

Hajo Thermann

# Neue Techniken Fußchirurgie

## Neue Techniken Fußchirurgie

Hajo Thermann

# Neue Techniken Fußchirurgie

2. Auflage

Mit über 291 Abbildungen

**Prof. Dr. med. Hajo Thermann**  
HKF Internationales Zentrum f. Hüft-,  
Knie-, Fußchirurgie  
Sporttraumatologie  
ATOS-Klinik Heidelberg  
Heidelberg  
Deutschland

ISBN 978-3-662-52736-8      ISBN 978-3-662-52737-5 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-662-52737-5

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 2004, 2017

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

Die Wiedergabe von 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 dürften.

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.

Umschlaggestaltung: deblik Berlin  
Fotonachweis Umschlag: © Jörg Kühn, Heuchelheim-Klingen  
Grafiker: Jörg Kühn, Heuchelheim-Klingen

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer ist Teil von Springer Nature  
Die eingetragene Gesellschaft ist Springer-Verlag GmbH Berlin Heidelberg

Für Annette, Mariko und Yannick

## Vorwort zur 2. Auflage

---

» Wenn besser möglich ist, ist gut nicht gut genug!  
Dettmar Cramer (Weltfußballtrainer)

Es ist jetzt ein Jahrzehnt vergangen seit dem Erscheinen der 1. Auflage von „Neue Techniken Fußchirurgie“. Die lange Dauer bis zur Realisierung der nun vorliegenden 2. Auflage ist darin begründet, dass wirklich aus meiner Sicht neue Techniken dargestellt werden, die aber auch einer wissenschaftlichen Überprüfung des Behandlungserfolgs bedürfen. Die 1. Auflage erwies sich als sehr erfolgreich und war nach einem Jahr vergriffen. Mithilfe der elektronischen Medien ist bei der 2. Auflage erfreulicherweise ein „Vergriffensein“ nicht mehr möglich. Das Buch steht immer noch dafür, dass es kein „Textbook“ ist, welches komplette und komplexe Einsichten in Pathologien und Behandlungen von Fußerkrankungen und Verletzungen darstellt, sondern es ist weiterhin ein „Vademecum“ für den operativ tätigen Spezialisten.

Als ein roter Faden ziehen sich die weiterhin bestehenden Standardverfahren durch das Buch. Neuere Verfahren erfordern teilweise spezielle technische manuelle Fertigkeiten, besonders bei den arthroskopisch-endoskopischen Operationen (z. B. bei Achillessehnen), sodass diese Techniken nicht mit den alten konkurrieren, sondern ein spezielles Handwerkszeug sein sollen – für den erfahrenen Chirurgen oder den Chirurgen, der sich dieser Technik zuwendet.

Die „Neuen Techniken“ sind weiterhin vollständig von mir dargestellt, was dem Leser hoffentlich Einblicke in meine operativen Zugänge zu Problematiken und in meine Philosophie ermöglicht. Da gerade im Knorpelbereich viele heterogene Ansichten und Therapien existieren, ist es in Einzelkapiteln auch mein Bestreben, grundsätzliche Betrachtungsweisen und mechanische, biologische Modelle in den Einleitungen kurz darzustellen, um meine Vorgehensweise verständlich zu machen.

Wie schon im letzten Vorwort beschrieben, ist die jetzige Ausgabe auch ein Kontinuum, welches, wie häufig fälschlich gesehen, kein Katechismus ist. Die Literatur spricht vom Goldstandard, welcher einem gewissen wissenschaftlichen Niveau mehr oder weniger Stand hält. Diese Therapien haben sich ohne Frage bewährt, aber besonders in der Fußchirurgie gibt es „Unikate“ aufgrund der Komplexität der Pathologien, der Biologien und der Aktivitätsziele, die später durch die Operation erreicht werden sollen.

Besonders dankbar bin ich dem Springer-Verlag für die Zusammenarbeit mit dem Graphiker, Herrn Kühn. Ich habe schon an vielen Buchkapiteln und Büchern mitgewirkt, aber ich glaube, jeder Leser wird feststellen, dass die Darstellungen von Herrn Kühn alle bisherigen Darstellungen sprengen – in ihrer zeichnerischen, aber vor allem – was mir am Herzen lag – in ihrer realistischen, künstlerischen Darstellungsweise. Gerade die Darstellung des Situs, wie man ihn während der Operation sieht, kann aus meiner Sicht den Lerneffekt schneller transportieren und auch den Spaß, solche Operationen durchzuführen.

Mein erster Lehrer meiner noch allgemeinchirurgischen Tätigkeit war Karlheinz Meister in Wuppertal. Ich kann mich glücklich schätzen, dass ich – wie heute nur noch selten praktiziert – grundsätzliche Techniken wie „Gewebetouch“, Knotentechniken, Hakenhalten, grundsätzliches Handwerk von einem wahren „Meister“ gelernt habe und hiermit bleibend diesen Vorgaben gerecht werde. Des Weiteren möchte ich meine Lehrer Prof. Harald Tscherne und Prof. Hans Zipp erwähnen. Prof. Tscherne vermittelte mir, dass jede Behandlung, jeder Umgang mit dem Patienten ein umfassendes Konzept haben muss und dass nicht nur bei neu auftretenden Veränderungen der Verhältnisse ein B- und ein C-Plan vorliegen muss. Diese Vorbereitung und dieses Herangehen an eine operative Tätigkeit hat es mir erspart, während meiner jetzt 18-jährigen selbständigen Tätigkeit jemals in wirkliche Stresssituationen zu kommen.

Prof. Hans Zwipp ist immer alles andere als ein „universitärer Chirurg“ gewesen. Seine sichtbare emotionale Liebe zu den Problemen der Fußchirurgie wie auch sein Versuch, neue kreative Lösungen zu finden, sind sicherlich während unserer gemeinsamen Zeit in meine DNA übergegangen und haben geholfen, das zu entwickeln, was in diesem Buch seinen Niederschlag findet. Beide Lehrer verehere ich und bin ihnen zu großem Dank verpflichtet.

Im hektischen Tagewerk unter den Belastungen des Alltags und bei großer wissenschaftlicher Kongress-tätigkeit ist es gar nicht so leicht, auch nur eine 2. Auflage eines Buches zu erstellen. Ich empfand im letzten Jahr die zunehmende Verpflichtung, meine weitere operative Entwicklung in diesem Buch zu dokumen-tieren. Die chirurgische Technik, und das versuche ich als Lehrer meinen Fellows und Assistenten klar zu machen, ist wie die japanische Kunst des Blumensteckens, Ikebana. Das Wesen von Ikebana, wie ich es verstehe, ist, dass jedes Detail in seiner Richtigkeit und Wertigkeit gleichberechtigt und gleichwertig ist. Das ist beim chirurgischen Eingriff genauso: Vom Hautschnitt bis zur Hautnaht gibt es keinen Schritt, der nicht ebenso bedeutend ist wie der folgende. Ich wünsche mir, dass die kommenden Generationen diesen Anspruch weiterleben lassen.

Als Letztes gilt mein Dank Frau Bahle sowie Frau Lenzen und Frau Knüchel vom Springer-Verlag, die mich maximal unterstützt haben, dieses Buch fertigzustellen. Den Firmen Albrecht (Stephanskirchen) und Orthotech (Gauting-Stockdorf) danke ich für die finanzielle Unterstützung bei der Erstellung des Buches.

Den Lesern wünsche ich Spaß, Freude und Erfolgserlebnisse bei den chirurgischen Eingriffen und weiterhin eine offene Kommunikation, was aus Sicht anderer erfahrener oder auch junger Chirurgen diskussions-würdig und verbesserungswürdig ist.

**Heidelberg, im Frühjahr 2016**

Hajo Thermann

## Vorwort zur 1. Auflage

---

Nach jahrzehntelangem Dornröschenschlaf hat in den letzten fünf Jahren besonders die orthopädische Chirurgie des Fußes erheblich an Bedeutung gewonnen. Hierfür zeigten sich vor allem die Entwicklung neuer Implantate und die Verbreitung neuer Techniken, in Kombination mit einer Vielzahl von Kursen und Workshops in der chirurgischen/orthopädischen Ländergemeinde, verantwortlich. Ein Indiz für die besondere Bedeutung der Fußchirurgie ist das Erscheinen der Sach- und Lehrbücher sowie die neue Überarbeitung und Herausgabe von bereits seit Jahrzehnten bestehenden Standardwerken, welche gerade in den letzten Jahren im Fußbereich ein bisher nicht da gewesenes Ausmaß erreichte.

Als häufiger Koautor großer Volumina werden Herausgebervorgaben gemacht, die in der Zielsetzung strukturierte Abhandlungen orthopädischer Fußprobleme beinhaltet. Die Problematik derartiger Bücher begründet sich in zwei Aspekten. Einerseits ist aufgrund der langen Herstellungszeiten einzelner Kapitel die Aktualität einem kurzen Verfallsdatum unterlegen. Andererseits kann bei speziellen Problemen, besonders im handwerklich-technischen Bereich, weder der speziellen Handschrift des Autors, noch dem Ausmaß der Darstellung genügend Rechnung getragen werden.

Das vorliegende Buch „Neue Techniken Fußchirurgie“ definiert schon im Titel die Zielsetzung des Autors und des Verlages. Es sollen neue chirurgische Techniken dargestellt werden, unter spezieller Berücksichtigung von Erfahrungen und Ansichtsweisen des Autors bei der Durchführung der Techniken. Dieses Buch kann daher nicht eine systematische Abhandlung verschiedener Kapitel der Fußchirurgie sein, sondern es wirft Schlaglichter, die den Präferenzen des Autors bezüglich Aktualität wie auch technischer substanzieller Darlegung entsprechen. Die zweite Zielsetzung besteht darin, nicht nur technische Schritte zu erläutern, sondern auch das Konzept im Hinblick auf Indikationen und Nachbehandlung transparent zu machen. Praktisch tätige orthopädische Chirurgen sollen das Buch in ihrer täglichen Arbeit nutzen können.

Das Buch „Neue Techniken Fußchirurgie“ soll kein „Katechismus“ sein, sondern ein Diskussionsvorschlag, der zur Kommunikation auffordert, was sich in zukünftigen Auflagen widerspiegeln kann. Bei der Durchsicht der einzelnen Kapitel fällt beispielsweise das Achillessehnenkapitel als eine relativ kompakte Einheit auf. Nach eigener Ansicht wird dieses vielleicht über einen längeren Zeitraum Bestand haben. Demgegenüber stehen Kapitel, wie die Arthroskopie der Sprunggelenke und des Fußes oder auch die Endoprothetik des oberen Sprunggelenks, die im Hinblick auf technische Weiterentwicklungen ein großes Potenzial aufregender Neuerungen und Entfaltungsmöglichkeiten in sich bergen und bei denen daher mit einer ständigen Weiterentwicklung zu rechnen ist.

Es ist die Intention des Verlages und des Autors, dem Buch ein Format zu geben, das in punkto Aktualität und Substanz das Prädikat „Neu“ verdient, und vom Leser und Anwender als solches empfunden wird.

Mein besonderer Dank gilt dem Steinkopff Verlag und hier besonders Frau Dr. Volkert, die in einer aus meiner Erfahrung einmaligen Schnelligkeit bei unverminderter Qualität und Präzision dieses Buch vom Konzept bis zur vorliegenden Endfassung ermöglicht hat. Ein weiterer Dank gilt Frau Baumann, die durch die Qualität Ihrer Zeichnungen und ihres künstlerischen Formates meine gedankliche Vorstellung realisieren konnte. Ein besonderer Dank gilt meinem Freund und „Achillessehnenlehrer“ Bernhard Segesser, der sich bereit erklärt hat, bei der Darstellung seiner speziellen Achillessehnennahttechnik mitzuwirken, sodass diese technisch sehr anspruchsvolle Methode im Sinne des Autors dargestellt wurde.

Heidelberg, im Frühjahr 2004

Hajo Thermann

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1</b>	<b>Eingriffe an der Achillessehne</b>	<b>1</b>
1.1	Vorbemerkung	2
1.2	Allgemeine Bemerkungen	2
1.3	Frische Ruptur	2
1.3.1	Perkutane Naht (einfache Nahttechnik)	2
1.3.2	Perkutane Naht (Doppelknotentechnik)	3
1.3.3	Klöppeltechnik (nach Segesser)	6
1.4	Reruptur	8
1.5	Verkürzungstenotomie bei Achillessehnenverlängerung	8
1.6	Achillessehnentendopathie (Midportion)	9
1.6.1	Offene Technik	9
1.6.2	Endoskopisches Vorgehen	14
1.7	Chronische Ruptur	16
1.7.1	Zweizipfeltechnik	18
1.7.2	Flexor-hallucis-longus-Transfer	21
1.8	Semitendinosussehnenentransfer bei Defekt- und Infektsituationen der Achillessehne (endoskopisch)	23
1.8.1	Defektsituation	23
1.8.2	Infektsituation	29
1.9	Haglund-Exostose und Insertionstendopathie	30
1.10	Arthroskopische Kalkaneoplastik	33
<b>2</b>	<b>Eingriffe an Außenbändern des oberen Sprunggelenks</b>	<b>37</b>
2.1	Allgemeine Bemerkungen	38
2.2	Internal Brace	38
2.3	Periostlappenplastik	39
2.4	Arthroskopische Broström-Technik	40
<b>3</b>	<b>Arthroskopie des oberen Sprunggelenks</b>	<b>43</b>
3.1	Allgemeine Bemerkungen	44
3.1.1	Mikrofrakturierung, knorpelstimulierende Operation	44
3.2	Osteochondrosis dissecans tali	45
3.2.1	AMIC-Prozedur	45
3.3	Anteriores Impingement	52
3.4	Arthrodese des oberen Sprunggelenks	52
3.5	Posteriore Endoskopie	54
<b>4</b>	<b>Arthroskopie des unteren Sprunggelenks</b>	<b>59</b>
4.1	Allgemeine Bemerkungen	60
4.2	Mikrofrakturierung bei osteochondralen Läsionen	61
4.2.1	AMIC-Prozedur	61
4.3	Subtalare Arthrodese	61
<b>5</b>	<b>Eingriffe am Metatarsophalangealgelenk</b>	<b>65</b>
5.1	Allgemeine Bemerkungen	66
5.2	Hallux rigidus	66
5.2.1	Offene Technik	66
5.2.2	Knorpelrekonstruktion mit der AMIC-Prozedur	66
5.2.3	Arthroskopische Technik	69

<b>6</b>	<b>Eingriffe bei Rückfußfehlstellungen</b>	<b>75</b>
6.1	<b>Supramalleoläre Osteotomien</b>	<b>76</b>
6.1.1	Allgemeine Bemerkungen	76
6.1.2	Biplanare Osteotomie bei Pes cavovarus	76
6.1.3	Gastroc-Slide bei Open-Wedge-Osteotomie	78
6.1.4	AMIC-Prozedur zur Korrektur des Knorpelschadens	79
6.1.5	Schräge varisierende Closed-Wedge-Osteotomie	81
6.2	<b>Kalkaneusosteotomien</b>	<b>83</b>
6.2.1	Allgemeine Bemerkungen	83
6.2.2	Valgisierende und varisierende Osteotomie	85
6.2.3	Rotationsosteotomie in Open-Wedge-Technik	85
6.3	<b>Kalkaneusverlängerungsosteotomie</b>	<b>85</b>
6.3.1	Valgisierende Domosteotomie des Kalkaneus	90
6.3.2	Varisierende Kalkaneusosteotomie mit Step-off-Platte	93
<b>7</b>	<b>Sehnentransfer bei Pes planovalgus</b>	<b>95</b>
7.1	Allgemeine Bemerkungen	96
7.2	Split-Tibialis-anterior-Sehnentransfer	98
<b>8</b>	<b>Vorfußchirurgie</b>	<b>99</b>
8.1	Allgemeine Bemerkungen	100
8.2	Scarf-Osteotomie	100
8.3	Modifizierte Ludloff-Osteotomie	100
8.4	Modifizierte Weil-Osteotomie	102
8.5	PIP-Arthrodese	103
8.6	„Plantar plate repair“	104
8.7	Hohmann-Operation	109
8.8	Chevron- und Akins-Osteotomie (minimal-invasiv)	110
8.8.1	Chevron-Osteotomie	111
8.8.2	Akins-Osteotomie	113
8.8.3	Modifizierte Chevron-Osteotomie	115
<b>9</b>	<b>Endoprothetik des oberen Sprunggelenks</b>	<b>117</b>
9.1	Allgemeine Bemerkungen	118
9.2	<b>Techniken</b>	<b>119</b>
9.2.1	Zugang	119
9.2.2	Osteophytenresektion	119
9.2.3	Weichteilbalancing	119
9.2.4	Weichteilbalancing bei Prothesenimplantation	119
9.2.5	Prothesenimplantation	120
9.2.6	Weiteres Vorgehen	120
9.3	OSG-Prothese und Transfer der Tibialis-posterior-Sehne	120
<b>10</b>	<b>Nachbehandlungsschemata</b>	<b>125</b>
	<b>Serviceteil</b>	<b>137</b>
	Stichwortverzeichnis	138

# Eingriffe an der Achillessehne

- 1.1 Vorbemerkung – 2**
- 1.2 Allgemeine Bemerkungen – 2**
- 1.3 Frische Ruptur – 2**
  - 1.3.1 Perkutane Naht (einfache Nahttechnik) – 2
  - 1.3.2 Perkutane Naht (Doppelknotentechnik) – 3
  - 1.3.3 Klöppeltechnik (nach Segesser) – 6
- 1.4 Reruptur – 8**
- 1.5 Verkürzungstenotomie bei Achillessehnenverlängerung – 8**
- 1.6 Achillessehnentendopathie (Midportion) – 9**
  - 1.6.1 Offene Technik – 9
  - 1.6.2 Endoskopisches Vorgehen – 14
- 1.7 Chronische Ruptur – 16**
  - 1.7.1 Zweizipfeltechnik – 18
  - 1.7.2 Flexor-hallucis-longus-Transfer – 21
- 1.8 Semitendinosussehnenentransfer bei Defekt- und Infektsituationen der Achillessehne (endoskopisch) – 23**
  - 1.8.1 Defektsituation – 23
  - 1.8.2 Infektsituation – 29
- 1.9 Haglund-Exostose und Insertionstendopathie – 30**
- 1.10 Arthroskopische Kalkaneoplastik – 33**

## 1.1 Vorbemerkung

Die Eingriffe an der Achillessehne haben primär die Intention die Wirkungsweise des Gastrocnemius-Soleus-Achillessehnen-Komplexes auf den Fuß möglichst identisch wie vor Eintreten der Pathologie zu ermöglichen. Aus meiner langjährigen Erfahrung haben große, offene Zugänge ein erhebliches Potenzial an Komplikationen, sodass trotz aller Maßnahmen das vorher definierte Ziel nicht mehr erreicht werden kann. Aufgrund dieser hohen Komplikationsmöglichkeiten durch den Weichteilmantel und der Durchblutungssituation in der Achillessehne ist für mich ein Paradigmenwechsel entstanden, die Eingriffe endoskopisch durchzuführen. Dieses hat auch gerade bei Voroperationen sowie bei sehr narbig verändertem und schlechtem Weichteilmantel das Potenzial, komplikationslos große Eingriffe durchzuführen. Grundsätzlich sollten die chirurgischen Maßnahmen an der Achillessehne so sein, dass zumindest eine funktionelle Nachbehandlung möglich ist. Des Weiteren halte ich es in der Rehabilitation für sehr wichtig, dass postoperativ schon frühzeitig leichte Bewegungen in Plantarflexion durchgeführt werden, um somit eine bessere Ansteuerung im Gastrocnemius-Soleus-Komplex zu haben sowie ein Verwachsen nach ventral, was häufig zu Rupturen führt, frühzeitig zu verhindern. Aus eigener Erfahrung ist die Anwendung, auch postoperativ, von Biologika („platelet rich plasma“) und intraoperativ von Fibrinklebern, um den Fibroblastentransfer zu erhöhen, ein unerlässliches Tun im Gesamttherapiekonzept.

## 1.2 Allgemeine Bemerkungen

### ■ Operatives Setup

Die Operation kann optional in Blutsperre durchgeführt werden. Anästhesie entsprechend den Wünschen des Patienten, doch sollte man bedenken, dass eine Bauchlagerung in Regionalanästhesie für adipöse Patienten sehr anstrengend ist. Bei Patienten mit obstruktiver Lungenerkrankung ist die operative Versorgung in Seitenlage möglich.

### ■ Lagerung und perioperatives Management

Standardbauchlagerung mit Unterpolsterung des nicht verletzten Beins im Bereich des N. peroneus, die Beine hängen leicht über den Operationstisch hinaus, das nicht operierte Bein wird leicht abgesenkt. Im Bereich des OP-Felds sollte bei entsprechender Behaarung rasiert werden. Präoperative Antibiotikaphylaxe mit einem Cephalosporin der dritten Generation. Perioperativ Thromboseprophylaxe durch Injektion von niedermolekularem Heparin bei Narkoseeinleitung. Operationsprinzip ist die minimal-invasive Adaptation der Achillessehnenstümpfe ohne traumatisierenden Zugang.

### ■ Indikation

Alle Achillessehnenrupturen, bei denen eine konservative Behandlung auf Wunsch der Patienten nicht erfolgt oder aufgrund der Präferenzen der Operateure nicht gewünscht wird oder möglich erscheint. Bei nicht kompletter Adaptation in der dynamischen sonographischen Untersuchung in Plantarflexion, bei Patienten mit kontinuierlicher Kortisoneinnahme und Immunsuppression (konservativ; schlechte Regeneratbildung).

### ■ Kontraindikation

Veraltete Rupturen, die in der sonographischen Kontrolle keine Adaptation der Sehnenstümpfe bzw. fixierte Narbenbildungen zeigen (hier erfolgt die Zweizipfeltechnik). Defektsituationen nach übersehenen oder nicht verheilten Achillessehnenrupturen.

### ■ Spezielle Patientenaufklärung

Weiterbehandlung im Vario-Stabil-Therapieschuh. Bedingung für eine komplikationslose Sehneneinheilung ist das Verbleiben in der Plantarflexion (Waschen der Füße!), um keinen Stress auf die Achillessehne auszuüben. Volle Belastung im Therapieschuh nach Erreichen der Schmerzfreiheit. Das Rehabilitationsprogramm beginnt nach Beenden der Behandlung im Schuh. Erreichen einer wettkampffesten Stabilität der Sehne und entsprechender muskulärer „Performance“ frühestens nach 5–6 Monaten. Die vollständige Kompensation der Muskelatrophie dauert etwa 9–12 Monate.

### ■ Nachbehandlung

Postoperativ Gipsschale dorsal oder plantar, gut gepolstert (diese Schale kann auch als Nachtschiene benutzt werden). Am 2. postoperativen Tag Anlegen des Vario-Stabil-Schuhs, kurzfristiges Krankengymnastikprogramm mit 1- bis 2-mal Gangschulung (siehe auch Nachbehandlungsprogramm im Anhang). NSAR wie Diclofenac, Ibuprofen oder ähnliche Substanzen (3–5 Tage). In der Frühphase häufig Bein hochlagern und eventuell Schuh etwas lockern, da Schwellungen auftreten können. Fädenentfernung nach 7–10 Tagen.

## 1.3 Frische Ruptur

### 1.3.1 Perkutane Naht (einfache Nahttechnik)

#### ■ Technik

■ Abb. 1.1, ■ Abb. 1.2, ■ Abb. 1.3, ■ Abb. 1.4, ■ Abb. 1.5, ■ Abb. 1.6 und ■ Abb. 1.7



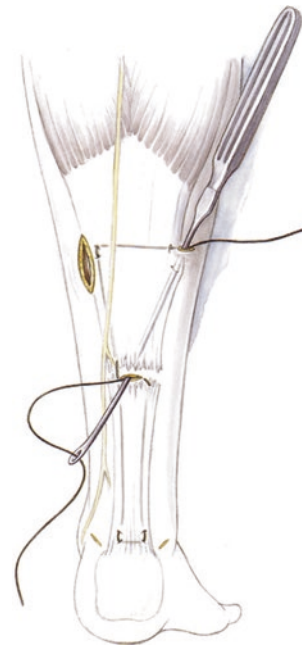
■ **Abb. 1.1** Stichinzisionen im Bereich des proximalen Sehnenanteils medial und lateral sowie longitudinaler Hautschnitt zur Exploration des N. suralis im Bereich der tastbaren Delle und etwas oberhalb der Kalkaneusinsertion der Achillessehne



■ **Abb. 1.2** Exploration des Stumpfes im Epifaszialbereich zur Darstellung des N. suralis. Endoskopische Darstellung des N. suralis mit 2,7-mm- oder 3,5-mm-Arthroskop. Endoskopisch assistierte Naht im proximalen, lateralen Bereich



■ **Abb. 1.3** Durchziehen der 1,3-mm-PDS-Kordel von medial nach lateral unter Schonung des Nervs. Dieser wird mit einem kleinen Hohmann-Retractor zurückgehalten



■ **Abb. 1.4** Danach Durchziehen in den Rupturbereich von lateral proximal, nun weiteres Durchziehen in den Bereich der Insertion von distal lateral von der Rupturstelle ausgehend. Danach durch die Insertion in den Rupturbereich und zurück nach medial proximal

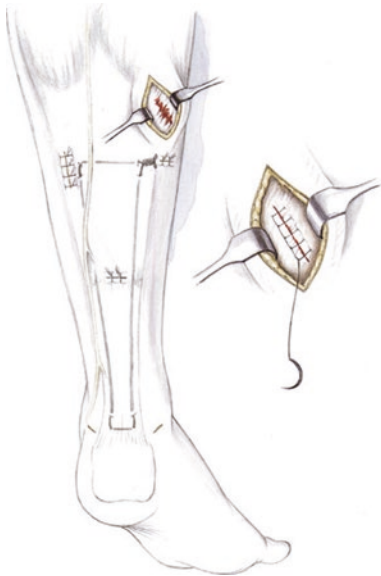
### 1.3.2 Perkutane Naht (Doppelknotentechnik)

#### ■ Indikation

Schwere Degenerationen der Achillessehne (ältere Patienten, MRT). Aggressivere Nachbehandlung bei jüngeren Patienten (Sportlern).



■ **Abb. 1.5** Verknoten der Rahmennaht, Vorlegen eines chirurgischen Knotens, Durchbewegen in leichter Dorsalextension zur Spannung der Naht innerhalb der Sehne. Danach vollständige Verknotung 3-fach und Versenken des Knotens unter das Subkutangewebe. Hautnaht der Stichinzision und Infiltration mit Bupivacain



■ **Abb. 1.6** Bei kernspintomographischem Nachweis eines Soleusabrisses wird dieser zusätzlich über eine kleine Stichinzision dargestellt. Eine Krackow-Naht dient zur Refixation in Spitzfußstellung als additive Maßnahme zur Rahmennaht



■ **Abb. 1.7** Vario-Stabil-Schuh mit den spezifischen Besonderheiten einer dorsalen stabilen Lasche, erhöhtem Fersenkeil (insgesamt 2 cm) und lateraler Stabilisation beim Hochschaffstiefel

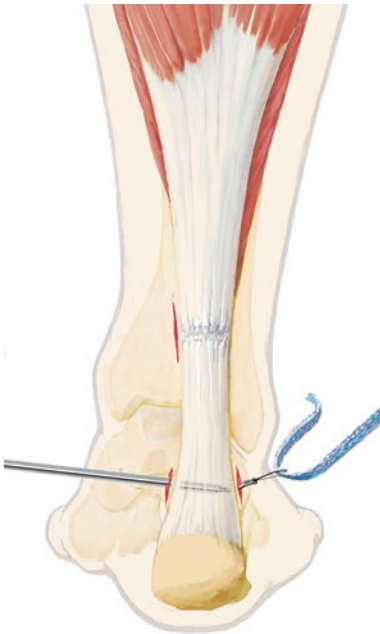
#### ■ Technik

■ [Abb. 1.8](#), ■ [Abb. 1.9](#), ■ [Abb. 1.10](#), ■ [Abb. 1.11](#), ■ [Abb. 1.12](#), ■ [Abb. 1.13](#) und ■ [Abb. 1.14](#)

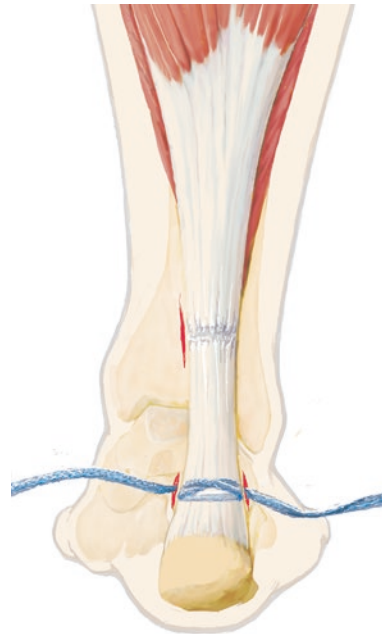
Die Doppelknotentechnik wird distal begonnen. Die Stichinzisionen sind identisch mit denen der einfachen Technik, jedoch 2–3 mm länger, um somit 2-mal die Fäden distal zu verankern. Es wird in Lasso-loop-Technik ein Fibertape von medial nach lateral direkt proximal des Tuber calcanei durchgezogen. Danach wird kreuzweise das Fibertape proximal erneut durchgezogen, um so eine stabilere Verankerung zu erreichen. Es wird nun der laterale Zügel mit der Ahle transtendineal medial durch die mittlere Stichinzision herausgezogen. Gleiches Vorgehen mit dem medialen Zügel. Nun transtendineales Durchziehen des lateralen Zügels durch die laterale proximale Stichinzision und Ziehen des medialen Zügels nach medial. Jetzt proximales Anziehen beider Fibertapezügel, um somit die distalen Nähte anzuspannen. Danach den lateralen Zügel nach medial herausziehen und in Plantarflexion kraftvoll doppelt verknoten. Nun wird ein Zügel nach proximal-lateral unter Schonung des N. surales durchgezogen, wieder nach medial zurückgeführt und 3-fach verknotet. Schichtweiser Wundverschluss und Lokalanästhesie im Bereich der Stichinzision.

