Strukturen geschützt. (Abb. 9.4).

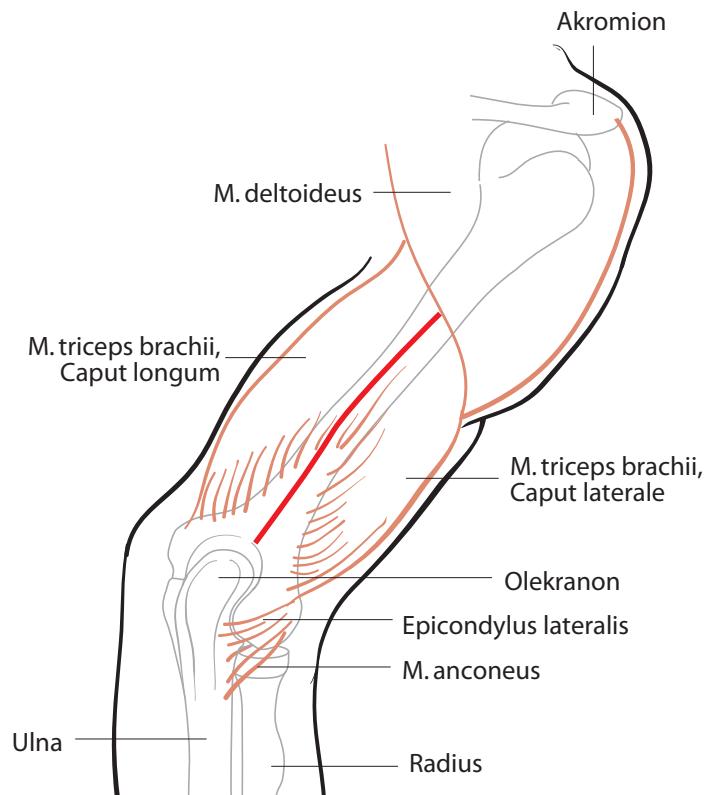


Abb. 9.2 Schnittführung beim posterioren Zugang

## 9.1 • Posteriorer Zugang

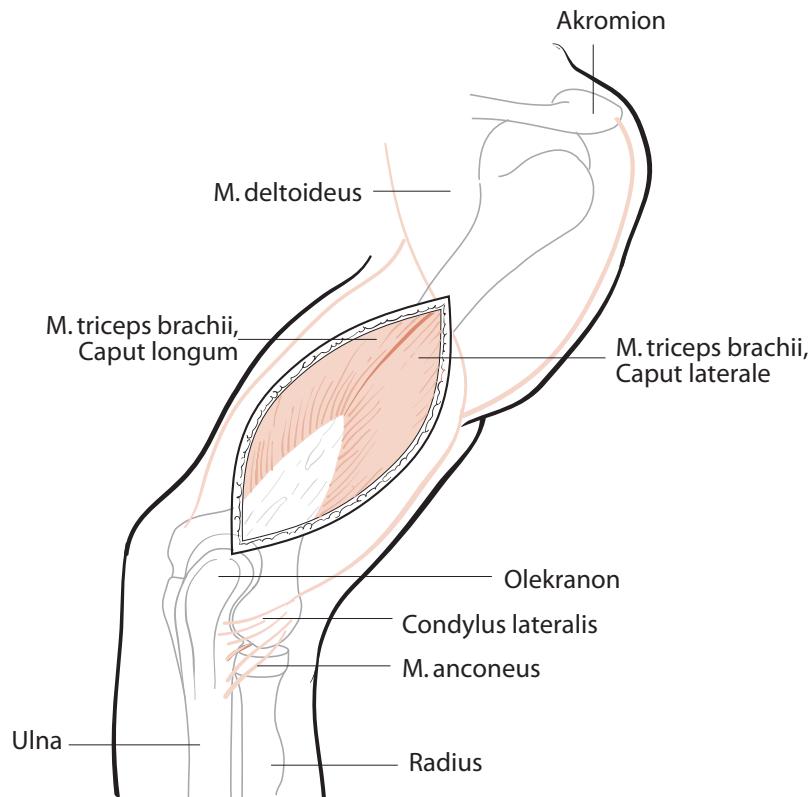


Abb. 9.3 Darstellung der Faszie und Identifikation der Muskulatur

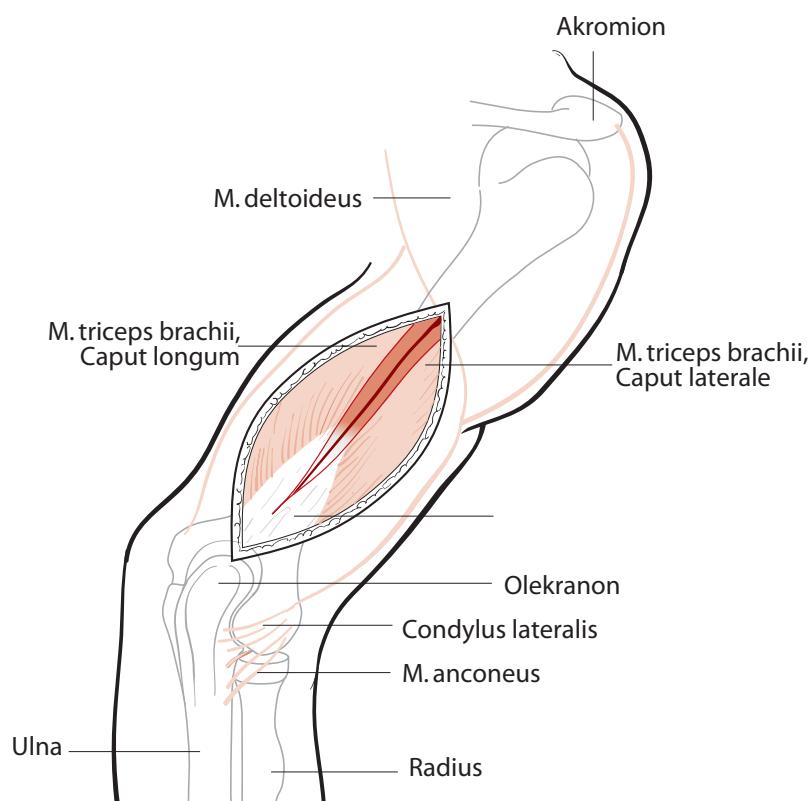


Abb. 9.4 Darstellung des Caput longum und des Caput laterale des M. triceps brachii

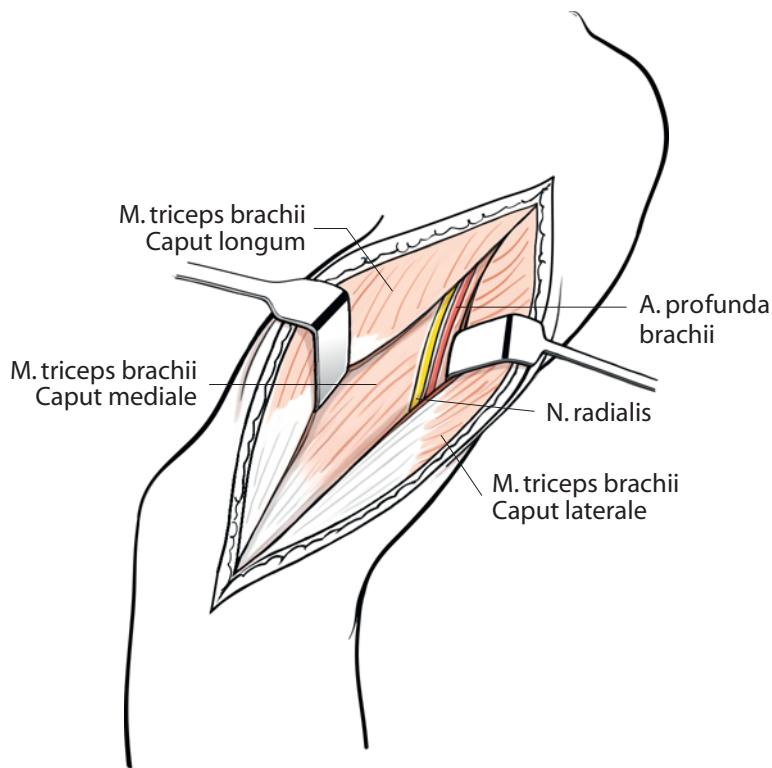


Abb. 9.5 Lagebeziehung der A. profunda brachii und des N. radialis zur Muskulatur des dorsalen Oberarms

Nach erfolgter Darstellung der beiden oberflächlichen Trizepköpfe erfolgt die stumpfe Spaltung im proximalen Anteil. Distal vereinigen sich die Muskeln in einer gemeinsamen Sehne, die scharf gespalten werden muss. Dabei müssen mehrere kleine vaskuläre Muskeläste koaguliert werden. Die Innervation der beiden Muskeln erfolgt von proximal, sodass eine Verletzung der innervierenden Nervenäste bei distaler Präparation vermieden wird. Die beiden Anteile des Musculus triceps brachii sollten dann nach medial (Caput longum) und lateral (Caput laterale) retrahiert werden. Unterhalb stellt sich nun das Gefäß-Nerven-Bündel mit dem Nervus radialis und der Arteria profunda brachii dar. Der N. radialis verläuft nach distal-lateral und tritt in den Sulcus nervi radialis ein, der durch das Caput laterale des M. triceps brachii läuft. Das Gefäß-Nerven-Bündel wird vorsichtig unterminiert und dann angeschlungen. Zur weiteren Schonung wird das Gefäß-Nerven-Bündel nach lateral gehalten. Das

Caput mediale des M. triceps brachii als tiefer Anteil des Muskels stellt sich nun im Operationssitus dar (Abb. 9.5). Es erfolgt eine scharfe Spaltung des Muskelkops bis auf den dorsalen Humerus. Die beiden nun entstandenen Anteile des Caput mediale werden stumpf vom Periost des dorsalen Humerus abgelöst und nach medial und lateral gehalten. Die periostale Präparation sollte so gering wie möglich ausfallen, um die Blutversorgung des Humerus nicht zu beeinträchtigen. Der Humerusschaft kann nun auf der erforderlichen Höhe mit Hohmann-Hebeln dargestellt werden (Abb. 9.6).

#### **Cave**

Bei der Präparation des Humerusschafts und dem Einsetzen von Retraktoren ist ein vorsichtiges Vorgehen zur Schonung des N. radialis (lateral) und des N. ulnaris (medial) von enormer Bedeutung.

### 9.1 · Posteriorer Zugang

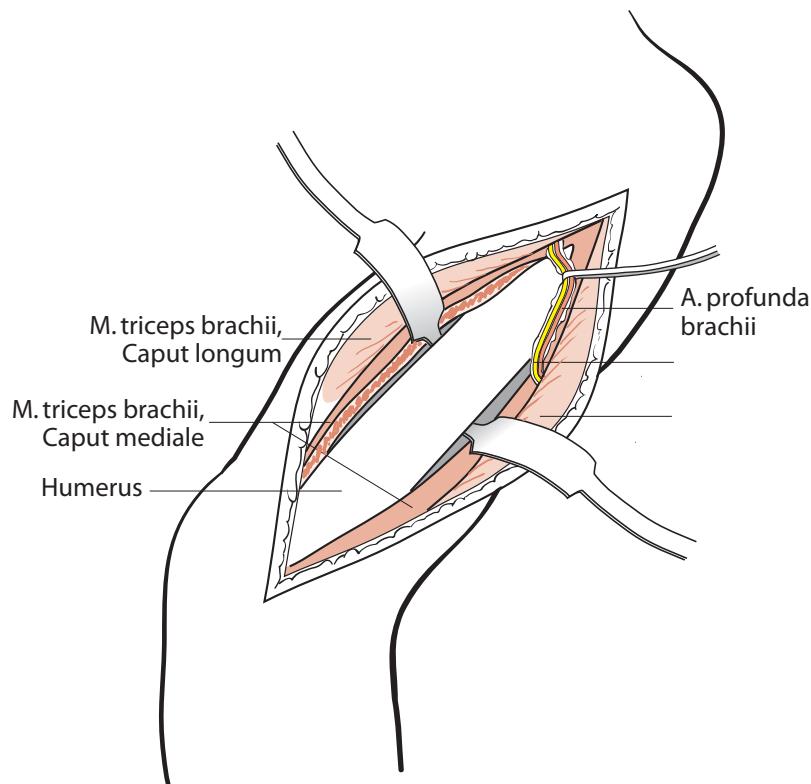


Abb. 9.6 Darstellung des dorsalen Humerus

#### 9.1.5 Wundverschluss

Das gespaltene Caput mediale des M. triceps brachii wird mit einer adaptierenden Naht verschlossen. Nach Rückverlagerung des Gefäß-Nerven-Bündels erfolgt unter Schonung desselben die Naht der oberflächlichen Muskelanteile des M. triceps brachii. Es folgen eine Subkutannaht und der Hautverschluss.

#### 9.1.6 Gefahren

- Verletzung des N. radialis und der A. profunda brachii bei der Spaltung des Caput longum und laterale des M. triceps brachii
- Verletzung des N. radialis und des N. ulnaris bei der Präparation des Caput mediale und der Darstellung des Humerusschafts

## 9.2 Anteriorer Zugang

### 9.2.1 Indikation

- Frakturen
- Osteotomie
- Tumoren
- Osteomyelitis

### 9.2.2 Lagerung

In Rückenlage des Patienten kann der Arm adduziert oder in 60° Abduktion (auf dem Armtisch) gelagert werden. Bei der Abduktion des Arms ist eine übermäßige Dehnung des Plexus zu ver-

meiden. Aufgrund der besseren Übersicht ist die Abduktion des Arms die bevorzugte Lagerung. Der Operateur befindet sich unterhalb des Arms (Abb. 9.7).

### 9.2.3 Schnittführung

Der Processus coracoideus und das Caput longum des M. biceps brachii sowie die laterale Begrenzung des M. biceps brachii werden palpiert und ggf. markiert.

Der Hautschnitt verläuft vom Processus coracoideus über den Sulcus deltopectoralis und lateral des M. biceps brachii nach distal. In Abhängigkeit von der Indikation kann der Hautschnitt bis zur Ellenbeuge verlaufen (Abb. 9.8).

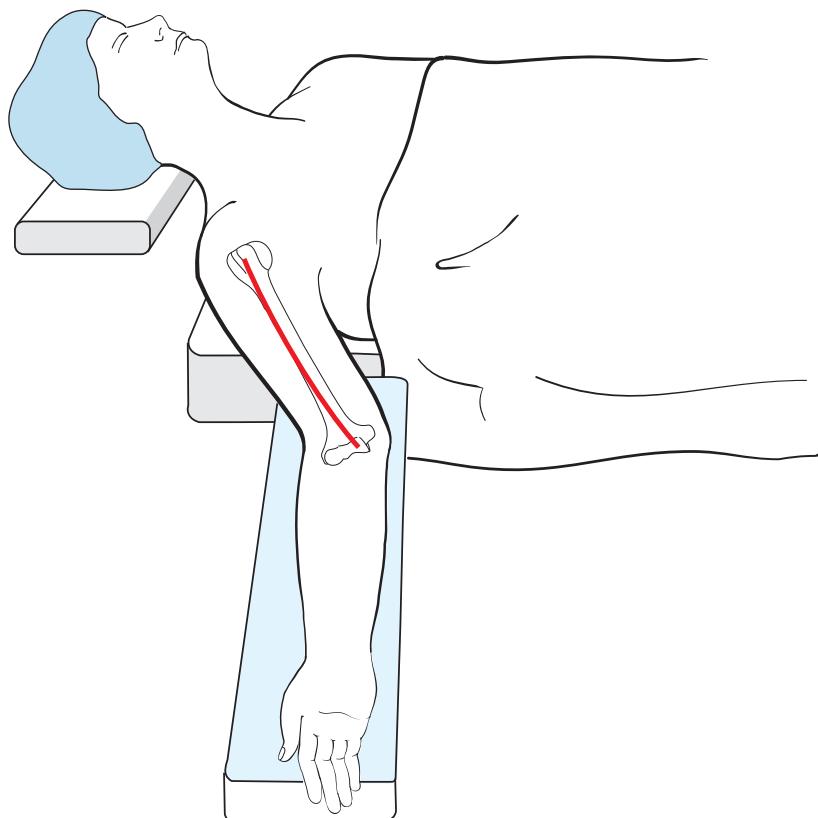


Abb. 9.7 Patientenlagerung für den anterioren Zugang zum Humerus

### 9.2.4 Präparation

Nach der Durchtrennung der Haut erfolgt die Präparation des Subkutangewebes bis auf die Faszie. Dies erfolgt unter sorgfältiger Blutstillung. Die Faszie wird beginnend im Sulcus deltoideopectoralis nach distal am lateralen Rand des M. biceps brachii gespalten. Zur Orientierung kann zuerst die Vena cephalica identifiziert werden.

#### **Cave**

Die Verletzung der V. cephalica sollte vermieden werden.

Der M. deltoideus und die V. cephalica werden nach lateral gehalten und der Ansatz des M. pectoralis am Humerus dargestellt.

#### **Cave**

Bei übermäßigem Zug auf den M. deltoideus kann es zu einem Dehnungsschaden des N. axillaris kommen.

Bei operativen Maßnahmen im proximalen Anteil kann das Periost lateral des Ansatzes des M. pectoralis major gespalten werden. Bei entsprechender Indikation kann der Ansatz des Muskels subperiostal nach medial abpräpariert werden oder die Sehne des M. pectoralis major ansatznah abgesetzt und nach medial gehalten werden (Abb. 9.9).

Die Spaltung des Periosts weiter nach proximal erfolgt entlang des lateralen Rands des Caput longum des M. biceps brachii. Hierbei ist auf die A. circumflexa humeri anterior zu achten. Der proximale Humerus wird mit 2 Hohmann-Hebeln dargestellt, wobei ein knochennahes Einsetzen zur Schonung des N. radialis medial notwendig ist. Daher wird medial der Einsatz eines Langenbeck-Hakens empfohlen.

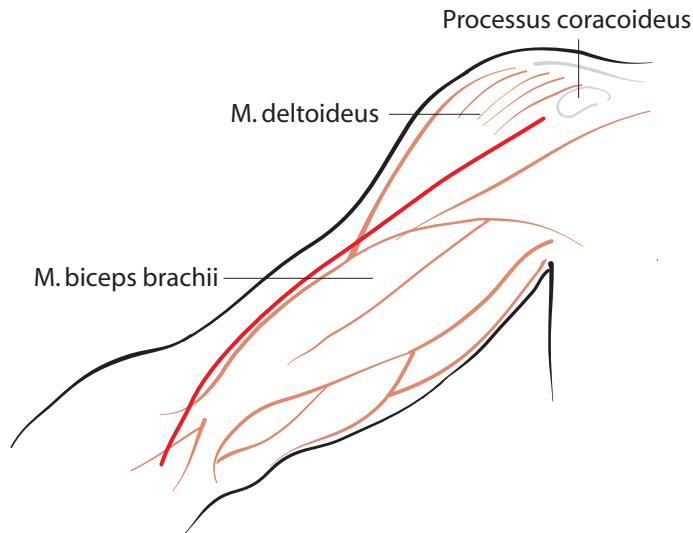


Abb. 9.8 Schnittführung beim anterioren Zugang

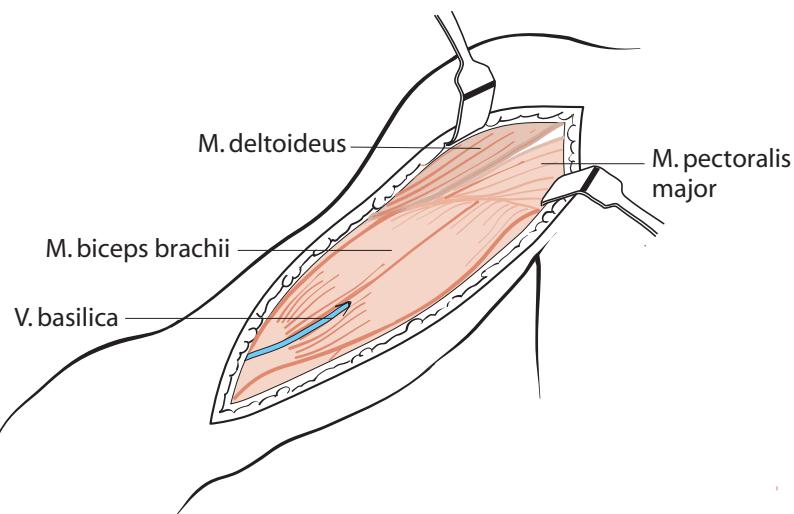


Abb. 9.9 Präparation des M. pectoralis major

Zur Erweiterung des Zugangs nach distal wird der Muskelbauch des M. biceps brachii nach medial gehalten und der M. brachialis unterhalb des M. biceps brachii dargestellt. Der M. brachialis wird nun nach distal im Faserverlauf gespalten und das Periost des Humerus dargestellt (Abb. 9.10).

Je nach benötigter Exposition des Humerus kann die Spaltung des Muskels nur im mittleren Bereich oder vom Ansatz aus kontinuierlich durchgeführt werden. Die Präparation des M. brachialis wird durch eine Flexion im Bereich des Ellenbogens erleichtert (Abb. 9.11)

#### **Cave**

Auf die Innervation des M. brachialis ist zu achten. Lateraler Anteil: N. radialis; medialer Anteil: N. musculocutaneus.  
Distal soll der N. cutaneus antebrachii lateralis geschont werden.

#### 9.2.5 Wundverschluss

Die Faszie des M. brachialis wird mit einer adaptierenden Naht verschlossen. Danach erfolgt – wenn notwendig – eine Refixation der Sehne des M. pectoralis. Die Faszie wird verschlossen, gefolgt von der Subkutannaht und dem Hautverschluss.

#### 9.2.6 Gefahren

- Verletzung der V. cephalica bei der Spaltung der Faszie
- Verletzung des N. radialis bei der Spaltung des M. brachialis und der Darstellung des Humerusschafts
- Verletzung des N. axillaris bei Kompression des M. deltoideus
- Verletzung der A. circumflexa humeri anterior bei Erweiterung des Zugangs nach proximal

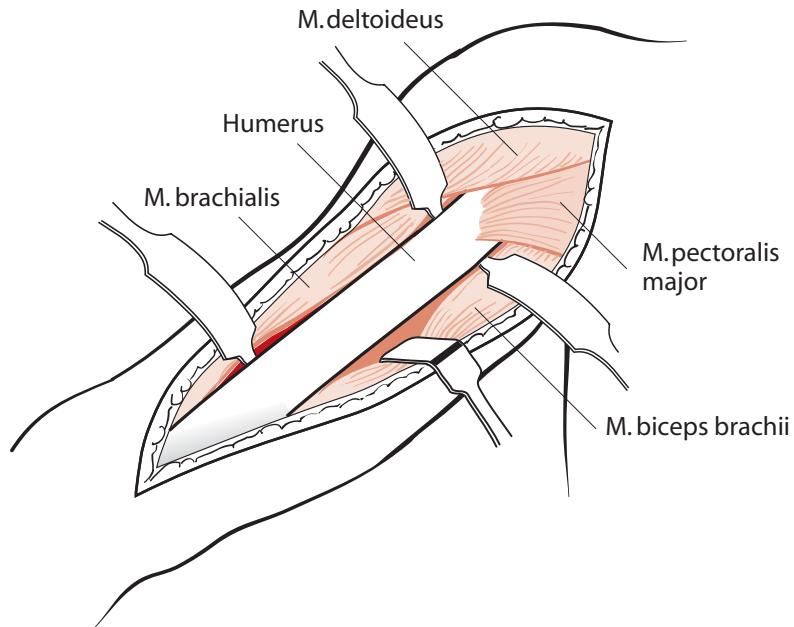


Abb. 9.10 Anteriore Darstellung des Humerus

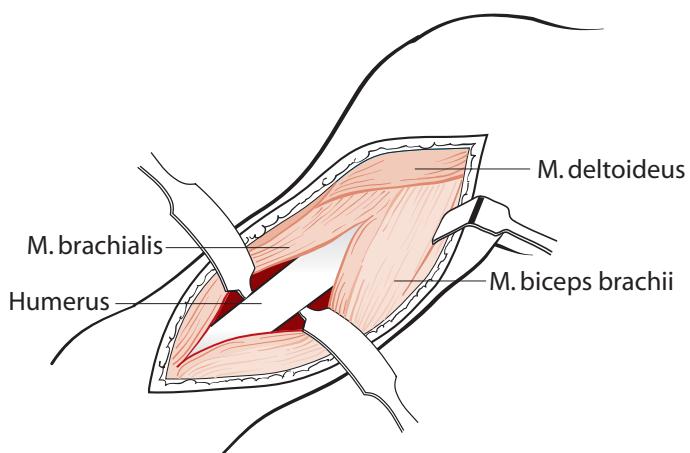


Abb. 9.11 Darstellung der ventralen Humerusfläche

## 9.3 Lateraler Zugang

### 9.3.1 Indikation

- Frakturen
- Tumoren
- Osteomyelitis
- Verletzung des N. radialis

### 9.3.2 Lagerung

In Rückenlage des Patienten erfolgt auf der zu operierenden Seite eine Unterpolsterung des Oberkörpers und des Arms. Der Arm wird dabei auf den Oberkörper des Patienten gelagert oder aber an den Körper angelegt (Abb. 9.12).

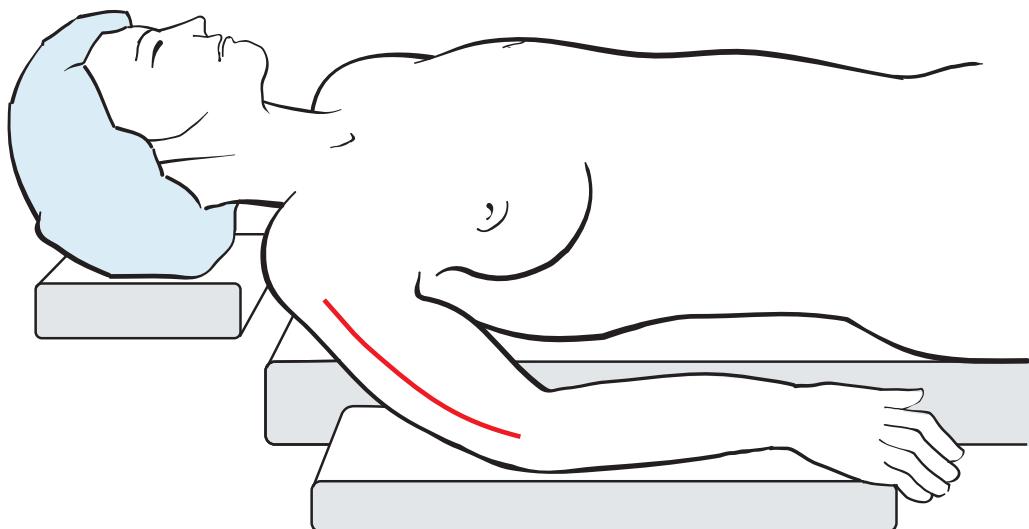


Abb. 9.12 Schnittführung beim lateralen Zugang zum Oberarm

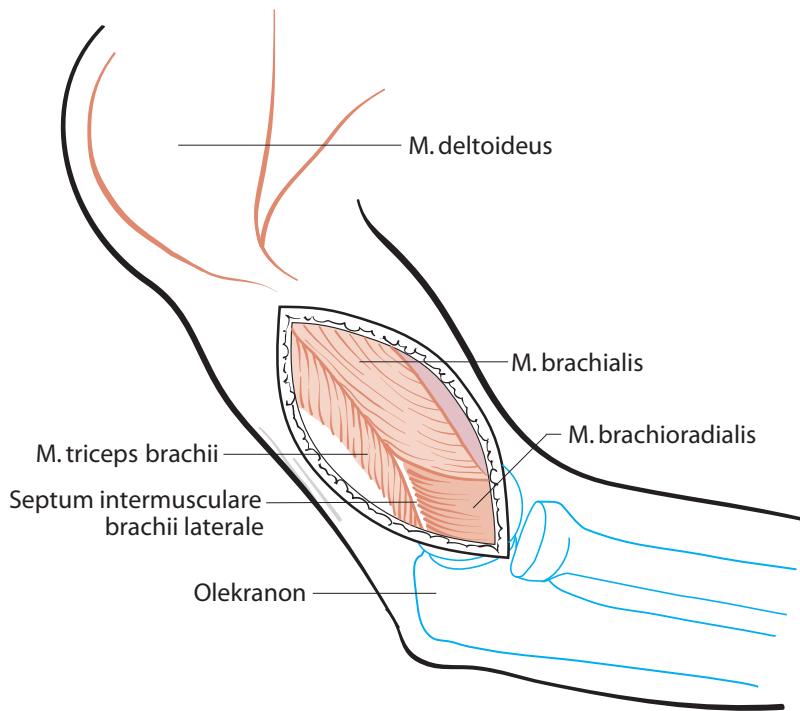


Abb. 9.13 Darstellung des lateralen Oberarms nach Eröffnung der Faszie

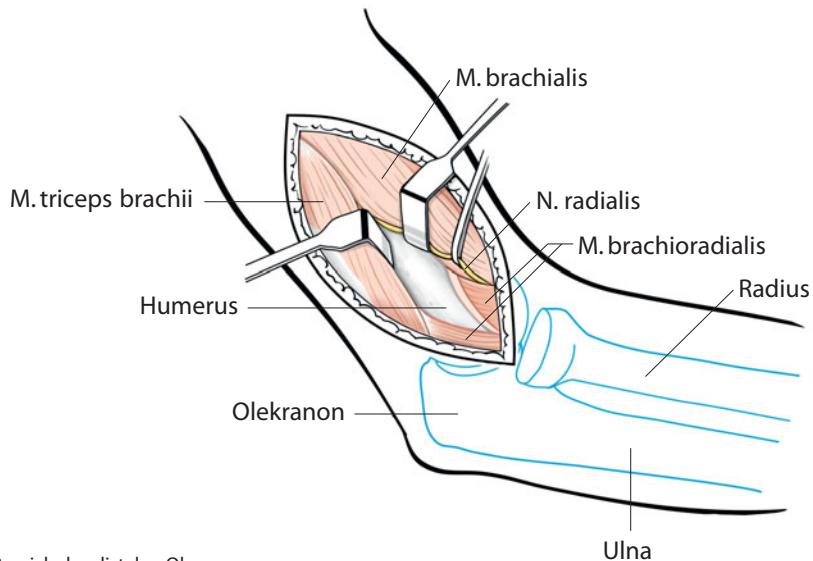


Abb. 9.14 N. radialis im Bereich des distalen Oberarms

### 9.3.3 Schnittführung

Der Hautschnitt beginnt am Ansatz des M. deltoideus und verläuft lateral nach distal zum Epicondylus humeri radialis.

### 9.3.4 Präparation

Nach Durchtrennung des Subkutangewebes wird die Oberarmfaszie dargestellt, und der M. triceps brachii, der M. brachialis

und der M. brachioradialis werden identifiziert. Die Faszie wird im Verlauf zwischen dem M. brachialis auf der einen Seite (ventral) und dem M. triceps sowie dem M. brachioradialis auf der anderen Seite (dorsal) gespalten (Abb. 9.13). Im distalen Bereich wird der N. radialis zwischen den Mm. brachialis und brachioradialis durch ein stumpfes Aufspreizen der Muskeln aufgesucht (Abb. 9.14), angeschlungen und vorsichtig nach dorsal gehalten (Abb. 9.15). Das Periost wird zwischen dem M. brachialis und dem M. brachioradialis (Septum intermusculare) dargestellt und scharf gespalten (Abb. 9.15). Bei einer Erweite-

## 9.3 · Lateraler Zugang

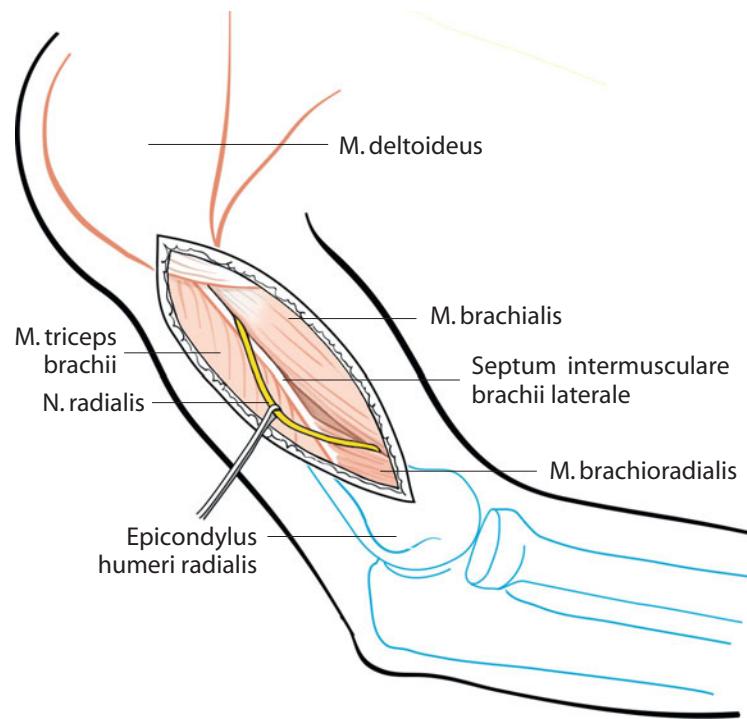


Abb. 9.15 Darstellung des N. radialis in Lagebeziehung zur Oberarmmuskulatur lateral

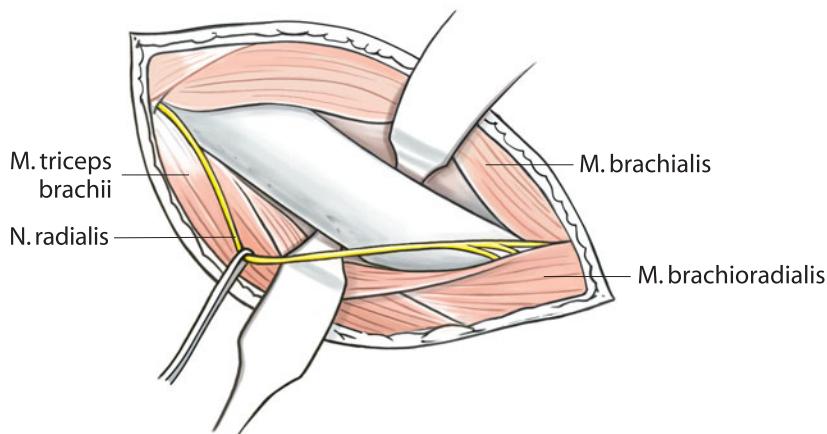


Abb. 9.16 Darstellung des lateralen Humerus

rung des Zugangs wird das Periost zwischen dem M. brachialis und dem M. triceps brachii dargestellt und scharf gespalten.

**Cave**

Proximal verläuft ein Ast des N. radialis in den M. brachialis, der geschont werden sollte.

Zur Schonung des N. radialis und der vereinfachten Präparation sollte der Arm im Ellenbogen leicht flektiert und supiniert werden. Beim Einsetzen der Retraktoren (dorsal) ist eine Druckausübung auf den N. radialis zu vermeiden (Abb. 9.16).

### 9.3.5 Wundverschluss

Die Mm. brachialis und brachioradialis werden im Bereich des Septum intermusculare adaptiert.

**Cave**

Der N. radialis sollte geschont werden!

Nachfolgend wird der Wundverschluss schichtweise vorgenommen.

### 9.3.6 Gefahren

- Schädigung des N. radialis beim operativen Zugang und durch falsche Platzierung der Retraktoren

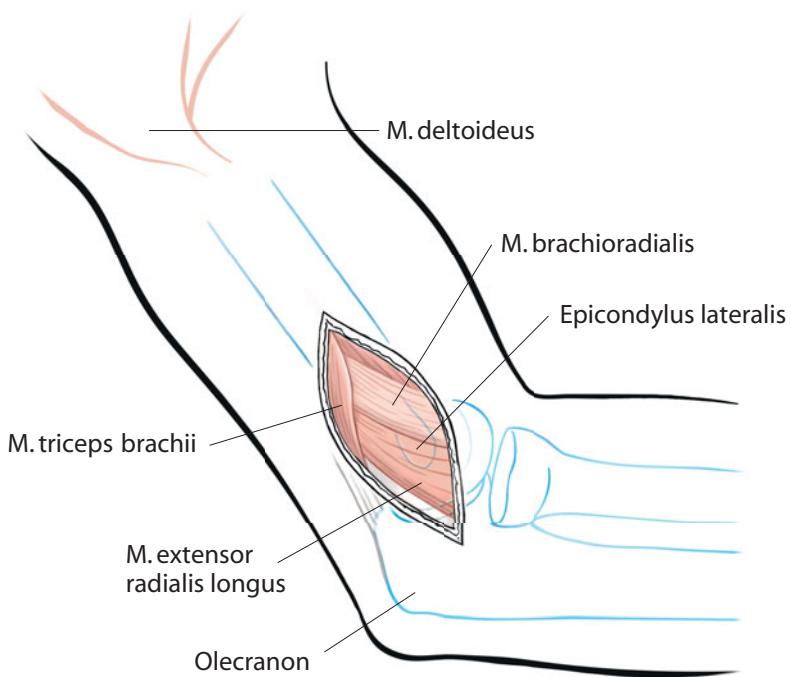


Abb. 9.17 Darstellung des dorsalen Randes des M. Brachialis und des ventralen Anteils des M. triceps brachii nach Eröffnen des Subkutangewebes

## 9.4 Distaler lateraler Zugang

### 9.4.1 Indikation

- Frakturen im Bereich des distalen Humerus
- Tumoren
- Osteomyelitis

### 9.4.2 Lagerung

In Rückenlage des Patienten erfolgt auf der zu operierenden Seite eine Unterpolsterung des Oberkörpers und des Arms. Der Oberarm wird dem Oberkörper des Patienten angelagert und der Unterarm bei 90° Flexion im Ellenbogen auf den Bauch des Patienten gelegt. Die Anlage einer Oberarmblutsperre ist möglich.

### 9.4.3 Schnittführung

Der Epicondylus humeri radialis wird palpirt und ggf. markiert. Der Hautschnitt erfolgt lateral vom Epicondylus humeri radialis beginnend ca. 5–10 cm nach proximal.

### 9.4.4 Präparation

Nach Durchtrennung des Subkutangewebes wird die Oberarmfaszie in gleichem Verlauf wie der Hautschnitt gespalten. Der dorsale Rand des M. brachialis und der ventrale Rand des M. triceps brachii werden identifiziert und dargestellt (Abb. 9.17). Die beiden Muskeln werden scharf gespalten und das darunterliegende Periost dargestellt. Der distale Humerus wird mit 2 Hohmann-Hebeln dargestellt (Abb. 9.18).

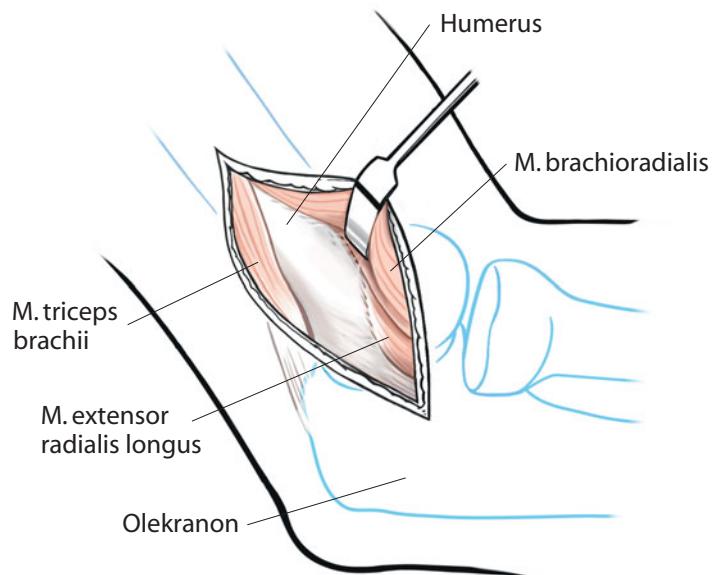
**9.4 · Distaler lateraler Zugang**

Abb. 9.18 Freiliegender distaler lateraler Humerus

**9.4.5 Wundverschluss**

Die Mm. brachialis und triceps brachii werden im Bereich des Septum intermusculare adaptiert. Nachfolgend wird der Wundverschluss schichtweise vorgenommen.

**9.4.6 Gefahren**

- Schädigung des N. radialis bei zu weit proximal durchgeführtem Zugang möglich

## 9.5 Anterolateraler Zugang

### 9.5.1 Indikation

- Frakturen
- Tumoren
- Osteomyelitis
- Distale Darstellung des N. radialis

### 9.5.2 Lagerung

In Rückenlage des Patienten erfolgt die Lagerung des Arms auf einem Armtisch unter  $60^\circ$  Abduktion. Die Anlage einer Oberarmblutsperre ist möglich.

### 9.5.3 Schnittführung

Der laterale Rand des M. biceps brachii wird palpiert und ggf. markiert. Der Hautschnitt beginnt ca. 15 cm proximal der Ellenbeuge am lateralen Rand des M. biceps brachii und wird entlang der lateralen Muskelbegrenzung nach distal bis zur Ellenbeuge geführt (Abb. 9.19).

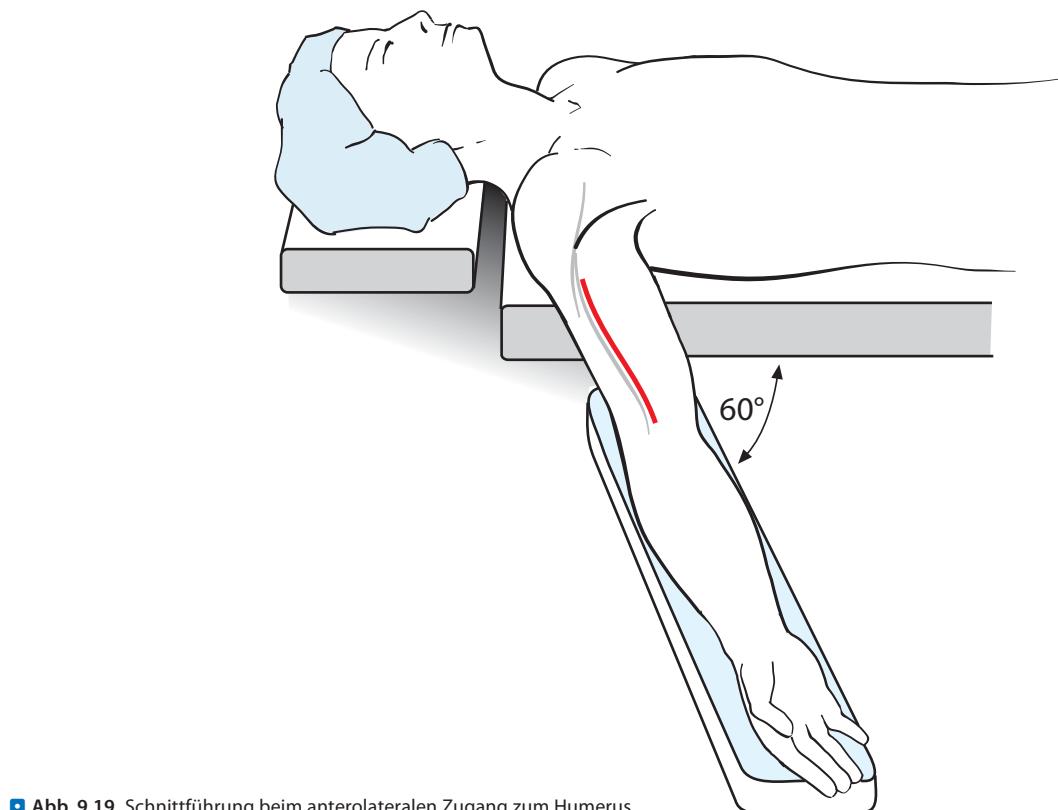


Abb. 9.19 Schnittführung beim anterolateralen Zugang zum Humerus

### 9.5.4 Präparation

Nach Durchtrennung des Subkutangewebes und Darstellung der Oberarmfaszie wird die Faszie in Verlauf des Hautschnitts gespalten (Abb. 9.20). Der laterale Rand des M. biceps brachii wird dargestellt und der Muskel stumpf nach medial präpariert und gehalten (Abb. 9.21).

Unterhalb des M. biceps brachii wird der M. brachialis sichtbar. Nach lateral wird der M. brachioradialis dargestellt. Es erfolgt eine stumpfe Trennung der Mm. brachialis und brachioradialis. Der N. radialis wird dabei zwischen den beiden Muskeln aufgesucht (Abb. 9.22). Der Nerv wird angeschlungen und vorsichtig nach lateral und ventral gehalten. Der M. biceps brachii und der M. brachialis werden nach medial und der M. brachioradialis nach lateral gehalten, der distale Humerus wird dargestellt. Das Periost wird scharf gespalten und je nach Notwendigkeit vorsichtig subperiostal abpräpariert. Der Humerus kann mit 2 Hohmann-Hebeln dargestellt werden (Abb. 9.23).

#### Cave

Lateral muss auf eine Schonung des N. radialis geachtet werden.

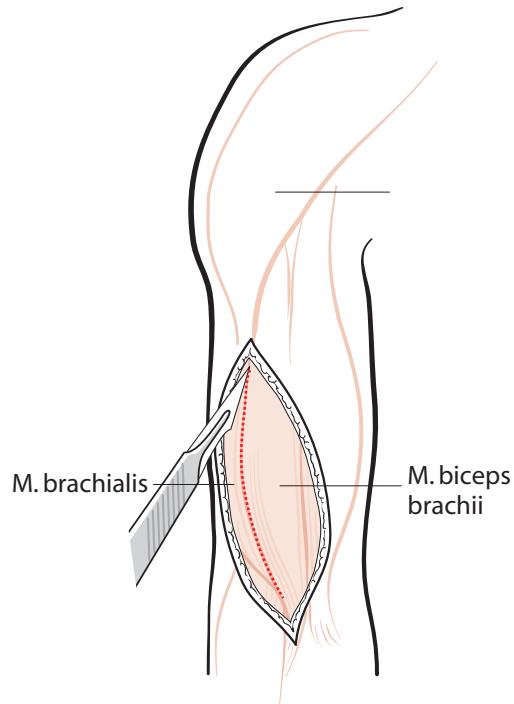


Abb. 9.20 Darstellung der Muskulatur nach Spaltung der Faszie

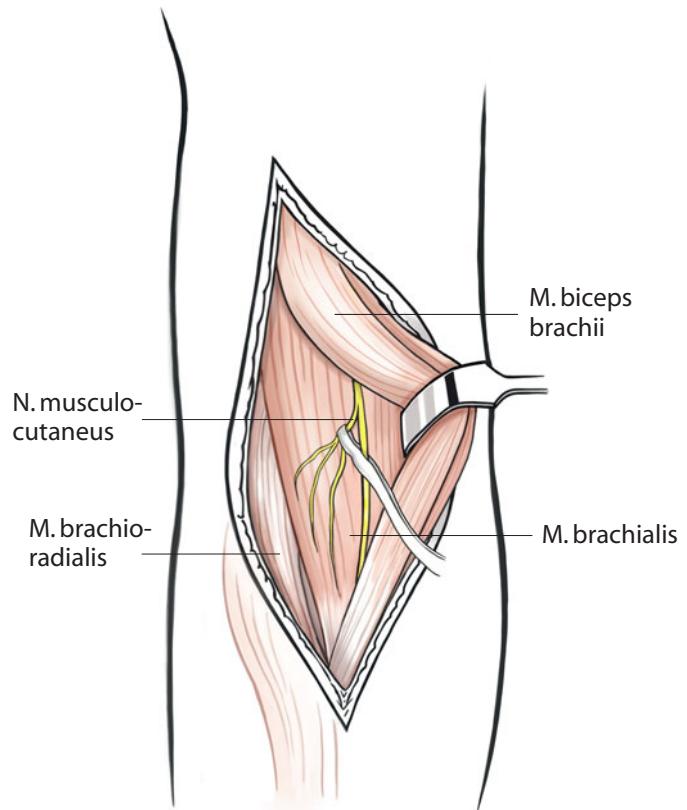


Abb. 9.21 M. biceps brachii, M. brachialis, M. brachioradialis, N. musculo-cutaneus

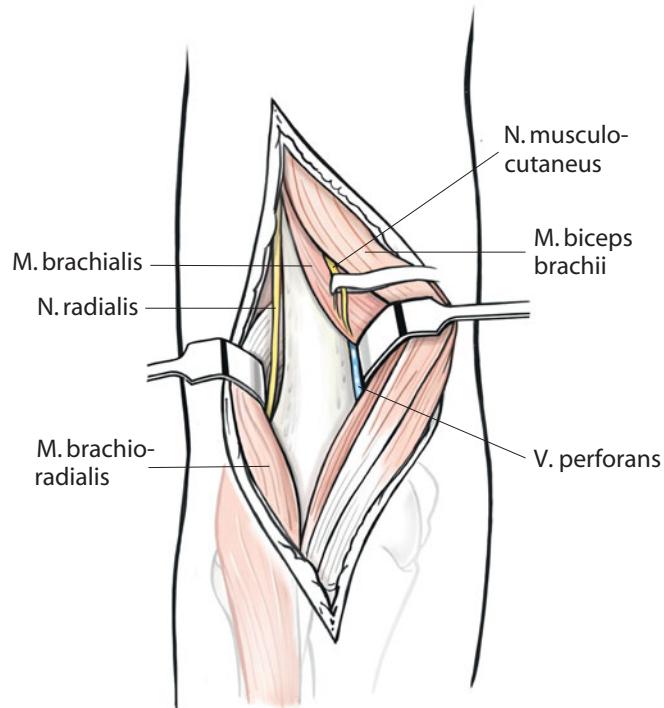


Abb. 9.22 Präparation des N. radialis

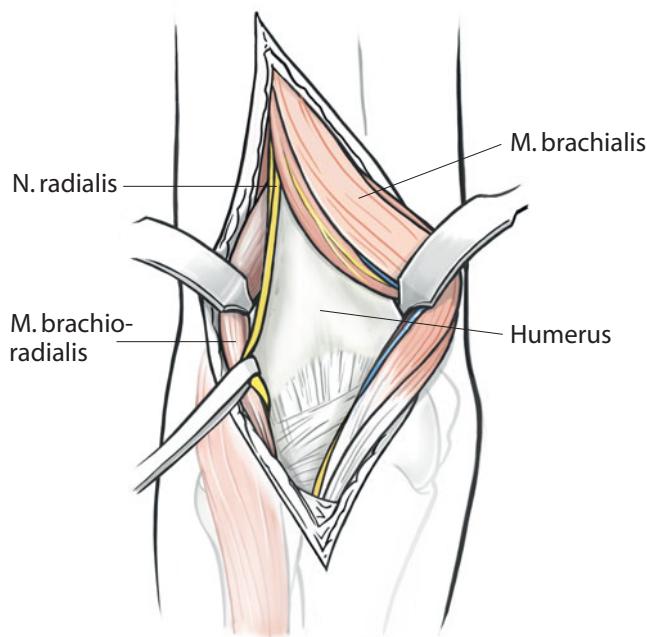


Abb. 9.23 Präparation und Darstellung des anterolateralen Humerus

### 9.5.5 Wundverschluss

Nach Rückverlagerung der Muskulatur und des N. radialis erfolgt ein schichtweiser Wundverschluss der Faszie, des Subkutangewebes und der Haut.