#### ■ Rehabilitation

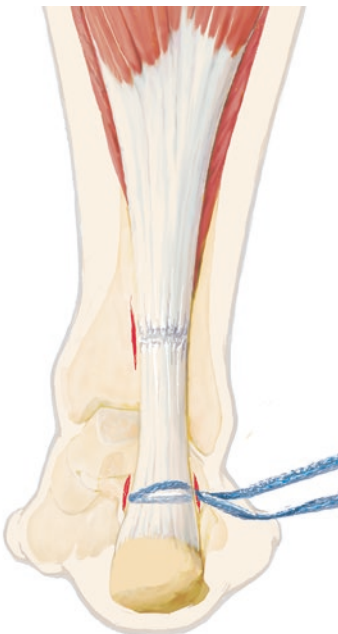
Die Doppelknotentechnik ermöglicht eine aggressivere Nachbehandlung mit sofortiger Plantarflexion von 100–120° aus dem Therapieschuh heraus.



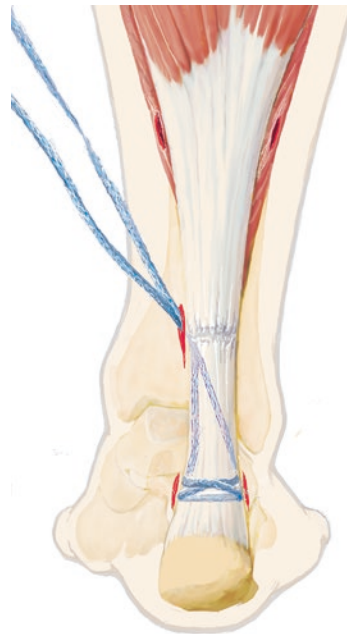
■ **Abb. 1.8** Distale mediale und laterale Stichinzision von 1 cm Länge parallel zur Achillessehne. Einziehen eines Fibertapes in Lasso-Loop-Technik. Eine weitere mediale Inzision wird in Höhe der Ruptur durchgeführt



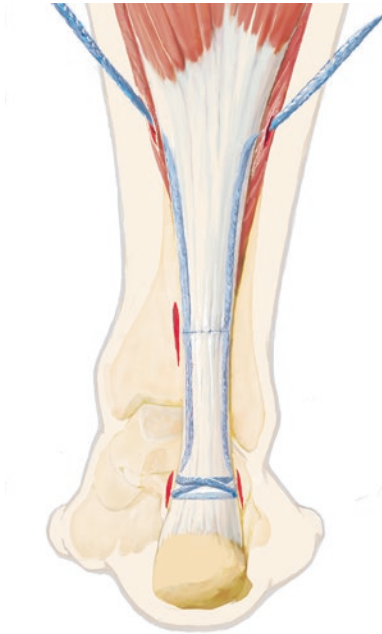
■ **Abb. 1.10** Zurückziehen des lateralen Fibertapes in Lasso-loop-Technik nach medial proximal



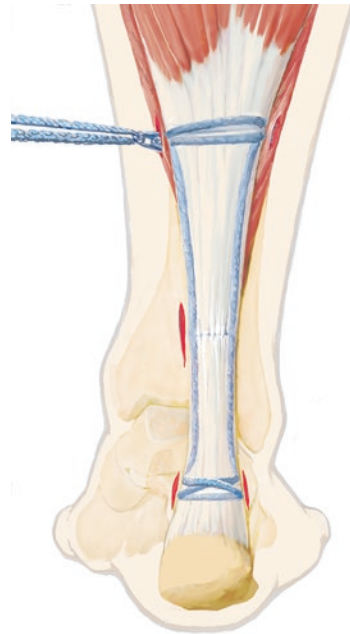
■ **Abb. 1.9** Zurückziehen des Fibertapes in Lasso-Loop-Technik von medial nach lateral proximal



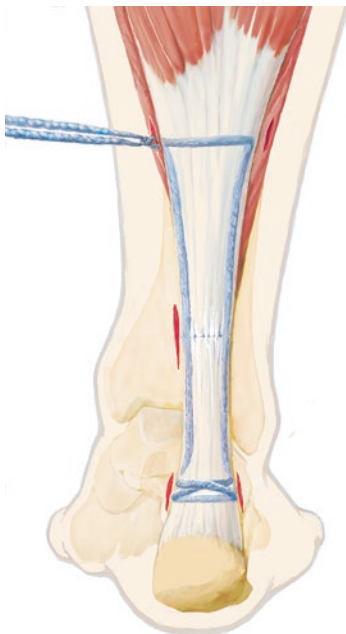
■ **Abb. 1.11** Durchziehen beider Fibertape-Fäden in Lasso-Loop-Technik medialseitig in Rupturhöhe. Durchführen von proximalen Stichinzisionen medial und lateral im Bereich der Aponeurose



■ **Abb. 1.12** Proximales Ausziehen des medialen und des lateralen Fibertapes in Lasso-Loop-Technik



■ **Abb. 1.14** Erneutes Zurückführen eines Fadens nach lateral, danach in Lasso-Loop-Technik wiederum Zurückführen nach medial proximal des alten Knotens und erneutes dreimaliges Verknoten



■ **Abb. 1.13** Zurückführen des lateralen Fadens nach medial (in Lasso-Loop-Technik) und einfacher Knoten in Plantarflexion des Fußes unter Verkürzung der rupturierten Sehne

### 1.3.3 Klöppeltechnik (nach Segesser)

#### ■ Indikation

Soleusabriss bei Achillessehnenrupturen (häufiges Vorkommen bei Leistungssportlern). Dies ist eine sehr ausgefeilte aufwendige Technik, sie sollte aufgrund des größeren Weichteileingriffs und der Gefahr von Weichteilkomplikationen nur von sehr erfahrenen Operateuren durchgeführt werden.

#### ■ Kontraindikation

Weichteilprobleme (Abschürfungen etc.), Achillessehnenrupturen ohne Soleusabriss (optional).

#### ■ Lagerung

Die Lagerung erfolgt wie in ► [Abschn. 1.2](#) angegeben.

#### ■ Nachbehandlung

Gipsschiene bis zum stabilen Abheilen der Weichteilverhältnisse für 7–10 Tage, danach Weiterbehandlung im Vario-Stabil-Schuh, ansonsten entsprechend der perkutanen Technik.

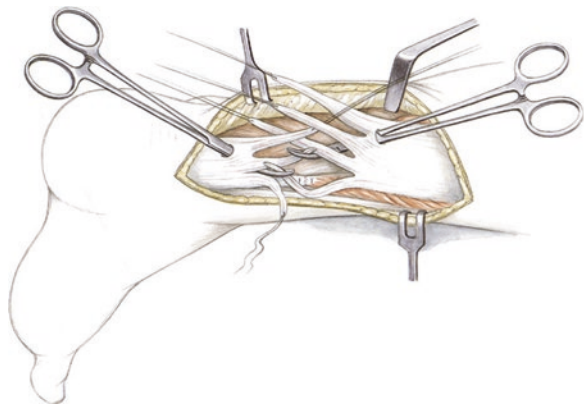
#### ■ Technik

■ [Abb. 1.15](#), ■ [Abb. 1.16](#), ■ [Abb. 1.17](#), ■ [Abb. 1.18](#) und ■ [Abb. 1.19](#)

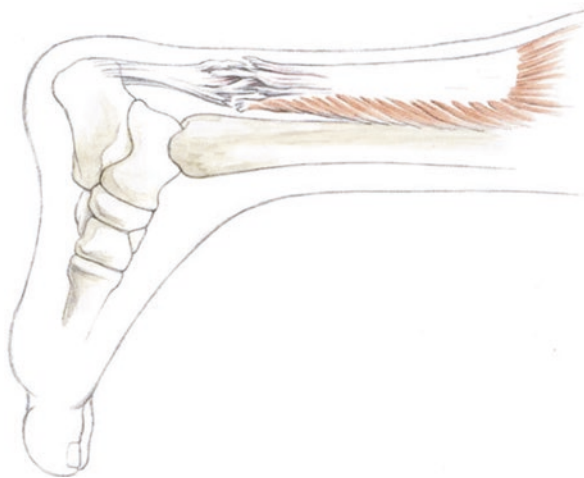
## 1.3 · Frische Ruptur



■ **Abb. 1.15** Schnittführung medial der Achillessehne, evtl. im proximalen Anteil etwas leicht nach lateral umbiegend



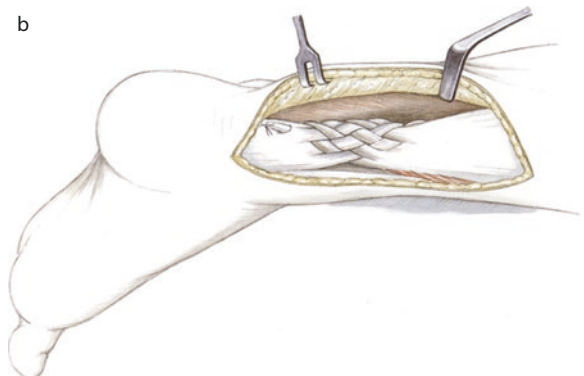
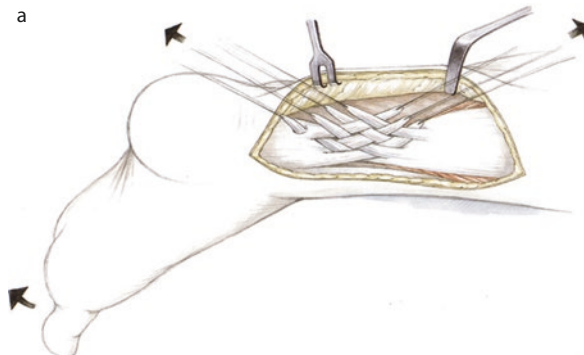
■ **Abb. 1.18** Einziehen der einzelnen Sehnenbündel mit kleinen Klemmen, wobei größere Bündel mit Fäden armiert werden. So werden die unterschiedlich langen Bündel miteinander verspeißt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Bündel des distalen Stumpfes immer viel kürzer sind



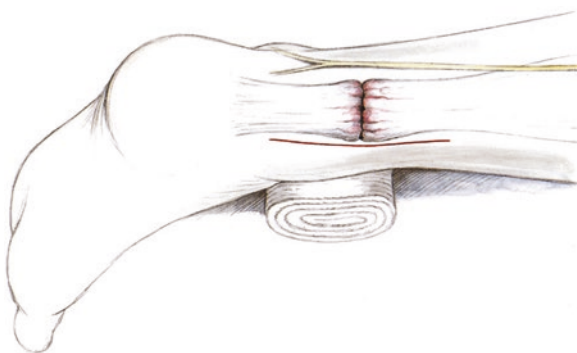
■ **Abb. 1.16** Es zeigt sich beim Sportler eine Zerreißung der Achillessehne auf einer langen Strecke mit einzelnen Bündeln. Der M. soleus liegt ebenfalls abgerissen ohne Kontinuität zum distalen Stumpf



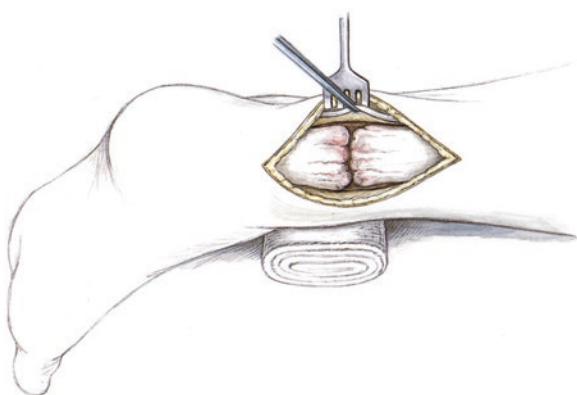
■ **Abb. 1.17** Refixation des M. soleus am distalen Achillessehnenstumpf



■ **Abb. 1.19** a Die unterschiedlichen langen Bündel werden miteinander verspeißt, wobei die medialen proximalen Fasern nach distal lateral eingezogen werden, um die natürliche Verwindung der Sehne wiederherzustellen. Es werden die Bündel mit Einzelknopfnähten (4,0 PDS) vernäht. Zur Verstärkung kann evtl. eine Plantarissehne aufgefächert werden, um die Sehnennaht zu decken und ein natürliches Gleitlager zu schaffen. b Wiederherstellung der natürlichen Sehnenspannung mit der Klöpfeltechnik



■ **Abb. 1.20** Hautschnitt medial der Sehne, Präparation der Faszie



■ **Abb. 1.21** Bei der Präparation der Faszie und des Peritendineums ist aufgrund von beginnender Narbenbildung besonders auf den N. suralis zu achten

## 1.4 Reruptur

### ■ Indikation

Persistierende Diastase im dynamischen Ultraschallbild. Veraltete Rupturen mit atrophischem Regenerat und geringem Substanzdefekt.

### ■ Kontraindikation

Größere Substanzdefekte, chronische Rupturen.

### ■ Lagerung

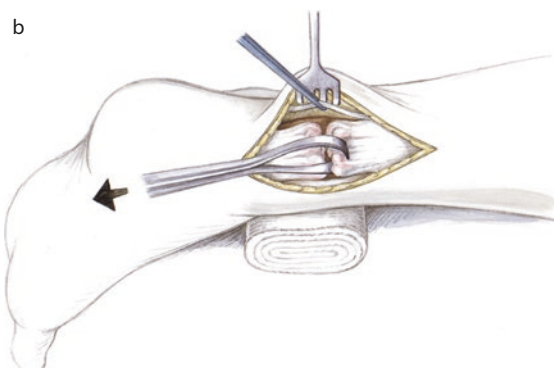
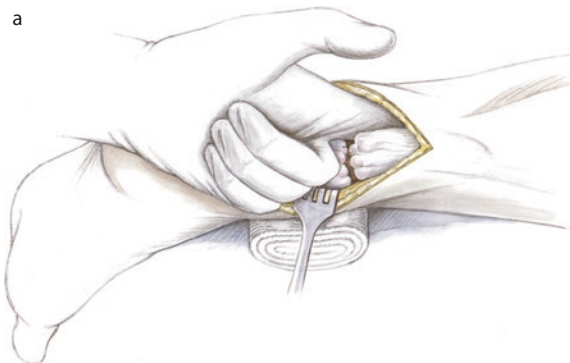
Die Lagerung erfolgt wie in ► Abschn. 1.2 angegeben.

### ■ Technik

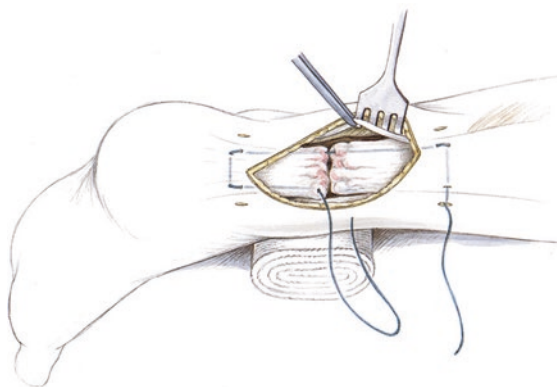
■ **Abb. 1.20**, ■ **Abb. 1.21**, ■ **Abb. 1.22**, ■ **Abb. 1.23**, ■ **Abb. 1.24** und ■ **Abb. 1.25**

### ■ Nachbehandlung

Die Nachbehandlung entspricht den in ► Abschn. 1.2 angegebenen Richtlinien.



■ **Abb. 1.22** a Mobilisation des proximalen Gastrocnemius-Soleus-Komplexes, digital-medial und lateral. b Mit einer Ellis-Klemme wird der mobilisierte proximale Stumpf nach distal gezogen, um somit die Diastase zu schließen

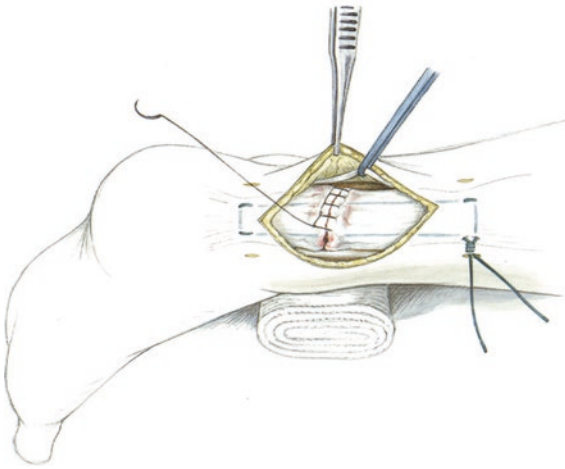


■ **Abb. 1.23** Perkutanes Vorlegen einer Rahmennaht (Fibertape oder PDS-Kordel 1,3 mm) wie bei der Technik der akuten Versorgung

## 1.5 Verkürzungstenotomie bei Achillessehnenverlängerung

### ■ Indikation

Sichtbare Verlängerung der Achillessehne (vermehrte Dorsalflexion) im Vergleich zur gesunden Seite mit eindeutiger klinischer Symptomatik im Sinne einer



■ **Abb. 1.24** Anspannen, Naht und Verknoten des Fadens unter Wiederherstellung der Sehnenspannung. Danach werden die Sehnenden zirkulär in Krackow-Technik vernäht (PDS 3-0 oder 4-0)

Funktionsverminderung. Die Indikation sollte nur bei merklichem Kraftverlust und entsprechender Behinderung gestellt werden. Bei einem geringen Kraftverlust kann dem Patienten aufgrund der schon stattgehabten Wadenatrophie, die in vielen Fällen persistiert, durch die Sehnenverkürzung eine Verbesserung der Funktion nicht garantiert werden.

#### ■ Kontraindikation

Funktionseinschränkungen im Kraftbereich von geringem Ausmaß. Genetisch bedingte Laxität des Bindegewebeapparats.

Schwerwiegende Weichteilveränderungen mit einem hohen Risiko einer Weichteilkomplikation.

#### ■ Technik

■ **Abb. 1.26, ■ Abb. 1.27, ■ Abb. 1.28, ■ Abb. 1.29, ■ Abb. 1.30, ■ Abb. 1.31, ■ Abb. 1.32, ■ Abb. 1.33 und ■ Abb. 1.34**

#### ■ Nachbehandlung

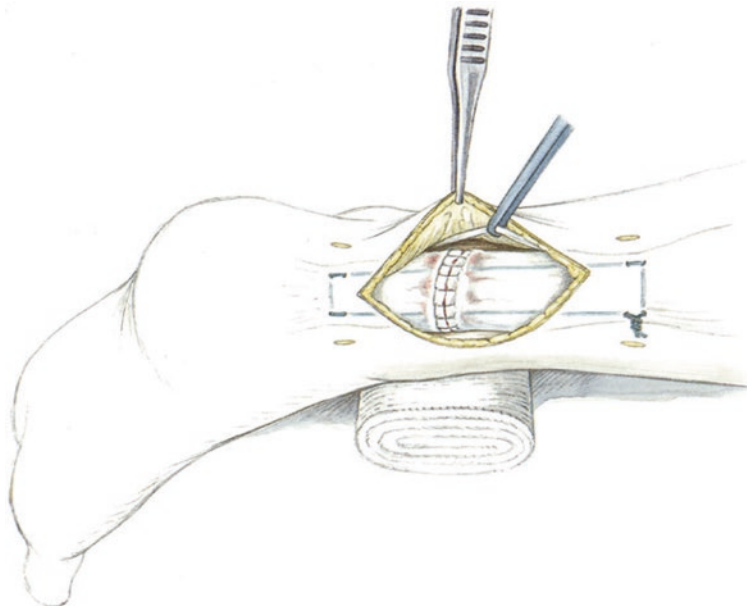
Gipsbehandlung in deutlicher Spitzfußstellung (30°) je nach Wundheilung für 1–2 Wochen, danach Vario-Stabil-Therapieschuh bis zur 8. Woche, dann Fersenerhöhung von 1 cm im normalen Schuh für 3 Monate. Das Übungsprogramm beinhaltet Übungen zum Gleiten der Sehne, leichte Kraftübungen im Bereich der Plantarflexion sowie vorsichtige Redressierung, anfänglich in die Neutralstellung bis hin zur geringen Dorsalextension. Prinzipiell gelten bei dieser Operation auch die bei der Achillessehnenruptur erwähnten Kriterien für die Nachbehandlung.

## 1.6 Achillessehnentendopathie (Midportion)

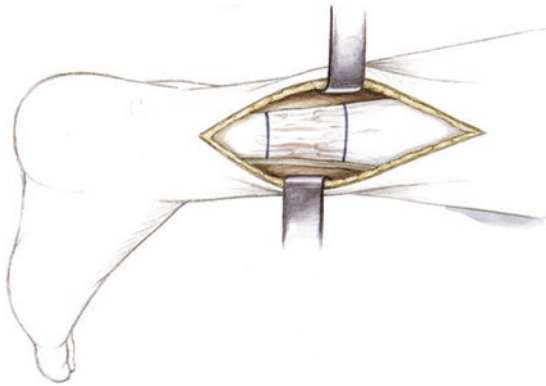
### 1.6.1 Offene Technik

#### ■ Indikation

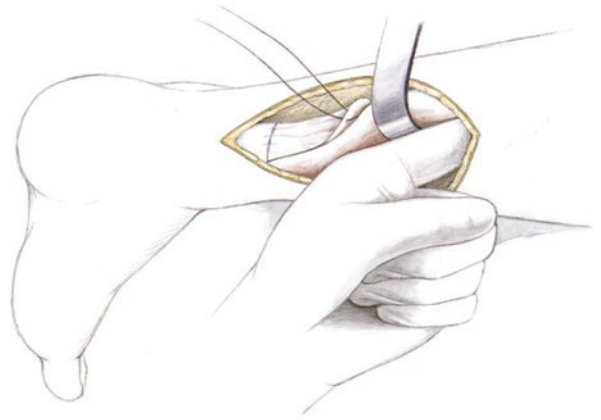
Therapieresistente Schmerzen mit Funktionseinschränkungen im Bereich der Achillessehne. Bei massiver Verdickung der Achillessehne und persistierenden Schmerzintervallen von 3–6 Monaten ist mit einer Restitutio ad integrum



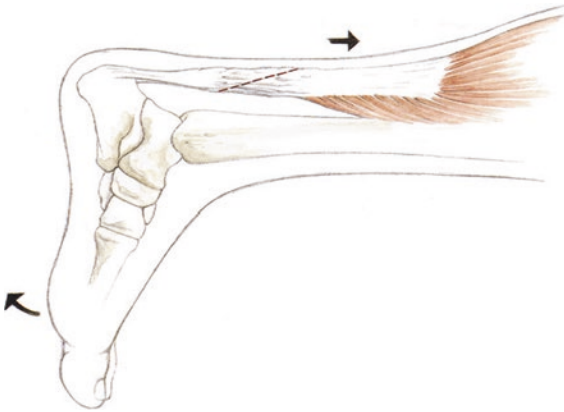
■ **Abb. 1.25** Beim Verschluss ist wiederum auf eine Schonung des N. suralis zu achten. Wenn möglich Verschluss des Peritendineums (PDS 4-0), ansonsten Faszien- und Subkutannaht. Bei ausführlicher Blutstillung braucht keine Drainage gelegt zu werden



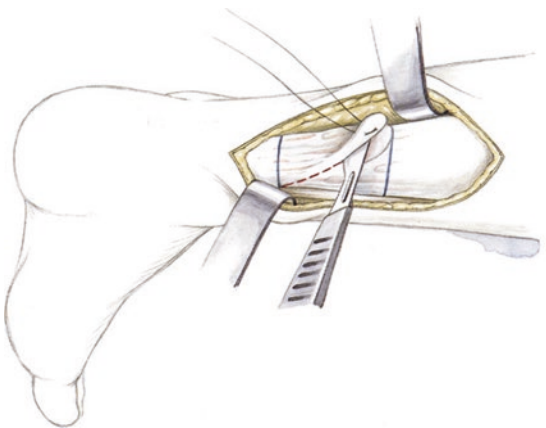
■ **Abb. 1.26** Darstellung der Sehne und Markieren einer 5–7 cm langen Distanz in der Mitte des Sehnenspiels mit Blaustift



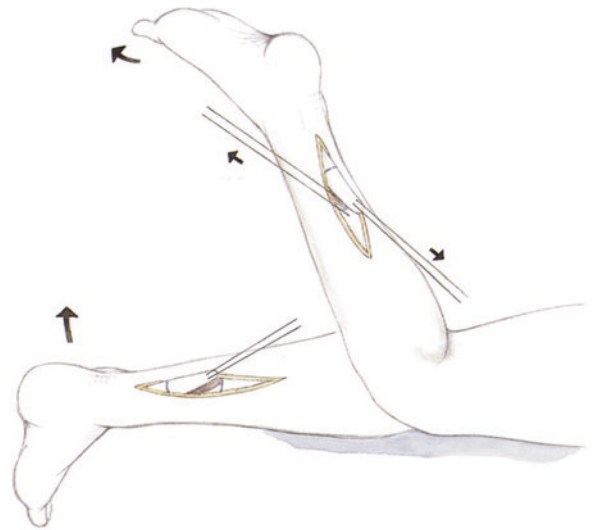
■ **Abb. 1.29** Danach nochmals Mobilisation des Gastrocnemius-Soleus-Komplexes, da die Sehne meistens in proximalisierter Stellung adhären ist



■ **Abb. 1.27** Dorsalextension zur Spannung der Sehne, danach für die Verkürzung Proximalisieren des distalen Stumpfes durch Plantarflexion



■ **Abb. 1.28** Durchführen einer schrägen Tenotomie, die vorher mit einem Malstift angezeichnet werden sollte, in leichter Dorsalextension unter Spannung

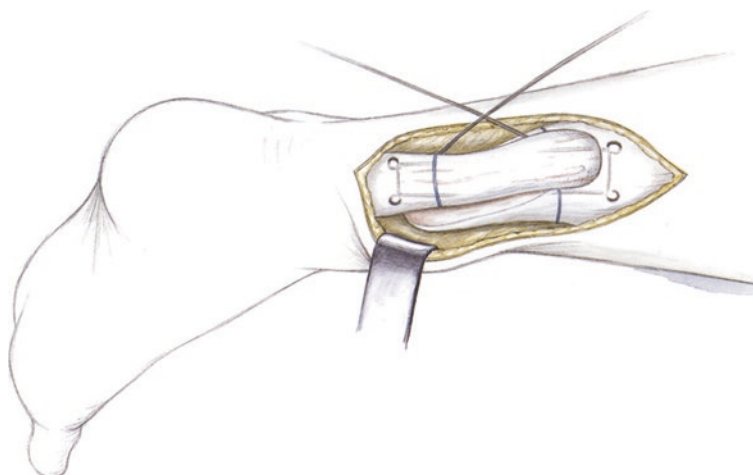


■ **Abb. 1.30** Entspannung des Gastrocnemius-Soleus-Komplexes durch Kniebeugung und Plantarflexion, um eine ausreichende Verkürzung zu ermöglichen

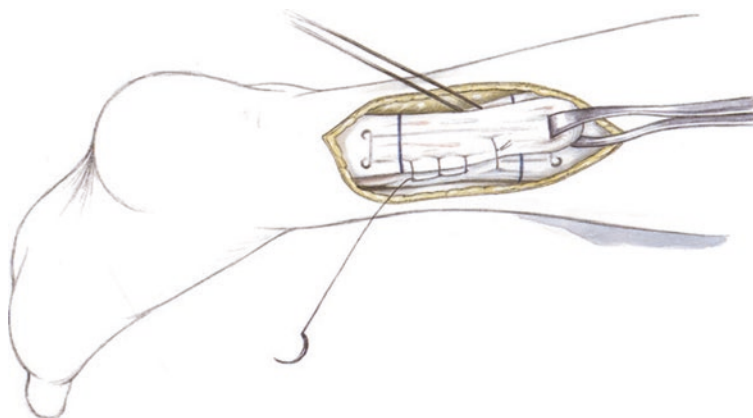
durch konservative Maßnahmen nicht zu rechnen. Auch bei Beschwerderückgang werden diese Patienten immer wieder Probleme mit der Achillessehne bekommen, daher ist in diesen Fällen eine Indikation zur operativen Behandlung gegeben.

#### ■ Kontraindikation

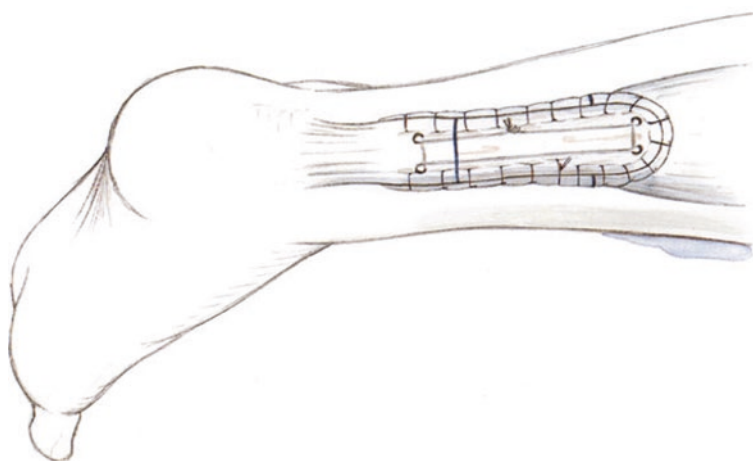
Allgemeine Kontraindikationen, wie z. B. schwerer Diabetes mellitus (mit zu befürchtenden schweren Weichteilkomplikationen).