### 9.5.6 Gefahren

- Verletzung des N. radialis bei der Darstellung

## 9.6 Medialer Zugang

### 9.6.1 Indikation

- Frakturen
- Tumoren
- Osteomyelitis
- Verletzung des Gefäß-Nerven-Bündels

### 9.6.2 Lagerung

In Rückenlage des Patienten erfolgt die Auslagerung des Arms auf einem Armtisch unter Abduktion. Zur guten Übersicht und Darstellung des Operationsgebiets ist eine Abduktion von ca. 90° erforderlich. Eine weitere Abduktion sollte zur Vermeidung von Plexusschäden vermieden werden. Der Unterarm ist supiniert (Abb. 9.24).

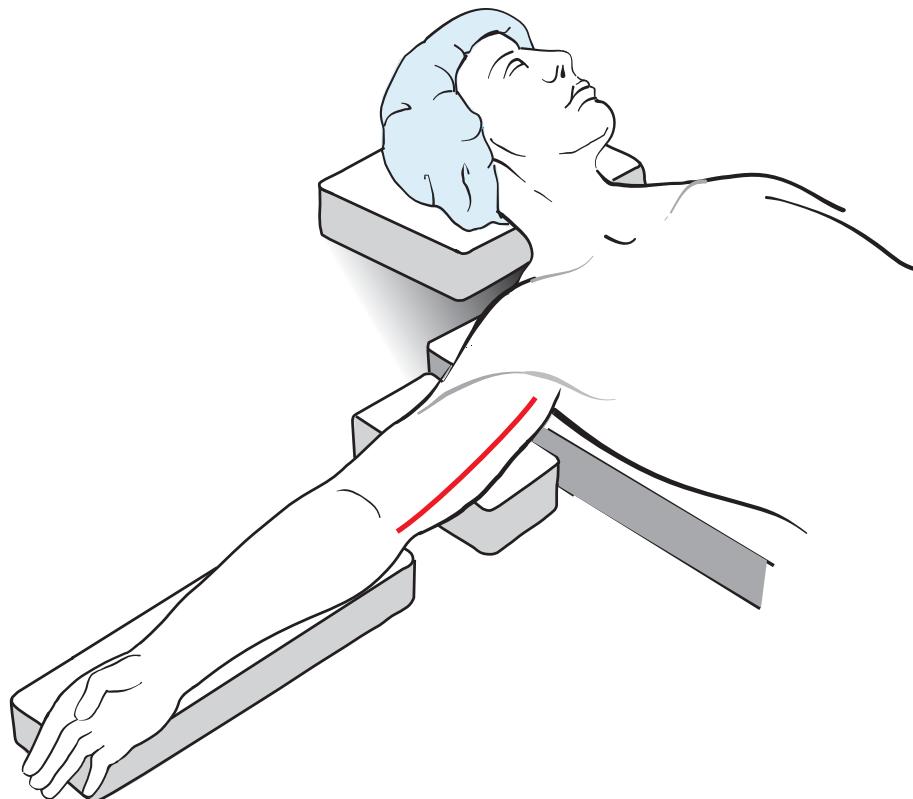


Abb. 9.24 Schnittführung beim medialen Zugang zum Humerus

### 9.6.3 Schnittführung

Der Hautschnitt beginnt proximal am Rand des M. deltoideus (vordere Axillarlinie) und verläuft am medialen Rand des M. biceps brachii nach distal. Der Schnitt kann bis in die Ellenbeuge geführt werden.

### 9.6.4 Präparation

Nach Durchtrennung des Subkutangewebes und Darstellung der Oberarmfaszie wird der mediale Rand des M. biceps brachii identifiziert. Dorsal davon liegt das Gefäß-Nerven-Bündel (Abb. 9.25). Es erfolgt die Spaltung der Oberarmfaszie, danach wird der M. biceps brachii und das Gefäß-Nerven-Bündel dargestellt. Im proximalen Drittel tritt der N. ulnaris aus dem gemeinsamen Gefäß-Nerven-Bündel aus und verläuft nach dorsal und distal am M. triceps brachii entlang. Der N. ulnaris wird aufgesucht und im mittleren Anteil des Oberarms vorsichtig dargestellt (Abb. 9.26). Das Septum intermusculare mediale zwischen dem M. brachialis und dem M. triceps brachii wird gespalten und der M. brachialis von medial dargestellt. Dazu ist die Ligatur von Ästen der V. brachialis notwendig.

Der mediale Zugang zum Humerus erfolgt nun durch Spaltung des Periosts zwischen dem M. brachialis und dem Septum intermusculare.

#### ! Cave

**Beim Einsetzen von Retraktoren muss eine übermäßige Spannung ventral zur Schonung des N. medianus und dorsal zur Schonung des N. ulnaris vermieden werden (Abb. 9.27).**

### 9.6.5 Wundverschluss

Nach Readaption des M. brachialis an das Septum intermusculare und Rückverlängerung des N. ulnaris erfolgt ein schichtweiser Wundverschluss der Faszie, des Subkutangewebes und der Haut.

### 9.6.6 Gefahren

- Verletzung des N. ulnaris bei der Präparation und der dorsalen Darstellung des Humerusschafts

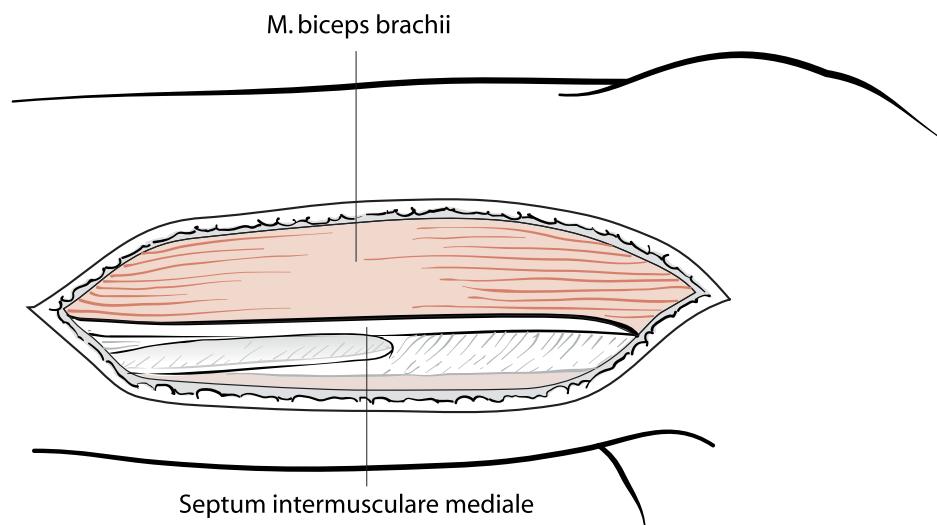


Abb. 9.25 M. biceps brachii und Septum intermusculare mediale

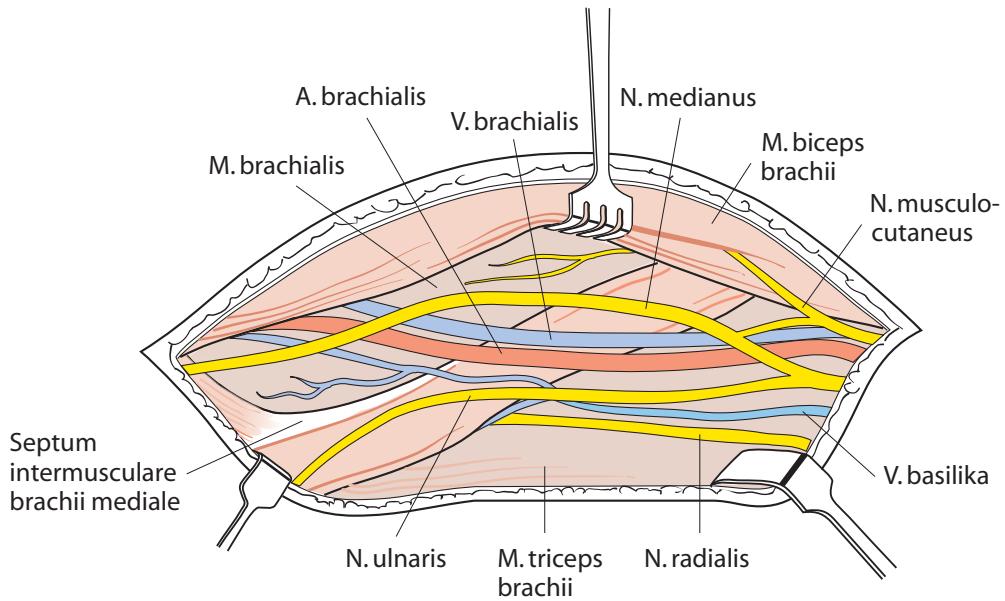


Abb. 9.26 M. biceps brachii, Gefäß-Nerven-Bündel, N. ulnaris

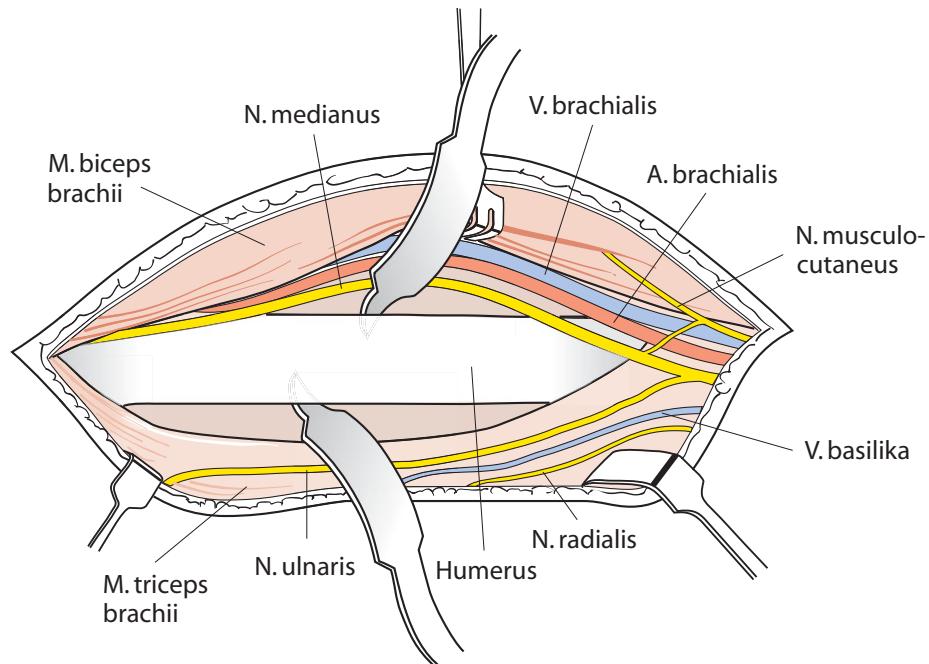


Abb. 9.27 Darstellung des Humerus von medial

# Ellenbogengelenk

V. Quack

## 10.1 Einleitung – 216

## 10.2 Arthroskopische Zugänge zum Ellenbogengelenk – 216

- 10.2.1 Indikation – 217
- 10.2.2 Lagerung – 217
- 10.2.3 Schnittführung – 217
- 10.2.4 Posteriore Zugänge – 218
- 10.2.5 Anteriore Zugänge – 219
- 10.2.6 Gefahren – 219

## 10.3 Offene Zugänge zum Ellenbogengelenk – 220

- 10.3.1 Hinterer Zugang mit V-förmiger Trizepssehnenspaltung – 220
- 10.3.2 Hinterer Zugang mit gerader Spaltung des M. triceps – 225
- 10.3.3 Hinterer Zugang mit Schonung des M. triceps – 227
- 10.3.4 Hinterer Zugang mit Olekranonosteotomie – 228
- 10.3.5 Gefahren des hinteren Zugangs – 228
- 10.3.6 Lateraler Zugang – 230
- 10.3.7 Posterolateraler Zugang – 236
- 10.3.8 Medialer Zugang – 237
- 10.3.9 Anteriorer Zugang – 241

## 10.1 Einleitung

Das Ellenbogengelenk ist ein Gelenk, das aus 3 funktionellen Teilen besteht, die von einer gemeinsamen Kapsel umschlossen werden. Lateral artikuliert das Capitulum humeri mit dem Caput radii, medial die Trochlea humeri mit der Incisura trochlearis ulnae. Zusätzlich besteht eine Artikulation zwischen Caput radii und Incisura radialis ulnae. In der Reihenfolge besteht der Ellenbogen funktionell somit aus einem Scharnier-, einem Kugel- und einem Drehgelenk. Es wird von starken Seitenbändern stabilisiert. Medial erfolgt dies durch das Ligamentum collaterale ulnare und lateral durch das Ligamentum collaterale radiale. Zusätzlich fördern der Processus coronoideus und die Fossa olecrani die Stabilität des Gelenks. Die wichtigsten neurovaskulären Strukturen laufen anterior und posterior des Gelenks. Anterior liegen als wichtige Strukturen im lateralen Bereich der Nervus radialis, medial der Nervus medianus und die Arteria brachialis. Letztere teilt sich auf Gelenkhöhe in die Arteria radialis und die Arteria ulnaris. Posterior liegt der Nervus ulnaris als wichtigste zu nennende neurovaskuläre Struktur. Des Weiteren werden wichtige Nervenäste benannt, die je nach Zugang dargestellt und geschont werden sollten.

Zugänge am Ellenbogengelenk werden anhand ihrer Lage klassifiziert. In diesem Kapitel werden der hintere mit seinen wichtigsten Varianten, der mediale, der laterale und der vordere Zugang beschrieben. Der hintere Zugang ermöglicht einen die beste Übersicht und sollte bei größeren Operationen bevorzugt gewählt werden. Aufgrund der Lage der neurovaskulären Struk-

turen sind der mediale und der laterale Zugang als sicherer anzusehen. Als Nachteil bieten sie im Vergleich zum posterioren und anterioren Zugang nur einen eingeschränkten Blick in das Gelenk und können deswegen nur bei bestimmten Indikationen angewandt werden. Aufgrund der dichten Lage der neurovaskulären Strukturen im Vergleich zu anderen Gelenken werden in diesem Kapitel auch kurz die wichtigsten arthroskopischen Zugangswege erläutert.

## 10.2 Arthroskopische Zugänge zum Ellenbogengelenk

Die Arthroskopie des Ellenbogengelenks wird immer häufiger angewandt. Jedoch ist wegen der Nähe der neurovaskulären Strukturen dabei besondere Vorsicht angebracht. Auf der ulnaren Gelenkseite hat der N. ulnaris im posteromedialen Bereich Kontakt zur Gelenkkapsel, auf der anterioren Seite der N. medianus und anterolateral der N. radialis (Abb. 10.1). Als Leitstrukturen dienen dem N. medianus tief im Inneren der Musculus brachialis und der Musculus pronator teres, der N. radialis liegt zwischen den Mm. brachialis und brachioradialis.

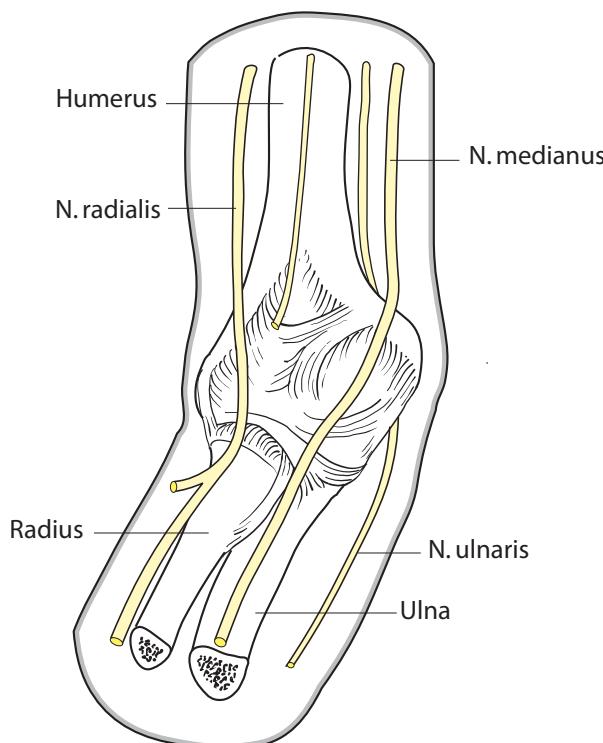


Abb. 10.1 Ellenbogengelenk von vorne. Hier sind die engen Beziehungen zwischen dem N. radialis und dem N. medianus dargestellt

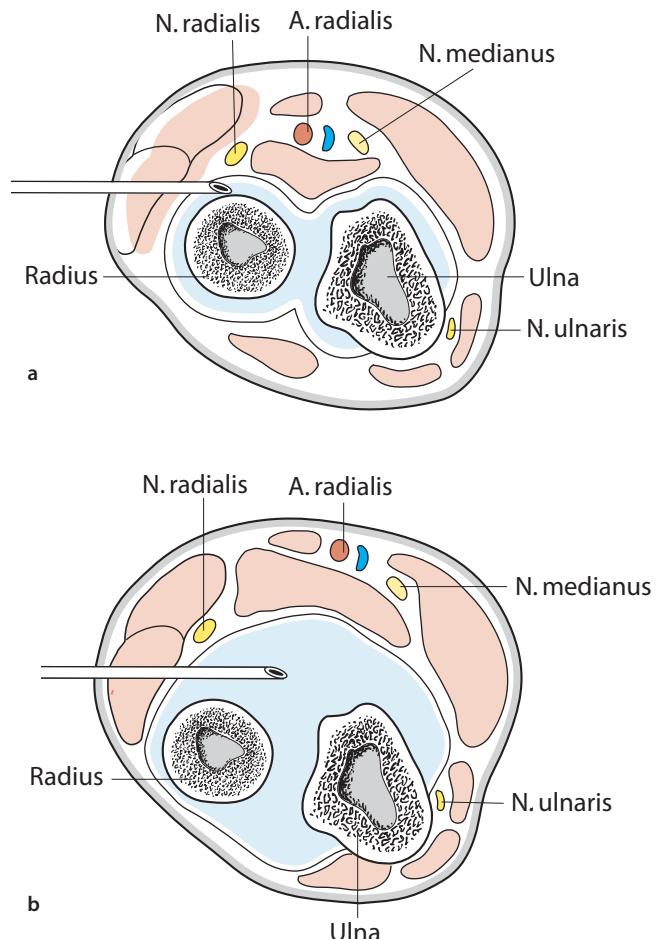


Abb. 10.2 Ellenbogengelenk vor (a) und nach Auffüllung (b) mit einer sterilen Lösung. Deutlich zu sehen ist der vermehrte Platz zur sicheren Platzierung des Arthroskops

- Durch Auffüllen des Gelenks mit 30–40 ml steriler Kochsalzlösung und die somit erwirkte Vergrößerung des Gelenkinnenraumes können die für die Arthroskopie erforderlichen Sicherheitsabstände erreicht werden (Abb. 10.2).

Zur Sicherheit sollte vor allem bei den anterioren Zugängen nur die Hautinzidiert und danach weiter mit dem Trokar das Gelenk stumpf eröffnet werden. Bei einigen Zugängen kann auch ein Wechselstabsystem eingesetzt werden. Alle Zugänge sollten im 90° flektierten Ellenbogengelenk angelegt werden. Es werden 3 hintere und 4 vordere Zugänge beschrieben. Die hinteren sind weitaus sicherer – bezogen auf die neurovaskulären Strukturen. Je nach vorhandener Pathologie muss der jeweilige Zugang mit Bedacht ausgewählt werden.

### 10.2.1 Indikation

- Diagnostische Arthroskopie
- Entfernung freier Gelenkkörper
- Osteophytenabtragung
- Therapie Osteochondrosis dissecans
- Débridement
- Arthrolyse

### 10.2.2 Lagerung

Der Patient wird auf der Seite oder dem Bauch gelagert. Der Oberarm wird auf einer gepolsterten Stütze im Ellenbogengelenk angebracht, sodass eine Flexion von 90° intraoperativ möglich ist. Eine pneumatische Blutdruckmanschette wird weit proximal um den Oberarm angelegt. Es erfolgt die Desinfektion in gewohnter Art und Weise. Es wird mit sterilen Tüchern frei beweglich abgedeckt. Dafür bieten sich spezielle Lochtücher an, die über den steril abgewaschenen Arm gezogen werden können (Abb. 10.3).

### 10.2.3 Schnittführung

Die wichtigsten Landmarken werden eingezzeichnet. Von hier können die einzelnen Portale aufgefunden werden.

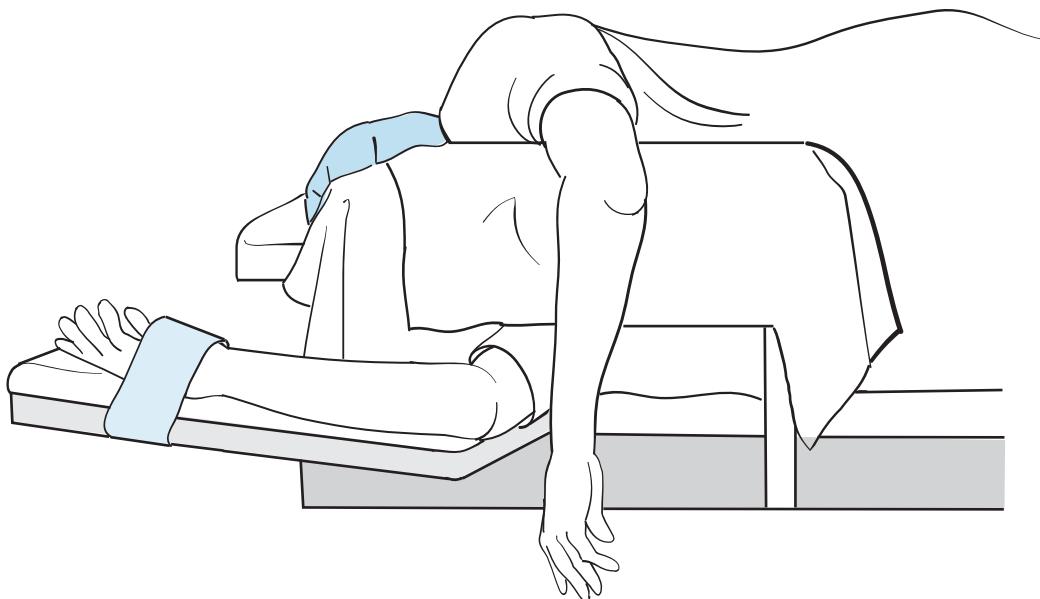


Abb. 10.3 Patient in Seitenlage. Der Oberarm ist auf einer Stütze positioniert und der Unterarm hängt in 90° Flexion herab

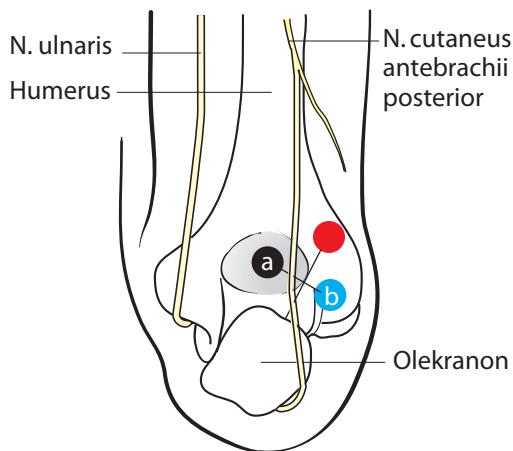


Abb. 10.4 Die posterioren Zugänge. Die Halbierende der Verbindungsline zwischen mittlateralem (a) und posteriorem (b) führt zum posterolateralem Zugang (rot)

## 10.2.4 Posteriore Zugänge

➤ Die posterioren Portale sind im Allgemeinen sicherer als die anterioren, da der Sicherheitsabstand zu den neurovaskulären Strukturen größer ist.

### ■ Posteriorer mittlateraler Zugang

Dieser Zugang wird meist zuerst angelegt. Dafür muss der Softspot gefunden werden, der im Dreieck zwischen Radiusköpfchen, Epicondylus lateralis und Processus olecrani liegt. Nun wird unter Perforation des M. anconeus in das Gelenk eingegangen. Über dieses Portal wird meistens das Gelenk – nachdem der Zugang gelegt wurde – mit Kochsalzlösung aufgefüllt.

### ■ Posteriorer Zugang

Hier liegt der Eintrittspunkt 1–3 cm zentral oberhalb der Olekranonspitze. Dieser Zugang erfolgt transtendinös durch die Trizepsehne. Ein distaler Eingehen ermöglicht die Darstellung des hinteren capituloradialen Gelenkanteils.

### ■ Posterolateraler Zugang

Der Eintrittspunkt liegt in 1–2 cm Entfernung von der Olekranonspitze auf der Halbierenden der Verbindungsgeraden des posterioren und mittleralen Zugangs. Es können von hier nach proximal das Olekranon und die Fossa betrachtet werden. Beim Schwenken nach distal lässt sich das Capitulum, das radioulnare Gelenk und der dorsale Anteil des Radiusköpfchens darstellen (Abb. 10.4; Abb. 10.5).

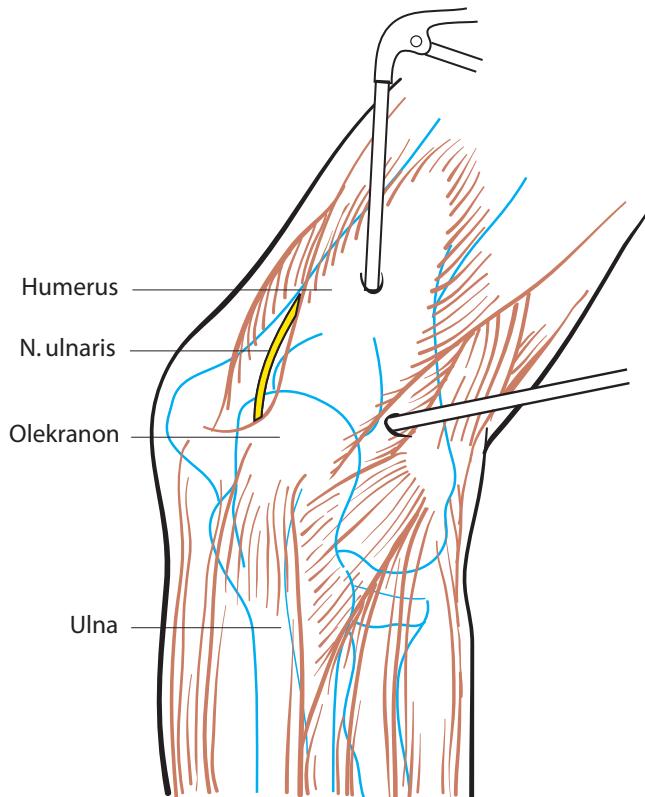


Abb. 10.5 Ansicht von posterior. Das Arthroskop befindet sich im posterolateralen und eine Fasszange im posterioren Zugang

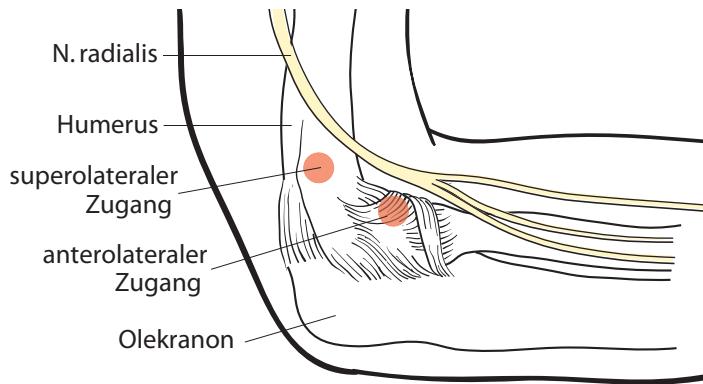


Abb. 10.6 Darstellung des anterolateralen und des superolateralen Zugangs mit Beziehung zum N. radialis

## 10.2.5 Anteriore Zugänge

### Cave

Bei den anterioren Zugängen sind v. a. Hautnervenäste gefährdet. Vereinzelt wird auch von Läsionen der Hauptnerven berichtet.

### Anterolateraler Zugang

Es gibt verschiedene Beschreibungen dieses Zugangs. Der für den N. radialis sicherste auffindbare Spot liegt 1,5 cm distal und anterior des Epicondylus lateralis. Es erfolgt nun der Zugang im Bereich des Radiusköpfchens und des ventralen Anteils des Capitulum. Durch diesen Zugang lässt sich der radiale Gelenkan teil gut darstellen.

### Superolateraler Zugang

Dieser Zugang hat einen etwas größeren Abstand zum N. radialis und wird als sicherer angesehen. Er befindet sich ca. 1–2 cm oberhalb des Epicondylus lateralis. Nach der Hautinzision muss der Trokar stumpf Richtung Gelenzkzentrum eingeführt werden (Abb. 10.6).

### Anteromedialer Zugang

Bei diesem Zugang ist besonders der N. cutaneus antebrachii medialis gefährdet. Er wird 2 cm distal und anterior des Epicondylus medialis angelegt. Relative Nähe besteht auch zum N. medianus und zur A. brachialis. Das Gelenk sollte bei diesem Zugang schon prall mit steriler Kochsalzlösung gefüllt sein, um den Sicherheitsabstand zu den neurovaskulären Strukturen zu vergrößern (Abb. 10.2). Der Zugang verläuft durch den M. flexor carpi radialis, den M. flexor digitorum superficialis und anteilmäßig noch durch den M. pronator teres. Über ein Wechselstab system kann dieses Portal aber auch von anterolateral angelegt werden (Abb. 10.7).

### A. brachialis

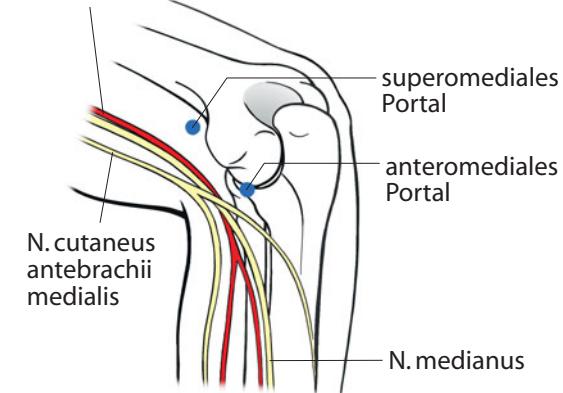


Abb. 10.7 Darstellung des anteromedialen und des superomedialen Portals und Lage zu den neurovaskulären Strukturen

### Superomedialer Zugang

Die Eintrittsstelle befindet sich ca. 2 cm oberhalb des Epicondylus medialis und direkt anterior des Septum intermusculare mediale. Hier kann das ventrale mediale Kompartiment gut dargestellt werden.

## 10.2.6 Gefahren

Beim Anlegen der medialen Portale ist der N. cutaneus antebrachii medialis gefährdet. Zusätzlich besteht eine Nähe zum N. medianus und zur A. brachialis. Lateral sind der N. radialis und sein Hauptast, der N. cutaneus antebrachii lateralis, zu schonen.

## 10.3 Offene Zugänge zum Ellenbogengelenk

### 10.3.1 Hinterer Zugang mit V-förmiger Trizepssehnenspaltung

#### Indikation

- Radiusköpfchenfrakturen
- Proximale Ulnafrakturen
- Distale posttraumatische Fehlstellungen des Humerus
- Distale Frakturen des Humerus mit Gelenkbeteiligung sowie Frakturen des Olekranons
- Ellenbogenluxation
- Synovektomie
- Endoprothetik
- Arthrodese

#### Lagerung

Bei der Lagerung des Patienten gibt es verschiedene Varianten. Bei den am häufigsten angewandten Lagerungen liegt der Patient auf dem Bauch oder auf der Seite. Der Arm wird auf einen kurzen Armtisch ausgelagert, sodass sich das Ellenbogengelenk in 90° Flexion bei herabhängendem Unterarm befindet (Abb. 10.8). Die Brust und das Becken müssen gut gepolstert werden. Das Abdomen sollte bei der Atmung frei beweglich sein. Liegt der Patient auf dem Rücken, muss der Arm supiniert und gebeugt auf einem kurzen Armtisch gelagert werden. Als Variante in Rückenlage kann der Arm in gebeugter Stellung auch auf dem Bauch des Patienten platziert werden. In Seitenlage stützt ein Lagerungskissen den Brustkorb des Patienten ab, und der Oberarm wird auf einer gut gepolsterten Armlehne positioniert.

Je nach Operation ist die Anlage einer Oberarmblutdruckmanschette zu überlegen. Dabei ist darauf zu achten, dass diese weit genug proximal angebracht wird, um Einschränkungen beim Zugang zu vermeiden. Es erfolgt die Desinfektion in gewohnter Art und Weise. Es wird mit sterilen Tüchern frei beweglich abgedeckt. Dafür bieten sich spezielle Lochtücher an, die über den steril abgewaschenen Arm gezogen werden können.

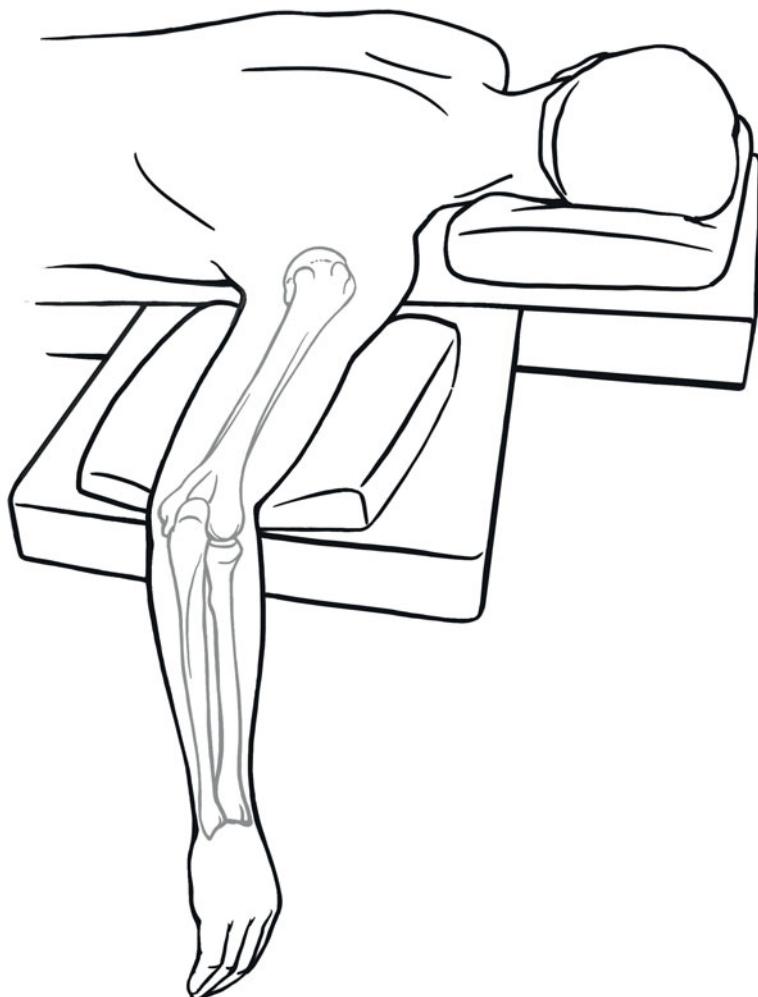


Abb. 10.8 Patient in Bauchlagerung. Der Unterarm ist flektiert und ausgelagert

## Schnittführung

Als palpatorische Landmarken bieten sich die Trizepssehne, das Olekranon und die Ulna an. Es erfolgt nun ein leicht geschwungener Hautschnitt, der 7–10 cm oberhalb des Olekranons beginnt, das Olekranon radial umfährt und 7–10 cm unterhalb der Olekranonspitze, an der hinteren Ulnakante entlang, endet. (Abb. 10.9).

## Präparation

Es erfolgt nun als Erstes die Darstellung des N. ulnaris. Der Nerv wird von der A. collateralis ulnaris begleitet. Er ist im Sulcus zwischen Epicondylus medialis und Olekranon gut auffindbar. Nach distal verläuft er zwischen dem Caput humerale und dem Caput ulnare des M. flexor carpi ulnaris. Der ulnarseitige Haut-Subkutis-Lappen wird hierzu vorsichtig bis zum Sulcus N. ulnaris abpräpariert. Am Sulcus angekommen, wird die dort gelegene Faszie vorsichtig mit der Schere gespalten und der Nerv anschlungen (Abb. 10.10).

### Cave

**Das Anschlingen des N. ulnaris sollte hauptsächlich der Visualisierung dienen. Keinesfalls sollte durch starkes Ziehen der Nerv gedehnt und hierdurch verletzt werden.**

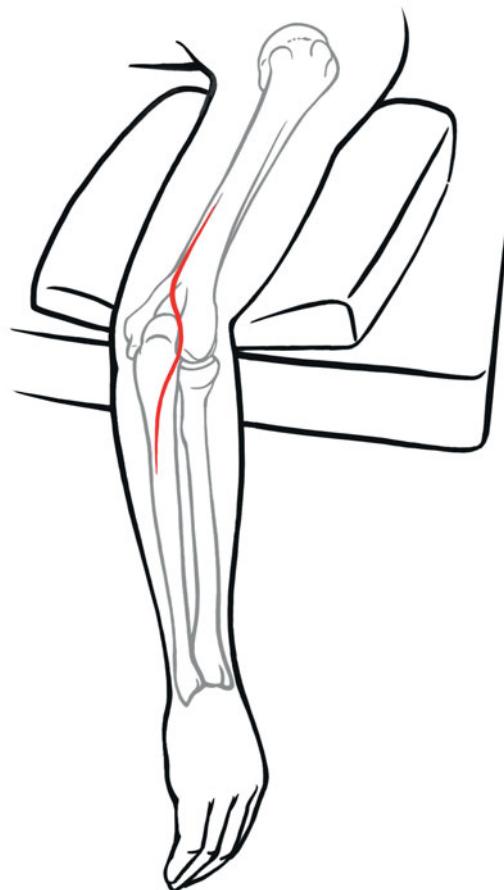


Abb. 10.9 Schnittführung des hinteren Zugangs zum Ellenbogengelenk mit radikaler Umfahrung des Olekranons

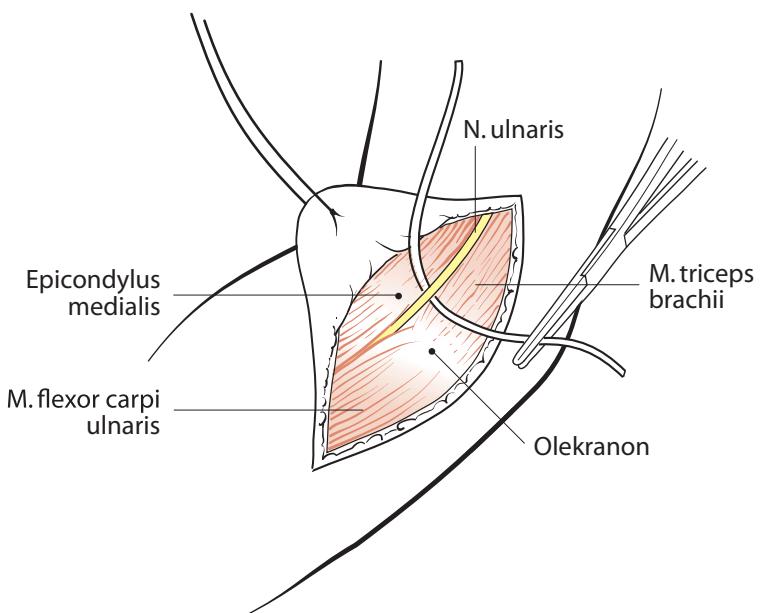


Abb. 10.10 Nach vorsichtigem Abpräparieren des Haut-Subkutis-Lappens lässt sich der N. ulnaris gut darstellen und anschlingen

Nun erfolgt eine V-förmige, als Alternative eine zungenförmige Inzision der Trizepssehne, wobei die Spitze 8–10 cm proximal der Olekranonspitze und die Basis auf Höhe des Gelenkspalts gelegen sind. Der Eintritt des Muskelasts des N. radialis, der den M. triceps versorgt, ist weiter proximal gelegen und somit bei diesem Zugang nicht gefährdet. Das Muskel-Sehnen-Bündel wird vorsichtig nach distal abpräpariert (Abb. 10.11). Es sollten ca. 2 cm des Olekranons zu sehen sein. Das Muskel- Sehnen-Bündel sollte mit einem Haltefaden nach distal geführt werden. Die hintere Kapsel wird nun durch eine H-förmige oder mediane Inzision eröffnet (Abb. 10.12). Die Kapsel kann jetzt nach proximal bzw. distal abpräpariert und in die jeweilige Richtung beiseite gehalten werden. Nun wird die Trochlea humeri und der intraartikuläre Anteil des Olekranons sichtbar (Abb. 10.13). Bei Verletzungen, die eine Darstellung des Humeroradialgelenks und der oberen Ulna erfordern, muss noch der M. anconeus von der Ulna abgelöst und nach lateral gehalten werden. Nun kann

auch hier die Gelenkkapsel abgelöst und das Radiusköpfchen mit dem Lig. annulare radii und die Trochlea humeri gut dargestellt werden. Um eine freie Sicht auf den proximalen Radius zu bekommen, lohnt es sich, bei Bedarf das Ligamentum anulare radii zusätzlich in Pronationsstellung des Unterarms zu inzidieren, mit Haltefäden anzuschlingen und den M. supinator ulnarseits abzutrennen. Danach kann er vorsichtig nach lateral weggehalten werden (Abb. 10.14). Es muss hierbei auf den profunden Ast des N. radialis geachtet werden, der den M. supinator perforiert und in ihm weiterverläuft.

#### ! Cave

**Eine Erweiterung des Zugangs nach proximal ist nur im unteren Humerusdrittel möglich, da weiter proximal der N. radialis gefährdet ist. Bei Bedarf kann durch Verlängerung der Schnittführung entlang der Ulna problemlos eine Erweiterung nach distal erfolgen.**

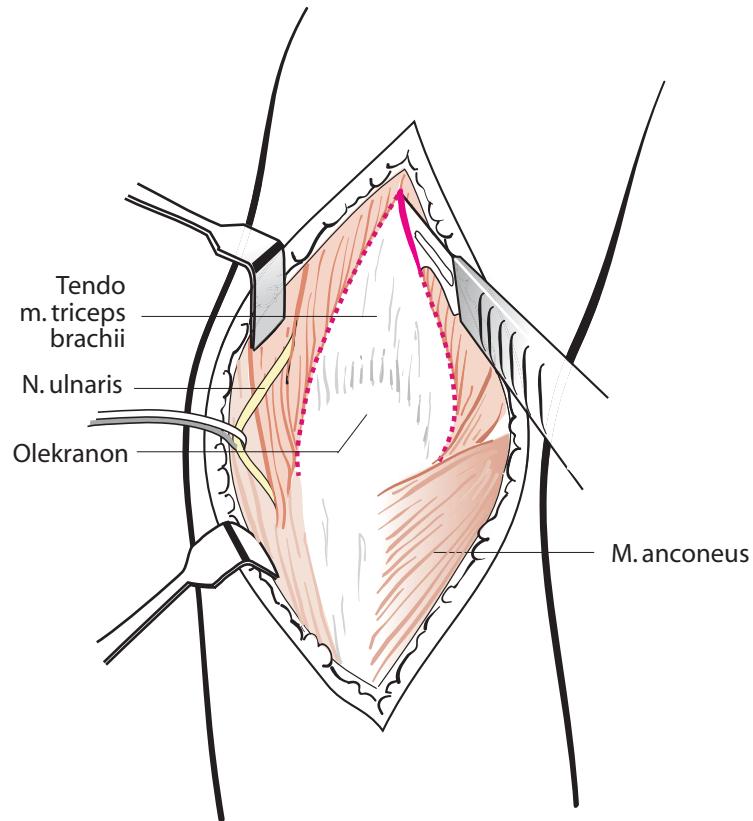


Abb. 10.11 V-förmige Inzision der Trizepssehne mit der Basis auf Höhe des Gelenkspalts

## 10.3 · Offene Zugänge zum Ellenbogengelenk

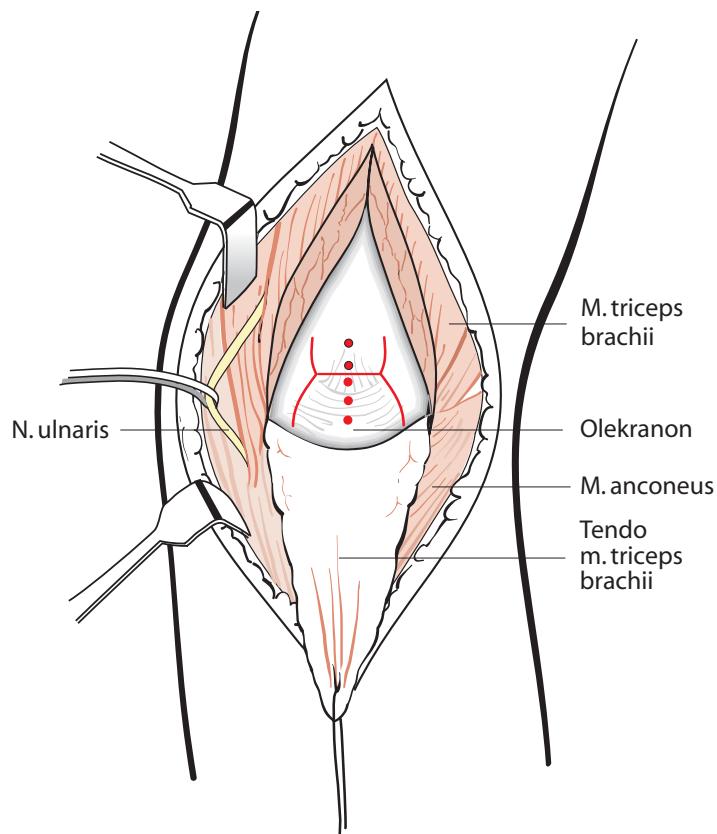


Abb. 10.12 Darstellung der hinteren Kapsel. H-förmige (durchgezogene) oder gerade (Punkte) Kapseleröffnung

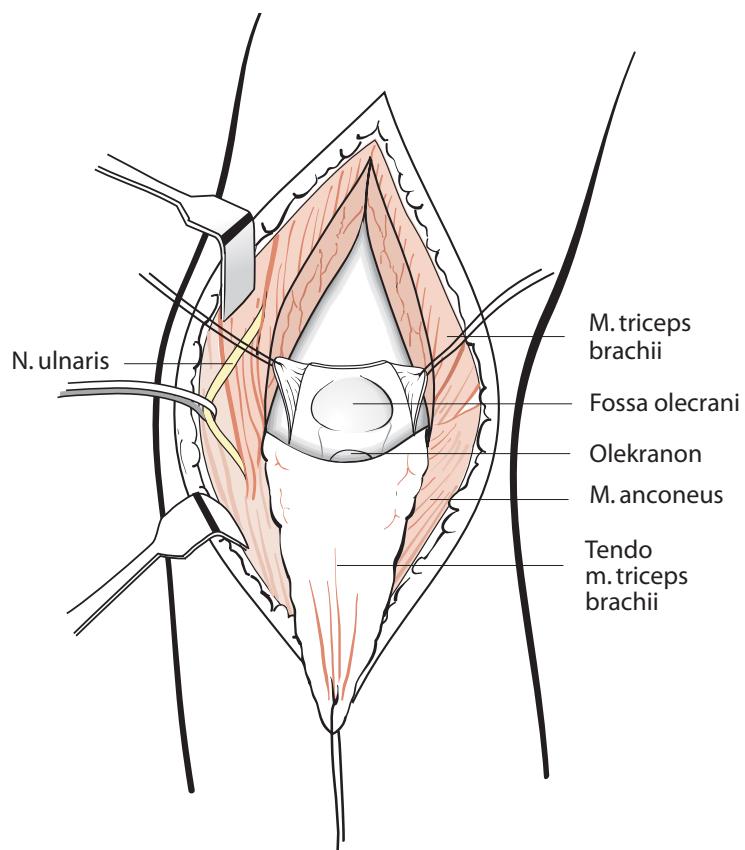
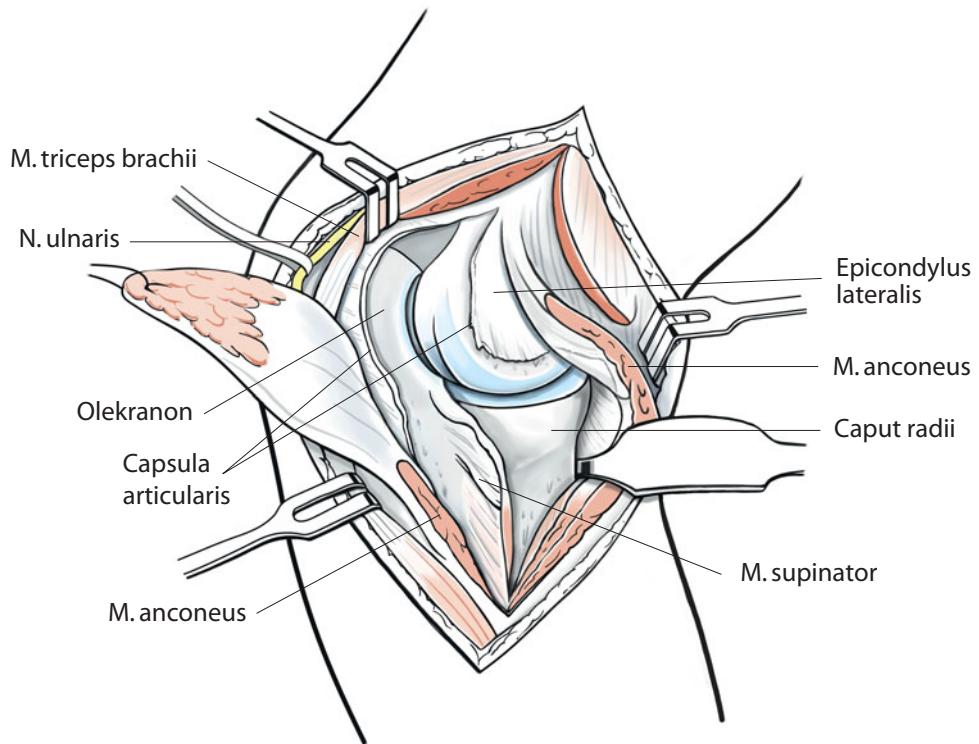


Abb. 10.13 Guter Einblick in die proximalen, posterioren Gelenkanteile. Oberhalb des Olekranons lässt sich die Fossa olecrani erkennen



10

Abb. 10.14 Das Ablösen des M. anconeus und des M. supinator und die Inzision des Lig. anulare radii ermöglichen die Freilegung des proximalen Radius und des Capitulum humeri

### 10.3.2 Hinterer Zugang mit gerader Spaltung des M. triceps

Von der Lagerung über die Hautinzision bis zur Abpräparation des Haut-Subkutis-Lappens und zum Anschlingen des N. ulnaris erfolgt das gleiche Vorgehen wie beim V-förmigen hinteren Zugang (Abb. 10.8; Abb. 10.9; Abb. 10.10). Nun wird der M. triceps, beginnend 8–10 cm oberhalb der Olekranonspitze, nach distal gespalten, entweder zentral über das Olekranon oder mit radialseitiger Umfahrung (Abb. 10.15). Zur besseren Darstellung des Gelenks wird wiederum der M. anconeus

ulnarseitig abgelöst. Die Strukturen werden nach lateral bzw. medial weggehalten (Abb. 10.16). Nun wird die Gelenkkapsel entweder mit einem zentralen Längsschnitt oder einer ankerförmigen Inzision eröffnet, hiernach besteht eine gute Übersicht über das Ellenbogengelenk. Bei Bedarf wird die Darstellung noch verbessert, indem die Trizepsmuskulatur entlang des Humerus und die Unterarmmuskulatur entlang der Ulna subperiostal abgelöst werden. Medialseitig sind dies der Flexor carpi ulnaris und lateralseitig der M. supinator. Bei Letzterem muss wiederum der tiefe Ast des N. radialis beachtet werden (Abb. 10.17).