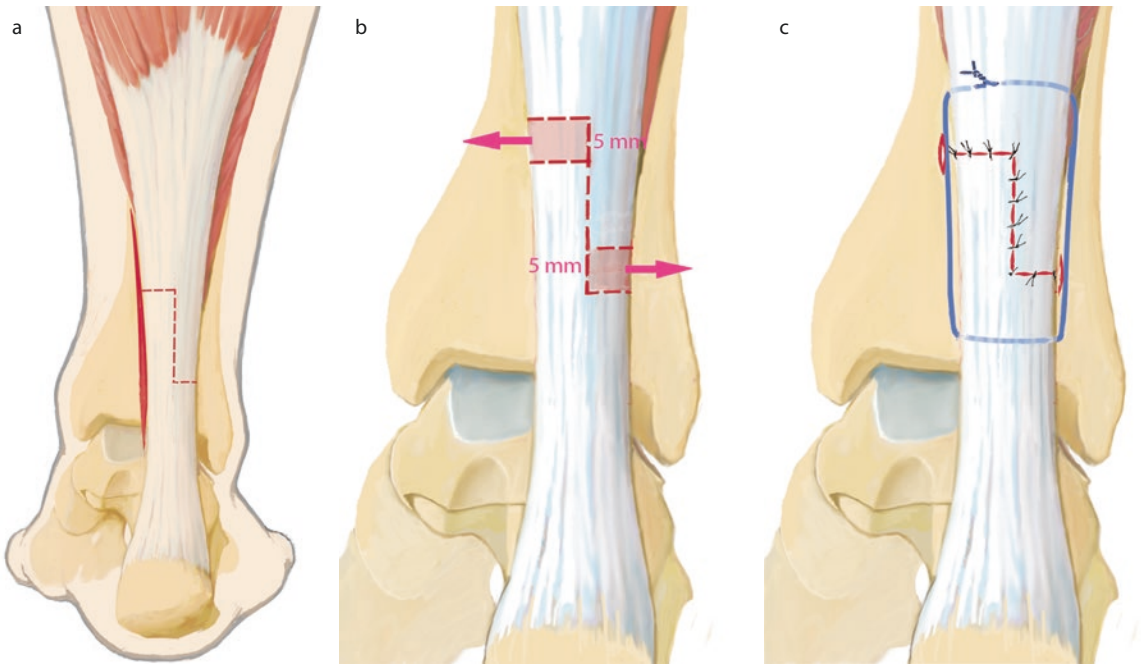
■ **Abb. 1.31** Ankernähte in Bunnell-Technik, PDS 2-0 oder 0,7-mm-PDS-Kordel zur Fixierung der Sehnenverkürzungsstelle, Verknoten in Plantarflexion



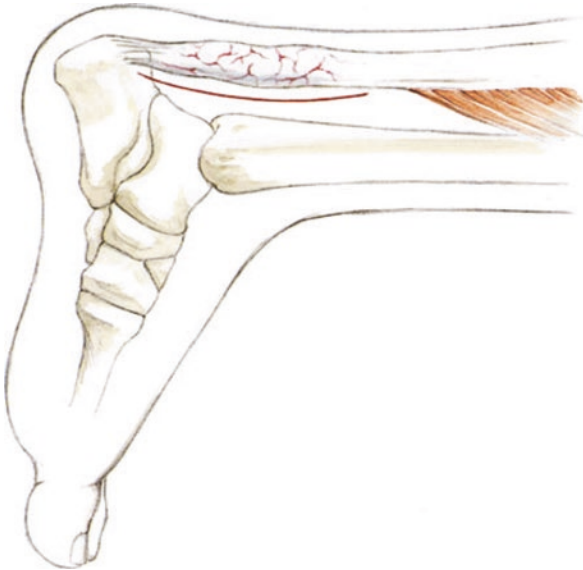
■ **Abb. 1.32** Fortlaufende Krackow-Nähte zur weiteren Stabilisierung und Formgebung der Sehne. Diese läuft von medial nach lateral vollständig um den Tenotomiebereich herum



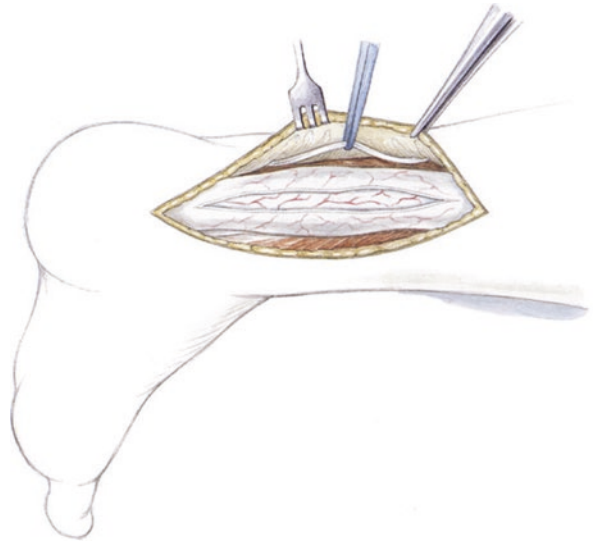
■ **Abb. 1.33** Darstellung der kompletten Vernähung der Sehne medial/lateral und proximal. Einlegen einer Redon-Drainage, Verschluss der Faszie mit dem Subkutangewebe (PDS 2-0), Hautklammern oder Hautnaht



■ **Abb. 1.34a–c** Z-Plastik, minimal-invasives endoskopisch assistiertes Vorgehen: Medialer proximaler und lateraler distaler Zugang von 10 mm. Endoskopische Tenolyse (Cave N. suralis). Proximale und distale Quertenotomie. Resektion der Sehne proximal und distal um 5 mm. Vertikale zentrale Tenotomie mit dem 11-er Skalpell. Hierbei wird mit einem kleinen Langenbeck-Haken die Haut nach proximal und distal gezogen, um den Schnitt zu komplettieren. Plantarflexion und Rahmennahnt unter Verkürzung. Naht nur der jeweiligen horizontalen schenkel mit Vicryl 2-0. Einspritzen von Wachstumsfaktoren (ACP)



■ **Abb. 1.35** Hautschnitt am kaudalen Rand der tastbaren Verdickung der Achillessehne. Durchtrennung des Subkutangewebes und der Faszie



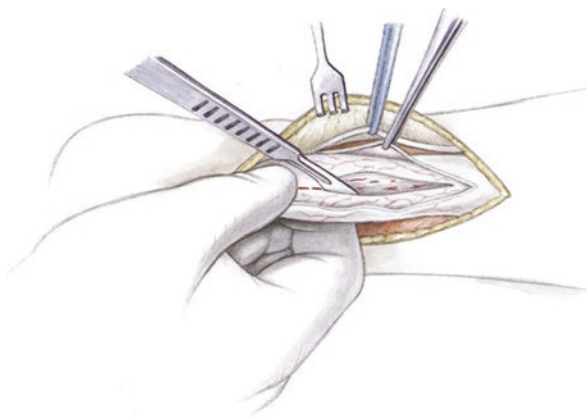
■ **Abb. 1.36** Präparation entlang der Achillessehne zur Achillessehnenmitte, dann Spalten des Peritendineums

#### ■ Technik

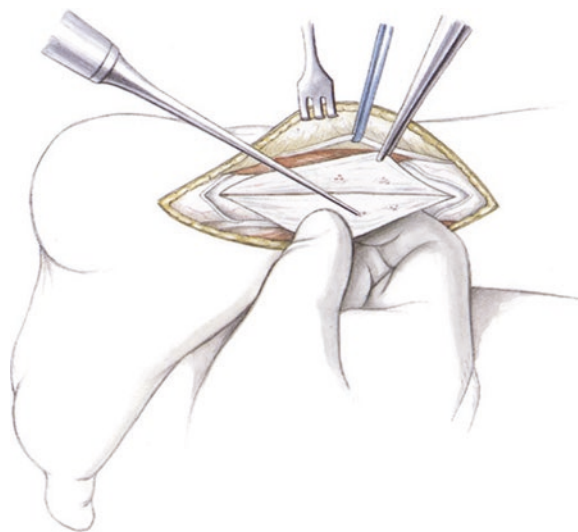
■ **Abb. 1.35**, ■ **Abb. 1.36**, ■ **Abb. 1.37**, ■ **Abb. 1.38**, ■ **Abb. 1.39**, ■ **Abb. 1.40** und ■ **Abb. 1.41**

#### ■ Nachbehandlung

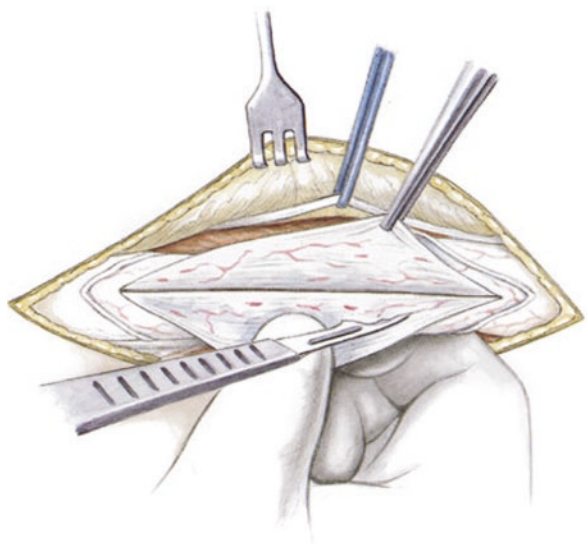
Unterschenkel-L-Schiene in leichter Plantarflexion zur Weichteilbehandlung für 7 Tage. Danach weiterhin Teilbelastung (15 kg) für 10–14 Tage. Die Weiterbehandlung sollte dann in einem Therapieschuh erfolgen, auch nach



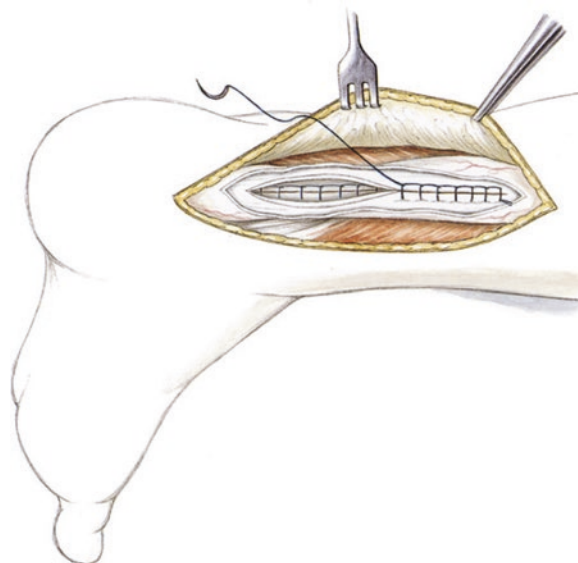
■ **Abb. 1.37** Inspizieren der Achillessehne. Meist zeigen sich xanthochrome, gelbliche Verfärbungen sowie Gefäßeinsprossungen, die derb tastbar sind. Längsspalten der Achillessehne. Mit dem MRT sollte vorher die Degeneration in der Transversalebene lokalisiert werden (medial oder lateral). Dementsprechend Ausrichtung der Längsinzision



■ **Abb. 1.39** Das Débridement muss radikal durchgeführt werden, bei zu starker Schwächung der Sehne muss eine Verstärkungsplastik (z. B. Plantarissehne) erfolgen. Einzelne kleinere Verhärtungen, die makroskopisch unauffällig erscheinen, werden mit einem Chondropick bzw. Mikrofrac perforiert, um eine Regeneration zu stimulieren



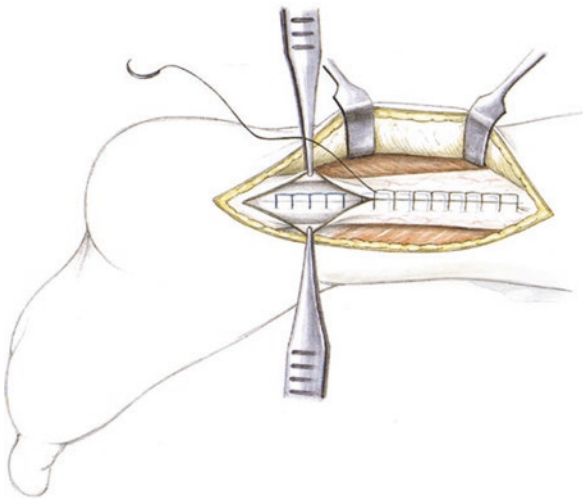
■ **Abb. 1.38** Ausschälen sämtlicher degenerativ erscheinenden Strukturen. Dies geschieht teilweise auch unter Palpation der Sehne, dazu diese zwischen Daumen und Zeigefinger nehmen, um derbe Resistenzen zu ertasten, die makroskopisch nicht eindeutig pathologisch erscheinen



■ **Abb. 1.40** Vernähen des anterioren (ventralen) Anteils der Sehne und dann rundlaufend der dorsale Anteil mit einem durchgehenden Faden (PDS 3-0) in Krackow-Technik

Augmentation des Débridements (z. B. Plantarissehne). Am ersten postoperativen Tag Entfernung der Redon-Drainage, falls gelegt. Nach dem ersten postoperativen Tag Beginn der Bewegungsübungen im Sprunggelenk, Lymphdrainage für die Verbesserung der Gleitfähigkeit der Sehne. Das erste Ziel sind die Schmerz- und Schwellungsreduktion

und die Wiederherstellung der Beweglichkeit im Bereich des oberen Sprunggelenks. Im weiteren Verlauf Übungen zur Dehnung der Achillessehne über die gesamte Beugemuskelkette. Belastungsaufbau mit Schwimmen und Fahrradfahren, Joggen nicht vor der 12.–14. Woche.



■ **Abb. 1.41** Verschluss des Peritendineums mit PDS 4-0 fortlaufend in Krackow-Technik. Danach erfolgt medial versetzt der Verschluss der Faszien und des Subkutangewebes fortlaufend mit PDS 3-0. Hautnaht mit Prolene 3-0. Optional kann nach Eröffnung der Blutstillung bei verbleibender Blutung eine Redon-Drainage (10 Ch) eingebracht werden. Bei stabiler Sehnennaht wird nur ein elastokompressiver Verband angelegt

## 1.6.2 Endoskopisches Vorgehen

### ■ Indikation

Schmerzhafte Verdickung im Bereich des Midportion-Anteils der Achillessehne. Die konservative Behandlung sollte mindestens 3–6 Monate durchgeführt werden, in Abhängigkeit von den degenerativen Veränderungen im Bereich der Achillessehne. Tastbare Verdickung im Midportion-Bereich, 2–8 cm proximal der Kalkaneusinsertion. Differenzialdiagnostisch ist bei einer Midportion-Tendopathie im Gegensatz zur chronischen Ruptur ein Einbeinzehenstand durchführbar. Zur endoskopischen Therapie der intratendinealen Degeneration sollte ein MRT mit Standardsequenzen vorliegen.

### ■ Kontraindikation

Periphere Verschlusskrankheiten, ansonsten können alle Midportion-Tendopathien bei entsprechender Expertise endoskopisch angegangen werden. Bei Ausweitung der Pathologie (chronische Ruptur) müssen zusätzliche Techniken angewendet werden.

### ■ Operatives Setup

Für die Midportion-Tendopathie ist ein arthroskopisches Standardinstrumentarium (4,0 mm) notwendig. Tourniquet mit Esmarch-Binde zur Blutleere. Anfangs einen 3,8-mm-Shaver wählen, bei mehr Sicherheit kann ein 5-mm-Shaver, der aggressiver ist, verwendet werden. Zusätzlich Retromesser (HNO-Instrument), um ein longitudinales Splitting

durchzuführen, Elektrokauter mit Haken und Fibrinkleber (Tissucol 5 ml). Intraoperativ Gabe von „platelet-rich plasma“ (bei ACP entsprechende Zentrifuge und Doppelspritzen). Postoperativ wird ein Unterschenkelspaltgips oder eine entsprechende vorgefertigte Schiene in milder Spitzfußstellung (eher neutral) angelegt.

### ■ Lagerung und perioperatives Management

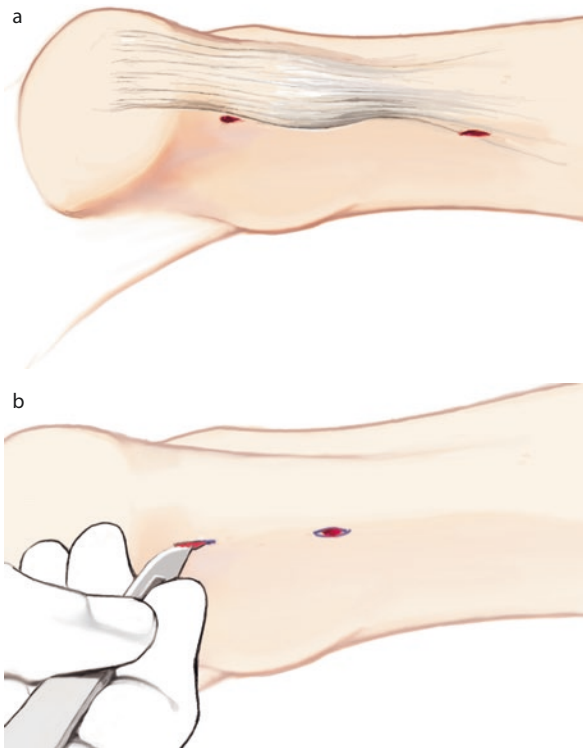
Alle endoskopischen Eingriffe an der Achillessehne werden in Bauchlage durchgeführt. Das Bein hängt leicht über den Tischrand. Das nicht zu operierende Bein wird leicht abgesenkt. Um den Rückfuß in eine gerade Position zu bringen, wird unter der gegenüberliegenden Seite im Bereich des Beckens ein kleiner Keil untergeschoben. Der Unterschenkel und der Fuß liegen in einer neutralen Stellung. Der Unterschenkel kann zusätzlich mit einem speziellen elastischen Polster (Kamel) stabilisiert werden. Bei der Gegenseite am abgesenkten Bein ist v. a. eine Prävention von Druckschädigungen im Bereich des N. peroneus, des N. suralis und des Fußbereichs durchzuführen. Nach Erfahrung des Autors ist zum Arbeiten eine Oberschenkelblutsperrung von 300 mmHg empfehlenswert. Allgemeinanästhesie, da das Liegen in Bauchlage bei Bewusstsein bei evtl. länger dauernden Operationen als unangenehm empfunden wird. Antibiotikaprophylaxe mit einem Cephalosporin der dritten Generation, an die Besonderheiten des Patienten angepasst. Steriles Abdecken bis zur Oberschenkelblutsperrung. Auswickeln mit einer Esmarch-Binde und Herstellen einer Blutleere. Dieses sind die Standardbedingungen für alle endoskopischen Operationen an der Achillessehne.

### ■ Technik

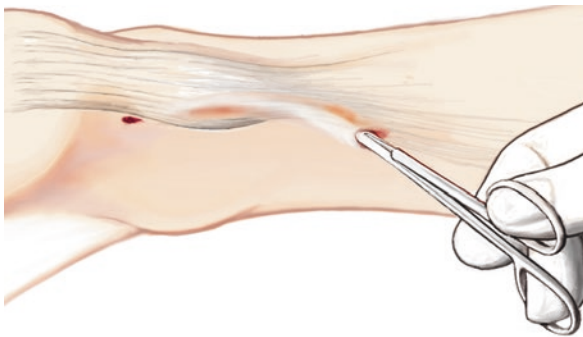
■ **Abb. 1.42**, ■ **Abb. 1.43**, ■ **Abb. 1.44**, ■ **Abb. 1.45**, ■ **Abb. 1.46** und ■ **Abb. 1.47**

Mediale Zugänge etwas proximal der Insertion, sodass ein Endoskop vorgeschoben werden kann. Zusätzlich am Übergang der Sehne zur Aponeurose eine weitere Stichinzision. Aufspreizen der subkutanen Weichteile mit einer Moskitoklemme im dorsalen Anteil der Sehne. Hier strikt an der Sehne präparieren, um einen Raum zur Endoskopie zu schaffen. Nicht zu tief nach ventral gehen, da es sonst zu Verletzungen des Retinakulums mit potenziellen Verletzungen des Gefäß-Nerven-Bündels kommen kann. Die Manipulationen dorsal und ventral werden sowohl von proximal als auch von distal durchgeführt. Der Arthroskopieturm befindet sich seitlich gegenüberliegend. Normales Arthroskopieset mit 4,0-mm-Arthroskop, 3,8-mm- oder 5,0-mm-Shaver, stumpf. Eingehen von proximal und in den medialen Anteil, ohne nach anterior oder nach dorsal zu kommen. Einsetzen des Arthroskops. Nun Triangulation mit dem von distal kommenden Shaver. Durch die Triangulation wird der Shaver jetzt direkt in das OP-Feld gebracht. Die 30°-Kamera wird leicht nach anterior geneigt.

## 1.6 · Achillessehnentendopathie (Midportion)

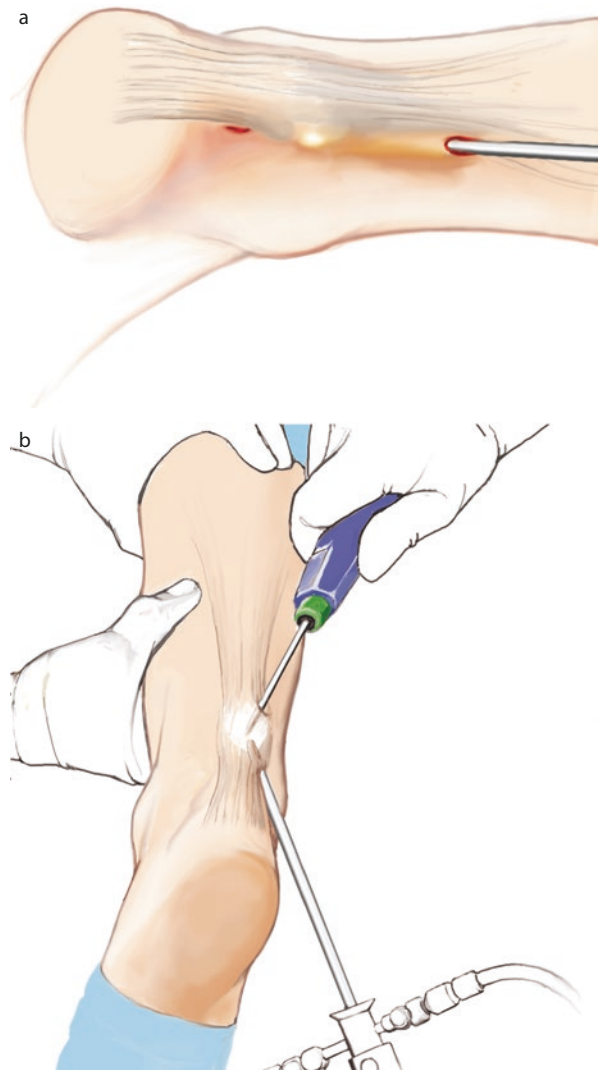


■ **Abb. 1.42a,b** Lagerung wie bei allen Achillessehnenoperationen. Durchführung der Stichinzisionen medial proximal und medial distal der Achillessehne. Distal muss die Inzision proximal der Kalkaneusinsertion liegen



■ **Abb. 1.43** Mobilisation der subkutanen dorsalen Schicht mit der Moskitoklemme. Ventral Mobilisation direkt an der Achillessehne

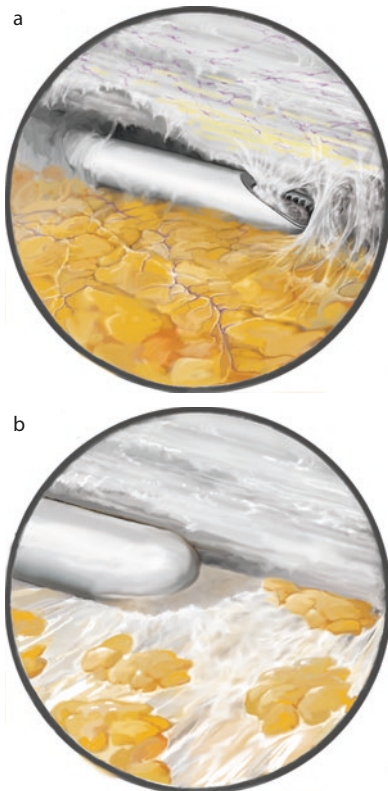
Dann Darstellen der Achillessehne und vorsichtige, kleinschrittige Resektion der ventralen Gefäßeinsprossung, Neogefäße und Nerven mit dem Shaver. Dabei vorsichtig und kleinschrittig vorgehen, angefangen im distalen Anteil. Danach proximal langsam von distal mit dem Arthroskop und von proximal mit dem Shaver eingehen. Es muss lateral vorsichtig vorgegangen werden, da im distalen



■ **Abb. 1.44a,b** Einbringen des Arthroskops von proximal und des Shavers von distal nach proximal. Der Kalkaneus wird evertiert, um leichter distal zu operieren. Optik und Shaver treffen sich im Triangulationsverfahren. Danach Shaving zur Achillessehne hin, die Gefäßeinsprossungen im Fettgewebe werden vollständig reseziert

lateralen Anteil ein Seitenast der A. fibularis abgeht. Ebenfalls zu berücksichtigen ist die Lage des N. suralis, der nicht ventral liegt, sondern dorsal. Lateral-dorsal müssen daher Verletzung des N. suralis vermieden werden. Nach und nach wird die gesamte Sehne mit Wechsel der Optik von medial nach lateral komplett freigelegt. Nun komplettes Shaving auch von dorsal des Peritendineums, das durch die degenerative Sehnenvolumenzunahme „unter Druck“ steht.

Danach wird entsprechend des MRT-Befunds mit einem kleinen Retromesser in die degenerativen Herde eingegangen, und diese werden leicht „ausgeshaved“. Sollte sich eindeutig degeneratives Gewebe (xanthochrome Degeneration,

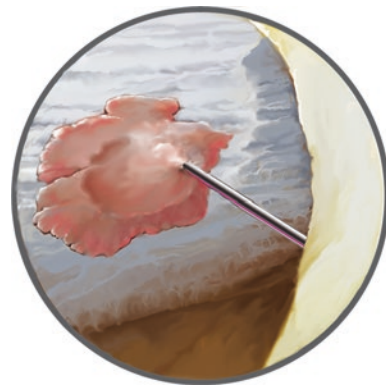


■ **Abb. 1.45a,b** Débridement der Achillessehne durch komplettes Shaving des ventral anliegenden Fettgewebes, bis die Sehne freiliegt. Danach Débridement des Peritendineums ventral und dorsal



■ **Abb. 1.46** Mit dem Retromesser wird in den degenerativen Bereichen (siehe MRT) ein longitudinales Splitting durchgeführt

Gefäß einsprossungen etc.) darstellen, wird dieses komplett débridiert. Häufig ist aber die Sehne makroskopisch nur gering verändert. Abschließend ausgiebige Blutstillung mit dem Elektrohaken. Einlegen einer Redon-Drainage. Es werden nun unter Sicht Wachstumsfaktoren (ACP) intratendineal in den degenerativen Bereich eingespritzt (■ **Abb. 1.47**). Danach Verschluss der Einstichstellen. Steriler



■ **Abb. 1.47** Einspritzen von „platelet-rich plasma“ (ACP) unter arthroskopischer Sicht

Verband und Gipsschiene. Keine Lokalanästhesie, um die Wirkung der Wachstumsfaktoren nicht zu kompromittieren.

#### ■ Nachbehandlung

Ein Tag in der Gipsschiene in normaler Neutralstellung. Danach sofortiger Verbandswechsel und Bewegungsübungen. Teilbelastung mit 15 kg für 14 Tage, um ein schnelles Abswellen zu erreichen. Lymphdrainage. Bewegungsübungen des oberen Sprunggelenks, besonders auch Stretching der Beugemuskulatur durch den Physiotherapeuten und auch selbstständig. Nach 14 Tagen Vollbelastung. Gut gepolsterter Schuh. Häufiges Stretching an Treppen und v. a. „Turmspringerübung“, um eine exzentrische Dehnungen der Wadenmuskulatur zu erreichen. Aquajogging für 3–4 Monate. (Die Sehne muss sich neu strukturieren!) Danach sportspezifischer Belastungsaufbau.

## 1.7 Chronische Ruptur

### ■ Indikation und Diagnostik

Die chronische Ruptur zeigt eine massive Verbreiterung und Verdickung der Sehne, häufig auf über 16–20 mm Querschnitt. Meistens sind im Midportion-Bereich ein intratendineales Auseinanderweichen und schwerste verdickende Degenerationen zu finden. Der Patient fühlt eine Kraftlosigkeit beim „push off“. Klinisch findet sich zwar noch häufig ein normaler Thompson-Test, jedoch ist der Einbeinzenstand mit maximaler Plantarflexion nicht mehr kraftvoll möglich. Hierbei zeigt die chronische Ruptur ein unterschiedliches Ausmaß der Funktionseinschränkung: von einem geringen Abheben des Fußes beim Versuch des Einbeinzenstands bis hin zur kompletten Kraftlosigkeit ohne Abheben des Fußes. Zusätzlich verspürt der Patient neben dem Kraftverlust Schmerzen, die refraktär gegen alle konservativen Maßnahmen sind. Bei der klinischen Untersuchung zeigt sich richtungsweisend eine vermehrte

Dorsalextension im Vergleich zur Gegenseite, häufig um 5° oder mehr. Das MRT zeigt schwere degenerative Signalanhebungen mit teilweise Flüssigkeitsansammlungen in den T2-Zeiten.

#### ■ Kontraindikation

Die Technik ist bei massiven Defekten ungeeignet, diese müssen zusätzlich mit einem Sehnentransfer behandelt werden. Schleichende Infekte müssen erst saniert und komplett débridiert werden, bevor eine Rekonstruktion der Sehne durchgeführt werden kann. In Fällen einer schweren arteriovenösen Verschlusskrankheit sollte die Indikation sehr eng gestellt und zudem keine Blutleere angelegt werden.

#### ■ Operatives Setup

Das Setup für chronische Rupturen ist identisch mit demjenigen für das Débridement der Midportion-Tendopathie (► Abschn. 1.6). Aufgrund erheblicher Verwachsungen können zusätzlich 3,2-mm-Punches sowie eine normale, stabile Schere verwendet werden, um Verklebungen dorsal-seitig zur Haut einfacher und sicherer zu lösen und dabei nicht in Bereiche des N. suralis oder der peripheren, lateralen, arteriellen Gefäßeinsprossungen zu kommen. Zusätzlich braucht man bei der chronischen Ruptur Fibrinkleber (Tissucol 0,5 ml) und intraoperativ die Gabe von „plateletrich plasma“ (bei ACP [„autologous conditioned plasma“] entsprechende Zentrifuge und Doppelspritzen).