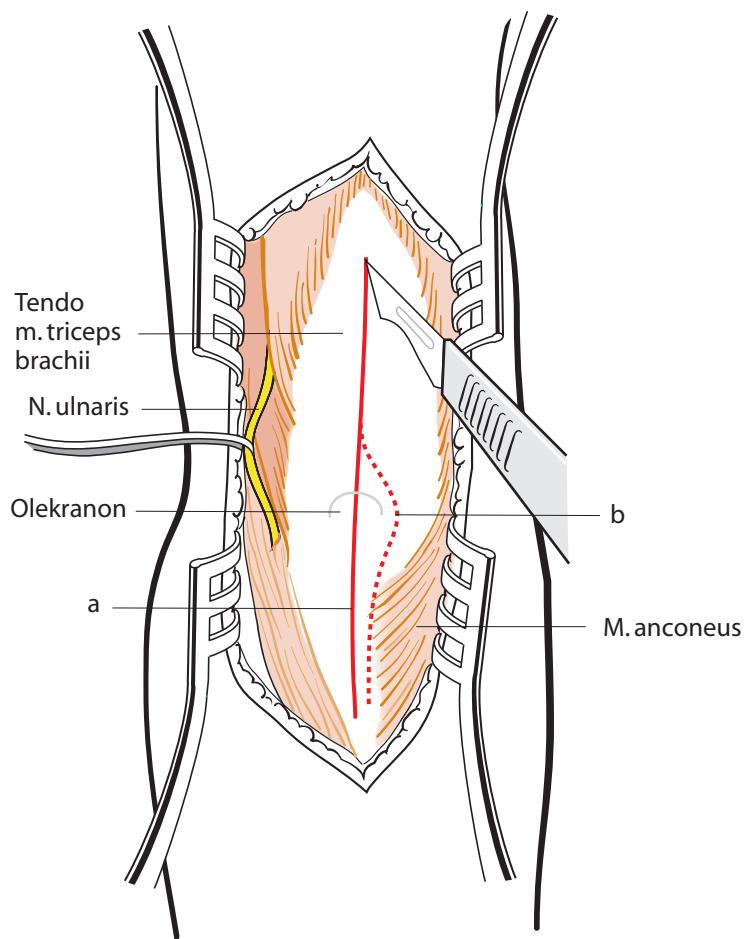


Abb. 10.15 Schnittführung bei gerader Durchtrennung des M. triceps brachii (a) zentral über dem Olekranon oder (b) radialseitig des Olekranons

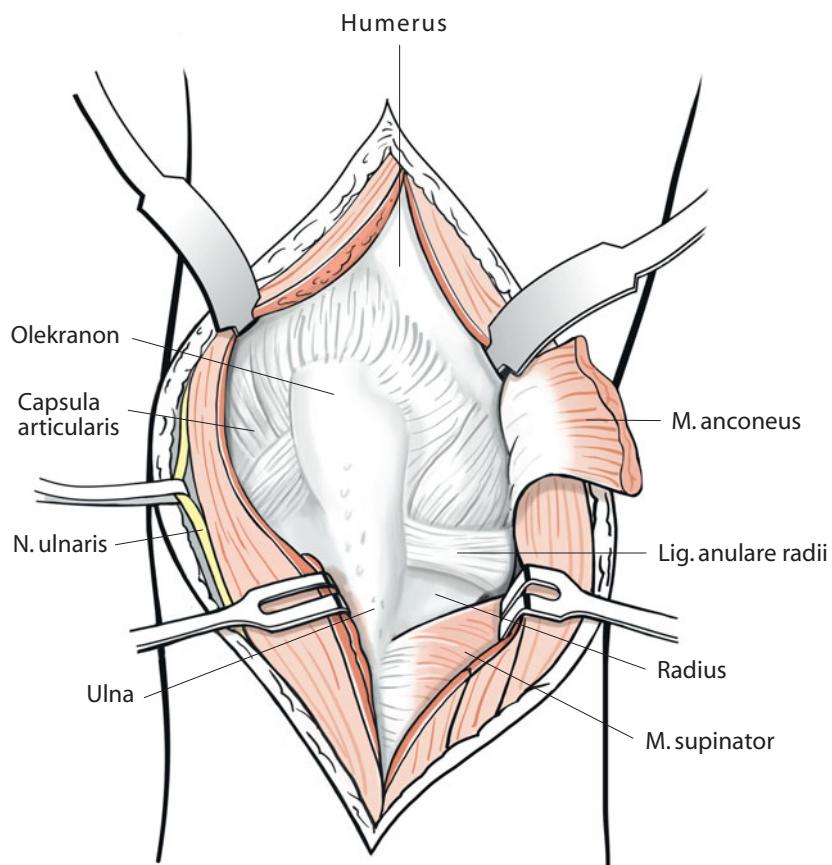


Abb. 10.16 Nach zentraler Eröffnung: hintere Sicht auf das Gelenk mit noch nicht eröffneter Kapsel. Der M. anconeus wurde schon ulnarseits abgelöst, um eine bessere Sicht auf das capituloradiale Gelenk zu erhalten

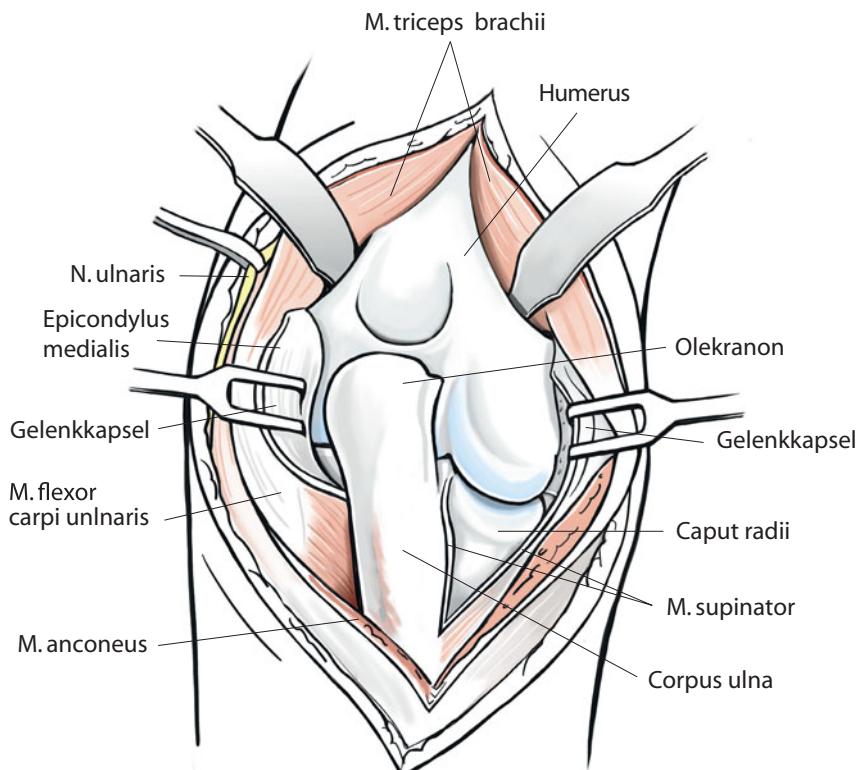


Abb. 10.17 Nach Längsinzision der Kapsel und Ablösen des M. flexor carpi ulnaris sowie des M. supinator ist eine gute Sicht auf alle posterioren Gelenkanteile möglich. Bei der Ablösung des M. supinator muss auf den N. radialis geachtet werden

### 10.3.3 Hinterer Zugang mit Schonung des M. triceps

Um die Gefahr einer postoperativen Trizepsschwäche zu vermeiden, kann die Durchtrennung des M. triceps auch umgangen werden. Hierzu erfolgt die gleiche Schnittführung, Abpräparation des Haut-Subkutis-Lappens und Anschlingen des N. ulnaris wie oben beschrieben (Abb. 10.8; Abb. 10.9; Abb. 10.10). Teilweise wird der Nerv auch nach anterior (vor den medialen Epicondylus) transferiert. Nun erfolgt von medial die Ablösung des M. triceps vom Humerus. Über Sharpey-Fasern ist die Trizepssehne mit dem Olekranon verbunden. Diese Verbindung wird scharf getrennt. Nach distal wird oberflächlich die Unterarmfaszie zusammen mit dem Periost der Ulna inzidiert (Abb. 10.18). Es erfolgt nun die subperiostale Ablösung des M. anconeus an der Ulnahinterkante. Dieser Haut-Muskel-Periost-Lappen wird nach lateral weggehalten, meist schon zusammen mit der posterioren Gelenkkapsel: es entsteht ein umfassender Überblick über die hinteren Gelenkanteile (Abb. 10.19). Eine erweiterte Darstellung lässt sich durch subperiostales Ablösen des M. flexor carpi ulnaris und des M. supinator erreichen. Bei sehr kontrakten Gelenken müssen eventuell noch die Seitenbänder gelöst werden.

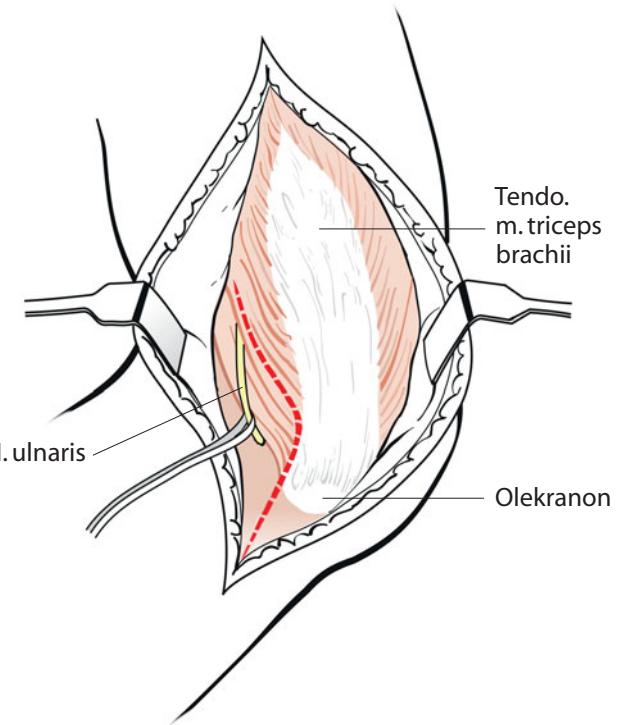


Abb. 10.18 Ansicht nach Präparation des Haut-Subkutis-Lappens und Freilegen des Nerven. Schnittführung, um die Trizepssehne en bloc nach lateral zu mobilisieren. Die oberflächliche Unterarmfaszie wird scharf von der Ulna 4–6 cm nach distal abgelöst

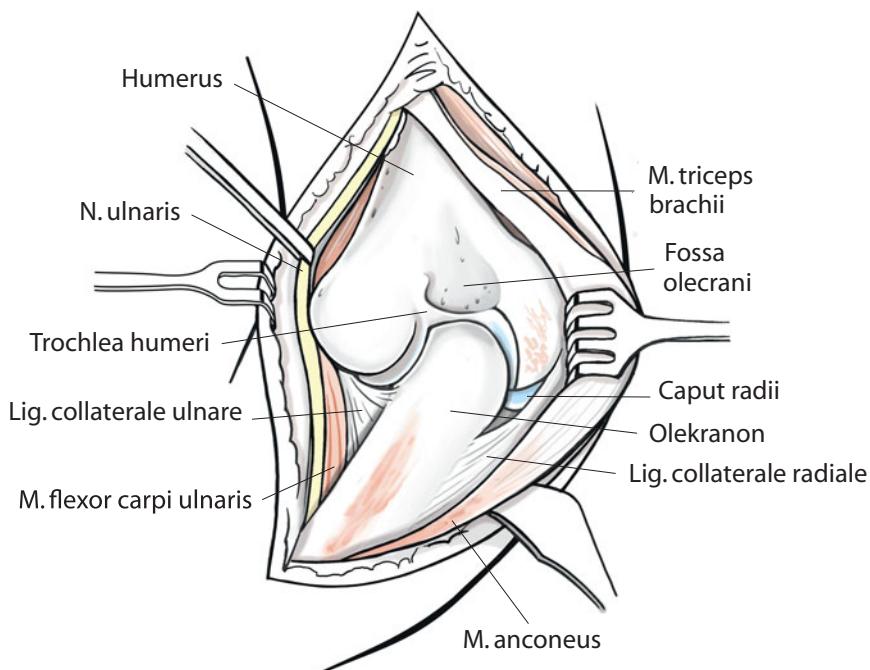
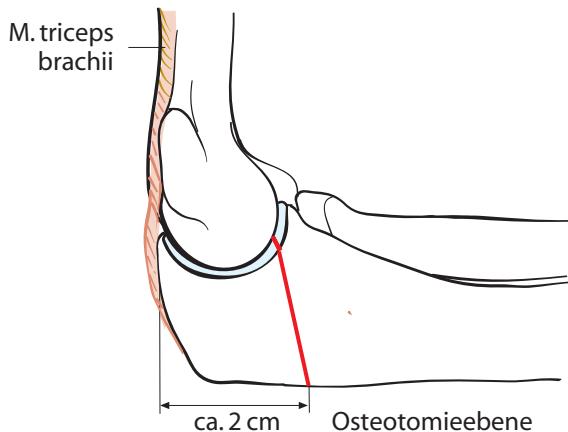
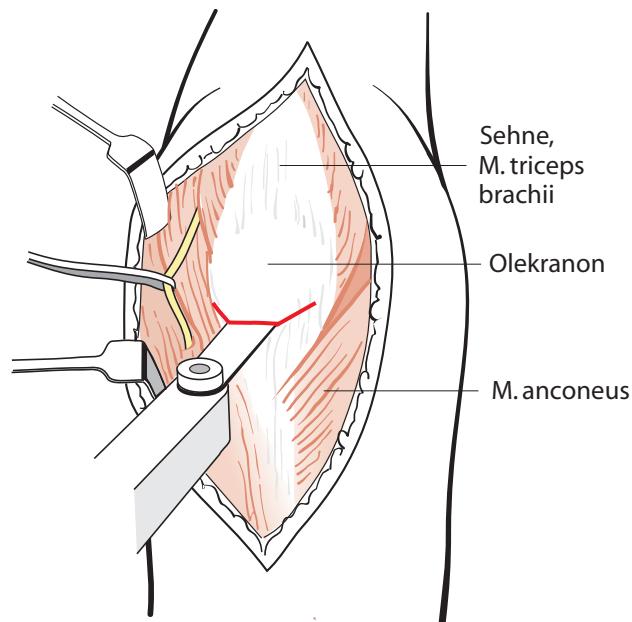


Abb. 10.19 Der M. triceps wurde mit der Sehne nach lateral mobilisiert, der M. anconeus ulnarseitig abgelöst und auch nach lateral gehalten. Somit ergibt sich eine gute Sicht auf das capituloradiale Gelenk. Medialseitig ermöglicht das Ablösen des M. flexor carpi ulnaris die Darstellung der proximalen Ulna



**Abb. 10.20** Festlegung der Osteotomieebene ca. 2 cm unterhalb der Olekranonspitze. Links unten schematische Darstellung

### 10.3.4 Hinterer Zugang mit Olekranonosteotomie

Wie oben beschrieben wird der Streckapparat dargestellt und der N. ulnaris angeschlungen (Abb. 10.8; Abb. 10.9; Abb. 10.10). Zur sicheren späteren Refixation kann vor der Osteotomie ein Bohrloch angelegt werden. Mit dem Meißel oder der oszillierenden Säge erfolgt nun die Olekranonosteotomie in V-förmiger oder leichter schräger Schnittrichtung ca. 2 cm distal der Olekranonspitze (Abb. 10.20). Das Ellenbogengelenk muss dafür 90° flektiert werden.

#### ! Cave

Es sollte nie die gesamte Osteotomie mit der oszillierenden Säge durchgeführt werden, dabei besteht die Gefahr einer Gelenkknorpelverletzung.

Kurz vor Vollendung der Osteotomie sollte ein Osteotom eingesetzt werden. Nun erfolgt die vorsichtige Abpräparation der Trizepssehne mit der Olekranonspitze und Anteilen der dorsalen Kapsel nach proximal (Abb. 10.21). Nach Eröffnung der Gelenkkapsel nach ulnar wird eine gute Übersicht über die Trochlea humeri gewährt. Mittels Zuggurtungs- oder Schraubenosteosynthese erfolgt letztendlich die Refixation des Olekranons (Abb. 10.22).

### 10.3.5 Gefahren des hinteren Zugangs

Der N. ulnaris ist nicht in Gefahr. Er muss aber sicher dargestellt und durch Anschlingen markiert werden. Nach proximal sollte der N. radialis geschont werden, der in dieser Richtung die Erweiterung des Zugangs einschränkt. Anterior sind der N. medianus und, ihn begleitend, die A. brachialis zu berücksichtigen, die am distalen Humerus anliegen und ggf. bei Osteotomien oder Frakturen gefährdet sind.

## 10.3 · Offene Zugänge zum Ellenbogengelenk

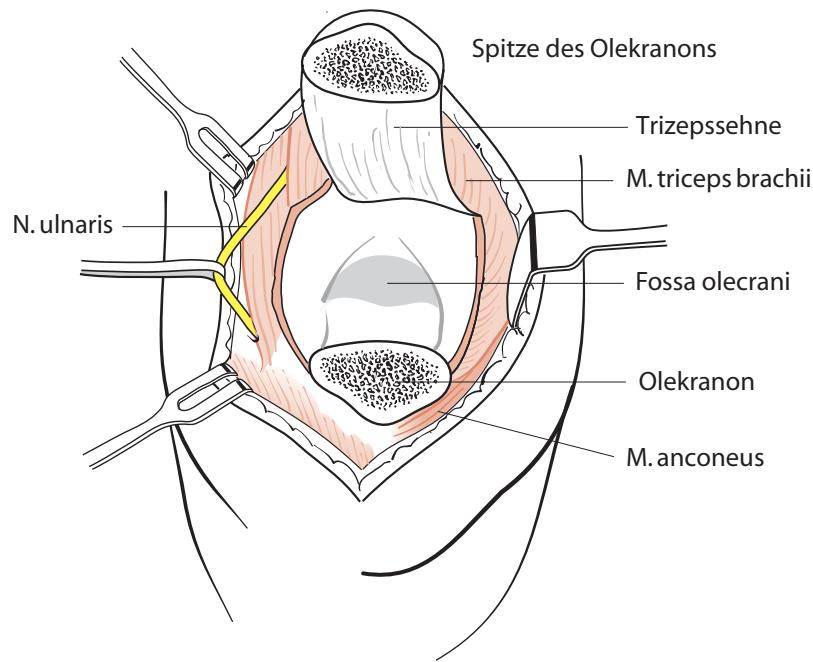


Abb. 10.21 Posteriore Ansicht der Trochlea humeri nach Osteotomie des Olekranons und Mobilisation der Trizepssehne und posterioren Kapsel nach proximal

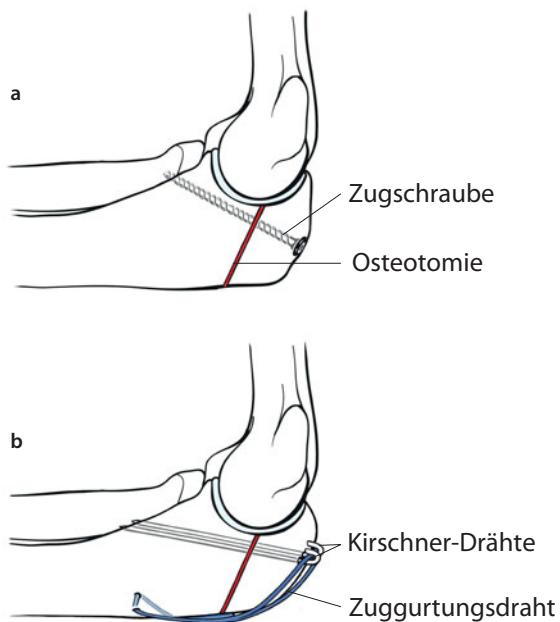


Abb. 10.22 Schematische Darstellung. a Refixation mittels Zugschraube, b mittels Zuggurtungsosteosynthese

### 10.3.6 Lateraler Zugang

#### Indikation

- Synovektomie
- Arthroplastik
- Radiusköpfchenfraktur bzw. Radiushalsfraktur
- Frakturen und Fehlstellungen des distalen, lateralen Humerus
- Arthrose
- Ellenbogenluxation

#### Lagerung

Der Patient wird auf dem Rücken gelagert. Der Arm wird abduziert und etwas proniert auf einem Armtisch gelagert. Als Alternative ist auch die Lagerung des Arms auf dem Bauch des Patienten möglich. Auch hier ist je nach Operation die Anlage einer Oberarmblutdruckmanschette zu überlegen. Dabei ist darauf zu achten, dass diese weit genug proximal angebracht wird, um Einschränkungen beim Zugang zu vermeiden. Es erfolgt die Desinfektion in gewohnter Art und Weise. Es wird mit sterilen Tüchern frei beweglich abgedeckt. Dafür bieten sich spezielle Lochtücher an, die über den steril abgewaschenen Arm gezogen werden können. Zur Optimierung der Lagerung können bei Bedarf noch sterile Tücher unter das Gelenk gelegt werden (Abb. 10.23).

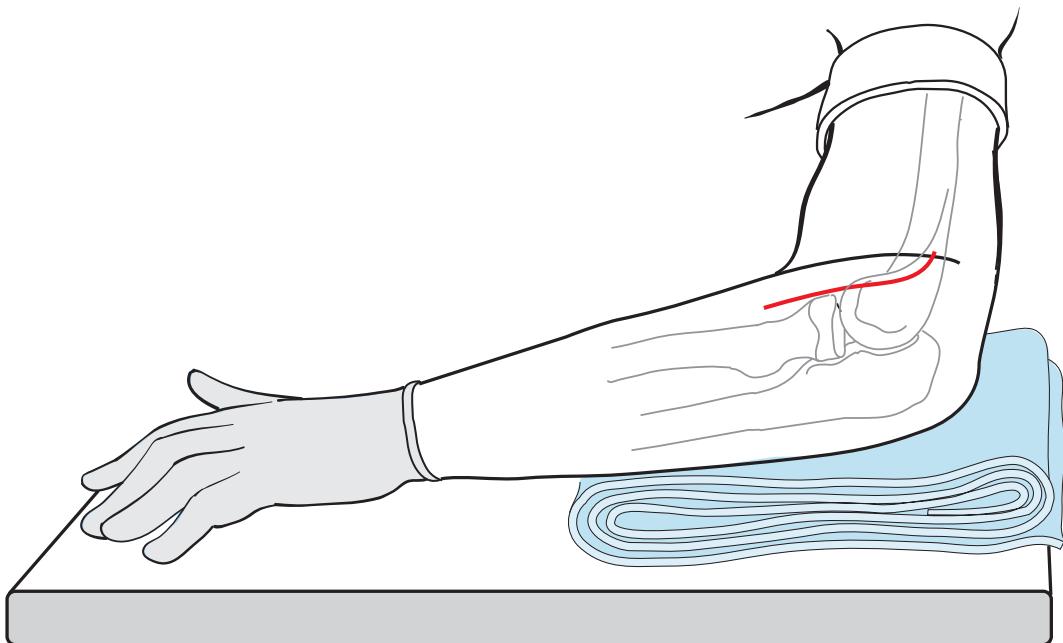


Abb. 10.23 Patient in Rückenlage. Auslagerung des abduzierten Arms. Arm in leichter Pronationsstellung und leichter Flexion im Ellenbogengelenk

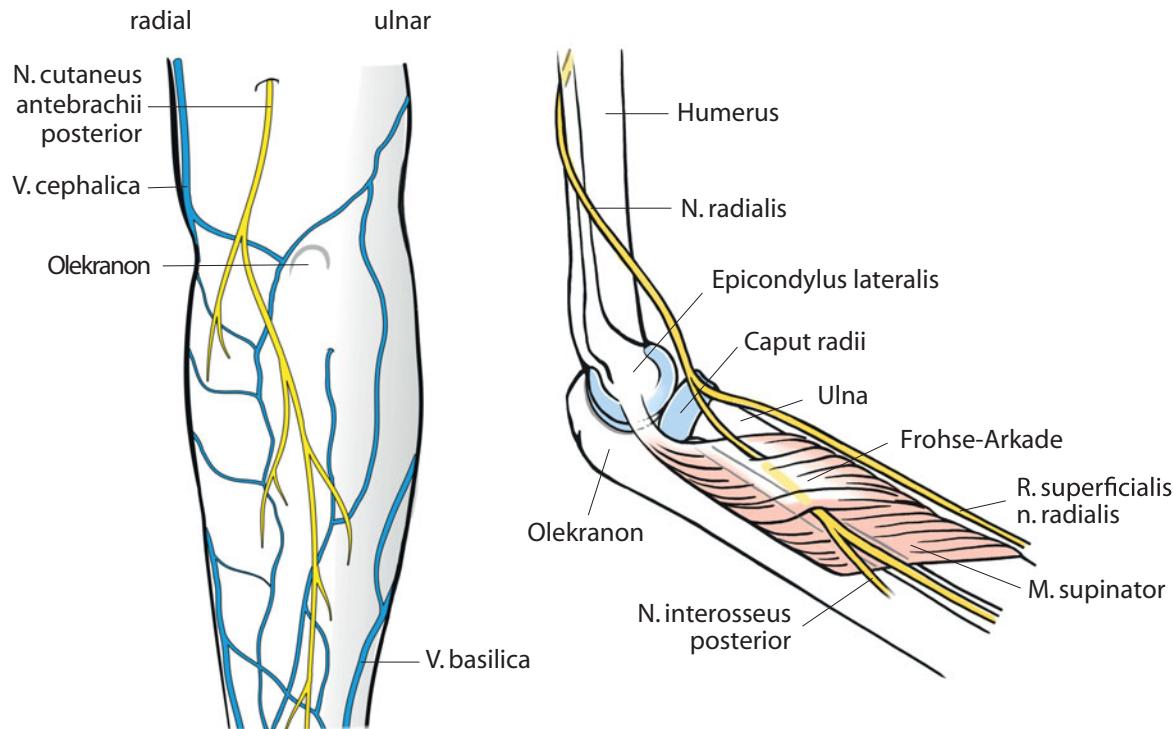


Abb. 10.24 Verlauf des N. cutaneus antebrachii posterior (posteriore Ansicht) und des N. radialis (laterale Ansicht). Die Verläufe müssen bedacht werden, um Verletzungen zu vermeiden

## Schnittführung

Als palpatorische Landmarken bieten sich der Epicondylus lateralis, das Radiusköpfchen und der M. extensor carpi ulnaris an. Es erfolgt ein leicht geschwungener, S-förmiger Hautschnitt, der ca. 4 cm oberhalb des Epicondylus lateralis beginnt, entlang des hinteren Anteils des Epicondylus lateralis verläuft, sich dann nach distal entlang des Radiusköpfchens und des M. extensor carpi ulnaris orientiert und ca. 3 cm unterhalb des Epikondylus endet (Abb. 10.23).

## Präparation

Nun erfolgt das Abpräparieren des Haut-Subkutis-Lappens. Im proximalen Bereich muss vorsichtig vorgegangen werden, da hier der N. cutaneus antebrachii posterior verläuft. Er ist ein sensibler Ast des N. radialis, durchläuft eine Handbreit oberhalb des Epicondylus lateralis die Faszie und führt nach distal subkutan (Abb. 10.24). Er sollte nicht verletzt werden. Die präparierten Haut-Subkutis-Lappen werden seitlich weggehalten. Um eher lateral-posterior gelegene Veränderungen zu erreichen, kann nun ein Zugang stumpf zwischen dem M. extensor carpi ulnaris (N. interosseus dorsalis) und dem M. anconeus (N. radialis) gewählt werden. Der Unterarm sollte dabei proniert werden, um den Abstand zum tiefen Anteil des N. radialis zu vergrößern (Abb. 10.25). Die Inzision wird nach proximal verlängert. Der Epicondylus lateralis bleibt anterior der Schnittführung gelegen

(Abb. 10.26). Nach Spreizen der Muskeläste zeigen sich die seitlich-hinteren Kapselanteile. Nun wird die Kapsel längs eröffnet. Es lassen sich das Radiusköpfchen, bei Bedarf nach Ablösung des M. supinator auch das Collum radii, das capituloradiale Gelenk, der Epicondylus radialis und das Olekranon gut darstellen. Bei Eingriffen, die einen erweiterten Einblick ins Gelenk erfordern, kann zusätzlich das Lig. anulare radii und das laterale Lig. collaterale zusammen mit der Kapsel am Epikondylus abgelöst werden. Durch diesen Schritt entsteht eine künstliche laterale Instabilität, und durch seitliches Aufklappen ist das Gelenk nun breitflächig einsehbar (Abb. 10.27; Abb. 10.28; Abb. 10.29). Beim Wundverschluss müssen diese Strukturen durch transossäre Nähte refixiert werden.

Falls das Augenmerk primär auf das anteriore laterale Kompartiment gelegt wird, erfolgt der Zugang zwischen dem M. extensor digitorum und dem M. flexor carpi radialis longus und im Verlauf des M. extensor carpi radialis brevis. Der Schnitt wird nach proximal verlängert, wobei der Epikondylus hierbei posterior der Schnittführung gelegen ist. Hier können die sehnigen Ursprünge humerusnah abgelöst werden (Abb. 10.26).

### Cave

Die Präparation sollte sich auf das distale Humerusdrittel beschränken, um den N. radialis nicht zu gefährden  
(Abb. 10.24).

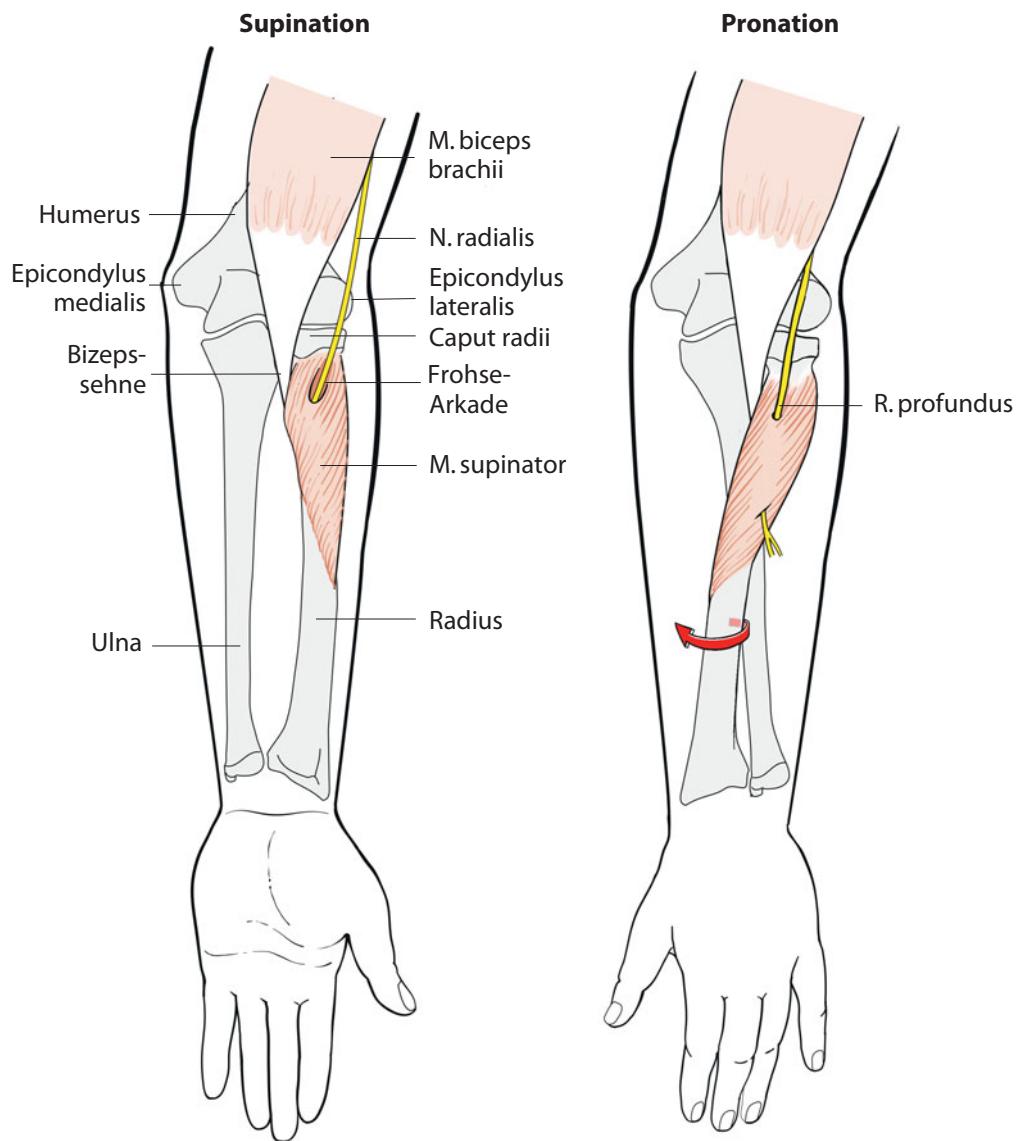


Abb. 10.25 Schematische Darstellung. Durch Pronation des Unterarms verlässt der tiefen Ast des N. radialis die direkte Gefahrenzone

## 10.3 · Offene Zugänge zum Ellenbogengelenk

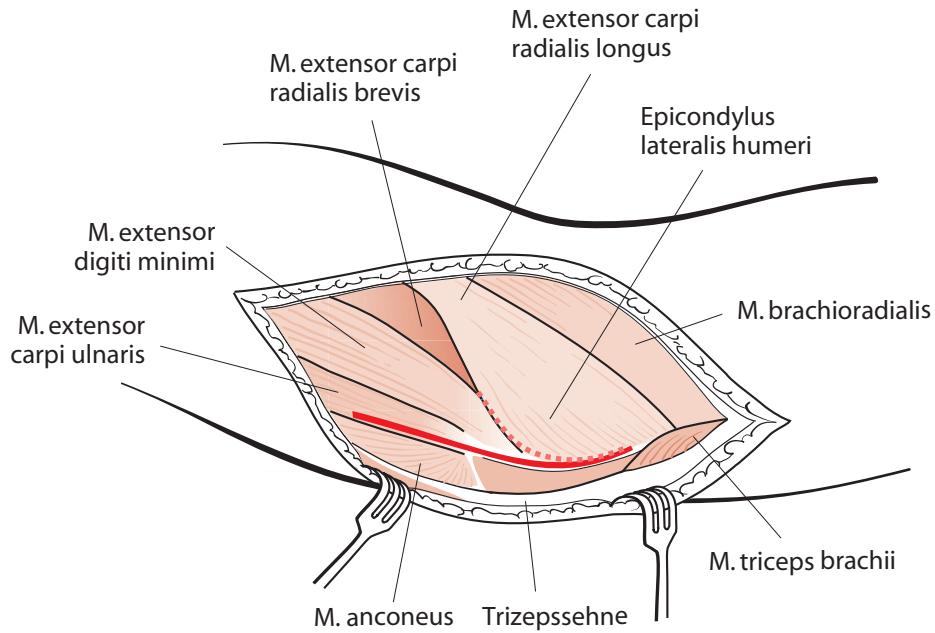


Abb. 10.26 Zur Darstellung der hinteren seitlichen Gelenkanteile erfolgt der Zugang zwischen dem M. anconeus und dem M. extensor carpi ulnaris (durchgezogene Linie). Zur Darstellung der ventralen Gelenkanteile ändert sich die Schnittführung, es wird zwischen den ulnaren und radialen Handstreckern eingegangen (gestrichelte Linie)

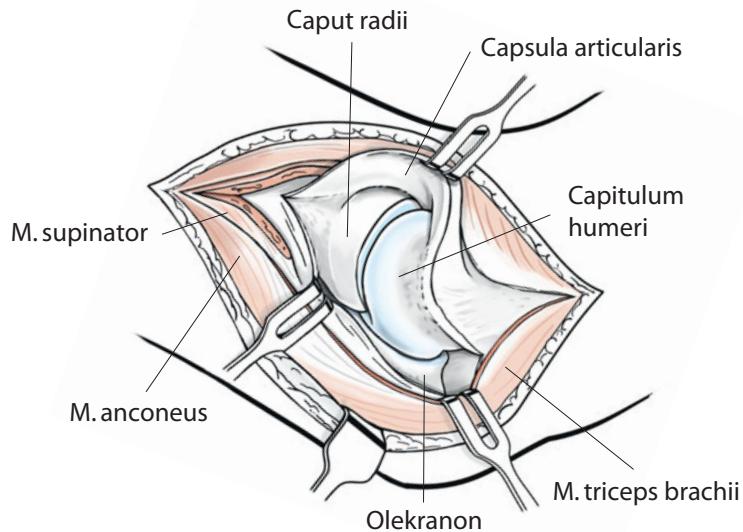


Abb. 10.27 Mit leicht nach posterior geführter Kapseleröffnung ist der hintere Bereich des lateralen Kompartiments gut einsehbar. Nach distal wurde der M. supinator ulnarseits abgelöst. Hierdurch ergibt sich eine freie Sicht auf Caput und Collum radii

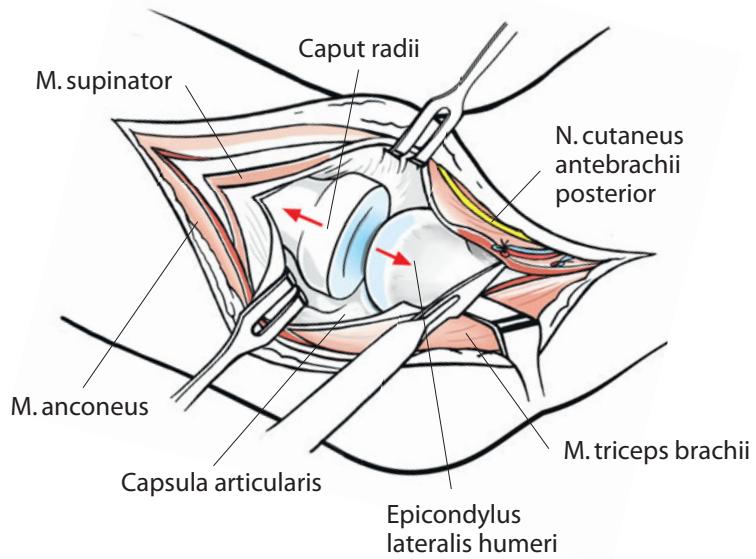


Abb. 10.28 Ablösen der Seitenbänder und des Lig. anulare radii. Die Pfeile zeigen die Kraftrichtung an, um einen Varusstress auszulösen

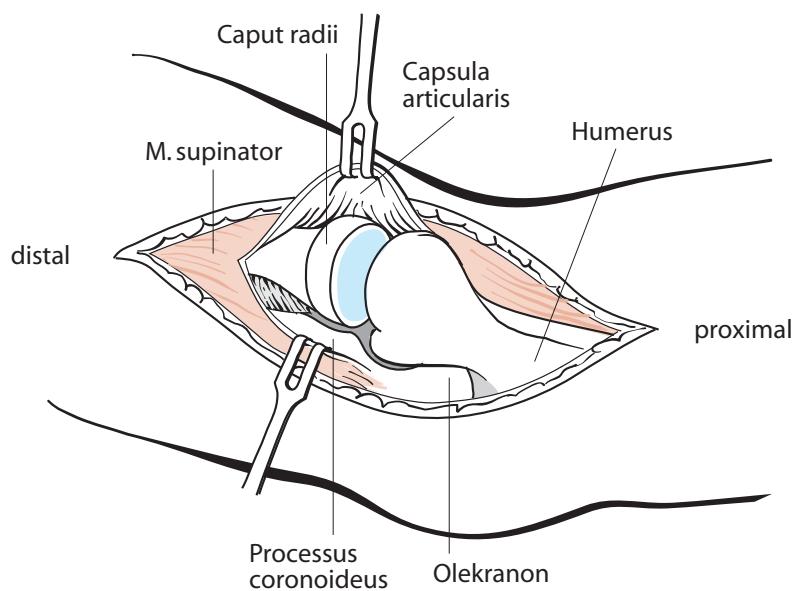


Abb. 10.29 Gelenk nach lateral aufgeklappt. Dadurch ist die Sicht bis ins mediale Kompartiment möglich

## 10.3 · Offene Zugänge zum Ellenbogengelenk

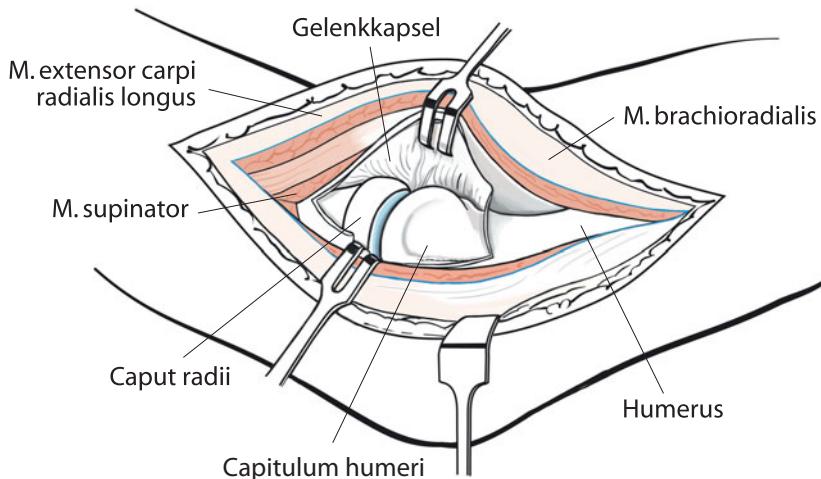


Abb. 10.30 Darstellung des ventralen lateralen Gelenks nach Eröffnung der Kapsel

Nach Auseinanderhalten der Muskeläuche zeigt sich der vordere seitliche Kapselanteil. Nach Längseröffnung der Kapsel erhält man Sicht auf den vorderen Anteil des Radiusköpfchens, des Capitulums und der Trochlea humeri. Die ventralen Kapselanteile können zusätzlich noch nach anterior weggehalten werden (Abb. 10.30).

### Gefahren

Der N. cutaneus antebrachii posterior sollte bei der subkutanen Präparation geschont werden. Eine Erweiterung des Zugangs nach proximal über das distale Humerusdrittel hinaus gefährdet den N. radialis. Distal sollte der Muskelast des N. radialis zum M. anconeus nicht verletzt werden. Durch Pronation des Unterarms und ulnarnahes Ablösen des M. supinator wird der R. profundus des N. radialis aus dem Präparationssitus verlagert und nicht gefährdet.

### 10.3.7 Posterolateraler Zugang

#### Indikation

- Osteosynthesen des Radiusköpfchens
- Osteosynthese des Capitulum humeri

#### Lagerung des Patienten

Die Lagerung erfolgt wie beim lateralen Zugang (Abb. 10.23).

#### Schnittführung

Als Landmarken dienen der Epicondylus lateralis und das Caput radialis. Es wird entweder eine geschwungene oder eine gerade Hautinzision knapp proximal des Epikondylus durchgeführt. Diese verläuft dann entlang der hinteren Begrenzung des Radiusköpfchens bis zur Ulnahinterkante. Das distale Schnittende sollte ca. 5 cm unterhalb des Olekranons liegen (Abb. 10.31).

#### Präparation

Nun erfolgt die subkutane Präparation und die Darstellung des M. anconeus und des M. extensor carpi ulnaris. Die Innervation dieser Muskeln übernimmt beim M. anconeus der N. radialis und beim M. extensor carpi ulnaris der N. interosseus dorsalis. Durch Pronation des Unterarms wird der Sicherheitsabstand zum letztgenannten Nerven erhöht. Sie sollte deshalb unbedingt erfolgen (Abb. 10.25). Zwischen den beiden Muskeln kann nun stumpf bis auf die Gelenkkapsel vorpräpariert werden (Abb. 10.32). Zur besseren Darstellung des proximalen Radius sollte der M. supinator ulnanah abgelöst werden. Das Radiusköpfchen und das Capitulum humeri lassen sich gut darstellen. Eine intraoperative Erweiterung des Zugangs kann bei Bedarf problemlos erfolgen.

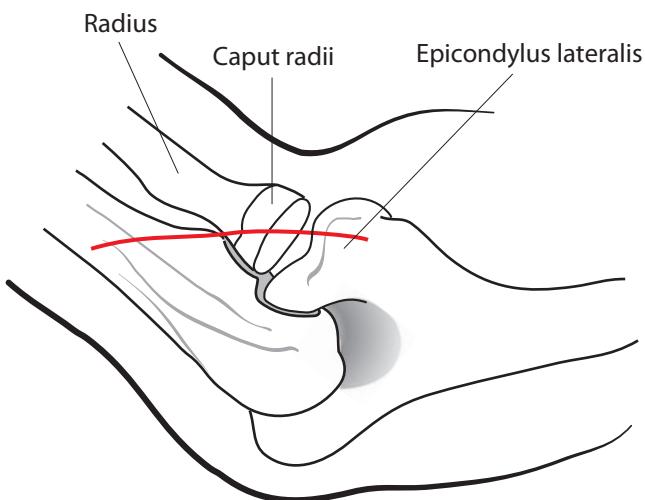


Abb. 10.31 Hautinzision beim posterolateralen Zugang. Hier Darstellung der geraden Hautinzision

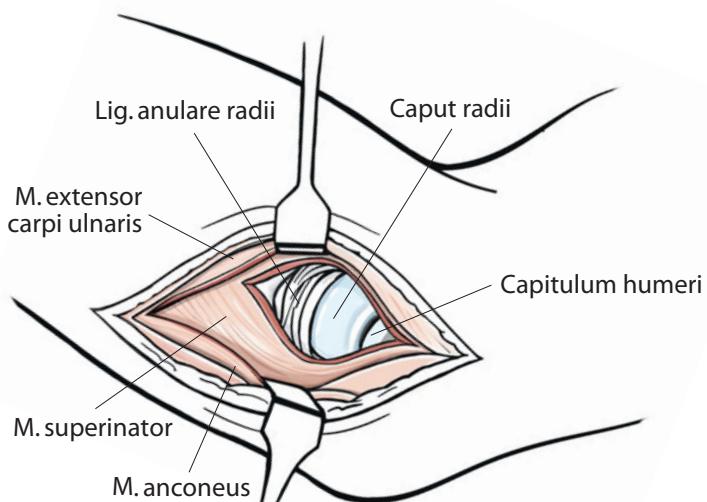


Abb. 10.32 Sicht auf das capituloradiale Gelenk. Der M. supinator wurde nach distal abgelöst

## Gefahren

Der Muskelast des N. radialis zum M. anconeus ist gefährdet. Durch Pronation des Unterarms und ulnanahe Ablösen des M. supinator wird der R. profundus des N. radialis aus dem Präparationssitus verlagert.

### 10.3.8 Medialer Zugang

#### Indikation

- Synovektomie
- Entfernung von freien Gelenkkörpern
- Frakturen des distalen, medialen Humerus
- Sulcus-ulnaris-Syndrom/Enge

#### Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Der Arm wird abduziert auf einem Armtisch gelagert. Auch hier ist je nach Operation die Anlage einer Oberarmblutdruckmanschette zu überlegen. Dabei ist darauf zu achten, dass diese weit genug proximal angebracht wird, um Einschränkungen beim Zugang zu vermeiden. Es erfolgt die Desinfektion in gewohnter Art und Weise und die frei bewegliche Abdeckung mit sterilen Tüchern. Dafür bieten sich spezielle Lochtücher an, die über den steril abgewaschenen Arm gezogen werden können. Das Gelenk kann bei Bedarf noch mit sterilen Tüchern unterpolstert werden.

## Schnittführung

Als palpatorische Landmarken bieten sich proximal das Septum intermusculare brachii mediale, der Epicondylus medialis und der Vorderrand des M. flexor carpi ulnaris an. Es wird eine 8–10 cm lange, leicht bogenförmige Hautinzision durchgeführt, die ungefähr in der Mitte zwischen Epicondylus medialis und der Spitze des Olekranons verläuft (Abb. 10.33).

#### Präparation

Nun erfolgt das Abpräparieren des Haut-Subkutis-Lappens. Hierbei muss dringend der N. cutaneus antebrachii medialis dargestellt und geschützt werden. Hinter dem Epicondylus medialis kann der N. ulnaris unterhalb der Faszie getastet werden (Abb. 10.34). Der Nerv wird von der A. collateralis ulnaris begleitet. Nach distal verläuft er zwischen dem Caput humerale und dem Caput ulnare des M. flexor carpi ulnare (Ligamentum arcuatum). Hinter dem Septum intermusculare kann mit der Spaltung der Faszie und dem vorsichtigen Freilegen des Nerven begonnen werden. Falls eine Mobilisation des Nerven nötig ist, muss der Nerv weit nach distal und proximal freigelegt werden. Hierbei muss darauf geachtet werden, dass ein Abknicken des Nerven vermieden wird. Ligamentäre Engen proximal im Bereich der Struther-Arkade und distal im Bereich des Ligamentum arcuatum sollten vorsichtig gespalten und der Nerv nach distal und proximal verfolgt werden.

#### Cave

Beim Freilegen des Nerven nach distal sollte der motorische Ast des N. ulnaris zum M. flexor carpi ulnaris geschont werden (Abb. 10.35).