#### ■ Lagerung

Die Lagerung erfolgt wie in ► Abschn. 1.6.2 angegeben.

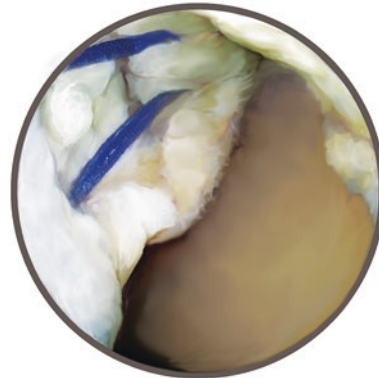
#### ■ Technik

■ Abb. 1.48, ■ Abb. 1.49, ■ Abb. 1.50 und ■ Abb. 1.51

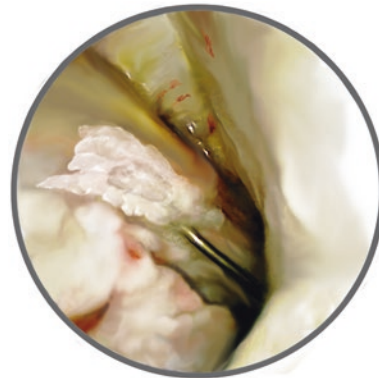
Zugänge wie für die Midportion-Tendopathie beschrieben (► Abschn. 1.6). Es wird auch hier erst über die medialen Zugänge dorsal und ventral ein Raum mit einer Moskitoklemme geschaffen. Dann Eingehen mit dem Arthroskop. Entfernung der anterioren Neogefäß-/Nerveneinsprossungen mit dem Shaver und Darstellen der Sehne. Es zeigen sich hier schon entsprechend dem MRT substanzielle Defekte mit teilweise starken Einblutungen und degenerativen Rissbildungen, die nach Débridement des Peritendineums sichtbar werden. Hierbei muss man ohne Rücksicht auf die Schwächung der Sehne die Herde komplett débridieren. Dies führt natürlich zu einer erheblichen Schwächung mit Rupturgefahr. Da die Sehne zusätzlich gedehnt und damit verlängert ist, muss nach dem Débridement – neben dem Schutz der Sehne vor einer kompletten Ruptur – auch eine Verkürzung durchgeführt werden. Hierbei kommt die perkutane Rahmennaht (einfache oder Doppelknotentechnik, je nach Stabilität der „Restsehne“) mit Fibertape in gleicher Technik wie bei frischen Rupturen zur Anwendung (► Abschn. 1.3).



■ **Abb. 1.48** Débridement intratendineal. Nach Resektion des Peritendineums (s. unterer Bereich) zeigen sich häufig degenerative Teilrupturen mit Gefäßeinsprossungen und xanthochrome Degenerationen. Diese müssen radikal entfernt werden



■ **Abb. 1.49** Verkürzende Rahmennaht. Da es meistens zu einer Verlängerung der Achillessehne gekommen ist, muss die Rahmennaht in 20° Plantarflexion intratendineal gespannt werden. Einzelne Sehnenfragmente sollten nicht entfernt werden



■ **Abb. 1.50** Einspritzen von ACP unter arthroskopischer Sicht zur biologischen Augmentation. Nach Flüssigkeitsentfernung wird der gesamte degenerative Sehnenanteil intratendineal und extern eingespritzt



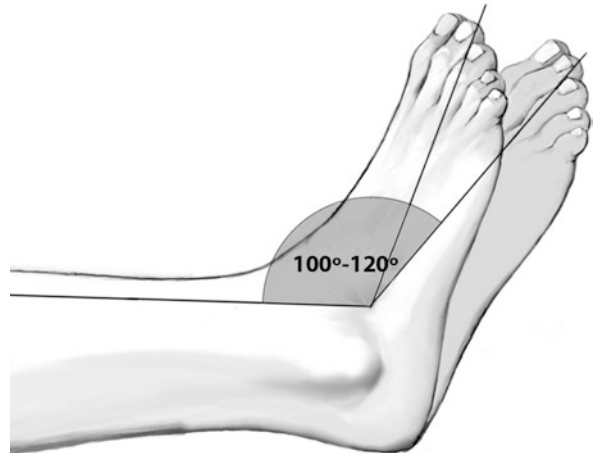
■ **Abb. 1.51** Versiegeln des gesamten débridierten Bereichs mit Fibrinkleber im Sinne einer „Tubulierung“ unter arthroskopischer Sicht. Einzelne Fragmente nicht resektieren, sondern anmodellieren. Ventrale Verklebung mit Elevatorium lösen und einmal Plantarflexion (100–120°) durchführen, damit sich keine ventrale Vernarbung bildet, die zu einer Ruptur führen kann

Zur Behebung der Sehnenelongation maximales Anspannen der Kordel in Plantarflexion, sodass es zu einer Verkürzung kommt. Danach evtl. nochmals leichtes Débridement von einzelnen degenerativen Sehnenanteilen. Dann Einspritzen von ACP (Wachstumsfaktoren) in den Bereich der Degeneration. Danach unter Sicht „Versiegelung“ des Defekts mit 0,5 ml Fibrinkleber (Tissucol). Aus härten und ausgiebige Elektrokoagulation mit dem Elektrophaken. Einlegen einer 8-mm-Redon-Drainage und Hautnähte. Anlegen einer dorsalen oder ventralen Gipsschiene in Spitzfußstellung.

#### ■ Nachbehandlung

Gipsschiene für 2 Tage. Danach milde Bewegungsübungen von einer „moderaten“ in eine maximale Plantarflexion, um somit ein „Anwachsen“ der Sehne zu verhindern und ein frühzeitiges Gleiten der Sehne zu ermöglichen (■ **Abb. 1.52**). Durch den „Stress-Bypass“ mit dem Fibertape ist die Integrität der operierten Anteile der Sehne gewährleistet. Die weitere protektive Behandlung der Achillessehne erfolgt im Vario-Stabil-Schuh. Aus dem Schuh heraus Lymphdrainage und selbstständige milde Plantarflexionsübungen, um die Gleitfähigkeit der Sehne zu erhalten und einen Heilungsimpuls zu geben. Parallel dazu werde nach 14 Tagen, 4 Wochen und 6 Wochen ACP (Wachstumsfaktoren) intratendineal und im Bereich des Peritendineums („bruising“) eingespritzt.

Vollbelastung im Vario-Stabil-Therapieschuh. Hier sollte die Absatzhöhung für mindestens 6 Wochen bleiben, um so eine Ausheilung in Verkürzung der vormals leicht verlängerten Sehne zu ermöglichen. Nach 6 Wochen Ultraschall. Bei gutem Regenerat kann mit Physiotherapie und Krafttraining (nur in Plantarflexion!) aus dem Sitzen heraus, aus dem Stehen mit beiden Beinen sowie gegen



■ **Abb. 1.52** Bewegungsübungen postoperativ: milde Plantarflexion zur Verhinderung einer ventral anheftenden Narbe (Rerupturgefahr!)

Widerstand durchgeführt werden. Ergänzend propriozeptives Training und koordinatives Training. Der unsichere Patient verbleibt für weitere 2 Wochen *ohne* dorsale Lasche im Vario-Stabil-Stiefel. Damit wird eine „Entwöhnung“ von der Protektion, auch aus psychologischer Sicht, ermöglicht.

### 1.7.1 Zweizipfeltechnik

#### ■ Indikation

Substanzdefekte bis etwa 5 cm oder Defekte, die mit einer offenen Rahmennäht und Adaptation der Sehnenstümpfe nicht spannungsfrei zu schließen sind.

#### ■ Kontraindikation

Primäre Achillessehnenrupturen (höheres Komplikationsrisiko durch Weichteilkomprimierung).

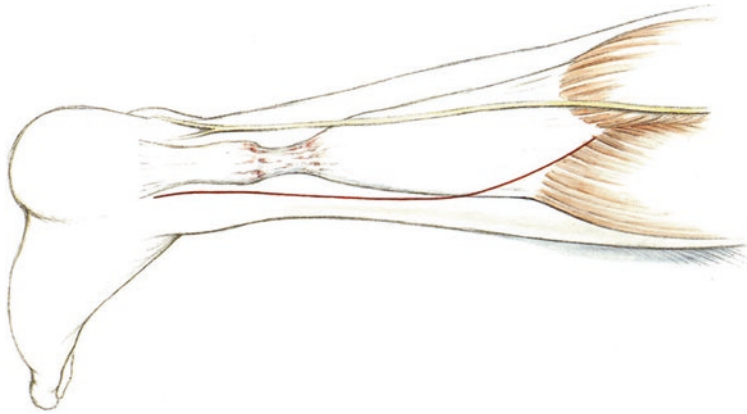
#### ■ Technik

■ **Abb. 1.53**, ■ **Abb. 1.54**, ■ **Abb. 1.55**, ■ **Abb. 1.56**, ■ **Abb. 1.57**, ■ **Abb. 1.58**, ■ **Abb. 1.59**, ■ **Abb. 1.60**, ■ **Abb. 1.61**, ■ **Abb. 1.62**, ■ **Abb. 1.63** und ■ **Abb. 1.64**

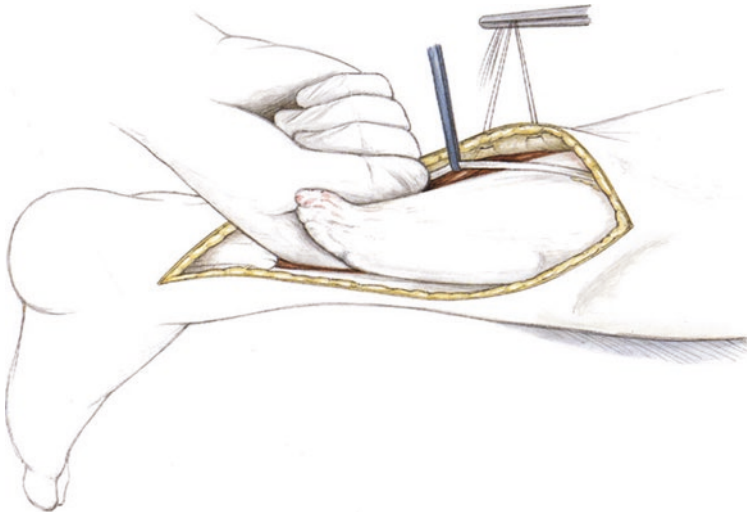
#### ■ Nachbehandlung

Unterschenkelgipsschiene, Teilbelastung (15 kg), Thromboseprophylaxe bis zur stabilen Wundheilung, danach Weiterbehandlung im Vario-Stabil-Schuh. Die Vollbelastung ist schmerzabhängig, jedoch nach stabiler Wundheilung sofort möglich. Bei der Nachbehandlung im Vario-Stabil-Schuh können Koordinationsübungen und isometrische Übungen durchgeführt werden (Eigentaining durch Patienten nach kurzer Einweisung).

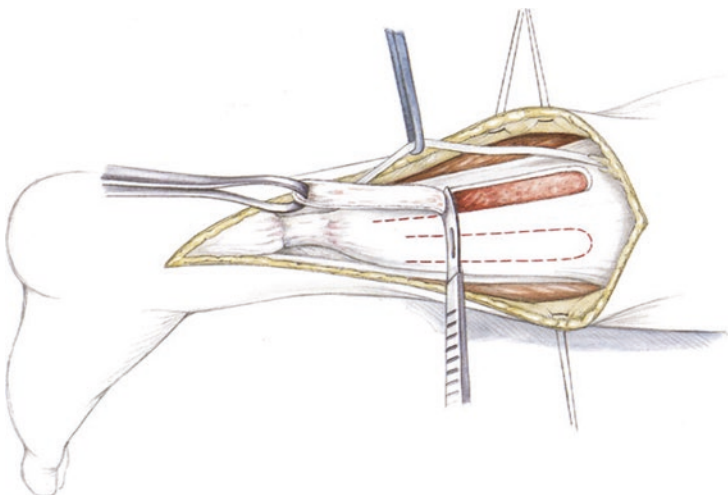
Nach Beendigung der Behandlung im Schuh (je nach Weichteilheilung nach 8–9 Wochen) Redressierung aus



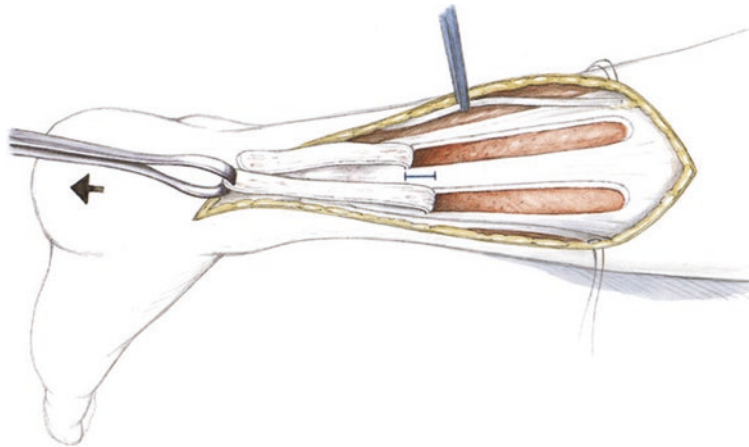
■ **Abb. 1.53** Medialer Zugang von der kalkanearen Insertion bis zum muskulotendinösen Übergang. Meistens findet sich eine Defektsituation mit instabiler atrophischer Narbe



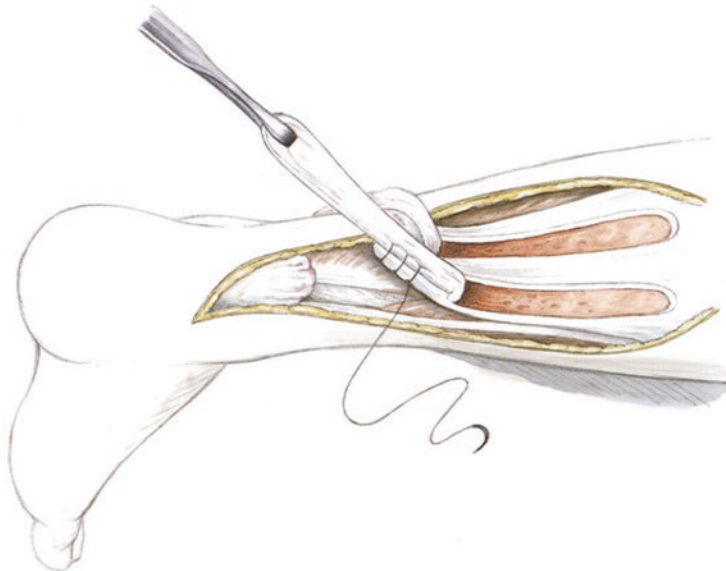
■ **Abb. 1.54** Durchtrennung der instabilen Narbe am distalen Anteil. Nun wieder digitale und teilweise scharfe Mobilisation des Gastrocnemius-Soleus-Komplexes, um die Muskulatur wieder in der entsprechenden Länge unter Spannung zu bringen.



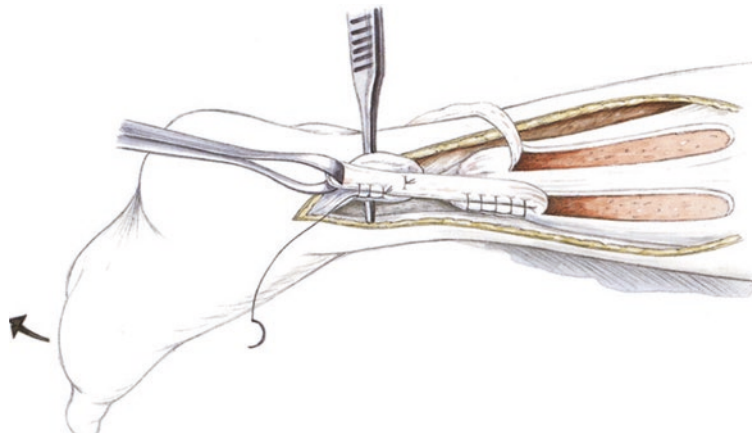
■ **Abb. 1.55** Es wird nun ein Zipfel von etwa 1 cm Breite und entsprechend der Länge der Aponeurose von 5–7 cm Länge scharf mit dem Skalpell präpariert und mit der Ellis-Klemme nach distal geführt



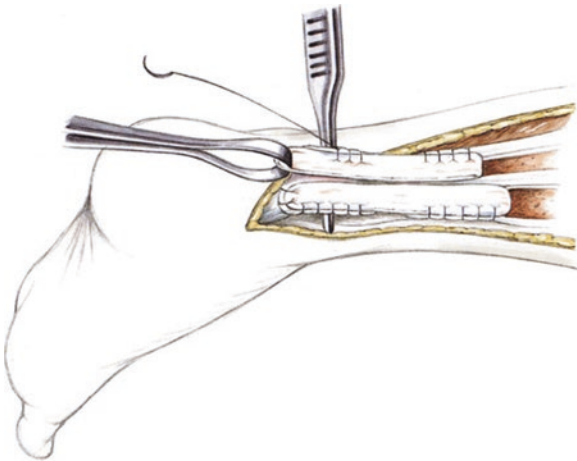
■ **Abb. 1.56** Die Umschlagfalte zwischen den beiden Zipfeln sollte in der Höhe 1 cm Unterschied haben, da sich sonst an den Umkehrfalten das Volumen der Sehne so stark vergrößert, dass ein Wundverschluss schwierig ist



■ **Abb. 1.57** Stabiles Fixieren des Zipfels mit dem proximalen Sehnenstumpf in Krackow-Technik. Die Naht führt um den gesamten Zipfel von distal nach proximal und wieder nach distal zurück



■ **Abb. 1.58** Es wird nun unter Spannung sowohl des proximalen als auch des distalen Stumpfes in Plantarflexion der erste Zipfel in maximaler Spannung in Krackow-Technik mit dem distalen Stumpf fixiert



■ **Abb. 1.59** Danach Umschlagen des vorher am distalen Anteil des proximalen Stumpfes fixierten zweiten Zipfels, Aufsteppen auf den distalen Sehnenstumpf und Befestigen mit Krackow-Nähten

der Spitzfußstellung. Die Redressierung sollte zum einen langsam erfolgen, um eine Reruptur zu vermeiden, zum anderen sollte nicht vehement dorsalflektiert werden, um die plastische Transformation der Neosehne nicht auszudünnen und die Sehne zu elongieren. Bei stabiler Ausheilung sollte die ersten 2 Monate der Schwerpunkt auf die Kraftentwicklung der kurzen Fußbeuger und des M. triceps surae gelegt werden. Bei nur geringen Einschränkungen in der Dorsalextension gelingt eine vollständige Beweglichkeit unter physiotherapeutischen Maßnahmen auch noch nach 3–4 Monaten.

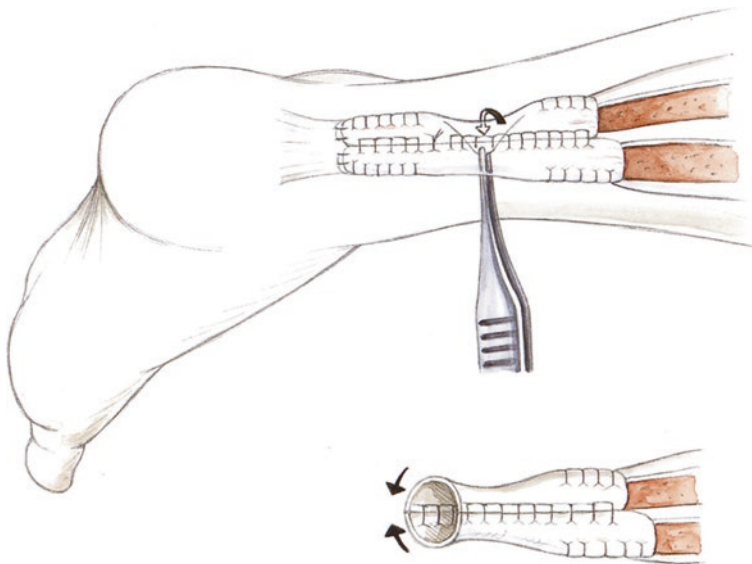
## 1.7.2 Flexor-hallucis-longus-Transfer

### ■ Indikation

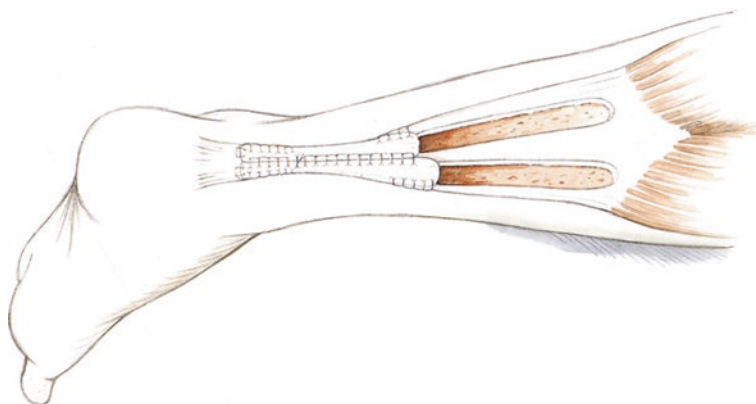
Große Substanzdefekte über 5 cm. Salvage-Operation nach Resektion der Achillessehne bei stattgehabtem Infekt. Der Operationszeitpunkt ist erst nach vollständigem Ausheilen des Infekts nach Débridement und Gipsruhigstellung in Spitzfußstellung. In extremen Situationen kann auch temporär für 4 Wochen ein Fixateur externe in Spitzfußstellung angelegt werden. Beim Sehnentransfer wird die Beugekraft des M. flexor hallucis longus und damit der Großzehe („toe-off“) erheblich reduziert, daher besonders bei aktiven, jungen Leuten sollte die Indikation zurückhaltend gestellt werden. Technisch einfach und meistens auch ausreichend ist die Entnahme über einen medialen Zugang bis zur distalen Innenknöchelkurvatur. Viele Rupturen und Defekte der Achillessehne, die mit lokalem ortsständigem Gewebe zu beheben sind, haben in der Indikationsstellung immer die erste Präferenz vor einer Augmentation mit dem Flexor-hallucis-longus-Transfer.

### ■ Lagerung

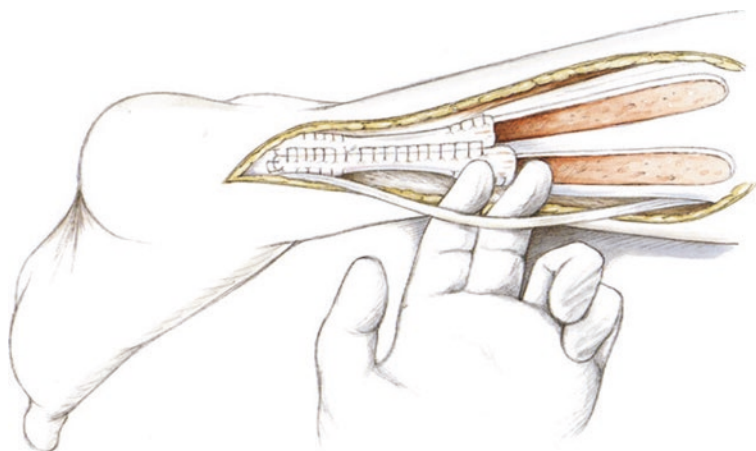
Das gesunde Bein sollte eventuell abgespreizt und abgesenkt werden, sodass man einfach an die Hebestelle des M. flexor hallucis im Bereich des medialen Mittelfußes kommt. Getrenntes Abdecken (Klebefolie) der Großzehe und der Kleinzehen zur intraoperativen Testung des M. flexor hallucis longus.



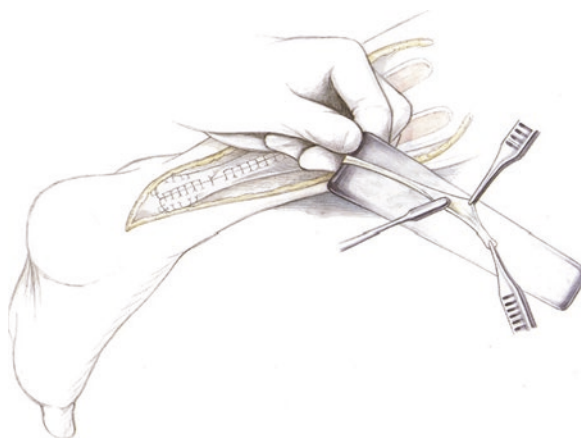
■ **Abb. 1.60** „Tubulieren“ der Neosehne durch fortlaufende Krackow-Nähte im dorsalen und ventralen Anteil der Sehne, sodass diese Neosehne eine runde Struktur erhält



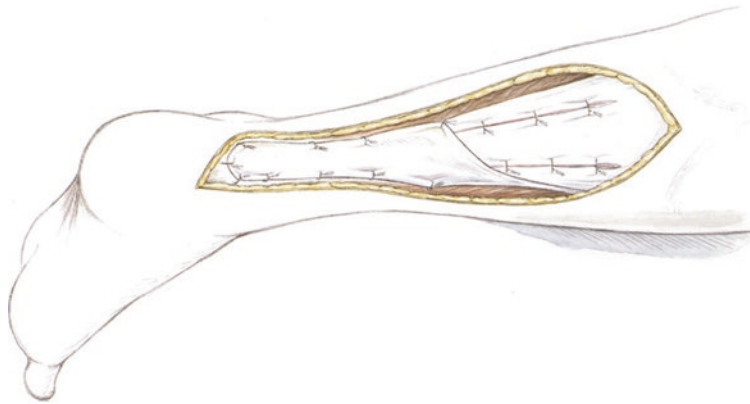
■ Abb. 1.61 Darstellung der Rekonstruktion der Achillessehnen-Zweizipfeltechnik



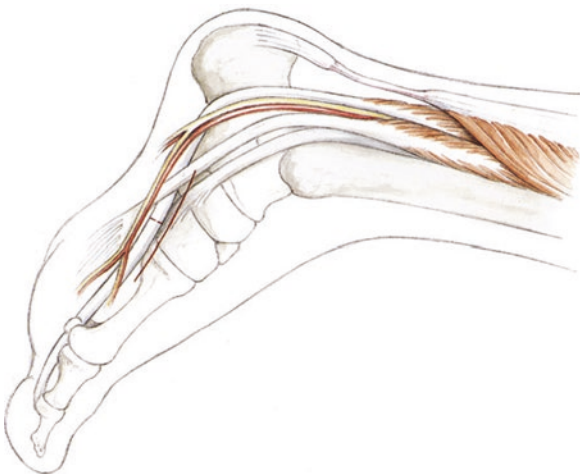
■ Abb. 1.62 Zur Verbesserung des Gleitlagers der Sehne wird die Plantarissehne distal abgesetzt



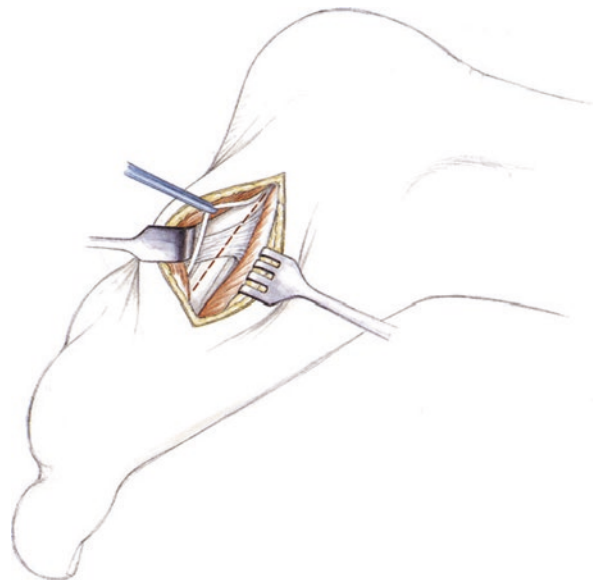
■ Abb. 1.63 Die Plantarissehne wird auf einem Roux-Haken mit 2 Splitterpinzetten und einem kleinen Elevatorium aufgefásert



■ **Abb. 1.64** Danach Plantarissehnenaugmentation mit 4-0er-Nähten über den vorher schon genähten Bereich festgenäht, um somit ein gutes Gleitlager zu erreichen. Einlegen einer Redon-Drainage, fortlaufende Faszien- und Subkutannähte mit PDS 2-0, Hautnaht oder Hautklammern



■ **Abb. 1.65** Nach Palpation Tasten der Tibialis-anterior- und der Tibialis-posterior-Sehne, Hautschnitt im Bereich des Os naviculare bis hin zum Os cuneiforme mediale



■ **Abb. 1.66** Präparation bis zum Henry-Knoten, unter Weghalten des M. abductor hallucis und Schonung des N. plantaris medialis

#### ■ Technik

■ **Abb. 1.65**, ■ **Abb. 1.66**, ■ **Abb. 1.67**, ■ **Abb. 1.68**, ■ **Abb. 1.69**, ■ **Abb. 1.70**, ■ **Abb. 1.71**, ■ **Abb. 1.72**, ■ **Abb. 1.73** und ■ **Abb. 1.74**

#### ■ Nachbehandlung

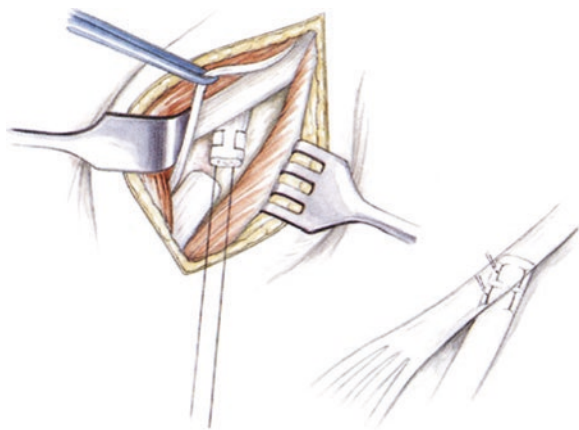
Entsprechend der Zweizipfeltechnik bei komplikationslosem Verlauf Gips für 14 Tage in Spitzfußstellung, danach Weiterbehandlung im Vario-Stabil-Schuh für 8–10 Wochen. Zunehmende Teilbelastung ab der 4. Woche.

## 1.8 Semitendinosussehnentransfer bei Defekt- und Infektsituationen der Achillessehne (endoskopisch)

### 1.8.1 Defektsituation

#### ■ Indikation

Die Indikation zur Rekonstruktion der Achillessehne mit Semitendinosussehne ist eigentlich in allen Defektsituationen gegeben, besonders bei deutlich vernarbtem und



■ **Abb. 1.67** Anzügeln des M. flexor hallucis longus nach vorhergehender Testung durch Anspannung zwischen 2 Nähten und Absetzen in der Mitte

eingezogenem Weichteilmantel, um auch eine Weichteil-expansion durch den Wasserdruck durchführen zu können.

#### ■ Kontraindikation

Kontraindikation allgemeiner Art ist die arterielle Verschlusskrankheit, eine erhebliche Mobilitätseinschränkung des Patienten stellt eine relative Kontraindikation dar.

#### ■ Operatives Setup

Für reine Defektsituationen wird das Bein für die Präparation der Semitendinosussehne bei liegender Blutsperre bis zum Oberschenkel abgewaschen. Die Sehne wird mit einem

klassischen Sehnenstripper (entsprechend der Ausrüstung für Rekonstruktionen des vorderen Kreuzbands) entnommen und dann in Krackow-Technik auf der Werkbank präpariert. Hierbei werden muskulöse Anteile entfernt.

Das arthroskopische Setup ist wie bei jeder endoskopischen Operation, und es werden dieselben Instrumente benutzt: 4,0-mm-Arthroskop, 5,0-mm-Shaver. Bei massiven Vernarbungen ist die Präparation nach lateral vorsichtig durchzuführen. Hier kann unter arthroskopischer Sicht auch teilweise mit einer Schere stumpf präpariert werden.

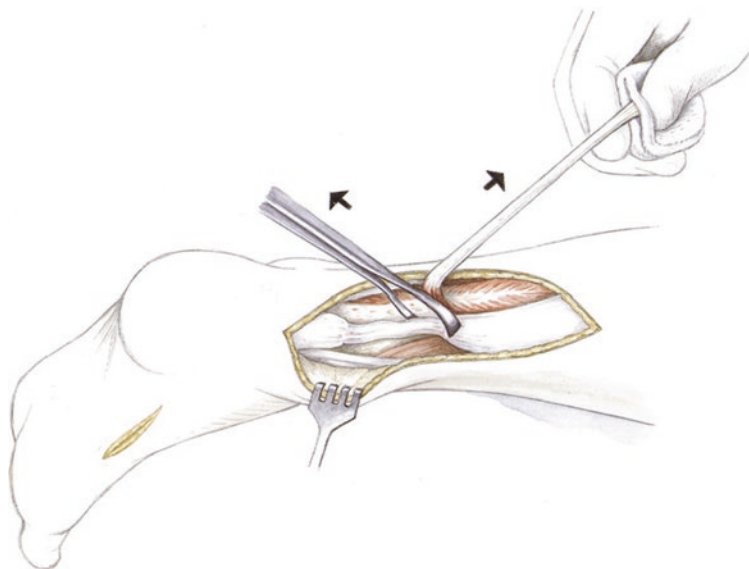
#### ■ Lagerung

Lagerung wie in ► Abschn. 1.6.2 beschrieben. Es ist darauf zu achten, dass der M. semitendinosus dorsal in der Kniekehle gut tastbar ist und dass die Blutsperre weit proximal liegt, sodass ein posteriores Stripping der Semitendinosussehne gut möglich ist.

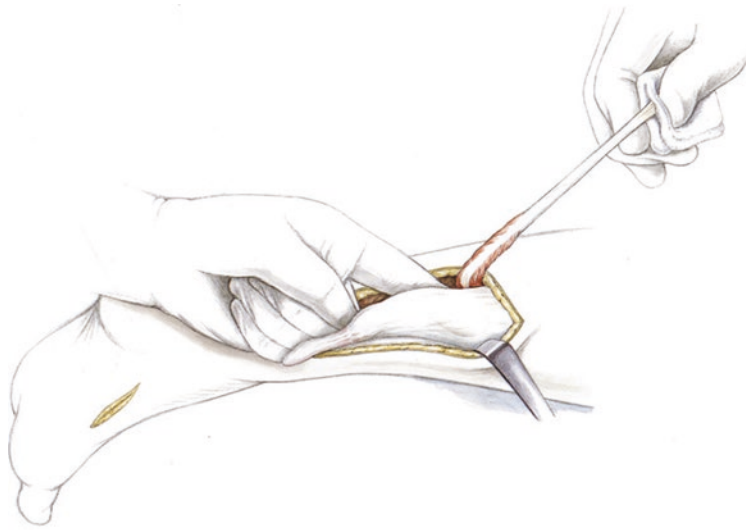
#### ■ Technik

■ **Abb. 1.75** und ■ **Abb. 1.76**

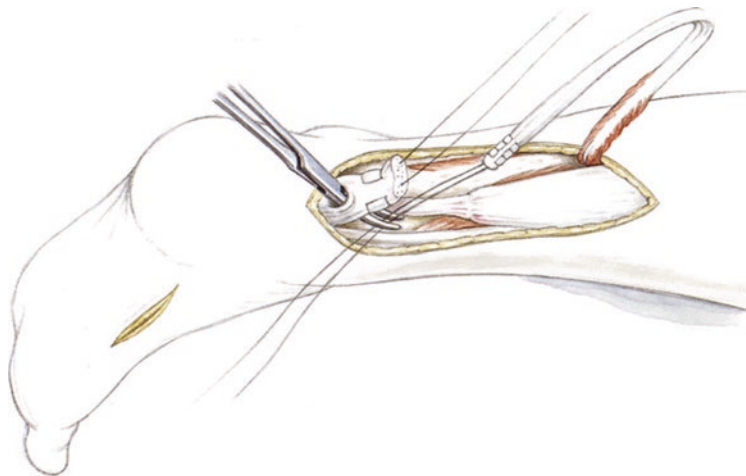
In Blutleere Zugänge zur endoskopischen Operation medial, im proximalen Anteil, in diesem Falle wegen der Vernähung der Semitendinosussehne eher mehr zur Aponeurose hin. Der Schnitt sollte dann im späteren Verlauf bei der Vernähung der Semitendinosussehne auf 2–3 cm erweitert werden. Lateral-distal Stichinzision in Höhe des medialen Zugangs. Ferner optional Hilfschnitt im Bereich des Defekts von medial und ein weiterer proximaler Zugang lateral zur Naht im Aponeurosenbereich des zweiten Sehnenzügels. Hier muss vorsichtig präpariert werden, um den N. suralis nicht zu verletzen. Für die PDS-Kordel werden



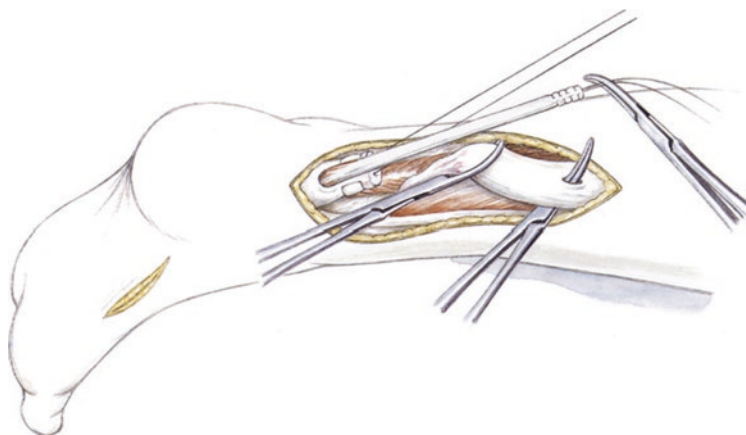
■ **Abb. 1.68** Herausziehen des M. flexor hallucis longus und Einlegen in eine feuchte Komresse



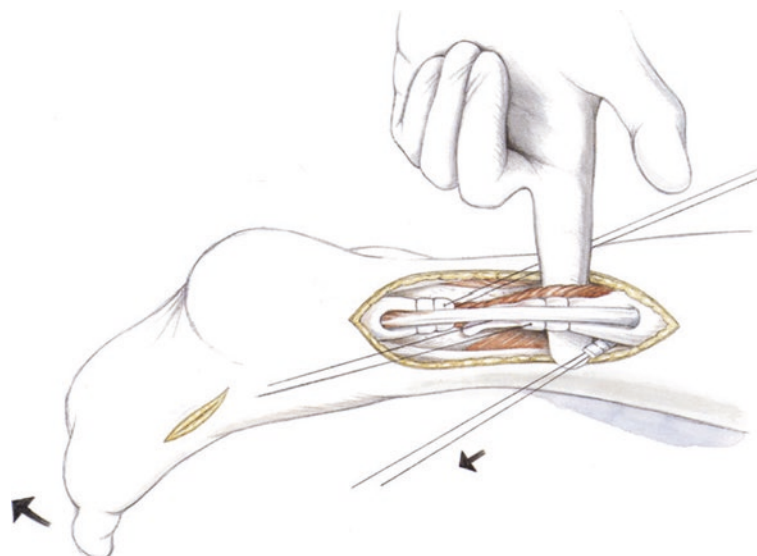
■ **Abb. 1.69** Absetzen der instabilen Narbe am Übergang zum normalen Sehnenanteil unter Präparation des proximalen Gastrocnemius-Soleus-Komplexes zur Mobilisation



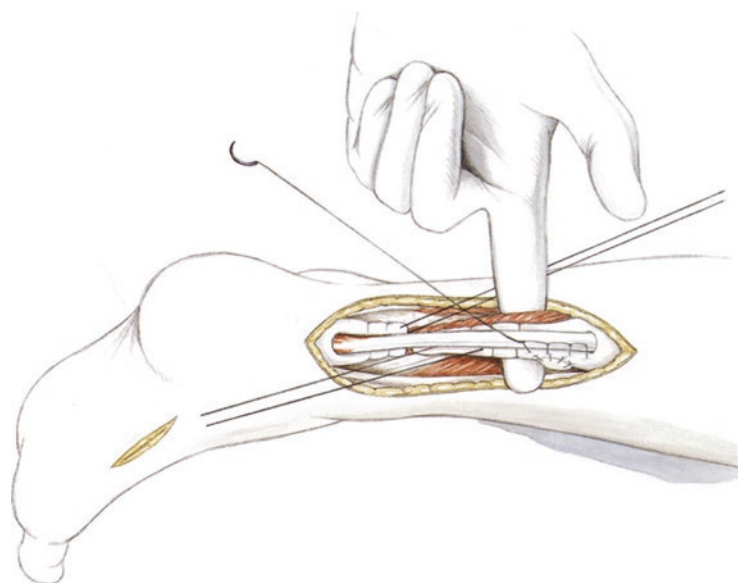
■ **Abb. 1.70** Anschlingen des distalen Stumpfes und Einziehen der Flexor-hallucis-longus-Sehne, die mit einer Krackow-Naht aufgefädelt wurde, in den stabilsten Anteil des distalen Stumpfes in Pulvertaft-Technik



■ **Abb. 1.71** Durchziehen der Flexor-hallucis-Sehne im proximalen Anteil mit einer Overhold-Klemme. Der Fuß liegt in Spitzfußstellung, zusätzlich Anspannung des distalen Sehnenstumpfes mit der Flexor-hallucis-Sehne



■ **Abb. 1.72** Spannen der Neosehne durch maximale Plantarflexion des Fußes mit Unterstützung einer Rolle



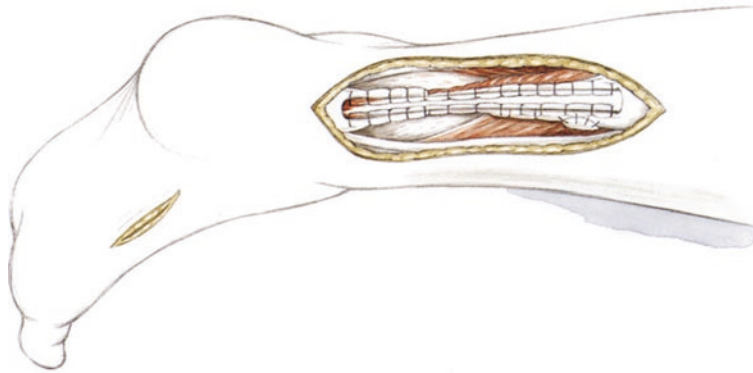
■ **Abb. 1.73** Fixierung der Flexor-hallucis-longus-Sehne im Bereich des proximalen Sehnenstumpfs mit Krackow-Nähten fortlaufend medial und lateralseitig unter maximaler Spannung, dabei Verknoten der Haltefäden der Sehnenstümpfe

im distalsten Sehnenanteil, teilweise auch transkalkaneär medial und lateral Stichinzisionen durchgeführt.

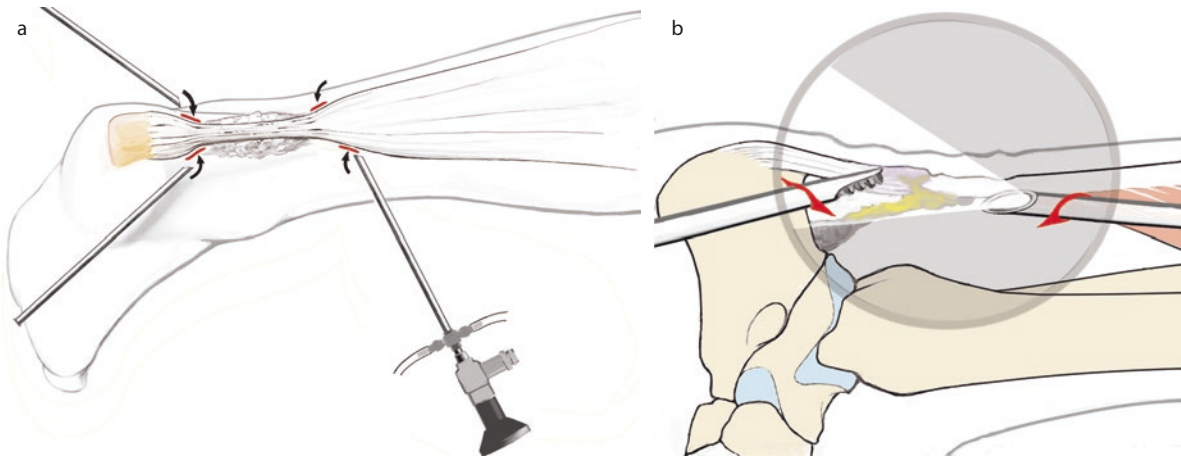
Bei veralteten Rupturen mit Defektbildung und instabilen Narbenbildungen wird zunächst die Defektsituation débridiert mit Präparation des Situs und Entfernung von Narben, um sich ein Bild von der anatomischen Situation zu machen.

Entscheidend für die Wiedererlangung eines funktionsfähigen Gastrocnemius-Soleus-Achillessehnen-Komplexes ist die Mobilisation der Sehnenstümpfe im distalen und proximalen Anteil. Im proximalen Anteil ist dieser häufig bei länger bestehenden Defektsituationen nach ventral angewachsen. Eine *Conditio sine qua non* ist die endoskopische Mobilisation im distalen und proximalen Anteil des

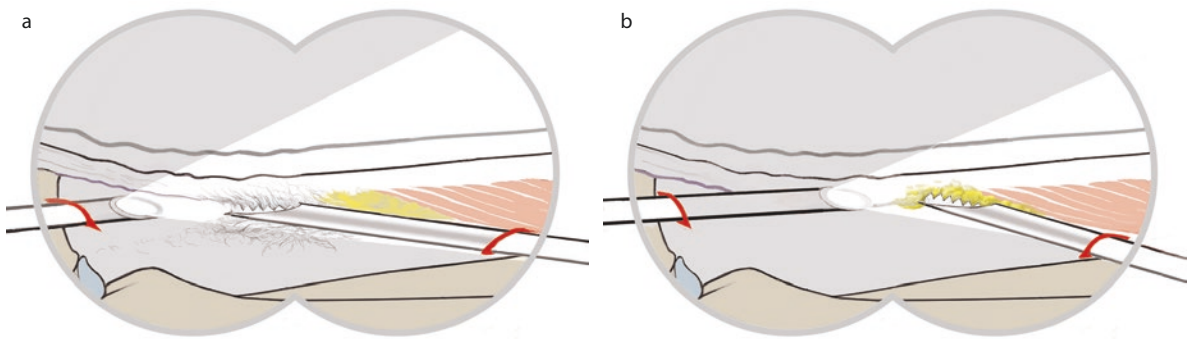
# 1.8 · Semitendinosussehnentransfer bei Defekt- und Infektsituationen der Achillessehne (endoskopisch)



**Abb. 1.74** Fortlaufende Krackow-Nähte im Bereich der aufgesteppten Flexor-hallucis-Sehne sowie Vernähen mit dem evtl. vorhandenen Narbengewebe im Defektbereich in Krackow-Technik



**Abb. 1.75a,b** **a** Debridement und Tenolyse über mediale und laterale (cave N. suralis) Zugänge. **b** Distale Tenolyses des Stumpfes, so daß dieser frei beweglich ist



**Abb. 1.76 a,b** **a** Proximale Tenolyse, **b** Musculolyse, extrem vorsichtig. Der proximale Gastroc-Soleus-Achillessehnen Komplex muß wieder beweglich sein

Gastrocnemius-Soleus-Achillessehnen-Komplexes. Hier muss nach medial sehr vorsichtig vorgegangen werden, da es sonst zu Verletzungen der A. tibialis oder von Seitenästen kommt.

### ■ ■ Sehnenentnahme

■ Abb. 1.77, ■ Abb. 1.78 und ■ Abb. 1.79

Nach der Mobilisation wird der M. semitendinosus mit Hautschnitt etwas medial von der tastbaren Semitendinosussehne proximal der Kniekehle dargestellt. Anschlingen mit der Overhold-Klemme. Präparation mit der Schere nach proximal und distal. Einlegen eines Sehnenstrippers (wie in der Kreuzbandchirurgie) und Strippen nach proximal. Nochmals Anschlingen mit der Overhold-Klemme und Strippen nach distal. Dies ist im Bereich der Insertion des medialen Tibiaplateaus teilweise etwas schwieriger. Danach wird die Sehne entsprechend der Kreuzbandpräparationstechnik mit entsprechender Ausrüstung eingespannt und mit Krackow-Nähten an beiden Seiten mit FiberWire fixiert.

### ■ ■ Augmentationsrahmennah (Fibertape)

Zur Sicherung des stabilen Einwachsens des Transplantats wird zuerst ein Fibertape transkalkaneär von medial nach lateral durchgezogen. Hierbei sollte der Bohrkanaal nicht zu weit ventral liegen, um eine Veränderung der Biomechanik zu erzeugen. Durchziehen des Fibertapes in die Aponeurose, jedoch weiter proximal als der Sehnentransfer. Danach Anknoten und Fixieren in Spitzfußstellung.

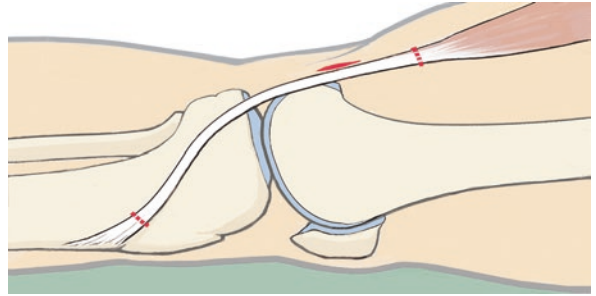
### ■ ■ Semitendinosustransfer

■ Abb. 1.80 und ■ Abb. 1.81

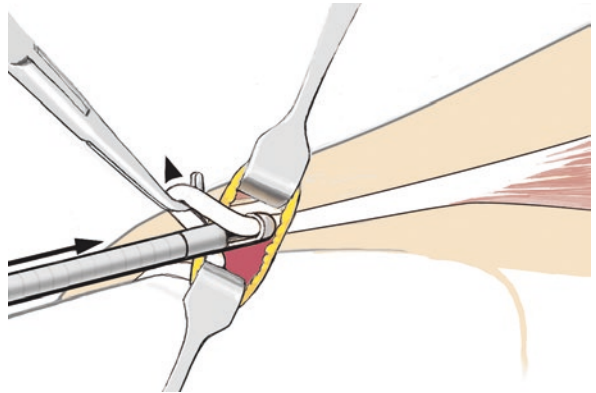
Der distale Sehnenstumpf wird nahe des Kalkaneus mit einer Ellis-Klemme von medial nach lateral präpariert, sodass ein Raum für den Sehnendurchzug entsteht. Das Sehnen transplantat wird mit der Ellis-Klemme von medial nach lateral durchgezogen. Dann wird mit einer Ahle nach proximal kreuzend das Transplantat durch die Aponeurose durchgezogen (der mediale nach lateral nach medial durch die Aponeurose). Unter fester Anspannung in Plantarflexion Fixieren der Sehnen mit FiberWire-Nähten (2-0) im Bereich der Aponeurose. Zusätzliche Naht im distalen Anteil, wo die Semitendinosussehne transtendineal durch den Achillessehnenstumpf gezogen wird, um hier zu arretieren. Überstehende Sehnenanteile werden nun reseziert. Der Rekonstruktionskomplex wird noch einmal arthroskopisch angeschaut. Nun Einspritzen von ACP, v. a. auch in den distalen und proximalen Sehnentransferanteil. Verschluss der Zugänge. Anlegen einer Gipsschiene.

### ■ Nachbehandlung

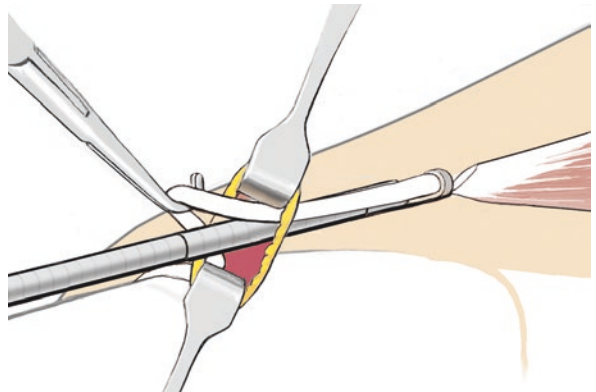
Gipsschiene für 2 Tage. Dann wie bei der chronischen Ruptur (► Abschn. 1.7) milde Plantarflexionsübungen in



■ Abb. 1.77 2–3 cm langer Hautschnitt proximal der Kniekehle parallel zur Semitendinosussehne

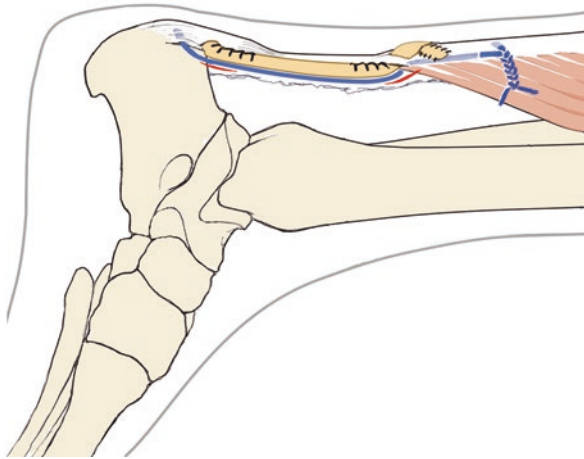


■ Abb. 1.78 Präparation der Sehne und Einführen eines Sehnenstrippers



■ Abb. 1.79 Entsprechend der Kreuzbandchirurgie wird die Sehne erst im muskulären Übergang nach proximal abgesetzt, danach nach distal, was am Pes anserinus manchmal schwieriger ist. Es sollte das Knie dann gebeugt werden

Spitzfußstellung. Einspritzen von Wachstumsfaktoren (ACP) nach 2, 4 und 6 Wochen. Vario-Stabil-Schuh für 6 Wochen, ebenfalls wie bei der Behandlung chronischer Rupturen (■ Abb. 1.82).



■ **Abb. 1.80** Sagittale Ansicht: Komplette Rekonstruktion der Sehne nach Mobilisation des Gastrocnemius-Soleus-Komplexes, Augmentation je nach distaler Sehnenstumpqualitt auch transkalkaneär! Durchführung der Fibertape-Augmentation in maximaler Plantarflexion. Danach Rekonstruktion der Achillessehne mit Semitendinosustransfer

### 1.8.2 Infektsituation

Die Infektion der Achillessehne stellt die schwerwiegendste Komplikation nach Achillessehnenoperationen dar. In der Regel werden große Teile der Sehne reseziert, da aufgrund der schlechten Durchblutung im Infekt nur durch Resektion therapiert werden kann. Dies führt meistens zu mehrfachen Operationen mit großen Schnittführungen und erheblichen Hautvernarbungen, teilweise sind Lappendeckungen durch plastische Chirurgen notwendig. Seit 2011 hat die Behandlung mit der endoskopischen Technik einen völlig neuen Zugang erfahren. Die Sehne

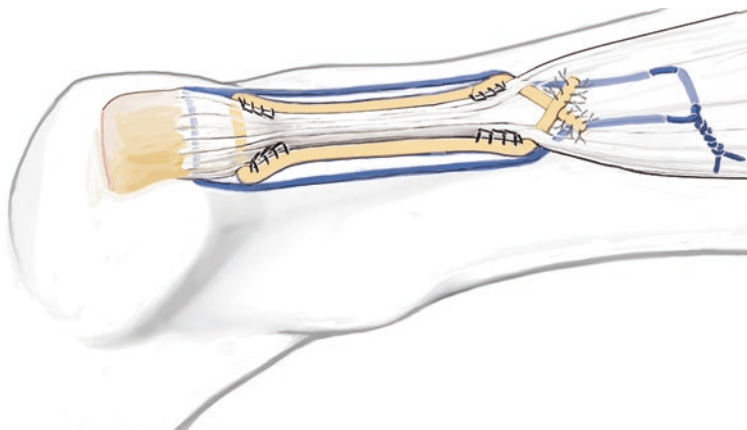
wird bei Infektionen endoskopisch mit feinen rotierenden Shavern nach und nach komplett entfernt. Durch die ausgiebige Spülung mit 20 l Flüssigkeit gelingt es eindeutig besser, die Infektion zu beherrschen. Die Hautverhältnisse werden durch die reine minimal-invasive endoskopische Technik nicht kompromittiert. Abschließend werden nach der kompletten Resektion Antibiotikaskwmme eingelegt. Danach wird der Heilverlauf genau beobachtet. In der Regel kann bei normalem Abklingen der Infektion unter Gabe eines Antibiotikums nach 2–4 Wochen der Transfer der Semitendinosussehne wie oben beschrieben durchgeführt werden. Vor dem Einlegen der Sehne wird nochmals der gesamte Bereich ausgespült, und Gewebefetzen werden mit dem rotierenden kleinen Messer reseziert. Diese Technik führte seit 2011 in allen Fällen der bisherigen Anwendung zur Ausheilung und Beherrschung der Infektion. Mit der erneuten Rekonstruktion des Achillessehnen-Muskel-Komplexes konnte somit wieder eine moderate Sportfähigkeit erreicht werden.

#### ■ Indikation

Bei Infektsituationen kann die Sanierung mit einem endoskopisch assistierten Sehnentransfer nur durchgeführt werden, wenn die Haut weitgehend integer ist (Fistel etc.) und keine große komplette Hautnekrose vorliegt.

#### ■ Kontraindikation

Großer Hautdefekt, der einer plastischen Deckung bedarf. Hier kann nach der plastischen Deckung zweizeitig eine Semitendinosusrekonstruktion durchgeführt werden. Offene, putride Verletzungen mit Weichteildefekten bedürfen eines offenen Dbridements. Hier muss immer eine Lappentransplantation angeschlossen werden. Die Prinzipien entsprechen denen der offenen Infektsanierung.



■ **Abb. 1.81** Dorsale Ansicht : Rekonstruktion mit Semitendinosustransfer



■ **Abb. 1.82** Funktionelle Nachbehandlung im Vario-Stabil-Schuh. Absatzhöhung und dorsale Plastiklasche zur Fixierung in Plantarflexion. Vollbelastung im Schuh nach Wundheilung. ACP nach 2, 4 und 6 Wochen

### ■ Operatives Setup

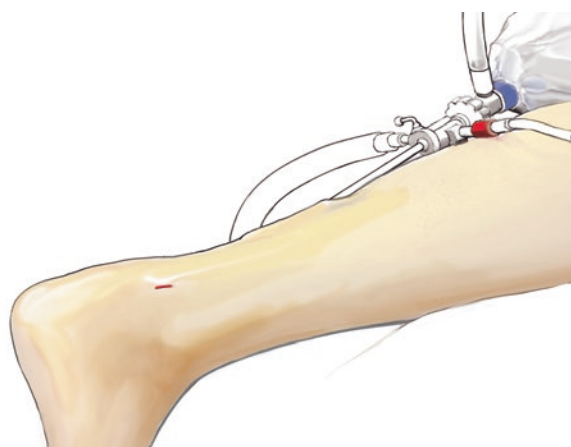
Vollständig identisch mit dem Setup für den Transfer der Semitendinosussehne. Allerdings geht bei der Infektsituation der Rekonstruktion ein ausgiebiges Débridement voraus. Hierbei wird evtl. das Portal am distalen Fistelbereich eingelegt. Insbesondere ist darauf zu achten, beim Débridement nach ventral das Gefäß-Nerven-Bündel nicht zu verletzen, v. a. wenn das Retinakulum schon auf ist. Nach lateral ist auf den N. suralis und die kleine A. fibularis zu achten. Instrumente: 5,0-mm-Shaver und 4,0-mm-Arthroskop, evtl. kleine Moskitoklemmen für die Entfernung von Nahtmaterial. Zusätzlich Einlegen von Genta-Coll-Antibiotikaskwämmen, falls der Infekt antibiotisch sensibel ist.