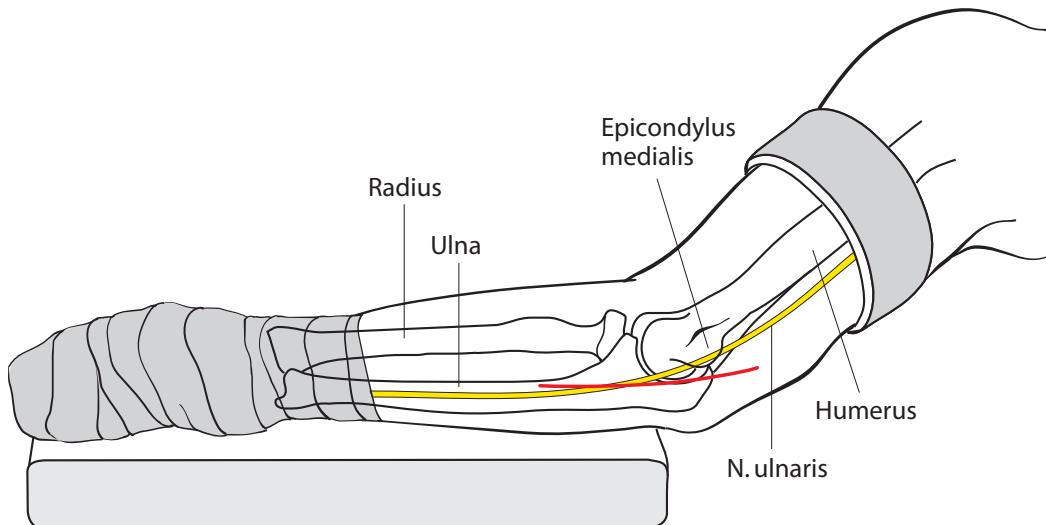
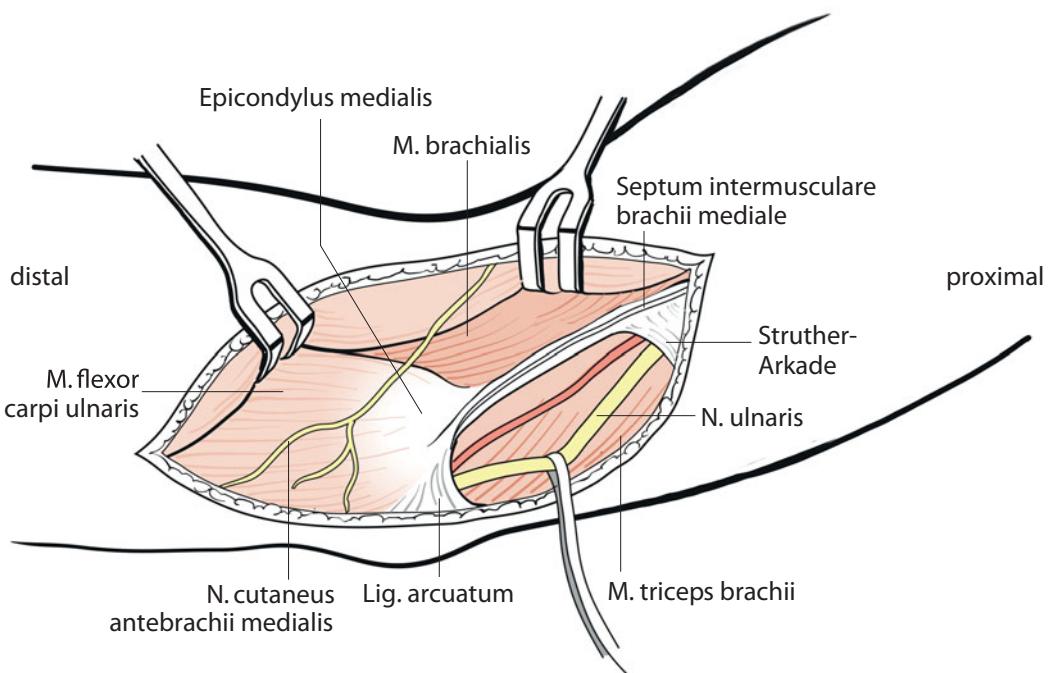
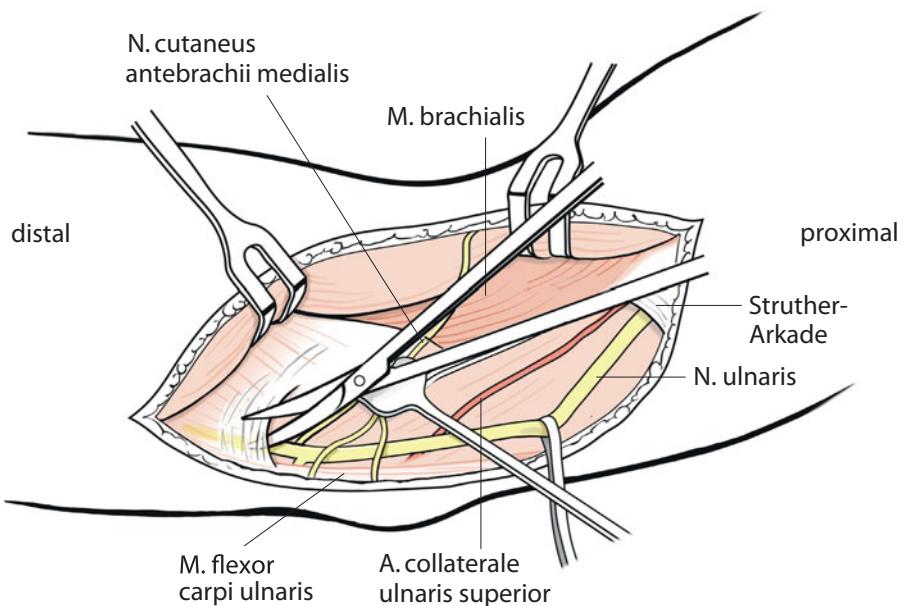


Abb. 10.33 Hautinzision beim medialen Zugang. Der Schnitt halbiert die Strecke zwischen Olekranonspitze und Epicondylus medialis

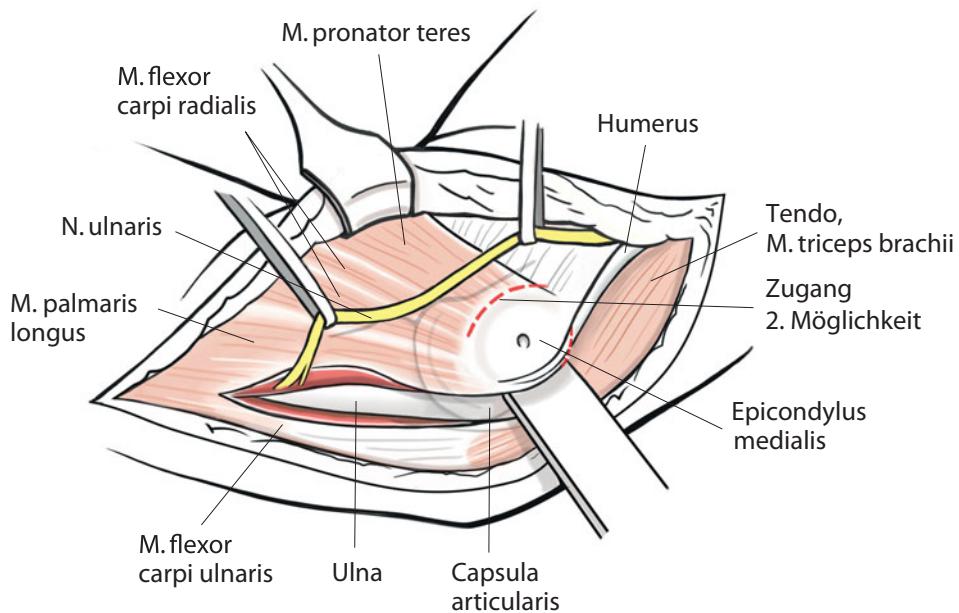


**Abb. 10.34** Ansicht nach subkutanem Präparieren. Der N. cutaneus antebrachii medialis ist freigelegt und sollte geschont werden. Nach anterior sollten der N. medianus und die A. brachialis bedacht werden

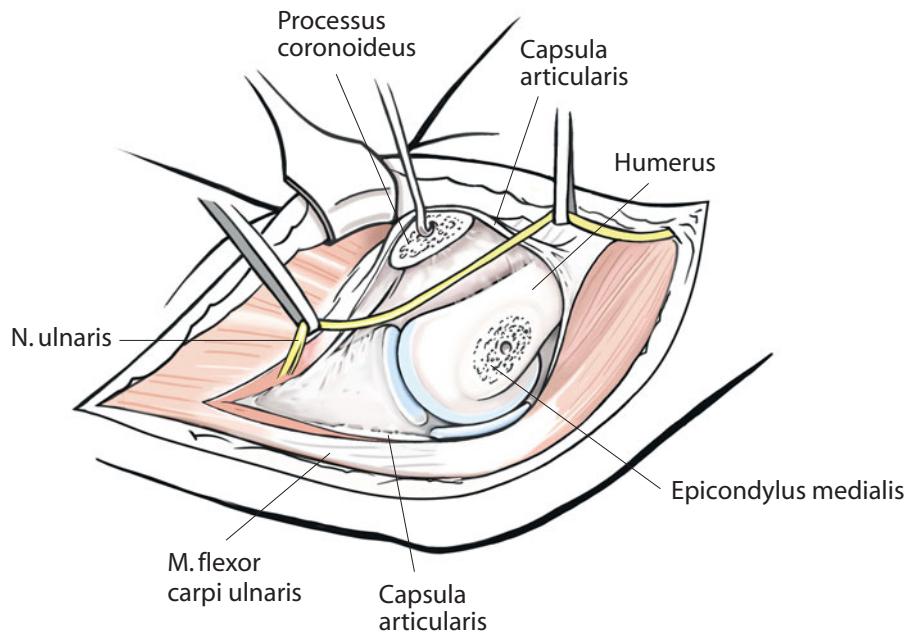


**Abb. 10.35** Spaltung der Aponeurose. Die motorischen Äste des N. ulnaris, die den M. flexor carpi ulnaris versorgen, sollten dringend geschont werden. Zusätzlich muss der N. cutaneus antebrachii medialis weggehalten werden

## 10.3 · Offene Zugänge zum Ellenbogengelenk



■ Abb. 10.36 Nach Freipräparieren des N. ulnaris wird dieser nach anterior vorsichtig mobilisiert. Gegebenenfalls reicht schon ein Ablösen von ca.  $\frac{1}{3}$  der proximalen Unterarmbeuger. Ein Stück vom Ansatz der Sehne sollte zur Refixation belassen werden (als Linie skizziert). Hier Vorbereitung der Osteotomie des Epicondylus medialis mit schon vorhandenem Bohrloch zur Refixation. Der Hohmann-Hebel wird zum Schutz des N. medianus und der A. brachialis unter den M. brachialis gesetzt



■ Abb. 10.37 Einblick in die medialen Gelenkkanteile nach Osteotomie und Durchtrennung des Septum intermusculare

Um die Gelenkkapsel darzustellen, werden entweder die am Epicondylus medialis inserierenden Unterarmbeuger anteilig abgetrennt oder der Epicondylus medialis mit dem Meißel osteotomiert. Bei Letzterem sollte vor der Osteotomie ein Bohrloch angelegt werden, um eine spätere Refixation mittels Zugschraube zu erleichtern. Oftmals genügt allerdings auch schon eine Teilablösung der Unterarmbeugern, um genügend Sicht auf die Gelenkkap-

sel zu erhalten. Zum Schutz des N. medianus und der begleitenden A. brachialis kann ein Hohmann-Hebel unterhalb des M. brachialis nach lateral platziert werden (■ Abb. 10.36). Entweder erfolgt nach Ablösen der Armbeugern die Kapseleröffnung, oder das Septum intermusculare wird nach der Osteotomie des Epikondylus durchtrennt und die Epikondylusspitze zusammen mit den Armbeugern vorsichtig nach distal weggehalten (■ Abb. 10.37). Dabei

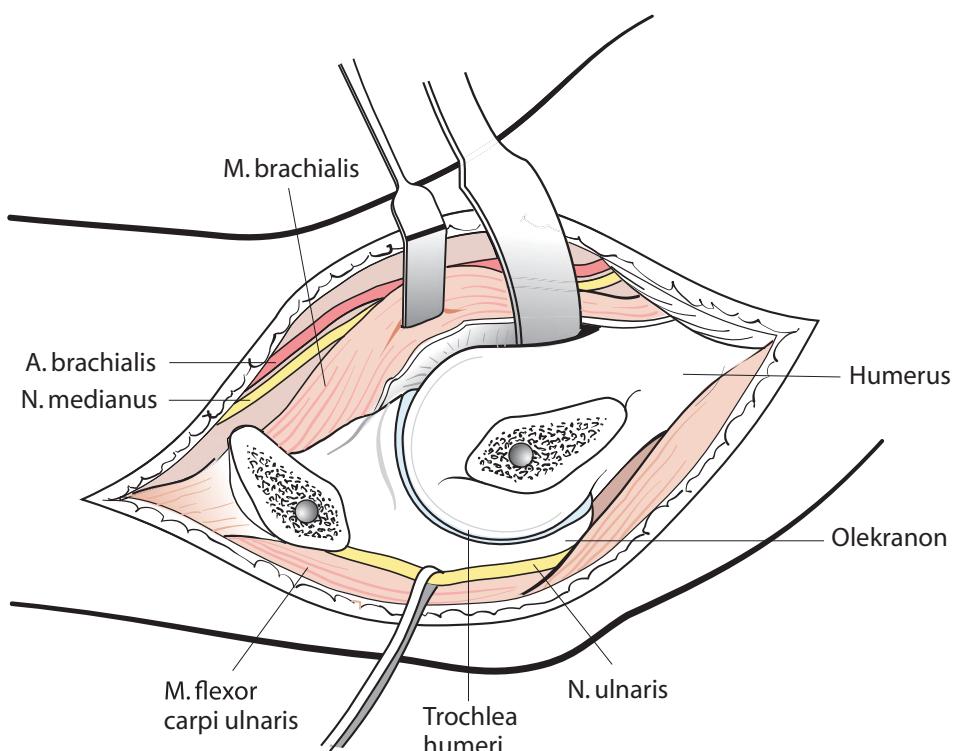


Abb. 10.38 Erweiterung des Zugangs nach proximal durch subperiostales Ablösen des M. brachialis

sollte eine Dehnung der motorischen Nervenäste des N. ulnaris und des N. medianus vermieden werden. Durch vorsichtiges Flektieren des Gelenks lassen sich nun die Trochlea, das Olekranon und der Processus coronoideus darstellen. Eine Erweiterung des Zugangs ist wegen der Gefahr einer Verletzung nervaler Strukturen nur nach proximal möglich. Bei vorliegenden Pathologien im Bereich des distalen Humerus kann eine Erweiterung durch Ablösen des M. brachialis und des M. triceps brachii erfolgen (Abb. 10.38). Um einen weiteren Einblick in das Gelenk zu erhalten, kann bei einem Zugang ohne Osteotomie des Epicondylus medialis bei Bedarf auch das Lig. collaterale mediale abgelöst

werden. Ein Valgusstress ermöglicht nun die umfassende Einsicht in das Gelenk. Beim Wundverschluss erfolgt die Refixation der medialen Seitenbänder durch transossäre Nähte.

### Gefahren

Oberflächlich besteht eine Gefährdung des N. cutaneus antebrachii medialis. Er sollte bei subkutaner Präparation dargestellt werden. In der Tiefe sollten nach lateral der N. medianus und die A. brachialis geschont werden. Eine Dehnung der motorischen Äste des N. ulnaris und des N. medianus sollte vermieden werden.

### 10.3.9 Anteriorer Zugang

#### Indikationen

- Distale Rupturen der Bizepssehne
- Verletzungen und Kompressionssyndrome des N. radialis
- Arthrolysen
- Freie Gelenkkörper
- Abriss des Processus coronoideus

#### Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Der Arm wird abduziert, im Ellenbogengelenk extendiert und im Unterarm supiniert auf einen Armtisch gelagert. Sterile Tücher können noch als Unterstützung unter den Ellenbogen gelegt werden. Je nach Operation ist die Anlage einer Oberarmblutdruckmanschette zu überlegen. Dabei ist darauf zu achten, dass diese weit genug proximal angebracht wird, um Einschränkungen beim Zugang zu vermeiden. Es erfolgt die Desinfektion in gewohnter Art und Weise. Es wird mit sterilen Tüchern frei beweglich abgedeckt. Dafür bieten sich spezielle Lochtücher an, die über den steril abgewaschenen Arm gezogen werden können (Abb. 10.39).

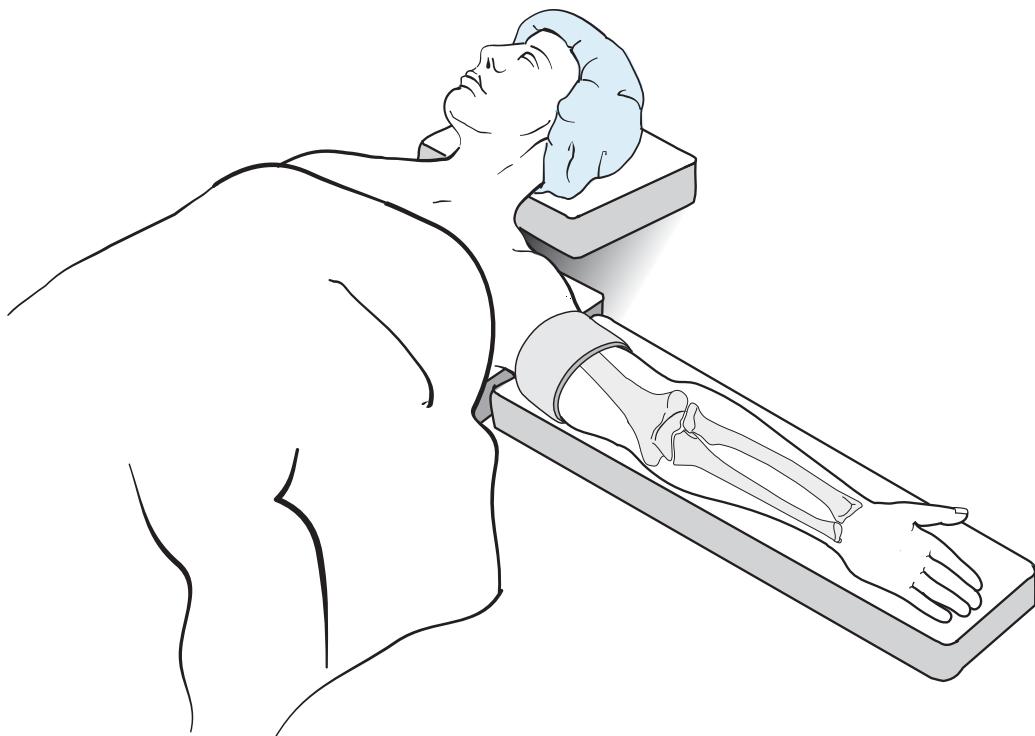
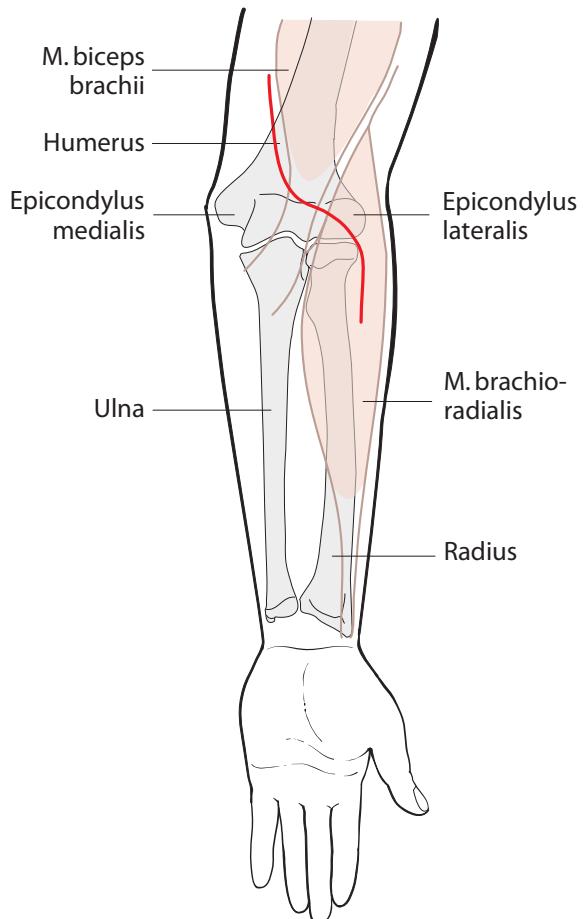


Abb. 10.39 Patient in Rückenlage. Arm abduziert und supiniert auf einem Armtisch gelagert



## Schnittführung

Als palpatorische Landmarken dienen proximal die mediale Begrenzung des M. biceps brachii und die Ellenbeuge sowie distal der mediale Rand des M. brachioradialis. Der bajonettförmige Hautschnitt beginnt etwa 6 cm oberhalb der Ellenbogenbeuge im Bereich der eben genannten Furche, wird über die Ellenbogenbeuge nach laterodistal verlängert und endet etwa 5 cm unterhalb der Ellenbeuge (Abb. 10.40).

### ! Cave

Es muss auf eine oberflächliche Schnittführung geachtet werden, um die quer verlaufenden superfazialen Venen und den N. cutaneus antebrachii lateralis nicht zu verletzen (Abb. 10.41). Erstere können im Verlauf unterbunden und durchtrennt werden. Eine 90°-Schnittführung in der Ellenbeuge sollte vermieden werden.

Abb. 10.40 Incision von proximal-medial nach distal-lateral. Vermeidung einer 90°-Schnittführung in der Ellenbeuge

## 10.3 · Offene Zugänge zum Ellenbogengelenk

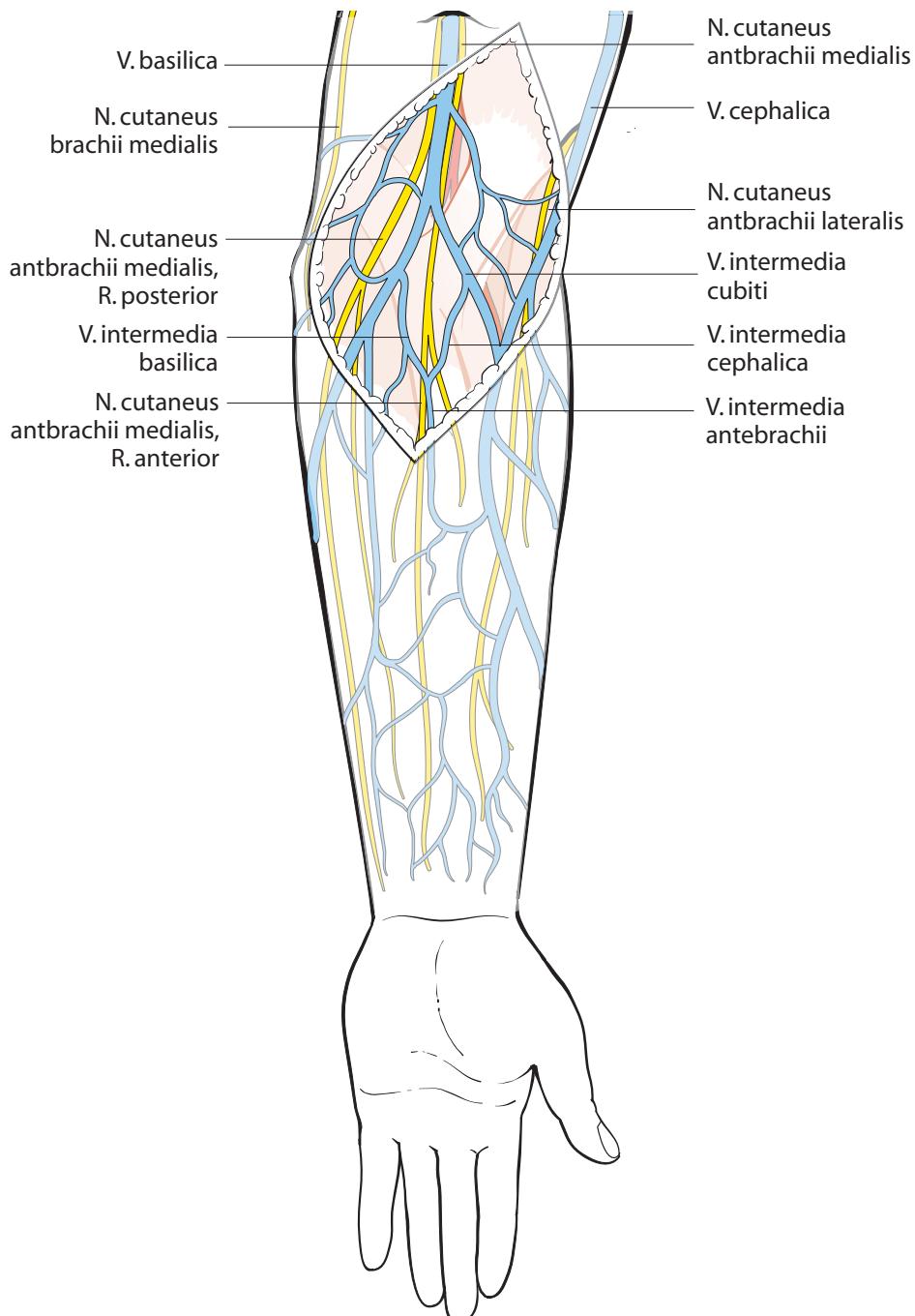


Abb. 10.41 Darstellung des oberflächlichen Venen- und Nervengeflechts. Die Venen können ligiert werden. Der N. cutaneus antebrachii lateralis sollte dargestellt werden

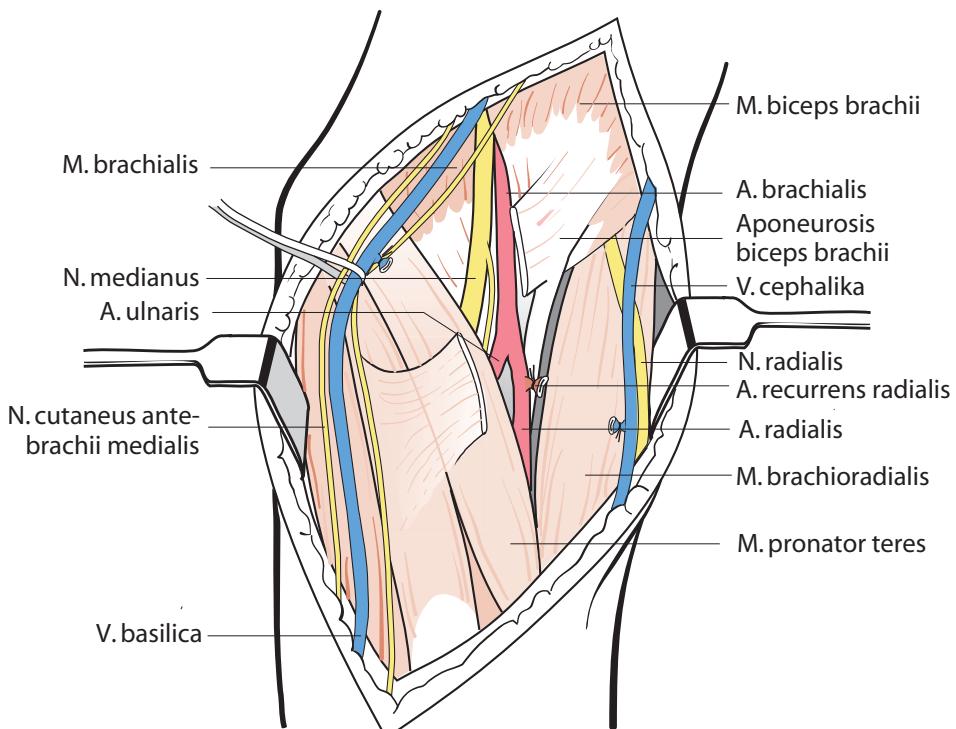


Abb. 10.42 Die Aponeurose des M. biceps wird vorsichtig durchtrennt. Hierunter liegen die A. brachialis und der N. medianus

## Präparation

Es erfolgt die Präparation des Haut-Subkutis-Lappens. Der N. cutaneus antebrachii lateralis sollte dargestellt werden. Er tritt zwischen Bizepssehne und M. brachialis aus. Hiernach verläuft er subkutan nach distal (Abb. 10.42). Die quer verlaufenden Venen werden ligiert, die Aponeurose des M. biceps vorsichtig durchtrennt. Darunter kommt die A. brachialis, die sich auf Gelenkspaltlinie in die A. radialis und A. ulnaris teilt, mit dem N. medianus zum Vorschein. Zur Gelenkeröffnung erfolgt nun der Zugang proximal zwischen dem M. brachialis und dem M. brachioradialis und im Verlauf nach distal zwischen dem M. brachioradialis und dem M. pronator teres. Der N. radialis muss hier dargestellt werden. Er liegt tief zwischen dem M. brachialis und dem M. brachioradialis und teilt sich auf Höhe der Epikondylenlinie in den oberflächlichen (sensibel) und den tiefen motorischen Ast. Der oberflächliche Ast zieht weiter entlang des M. brachioradialis nach distal, während der tiefe Ast in den M. supinator eintritt und dort als N. interosseus dorsalis im Radialistunnel nach distal verläuft. Der Eintrittspunkt ist sehnig umrandet und wird auch als Frohse-Arkade bezeichnet. Im lateralen Operationsgebiet werden die V. und die A. recurrens radialis dargestellt; sie sollten ligiert werden, um die Gefahr postoperativer Blutungen zu vermindern. Die Gelenkkapsel wird nun längs eröffnet. Nach distal sollte der M. supinator ulnarwärts subperiostal abgelöst werden, um einen besseren Blick auf den proximalen Anteil des Radius zu haben (Abb. 10.43). Dies sollte bei supiniertem Unterarm erfolgen. Hierdurch wird der R. profundus des N. radialis nach lateral verschoben (Abb. 10.25). Bei

Bedarf kann das Lig. anulare radii mit der Kapsel abgelöst werden. Nun ist ein guter Einblick auf das Capitulum humeri, die Trochlea humeri, das Caput und Collum radii und auf den Processus coronoideus ulnae möglich. Falls erforderlich, kann der Zugang auch nach medial erweitert werden. Hierzu kann der M. brachialis in seinem muskulotendinösen Anteil abgetrennt werden. Ausgeprägte Kontrakturen können diesen Schritt sogar erforderlich machen. Ein Langenbeck-Haken sollte zur Sicherung nach medial den distalen Bizepsanteil weghalten und dadurch auch den N. medianus und die A. brachialis schützen (Abb. 10.44). Nun kann der anteriore, mediale Gelenkanteil nach Inzision der Kapsel gut dargestellt werden.

Beim Wundverschluss erfolgt die transossäre Fixation des Lig. anulare radii. Durch eine Verlängerungssehnenplastik kann der M. brachialis rekonstruiert werden. Als mögliche Variante eines rein medialen Vorgehens kann der M. brachialis distal gespalten werden. Vorher ist das Aufsuchen der A. brachialis und des N. medianus notwendig. Diese sollten nach medial retrahiert werden. Nun kann die mediale Gelenkkapsel inzidiert und eröffnet werden.

## Gefahren

Bei der oberflächlichen Präparation muss auf den N. cutaneus antebrachii lateralis geachtet werden. Tief im lateralen Operationsgebiet ist der N. radialis mit seinem oberflächlichen und tiefen Ast gefährdet. Nach medial sollten der N. medianus und die A. brachialis bzw. im Verlauf die Aa. radialis und ulnaris geschützt werden.

## 10.3 · Offene Zugänge zum Ellenbogengelenk

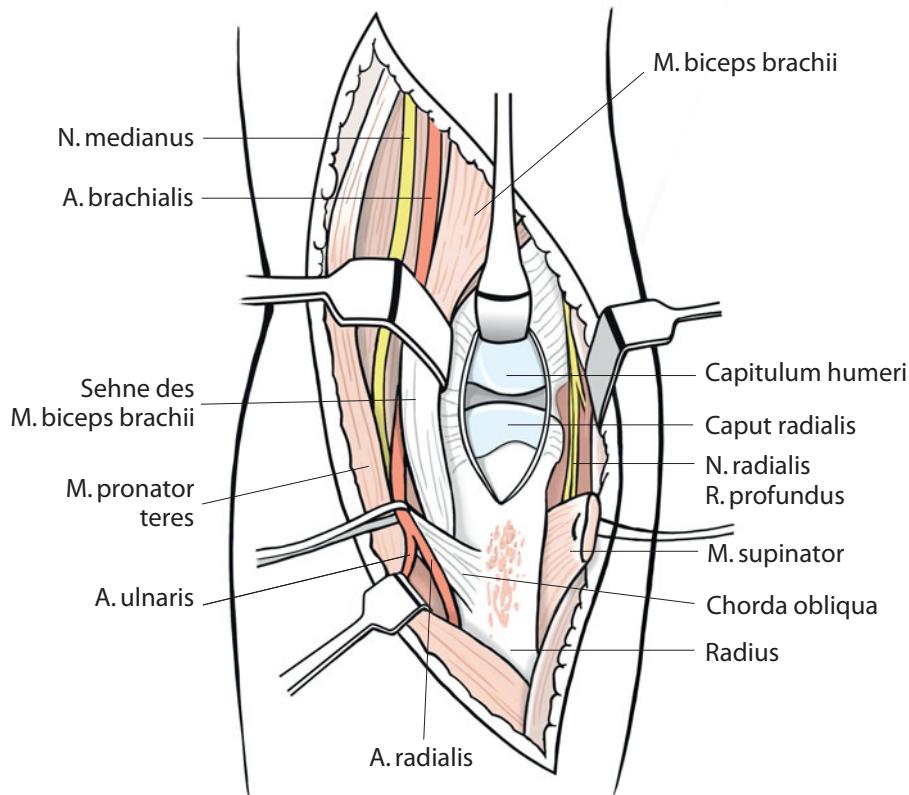


Abb. 10.43 Nach subperiostalem Ablösen des M. supinator und Eröffnung der Gelenkkapsel nun Darstellung des lateralen anterioren Gelenkanteils. Der M. brachialis und der distale Anteil des M. biceps brachii werden nach medial weggehalten. Der M. supinator wurde subperiostal abgelöst und nach lateral mobilisiert

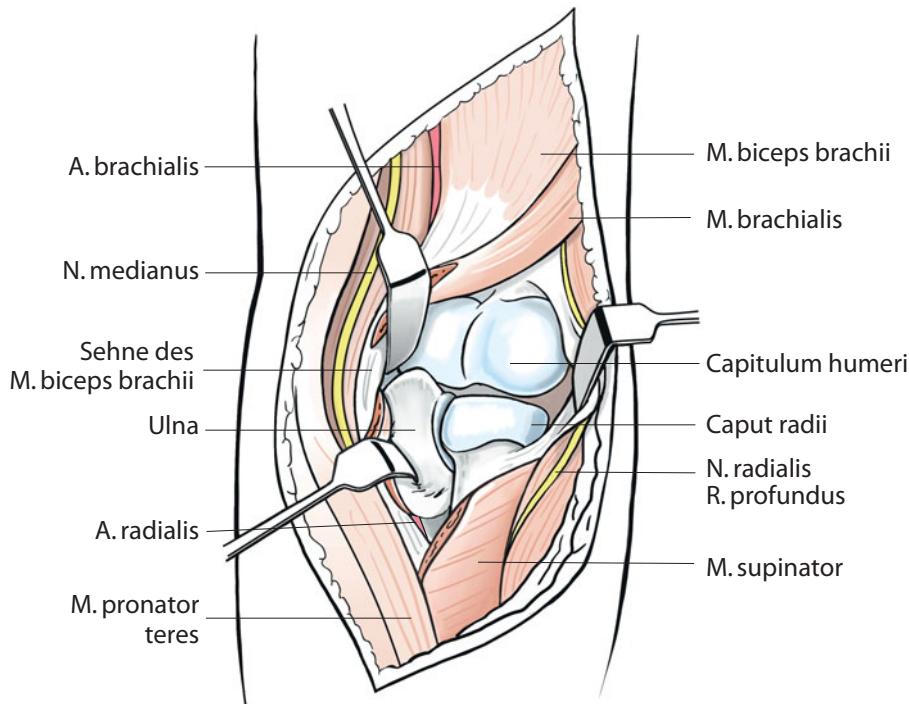


Abb. 10.44 Durchtrennung des M. brachialis. Der Langenbeck-Haken schützt den N. medianus und die A. brachialis nach medial

# Unterarm

*D. Arbab*

## **11.1 Vorderer Zugang zum Radius (Zugang nach Henry) – 249**

- 11.1.1 Indikation – 249
- 11.1.2 Lagerung – 249
- 11.1.3 Schnittführung – 249
- 11.1.4 Präparation – 250
- 11.1.5 Wundverschluss – 251
- 11.1.6 Gefahren – 251

## **11.2 Lateraler Zugang zum Nervus radialis – 252**

- 11.2.1 Indikation – 252
- 11.2.2 Lagerung – 252
- 11.2.3 Schnittführung – 252
- 11.2.4 Präparation – 253
- 11.2.5 Wundverschluss – 253
- 11.2.6 Gefahren – 253

## **11.3 Dorsolateraler Zugang zum Radius (Zugang nach Thompson) – 254**

- 11.3.1 Indikation – 254
- 11.3.2 Lagerung – 254
- 11.3.3 Schnittführung – 254
- 11.3.4 Präparation – 254
- 11.3.5 Wundverschluss – 255
- 11.3.6 Gefahren – 255

## **11.4 Anteromedialer Zugang zum Nervus medianus – 257**

- 11.4.1 Indikation – 257
- 11.4.2 Lagerung – 257
- 11.4.3 Schnittführung – 257
- 11.4.4 Präparation – 257
- 11.4.5 Wundverschluss – 257

## **11.5 Zugang zu den proximalen Anteilen von Radius und Ulna – 258**

- 11.5.1 Indikation – 258
- 11.5.2 Lagerung – 258
- 11.5.3 Schnittführung – 258
- 11.5.4 Präparation – 258
- 11.5.5 Wundverschluss – 259
- 11.5.6 Gefahren – 259

**11.6 Lateraler Zugang zur Ulna – 260**

- 11.6.1 Indikation – 260
- 11.6.2 Lagerung – 260
- 11.6.3 Schnittführung – 260
- 11.6.4 Präparation – 260
- 11.6.5 Wundverschluss – 260
- 11.6.6 Gefahren – 261

**11.7 Zugang zur distalen Ulna – 261**

- 11.7.1 Indikation – 261
- 11.7.2 Lagerung – 261
- 11.7.3 Schnittführung – 261
- 11.7.4 Präparation – 261
- 11.7.5 Wundverschluss – 262
- 11.7.6 Gefahren – 262

**11.8 Dorsaler Zugang zum distalen Radius – 262**

- 11.8.1 Indikation – 262
- 11.8.2 Lagerung – 262
- 11.8.3 Schnittführung – 262
- 11.8.4 Präparation – 263
- 11.8.5 Wundverschluss – 263
- 11.8.6 Gefahren – 263

**11.9 Palmerer Zugang zum distalen Radius – 264**

- 11.9.1 Indikation – 264
- 11.9.2 Lagerung – 264
- 11.9.3 Schnittführung – 264
- 11.9.4 Präparation – 265
- 11.9.5 Wundverschluss – 268
- 11.9.6 Gefahren – 268

**11.10 Zugang zur Sehne des Musculus palmaris longus – 270**

- 11.10.1 Indikation – 270
- 11.10.2 Lagerung – 270
- 11.10.3 Schnittführung – 270
- 11.10.4 Präparation – 271
- 11.10.5 Wundverschluss – 271
- 11.10.6 Gefahren – 271

## 11.1 Vorderer Zugang zum Radius (Zugang nach Henry)

### 11.1.1 Indikation

- Proximale Radiusfrakturen
- Luxationen des Radiusköpfchens
- Abriss der distalen Bizepssehne
- Tumoren und Entzündungen

### 11.1.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Der Oberarm wird auf einem Armtisch in Abduktion und Supination ausgelagert.

#### **Cave**

**Es ist darauf zu achten, dass eine Abduktion von 90° nicht überschritten wird, um die Gefahr einer Plexusschädigung zu vermeiden.**

Die Anlage der Blutdruckmanschette sollte möglichst weit proximal erfolgen, damit die Option einer Zugangserweiterung gewahrt bleibt. Um eine Blutleere zu erzielen, wird die Blutdruckmanschette nach Auswickeln des Arms aktiviert. Der Manschettendruck richtet sich nach den Blutdruckverhältnissen und sollte zwischen 200 und 300 mmHg betragen. Der zu operierende Arm wird frei beweglich abgedeckt.

### 11.1.3 Schnittführung

Der Hautschnitt beginnt am distalen Oberarm, 5 cm proximal der Ellenbeuge. Die Incision erfolgt zwischen der tastbaren distalen Bizepssehne und den lateral tastbaren Unterarmextensoren. Der Schnitt wird über die Ellenbeuge nach distal zum Processus styloideus radii geführt. Je nach Indikation kann der Hautschnitt proximal und distal erweitert oder initial eingegrenzt werden (Abb. 11.1).

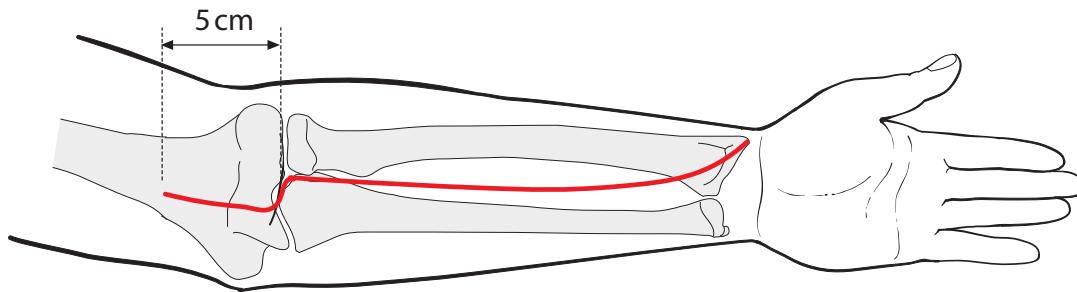


Abb. 11.1 Schnittführung: Beginn 5 cm proximal der Ellenbeuge und Verlauf zwischen der Bizepssehne und den Unterarmextensoren nach distal zum Processus styloideus radii

### 11.1.4 Präparation

Nach Durchtrennung der Haut und routinemäßigem Skalpellwechsel wird die subkutane Präparation fortgesetzt. Dabei können einige der Unterarmvenen nach radial und ulnar weggehalten werden, quer verlaufende Venen werden durchtrennt und ligiert. Die Faszie wird entlang des Faserverlaufs des Musculus brachioradialis nach distal gespalten. Der Nervus cutaneus antebrachii lateralis wird bei der Spaltung der Faszie verschont und nach ulnar weggehalten. Die Unterarmbeuger können nun ebenfalls nach ulnar und der M. brachioradialis nach radial retrahiert werden. Zwischen M. brachioradialis und M. brachialis stellt sich proximal der Nervus radialis dar. Die Arteria recurrens radialis

kann bei der weiteren Darstellung des proximalen Radius stören und sollte ligiert werden. Die weitere Darstellung des proximalen Radiusanteils erfolgt am Bizepssehnenansatz nach Durchtrennung der Bursa bicipitoradialis an der Tuberositas radii. Der M. supinator wird knochennah abgelöst und mit dem Ramus profundus n. radii nach radial retrahiert. Der Verlauf der Inzision erfolgt, wie in Abb. 11.2 dargestellt, ohne den Ansatz des M. pronator teres abzulösen.

Um eine gute Darstellung der dorsalen Anteile des proximalen Radius zu erzielen, wird der frei gelagerte Arm proniert (Abb. 11.3). Je nach Indikation kann eine weitere Präparation nach distal erfolgen.

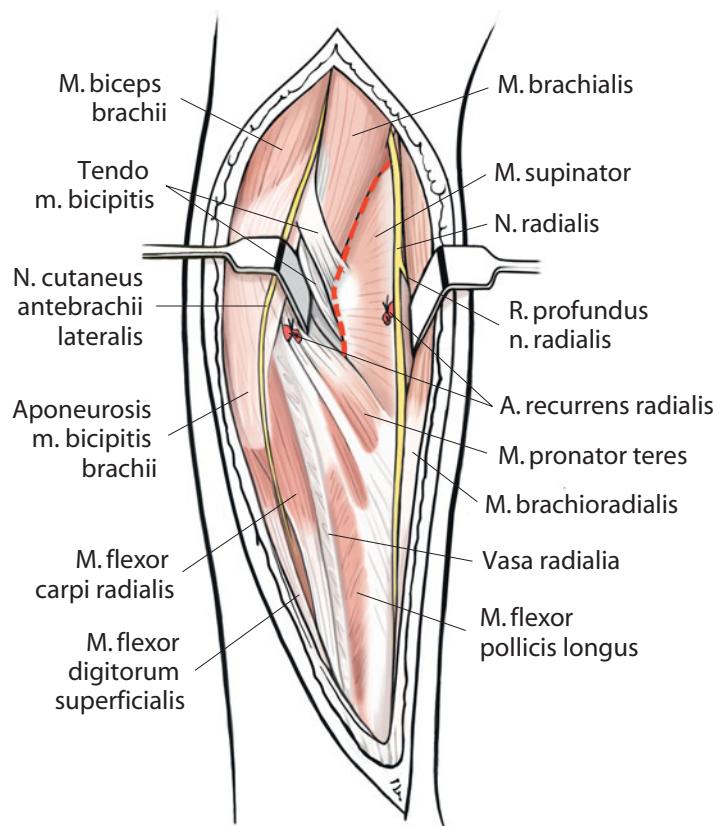


Abb. 11.2 Der Unterarm ist in Supinationsstellung und die Faszie gespalten. Der M. brachioradialis ist nach radial, die Unterarmbeuger nach ulnar retrahiert. Die A. recurrens radialis wurde ligiert und der N. radialis freigelegt. Der M. supinator wird im Verlauf der eingezeichneten Linie abgelöst, der Radius subperiostal dargestellt

### 11.1.5 Wundverschluss

Der Wundverschluss erfolgt schichtweise, wobei die Kapsel vernäht und der M. supinator bei supiniertem Unterarm adaptiert wird.

### 11.1.6 Gefahren

- Um eine Exposition des Radiusköpfchens zu erzielen, sollten nach Möglichkeit keine Hohmann-Hebel verwendet werden, die eine Kompression des R. profundus des N. radialis verursachen können.
- Der N. cutaneus antebrachii lateralis als Endast des N. musculocutaneus sollte bei der Durchtrennung der proximalen Faszie verschont werden.
- Bei Ablösung des M. supinator kann der R. profundus des N. radialis verletzt werden.
- Der N. radialis tritt distal durch die Faszie und sollte bei distaler Präparation geschont werden.

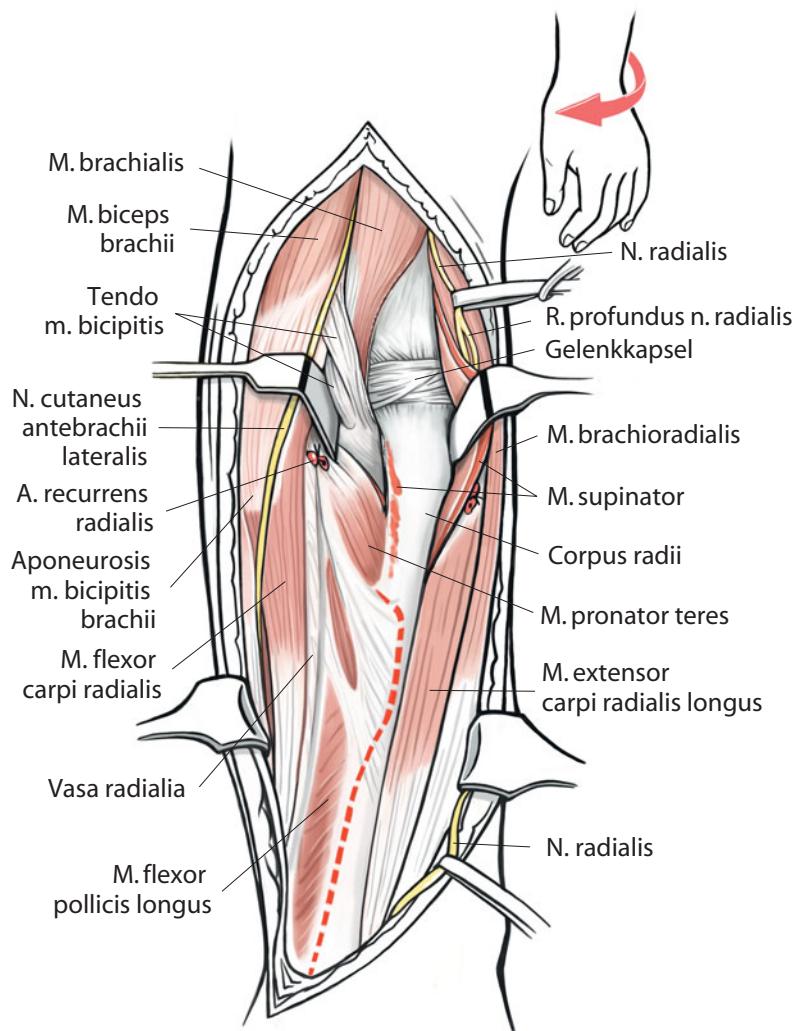


Abb. 11.3 Der Unterarm ist in Pronationsstellung und der Radius distal präpariert. Der M. pronator teres wird nicht abgelöst

## 11.2 Lateraler Zugang zum Nervus radialis

### 11.2.1 Indikation

- Supinatorsyndrom
- Radialisnervenkompression

### 11.2.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Der Oberarm wird auf einem Armtisch in Abduktion und Pronation ausgelagert.

#### **Cave**

**Es ist darauf zu achten, dass eine Abduktion von 90° nicht überschritten wird, um die Gefahr einer Plexusschädigung zu vermeiden. Alternativ kann der adduzierte Arm auf dem Oberkörper gelagert werden. Es empfiehlt sich, dabei ein Kissen unter die ipsilaterale Schulter zu legen oder den Tisch zur Gegenseite zu neigen, damit der Arm stabil liegt.**

Die Aktivierung der Blutdruckmanschette kann ohne oder nach Auswickeln des Arms erfolgen, um eine Blutsperre oder -leere zu erzielen. Der Manschettendruck richtet sich nach den Blutdruckverhältnissen und sollte zwischen 200 und 300 mmHg betragen. Der zu operierende Arm wird frei beweglich abgedeckt.

### 11.2.3 Schnittführung

Der Hautschnitt beginnt proximal etwa 2 cm distal des Epicondylus lateralis und verläuft über eine Strecke von ca. 6–8 cm in der palpablen Lücke zwischen M. brachioradialis und M. extensor carpi radialis longus (Abb. 11.4).