### ■ Lagerung

Lagerung und Antibiotikaphylaxe wie in ► Abschn. 1.6.2 beschrieben.

### ■ Technik

Die Zugänge entsprechen dem Vorgehen bei der Defektsituation, jedoch sollte zusätzlich eine Fistel ausgeschnitten werden, sofern sie nicht innerhalb eines möglichen Zugangs medial oder lateral liegt. Mit dem Shaver wird das nekrotische Sehnengewebe proximal und distal bis hoch zu den Stümpfen radikal komplett entfernt. Diese werden mobilisiert. Bei floridem Infekt Einlegen von Gentamycin-Schwämmen (falls sensibel) am Ende der Operation. Legen einer Redon-Drainage. Verschluss der Einstichstellen und evtl. auch der ausgeschnittenen Fistel. Insgesamt



■ **Abb. 1.83** Débridement dorsal und ventral unter Respektierung des ventralen Retinakulums und des lateralen N. suralis. Es wird das gesamte nekrotische Gewebe radikal entfernt. Intensivste Spülung mit Ringer-Laktat-Lösung

sollte mit mindestens 15–20 l Ringer-Laktat-Lösung gespült werden. Zusätzlich immer wieder Resektion von nekrotischem Gewebematerial, bis das Débridement vollständig erscheint (► Abb. 1.83).

Nach einer Woche wird eine Etappen-Lavage durchgeführt. Je nach Infektsituation, Blutparametern, Lokalbefund und antibiotischer Sensibilität kann frühestens nach 1–2 Wochen der Sehnentransfer erfolgen. Bei der Zweitoperation wird als Erstes nochmals ausgiebig débridiert. Sollte hierbei der Eindruck entstehen, dass die Sanierung des infizierten Gewebes noch nicht ausreichend ist, wird nochmals ein komplettes Débridement durchgeführt. Nach einem weiteren 2-wöchigen Intervall erfolgt der Semitendinotransfer wie oben beschrieben.

## 1.9 Haglund-Exostose und Insertionstendopathie

### ■ Indikation

Die Indikation zur Resektion der Prominenz des Tuber calcanei mit Insertionstendopathie der Achillessehne und häufig mit Bursitis besteht in einer Therapieresistenz von mindestens einem halben Jahr mit durchgeführten krankengymnastischen Bewegungsübungen, Beugemuskelketten-Stretching, evtl. auch mit ACP-Infiltrationen und Stoßwellentherapie.

### ■ Kontraindikation

Bei erheblichen Durchblutungsstörungen oder einer relativen Kontraindikation wie kardialen Problemen oder schwerem Diabetes sollte das Intervall für eine konservative Therapie ausgedehnt und nicht proaktiv operativ vorgegangen werden.

### ■ Operatives Setup

Normales Arthroskopieset (10 mm) für arthroskopische Operationen an der Achillessehne, gerader Meißel, Power-Rasp zur Begradigung des distalen Anteils der Resektionsfläche zur Sehne hin sowie Débridement mit dem 5,0-mm-Shaver. Die Haglund-Exostose wird über einen minimal-invasiven Zugang entfernt. Danach Débridement und Begradigung der Resektionsfläche mit der Power-Rasp bis nach distal in den Ansatzbereich. Dann provisorischer Hautverschluss und weiteres endoskopisches Débridement der Achillessehne bis hoch zur Midportion. Im anterioren Sehnenanteil wird bis hin zum kaudalen Ansatz des M. soleus débridiert.

### ■ Lagerung

Lagerung und Antibiotikaprophylaxe wie in ► Abschn. 1.6.2 beschrieben.

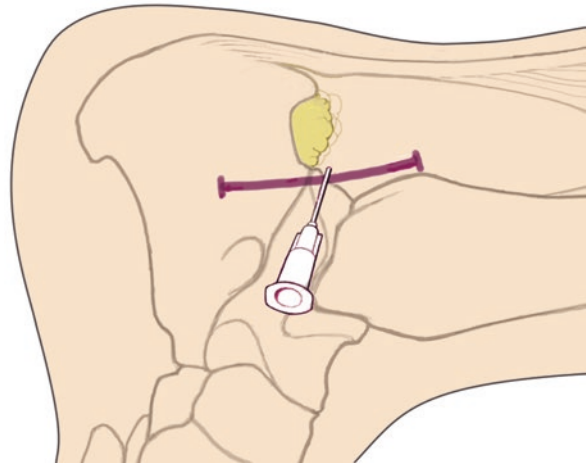
### ■ Technik

■ Abb. 1.84, ■ Abb. 1.85, ■ Abb. 1.86, ■ Abb. 1.87, ■ Abb. 1.88 und ■ Abb. 1.89

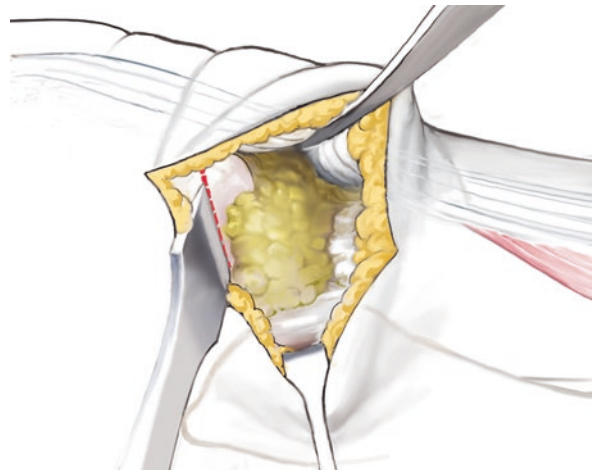
Nach Beendigung der Knochenresektion wird beim lateralen Zugang besonders auf der medialen Seite auf verbliebene „Knochenreste“ geachtet. Denervierung mit einer Elektrokugel im Bereich des lateralen und medialen Periosts des Kalkaneus. Bei der zu diesem Zeitpunkt halb offenen Operation wird die Achillessehne nach derben Vernarbungen abgetastet. Diese werden mithilfe eines kleinen Dreizinkenhakens, welcher die Sehne evertiert, tangential mit einem 11er-Skalpell abgeschnitten, bis weiche Strukturen vorhanden sind. Die Wunde wird nun im mittleren Anteil des etwa 2 cm langen Zugangs mit einer Ausstichnaht verschlossen. Danach Einbringen des Arthroskops und Durchführen auf die mediale Seite. Hier wird mit einem 11er-Skalpell ein zweiter Zugang gelegt. Danach werden arthroskopisch die Übergänge der Achillessehne bis in den tiefen Ansatz endoskopisch nochmals débridiert.

Unter Einstellung des Optikfokusses auf die Sehne von dorsal nun die gesamte Achillessehne im débridierten Teil nochmals nachträglich glätten. Da häufig auch ventrale Verwachsungen in der anliegenden Midportion-Tendopathie vorhanden sind, werden über den medialen und lateralen Zugang die anterioren Gefäße und Einstrahlungen sowie das Periost ventralseitig nochmals bis etwa 4–5 cm, teilweise bis 6 cm, débridiert. Auch die distale Sehneninsertion wird noch einmal mit wechselnden Instrumenten ausgiebig débridiert.

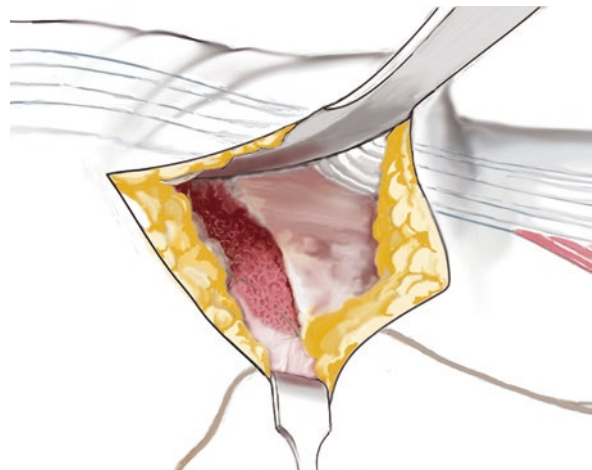
Nun Einlegen von Lyostypts im Bereich der Kalkaneusosteotomie und Resektion, um eine schnelle Okkludierung des Resektionsbereichs zu erreichen. Ausgiebige Blutstillung mit dem Elektrokauter, dann Fasziennähte und Subkutannähte. Einlegen einer Redon-Drainage (8 mm) von lateral, dabei mehr auf die Achillessehne ziehen, um den N. suralis nicht



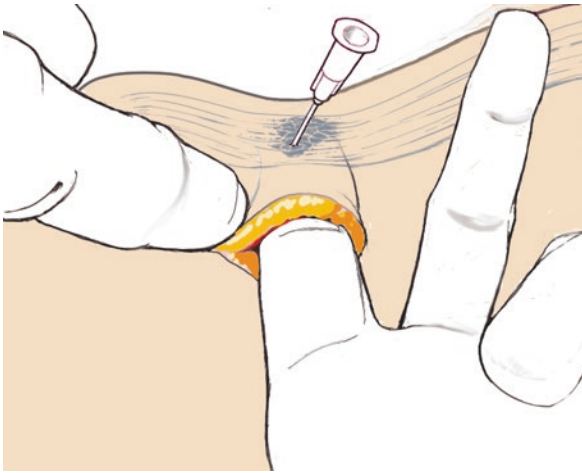
■ Abb. 1.84 Lateraler Zugang zum Karger-Dreieck und zur Achillessehne. Markierung der Haglund-Exostose mit einer 1er-Kanüle



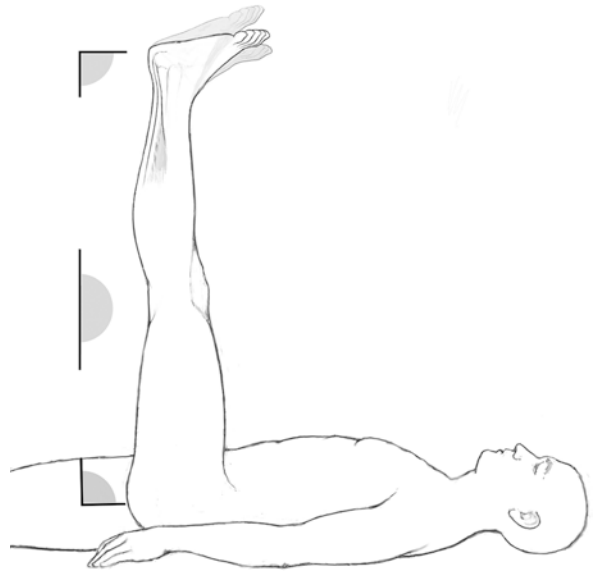
■ Abb. 1.85 Darstellung der Haglund-Exostose mithilfe eines kleinen Hohmann-Hebels und Langenbeck-Hakens. Abmeißeln mit 10er-Meißel bis zur distalen Insertion der Achillessehne



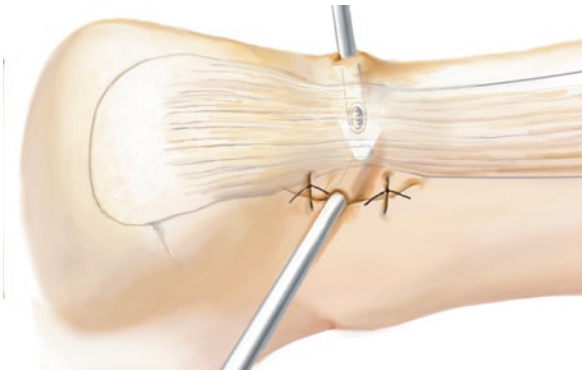
■ Abb. 1.86 Abschleifen mit Feile oder Power-Rasp, vor allem auch medial



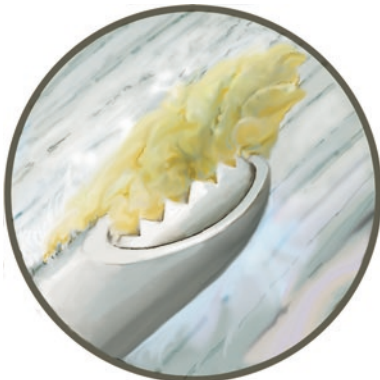
■ **Abb. 1.87** Tasten von festen fibrotischen Achillessehnedegenerationen und Markieren mit Kanüle. Diese festen Degenerationen können auch mit einem 11er-Scalpell entfernt werden



■ **Abb. 1.90** Stretching der Beugemuskulatur an der Wand im Liegen oder auf der Treppe mit 90° Beugung in der Hüfte, volle Streckung im Knie und 90° Beugung im OSG



■ **Abb. 1.88** Verschluss der lateralen Narbe mit Situationsnähten für die weitere endoskopische Operation



■ **Abb. 1.89** Débridement der Sehnedegenerationen mit scharfem Shaver, teilweise bis proximal zur Midportion-Region

zu verletzen. Nach schichtweisem Wundverschluss werden Wachstumsfaktoren (ACP) in den débridierten Bereich und in den Bereich der Osteotomie eingespritzt, um schnell eine Okkludierung zu erreichen. Die frühzeitige Okkludierung mithilfe der Lyostypts und der Wachstumsfaktoren im Bereich der Kalkaneusinsertion sollen eine langfristige Ödembildung im Bereich der Resektionsfläche verhindern.

Bei der Haglund-Exostose und der Insertionstendopathie strahlen die Schmerzen in den Knochen ein, und es besteht ein mechanisches Hindernis durch einen erhöhten Rückfußknochen. Dieser wird mit minimal-invasivem Schnitt (2 cm) mit dem Meißel entfernt, um eine optimale Resektion des Knochens zu erreichen. Dies ist zwar auch rein endoskopisch möglich, aber mit einem größeren Zeitaufwand und in der Folge mit Verknöcherung verbunden. Daher erscheint die rein endoskopische Technik nicht mehr ratsam. Nach der Resektion des Knochens wird endoskopisch weitergearbeitet und die Degenerationen der Sehne unter Vergrößerung der Sicht durch die endoskopische Technik optimal entfernt. Da zusätzlich häufig eine Midportion-Tendopathie besteht, wird in der dort beschriebenen Technik (► Abschn. 1.6) ventral ein Achillessehnedébridement (Neogefäße und Nerveneinsprossungen) sowie ein Débridement des Peritendineums durchgeführt.

#### ■ Nachbehandlung

Teilbelastung für 14 Tage, Bewegungsübungen und krankengymnastisches Übungsprogramm (■ Abb. 1.90). Nach 14 Tagen Vollbelastung und langsamer Sportaufbau mit Fahrradfahren und Aquajogging. Zusätzlich werden im Bereich der Regeneration 3-mal Wachstumsfaktoren (ACP)

eingespritzt, um die Heilung und die Umbildungsvorgänge der Sehne zu beschleunigen.

## 1.10 Arthroskopische Kalkaneoplastik

### ■ Indikation

Nur bei Haglund-Exostosen von geringerem Ausmaß, gepaart mit einer deutlichen Bursitis und geringen Degenerationen im Bereich der Insertion der Achillessehne (meistens Leistungssportler im Laufbereich).

### ■ Kontraindikation

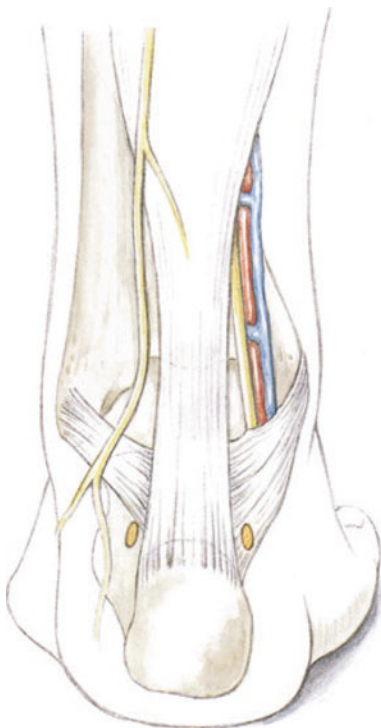
Bei Haglund-Exostosen von großem Ausmaß mit einer deutlichen Bursitis und schwerer Sehnendegeneration im Bereich der Insertion (Verkalkungen etc.) sollte offen reseziert und débridiert werden.

### ■ Spezielle Patientenaufklärung

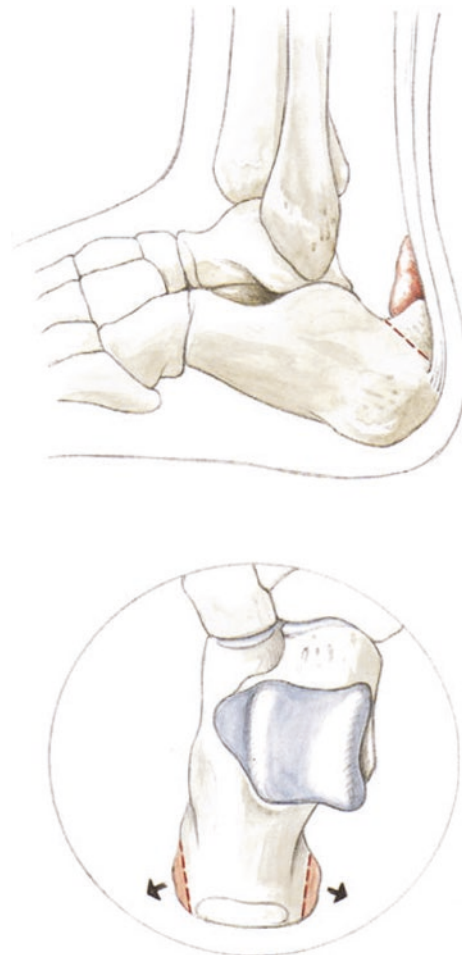
Obwohl durch das minimal-invasive Verfahren sehr früh eine relative Schmerzf়reiheit besteht, sollte der Belastungsaufbau vorsichtig erfolgen.

### ■ Operatives Setup

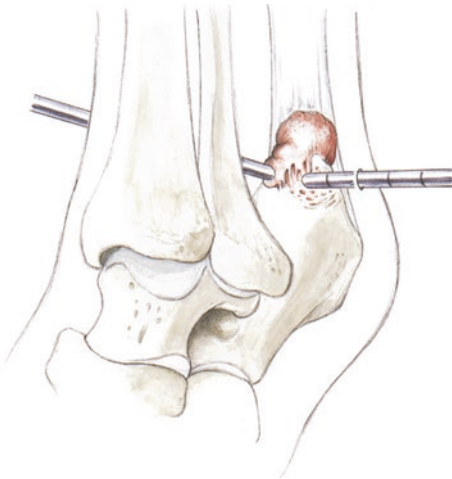
Die Operation kann optional in Blutsperre durchgeführt werden. Anästhesie entsprechend den Wünschen des Patienten, doch sollte man bedenken, dass eine Bauchlagerung in Regionalanästhesie für adipöse Patienten sehr anstrengend ist. Bei Patienten mit obstruktiver Lungenerkrankung ist die operative Versorgung in Seitenlage möglich. Operationsprinzip ist die minimal-invasive Resektion des Haglund-Sporns und der Bursa praeachillea ohne traumatisierenden Zugang. Aufgrund der Hämatombildung bei Knochenresektion Einlegen eines Hämotypstikums sowie einer Redon-Drainage (10 Ch).



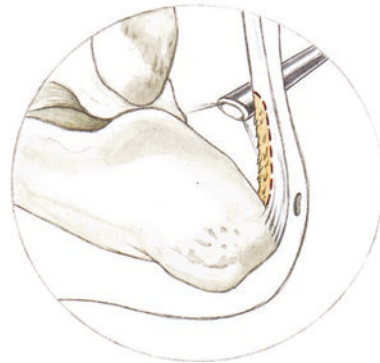
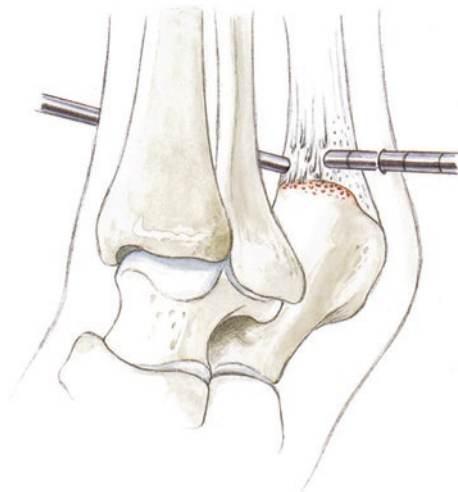
■ **Abb. 1.91** Portale für die Resektion der Haglund-Exostose. Palpieren etwa 5 mm oberhalb der Insertion in den Kalkaneus medial und lateral neben der Achillessehne. Es sollte der Tuber calcanei palpirt werden



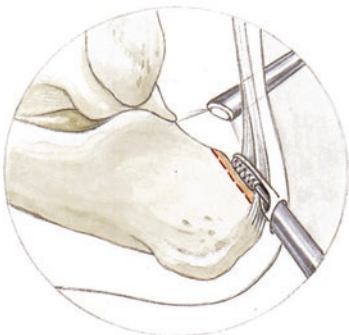
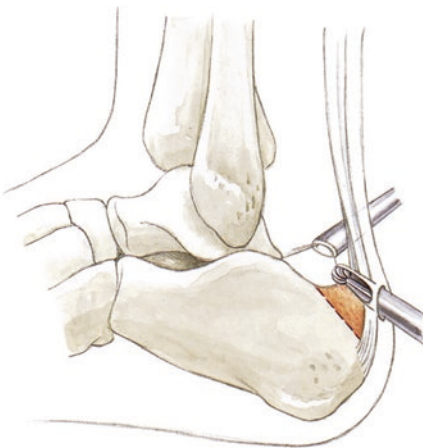
■ **Abb. 1.92** Resektion der Bursa mit Resektor und Shaver. Die Haglund-Exostose sollte so reseziert werden, dass der Tuber calcanei flach bis zur Insertion der Achillessehne abfällt. Auch die Resektion von medialen oder lateralen Osteophyten ist notwendig, evtl. mit einem 5-mm-Meißel. Ferner ist auch ein Release, evtl. mit Denervierung der seitlich einstrahlenden Fasern der Achillessehne, notwendig



■ **Abb. 1.93** Nach Resektion der Bursa mit einem Resektor Darstellung des Kalkaneus. Débridement entlang der Haglund-Exostose bis zur Insertion der Achillessehne. Hier kann durch transkutanes Einbringen einer Kanüle das Ausmaß der Resektion von Beginn an dargestellt werden. Nach der Resektion Durchführen einer Bildwandlerkontrolle



■ **Abb. 1.95** Débridement der Achillessehne. Anfänglich Nachresezieren der Achillessehne mit einem Shaver im Bereich der makroskopischen Veränderungen. Abtasten der Achillessehne auch mit dem Tasthaken, evtl. Needling mit einem Chondropick unter endoskopischer Kontrolle



■ **Abb. 1.94** Resektion mit der Kugelfräse. Besonders zu beachten ist, dass der Weichteilschutz zur Achillessehne gedreht ist. Die Kugelfräse wird im Bereich der Haglund-Exostose 4–5 mm heruntergebohrt, danach weitere Resektion mit der Power-Rasp, bis eine optimale Resektion erfolgt ist

#### ■ Lagerung und perioperatives Management

Standardbauchlagerung mit Unterpolsterung des nicht verletzten Beins im Bereich des N. peroneus, die Beine hängen leicht über dem Operationstisch, das nicht operierte Bein wird leicht abgesenkt. Im Bereich des OP-Felds sollte bei entsprechender Behaarung rasiert werden. Präoperative Antibiotikaprophylaxe mit einem Cephlosporin der dritten Generation. Perioperativ Thromboseprophylaxe mit niedermolekularen Heparininjektionen bei Narkoseeinleitung.

#### ■ Technik

■ **Abb. 1.91**, ■ **Abb. 1.92**, ■ **Abb. 1.93**, ■ **Abb. 1.94** und ■ **Abb. 1.95**

#### ■ Nachbehandlung

Hochlagern der Beins. Am 2. postoperativen Tag Dehnübungen des oberen Sprunggelenks bei gebeugtem Knie (Entspannung des Gastrocnemius-Komplexes). Gabe von

### 1.10 • Arthroskopische Kalkaneoplastik

Diclofenac für 2–3 Wochen oder NSAR (z. B. Ibuprofen). Teilbelastung mit 15 kg für 7–10 Tage. In der Frühphase häufig Bein hochlagern, da Schwellungen auftreten können. Fäden nach 7–10 Tagen entfernen.

# Eingriffe an Außenbändern des oberen Sprunggelenks

- 2.1      Allgemeine Bemerkungen – 38
- 2.2      Internal Brace – 38
- 2.3      Periostlappenplastik – 39
- 2.4      Arthroskopische Broström-Technik – 40

## 2.1 Allgemeine Bemerkungen

### ■ Indikation

Chronische Rotationsinstabilitäten des lateralen Bandapparats des Sprunggelenks, die nach stabilisierendem propriozeptivem Training und Krankengymnastik mit Peronealmuskeltraining eine signifikante empfundene Instabilität aufweisen. Instabilitäten klinisch meistens 1 bis 2+. Zusätzlich als Revisionseingriff nach Bandnähten und Rekonstruktionen.

### ■ Kontraindikation

Bei schon vorher durchgeführten Periostlappenplastiken ist eine erneute Verwendung des Periosts manchmal nicht möglich. Dann sollten Plantaris-gracilis-Sehnentransfers angeboten werden, um Defektsituationen ausgleichen zu können.

### ■ Spezielle Patientenaufklärung

Zur Wundheilung kurzfristige Gipsbehandlung für 7–10 Tage, danach Weiterbehandlung in einer Orthese mit Stabilisierung gegen ein Supinationsrisiko. Entsprechend der Schmerzen und der Wundheilung kann in der Orthese voll belastet werden. Zur Verbesserung der Sehnenheilung werden Wachstumsfaktoren gespritzt. Der Belastungsaufbau erfolgt mit Fahrradfahren und Aquajogging.

### ■ Operatives Setup

Die Operation kann optional in Blutsperre durchgeführt werden. Anästhesie entsprechend den Wünschen des Patienten.

### ■ Lagerung und perioperatives Management

Rückenlage mit Keilunterpolsterung des zu operierenden Beins im Bereich Becken/Oberschenkel. Das Bein kann mit einer kleinen Rolle im Bereich der Wade oder einem Silikonkissen (Kamel) stabilisiert werden. Normale Antibiotikaprophylaxe sowie perioperative Thromboseprophylaxe, entsprechend der Präferenzen des Operateurs.

### ■ Technik

Gerade bei genetisch bedingter laxer Band- und Sehnenstruktur hat sich eine Augmentation mit einem Internal Brace bewährt, es gewährt eine primäre Stabilität durch die Implantation in anatomischer Position mit einem Fiber-Wire. Ich benutze das Internal Brace zusätzlich bei der Periostlappenplastik im Zusammenhang mit der gleichzeitigen Therapie von Knorpelschäden mit Knorpelrekonstruktion und AMIC-Verfahren. Hierbei erreicht man durch das Internal Brace nach 14 Tagen schon so viel Stabilität, dass mit Bewegungsübungen im Sprunggelenk in Dorsal- und

Plantarflexion die Regeneration und die Heilung der Knorpelrekonstruktion möglich sind.

### ■ Nachbehandlung

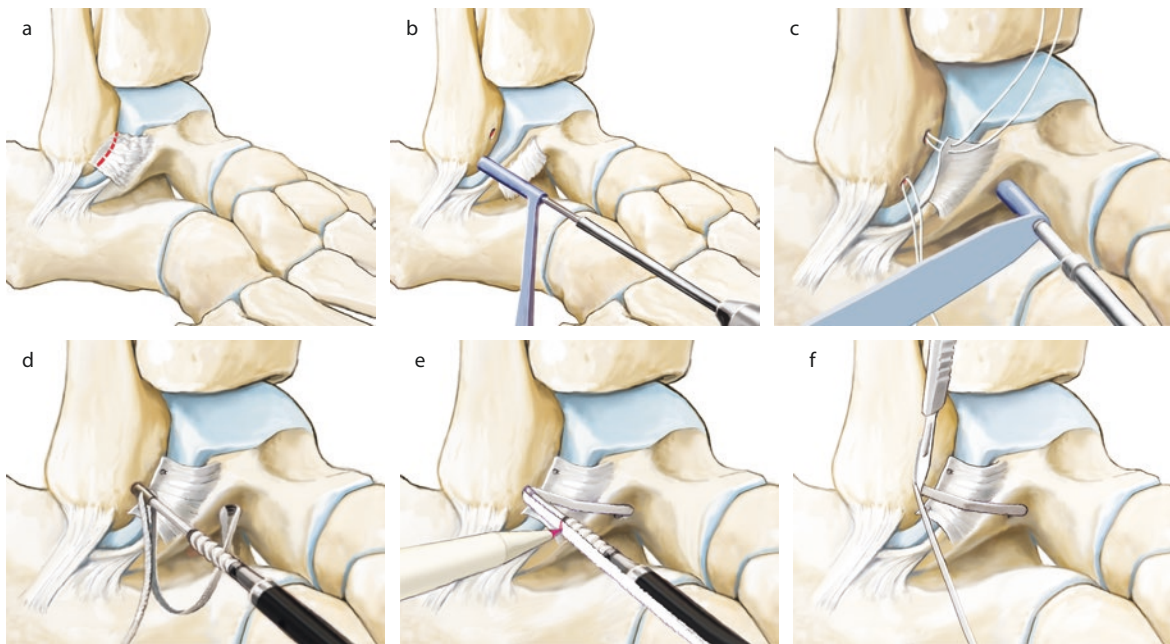
Spaltgips für 7–10 Tage. Nach Abheilung der Wunde Tragen einer Orthese. Hier kann bei deutlich nachlassenden Schmerzen eine Vollbelastung durchgeführt werden. Regelmäßige Pronationsübungen, propriozeptive Übungen sowie Anspannungsübungen der Peronealmuskulatur selbstständig und unter krankengymnastischer Anleitung. Im weiteren Verlauf der Stabilisierung können Minitrampoline, Wackelbrett und Weichkissen zur Verbesserung der Propriozeption und der Stabilität angewendet werden. Belastungsaufbau bei Rekonstruktionen nicht vor der 8. Woche mit Joggen auf ebenem Gelände. Zusätzlich bei schlechter Bewegungssituation oder bei vollständigem Sehnentransfer Injektion von Wachstumsfaktoren und ACP nach 14 Tagen oder 4 Wochen.