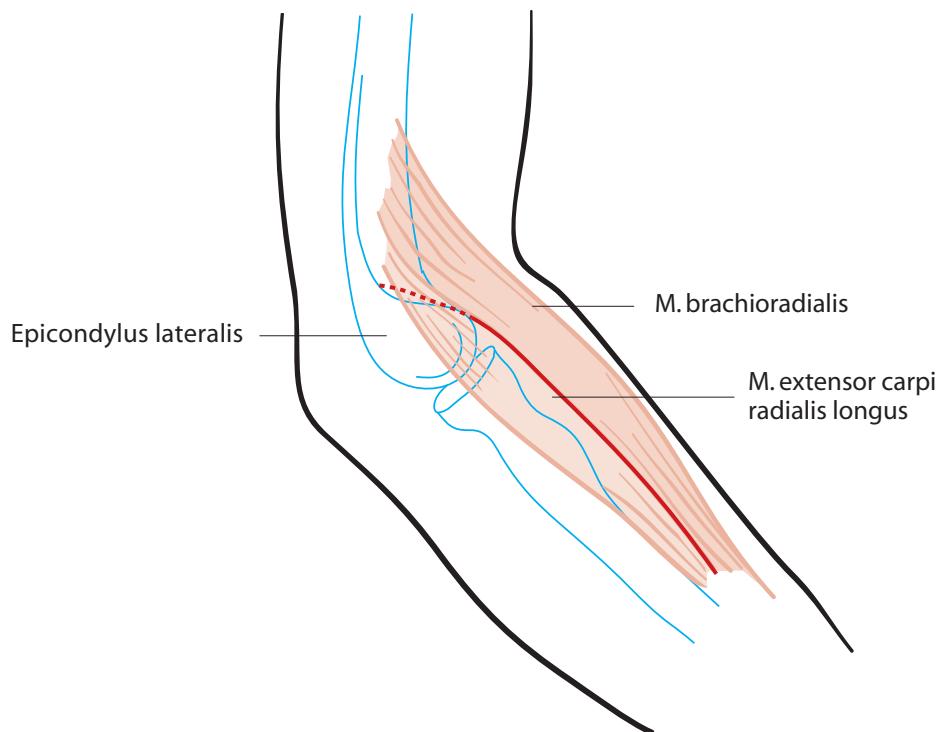


Abb. 11.4 Schnittführung: 2 cm proximal des Epicondylus lateralis in der Muskelstütze zwischen M. brachioradialis und M. extensor carpi radialis longus nach distal

### 11.2.4 Präparation

Nach Durchtrennung der Haut und routinemäßigem Skalpellwechsel wird die subkutane Präparation fortgesetzt. Durch stumpfes Eingehen wird die Lücke zwischen M. brachioradialis und M. extensor carpi radialis longus präpariert und die Muskelbäuche retrahiert. In der Tiefe lassen sich dann der R. profundus und superficialis als Äste des N. radialis darstellen. Sie liegen auf der häufig sehr straffen und bei der weiteren Präparation einengenden Faszie des M. extensor carpi radialis brevis. Diese kann vorsichtig angehoben und in Verlaufsrichtunginzidiert werden (Abb. 11.5).

Der R. profundus n. radii versorgt die Extensoren der Hand und Finger (ausgenommen den M. extensor carpi radialis longus) sowie den M. supinator und den M. abductor pollicis longus.

#### **Cave**

Bei der Präparation des R. profundus sollten quer verlaufende, störende Gefäße ligiert werden, um die Darstellung der sehr variablen und feinen motorischen Nervenäste nicht zu beeinträchtigen.

Die proximale Schnittverlängerung stellt den N. radialis bis zum Durchtritt am Septum intermusculare laterale dar. Durch eine distale Schnittverlängerung kann man den N. radialis nach Austritt aus dem M. supinator weiter verfolgen (Abb. 11.5).

### 11.2.5 Wundverschluss

Der Wundverschluss erfolgt schichtweise, wobei die Faszie vernäht wird.

### 11.2.6 Gefahren

- Bei der Präparation des R. profundus n. radii ist auf die feinen und variabel verlaufenden motorischen Äste zu achten.
- Der N. cutaneus antebrachii posterior sollte proximal beim Hautschnitt verschont werden.

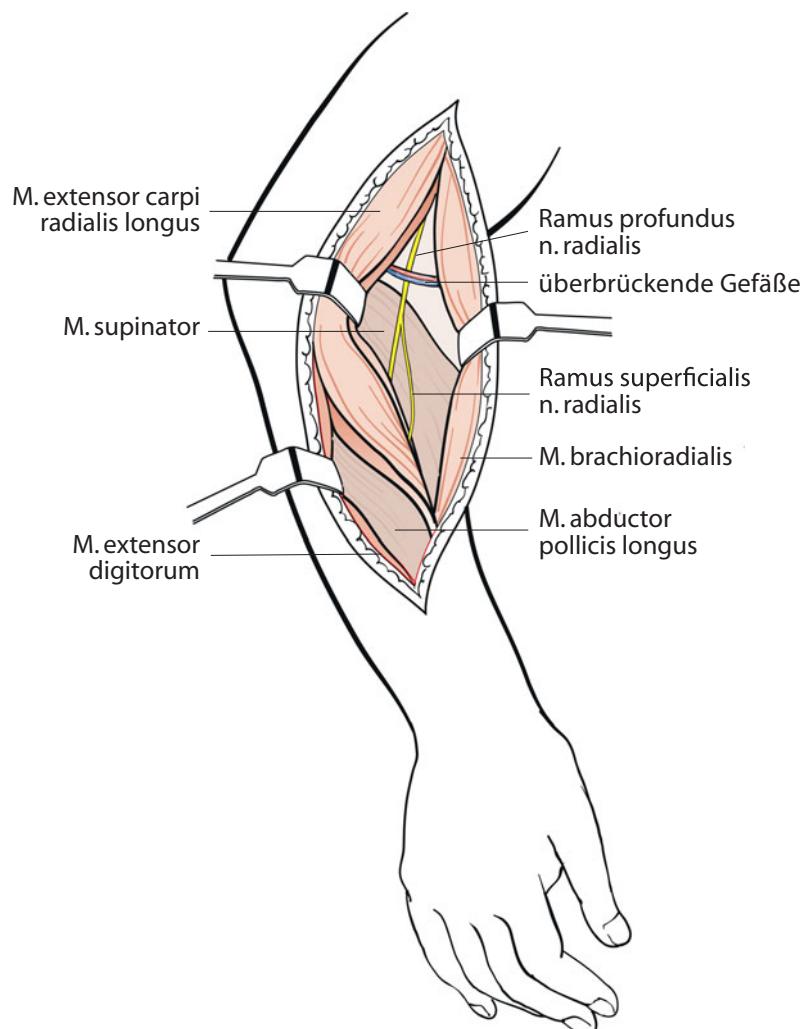


Abb. 11.5 Der Unterarm ist proniert und die Muskelbäuche des M. brachioradialis und M. extensor carpi radialis longus retrahiert. In der Tiefe liegen die oberflächlichen und tiefen Äste des N. radialis, die von Gefäßen überbrückt werden können. Distal besteht die Möglichkeit der Schnittverlängerung und Darstellung des N. radialis nach Austritt aus dem M. supinator

## 11.3 Dorsolateraler Zugang zum Radius (Zugang nach Thompson)

### 11.3.1 Indikation

- Frakturen des Radiusschafts
- Pseudarthrosen
- Tumoren und Entzündungen

### 11.3.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Der Oberarm wird auf einem Armtisch in Abduktion und in leichter Pronation ausgelagert.

#### **!** Cave

**Es ist darauf zu achten, dass eine Abduktion von 90° nicht überschritten wird, um die Gefahr einer Plexusschädigung zu vermeiden.**

In der Regel ist eine Blutsperre oder -leere nicht erforderlich, die Oberarmblutsperre wird jedoch zur Sicherheit angelegt, um bei Bedarf aktiviert zu werden. Der zu operierende Arm wird frei beweglich abgedeckt.

### 11.3.4 Präparation

Nach Durchtrennung der Haut und routinemäßigem Skalpellwechsel wird die subkutane Präparation fortgesetzt. Palpatorisch wird die Schicht zwischen den radialen Streckern (M. brachioradialis, M. extensor carpi radialis longus und brevis) sowie dem Extensor digitorum aufgesucht und die Faszie von distal nach proximal gespalten (Abb. 11.7).

Die distale Präparation erfolgt bis zum sehnigen Anteil der Unterarmstrekker. Die radialen und ulnaren Muskelanteile werden dann retrahiert, bis sich in der Tiefe der M. supinator darstellt. An dessen unterer Begrenzung tritt ein Ast des N. radialis aus. Eine knochennahe Ablösung der distalen Anteile des M. supinator kann je nach Indikation erforderlich sein und sollte in Supinationsstellung des Unterarms erfolgen. Der Muskel kann dann zusammen mit dem N. radialis nach radial retrahiert werden. Zur Darstellung distaler Radiusanteile wird die Inzision wie in Abb. 11.8 weiter fortgesetzt. Nach subperiostaler Präparation des Radius wird der Arm weiter proniert und der Radiuschaft mittels Hohmann-Hebeln dargestellt (Abb. 11.9).

Zur Erweiterung des Zugangs nach distal werden der M. abductor pollicis longus und der M. extensor pollicis brevis nach proximal abgeschoben.

### 11.3.3 Schnittführung

Der Hautschnitt beginnt über dem Epicondylus lateralis humeri und wird bogenförmig nach distal zum Processus styloideus radii geführt. Je nach Indikation kann der Hautschnitt ohne Weiteres proximal und distal erweitert oder initial eingegrenzt werden (Abb. 11.6).

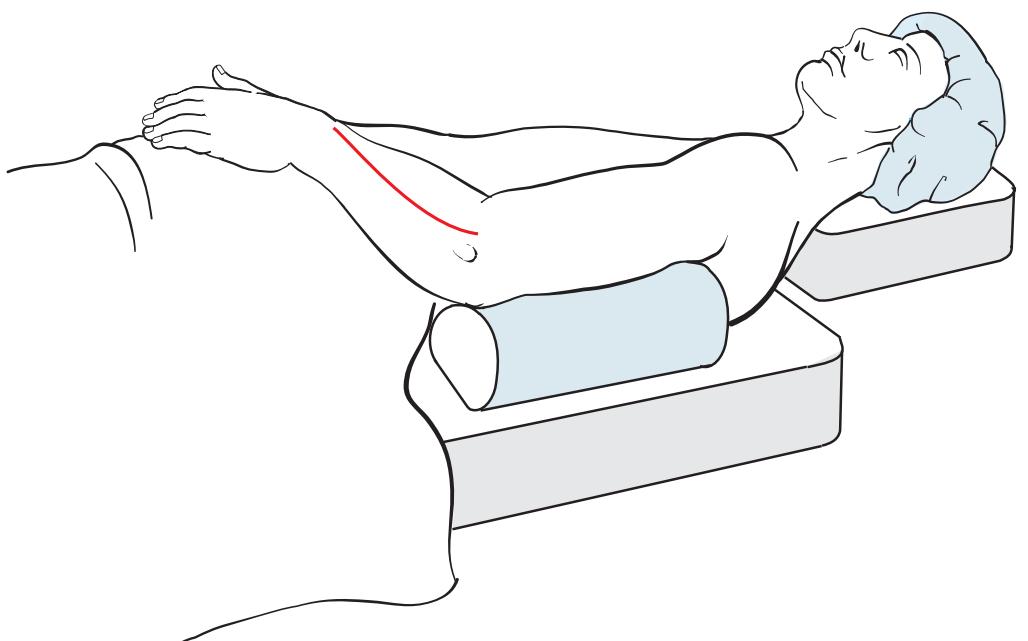


Abb. 11.6 Schnittführung: Über dem Epicondylus lateralis humeri zum Processus styloideus radii

### 11.3.5 Wundverschluss

Der Wundverschluss erfolgt schichtweise, wobei der M. supinator bei supiniertem Unterarm adaptiert wird.

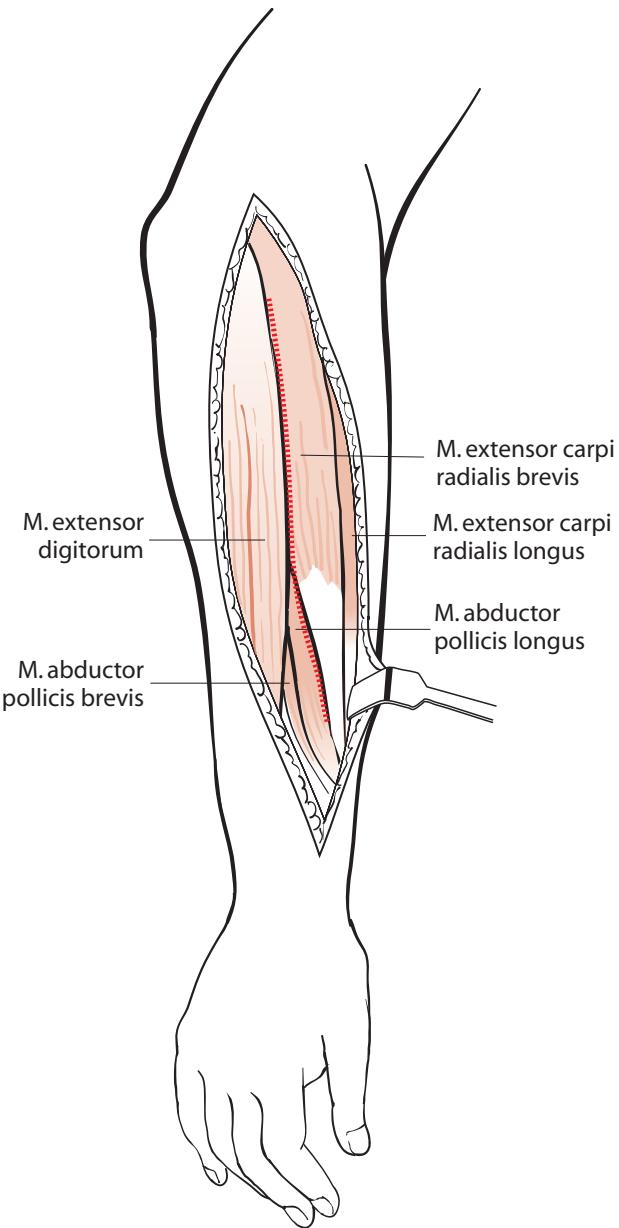


Abb. 11.7 Unterarm in Pronation. Die Schnittführung erfolgt entlang der eingezeichneten Linie zwischen den radialen Streckern (M. extensor carpi radialis longus und brevis) und dem M. extensor digitorum

### 11.3.6 Gefahren

- Der N. cutaneus antebrachii lateralis als Endast des N. musculocutaneus kann bei der Eröffnung der proximalen Faszie durchtrennt werden.
- Der R. profundus des N. radialis sollte bei distaler Ablösung des M. supinator verschont bleiben.
- Der N. radialis tritt distal durch die Faszie und muss geschont werden.

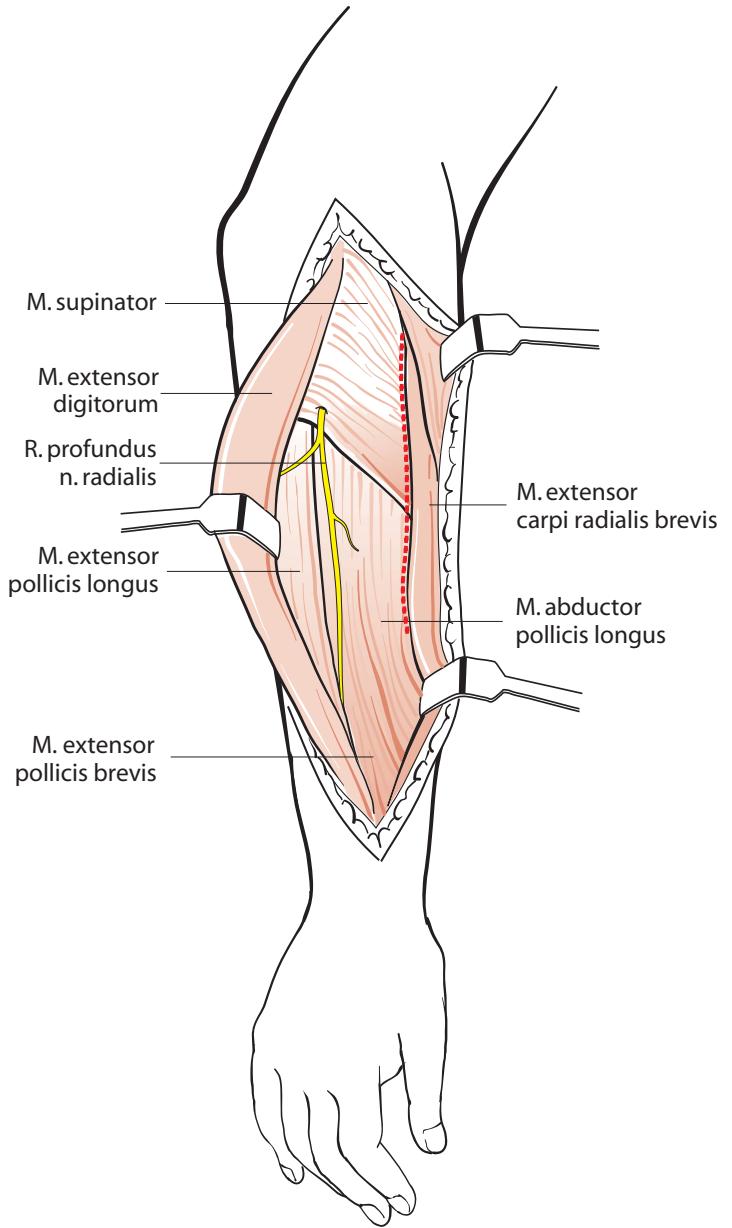


Abb. 11.8 Unterarm in Pronation nach Ablösen des M. extensor digitorum. Der M. supinator kann in Supinationsstellung des Unterarms abgelöst werden, um den Radius besser darzustellen. Die Schnittführung wird dann entlang der eingezeichneten Linie fortgesetzt

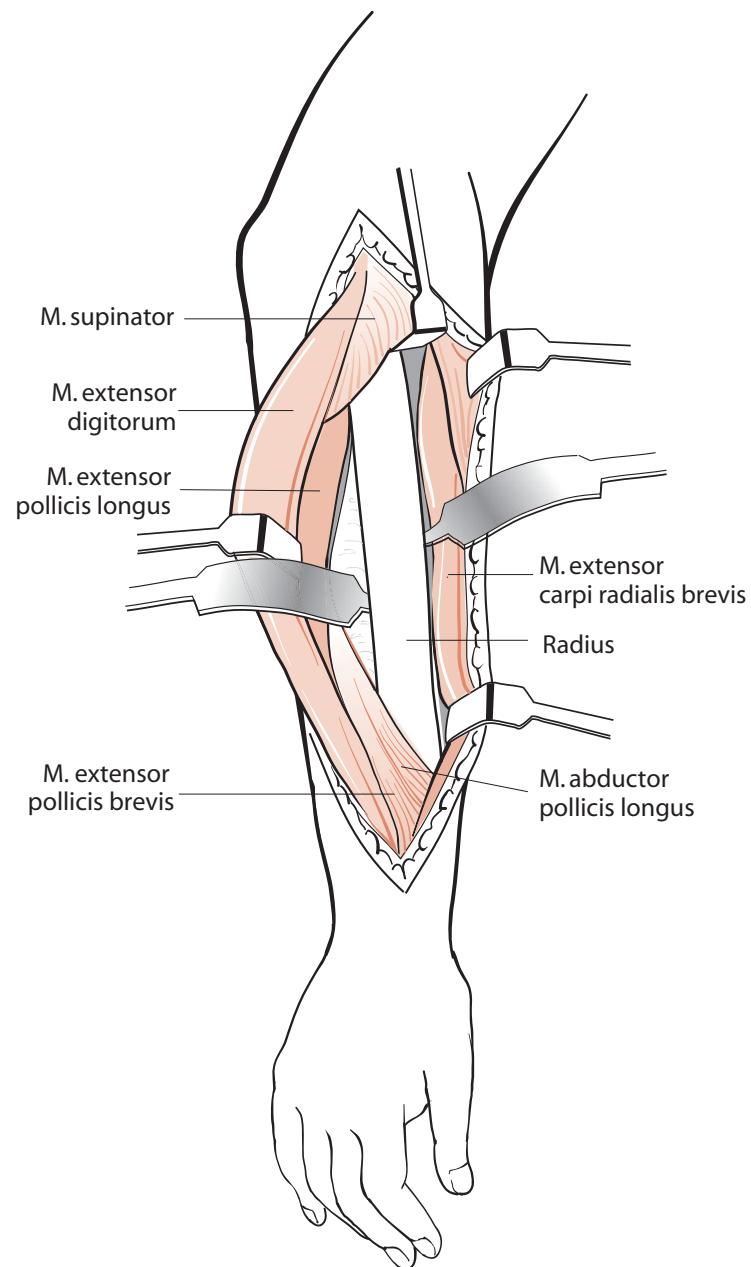


Abb. 11.9 Unterarm in Pronation und Darstellung des Radiuschafts nach subperiostaler Ablösung

## 11.4 Anteromedialer Zugang zum Nervus medianus

### 11.4.1 Indikation

- Revision des N. medianus

### 11.4.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Der Oberarm wird auf einem Armtisch in Abduktion und Supination ausgelagert.

#### Cave

**Es ist darauf zu achten, dass eine Abduktion von 90° nicht überschritten wird, um die Gefahr einer Plexusschädigung zu vermeiden.**

Die Aktivierung der Blutdruckmanschette kann ohne oder nach Auswickeln des Arms erfolgen, um eine Blutsperre oder -leere zu erzielen. Die vollständige Blutleere hat gegenüber der Blutsperre den Nachteil, dass die Gefäße schlechter dargestellt werden. Der Manschettendruck richtet sich nach den Blutdruckverhältnissen und sollte zwischen 200 und 300 mmHg betragen. Der zu operierende Arm wird frei beweglich abgedeckt.

### 11.4.3 Schnittführung

Der Hautschnitt beginnt beugeseitig neben dem Epicondylus medialis humeri und verläuft ulnarseitig bis 5 cm vor die Handgelenkbeugefalte (Abb. 11.10).

### 11.4.4 Präparation

Nach Durchtrennung der Haut und routinemäßigem Skalpellwechsel wird die subkutane Präparation fortgesetzt. Die Schicht zwischen dem ulnarseitigen M. flexor carpi ulnaris und dem radialseitigen M. flexor digitorum superficialis wird aufgesucht und präpariert. Nach Retraktion der beiden Muskelbäuche stellt sich in der Tiefe der N. medianus auf dem M. flexor digitorum profundus dar (Abb. 11.10). Unter dem M. flexor carpi ulnaris sind zudem die A. ulnaris und der N. ulnaris vorzufinden.

### 11.4.5 Wundverschluss

Der Wundverschluss erfolgt schichtweise, wobei die Faszie vernäht wird.

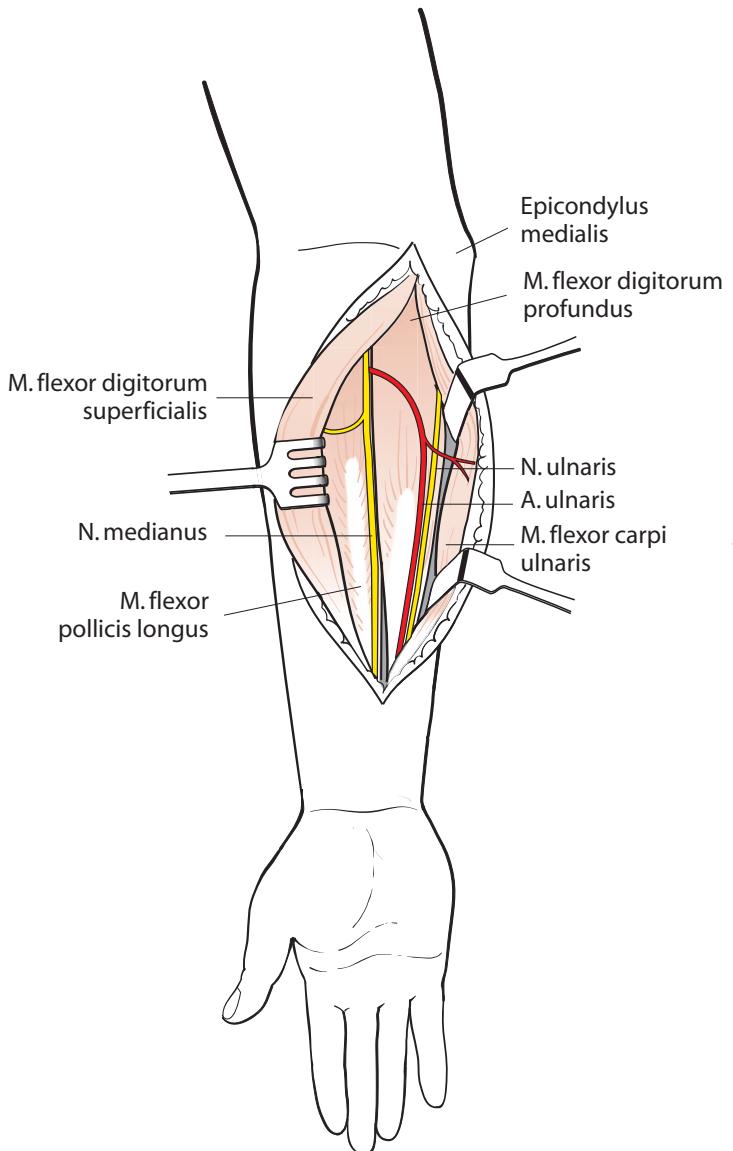


Abb. 11.10 Schnittführung: Beugeseitig neben dem Epicondylus medialis humeri entlang der Ulna nach distal. Die tiefe Präparation wird zwischen dem ulnarseitigen M. flexor carpi ulnaris und dem radialseitigen M. flexor digitorum superficialis durchgeführt. Auf dem M. flexor digitorum profundus stellt sich der N. medianus dar. Unter dem M. flexor carpi ulnaris sind nach Retraktion die A. und der N. ulnaris erkennbar

## 11.5 Zugang zu den proximalen Anteilen von Radius und Ulna

### 11.5.1 Indikation

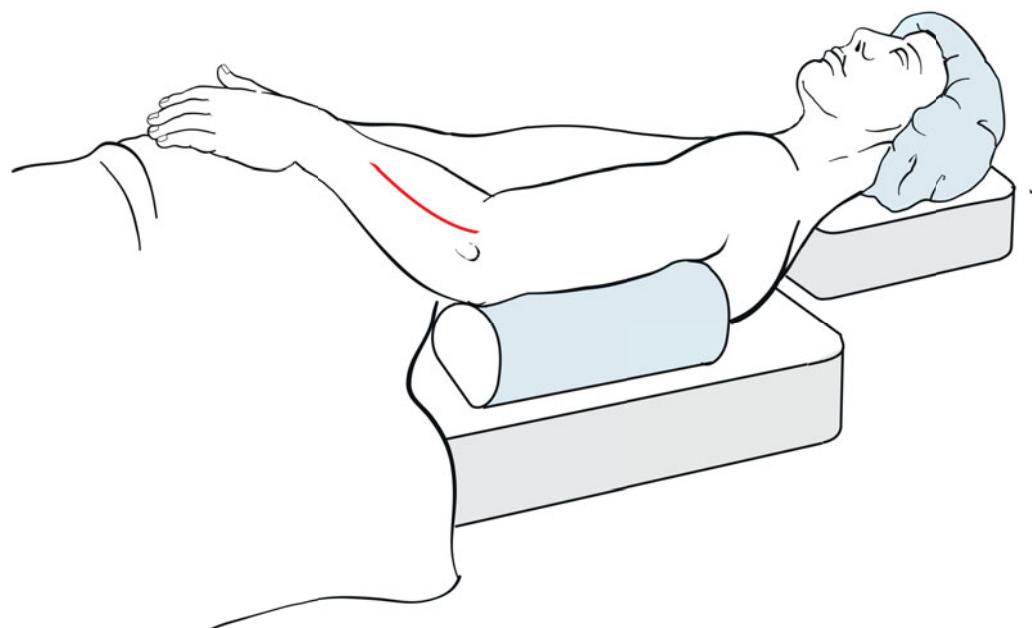
- Proximale Ulnafrakturen (Monteggia-Fraktur)
- Radiusköpfchenfrakturen
- Radiusköpfchenluxationen
- Radioulnare Synostosen
- Radiusköpfchenresektionen
- Entfernung posttraumatischer Ossifikationen
- Tumoren und Entzündungen

### 11.5.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Ein Kissen unterstützt die Schulter, der Arm liegt adduziert und proniert auf dem Abdomen.

#### Tipp

Es empfiehlt sich, ein Kissen unter die ipsilaterale Schulter zu legen und den Tisch zur Gegenseite zu neigen, damit der Arm nicht herunterfällt.



In der Regel ist eine Blutsperre oder -leere nicht erforderlich, die Oberarmblutdruckmanschette wird jedoch zur Sicherheit angelegt, um bei Bedarf aktiviert zu werden. Der zu operierende Arm wird frei beweglich abgedeckt.

### 11.5.3 Schnittführung

Der Hautschnitt beginnt zwischen dem Epicondylus lateralis humeri und dem Olekranon auf Höhe des Epikondylus. Er wird bogenförmig entlang der dorsalen Ulnakante ca. 10–13 cm nach distal geführt (Abb. 11.11).

### 11.5.4 Präparation

Nach Durchtrennung der Haut und routinemäßigem Skalpellwechsel wird die subkutane Präparation fortgesetzt. Die Faszie wird entlang der dorsalen Ulnakante eröffnet (Abb. 11.12) und der M. extensor carpi ulnaris sowie der M. anconaeus subperiostal von der Ulna abgelöst. Beide Muskeln werden nach radial retrahiert, sodass sich die Gelenkkapsel, das Ligamentum anulare und der M. supinator darstellen. Anschließend können das Ligament und die Kapsel inzidiert werden. Es bietet sich an, das Lig. anulare radii mit Haltefäden anzuschlingen, damit eine spätere anatomische Adaptation gelingt. Nach distaler Ablösung und Retraktion des M. supinator von der Ulna sind die Membrana interossea und der obere Anteil des Radius gut einsehbar (Abb. 11.13).

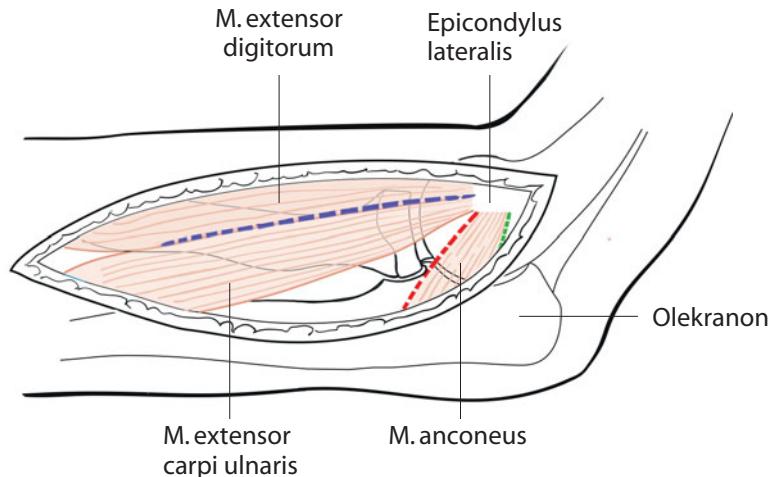
#### ! Cave

Die A. interossea recurrens kann bei distaler Präparation behindern und sollte in diesen Fällen ligiert und durchtrennt werden.

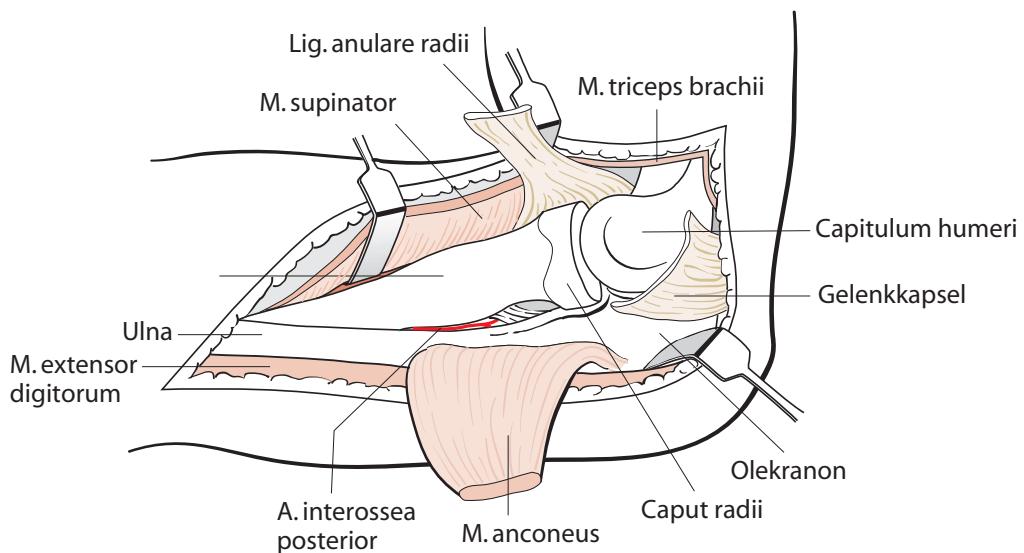
Der Zugang lässt sich nach proximal und distal erweitern, wobei die distale Erweiterung für eine vollständige Darstellung des Radius nicht ideal ist.

Abb. 11.11 Schnittführung: In Pronationsstellung des Unterarms zwischen Olekranon und Epicondylus lateralis humeri bogenförmig entlang der dorsalen Ulnakante nach distal

## 11.5 · Zugang zu den proximalen Anteilen von Radius und Ulna



**Abb. 11.12** Unterarm in Pronation nach subkutaner Präparation. Der M. extensor carpi ulnaris und der M. anconeus werden subperiostal zur Ulna abgelöst werden (grün). Alternativ: Präparation zwischen dem M. anconeus und dem M. extensor carpi ulnaris (rot) oder zwischen dem M. extensor carpi radialis und dem M. extensor digitorum (blau)



**Abb. 11.13** Unterarm in Pronationsstellung bei eröffneter Kapsel und durchtrenntem Lig. anulare radii. Radiuskopf und -hals sind gut einsehbar. Die Membrana interossea wird durch Ablösen des M. supinator von der Ulna dargestellt

Alternativ kann die Faszie zwischen M. anconeus und M. extensor carpi ulnaris gespalten und dann direkt auf das Radiusköpfchen präpariert werden (Abb. 11.12). Eine weitere Alternative zur Darstellung der vorderen Gelenkkanteile besteht darin, zwischen dem M. extensor carpi ulnaris und dem M. extensor digitorum einzugehen. Die weitere Präparation verläuft dann wie bereits beschrieben (Abb. 11.12).

### 11.5.5 Wundverschluss

Der Wundverschluss erfolgt schichtweise, wobei die Muskeln (M. supinator, M. anconeus, M. extensor carpi ulnaris) reinsertiert und das Lig. anulare radii genäht wird.

### 11.5.6 Gefahren

- Schonung des R. profundus des N. radialis bei Ablösung des M. supinator durch knochennahes Vorgehen

## 11.6 Lateraler Zugang zur Ulna

### 11.6.1 Indikation

- Ulnafrakturen
- Korrekturosteotomien
- Tumoren und Entzündungen

### 11.6.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Der Oberarm wird auf einem Armtisch in Abduktion und Pronation ausgelagert. Das Ellenbogengelenk ist leicht gebeugt.

#### **Cave**

**Es ist darauf zu achten, dass eine Abduktion von 90° nicht überschritten wird, um die Gefahr einer Plexusschädigung zu vermeiden.**

In der Regel ist eine Blutsperre oder -leere nicht erforderlich, die Oberarmblutdruckmanschette wird jedoch zur Sicherheit angelegt, um bei Bedarf aktiviert zu werden. Der zu operierende Arm wird frei beweglich abgedeckt.

### 11.6.3 Schnittführung

Der Hautschnitt beginnt distal des Olekranons und verläuft über die Rückfläche der Ulnakante, etwa 1 cm dorsal und parallel zur Ulna, nach proximal. Die proximal-distale Ausdehnung richtet sich nach der Lokalisation der Pathologie (Abb. 11.14).

### 11.6.4 Präparation

Nach Durchtrennung der Haut und routinemäßigem Skalpellwechsel wird die subkutane Präparation fortgesetzt. Das Periost wird über dem Knochen zwischen dem M. extensor carpi ulnaris und dem M. flexor carpi ulnaris inzidiert und die Ulna subperiostal präpariert, eine zirkumferente periostale Denudierung sollte vermieden werden (Abb. 11.15).

### 11.6.5 Wundverschluss

Der Wundverschluss erfolgt schichtweise, wobei die Kapsel und das Periost vernäht werden.

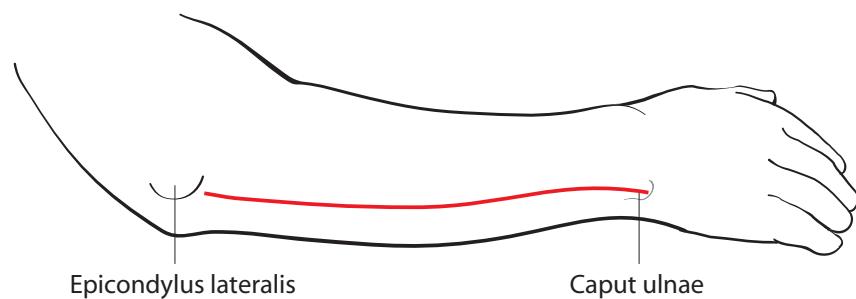


Abb. 11.14 Schnittführung: Distal des Olekranons über die Rückfläche der Ulnakante nach proximal

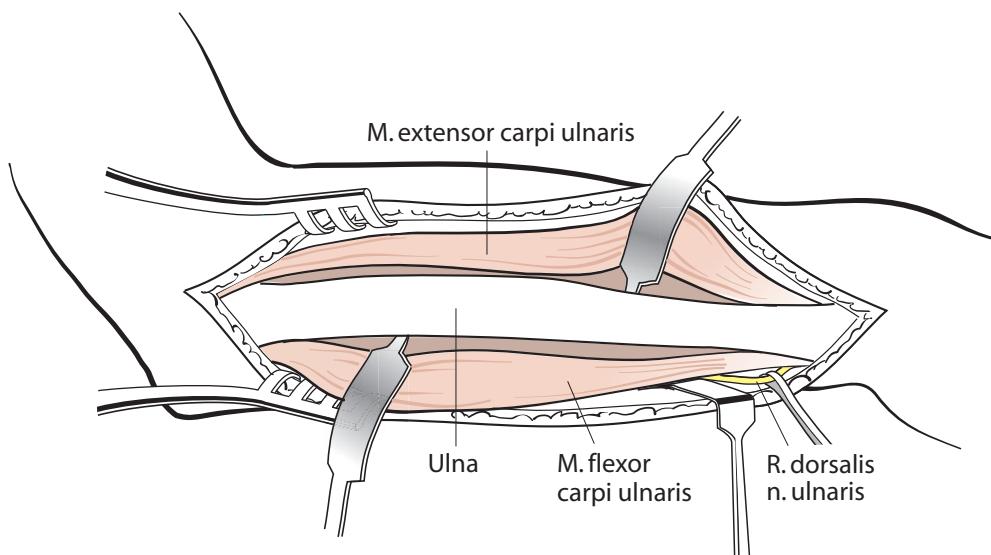


Abb. 11.15 Unterarm in Pronation und Darstellung des Ulnaschafts nach Präparation zwischen dem M. extensor carpi ulnaris und dem M. flexor carpi ulnaris

## 11.6.6 Gefahren

- Bei distaler Präparation sollte eine Verletzung des R. dorsalis des N. ulnaris vermieden werden. Dieser verläuft, von palmar kommend, unter der Sehne des M. flexor carpi ulnaris.

Die Aktivierung der Blutdruckmanschette erfolgt nach Auswicken des Arms, um eine Blutleere zu erzielen. Der Manschettendruck richtet sich nach den Blutdruckverhältnissen und sollte zwischen 200 und 300 mmHg betragen.

## 11.7 Zugang zur distalen Ulna

### 11.7.1 Indikation

- Ulnavorschub bei Zustand nach Radiusfraktur
- Madelung-Deformität
- Caput-ulnae-Syndrom
- Tenosynovitis des M. extensor carpi ulnaris

### 11.7.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Der Oberarm wird auf einem Armtisch in Abduktion und Pronation ausgelagert. Das Handgelenk kann mit einer kleinen Rolle unterlagert werden.

#### **Cave**

Es ist darauf zu achten, dass eine Abduktion von 90° nicht überschritten wird, um die Gefahr einer Plexusschädigung zu vermeiden.

### 11.7.3 Schnittführung

Der Hautschnitt beginnt distal des Processus styloideus ulnae und verläuft gerade entlang der Ulna nach proximal, je nach Höhe der Pathologie (Abb. 11.16).

### 11.7.4 Präparation

Nach Durchtrennung der Haut und routinemäßigem Skalpellwechsel wird die subkutane Präparation fortgesetzt. Palmar lässt sich der R. dorsalis des N. ulnaris darstellen und anschlingen. Die Incision der Faszie und des Retinaculum extensorum erfolgt über der Sehne des M. extensor carpi ulnaris. Der Muskel kann nach radial retrahiert und die distale Ulna subperiostal präpariert werden (Abb. 11.17).

Alternativ können durch eine dorsale Schnittführung Verletzungen des Discus articularis oder des Radioulnargelenks gut dargestellt werden.

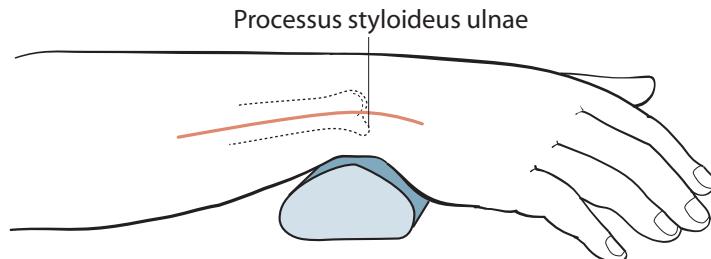


Abb. 11.16 Schnittführung: Incision ca. 2 cm distal des Processus styloideus ulnae nach proximal

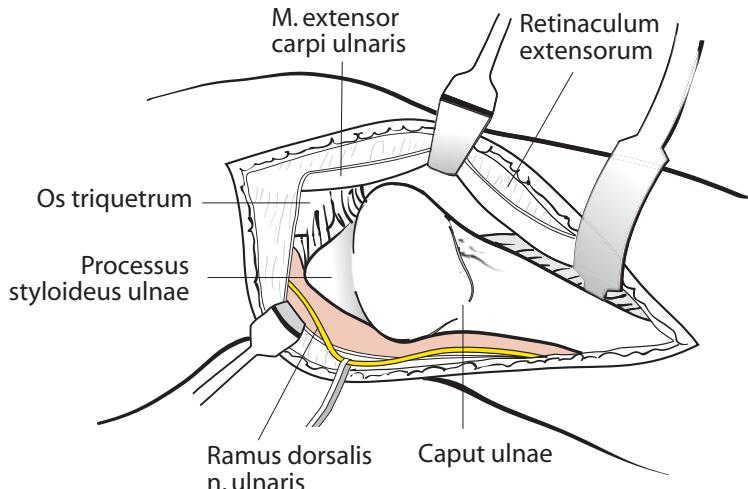


Abb. 11.17 Unterarm in Pronationsstellung mit Darstellung der distalen Ulna nach Eröffnung der Faszie und des Retinaculum extensorum über der Sehne des M. extensor carpi ulnaris

### 11.7.5 Wundverschluss

Der Wundverschluss erfolgt schichtweise, wobei die Kapsel sowie das Retinaculum vernäht und die Sehnenscheide des M. extensor carpi ulnaris verschlossen werden.

Im Fall einer Ulnakopfresektion wird das Resektionsende durch eine sorgfältige Kapsel-Periost-Naht stabilisiert.

### 11.7.6 Gefahren

- Bei distaler Präparation sollte eine Verletzung des R. dorsalis des N. ulnaris vermieden werden. Dieser verläuft, von palmar kommend, unter der Sehne des M. flexor carpi ulnaris.

## 11.8 Dorsaler Zugang zum distalen Radius

### 11.8.1 Indikation

- Distale Frakturen des Radius
- Korrekturosteotomien
- Tumoren und Entzündungen

### 11.8.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Der Oberarm wird auf einem Armtisch in Abduktion und Pronation ausgelagert. Das Handgelenk kann mit einer kleinen Rolle unterlagert werden.

#### ! Cave

**Es ist darauf zu achten, dass eine Abduktion von 90° nicht überschritten wird, um die Gefahr einer Plexusschädigung zu vermeiden.**

Die Aktivierung der Blutdruckmanschette kann ohne oder nach Auswickeln des Arms erfolgen, um eine Blutsperre oder -leere zu erzielen. Der Manschettendruck richtet sich nach den Blutdruckverhältnissen und sollte zwischen 200 und 300 mmHg betragen. Der zu operierende Arm wird frei beweglich abgedeckt.

### 11.8.3 Schnittführung

Der Hautschnitt erfolgt von der dorsalen Unterarmmitte aus und wird entsprechend der Lokalisation und Pathologie nach distal fortgesetzt (Abb. 11.18).

#### ! Cave

**Bei Verwendung eines gleichzeitigen ulnaren Schnitts ist auf eine entsprechend große Hautbrücke (mindestens 4 cm) zu achten und die Schnittführung weiter radial anzusetzen.**

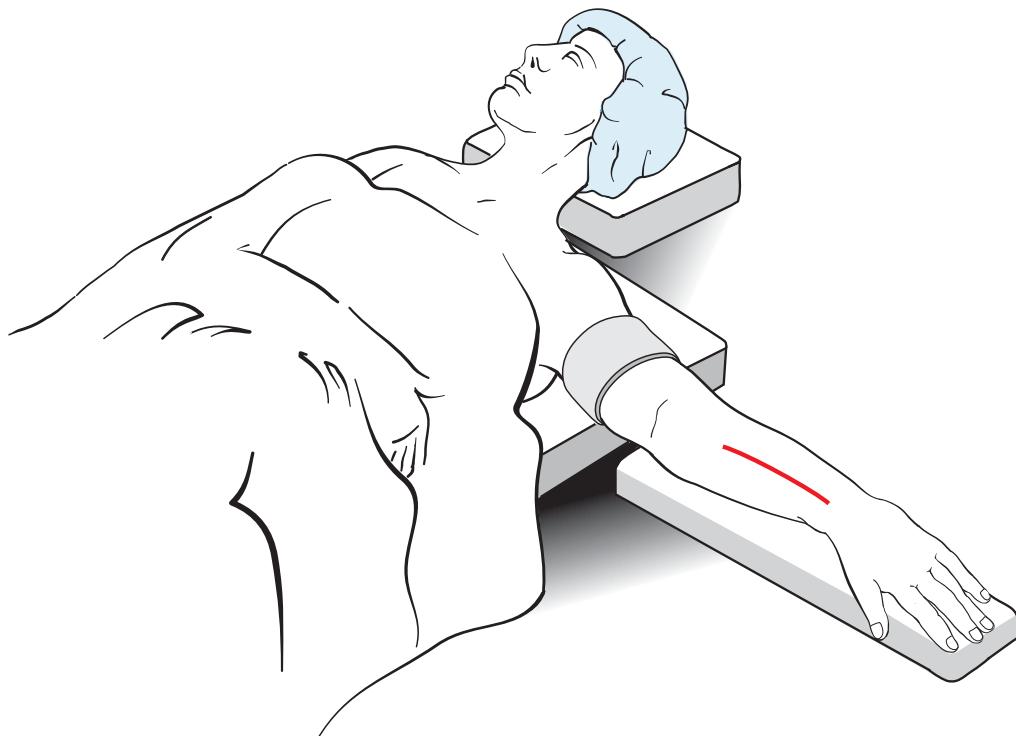


Abb. 11.18 Schnittführung: in pronaierter Position von der Unterarmmitte nach distal

### 11.8.4 Präparation

Nach Durchtrennung der Haut und routinemäßigem Skalpellwechsel wird die subkutane Präparation fortgesetzt. Die Faszie sowie das Retinaculum extensorum werden in der Lücke zwischen den Mm. extensor carpi radialis longus et brevis und den Mm. abductor pollicis longus und extensor pollicis brevis gespalten (Abb. 11.19).

Die beiden Muskeln des 1. Strahls können nach radial retrahiert werden, die übrigen Muskeln nach ulnar, um eine freie Sicht und Zugang auf den distalen Radius zu ermöglichen (Abb. 11.20).

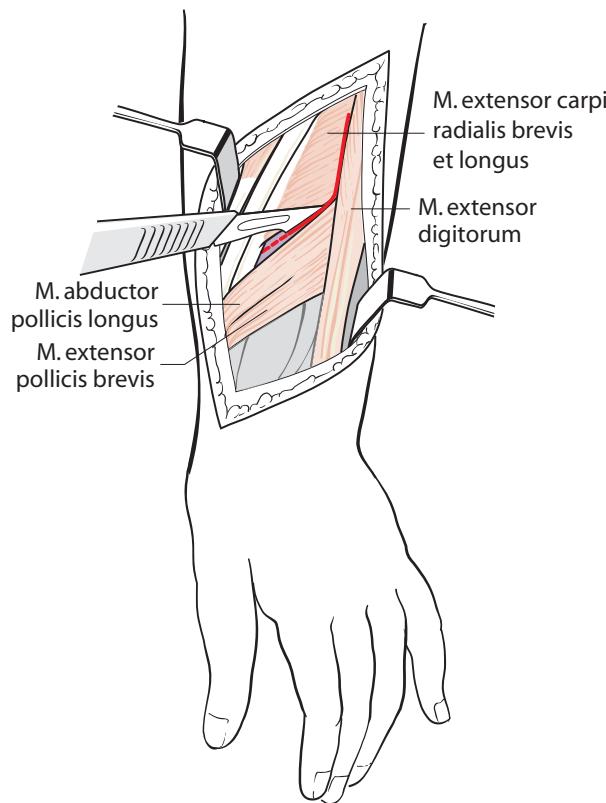


Abb. 11.19 Unterarm in Pronation nach subkutaner Präparation. Die Faszie ist eröffnet, die weitere Schnittführung erfolgt entlang der eingezeichneten Linie zwischen den Mm. extensor carpi radialis longus et brevis und den Mm. abductor pollicis longus und extensor pollicis brevis

### 11.8.5 Wundverschluss

Der Wundverschluss erfolgt schichtweise, wobei die Faszie und das Retinaculum vernäht werden.

### 11.8.6 Gefahren

- Distal verläuft die Sehne des M. extensor pollicis longus schräg und sollte geschont werden.
- Der oberflächliche Ast des N. radialis kann bei radikaler subkutaner Präparation verletzt werden.

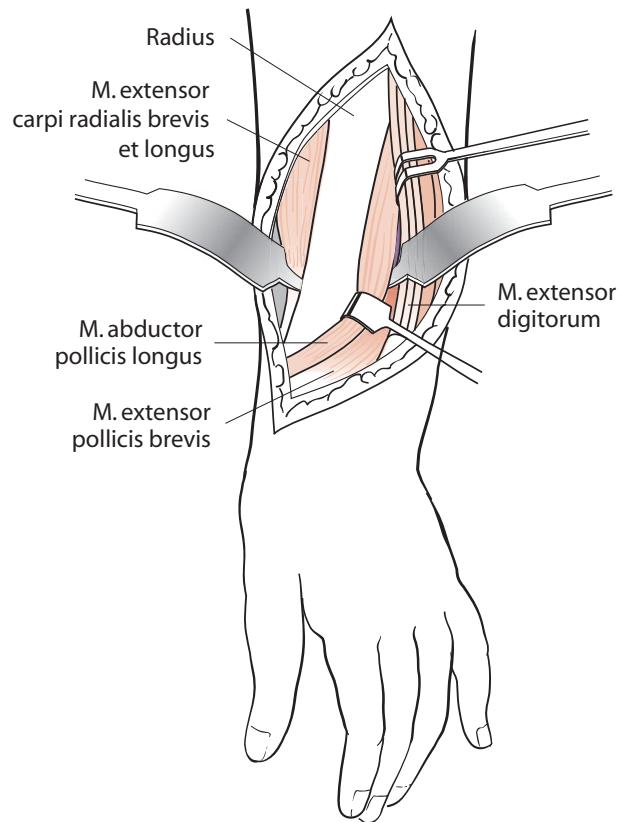


Abb. 11.20 Unterarm in Pronation mit Darstellung des distalen Radiuschafts durch Retraktion der Muskeln des 1. Strahls nach radial und des M. extensor digitorum nach ulnar

## 11.9 Palmarer Zugang zum distalen Radius

### 11.9.1 Indikation

- Distale Radiusfraktur
- Pseudarthrosen
- Tumoren und Entzündungen

### 11.9.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Der Oberarm wird auf einem Armtisch in Abduktion und Supination ausgelagert. Das Handgelenk kann mit einer kleinen Rolle unterlagert werden.