## 2.2 Internal Brace

Der Internal Brace ist eine Verstärkung in Kombination mit der Broström-Prozedur, zusätzlich auch eine Verstärkung bei großen Defektsituationen und Periostlappentechnik.

Es wird ein Zugang in Fibulamitte durchgeführt. Präparation nach distal bis zum talaren Übergang der Knorpel-Knochen-Grenze, um den Insertionspunkt im Talus darzustellen. Zusätzlich Darstellung der Fibulaspitze. Für die Broström-Operation können jetzt mit dem Suture-Tag die Bohrkanäle vorgelegt und mit dem Lasso-Loop die distalen Austrittspunkte festgelegt werden. Danach Bohren mit dem 3,5er-Bohrer im Bereich der Fibula von der Tiefe bis zur Lasermarkierung. Nun kann das Gewinde vorgeschnitten werden.

Einbringen des Swivel-Lock-Fadenankers mit dem Spezialimplantationsinstrument. Es wird nun mit 2 kleinen Langenbeck-Haken der Bereich der Knorpel-Knochen-Grenze an der Insertion des Lig. fibulotalare anterius im Talushals genau dargestellt (■ Abb. 2.1). Vorbohren mit dem 4,5er-Bohrer. Es wird leicht nach proximal und in der sagittalen Ebene relativ waagrecht gebohrt, sodass es nicht zum Penetrieren des Sinus tarsi kommen kann. Danach wieder Vorschneiden des Gewindes. Jetzt Ausmessen der Schraubenlänge und Markieren am Fibertape. Danach wird das Fibertape so weit elongiert, dass die Schraubenlänge mit-einbezogen ist. In Pronation und Neutralstellung Eindrehen der Schraube, sodass es jetzt zu einer festen Spannung des Internal Brace kommt. Danach können die Suture-Tags noch mal refixiert werden, bzw. es kann jetzt noch zur Rekonstruktion bei großen Defekten ein Periostlappen für eine Periostlappenplastik präpariert werden.



■ **Abb. 2.1** a Absetzen des elongierten Lig. fibulotalare anterius an der Fibula, b anatomisches Einbringen von 2 Fadenankern, c Fixieren des Bands und Vorbohren (4,5 mm) in den Talushals, d Fixieren des Fibertapes mit Swivel-Lock-Schraube im Talus, e Ausmessen der Länge des Fibertapes, um eine adäquate Spannung zu gewährleisten, f in Pronation festes Einschrauben der Swivel-Lock-Schraube und Absetzen des restlichen Fibertapes

## 2.3 Periostlappenplastik

### ■ Indikation

Bei Defektsituationen, Revisionsoperationen, chronischen Instabilitäten mit Elongation oder komplettem Substanzverlust.

### ■ Technik

Gerader Hautschnitt über die Fibula bis etwa 1 cm unterhalb der Spitze. Präparation der Fascia cruris und nach proximal Erweiterung des Schnittes über eine Länge von etwa 4–5 cm, um einen ausreichend langen Periostlappen präparieren zu können.

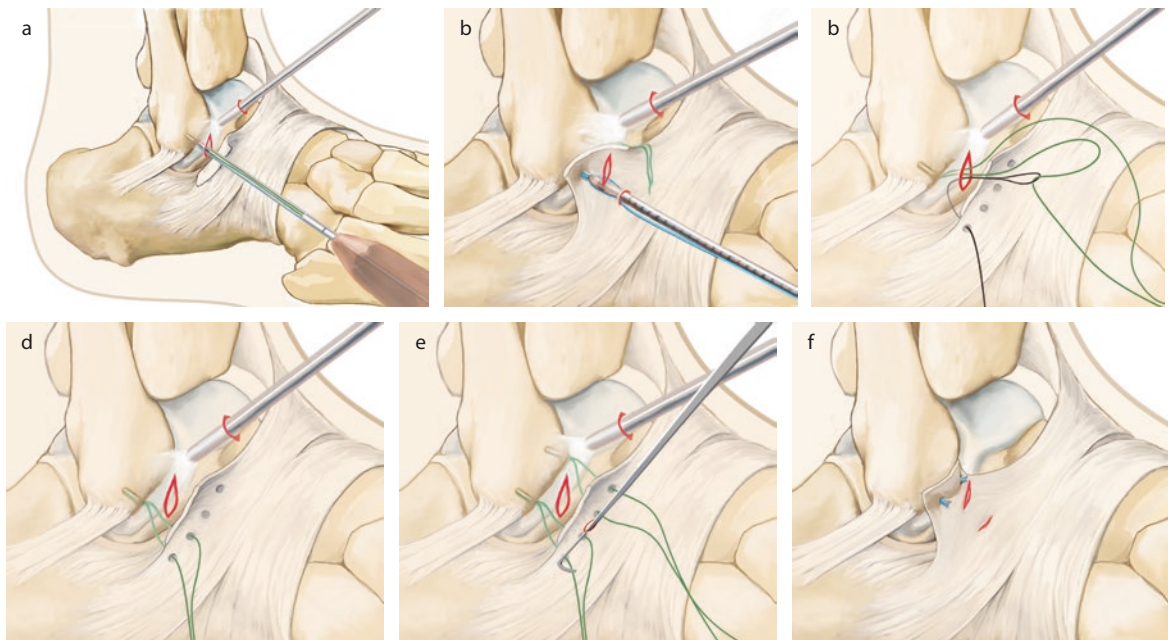
Es wird der ventrale Rand der Fibula dargestellt. Nun wird mit dem 11er-Skalpell vom ventralen Rand sowie im kaudalen Rand im proximalen Anteil (4–5 cm von der Fibulaspitze) der Periostlappen gehoben. Hierbei sollte nochmals mit einem Elevatorium eine komplette homogene Trennung zwischen dem Lappen und dem verbliebenen Periost am Knochen erfolgen. Danach wird mit einem Elevatorium/Raspatorium stumpf der Lappen nach und nach abgeschoben, bis etwa 3 mm proximal der Fibulaspitze. Hier sollte mit einem Fadenanker der Lappen vor dem Ausreißen fixiert werden. Ein 2,7-mm-Fadenanker wird in die distale Fibula im Insertionsbereich gebohrt. Der Periostlappen

wird dann mit den 2 Fäden an der Fibulaspitze fixiert, damit er nicht abreißen kann.

Danach Darstellung der Insertionsstellung im Bereich des Talus zwischen Knorpelansatz und Übergang vom Knorpel zum Knochen. Es wird wiederum mit einem 2,7-mm-Fadenanker in den Insertionsbereich gebohrt. Danach wird der Lappen in Pronationsstellung des Sprunggelenks fest von distal durchgestochen, und die Fäden werden in Pronationsstellung geknotet, fixiert und umgeschlagen. Durchstechen auch des rückführenden Lappenanteils und Fixierung fest im Bereich der talaren Insertion. Danach wird er unter Anspannung nach proximal wieder zurückgeführt und am zweiten Fadenanker fest fixiert. In der Regel gibt es ein sehr festes Neoband. Nun werden die Kapsel und auch die Faszie nochmals gerafft, sodass eine zweite Lage einer Rekonstruktion besteht. Einspritzen von ACP. Danach Subkutan- und Hautnähte. Anlegen eines Gipses in Pronation und Neutralstellung.

### ■ Nachbehandlung

Gips für eine Woche zur Wundheilung. Danach Schiene/Orthese in Pronationsstellung. Vollbelastung schmerzabhängig möglich. Zur besseren Bandheilung sollte nach 2 und 4 Wochen nochmal ACP in den Bereich gespritzt werden.



**Abb. 2.2** a Arthroskopische Standardportale, Debridement der Fibulaspitze mit Shaver und evtl. Power-Rasp. Anlegen der Bohrlehre etwa 5 mm von der Fibulaspitze entfernt. Bohrung nach kranial und sagittal, mehr parallel zum medialen Fibulakortex, um ein Frakturieren zu vermeiden. b Einbringen des Fadenankers. Zweite Bohrung 5 mm proximal des ersten Fadenankers in gleicher Technik. c Stichinzision laterales kaudales Retinakulum unter Schonung des kutanen Nervs. Ausziehen des Fadens mit Banana-Loop von distal nach proximal und wieder nach distal. d Gleiches Vorgehen im anterioren kranialen Retinakulumbereich im Abstand von 2 cm. e Stichinzision in der Mitte der beiden Fadenzügel. Herausziehen mit Arthroskopiehaken oder Moskitoklemme. f Verknoten in Neutral- und leichter Pronationsstellung des Sprunggelenks

## 2.4 Arthroskopische Broström-Technik

Die arthroskopische Broström-Technik ermöglicht eine minimal-invasive Rekonstruktion der klassischen, offenen Broström-Technik.

### ■ Indikation

Milde Instabilitäten bei primären Außenbandrupturen, nach Versagen konservativer Therapie, milde Instabilitäten bei zusätzlicher osteochondraler Läsion.

### ■ Kontraindikation

Relevante Instabilitäten über 2+ mit Substanzdefekten im Bereich des Lig. fibulocalcaneare und Lig. fibulotalare anterius. Relevante Defektsituation im Bereich des fibulokalkanearen Bands.

### ■ Technik

Es werden die klassischen medialen und lateralen Portale gewählt. Mit medialer Instrumentation mit der Kamera wird mit dem Shaver von lateral häufig eine Synovektomie durchgeführt. Danach Darstellen der Fibula des ventralen Anteils mit der Fibulaspitze. Es wird danach die Fibula

angefrischt. Dieses geht entweder mit einem scharfen Shaver oder noch besser mit einer Power-Rasp. Es wird nun als erstes im proximalen Anteil, entsprechend der Insertion des Lig. fibulotalare anterius, mit einem Suture-Tag ein Führungsdraht vorgebohrt. Danach mit dem kanülierten Bohrer so tief einbohren, dass der Fadenanker ohne Probleme versetzt werden kann. Dann Einschrauben des Suture-Tags, sodass er unterhalb der Kortikalis versenkt ist. Gleiches Vorgehen weiter distal. Hierbei ist darauf zu achten, nicht zu weit distal vorzugehen, damit kein distales Fragment ausbricht. Bei beiden Bohrungen des Spickdrahts ist die Anatomie der Fibula so zu berücksichtigen, dass man medial parallel zur Gelenkfläche bohrt.

Danach werden beide Fäden aus dem lateralen Portal herausgezogen. Nun Eingehen mit dem Banana-Loop. Es wird nun mehr im ventralen lateralen Bereich der erste Faden durchgezogen. Eingehen mit dem Banana-Loop von lateral in Höhe der Verlängerung des M. peroneus tertius. Danach Einziehen der Fäden und herausziehen distalseitig. Parallel dazu nach posterior hinter dem Retinakulum zweites Eingehen mit dem Banana-Loop und Durchziehen des zweiten Fadens. Es wird nun in der Mitte zwischen den beiden herausgezogenen Fäden mit einem 11er-Scalpell

perforiert, dann werden mit einer Moskitoklemme beide Fäden durch den Stichkanal herausgezogen. Danach Bringen des Fußes in Pronation und Neutralstellung und Verknoten, sodass sich das Retinakulum fest an der lateralen Fibula inseriert. Nun Verschluss der Einstichstellen. Eventuell Lokalanästhesie oder ACP im Bereich der Rekonstruktion fibulanah. Anlegen einer Gipsschiene (▣ [Abb. 2.2](#)).

#### ■ Nachbehandlung

Tragen einer Orthese (Albrecht-Orthese) für 5 Wochen. Schmerzabhängige Vollbelastung. Bei zusätzlicher AMIC-Prozedur und Knorpelrekonstruktion 8 Wochen Teilbelastung. Danach Belastungsaufbau und propriozeptives Training (Wackelbrett, Peronealmuskeltraining und Stabilisationsübungen).

# Arthroskopie des oberen Sprunggelenks

- 3.1      Allgemeine Bemerkungen – 44**
  - 3.1.1    Mikrofrakturierung, knorpelstimulierende Operation – 44
- 3.2      Osteochondrosis dissecans tali – 45**
  - 3.2.1    AMIC-Prozedur – 45
- 3.3      Anteriores Impingement – 52**
- 3.4      Arthrodesse des oberen Sprunggelenks – 52**
- 3.5      Posteriore Endoskopie – 54**

### 3.1 Allgemeine Bemerkungen

#### ■ Operatives Setup

Hautrasur im geplanten Inzisionsbereich unmittelbar vor Narkoseeinleitung, Anlegen einer Blutleere. Bei der Anästhesie ist aufgrund der besseren Muskelrelaxation eine Vollnarkose gewünscht, Spinalanästhesie und Periduralanästhesie sowie Fußblock sind auch möglich, jedoch ist die Distraction des Gelenks teilweise sehr schwierig.

#### ■ Lagerung und perioperatives Management

Die OSG-Arthroskopie wird in Standardrückenlage am liegenden Bein mit einer Rolle in der Kniekehle durchgeführt. Entscheidend ist auch hier die Entspannung des Gastrocnemius-Soleus-Achillessehnen-Komplexes in leichter Beugung. Das andere Bein wird leicht abgesenkt, um mit dem Arthroskop Bewegungsfreiheit zu haben. Die Blutmanschette wird weit nach proximal hochgeschoben, um eine Kompression des distal ansetzenden M. gastrocnemius zu vermeiden. Dies führt zu einer verminderten Distractionsfähigkeit des Gelenks. Antibiotikaprophylaxe z. B. mit einem Cephalosporin der dritten Generation, bei Arthroskopien nur perioperativ. Intraoperative Thromboseprophylaxe durch Injektion von niedermolekularem Heparin bei Narkoseeinleitung.

#### 3.1.1 Mikrofrakturierung, knorpelstimulierende Operation

Arthroskopischer Eingriff, Einschlagen von 2–3 mm tiefen Knochenperforationen in einem Abstand von 2–3 mm. Erstellung eines den gesamten Defekt bedeckenden Blutkoagels („superclot“), der auf der rauen Oberfläche haften bleibt. Hieraus Entwicklung eines Faserknorpels durch die darin befindlichen Stammzellen und anderen induktiven Substanzen. Gegenüber der Pridie-Bohrung Fehlen jeglicher Hitzeentwicklung, damit Verhinderung von Knochennekrosen im subchondralen Knochen, keine Beeinträchtigung der Stabilität in der subchondralen Schicht. Bei richtiger Technik können nicht nur im tangentialen Bereich Bohrungen durchgeführt werden, es kann der gesamte Defekt vollständig „bearbeitet“ werden. Nachteil ist die Neubildung von Faserknorpel und wenig hyalinem Knorpel.

#### ■ Indikation

Subchondrale Läsionen im Sinne einer Osteochondrosis dissecans. Degenerative osteochondrale Läsionen mit nur einem 4-gradigem Knorpeldefekt bis zu einer Größe von 1,5–2,0 cm im Längs- und 1 cm im Querdurchmesser.

#### ■ Kontraindikation

Anteromediale und -laterale Defekte bei chronisch anterolateraler Instabilität. Morbus Ahlbeck, osteochondrale Läsionen mit subchondralen Zystenbildungen. Fehlende Compliance für die Nachbehandlung, biologisch alte Patienten mit vermutlich reduzierter Stammzellenaktivität.

#### ■ Spezielle Patientenaufklärung

Geringe Teilbelastung (15 kg) des Sprunggelenks für 6–8 Wochen. Anwendung einer Elektromotorschiene mit passiven Bewegungen (Continuous Passive Motion [CPM]) für möglichst 4–6 h täglich. Belastungsaufbau, in der weiteren Rehabilitationsphase mit Aquajogging sowie Fahrradfahren für mindestens ein halbes Jahr. Jogging, wenn überhaupt, frühestens nach 8 Monaten.

#### ■ Technik

Anzeichnen der Sehne und des Gelenkspalts. Dann anteromediales Auffüllen des Gelenks mit 20 ml Ringer-Laktat-Lösung, medial der Tibialis-anterior-Sehne. Hierbei kommt es bei richtigen intraartikulären Infiltrationen durch Ausweiten der vorderen Gelenkkapsel beim Injizieren der Flüssigkeit zu einer passiven Plantarflexion. Perforation der Haut mit einem 11er-Skalpell, Aufspreizen mit einer Moskitoklemme, sodass eine Verletzung der tiefer gelegenen Strukturen nicht möglich ist. Anwendung eines Small-Joint-Arthroskops (2,7 mm oder 2,5 mm).

Eingehen mit dem Arthroskop unter Diaphanoskopie (Gefäße, N. peroneus superficialis!). Durchführen eines anterolateralen Zugangs, der in Höhe des M. peroneus tertius liegt. Auch hier nur Perforation der Haut und Eingehen in das Gelenk mit einer Moskitoklemme. Mit dem kleinen Small-Joint-Arthroskop gelingt es meist sofort, bis in den Gelenkspalt vorzudringen. Bei Voroperationen muss anfänglich und bei einer schweren Synovialitis eine partielle Synovektomie mit einem Shaver (2,8 mm oder 3,8 mm) durchgeführt werden, um ein ausreichend klares Gesichtsfeld darzustellen. Anlegen der Weichteildistraction. Diese besteht aus einer elastischen Binde, die unterhalb des Malleolus medialis und lateralis verknötet wird, sowie 2 weiteren Schlingen, die medial und lateral eingezogen werden. Beim Anspannen der Schlinge kann diese über den Knöchel rutschen, somit wird das Instrumentationsfeld nicht behindert.

Der Assistent zieht sitzend, die Instrumentation befindet sich medial des Assistenten. Entsprechend der MRT-Befunde wird nun die Stabilität des Knorpels mit einem Tasthaken geprüft. Das tiefe Eintauchen in den subchondralen Bereich bei einem extrem weichen, teilweise völlig abgelösten Knorpel ist die Indikation für ein Débridement. Es wird mit einer feinen Spezialkürette der nekrotische osteochondrale Bereich angehoben und mit einer Fasszange in

toto entfernt. Nun Erzeugen von senkrechten scharfkantigen Knorpelrändern bis zu dem Bereich, wo der Knorpel stabil fixiert ist.

Der superomediale Zugang wird unter arthroskopischer Sicht mit einer Kanüle vorbereitet, um den richtigen Einfallswinkel zu erreichen. Dann etwa 1 cm oberhalb des anteromedialen Zugangs wiederum Stichinzision mit dem 11er-Skalpell und Durchtrennung der Haut. Spreizen der Kapsel mit der Moskitoklemme und dann Einführen der schwanenhalsförmigen Ahle.

Mit einer 1,8-mm- oder 2,2-mm-Kugelfräse oder mit einer Power-Rasp wird dann der Krater bzw. der subchondrale Bereich angefrischt. Anlegen eines superomedialen Zugangs, dann Einführen der schwanenhalsförmigen Ahle, die für die Anwendung bei posteromedialer Mikrofrakturierung absolut obligat ist. Es wird nun gerade beim etwas tangentialen Einbringen der Ahle erst mit kleinen feinen Hammerschlägen mit der Spitze der Ahle am richtigen Eintrittspunkt etwa 1 mm perforiert, um dann mit etwas festere Schlägen die Ahle bis auf 3–4 mm vorzutreiben. Wichtig ist das zunächst vorsichtige Eintauchen, um ein Abrutschen und damit eine Destruktion des Subchondralraums zu verhindern. Es folgt die Mikrofrakturierung im Sinne eines Schachbrettmusters mit etwa 2–3 mm großen Zwischenräumen. Nach Beendigung der Mikrofrakturierung nochmals Glätten und Entfernen kleiner Knochenanteile mit Shaver und Kugelfräse. Hierbei sollte ein anatomisch gekrümmter Shaver zur Anwendung kommen, um die Oberfläche zu erreichen, ohne andere Knorpelanteile zu verletzen.

Nach Beendigung der Operation Infiltration mit Carbostesin/Morphium (ca. 10 ml) im Bereich der Einstichstellen und im Bereich des Gelenks. Verschluss der anteromedialen, superomedialen und anterolateralen Einstichstellen, dann kompressive Wicklung und Hochlagerung. Am ersten postoperativen Tag wird die superomediale Einstichstelle dann mit einem Steristrip verschlossen.

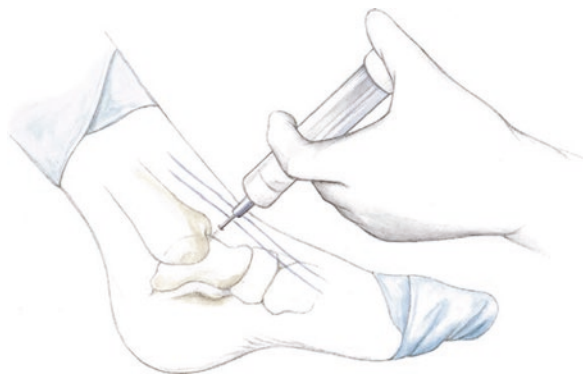
#### ■ Nachbehandlung

Postoperativ Hochlagerung deutlich über Oberkörperniveau. Lymphdrainage am ersten Tag und leichte Dehnübungen in der Sagittalebene des oberen Sprunggelenks (OSG) unter geringer Distraction des Gelenks, leichte Bewegungsübungen, Dorsal- und Plantarflexion. Ab dem zweiten Tag CPM-Maschine mit zunehmender Steigerung, Kryotherapie.

### 3.2 Osteochondrosis dissecans tali

#### ■ Technik

■ Abb. 3.1, ■ Abb. 3.2, ■ Abb. 3.3, ■ Abb. 3.4, ■ Abb. 3.5 und ■ Abb. 3.6



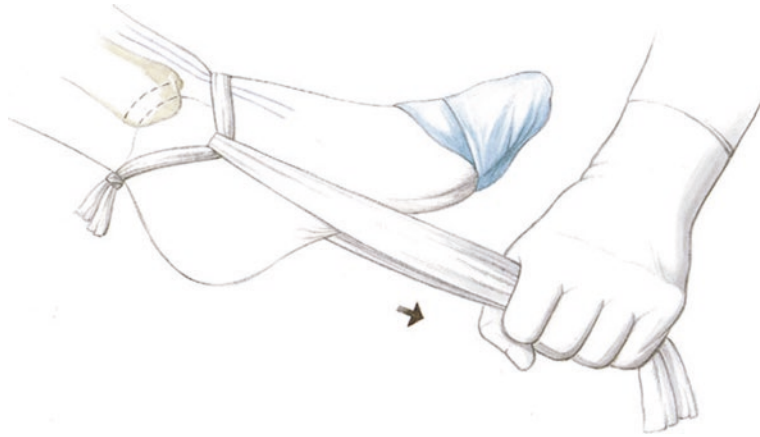
■ **Abb. 3.1** Auffüllen des Gelenks nach Palpation des Gelenkspalts medial der Tibialis-anterior-Sehne mit etwa 20 ml Ringer-Laktat-Lösung. Etwas nach lateral zur Gelenkmittle einführen, um eine iatrogene Verletzung des Knorpels zu vermeiden

#### 3.2.1 AMIC-Prozedur

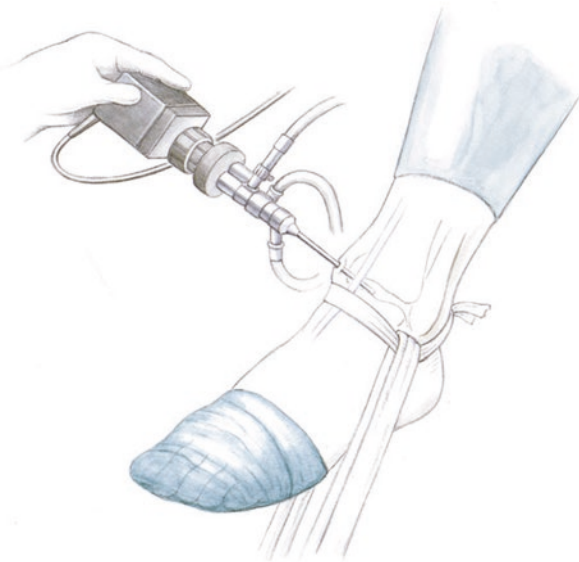
Die AMIC-Prozedur (autologe matrixinduzierte Chondrogenese) stellt die Weiterentwicklung der Mikrofrakturierung dar, da nach eigenen klinischen Untersuchungen mit der Mikrofrakturierung nur kleinere Defekte erfolgreich behoben werden können. Zudem besteht nach neuesten pathologischen Untersuchungen eine erhebliche Veränderung im Bereich der plantaren Platte, sodass sich die Frage stellt, ob die klassische Mikrofrakturierung nicht den Heilungsprozess eher verlängert. Bei größeren Defekten ist eine Versiegelung durch den „superclot“ eher unwahrscheinlich, sodass hier eine Matrix, die ortsständig Stammzellen enthält, erfolgsversprechender ist. Die eigene Klassifikation der osteochondralen Läsionen unterscheidet im Gegensatz zur Klassifikation nach Ferkel nur 2 große Gruppen aus arthroskopischer Sicht:

- chondrale Läsionen: Hierbei kann der Knorpel wie eine Eierschale von der subchondralen Platte abgelöst werden (■ Abb. 3.7).
- chondrale und subchondrale Läsionen mit osteochondralen Fragmenten (■ Abb. 3.8):
  - reine osteochondrale Fragmente
  - mit zusätzlicher Zystenbildung

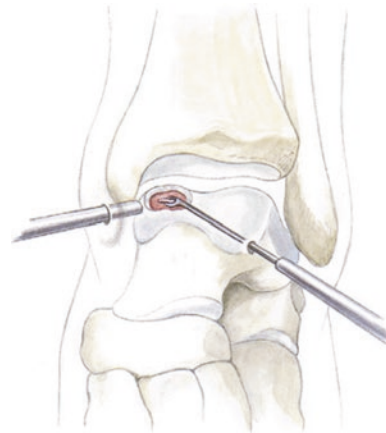
In der im Folgenden beschriebenen Technik wird die AMIC-Prozedur mit Knochenmark- und Stammzellenentnahme (Jamshidi-Nadel) aus dem Beckenkamm vervollständigt, sodass die Stammzellen aus dem Talus nicht gebraucht und durch das Knochenmark wesentliche Elemente für die Heilung der subchondralen Platte ad locum geführt werden. Die Matrix wird mit Fibrinkleber versiegelt. Bei allen AMIC-Prozeduren erfolgen zusätzlich Einspritzungen von ACP (autologes konditioniertes Plasma) am Ende der Operation, auch im Bereich des Knorpeldefekts.



■ **Abb. 3.2** Atraumatische Gelenkdistraktion. Hierbei wird mit einer elastischen Binde ein Zügel beidseitig um das Sprunggelenk gelegt, sodass der Assistent gut ziehen kann. Der Assistent sollte lateral sitzen, um die Arthroskopie nicht zu behindern



■ **Abb. 3.3** Mit dem Zügel kann eine entsprechende Inversions- und Eversionsbewegung des Rückfußes ausgeführt werden, um das Kompartiment aufzuweiten



■ **Abb. 3.4** Débridement des osteochondritischen Herdes mit einer Spezialkürette. Hierbei werden alle subchondral gelösten Teile scharf abgesetzt, sodass eine feste scharfe Kante entsteht. Entsprechend den intraoperativen Bedingungen kann die Arthroskopie/Instrumentation auch von lateral/medial erfolgen. Bei superomedialer Instrumentation erfolgt die Arthroskopie häufig von lateral

### ■ Indikation

Osteochondrale Läsion von anterior im Bereich der gesamten anterioren bis mittleren Talusrolle medial und lateral. Posteriore Arthroskopie bei weit posterior unterhalb der Krümmung der Talusschulter liegenden Läsionen und bei weit posterior liegenden Läsionen des Tibiaplafonds.

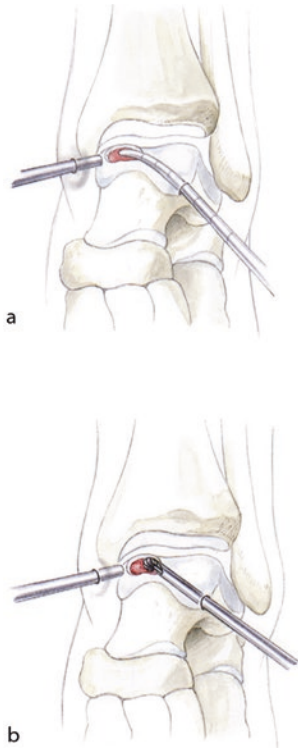
### ■ Kontraindikation

Zystische Läsionen sind heute bei oberflächlichen kleinen Zysten keine Kontraindikation mehr. Große Zysten müssen zusätzlich zum Knochenmark mit etwas Spongiosa

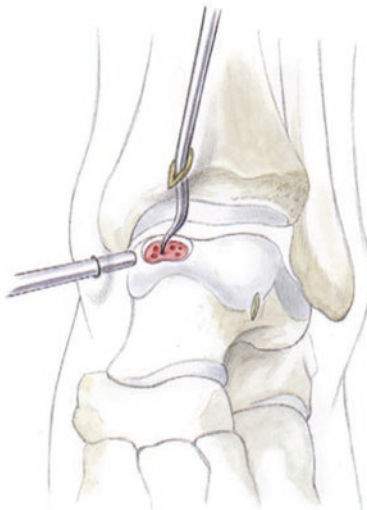
aufgefüllt werden. Hierbei muss zwischen der Spongiosa-schicht und der Matrix noch eine kleine Knochenmarksschicht koaguliert werden, um dem unterschiedlichen Heilverhalten der Spongiosa und des Knochenmarkspirats Rechnung zu tragen.