#### **!** Cave

**Es ist darauf zu achten, dass eine Abduktion von 90° nicht überschritten wird, um die Gefahr einer Plexusschädigung zu vermeiden.**

Die Aktivierung der Blutdruckmanschette erfolgt nach Auswicken des Arms, um eine Blutleere zu erzielen. Der Manschettendruck richtet sich nach den Blutdruckverhältnissen und sollte zwischen 200 und 300 mmHg betragen.

### 11.9.3 Schnittführung

Der Hautschnitt verläuft von der Handgelenkbeugefalte über oder leicht radial der Sehne des M. flexor carpi radialis (Abb. 11.21).

Die Sehne des M. flexor carpi radialis liegt radial der ebenfalls oberflächlich verlaufenden Sehne des M. palmaris longus.

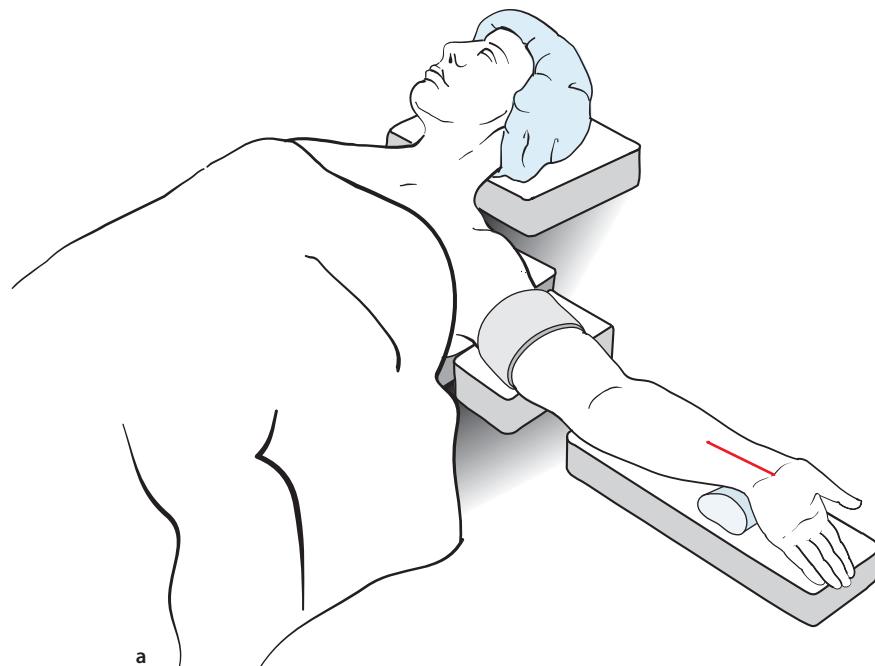


Abb. 11.21a,b Schnittführung: Von der Handgelenkbeugefalte über bzw. radial der Sehne des M. flexor carpi radialis ca. 6–8 cm nach proximal

### 11.9 • Palmarer Zugang zum distalen Radius

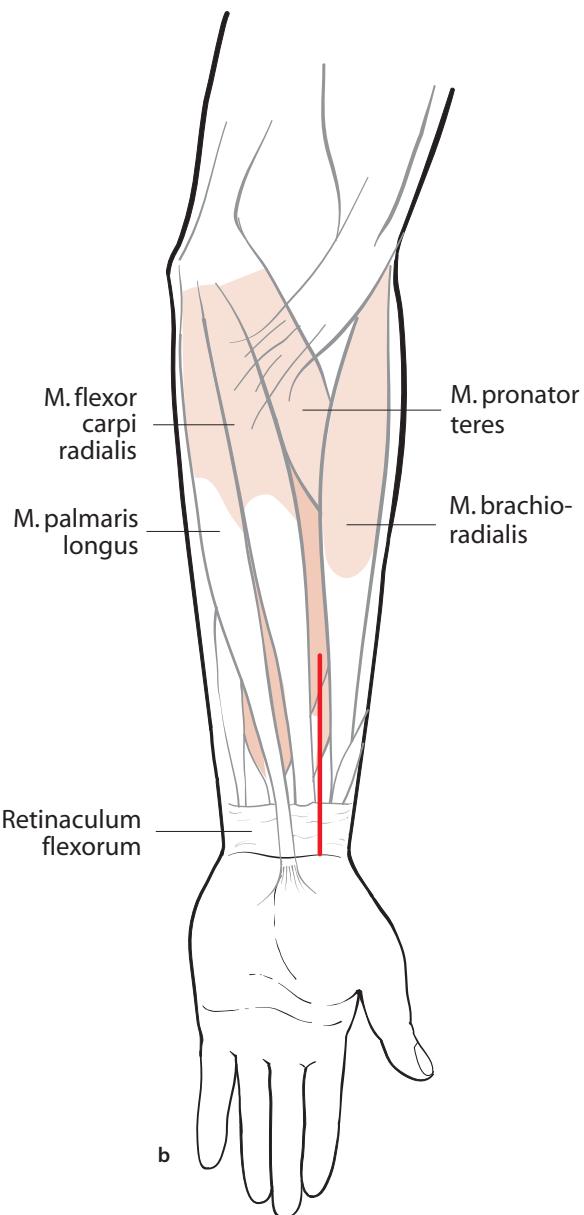


Abb. 11.21a,b (Fortsetzung))

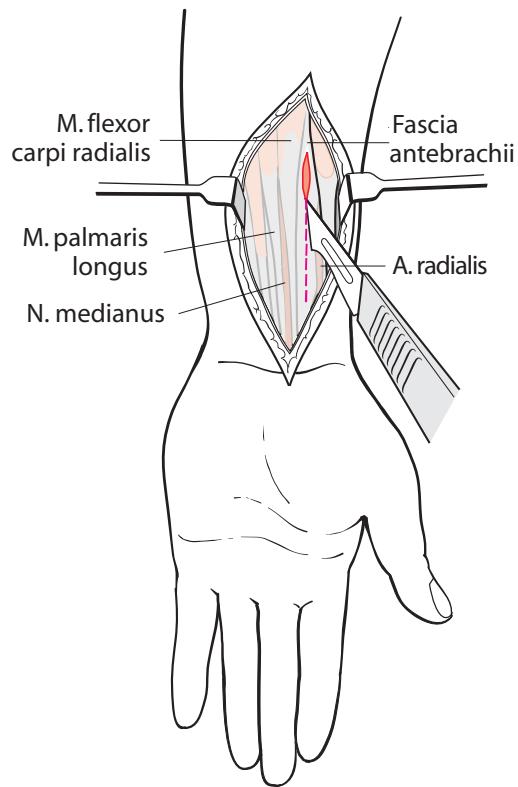


Abb. 11.22 Unterarm in Supination nach subkutaner Präparation. Die Unterarmfaszie sowie die Sehnenscheide des M. flexor carpi radialis werden radial der Sehne inzidiert. Die A. radialis braucht nicht präpariert und dargestellt werden

#### 11.9.4 Präparation

Nach Durchtrennung der Haut und routinemäßigem Skalpellwechsel wird die subkutane Präparation fortgesetzt. Die Unterarmfaszie sowie die Sehnenscheide des M. flexor carpi radialis werden radial der Sehne inzidiert (Abb. 11.22) und der Muskel nach ulnar retrahiert. Die A. radialis braucht nicht präpariert und dargestellt werden. Damit liegen die Sehnen und distalen Muskelanteile der Mm. flexor pollicis longus und flexor digitorum superficialis frei (Abb. 11.23).

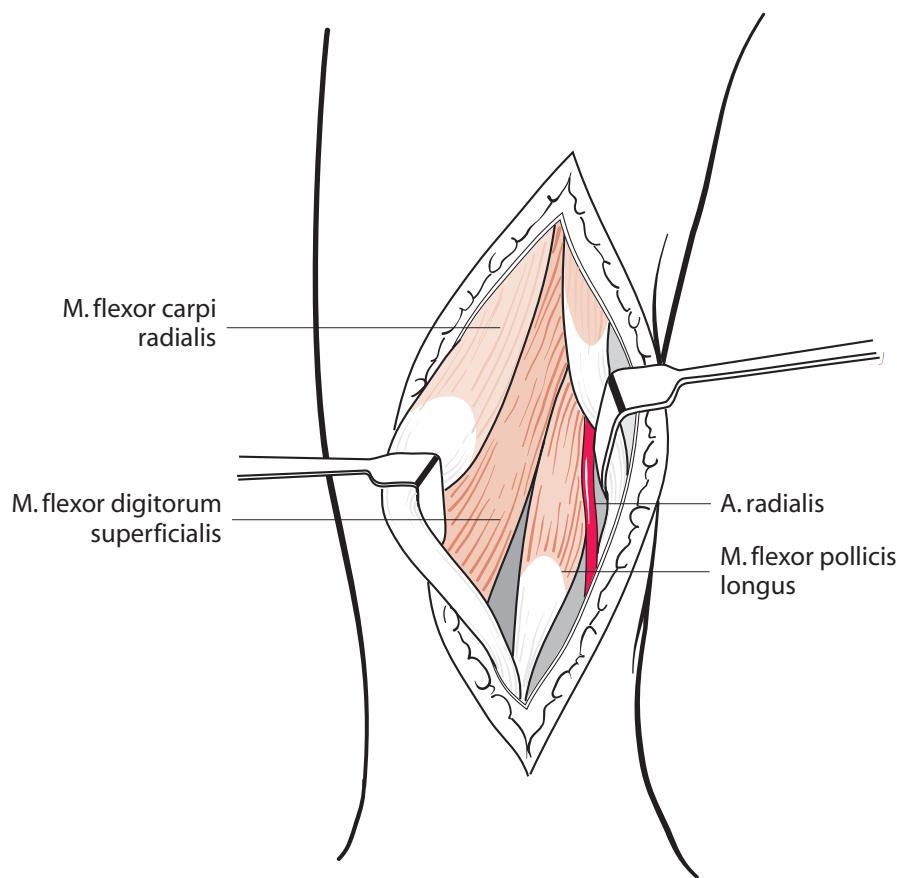


Abb. 11.23 Unterarm in Supinationsstellung mit Retraktion des M. flexor carpi radialis nach ulnar und Darstellung der distalen Anteile der Mm. flexor pollicis longus und flexor digitorum superficialis. Die Unterarmfaszie sowie die Sehnenscheide wurden radial der Sehne des M. flexor carpi radialis inzidiert

Die A. radialis wird nach radial und die beiden Sehnen nach ulnar retrahiert. Der darunterliegende M. pronator quadratus kommt zum Vorschein und wird so inzidiert, dass ein kleiner radialer Muskelanteil verbleibt (Abb. 11.24).

Mit dem Raspatorium wird der Muskelbauch des M. pronator quadratus en bloc nach ulnar abgeschoben, womit der distale und der palmarer Anteil des Radius dargestellt werden (Abb. 11.25).

### 11.9 • Palmarer Zugang zum distalen Radius

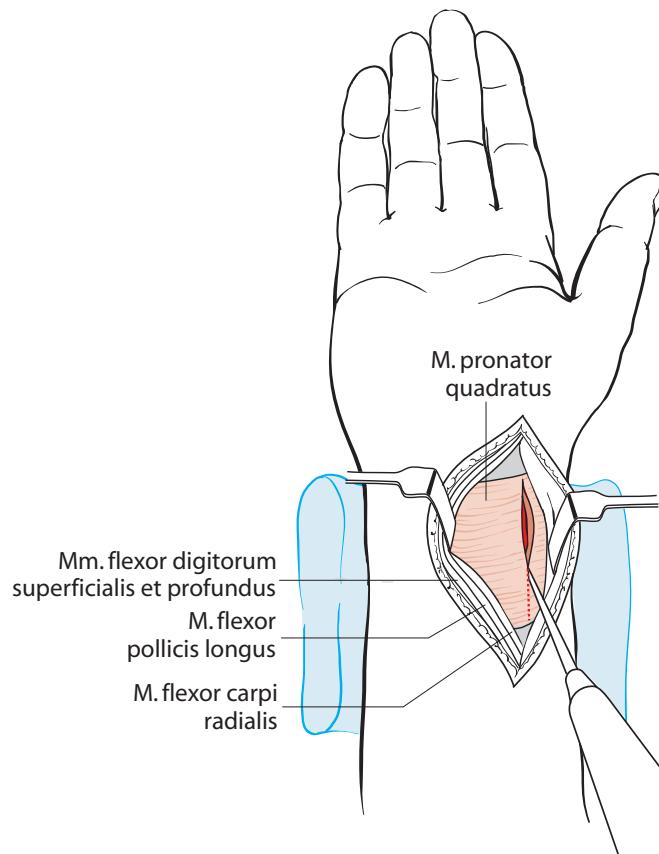


Abb. 11.24 Unterarm in Supinationsstellung und Darstellung des M. pronator quadratus, der so inzidiert wird, dass ein kleiner radialer Muskelanteil verbleibt

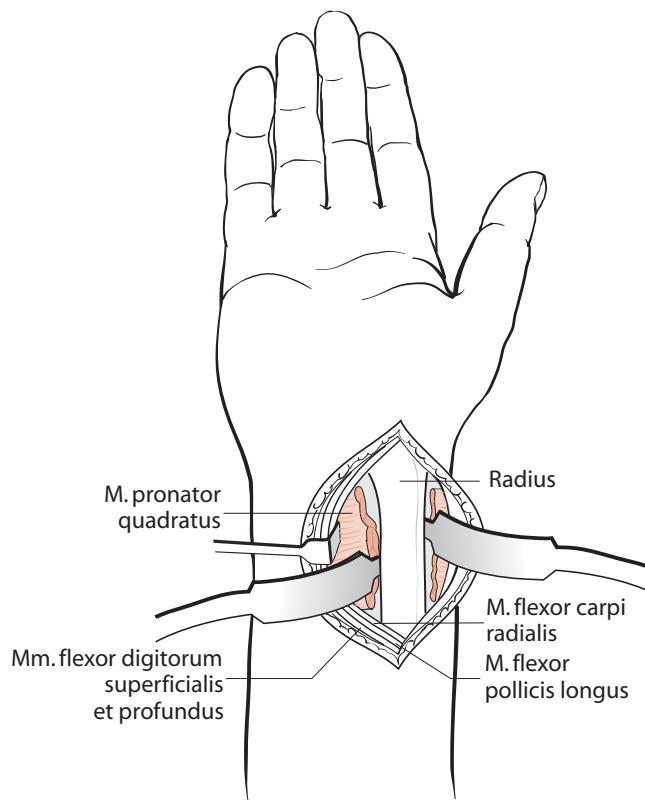


Abb. 11.25 Unterarm in Supinationsstellung und Darstellung des distalen Radius nach Retraktion des M. pronator quadratus

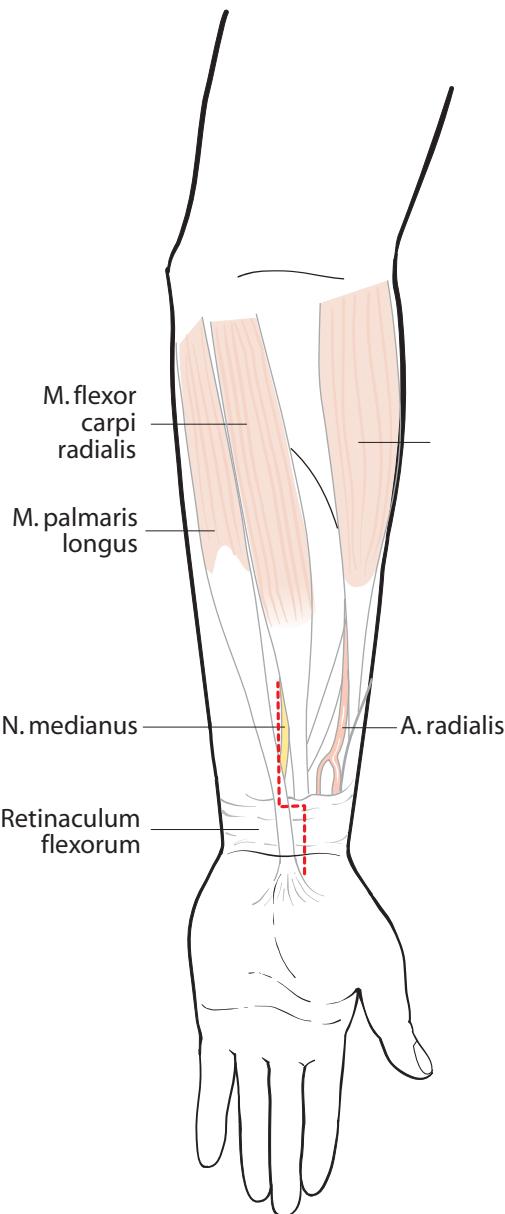


Abb. 11.26 Schnittführung: Inzision proximal neben dem Daumenballen mit Verlauf quer über die Handgelenkbeugefalte und zwischen Radius und Ulna nach distal

Eine distale Erweiterung zur Behandlung des Os scaphoideum (► Kap. 12, »Hand und Handgelenk«, s. dort »Zugang zum Kahnbein«) und eine proximale Erweiterung zum Radius (► Abschn. 11.1, »Vorderer Zugang zum Radius«) sind problemlos möglich. Alternativ kann auch ein ulnopalmarer Zugang zum distalen Radius gewählt werden. Er hat den Vorteil, dass die Gefahr einer Verletzung des N. medianus geringer ist. Die Inzision beginnt proximal neben dem Daumenballen, verläuft quer über die Handgelenkbeugefalte und wird proximal zwischen Radius und Ulna fortgesetzt (Abb. 11.26).

Die weitere Präparation erfolgt ulnar der Beugesehnen. Nach sicherer Identifizierung des N. medianus wird das Retinaculum flexorum ulnar gespalten und die Beugesehnen nach radial retrahiert (Abb. 11.27).

Das weitere Vorgehen mit Präparation des M. pronator quadratus erfolgt wie in Abb. 11.25 beschrieben (Abb. 11.28).

### 11.9.5 Wundverschluss

Der Wundverschluss erfolgt schichtweise, wobei der M. pronator quadratus mit dem radial verbliebenen Anteil rekonstruiert und die Unterarmfaszie vernäht wird.

### 11.9.6 Gefahren

- Die im subkutanen Fettgewebe liegende A. radialis ist zu beachten, braucht aber nicht dargestellt zu werden.
- Wird der Hautschnitt zwischen M. flexor carpi radialis und M. palmaris longus durchgeführt, ist eine mögliche Verletzung des R. palmaris des N. medianus zu vermeiden.

## 11.9 • Palmarer Zugang zum distalen Radius

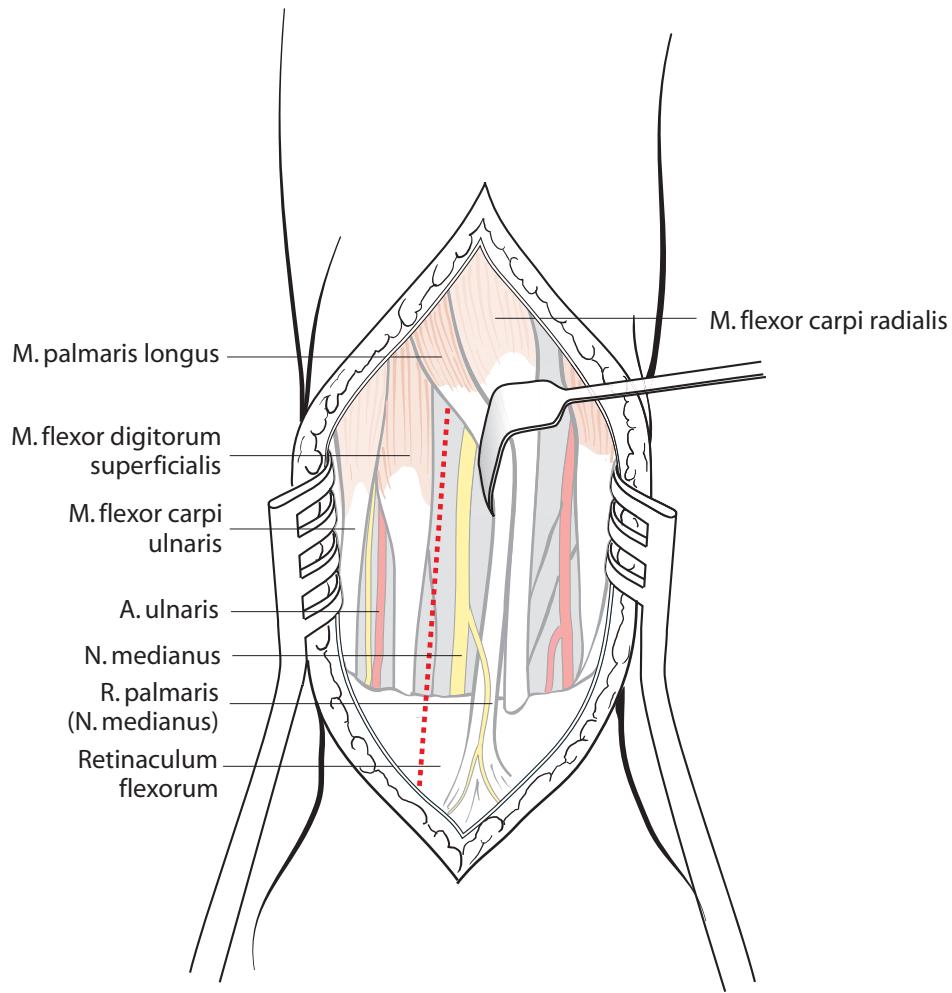


Abb. 11.27 Unterarm in Supinationsstellung nach subkutaner Präparation. Nach Identifizierung des N. medianus erfolgt die weitere Präparation ulnar der Beugesehnen. Das Retinaculum flexorum wird ulnar der Beugesehnen entlang der eingezeichneten Linie gespalten

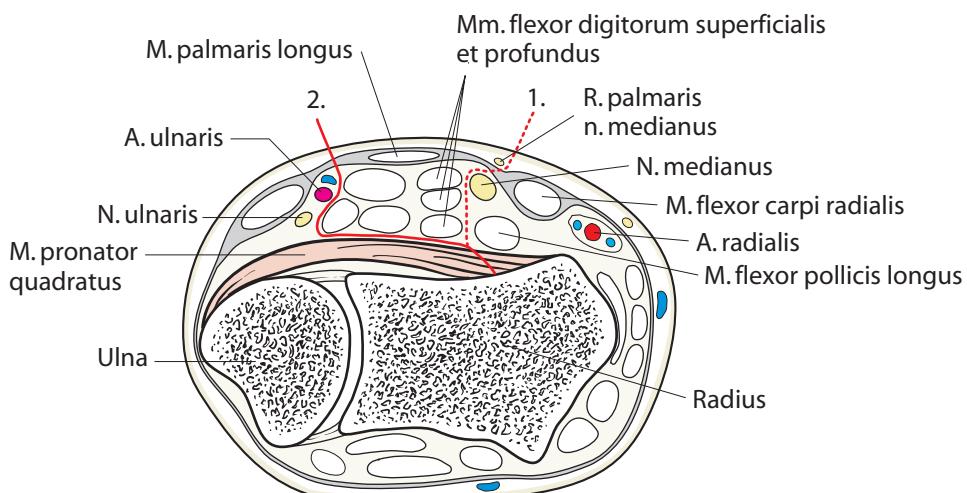


Abb. 11.28 Distaler Unterarm im Querschnitt zur Darstellung der alternativen Zugangswege. Zugang I (rot gestrichelt) mit Präparation ulnar der M.-flexor-carpi-radialis-Sehne. Alternativ: Zugang II (rot) mit Eingehen ulnar der Beugesehnen

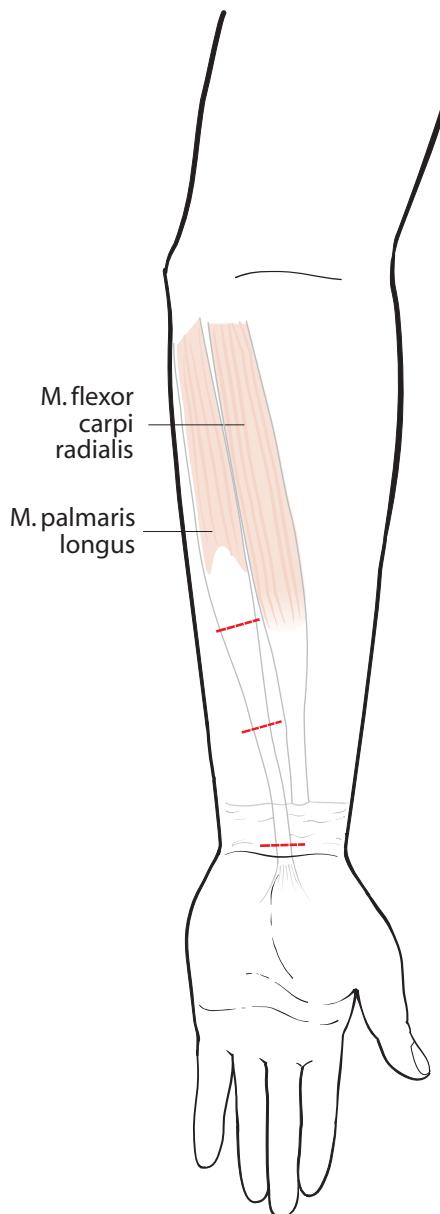


Abb. 11.29 Schnittführung: im Sehnenverlauf des M. palmaris longus 3 oberflächliche, quer verlaufende Hautinzisionen von 1 cm Länge im Abstand von 5 cm. Der erste Schnitt erfolgt in der Handgelenkbeugefalte

## 11.10 Zugang zur Sehne des Musculus palmaris longus

### 11.10.1 Indikation

- Entnahme der Palmaris-longus-Sehne für Transplantationszwecke

### 11.10.2 Lagerung

Der Patient befindet sich in Rückenlage. Der Oberarm wird auf einem Armtisch in Abduktion und Supination ausgelagert. Das Handgelenk kann mit einer kleinen Rolle unterlagert werden.

#### ! Cave

**Es ist darauf zu achten, dass eine Abduktion von 90° nicht überschritten wird, um die Gefahr einer Plexusschädigung zu vermeiden.**

In der Regel ist eine Blutsperre oder -leere nicht erforderlich, die Oberarmblutdruckmanschette wird jedoch zur Sicherheit angelegt, um bei Bedarf aktiviert zu werden.

### 11.10.3 Schnittführung

Die Palmaris-longus-Sehne wird ulnar neben der Sehne des M. flexor carpi radialis palpiert. Im Abstand von 5 cm werden im Sehnenverlauf 3 oberflächliche, quer verlaufende Hautinzisionen von 1 cm Länge durchgeführt. Der erste Schnitt erfolgt in der Handgelenkbeugefalte, die folgenden Schnitte jeweils im Abstand von 5 cm weiter proximal (Abb. 11.29).

#### 11.10.4 Präparation

In der Handgelenkbeugefalte wird die Palmaris-longus-Sehne distal abgelöst. Über die proximalen Hautschnitte kann die Sehne im Verlauf aufgesucht und durchgezogen werden (Abb. 11.30).

#### 11.10.5 Wundverschluss

Der Wundverschluss erfolgt durch die direkte Hautnaht.

#### 11.10.6 Gefahren

- Die Sehne des M. palmaris longus ist bei ca. 25 % der Bevölkerung nicht angelegt. Oberflächlich imponiert in diesen Fällen nur die Sehne des M. flexor carpi radialis.
- Die Durchtrennung und Präparation der Sehne sollte streng oberflächlich erfolgen, um eine Schädigung des N. medianus zu vermeiden.

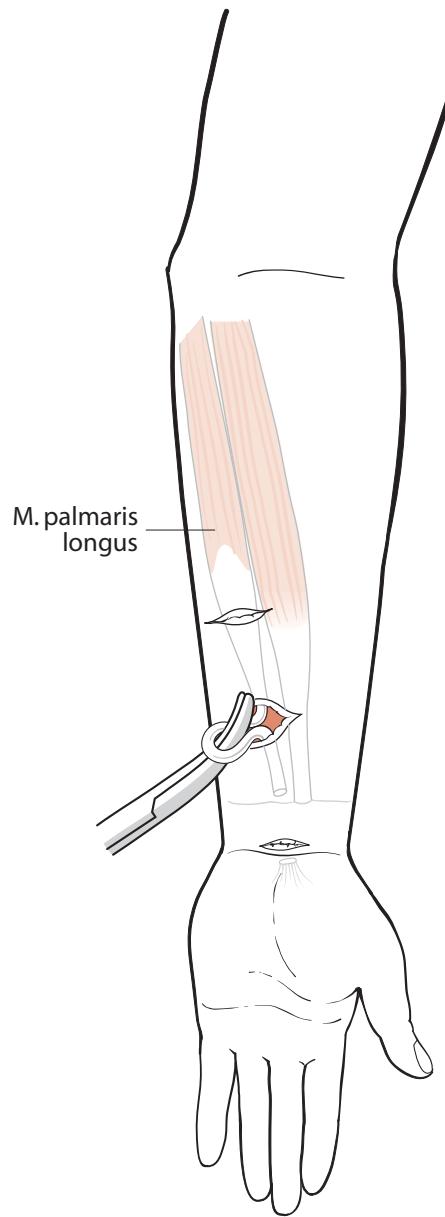


Abb. 11.30 Nach Ablösen der M. palmaris longus Sehne über der Handgelenkbeugefalte kann die Sehne über die proximalen Incisionen extrahiert werden

# Hand und Handgelenk

P. Fuchs

## 12.1 Allgemeine Bemerkungen – 275

## 12.2 Dorsaler Zugang zum Handgelenk – 276

- 12.2.1 Indikation – 276
- 12.2.2 Lagerung – 276
- 12.2.3 Schnittführung – 276
- 12.2.4 Präparation – 277

## 12.3 Palmarer Zugang zum Handgelenk – 278

- 12.3.1 Indikation – 278
- 12.3.2 Lagerung – 278
- 12.3.3 Schnittführung – 278
- 12.3.4 Präparation – 279
- 12.3.5 Zugang zum Handgelenk – tiefe Präparation – 280
- 12.3.6 Wundverschluss – 280

## 12.4 Zugang zur Hohlhand – 281

- 12.4.1 Indikationen – 281
- 12.4.2 Schnittführung – 281

## 12.5 Zugang zur Guyon-Loge – 282

- 12.5.1 Indikationen – 282
- 12.5.2 Schnittführung – 282
- 12.5.3 Präparation – 282

## 12.6 Palmarer Zugang zum Kahnbein – 283

- 12.6.1 Indikationen – 283
- 12.6.2 Schnittführung und Lagerung – 283
- 12.6.3 Präparation – 283

## 12.7 Zugang zum Daumensattelgelenk – 284

- 12.7.1 Indikationen – 284
- 12.7.2 Schnittführung – 284
- 12.7.3 Präparation – 285

## 12.8 Zugang zum 1. Strecksehnenfach – 286

- 12.8.1 Indikation – 286
- 12.8.2 Schnittführung – 286
- 12.8.3 Präparation – 286

**12.9 Dorsale Inzisionen am Handrücken – 287**

- 12.9.1 Indikationen – 287
- 12.9.2 Schnittführung – 287

**12.10 Dorsaler Zugang zum Fingergrundgelenk – 288**

- 12.10.1 Indikation – 288
- 12.10.2 Schnittführung – 288
- 12.10.3 Präparation – 288

**12.11 Dorsaler Zugang zum Fingermittelgelenk – 291**

- 12.11.1 Indikation – 291
- 12.11.2 Schnittführung – 291
- 12.11.3 Präparation – 291

**12.12 Dorsaler Zugang zum Fingerendgelenk – 292**

- 12.12.1 Indikation – 292
- 12.12.2 Schnittführung – 292
- 12.12.3 Präparation – 292

**12.13 Darstellung der Fingerbeugesehnen von palmar – 293**

- 12.13.1 Indikationen – 293
- 12.13.2 Schnittführung – 293
- 12.13.3 Präparation – 294

**12.14 Darstellung der Beugesehnen und des Fingermittelgelenks von palmar – 297**

- 12.14.1 Indikationen – 297
- 12.14.2 Schnittführung – 297
- 12.14.3 Präparation – 297

**12.15 Darstellung der Beugesehnen durch eine mediolaterale Inzision – 298**

- 12.15.1 Indikation – 298
- 12.15.2 Schnittführung – 298
- 12.15.3 Präparation – 299

**12.16 Zugang zum Ligamentum anulare des Daumens – 300**

- 12.16.1 Indikation – 300
- 12.16.2 Schnittführung – 300
- 12.16.3 Präparation – 300

**12.17 Arthroskopische Standardzugänge zum Handgelenk – 301**

- 12.17.1 Indikationen – 301
- 12.17.2 Schnittführung – 301

## 12.1 Allgemeine Bemerkungen

Operationen im Bereich der Hand und des Handgelenks erfolgen nahezu ausschließlich in Blutleere. Hierzu wird ein Tourniquet am Oberarm befestigt, die Hand mit einer Esmarch-Binde ausgewickelt und das Tourniquet mit ca. dem Doppelten des systolischen Blutdrucks aufgepumpt. Ausnahmen sind in der Regel nur Infektionen, bei denen das Auswickeln des Arms kontraindiziert ist. Bei diesen Eingriffen erfolgt lediglich die Anlage einer

Blutsperre. Ansonsten erfolgt in der Regel nur bei vaskulären, mikrochirurgischen Eingriffen eine Operation ohne Tourniquet.

Operationen in der Handchirurgie erfolgen stets in Rückenlage mit ausgelagertem Arm auf einem Handtisch (Abb. 12.1). Operateur und Assistent sitzen sich gegenüber, und für die meisten Eingriffe ist der Einsatz einer Lupenbrille obligat.

Die Retraktion von Wundrändern erfolgt meist mit Haltefäden oder Einzinkern (Gilles-Haken), um eine Schädigung der Wundränder zu verhindern.

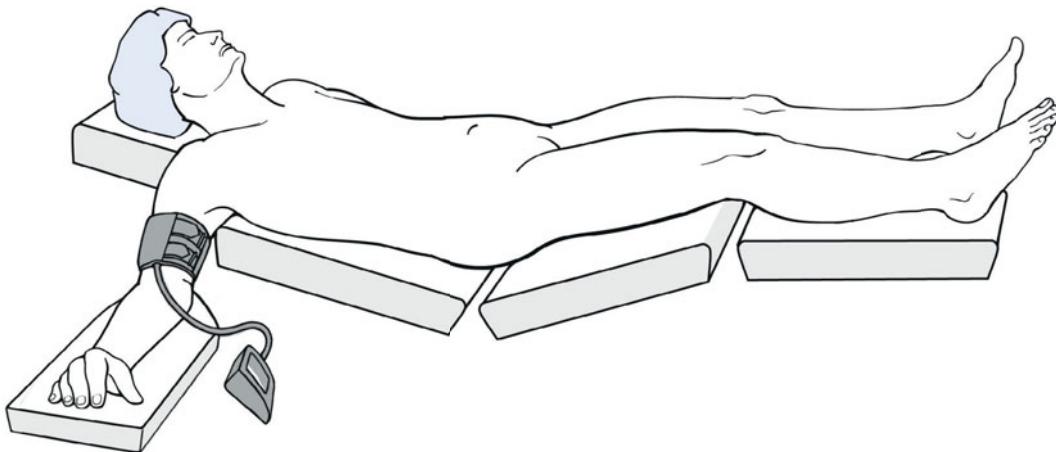


Abb. 12.1 Allgemeine Lagerung in der Handchirurgie. Der Patient befindet sich in Rückenlage mit einem separat angebrachten Handtisch und einer Blutsperre

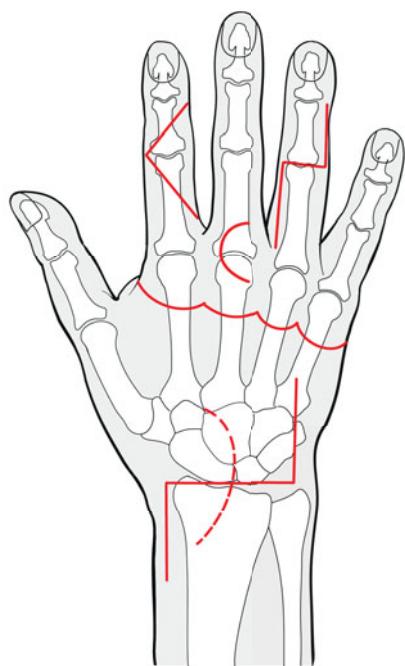


Abb. 12.2 Dorsale Schnittführung am Handgelenk

## 12.2 Dorsaler Zugang zum Handgelenk

### 12.2.1 Indikation

- Strecksehnen- und Handgelenksynovektomien
- Carpusluxationen (bei akuten Verletzungen meist mit palmarem Zugang kombiniert)
- Handgelenkarthrodese
- Entzündungen

### 12.2.2 Lagerung

Wie oben beschrieben, erfolgt die Operation in Rückenlage und Auslagerung des Arms sowie in Blutleere. Der Unterarm wird proniert, und bei den meisten Eingriffen bietet sich eine leichte Flexionshaltung durch Unterpolsterung z. B. mithilfe eines Bauchtuchs an.

### 12.2.3 Schnittführung

Zur exakten Planung sollten die anatomischen Landmarken gekennzeichnet werden. Dabei bieten sich besonders das Tuberculum listeri und die beiden Processi styloidei an. Meist wird eine leicht geschwungene, S-förmige Inzision gewählt, um eine das Handgelenk in 90° kreuzende und ggf. funktionsbehindernde Narbe zu vermeiden (Abb. 12.2). Für eine Arthrodese kann auch ein gerader Schnitt gewählt werden. Bei der Präparation auf das Retinaculum extensorum muss lediglich im radialen Teil der Verlauf des Ramus superficialis n. radialis beachtet werden. Ansonsten kann hier zügig auf das Retinaculum zupräpariert werden, wobei die dorsalen Venen mitunter ligiert werden müssen.

### 12.2.4 Präparation

Mit einem neuen Skalpell erfolgt die scharfe Durchtrennung des Retinaculum extensorum meist im radialen Bereich des 4. Strecksehnenfachs (Abb. 12.3). Die beiden Kanten des eröffneten Retinaculums können mit Haltefäden angeschlungen und zur Seite gehalten werden. Die Strecksehnen werden nun nach ulnar gedrängt, danach werden die Strecksehnenfächer von radial nach ulnar abgelöst. Bei einigen Operationen am Handgelenk bietet es sich in dieser Phase der Präparation an, den Nervus interosseus posterior, der hier auf der Membrana interossea verläuft, zu identifizieren und auf einer Strecke von ca. 2 cm zu sezieren (Abb. 12.4). Dies vermindert die Schmerzleitung bei vielen Operationen am Handgelenk deutlich.

Zur Präparation des Handgelenks erfolgt nun die scharfe Incision und das Anschlingen der Handgelenkkapsel mit Haltefäden oberhalb des Os lunatum, mitunter bis zur Mitte des Mittelhandknochens II (Abb. 12.5).

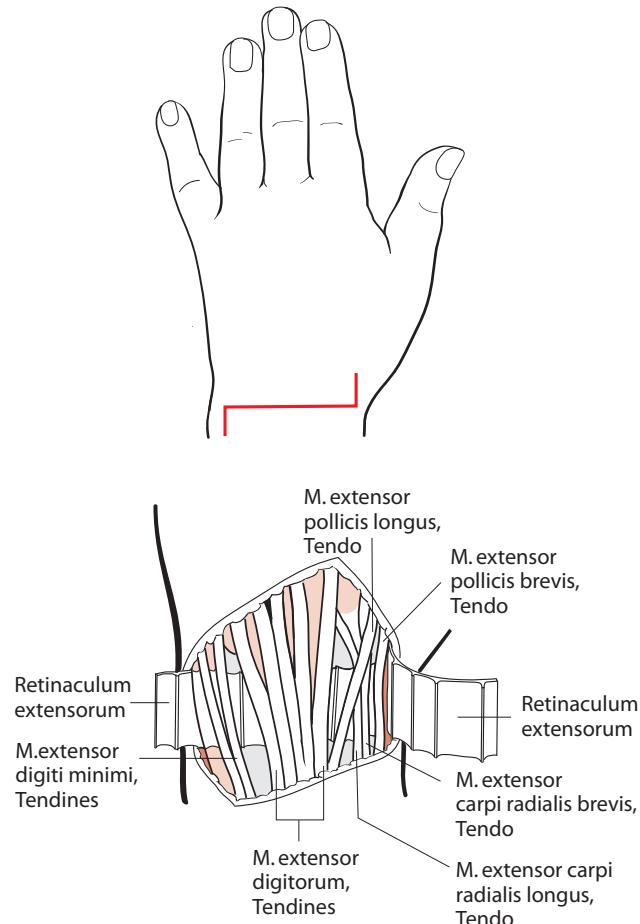


Abb. 12.3 Darstellung der Strecksehnen unterhalb des Retinaculum extensorum

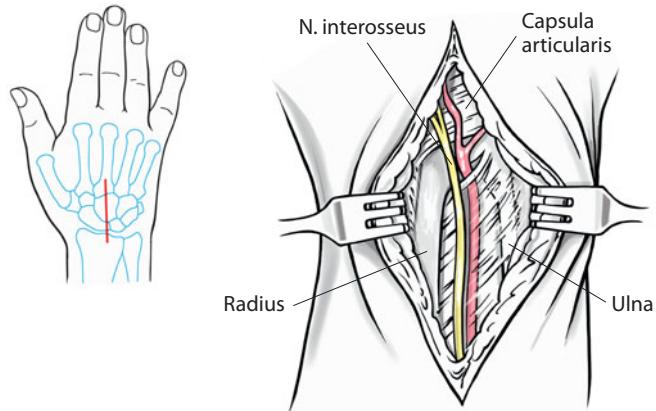


Abb. 12.4 Handgelenkkapsel. Unterhalb der Strecksehnen im proximalen Bereich Darstellung des N. interosseus posterior

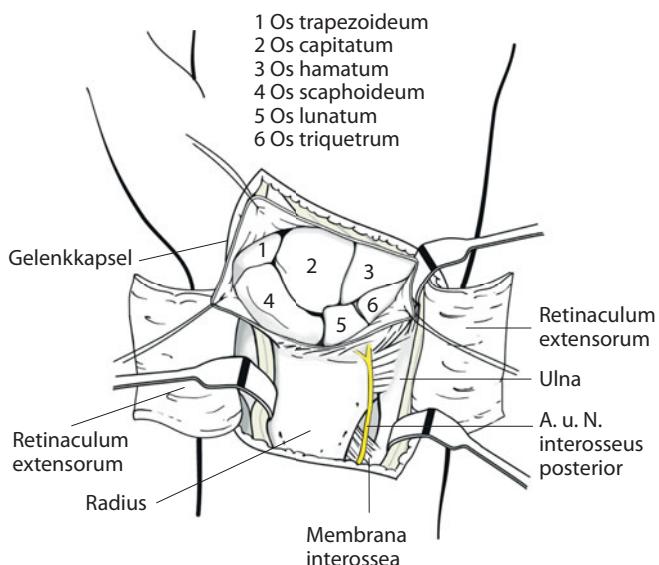
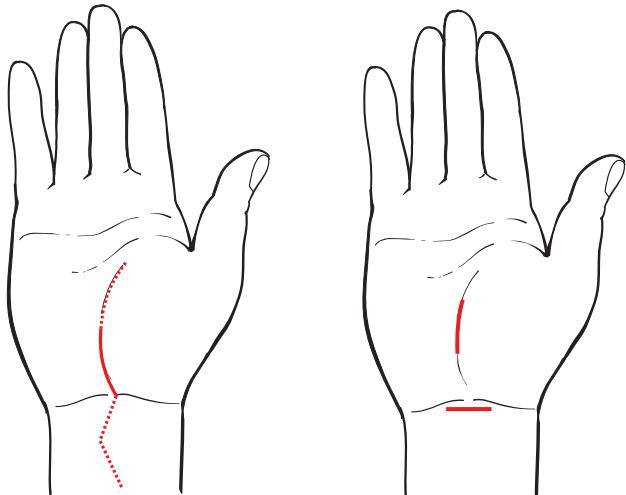


Abb. 12.5 Incision der Handgelenkkapsel und Darstellung der darunterliegenden Knochen



12

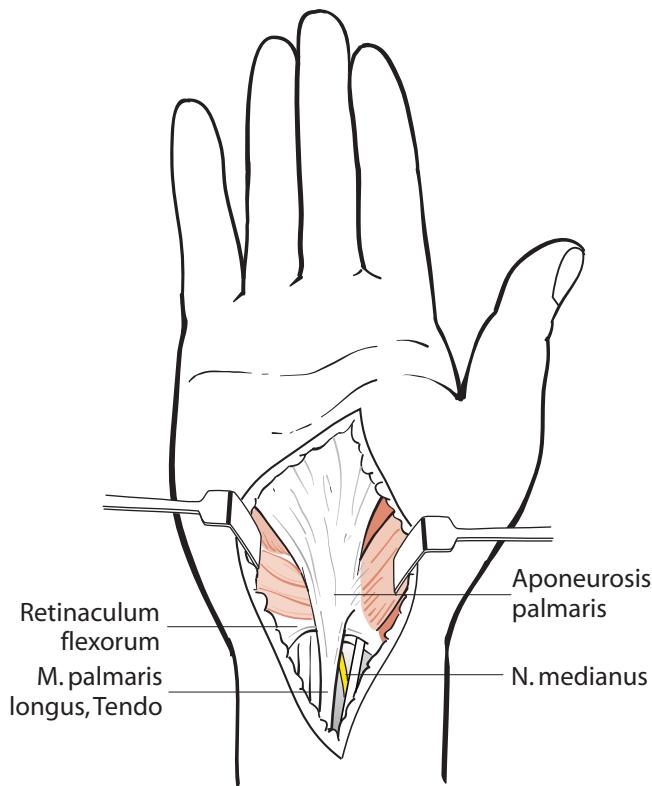


Abb. 12.6 Schnittführung zur Karpaldachspaltung

## 12.3 Palmerer Zugang zum Handgelenk

### 12.3.1 Indikation

- Radiusfrakturen
- Beugesehnensynovektomien
- Karpaldachspaltung
- Carpusluxationen
- Entzündungen

### 12.3.2 Lagerung

Auch hier erfolgt die Auslagerung auf einem Handtisch. Der Unterarm wird supiniert, das Handgelenk in der Regel leicht extendiert gelagert. Hilfreich kann die Verwendung einer Bleihand oder – moderner – von kunststoffbasierten Lagerungshilfen sein.

### 12.3.3 Schnittführung

Bei der Karpaldachspaltung reicht in der Regel eine ca. 3 cm lange Inzision distal der Rascetta aus (Abb. 12.6). Von hier aus kann sowohl der Stamm des N. medianus als auch der motorische Ast dargestellt und neurolysiert werden.

Bei weitergehenden Operationen sollte am Handgelenk eine Verlängerung der Inzision mit einer kurzen Querinzision auf Handgelenkhöhe durchgeführt werden (Abb. 12.7). Von hier aus kann dann der Schnitt bis weit auf den Unterarm weitergeführt werden.

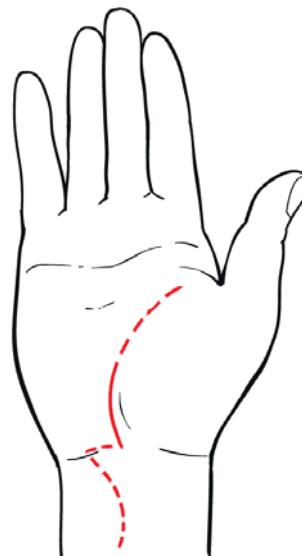


Abb. 12.7 Erweiterte Schnittführung am palmaren Handgelenk

### 12.3.4 Präparation

Die Durchtrennung der Subkutis und der Palmaraponeurose/der distalen Unterarmfazie erfolgt meist scharf. Die weitere Präparation erfolgt ulnar der Sehne des Musculus palmaris longus; eine Verletzung des Ramus palmaris des N. medianus ist zu vermeiden (Abb. 12.8).

Das Karpaldach wird meist proximal scharf incidiert, kann dann nach Identifikation des N. medianus mit einem Klemmchen unterfahren und unter Sicht schrittweise gespalten werden (Abb. 12.9). Besonderes Augenmerk ist dabei auf den variantenreichen Verlauf des motorischen Thenarasts zu legen. Hierbei werden 4 anatomische Varianten nach Poisel unterschieden (Abb. 12.10).

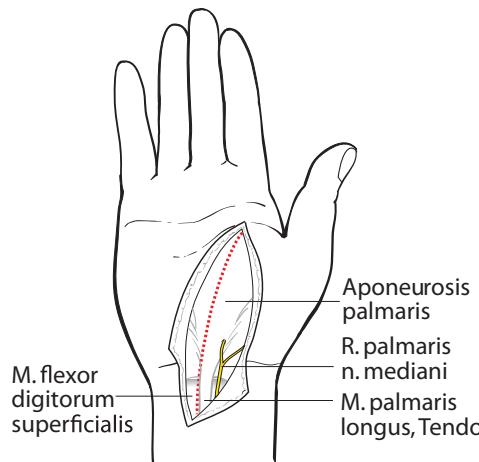


Abb. 12.8 Schicht oberhalb des Retinaculum flexorum mit Verlauf des R. palmaris n. mediani

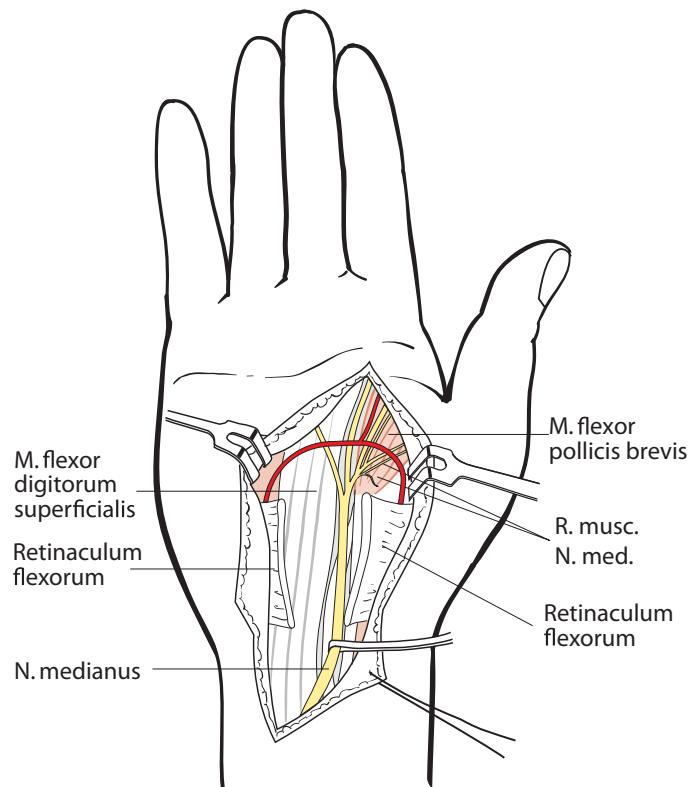


Abb. 12.9 Darstellung des N. medianus im Karpalkanal und seines motorischen Asts

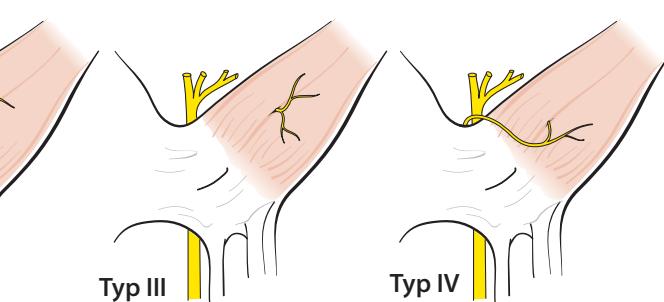
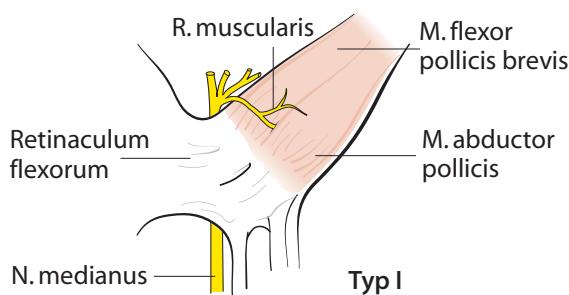


Abb. 12.10 Varianten des Verlaufs des motorischen Thenarasts nach Poisel

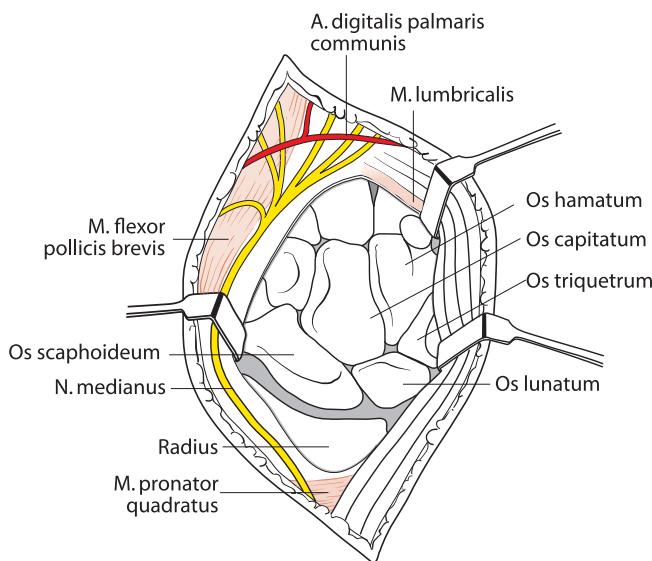


Abb. 12.11 Darstellung des distalen Radius und der proximalen Handwurzelreihe

### 12.3.5 Zugang zum Handgelenk – tiefe Präparation

Um weiter in die Tiefe zu gelangen, werden die Beugesehnen der Langfinger nach ulnar und der N. medianus vorsichtig mit den Beugern des Daumens nach radial gehalten. Nach dem Einsetzen von *stumpfen* Wundsperren kann die Handgelenkkapsel in einer Linie vom distalen Radius über das Lunatum bis zum Capitatum hin, je nach Indikation, eröffnet werden.

Die Kapselbandstrukturen werden nun mit Haltefäden angeschlungen und schrittweise scharf von den darunterliegenden Knochen präpariert. So lassen sich der distale Radius und die Handwurzelknochen übersichtlich darstellen (Abb. 12.11).

### 12.3.6 Wundverschluss

Handgelenkkapsel und Subkutis werden mit resorbierbaren Nähten verschlossen. Das Retinaculum flexorum bleibt in der Regel unversorgt.

## 12.4 Zugang zur Hohlhand

### 12.4.1 Indikationen

- Handverletzungen
- Dupuytren-Krankheit
- Infektionen

### 12.4.2 Schnittführung

Eine allgemeingültige, einheitliche Schnittführung an der Hand vorzugeben, ist nicht möglich. Insbesondere bei Verletzungen und Infektionen muss sich die Schnittführung immer auch an den Gegebenheiten des Patienten orientieren. Allgemein sollten die Inzisionen die Gelenke (Grund- und Fingergelenke) jedoch nie in 90° kreuzen. In der Regel werden schräge »Zickzaklinien« bevorzugt.

#### Tipp

Insbesondere bei der Dupuytren-Krankheit sollte auf die Inzisionsplanung besonderer Wert gelegt werden, da hier bei fortgeschrittenen Stadien schon zu Beginn des Eingriffs Z-Plastiken indiziert sein können.

Als Grundinzisionen sind hier die Inzision nach Milesi und nach Skoog verbreitet, von denen Letztere im Folgenden beschrieben werden soll.

Die Inzision nach Skoog beginnt im Bereich der distalen Hohlhandbeugefalte und wird zwischen MHK-III und MHK-IV geführt; auf Höhe der MCP-Beugefalten erfolgt dann eine quer verlaufende, T-förmige Erweiterung (Abb. 12.12). Die Präpara-

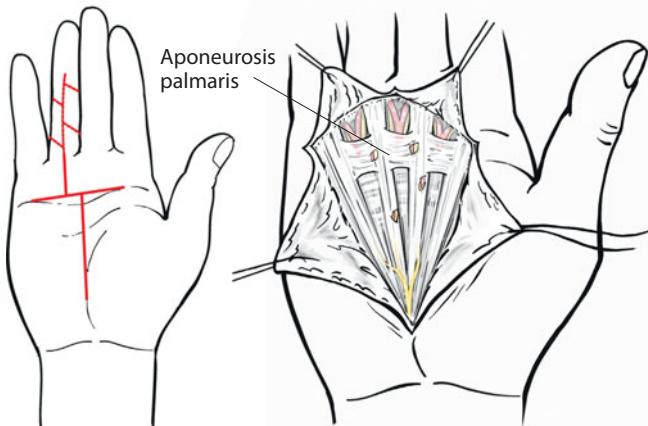


Abb. 12.12 Schnittführung bei Dupuytren-Krankheit in der Hohlhand

tion erfolgt meist scharf mit dem 15er-Skalpell direkt oberhalb der Palmarfaszie. Die Haut wird lediglich mit Haken und später mit Haltefäden zur Seite gehalten. Bei Verletzungen oder Infektionen werden nun die funktionellen Strukturen im proximalen Bereich der Läsion dargestellt. Bei der Dupuytren-Krankheit erfolgt zunächst die komplette Hebung der oberflächlichen Hautlappen von der Palmarfaszie und dann die proximale Inzision der Fasziensfasern. Nun wird die Palmarfaszie von proximal nach distal abgelöst, und dabei werden die funktionellen Strukturen (Sehnen, Nerven und Gefäße) dargestellt (Abb. 12.13).

#### ! Cave

Bei radikalen Operationen ist insbesondere auf den quer verlaufenden Hohlhandbogen und die vor allem bei der Dupuytren-Krankheit im MCP-Bereich spiralförmig verlaufenden Fingernerven zu achten. Nur eine eindeutige Identifikation der Nerven verhindert eine iatrogene Verletzung.

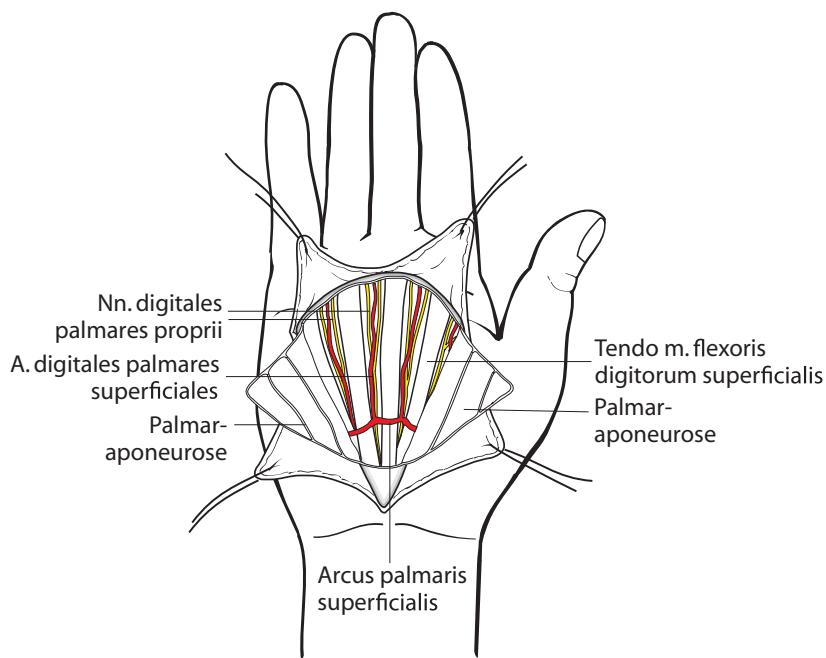
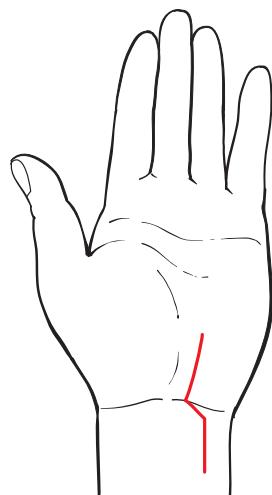
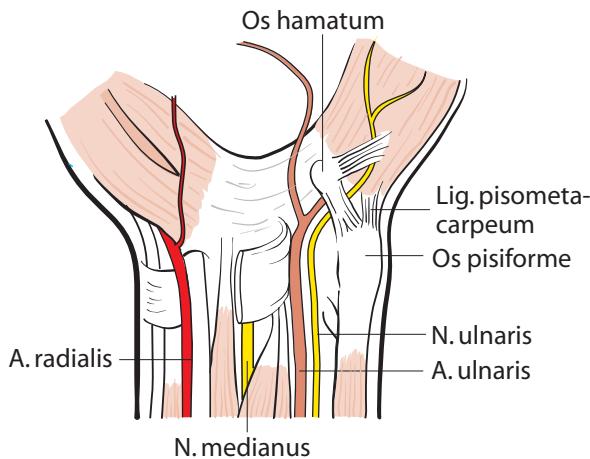


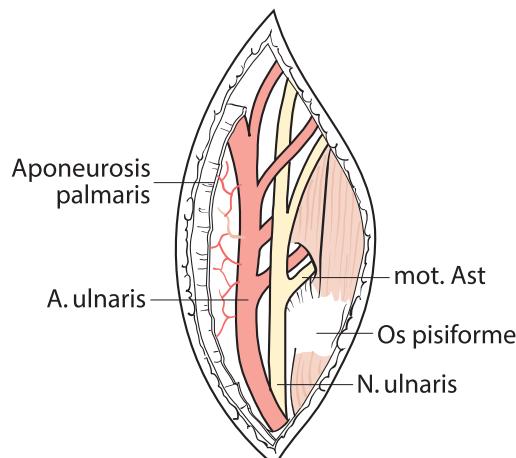
Abb. 12.13 Darstellung der Hohlhand nach Resektion der Palmarfaszie



■ Abb. 12.14 Schnittführung oberhalb der Guyon-Loge



■ Abb. 12.15 Nervus und Arteria ulnaris in der Guyon-Loge



■ Abb. 12.16 Darstellung des motorischen Asts des N. ulnaris

## 12.5 Zugang zur Guyon-Loge

### 12.5.1 Indikationen

- Kompression des N. ulnaris
- Verletzungen des N. ulnaris

### 12.5.2 Schnittführung

Die Schnittführung erfolgt in der Regel proximal des Handgelenks und radial der Flexor-carpi-ulnaris-Sehne (FCU-Sehne), dann quer nach radial im Bereich der Rascetta, um dann an der radialen Begrenzung des Hypotenars in die Hohlhand zu reichen (■ Abb. 12.14).

### 12.5.3 Präparation

Nach Durchtrennung der Unterarmfaszie können Nerv und Arterie schrittweise von proximal nach distal dargestellt werden (■ Abb. 12.15). Um die Operation abzuschließen, erfolgen am Ausgang der Guyon-Loge die feine Dissektion und die Darstellung des motorischen Asts, der in der Tiefe in die Hypotenarmuskulatur eindringt (■ Abb. 12.16).

## 12.6 Palmarer Zugang zum Kahnbein

### 12.6.1 Indikationen

- Kahnbeinfraktur
- Kahnbeinpseudarthrose
- Scapholunäre Dissoziation (selten; meistens Zugang von dorsal)

### 12.6.2 Schnittführung und Lagerung

Die meisten nicht dislozierten Kahnbeinfrakturen können heutzutage über einen minimal-invasiven Zugang am distalen Scaphoidpol versorgt werden. Wichtig ist es hierbei, die Hand in einer deutlichen Handgelenkextension, z. B. auf einem aufgerollten Bauchtuch, zu lagern (Abb. 12.17).

Sollte ein chirurgisch indizierter größerer Zugang benötigt werden, können die Sehne des M. flexor carpi radialis (FCR) und der distale Pol des Scaphoids als anatomische Landmarken verwandt werden. Die Incision erfolgt am proximalen Handgelenk über der FCR-Sehne, um dann nach distal-radial abgewinkelt zu werden (Abb. 12.18).

### 12.6.3 Präparation

Die Sehne wird aus ihrer Umgebung gelöst, angeschlungen und nach radial gehalten. Unterhalb der FCR-Sehne kann nun die Eröffnung der Handgelenkkapsel erfolgen (Abb. 12.19). Bei entsprechender Extension können jetzt das gesamte Scaphoid und das palmar scapholunare Band dargestellt und versorgt werden.

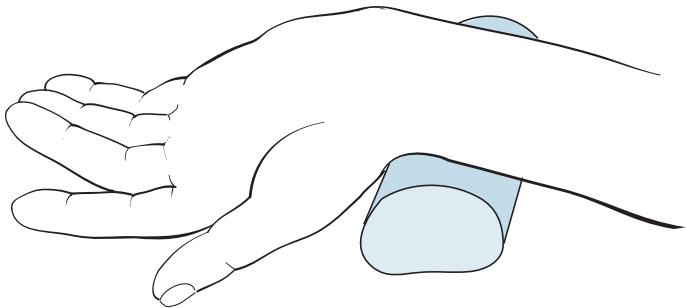


Abb. 12.17 Lagerung bei Zugang zum Os scaphoideum

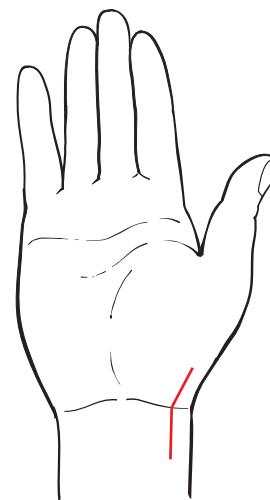


Abb. 12.18 Schnittführung zum Scaphoid

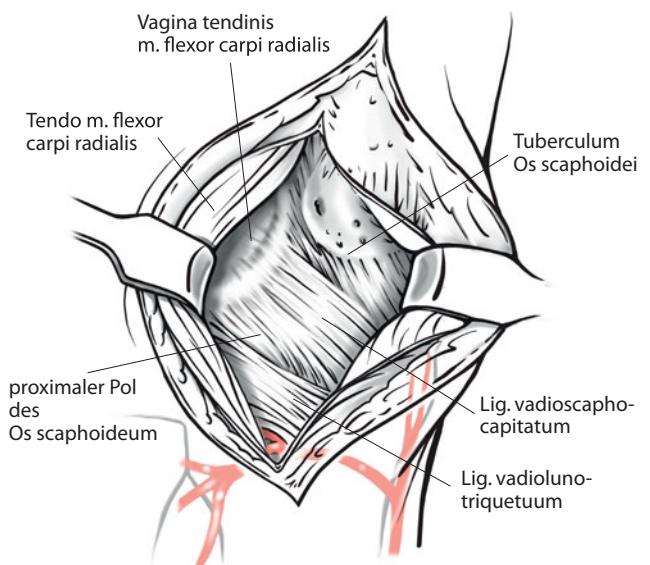


Abb. 12.19 Darstellung von Scaphoid und ggf. Trapezium nach Abheben der Gelenkkapsel

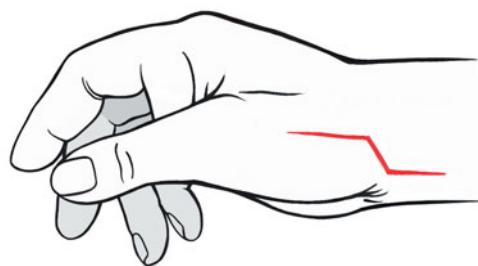


Abb. 12.20 Schnittführung am MCP-1

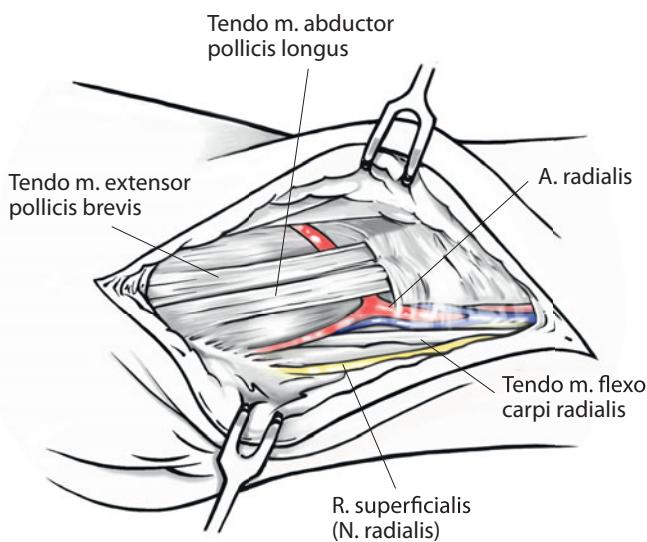


Abb. 12.21 Schnittführung bei Resektionsarthroplastik mit Darstellung der Sehnen am Handgelenk

## 12.7 Zugang zum Daumensattelgelenk

### 12.7.1 Indikationen

- Rhizarthrose
- Basisnahe MHK-1-Frakturen

### 12.7.2 Schnittführung

Meist wird eine S-förmige, radiopalmarare Inzision gewählt (Abb. 12.20). Diese kann je nach Indikation etwas variiert werden. Insbesondere bei der Rhizarthrose kann der Schnitt nach proximal erweitert werden, um eine Exposition der Sehnen (FCR bei OP nach Epping; Abductor pollicis longus/APL bei OP nach Lundborg et al.) zu ermöglichen (Abb. 12.21).

### 12.7.3 Präparation

Nach der Hautinzision erfolgt die weitere Präparation in die Tiefe unter Schonung der A. radialis und insbesondere der Äste des R. superficialis n. radialis (Abb. 12.22). Nach Eröffnung der Handgelenkkapsel erfolgt die Darstellung des Os trapezium und die Entfernung dieses Knochens nach entsprechender Osteotomie (Abb. 12.23). Nun wird je nach gewählter OP-Technik die Resektionsarthroplastik mit einem Anteil der FCR-Sehne (Abb. 12.24) oder der APL-Sehne durchgeführt.

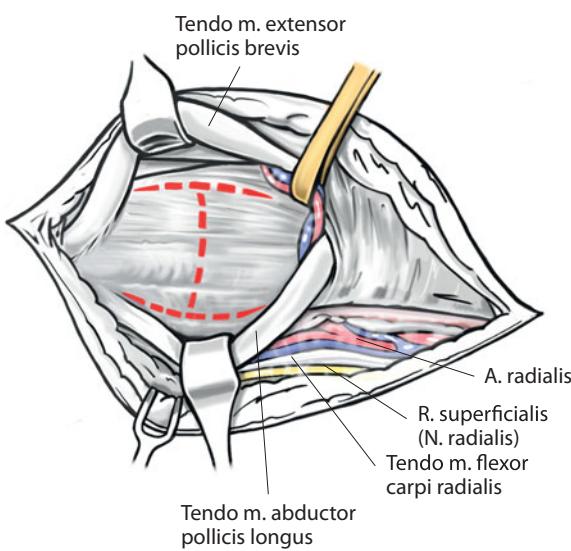


Abb. 12.22 Darstellung des R. superficialis n. radialis

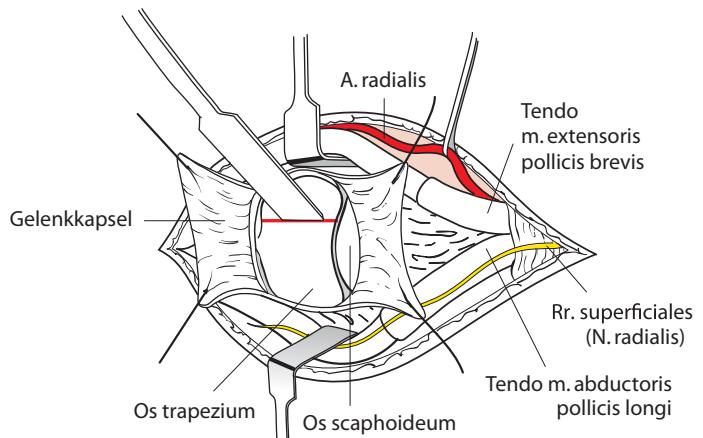


Abb. 12.23 Osteotomie des Trapeziuns und anschließende Resektion

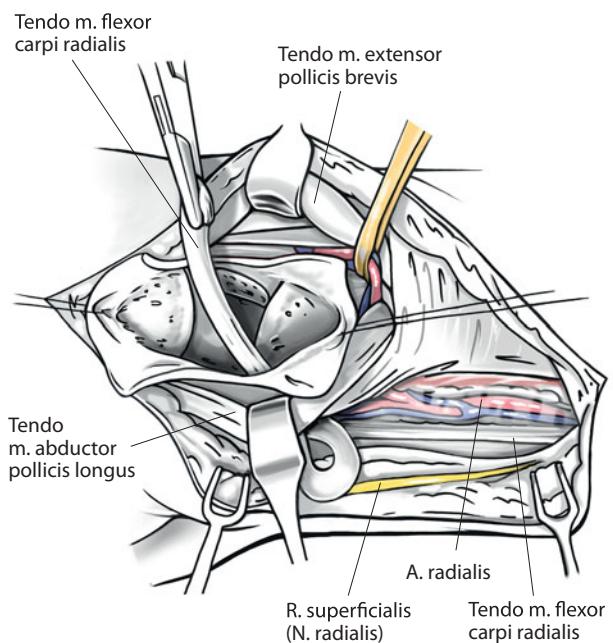
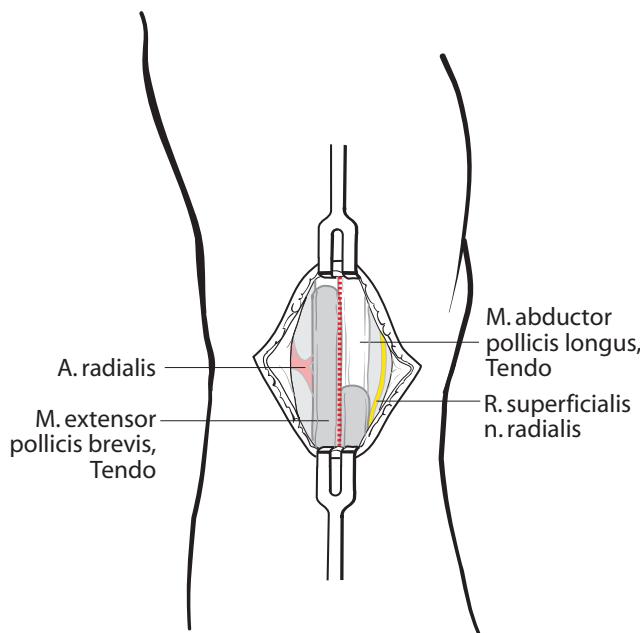


Abb. 12.24 Resektionsarthroplastik des Trapeziuns mit anschließender Suspension durch die FCR-Sehne



■ Abb. 12.25 Mögliche Schnittführungen über dem 1. Strecksehnensack



■ Abb. 12.26 Situs nach Spaltung des 1. Strecksehnensacks mit Darstellung des sensiblen Radialisasts

## 12.8 Zugang zum 1. Strecksehnensack

### 12.8.1 Indikation

- Tendovaginitis dé Quervain

### 12.8.2 Schnittführung

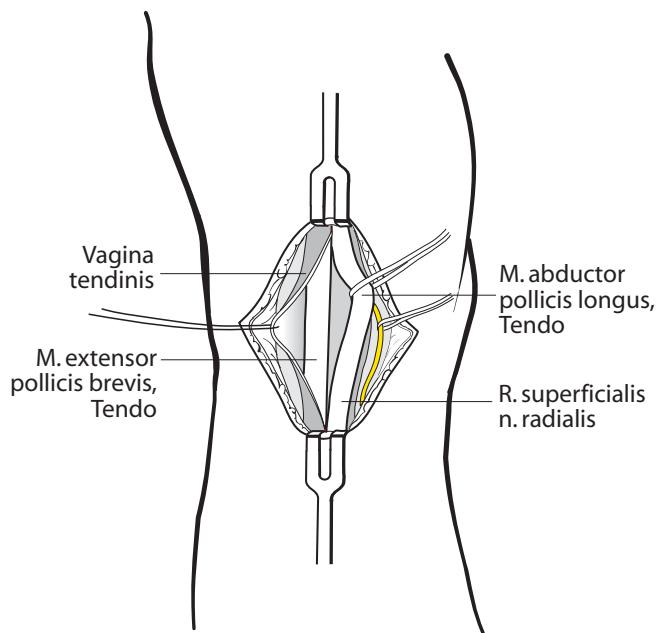
Am günstigsten ist es, eine minimale Schnittführung quer über dem radialen Handgelenk zu wählen. Bei Rezidivoperationen und insbesondere bei der zwingenden Darstellung des R. superficialis n. radialis (z.B. Wartenbergsyndrom) kann es angezeigt sein, eine geschwungene Längsinzision zu wählen (■ Abb. 12.25).

### 12.8.3 Präparation

Nach der Hautinzision muss zwingend der Nervenast dargestellt werden, um so eine iatrogene Verletzung auszuschließen. Anschließend erfolgen die scharfe Durchtrennung des 1. Strecksehnensacks und die Luxation der Extensor-pollicis-brevis-Sehne mit dem Sehnenhaken (■ Abb. 12.26).

#### ! Cave

Es sollte immer darauf geachtet werden, dass sich kein akzessorisches, meist palmar gelegenes Sehnensack findet, das dann ebenfalls gespalten werden müsste (■ Abb. 12.27).



■ Abb. 12.27 Akzessorisches Strecksehnensack nach Spaltung

## 12.9 Dorsale Inzisionen am Handrücken

### 12.9.1 Indikationen

- Strecksehnenverletzungen
- Infektionen

### 12.9.2 Schnittführung

Meist ergeben sich die Inzisionen aus den patientenspezifischen Situationen. Für häufig notwendige Erweiterungen sollten jedoch einige Überlegungen berücksichtigt werden. Analog zur Hohlhand sollten Gelenke nicht längs gekreuzt werden. Dementsprechend werden Schnitterweiterungen meist geschwungen oder stufenförmig im Gelenkbereich geführt (Abb. 12.28).

Nach der Inzision muss meist nur auf die subkutanen Venen geachtet werden, die in der Regel auch ligiert werden können. Unterhalb dieser Schicht finden sich dann die Strecksehnen und die Connexus intertendinei (Abb. 12.29).

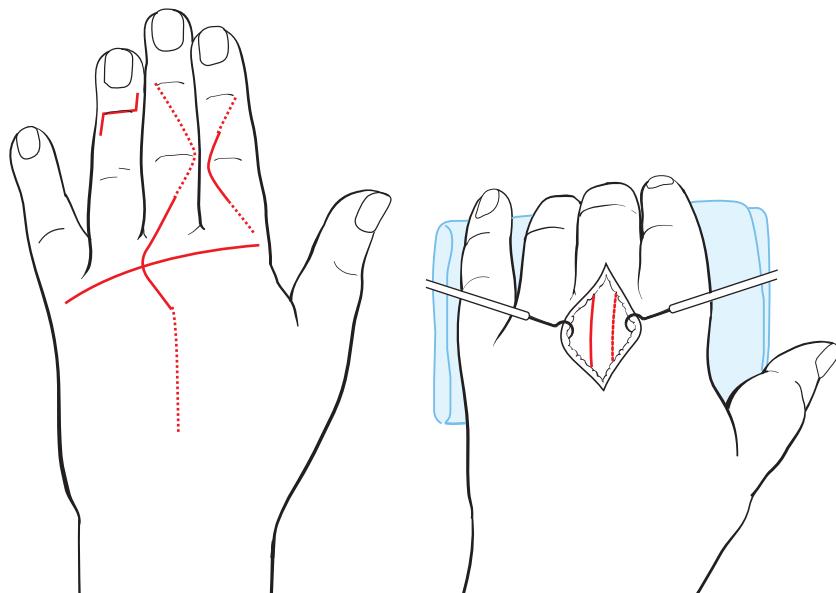


Abb. 12.28 Schnittführungen am Handrücken

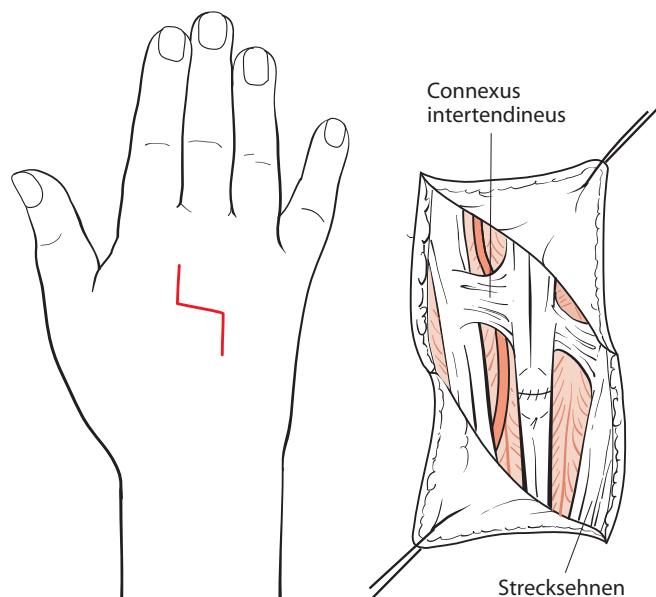


Abb. 12.29 Darstellung der Sehnenverhältnisse am Handrücken

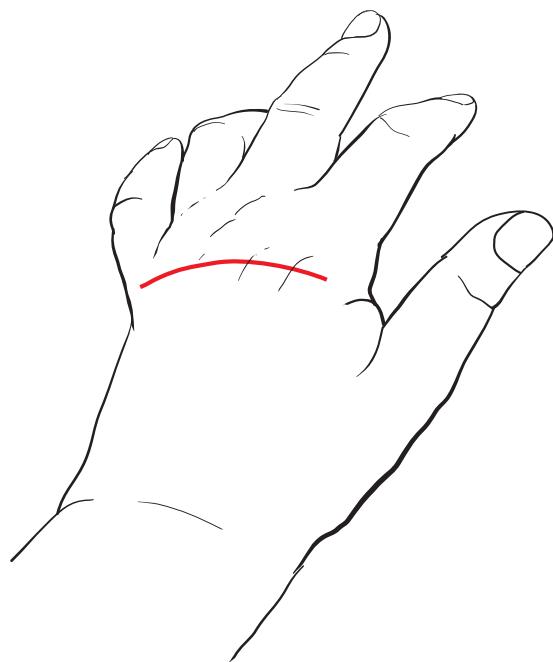


Abb. 12.30 Schnittführung bei Indikation zur Revision aller MCP-Gelenke

## 12.10 Dorsaler Zugang zum Fingergrundgelenk

### 12.10.1 Indikation

- Frakturen
- Rheumatoide Arthritis

### 12.10.2 Schnittführung

In der Regel erfolgt eine quer über dem Gelenk verlaufende Inzision. Im Rahmen der Rheumachirurgie müssen meist alle 4 Langfinger angegangen werden, und so empfiehlt sich eine komplett quer verlaufende Inzision. (Abb. 12.30)

### 12.10.3 Präparation

Nach Ligatur der oberflächlichen Venen und Darstellung der oberflächlichen Radialisäste im Bereich des Zeigefingers erfolgt die Darstellung der Strecksehnen (Abb. 12.31). Da es bei rheumatischen Veränderungen der Hand meist zu einer Ulnardeviation der Strecksehnen kommt, erfolgt die ulnare Lösung des Streckapparats und daran anschließend die quer-H-förmige Inzision der Gelenkkapsel (Abb. 12.32). Nach dieser Inzision kann die Synovektomie der Grundgelenke durchgeführt werden (Abb. 12.33), darauf folgen die Readaptation der Kapsel und die radiale Raffung des Streckapparats (Abb. 12.34).

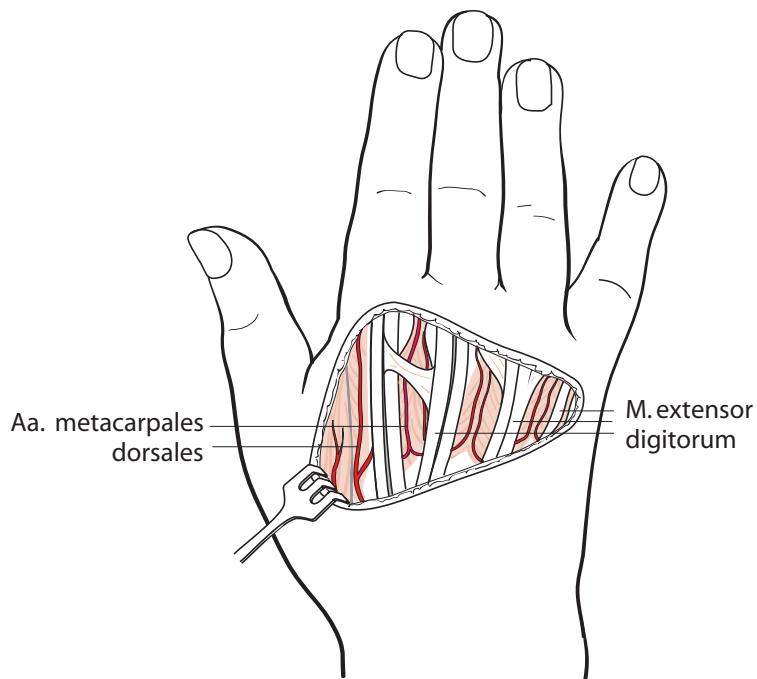
**12.10 • Dorsaler Zugang zum Fingergrundgelenk**

Abb. 12.31 Darstellung der Strecksehnen am Grundgelenk des Zeigefingers

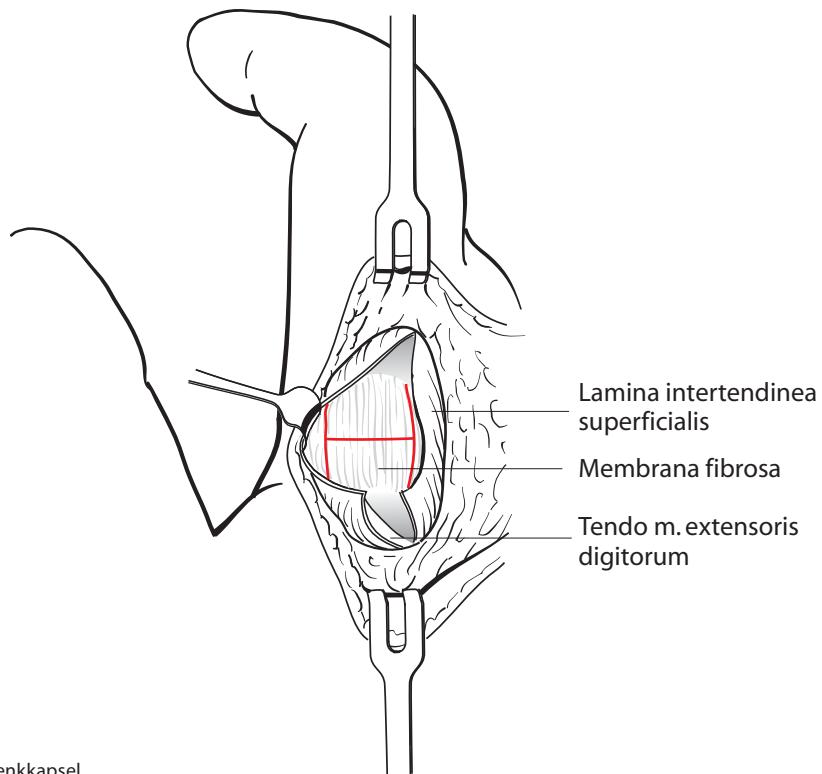


Abb. 12.32 Inzision der Gelenkkapsel

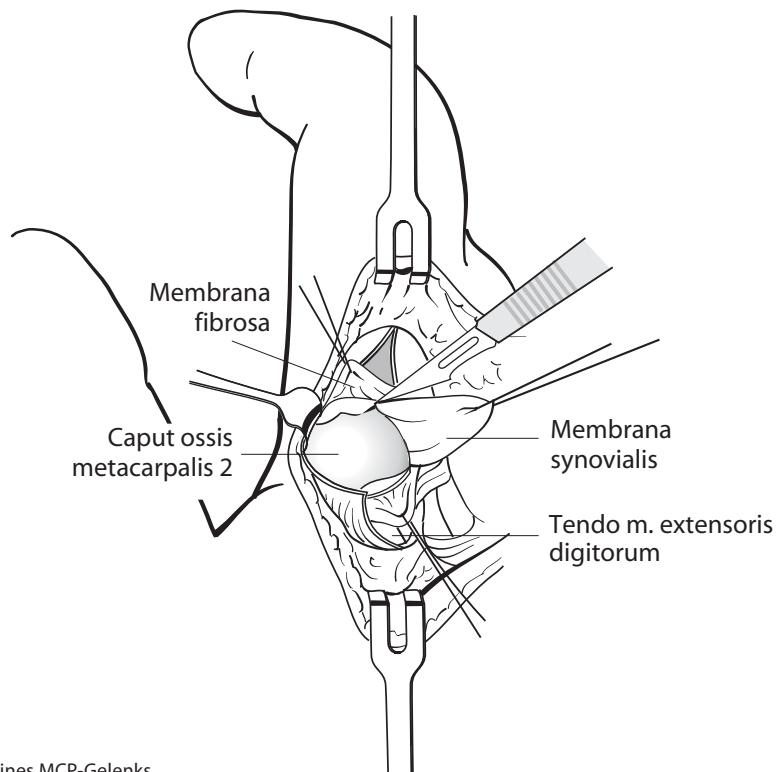


Abb. 12.33 Synovektomie eines MCP-Gelenks

12

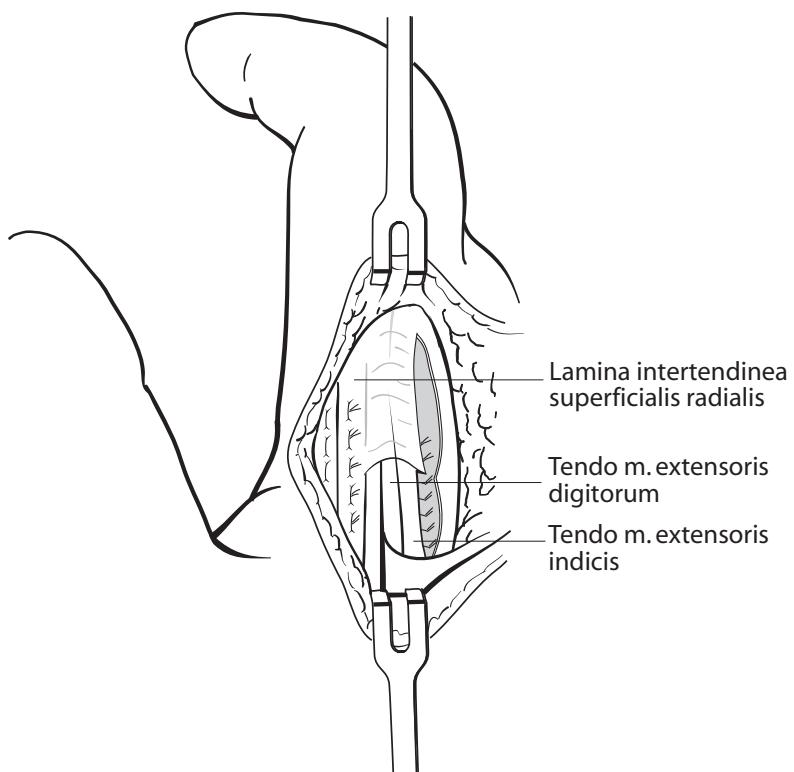


Abb. 12.34 Rekonstruktion der Gelenkkapsel mit radialem Raffung der Strecksehne

## 12.11 · Dorsaler Zugang zum Fingermittelgelenk

### 12.11.1 Indikation

- Arthrosen (palmarer Zugang bevorzugt)
- Infektionen
- Frakturen

### 12.11.2 Schnittführung

Auch hier sollte das Gelenk nicht longitudinal gekreuzt werden. In der Regel bietet sich eine treppenförmige Inzision an (Abb. 12.35).

### 12.11.3 Präparation

Unter der Subkutis wird die Strecksehne dargestellt. Bei den meisten Indikationen erfolgt die Längsdurchtrennung des Mittelzügels. Alternativ kann auch die Streckerhaube am ulnaren Rand durchtrennt werden (Abb. 12.36). Unterhalb der Sehne wird nun das Gelenk dargestellt und meistens längs eröffnet (Abb. 12.37)

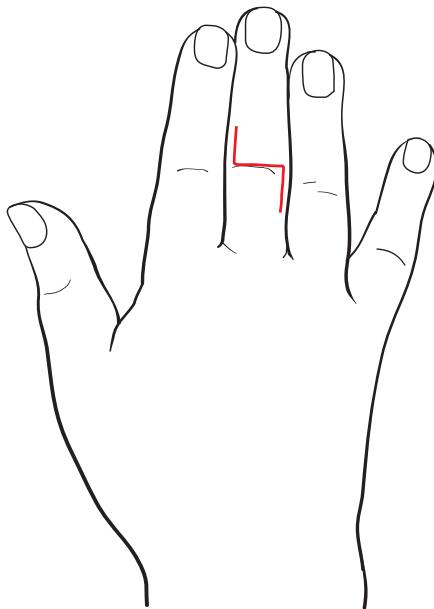


Abb. 12.35 Schnittführung am Fingermittelgelenk von dorsal

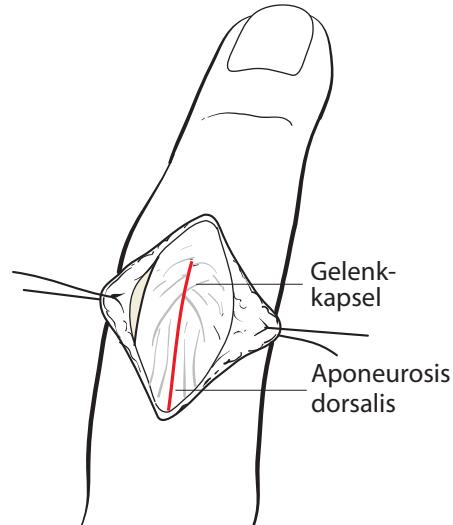


Abb. 12.36 Strecksehnenapparat am Fingermittelgelenk mit Inzisionslinie

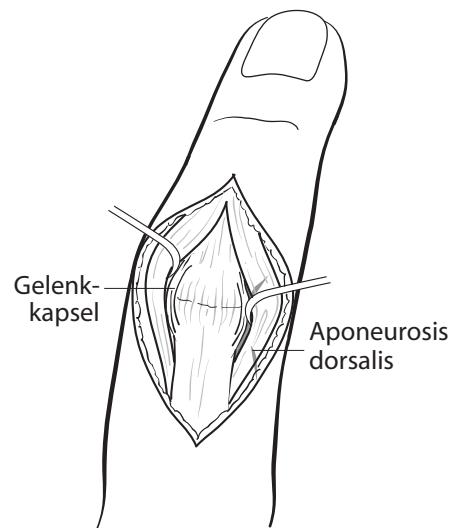


Abb. 12.37 Eröffnung des Fingermittelgelenks

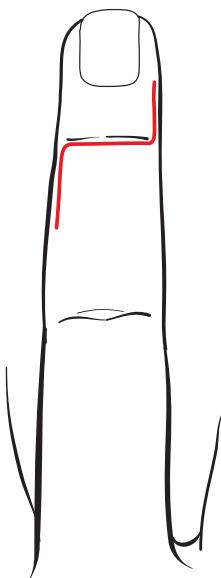


Abb. 12.38 Schnittführungen am Fingerendgelenk von dorsal

## 12.12 Dorsaler Zugang zum Fingerendgelenk

### 12.12.1 Indikation

- Arthrosen
- Infektionen
- Knöcherne Strecksehnenausrisse (nur sehr selten indiziert)

### 12.12.2 Schnittführung

Verschiedene Zugänge sind hier möglich. In der Regel kann auch bei diesen Indikationen die treppenförmige Inzision einen guten Zugang ermöglichen. Bei der Notwendigkeit einer großzügigen Freilegung kann auch eine quer-H-förmige Inzision gewählt werden (Abb. 12.38).

### 12.12.3 Präparation

Direkt unter der Haut liegt die Strecksehne, die ebenfalls quer durchtrennt werden kann; die Gelenkkapsel ist so mit der Sehne verflochten, dass das Gelenk dadurch meist schon eröffnet ist. Durch Beugung des Fingers kann anschließend ein guter Einblick in das Gelenk gewonnen werden (Abb. 12.39).

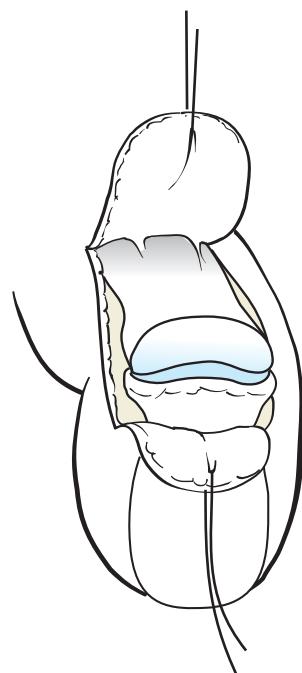


Abb. 12.39 Situs nach Eröffnung des Gelenks

**12.13 · Darstellung der Fingerbeugesehnen von palmar**

**12.13 Darstellung der Fingerbeugesehnen von palmar**

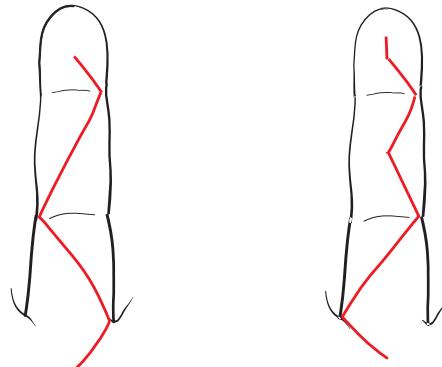
**12.13.1 Indikationen**

- Verletzungen
- Infektionen
- Dupuytren-Krankheit

**12.13.2 Schnittführung**

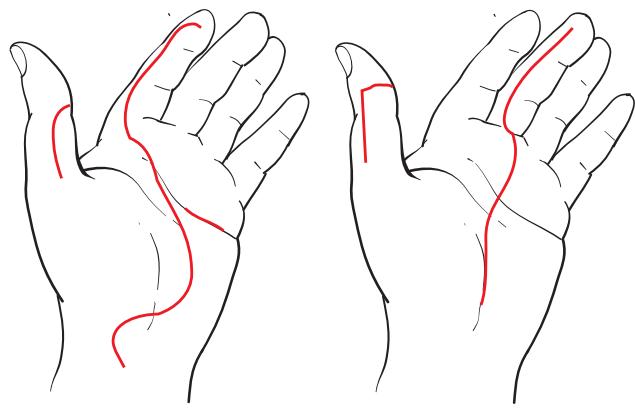
In der Regel erfolgt die Darstellung der Beugesehnen von palmar (Abb. 12.40). Wie üblich sollten Schnitterweiterungen die Gelenke nicht längs kreuzen (Abb. 12.41). Am weitesten verbreitet ist sicherlich die Schnittführung nach Brunner.

Bei scharfen Verletzungen in den Zonen 2 und 3 entscheidet insbesondere der Unfallmechanismus über die Höhe der Sehnenenddurchtrennung, da diese, je nach dem, ob die Sehne gebeugt oder gestreckt ist, eine völlig unterschiedliche Stellung hat (Abb. 12.42).



a) Inzision n. Brunner

b) Inzision n. Littler



c) Medio-laterale Inzisionen mit Schnitterweiterungen nach proximal

Abb. 12.40 Schnittführungen palmarer Finger

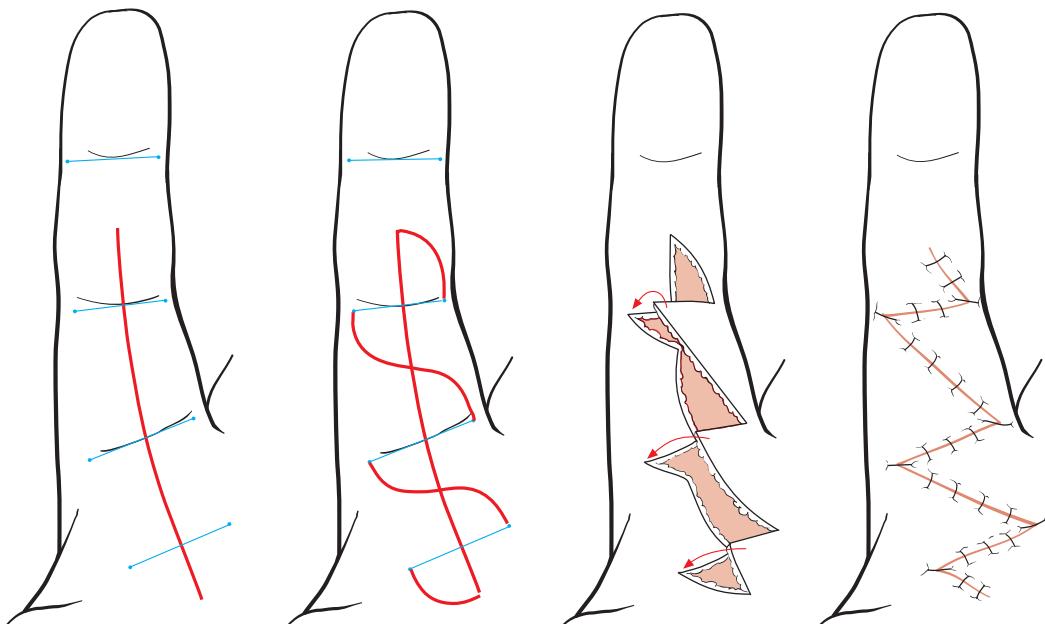


Abb. 12.41 Planung palmare Z-Plastik

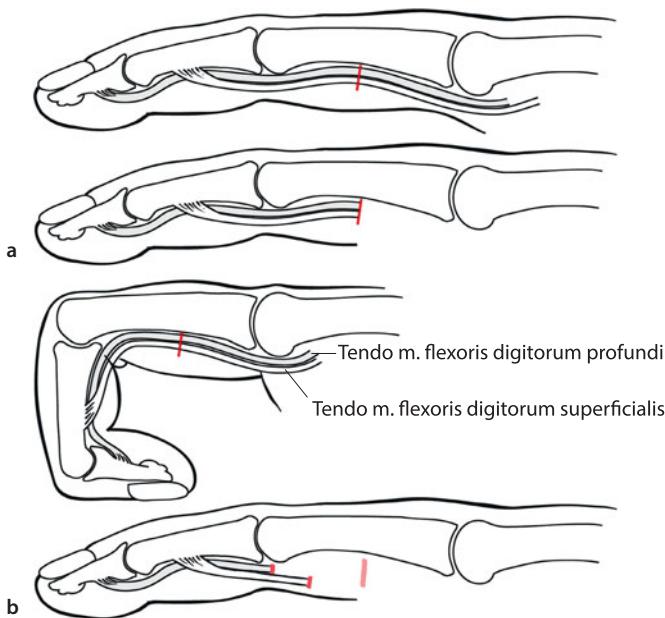


Abb. 12.42 a Zonen der Beugesehnenverletzungen; b Beugesehnenposition bei unterschiedlichen Verletzungsmustern: Durch die operative Revision einer Beugesehnenverletzung in Streckstellung verschiebt sich die Position der Sehnen, falls die Verletzung in Beugeung erfolgte

### 12.13.3 Präparation

Unabhängig von der Indikation ist bei der Präparation der palmaren Finger und der palmaren Hand die Darstellung der begleitenden funktionellen Strukturen obligatorisch. Nach der Inzision erfolgt die Hebung der dreieckigen Läppchen und dann die anschließende Präparation des Gefäß-Nerven-Bündels (Abb. 12.43). Nun kann die Sehnenscheide gefahrlos präpariert und dargestellt werden. Je nach Höhe der Darstellung müssen insbesondere die Ringbänder geschont werden.

#### ! Cave

Die Ringbänder A2 und A4 sollten bei der Präparation erhalten bleiben, um ein sog. Bogensehnenphänomen zu verhindern (Abb. 12.44).

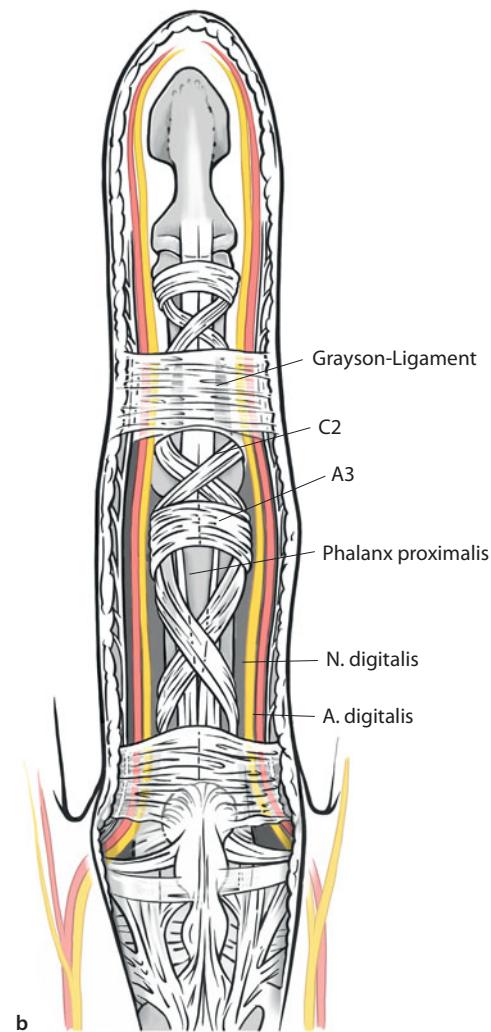
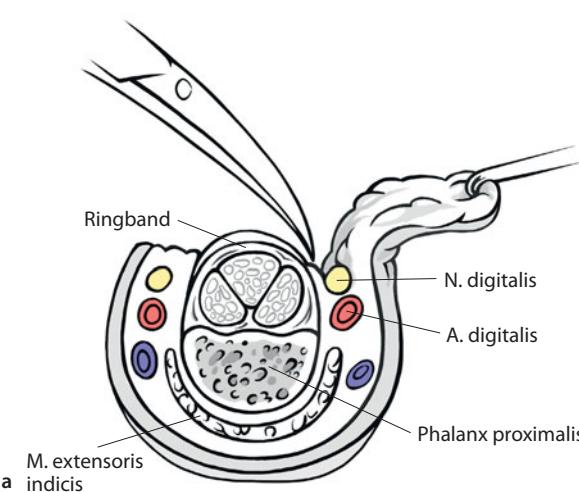


Abb. 12.43a,b Darstellung der Gefäß-Nerven-Bündel am Finger. a Querschnitt, b Längsschnitt

## 12.13 • Darstellung der Fingerbeugesehnen von palmar

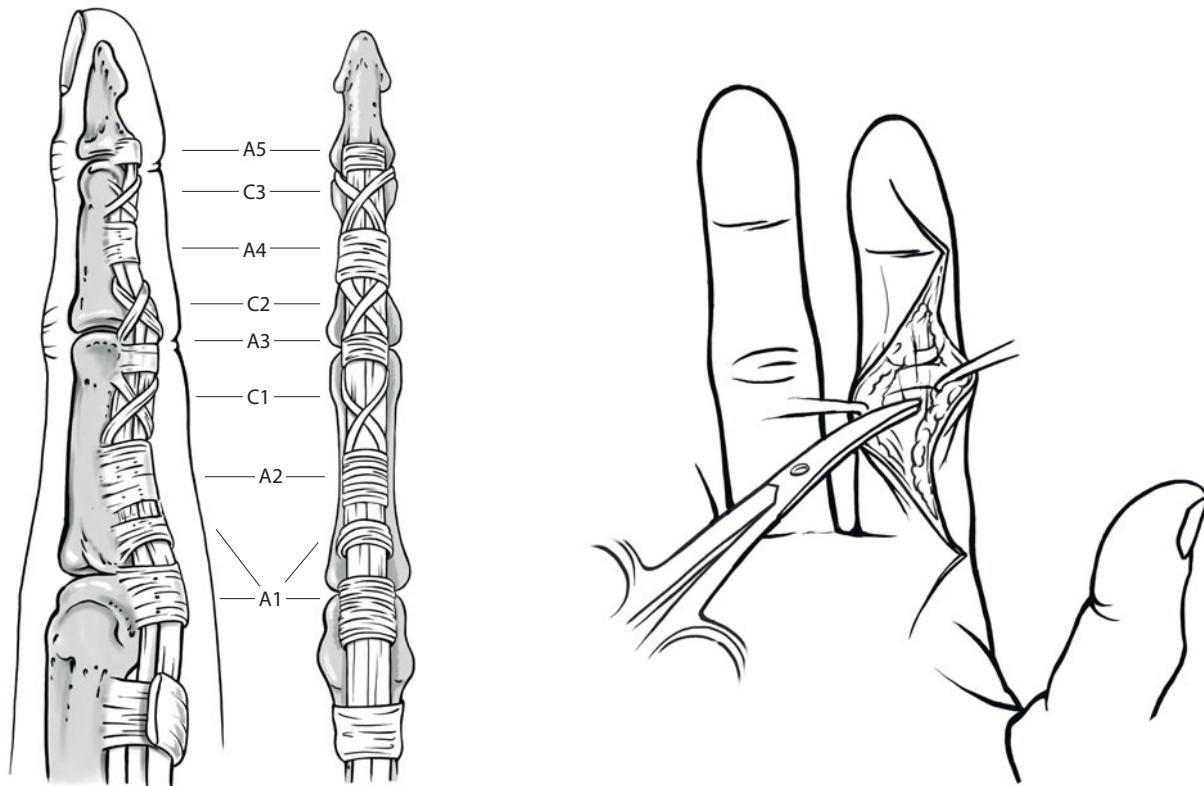


Abb. 12.44 Beugesehnscheiden mit Ringbändern

Teilresektionen der Ringbänder sind möglich; bei einer kompletten Durchtrennung sollte jedoch, wann immer möglich, eine Rekonstruktion stattfinden.

Bei Freilegung der Sehnen bei Infektionen erfolgen die proximale und distale Fensterung der Sehnenscheide und die Einlage eines Spülkatheters (Abb. 12.45).

Für die Naht der Beugesehnen liegen unterschiedlichste Techniken vor; die meisten beruhen jedoch auf dem von Kirchmayr-Kessler beschriebenen Prinzip der Kern- und Mantelnaht (Abb. 12.46).

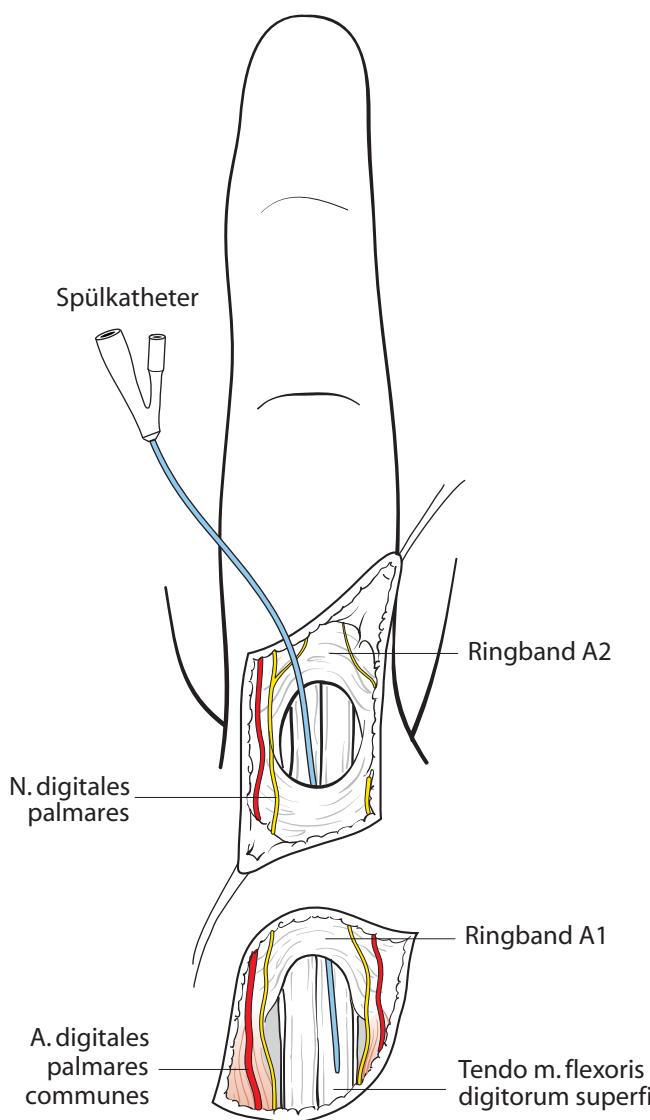


Abb. 12.45 Fenestrierung der Beugesehnenscheide zur Spülung

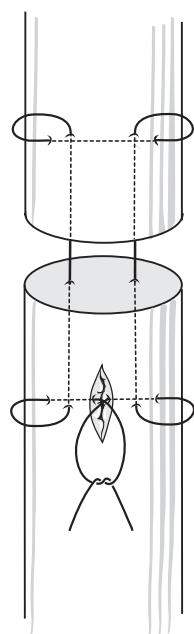


Abb. 12.46 Schematische Darstellung der Beugesehnennaht nach Kirchmayr-Kessler (Kernnaht)

## 12.14 Darstellung der Beugesehnen und des Fingermittelgelenks von palmar

### 12.14.1 Indikationen

- Verletzungen, insbesondere palmarre Instabilitäten
- Implantation von Fingergelenkprothesen

### 12.14.2 Schnittführung

Auch hier wird die Schnittführung nach Brunner bevorzugt.

### 12.14.3 Präparation

Nach Darstellung der Gefäß-Nerven-Bündel wird das Sehnen-gleitgewebe inzidiert, die Sehnen werden entweder angeschlungen oder mit einem Sehnenhaken hervorluxiert (Abb. 12.47). Bei der Präparation der Beugesehnen sollte auf den Erhalt der Vincula besonderen Wert gelegt werden, da diese für die Durchblutung der Sehnen von großer Bedeutung sind. So kann dann der Gelenkkapparat dargestellt und die volare Platte inzidiert werden.

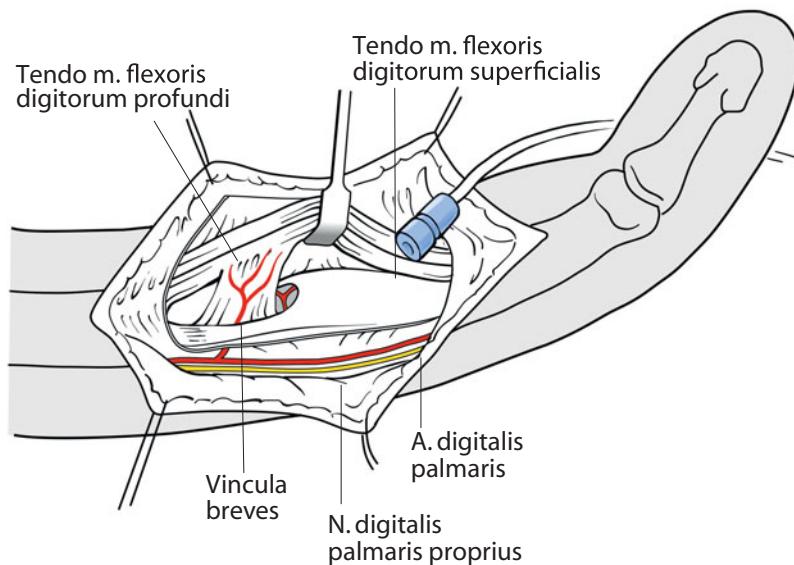


Abb. 12.47 Luxation der Beugesehnen mittels Sehnenhaken unter Erhalt der Vincula. Unterhalb des Hakens kann nun die Palmarseite des Gelenks eröffnet und beispielsweise ein Spülkatheter eingelegt werden

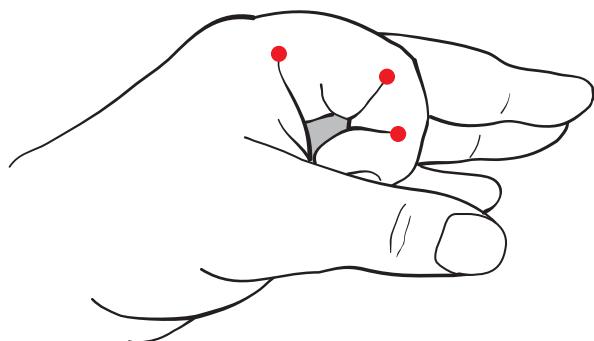


Abb. 12.48 Mediolaterale Inzision am Finger

## 12.15 Darstellung der Beugesehnen durch eine mediolaterale Inzision

### 12.15.1 Indikation

- Infektionen
- Langstreckige Darstellung der Beugesehnen
- Zugang zum Fingermittelgelenk bei Seitenbandinstabilität

### 12.15.2 Schnittführung

Zur langstreckigen Darstellung der Beugesehnen kann mitunter auch eine mediolaterale Inzision gerechtfertigt sein. Die Verbindungspunkte dieser Schnittführung lassen sich am einfachsten bei gebeugtem Finger markieren (Abb. 12.48).

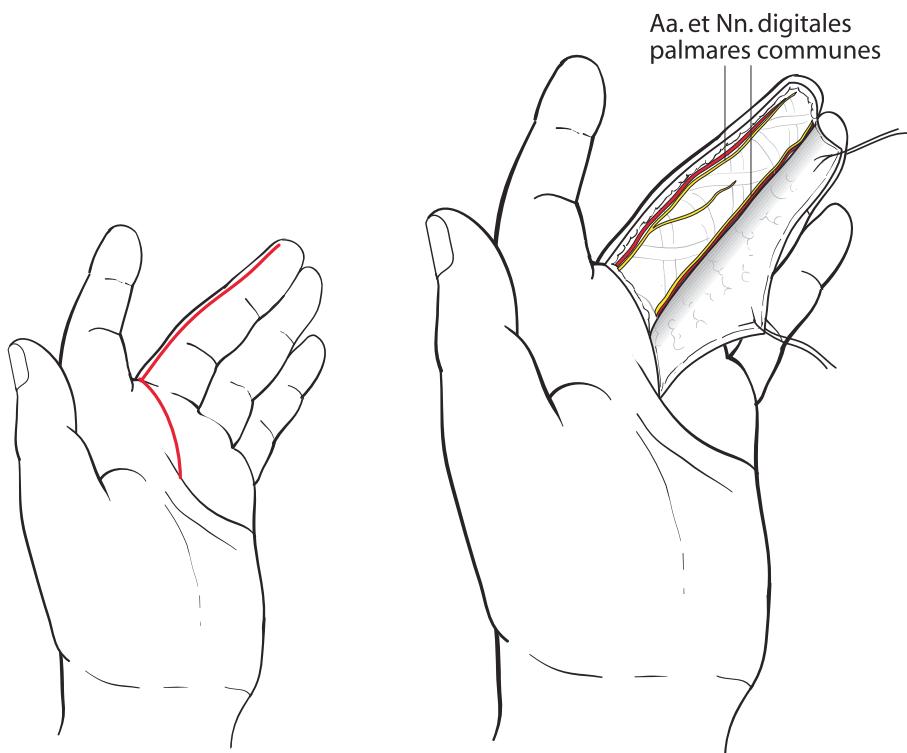


Abb. 12.49 Querschnitt eines Fingers bei mediolateraler Inzision

### 12.15.3 Präparation

Um die Beugesehne darzustellen, wird der Weichteilmantel präpariert, nachdem das Lig. reticulare transversum (»Landsmeer«) und dorsal die Gefäß-Nerven-Bündel durchtrennt wurden, die bei diesem Zugang meist nicht gezielt dargestellt werden (Abb. 12.49). So kann der Gelenk-Kapsel-Apparat der Mittelgelenke dargestellt und ggf. rekonstruiert werden (Abb. 12.50).

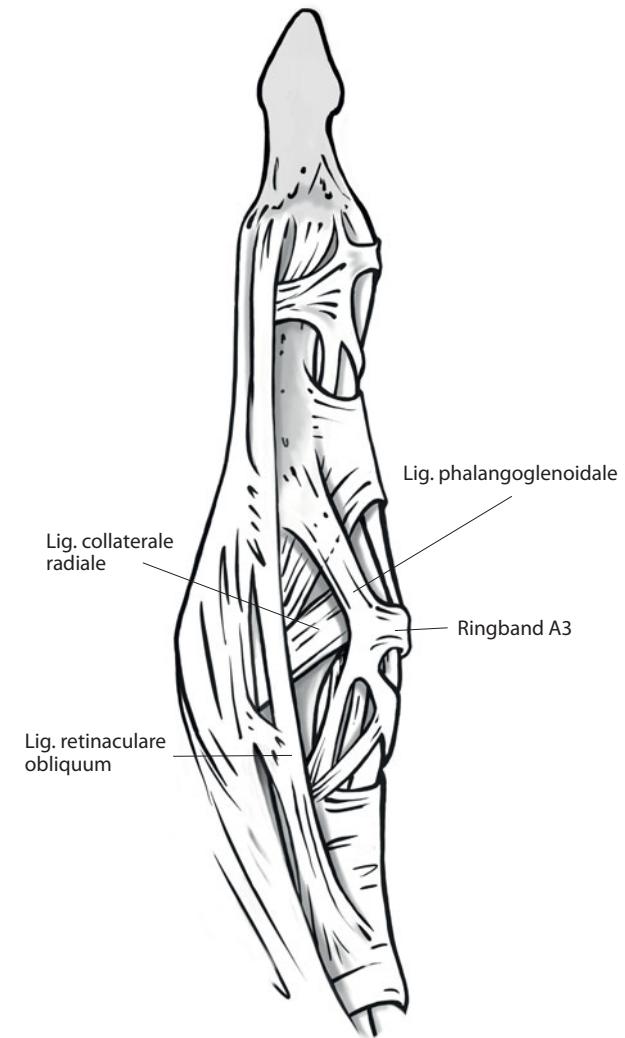


Abb. 12.50 Fingermittelgelenkkapsel von radial

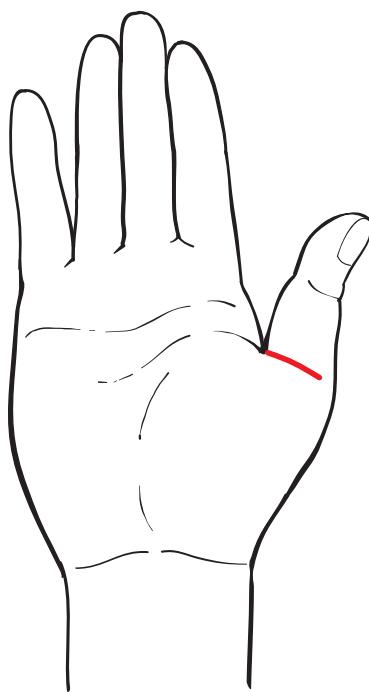


Abb. 12.51 Schnittführung am palmaren Daumengrundgelenk

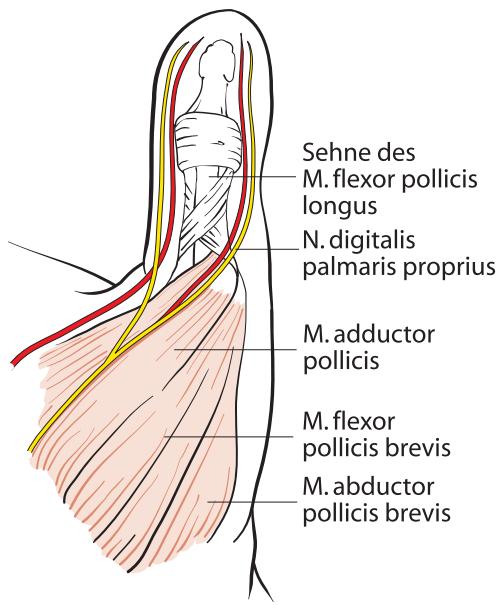


Abb. 12.52 Verlauf der Gefäß-Nerven-Bündel am Daumen

## 12.16 Zugang zum Ligamentum anulare des Daumens

### 12.16.1 Indikation

- Ringbandstenose

### 12.16.2 Schnittführung

Die Inzision verläuft quer über der Grundgelenkbeugefalte (Abb. 12.51).

### 12.16.3 Präparation

Insbesondere am Daumen kommt es anatomisch bedingt zu einem »Kreuzen« des radialen Gefäß-Nerven-Bündels, das dadurch besonders gefährdet ist (Abb. 12.52). Darum ist auch bei dieser Operation die Darstellung beider funktionellen Bündel obligatorisch. Nach dieser Darstellung kann das Ringband längs gespalten und die Sehne mit einem Sehnenhaken luxiert werden (Abb. 12.53).

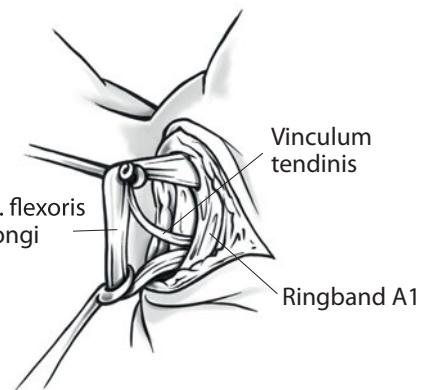


Abb. 12.53 Situs nach Durchtrennung des Lig. anulare des Daumens

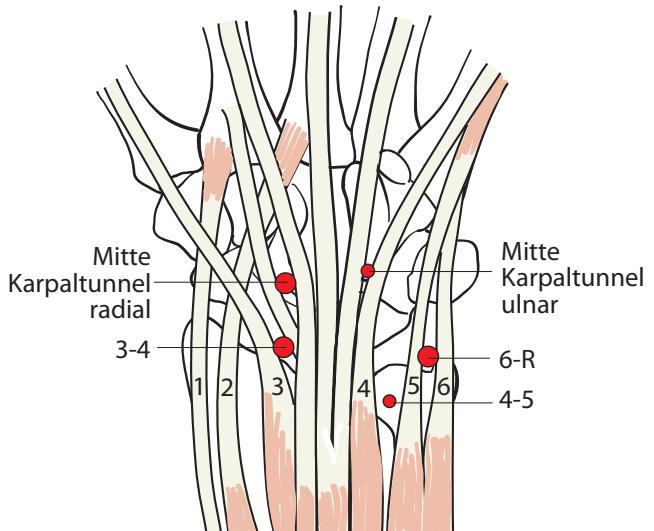
## 12.17 Arthroskopische Standardzugänge zum Handgelenk

### 12.17.1 Indikationen

Auch wenn die Handgelenkarthroskopie noch nicht den Stellenwert hat wie die Arthroskopie an anderen Gelenken, ist sie als diagnostisches Hilfsmittel unverzichtbar und kann insbesondere zur Therapie von Läsionen des Discus triangularis hilfreich sein.

### 12.17.2 Schnittführung

Die Arthroskopie des Handgelenks erfolgt von dorsal. Die Einteilung der möglichen Zugänge erfolgt entsprechend den Strecksehnenfächer (Abb. 12.54). Als Standardzugänge haben sich der sog. 3-4-Zugang für den Kamerazugang und der 6R-Zugang als Arbeitskanal etabliert.



■ Abb. 12.54 Übersicht über die möglichen Arthroskopiezugänge am Handgelenk

# Serviceteil

Stichwortverzeichnis – 304

A

B

C

# Stichwortverzeichnis

---

## A

- Abdomen 39
- Acetabulum 51
  - Fraktur 58
- Achillessehne 146
- Adduktorenentomie 64
- Akromioklavikulargelenk 172
  - Arthrose 172
  - Instabilität 172
  - ligamentäre Verletzung 172
- Anti-Trendelenburg-Stellung 36
- Aorta 14
- Aponeurose 238, 244
- Armtisch 195, 220
- Arterie
  - A. brachialis 216, 244
  - A. circumflexa femoris lateralis 63, 72
  - A. circumflexa humeri anterior 201
  - A. descendens genicularis, R. articularis 100
  - A. dorsalis pedis 140
  - A. glutea inferior 59
  - A. glutea superior 59, 65
  - A. interossea recurrens 258
  - A. nutricia 85, 126, 134
  - A. obturatoria 56
  - A. peronea 150
  - A. profunda brachii 198
  - A. profunda femoris 85
  - A. radialis 285
  - A. superior medialis genus 74
  - A. tarsalis lateralis 144
  - A. thyreoidea inferior 10
  - A. thyreoidea superior 10
  - A. tibialis anterior 126
  - A. ulnaris 282
  - A. vertebralis 38
- Arthritis, rheumatoide 288
- Arthrodese 53, 89, 139, 185, 220
- Arthroyse 217, 230, 241
- Arthroplastik 230
- Arthroskopie 216
  - anteriore Zugänge 219
  - diagnostische 217
  - Hand, Zugänge 301
  - Hüfte 68
  - posteriore Zugänge 218
- Arthrotomie 177
- Atlasbogen 5, 37
- Außenknöchel
  - Fraktur 155
  - Peronealsehnenluxation 155
    - transfibularer Zugang 155
- Außenmeniskus 116
- Autograftgewinnung 65

## B

- Baker-Zyste, Entfernung 106
- Bandscheibe 7, 21
- Bandscheibenvorfall 13
- Bauchinzision, seitliche 28
- Beach-chair-Position 172
- Becken
  - Autograftgewinnung 65, 66
  - Osteomyelitis 51
  - Tumor 49, 51
- Beckenkammspan, trikortikaler 65
- Beckenosteotomie 56
- Beckenpfeiler, Fraktur 51, 53, 58
- Beugesehne
  - Infektion 298
  - langstreckige Darstellung 298
- Beugesehnennaht nach Kirchmayr-Kessler 296
- Bizepssehne
  - distale Ruptur 241, 249
  - Revision 177
- Blutdruckmanschette 139, 163, 249
- Bowstring-Phänomen 140
- Brustwirbelsäule
  - Bandscheibenfach 16
  - Deformität 13, 39
  - degenerative Veränderung 13, 39
  - Fraktur 13
  - hintere Zugänge 39
  - Infektion 39
  - Korporektomie 21
  - Kostotransversektomie 41
  - Osteosynthese 21
  - Spondylodiszitis 13
  - Trauma 39
  - Tumor 13, 39
  - vordere Zugänge 13
  - Wundverschluss 16
  - Zugangshöhe 14
  - Zugangsänge 14
- Bursa subacromialis 183
- Bursa subdeltoidea 183
- Bursitis 182

## C

- Capitulum humeri, Osteosynthese 236
- Caput-ulnae-Syndrom 261
- Carpusluxation 276
- Chassaignac-Knötchen ► Karotistuberkel
- Chiari-Spreizer 19
- Chiasma plantare 147
- Chopart-Gelenkreihe 143, 160
- Christa Iliaca anterior 39
- Codmann-Spreizer 4
- CT-Angiographie 38

## D

- Darmverletzung 32
  - Daumen
    - Gefäß-Nerven-Bündel 300
    - Ligamentum anulare 300
    - Ringbandstenose 300
  - Daumensattelgelenk
    - MHK-1-Fraktur, basisnah 284
    - Rhizarthrose 284
  - Débridement 217
  - Dens-Resektion 4
  - Denudation 163
  - Denudierung, zirkumferente periostale 260
  - Dermodese 163
  - Diathermie 6
  - Diathermiemesser 15, 21, 37
  - Discus triangularis, Läsion 301
  - Dissoziation, scapholunäre 283
  - Doppelumentubus 18
  - Druckstellenzone 13
  - Ductus thoracicus 16
  - Dünndarmschlinge 32
  - Dupuytren-Krankheit 281, 293
- 
- ## E
- Einzelknopfnaht 98
  - transossäre 41
  - Ellenbogengelenk 216
    - anteriorer Zugang 241
    - Arthroskopie 216
    - hinterer Zugang 220
    - lateraler Zugang 230
    - medialer Zugang 237
    - neurovaskuläre Strukturen 216, 218
    - Olekranonosteotomie 228
    - posterolateraler Zugang 236
    - Zugänge 216
  - Ellenbogenluxation 220, 230
  - Endoprothese 190
  - Endoprothetik 57, 220
  - Entzündung 249
  - Epicondylus humeri radialis 206
  - Erkrankung, rheumatologische 4
  - Extensionstisch 63, 75
- 
- ## F
- Facettengelenk 40, 41
  - Fascia lata 71, 84
  - Faszieneröffnung nach Galla u. Lobenhoffer 119
  - FCR-Sehne 283
  - Femur
    - Darstellung 72
  - Femuranteil
    - distaler 77
    - mittlerer 76
    - proximaler 75
  - Fraktur 71, 78, 80
    - dislozierte 75
    - distale 73
    - intertrochantär bis suprakondylär 75
    - proximale 57, 59
    - suprakondyläre 84
  - Osteomyelitis 71, 73, 75, 80, 84
  - Osteotomie 71, 73, 75, 78
  - Pseudarthrose 75, 84
  - Schnittführung 75
  - ventrales 72

- Femurersatz, distaler 89
- Fibula 148
  - Fraktur 124, 127
  - Gefäß-Nerven-Strang 131
  - Osteomyelitis 124, 127
  - Osteotomie 127
  - Pseudarthrose 124
  - Resektion 127
  - Tumor 127
- Fibulahinterkante 129
- Finger
  - Beugesehnenscheide 295
  - Beugesehnenverletzung 294
  - Gefäß-Nerven-Bündel 294
  - Ringband 294

- Fingerbeugesehne
  - Dupuytren-Krankheit 293
  - Infektion 293
  - Verletzung 293
- Fingerendgelenk
  - Arthrose 292
  - Infektion 292
  - Strecksehnenausriß, knöcherner 292
- Fingergelenkprothese 297
- Fingergrundgelenk
  - Arthritis, rheumatoide 288
  - Fraktur 288
  - Zeigefinger, Strecksehne 289

- Fingermittelgelenk
  - Arthrose 291
  - Fraktur 291
  - Infektion 291
  - Seitenbandinstabilität 298
  - Strecksehnenapparat 291
- Fingermittelgelenkkapsel 299
- Fingernerven 281
- Frohse-Arkade 244
- Funicus spermaticus 56
- Fuß
  - Arthrodese 167
  - Korrektur- und Umstellungsosteotomie 167
  - Morton-Neurom 167
  - MTP-Synovialektomie 167
  - Resektionsarthroplastik 167

**G**

- Gastrocnemiuskopf 107
  - lateraler 109
- Gefäßverletzung 30, 43
- Gelenkersatz, bikondylärer 100
- Gelenkkörper, freier 241
  - Entfernung 68, 104, 106, 217, 237
- Gelenkstörung, temporomandibuläre 7
- Gerdy'sches Tuberculum 104
- Gleitlager, femorales 104
- Glutealmuskulatur 49
- Großzehengrundgelenk
  - Arthrodes des MTP-I-Gelenks 165
  - Cheilektomie 165
  - Hallux valgus 165
  - Pseudoexostose 165
  - Resektionsinterpositionsarthroplastik 165, 166
  - Sesamoidektomie, mediale 165
- Guyon-Loge, N. ulnaris
  - Kompression 282
  - Verletzung 282

**H**

- Hallux valgus
  - knöcherne Korrektur 165
  - Weichteilkorrektur 165
- Halo-Fixateur 36
- Halswirbelsäule
  - Bandscheibe 7
  - Dens-Resektion 4
  - hinterer Zugang 36
  - Infektion 36
  - Instabilität 36
  - Korporektomie 7
  - Os odontoideum 4
  - Osteosynthese 7
  - Trauma 36
  - Tumor 36
  - Veränderung, degenerative 36
  - vordere Zugänge 4
- Handgelenk 276
  - Arthrode 276
  - Arthroskopie 301
  - Arthroskopiezugänge 301
  - Beugesehnensynovektomie 278
  - Carpusluxation 276, 278
  - Entzündung 276, 278
  - Karpaldachspaltung 278
  - Radiusfraktur 278
  - Schnittführung, dorsale 276
  - Synovektomie 276
- Handgelenkkapsel 277
- Hand, Lagerung 275
- Handrücken
  - Infektion 287
  - Strecksehne 287
  - Strecksehnenverletzung 287
- Handwurzelknochen 280
- Haut-Subkutis-Lappen 221, 231
- Herniation 76

- Hoffa'scher Fettkörper 91, 95
- Hohlhand
  - Dupuytren-Krankheit 281
  - Handverletzung 281
  - Hohlhandbogen 281
  - Infektion 281
  - Inzision nach Skoog 281
- Hohmann-Haken ► Hohmann-Hebel
  - Hohmann-Hebel 61, 72, 152, 166, 198, 201, 239, 251
- Horner-Syndrom 10
- Hüfte
  - Arthroskopie 68
  - Biopsie 57, 59
- Hüftgelenk
  - Arthrode 53
  - Endoprothetik 57, 58, 59, 60, 62, 63
  - Impingementtherapie 57, 59
  - minimal-invasive Zugänge 57
  - Muskelabriss 64
  - Osteomyelitis 53
  - Revisionsendoprothetik 57, 58, 59, 60, 62
  - Synovektomie 58
  - Tumor 53, 64
  - Zugänge 57
- Hüftluxation 64
  - kindliche 53
- Humerus
  - anterolateraler 210
  - Darstellung 199, 202
  - distaler, lateraler 230
  - Fehlstellung 220
  - Fraktur 200, 203, 206, 208, 211, 220, 237
    - Nervenschädigung 195
    - Weichteilinterposition 195
  - Gefäß-Nerven-Bündel 198, 212
    - Verletzung 211
  - Osteomyelitis 195, 200, 203, 206, 208, 211
  - Osteotomie 200
  - Pseudarthrose 195
  - Tumor 195, 200, 203, 206, 208, 211
- Humeruskopfretraktor 177, 178, 188
- Humerusschaft 198

**I**

- Iliosakralgelenk 49
- Impingement, femoracetabuläres (FAI) 68
- Impingementtherapie 57, 58
- Innenknöchel
  - anteriorer medialer Zugang 153
  - Bandinstabilität, chronische 153
  - Fraktur 153
  - Osteosynthese 154
  - Osteotomie 152
  - posteriorer medialer Zugang 154
  - Tumor 153

- Instabilität, palmare 297
- Interkostalgefäß 42
- Interkostalmuskulatur 15
- Interkostalraum 18
- Interphalangealgelenk
  - distales (DIP-Gelenk) 168
  - proximales (PIP-Gelenk) 167
- Inzision
  - nach Skoog 281
  - pararektale 28

**K**

- Kahnbein
  - Dissoziation, scapholunäre 283
  - Fraktur 283
  - Pseudarthrose 283
- Kalkaneokuboidalgelenk 144
- Kalkaneus
  - Fraktur 156
  - Operation nach Dwyer 156, 157
  - Talokalkaneargelenk 156
  - Wundheilung 156
- Karotistuberkel 8
- Karpaldachspaltung 278
- Klavika 172
  - Entzündung 172
  - Fraktur 172
  - Pseudarthrose 172
  - Tumor 172
- Kniegelenk
  - Arthrode 89
  - Arthrotomie 100, 102
  - Fraktur, intraartikuläre 96
  - Gefäß-Nerven-Bündel 107
  - Gefäß-Nerven-Versorgung 110
  - Gelenkkorpel 98
  - Knorpelzelltransplantation 89, 96, 100, 102
  - Kollateralbandplastik 96
  - Lagerung 89
  - Oberflächenersatz
    - bikondylärer 89
    - unikondylärer 89
  - Patella 90
  - Retropatellarersatz 102
  - Revisionsoperation 91
  - Synovektomie 89, 96, 106
  - Transplantation, osteochondrale 96, 100, 102
  - Tumor 106
  - Unischlitzenprothese 96, 100, 102
- Kniegelenkkapsel 72, 77
  - Arthrotomie 98
  - Darstellung 94, 108, 110
  - lateraler Zugang 109
  - medialer Zugang 108
- Knieprothese, achsgekoppelte 89
- Knieprothesenimplantation 94
- Knieprothesenwechsel 89
- Kniestreckapparat Präparation 90
- Kniestreckapparat, Präparation 91
- Knorpelchirurgie, Femurkondylus 104
- Knorpeldiagnostik 68
- Knorpelzelltransplantation 96
- Kollateralbandkomplex 94
- Kollateralbandplastik 96
- Korporektomie 7
- Korrekturosteotomie 260
- Kostotransversalgelenk 41
- Kostotransversektomie 41, 42
- Kreuzband, Refixation 106

**L**

- Labrumläsion 68
- Lamina
  - praetrachealis 11
  - pravertebralis 10
  - superficialis 10
- Laminektomie 41
- Langenbeck-Haken 19, 98, 99, 101, 201, 244, 245
- Langer'sche Linien 8, 172
- Langer-Spaltlinien 158
- Lendenwirbelsäule 161, 163, 165
  - Bandscheibe 24, 27
  - Deformität 39
  - degenerative Veränderung 39, 43
  - hintere Zugänge 39
  - Infektion 39
  - Korporektomie 21, 24, 27
  - Osteosynthese 21, 24, 27
    - minimal-invasive 43
  - paraspinaler Zugang nach Wiltse 43
  - Revisionsoperation 31
  - Spondylodiszitis 31
  - Trauma 39
  - Tumor 39
  - vordere Zugänge 24
- Linea alba 28, 32
- Linea aspera 81, 82
- Lisfranc-Gelenkreihe 161

**M**

- Madelung-Deformität 261
- Malleolus
  - lateralis 142
  - medialis 146, 151
- Malum perforans 163
- Margo anterior tibiae 114
- Mayfield-Fixateur 36
- McGarver-Spreizer 4
- MCP-Gelenk 288
  - Synovektomie 290
- Mediastinum 14, 16
- Meniskuschirurgie, lateral 104
- Metatarsalia ► Os metatarsale
- Metatarsophalangealgelenk 167
  - Subluxationsfehlstellung 163
- Midaxillarlinie 21
- minimal-invasiver Zugang, antero-lateraler (ALMI) 59
- Minithorakotomie, thorakoskopisch assistierte 18

- Mittelfuß
  - Arthrodese 161
  - Fraktur 161, 167
  - Osteomyelitis 161
  - sehnenchirurgischer Eingriff 161
  - Synovialektomie 161
  - Tumor 161
  - Umstellungosteotomie 161
- Mittellinienzision 28, 32
- Morton-Neurom 167
- MR-Angiographie 38
- Multifidusmuskulatur 40
- Mund-Rachen-Wand ▶ Pharynx-hinterwand
- Muskel
  - M. abductor digiti minimi pedis 157
  - M. biceps femoris
    - Caput breve 80
    - Caput longum 80
  - M. deltoideus 201
  - M. extensor carpi ulnaris, Tenosynovitis 261
  - M. extensor digitorum brevis 143
  - M. extensor hallucis longus 140
  - M. flexor digitorum longus 121
  - M. flexor hallucis 146
  - M. flexor hallucis longus 126
  - M. gastrocnemius 120, 124
  - M. glutaeus minimus 63
  - M. latissimus dorsi 21
  - M. longissimus 43
  - M. longus colli 10
  - M. multifidus 43
  - M. obliquus externus 25
  - M. obliquus internus 25
  - M. pectoralis major 201
  - M. peroneus longus 129
  - M. piriformis 59
  - M. popliteus 121
  - M. semimembranosus 119
  - M. serratus anterior 21
  - M. tensor fasciae latae 63
  - M. tibialis anterior 115
  - M. triceps
    - gerade Spaltung 225
    - Schonung 227
  - M. vastus intermedius 73, 74
  - M. vastus medialis 72, 74, 78
- Muskelausriss 56

## N

- Nerv
  - N. accessorius 174, 176
  - N. axillaris 201
  - N. cluneus 65
  - N. cutaneus antebrachii lateralis 202
  - N. cutaneus dorsalis intermedius 158
  - N. cutaneus femoris lateralis 63, 66

- N. cutaneus femoris posterior 59, 83
- N. femoralis 72, 78
- N. fibularis communis 124, 127
- N. fibularis superficialis 131
- N. genitofemoralis 25, 26
- N. glutaeus inferior 59
- N. glutaeus superior 62
- N. hypoglossus 10
- N. ischiadicus 59, 65, 83
  - Verletzung 80, 84
- N. laryngeus recurrens 9, 10
- N. medianus 212, 279
  - Revision 257
- N. musculocutaneus 202
- N. obturatorius 56
- N. occipitalis major 38
- N. peroneus communis 59, 83, 124, 127
- N. peroneus superficialis 131, 139, 142
- N. radialis 198, 202, 205, 209, 253
  - distale Darstellung 208
  - Verletzung 203
- N. saphenus 133, 153
- N. suprascapularis 174, 176
- N. suralis 118, 148, 155
- N. tibialis 83
- N. ulnaris 198, 212, 282
  - Kompression 282
  - Verletzung 282

## O

- Oberarmblutsperre 206, 254
- Oberschenkel
  - Entzündung 78
  - Tumor 71, 73, 75, 78, 80, 84
  - vastugluteale Schlinge 75
- Oberschenkelblutdruckmanschette 89
- Obturatorneurektomie 64
- Olekranon 221, 240, 260
- Olekranonosteotomie 228
- Os
  - scaphoideum ▶ Kahnbein
- Ösophagus 10
- Ossa cuneiformia, Querinzision 162
- Ossifikation, posttraumatische 258
- Osteochondrosis dissecans 217
- Osteomyelitis 51, 71, 190, 195
- Osteosynthese, minimal-invasive 43
- Osteotomie 71

## P

- Palmaris-longus-Sehne 270, 271
  - Entnahme für Transplantations-zwecke 270
- Patella 71
- Patellarsehne 115

- Peritoneum 21, 25, 26, 29, 32
- Peronealsehne 149
- Pes anserinus 134
- Pfannenstiel-Inzision 28, 32
- Pharynxhinterwand 6
- Pilon-tibiale-Massiv 141
- Plantaraponeurose 163
- Platysma 10
- Pleura vertebralis 16
- Plexus hypogastricus superior 30
- Plica infrapatellaris 91
- Promontorium 28, 32
- Protuberantia occipitalis externa 36, 38
- Pseudarthrose 75, 195, 254
- Psoasrelease 64

## Q

- Quadrizepssehne 92

## R

- Radialisnervenkompression 252
- Radioulnargelenk, Verletzung 261
- Radius
  - distale Fraktur 262, 264
  - distaler 280
  - Plexusschädigung 249
  - Präparation, subkutane 250
  - proximale Fraktur 249
  - Pseudarthrose 254, 264
- Radiusköpfchen
  - Exposition 251
  - Fraktur 220, 230, 258
  - Luxation 249, 258
  - Osteosynthese 236
  - Resektion 258
- Radiusschaft
  - Darstellung 256
  - Fraktur 254
- Ramus
  - articularis 100
  - profundus n. radii 253
- Raspatorium 102, 266
- Recessus axillaris 179
- Rektusscheide 28
- Rektus-Snip 92
- Retinaculum
  - extensorum 277
  - laterales 94
  - mediales 97
- Retraktoren 49, 198, 205, 212
- Retropatellarersatz 102
- Revisionsendoprothetik 57
- Rhizarthrose 284
- Ringbandstenose 300
- Rippenosteotomie 15
- Rotatoremmanschette, Rekonstruktion 177, 182, 185, 187
- Rückenmark, arterielle Gefäß-versorgung 17
- Rückenmarkverletzung 37

## S

- Scaphoid ▶ Kahnbein
- Schultergelenk
  - Arthrodese 185, 187
  - Arthrotomie 177, 179
  - axillärer Zugang 179
  - Bursitis 182
  - Endoprothese 190
  - Entzündung 187
  - Fraktur 182, 190
  - Frozen Shoulder 179
  - Gelenkersatz 182
  - Gelenkpfanne 178
  - hinterer Zugang 187
  - oberer Zugang 182
  - Osteomyelitis 190
  - Synovektomie, offene 177
  - transakromialer Zugang 185
  - Tumor 187, 190
  - vorderer Zugang 177
    - erweitert 190
- Schulterinstabilität 177
- Schulterluxation, habituelle hintere 187
- Segmentalgefäß 42
- Semispinalismuskulatur 40
- Septum intermusculare laterale 86
- Sharpey-Fasern 227
- Sinus tarsi 158, 160
- Sitz- und Schambein
  - Fraktur 56
  - Muskelausriss 56
  - Osteomyelitis 56
  - Tumor 56
- Skapula 174
  - Entzündung und Infekt 174
  - Fraktur 174
  - Tumor 174
- Skoliosechirurgie, ventrale 21
- Smith-Petersen 53, 63
- Spina iliaca anterior superior 66, 71
- Spinalnerv 43
- Spondylodese 17
- Spondylodiszitis 7, 26
- Spongiosa 65
- Sprunggelenk
  - Achillessehnenverlängerung 145
  - Arthrodese 139, 142, 158
  - endoprothetische Versorgung 139
  - Fettgewebe 144
  - Fraktur 148
  - Gefäß-Nerven-Bündel 140, 147
  - Gelenkrevision 142, 145, 148
  - Innenknöchel 151
  - Kalkaneusverlängerungsosteotomie nach Evans 158
  - Kapsulotomie 147
  - Klumpfuß 145, 147
  - Korrekturarthrodese 158
  - Retinaculum 140, 159
  - Sehnenverlängerung 147
  - Strecksehnen 159
  - Syndesmosenband 148
  - Synovektomie 139

- Tibiakante 148
- unteres, anatomische Landmarken 158
- Steinschnittlage 56
- Sternoklavikulargelenk 174
  - Entzündung 174
  - Instabilität 174
  - Tumor 174
- Strecksehnenfach, Schnittführung 286
- Subtalargelenk 160
- Sulcus-ulnaris-Syndrom 237
- Supinatorsyndrom 252
- Symphyse 51, 67
- Symphysensprengung 67
- Synostose, radiooulare 258
- Synovektomie 58, 89, 139, 177, 220, 230, 237
- Synovialektomie ► Synovektomie

**T**

- Talonavikulargelenk 144
- Talus
  - Läsion, osteochondrale 151
  - Talusrolle, Revision 151
- Tendinosis calcarea 182
- Tendovaginitis dé Quervain 286
- Tenosynovitis 261
- Thenarast, motorischer 279
  - Varianten des Verlaufs nach Poisel 279
- Thorakophrenolumbotomie 21
- Thorakotomie 15
- Tibiakondylus ► Tibiakopf
- Tibiakopf
  - Fraktur 114, 118
  - Kompartment 116
  - minimal-invasiver Zugang 117
  - Osteomyelitis 114, 118
  - Osteotomie 115
  - Pseudarthrose 114, 118
  - Spongiosatransplantation 114
  - Tibiaumstellungosteotomie 114
  - Tumor 118
  - Zugang nach Banks und Laufman 118
- Tibialis-posterior-Sehne 154
- Tibia, Querschnitt 122
- Tibiaschaft 114
  - Fraktur 132
  - Frakturversorgung 122
  - Osteomyelitis 122, 132
  - Osteotomie 122
  - Pseudarthrose 132
  - Pseudarthrosenbehandlung 122
  - Tibiaumstellungosteotomie 132
  - Tumor 122
  - Tumorbioptie 132
- Tractus iliotibialis 104, 115
- Transplantation, osteochondrale 96
- Trendelenburg-Stellung 31
- Trizepssehne 221

- Trizepssehnenpaltung, V-förmige 220, 222
- Trochanterfraktur 60, 61
- Trochanterosteotomie 55, 58
- Trochlea 240
- Truncus sympathicus 26
- Tuberositasosteotomie 92
- Tuberositas tibiae 93
- Tumor 49, 106, 195, 249
- Tunnel, epiperistaler 117

**U**

- Ulna 221, 260
  - Darstellung 260
- Ulnafraktur 260
  - proximale 220, 258
- Ulnakopfresektion 262
- Ulnavorschub 261
- Unischlitzenprothese 96
- Unterarm
  - Abduktion 249
  - Korrekturosteotomie 260, 262
  - Pronationsstellung 251
  - Schnittführung 249
  - Schnittverlängerung 253
  - Supinationsstellung 250
  - Tumor und Entzündung 264
- Unterarmfaszie 227
- Unterarmstrekker 254
- Unterschenkel
  - Durchblutung 122
- Unterschenkelfaszie 116
- Ureter 25, 26

**V**

- Valgusgonarthrose 94
- Vene
  - V. brachialis 212
  - V. cava 24
  - V. cephalica 201
  - V. dorsalis pedis 140
  - V. iliaca communis 30
  - V. saphena magna 133, 153
  - V. saphena parva 118, 148, 155
  - V. subclavia 172
  - V. tarsalis lateralis 144
- Vennennaht 30

**W**

- Wartenbergsyndrom 286
- Watson-Jones 59
  - Seitenlage 60
- Wechselstabsystem 217, 219
- Wirbelkörpertumor 41
- Wundverschluss, Drainage 111

**Z**

- Zehengrundgelenk
  - Bursectomie 163
  - Resektionsarthroplastik 163