### ■ Operatives Setup

Für die AMIC-Prozedur werden ein 2,7- oder 2,5-mm-Arthroskop und ein normaler Arthroskopieturm benötigt. Hierbei sollte aufgrund der geringen Durchflussrate des kleinen Arthroskops der Flow auf 100–120 mmHg

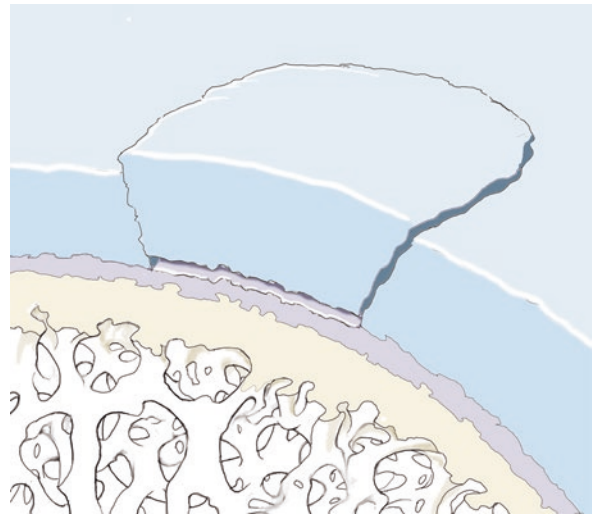


■ **Abb. 3.5** a Mit dem 3,0-mm-Shaver wird der Herd débridiert. b Subchondrales Anfrischen mit einer Kugelfräse oder mit einer Power-Rasp

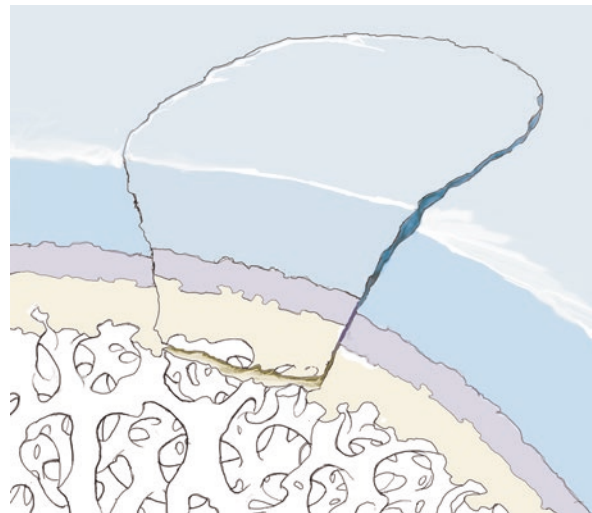


■ **Abb. 3.6** Durchführung einer Mikrofrakturierung über einen superomedialen Zugang, hierfür sollte eine perforierende Ahle mit Schwanenhalsform gewählt werden, mit der auch eine Mikrofrakturierung in den posteriomedialen Anteilen gelingt

gedreht werden. 11-mm-Skalpell und Moskitoklemme für die Portale. 3,0-mm-Shaver, Küretten, möglichst Spezialküretten mit leichter Krümmung, nicht größer als 1,5–2,5 mm, sind diese nicht verfügbar evtl. kleinste scharfe Löffel



■ **Abb. 3.7** Chondrale Läsion, Typ 1 der eigenen Klassifikation. Der Knorpel ist von der subchondralen Platte gelöst („Eierschalenphänomen“ beim Débridieren)

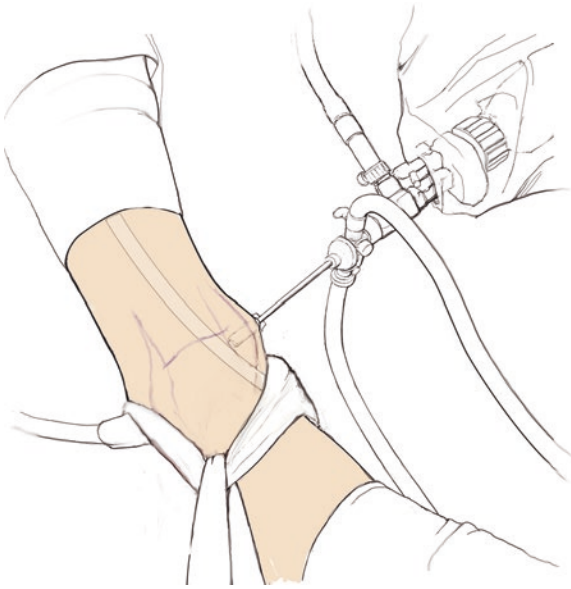


■ **Abb. 3.8** Osteochondrale Läsion, Typ 2a der eigenen Klassifikation. Knorpel mit knöchernen Anteilen aus der subchondralen Platte lösen sich beim Débridieren. Typ 2b mit zystischen Veränderungen in der subchondralen Schicht

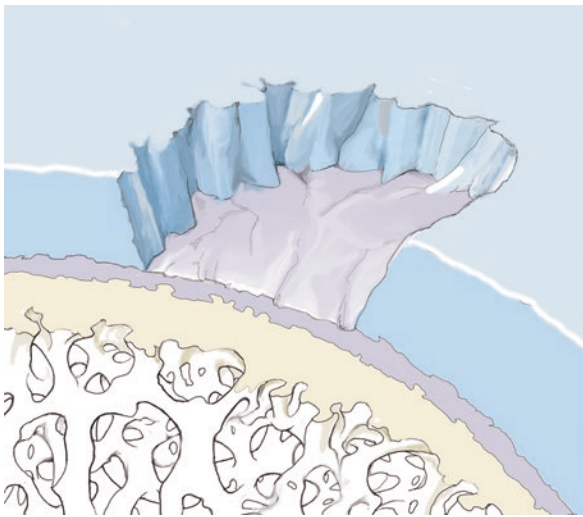
verwenden. Power-Rasp (Arthrex), kleine 2,5-mm-Punches, 2,5-mm-Saugpunch, kleines 2-mm-Elevatorium zur Ausbreitung der Matrix, Jamshidi-Nadel zur Aspiration des Knochenmarks vom Beckenkamm. Tourniquet und Herstellung einer Blutleere mit Esmarch-Binde.

#### ■ Lagerung und perioperatives Management

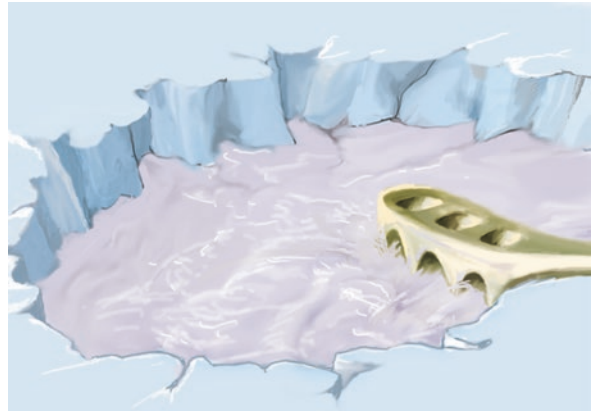
Standardlagerung in normaler Rückenlage. Abpolsterung zur Vermeidung von Druckschädigungen im Bereich des Kniegelenks und des N. suralis. Leichtes Stabilisationspolster



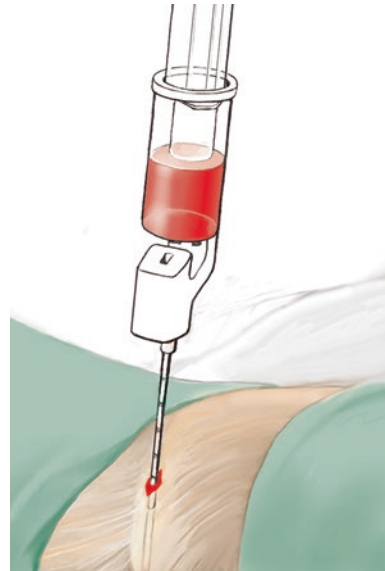
■ Abb. 3.9 Arthroskopische Technik, evtl. mit Weichteiltraktion



■ Abb. 3.10 Débridement des Knorpels, bis feste Ränder erzeugt wurden



■ Abb. 3.11 Chondroplastik mit Power-Rasp zur Anfrischung der subchondralen Platte. Es muss soweit débridiert werden, bis durchblutete Spongiosa sichtbar ist



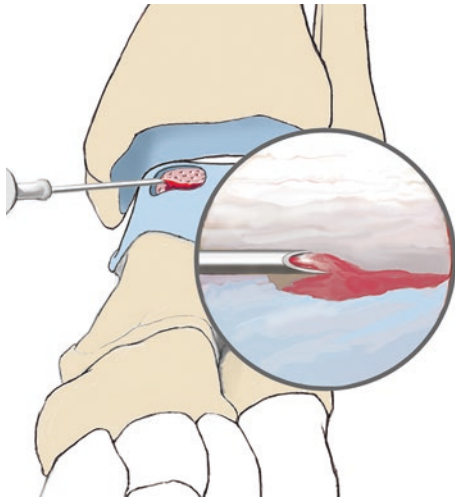
■ Abb. 3.12 Knochenmarkaspirat über Stichinzision: mittiges Einschlagen der Jamshidi-Nadel in den Beckenkamm. Aspiration mit einer 20-ml-Spritze, um genügend Sog aufzubauen. Nur etwa 3–5 mm ansaugen, da in dieser Portion der größte Stammzellenanteil ist

im Bereich der Wade. Absenken der gesunden Seite, um ein freies Feld zur Instrumentation zu haben. Antibiotikaprophylaxe mit Cephalosporin der dritten Generation oder vergleichbarem Präparat, bei Arthroskopie nur perioperativ. Intraoperative Thromboseprophylaxe. Injektion von niedermolekularem Heparin bei Narkoseeinleitung.

#### ■ Technik

■ Abb. 3.9, ■ Abb. 3.10, ■ Abb. 3.11, ■ Abb. 3.12, ■ Abb. 3.13, ■ Abb. 3.14 und ■ Abb. 3.15

Es wird der Gelenkspalt getastet und durch Dorsalflexion palpirt. Tasten der Tibialis-anterior-Sehne und Auffüllen des Gelenks mit Ringer-Laktat-Lösung, die Nadel liegt parallel zum Gelenk, um den Knorpel nicht zu verletzen. Es kommt dabei zu einer leichten Dorsalextension. Danach Stichinzision nur im Bereich der Haut und Spreizen mit der Moskitoklemme. Eingehen mit dem Arthroskop. Nun lateraler Zugang entsprechend dem Vorgehen beim medialen Zugang. Danach Einbringen des 2,8- bis 3,0-mm-Shavers und Durchführen einer anterioren Synovektomie, teilweise



■ **Abb. 3.13** Einspritzen von Knochenmark (dies sollte einige Minuten koagulieren) und Wachstumsfaktoren in den Defektbereich

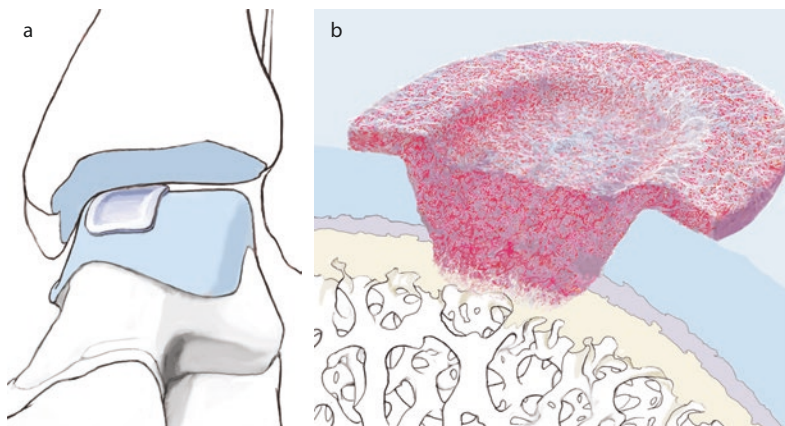
auch Shaving in den Bereichen des medialen und lateralen Gelenkspalts, um somit eine große Übersicht zu haben.

Es wird nun das Gelenk komplett arthroskopiert. Meist lassen sich geringe Knorpelläsionen sowohl anhand der leicht veränderten Farbe als auch durch die Unebenheiten und Rissbildung lokalisieren. Es wird nun mit der Moskitoklemme eingegangen und die chondrale oder osteochondrale Läsion angehoben. Der geschädigte Knorpel wird mit einer Kürette oder einem kleinen Löffel komplett entfernt, bis feste freie Ränder vorliegen. Austasten mit dem Tasthaken. Kleine posteriore Fragmente können mit dem 2,5-mm-Saugpunch oder mit der Moskitoklemme entfernt werden. Danach bei chondraler Läsion leichtes Anschleifen mit dem Shaver bzw. der Power-Rasp und minimalste Perforation im Sinne einer Mini-Mikrofrakturierung („nanofracture“).

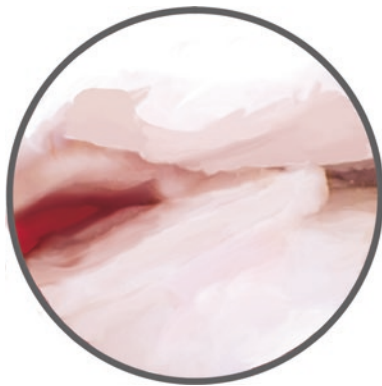
Gegebenenfalls unterbleibt dieser Schritt, und es wird nur moderat die Power-Rasp zur Anfrischung der Oberfläche angewendet, da die Stammzellen nicht mehr nur aus dem Talus kommen, sondern zusammen mit dem Knochenmark aus der Knochenmarkaspiration mit der Jamshidi-Nadel injiziert werden. Durch das Knochenmarkaspirat wird gleichzeitig eine valide Therapie der immer degenerativ veränderten subchondralen Platte durchgeführt.

Im nächsten Schritt wird die Jamshidi-Nadel über eine Stichinzision mit einem kleinen Hammer in Richtung der Beckenschaukel eingehämmert (ca. 2 cm). Danach wird mit einer Spritze (20 mm, um genügend Sog aufzubauen) etwa 3–5 mm Knochenmark (in der ersten Portion ist der höchste Anteil an Stammzellen, danach eher nur Blut) aspiriert. Zwischenzeitlich wird das Gelenk ausgesaugt und mit kleinen ausgezogenen Tupfern an der Moskitoklemme komplett ausgetrocknet. Nun Einspritzen des Knochenmarks. Abwarten bis es leicht koaguliert, dann Einbringen der vorher zugeschnittenen Matrix, welche mit dem Tasthaken grob ausgemessen wird. Zum Einführen der ChondroGide (Kollagenmembran) bzw. Hyalofast (Hyaluronsäuremembran) wird eine kleine „Zielrinne“ eingeschoben, sodass das Transplantat nicht im Portal hängen bleibt und in der richtigen Ebene und mit der richtigen Unterfläche in den Defekt eingeschoben werden kann. Meist saugt sich das Transplantat weitgehend voll. Es kann aber auch noch etwas Knochenmarkaspirat eingespritzt werden.

Danach Glätten und Verteilen mit dem kleinen Elevatorium, wenn mehr Knochenmark instilliert wurde, ggf. auch mit der Moskitoklemme, die ganz vorne einen kleinen aufgezogenen Tupfer zum Aufsaugen hat. Danach Versiegeln mit Fibrinkleber (Tissucol 5 ml). Entfernung der Verklebungen mit dem kleinen Elevatorium zum Tibiaplafond hin. Etwa 5 min aushärten lassen. Danach mildes Durchbewegen. Dann in Neutralstellung Anlegen



■ **Abb. 3.14a,b** Einlegen der Matrix, die redundant aufgelegt wird



■ **Abb. 3.15** Fibrinversiegelung: möglichst als Schicht nur auf der talaren Seite, bei „kissing lesion“ wird der ganze Bereich versiegelt

einer Gipsschiene, um das „Einwachsen“ des Transplantats zu ermöglichen.

### ■ ■ Technik bei 3–5 mm großen Zysten

■ **Abb. 3.16**

Mittlere Zysten werden mit der Moskitoklemme oder einem Chondropick débridiert und mit einem Zielsauger ausgesaugt. Hierzu wird zeitweilig die Flüssigkeit abgelassen. Tiefe Mikrofrakturierung. Danach wird die Zyste mit dem Zielsauger (Punktionskanüle) ausgespült, um Debris auszuschwämmen. Danach eingehen mit der Power-Rasp und Débridement der Höhle. Je nach Zystentiefe wird die Zyste mit Knochenmark aufgefüllt. Es wird mehrere Minuten gewartet, bis das Knochenmark einigermaßen koaguliert ist, dann Einbringen der Matrix, die dann in Knochenmark getränkt ist (s. oben).

### ■ ■ Technik bei Zysten über 5 mm

Sind große Defekte vorhanden, wird vom Tibiaplateau über eine kleine Trepanation (5 mm) mit dem Löffel Spongiosa entnommen und diese arthroskopisch bei trockenem Gelenk eingebracht. Einbringen von etwas Fibrinkleber, um

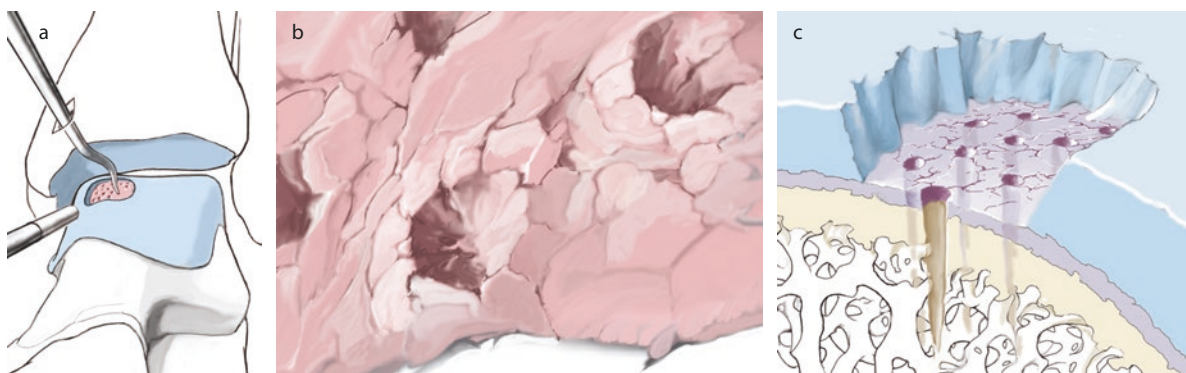
„Fibroblasten“ frühzeitig vor Ort zu haben. Danach Einspritzen von Knochenmark, um eine zweite etwa 2–3 mm dicke Schicht zu schaffen. Erst dann wird die Matrix aufgelegt. Auf diese Weise wird vermieden, dass die Matrix direkt auf der Spongiosaplastik aufliegt und so die Heilung behindern könnte.

### ■ ■ Technik bei „kissing lesions“

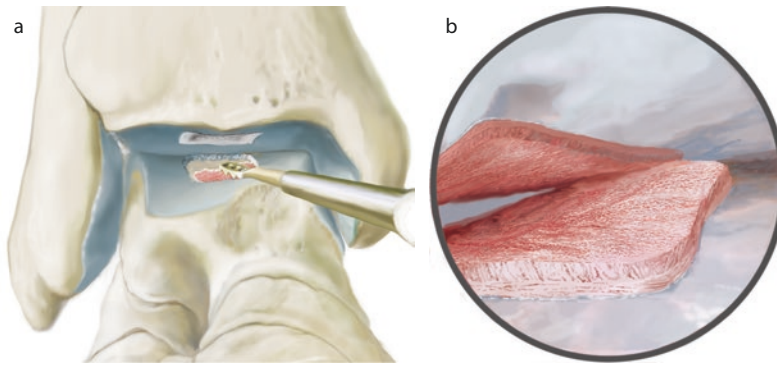
■ **Abb. 3.17**

„Kissing lesions“ finden sich häufig im Zusammenhang mit posttraumatischen Bewegungseinschränkung des oberen Sprunggelenks. Um den Knorpel überhaupt rekonstruieren zu können, ist eine komplette Arthrolyse des Gelenks das erste Ziel. Diese ist aus der Sicht des Verfassers nicht nur anterior notwendig, sondern zwingend auch posterior. Die Operation wird posterior begonnen. Über die posterioren Portale wird die gesamte posteriore Kapsel des oberen und unteren Sprunggelenks sowie weitere Verwachsungen bis hoch zum posterioren Schienbeinanteil reseziert, sodass freier Spielraum entsteht. Danach wird eine komplette anteriore Arthrolyse durchgeführt. Ist die Beweglichkeit aufgrund einer Verkürzung der Achillessehne noch eingeschränkt und eine Dorsalextension von 10° nicht möglich, sollte unbedingt ein Gastroc-Slide angeschlossen werden, um eine optimale Beweglichkeit zu haben.

Das Vorgehen für eine „kissing lesion“ ohne Einschränkung beginnt meistens mit einer kompletten Synovektomie bzw. Narbenentfernung. Bei der Behandlung der Läsion sollte mit dem Tibiaplafond angefangen werden. Hierbei wird radikal der lose Knorpel entfernt, und eventuelle zystische Läsionen werden ebenfalls in der beschriebenen Technik débridiert. Danach wird der talare Anteil débridiert. Es folgt eine milde Mikrofrakturierung und Chondroplastik mit der Power-Rasp, um eine große Oberfläche zu erhalten, dies ist v. a. bei der Tibiaplafondrekonstruktion günstig, da hier das Knochenmark und die Stammzellen besser eindringen können und somit besser in den subchondralen Knochen gelangen. Auch im talaren Bereich wird



■ **Abb. 3.16a–c** Mikrofakturierung oder Nanofakturierung, je nach Präferenz. Bei ausgiebigem Débridement mit der Power-Rasp kann auf eine Mikro-/Nanofakturierung verzichtet werden



■ **Abb. 3.17a,b** Débridement mit der Power-Rasp talar und tibial bis auf die subchondrale Platte

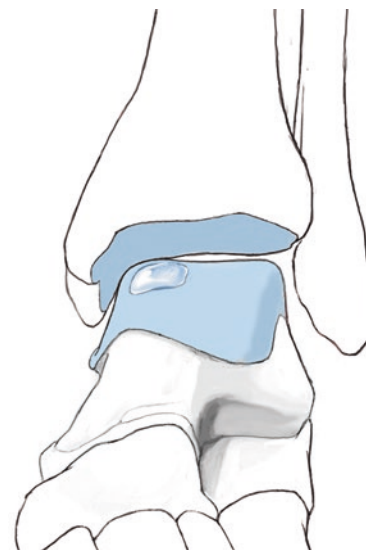
eine minimale Mikrofrakturierung im Sinne einer Oberflächenvergrößerung durchgeführt.

Das Transplantat oder die Matrix wird etwas zu groß zugeschnitten und zuerst im Bereich des Tibiaplafonds eingebracht. Wichtig ist der Zug am Kalkaneus in Plantarflexion durch den Assistenten. Gegebenenfalls kann ein Hintermann-Distraktor bei sehr engem Gelenk hilfreich sein. Hierbei ist es günstig, wenn die Matrix trocken eingebracht wird und das eingebrachte Knochenmark etwas ansaugt. Nach Einpassen der Matrix wird milde im oberen Anteil mit Fibrinkleber versiegelt. Sollten Anteile von Fibrinkleber auch schon im Talus ausgebreitet sein, wird dieser mit einem ganz feinen Elevatorium vorsichtig entfernt, um für die Transplantation wieder normale Bedingungen zu schaffen. Das Einbringen der talaren Komponente ist ebenfalls mit leichter Distraction durchzuführen, um somit die kraniale Rekonstruktion nicht wieder zu zerstören. Zum Abschluss wird auch hier der Talus mit Fibrin versiegelt und dann in Neutralstellung das Gelenk wieder auf 90° eingestellt. Aushärten für 5–10 min. Danach werden das restliche Knochenmark und ACP eingespritzt und die Einstichstellen vernäht. In der Neutralstellung wird dann eine Gipsschale angelegt. Kein Durchbewegen!

#### ■ **Nachbehandlung**

■ **Abb. 3.18** und ■ **Abb. 3.19**

Zum Einwachsen der Matrix wird der Gips für 3 Tage in Rechtwinkelstellung angelegt und der Fuß damit ruhig gestellt (Einwachsphase). Nach Entfernung des Gipses sofortige Bewegungsübungen. Dieses soll zur „Pressfit-Veriegelung“ des Defektes führen, da die redundante, auf dem gesunden Knorpel liegende Matrix „abgerieben“ wird. Ferner sofortiger Beginn der Krankengymnastik mit Lymphdrainage und Bewegungsübungen im OSG mit dem Ziel einer vollständigen Beweglichkeit des OSG. Keine Eversion und keine Inversion. CPM-Maschine für 4–6 h täglich. Wachstumsfaktoren (ACP-Injektionen) nach 2, 4 und 6 Wochen. Teilbelastung für 6 Wochen mit 15 kg und für 2 Wochen mit 30 kg, bei zystischen Läsionen für 8 Wochen

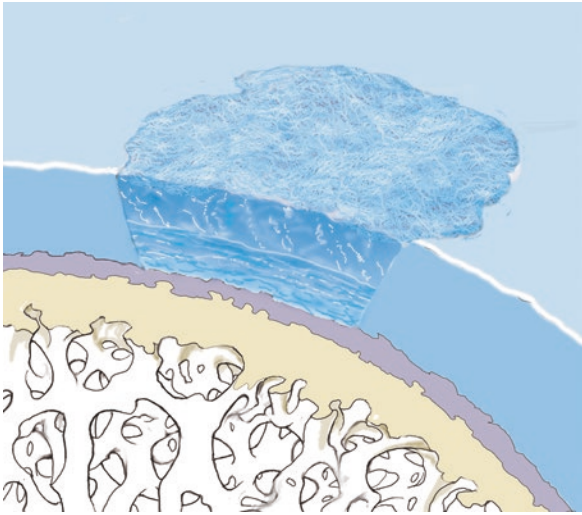


■ **Abb. 3.18** Durch die Bewegung nach der „Einwachsphase“ wird die Matrix „press fit“ in den Defekt „eingeschliffen“, da sie auf dem gesunden Knorpel nicht einwachsen kann

mit 15 kg und für 2 Wochen mit 30 kg. Kein Impaktsport für 1,5 Jahre. Fahrradfahren, Aquajogging, Kraulschwimmen, Walking für ein Jahr bei nicht professionellen Athleten. Bei Profis evtl. AlterG nach 6–10 Wochen und nach 6 Monaten sportspezifischer Belastungsaufbau. Schmerzen sind immer ein Zeichen der „Überforderung“ des Regenerats!

#### ■ ■ **Nachbehandlung der „kissing lesion“**

Hier ist eine längere Einwachsphase notwendig. Daher wird für 4 Tage der Fuß ohne Verbandswechsel in der Gipsschale gelassen, um dann am 5. Tag zu bewegen. Die Belastungsphasen oder die Teilbelastungsphasen sind ebenfalls verlängert: 8 Wochen mit 15 kg und 2 Wochen mit 30 kg. Nach 2, 4, 6 und 8 Wochen werden Wachstumsfaktoren eingespritzt. CPM-Maschine für 6 Wochen möglichst 4–5 h täglich. Das Hauptziel der Physiotherapie in der Frühphase ist die volle



■ **Abb. 3.19** Die sagittale Bewegung (selbstständig oder mittels CPM-Maschine) mit leichtem Druck (15 kg Teilbelastung) führt zur besseren Stimulierung der Heilvorgänge und zur Inkorporation des Regenerats

Beweglichkeit, v. a. in der Dorsalextension. Hierbei sollten insbesondere vorbestehende Verkürzungen der Beugemuskulatur mitbehandelt werden.

### 3.3 Anteriores Impingement

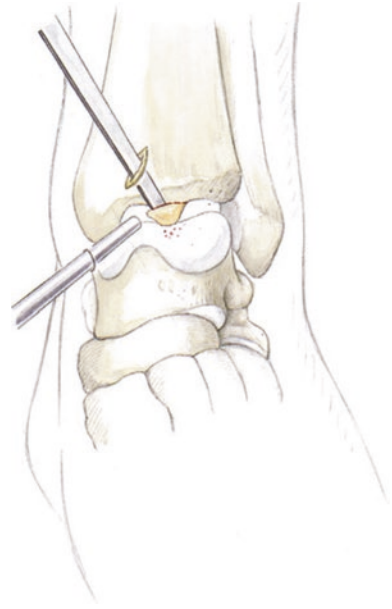
Über einen medialen oder lateralen Zugang werden mit einem 5-mm-Spezialmeißel osteophytäre Ausziehungen medial oder lateral entfernt. Danach Eingehen mit einer Kugelfräse und Abfräsen sowie Glätten verbliebener Osteophyten. Zur Kontrolle wird das Arthroskop über das superiomediale Portal eingeführt und überprüft, ob eine komplette Resektion erfolgt ist. Wesentlich ist das primäre Ablösen der Kapsel im Bereich des distalen Tibiaplafonds, um zusätzlich auch einen Kapselrelease durchzuführen. Dies erfolgt mit dem Shaver, kann aber auch stumpf mit dem Raspatorium vom anterolateralen oder anteromedialen Zugang aus erfolgen. Bei starker Synovialitis wird am Ende der Operation neben der Lokalanästhesie ein wasserlösliches Kortikosteroid (z. B. Celestan) injiziert.

#### ■ Indikation

Schmerzhafte Einklemmung der Synovia durch Osteophyten oder Narben/Bridengewebe bei Dorsalextension und im Sport, besonders unter Belastung.

#### ■ Kontraindikation

Schwere arthrotische Veränderungen mit osteophytären Ausziehungen, die bei dem Ausmaß der Operation zu keiner Schmerzfürfreiheit führen würden. In diesem Fall sind endoprothetische Versorgungen angebracht.



■ **Abb. 3.20** Anteromedialer oder anterolateraler Arbeitszugang für das Arthroskop

#### ■ Spezielle Patientenaufklärung

Teilbelastung des Sprunggelenks (15 kg), je nach Ausmaß der Schwellung für 5–10 Tage. Belastungsaufbau schrittweise, Sportbelastung mit Fahrradfahren und Aquajogging.

#### ■ Lagerung

Die Lagerung erfolgt analog der Arthroskopie des oberen Sprunggelenks.

#### ■ Technik

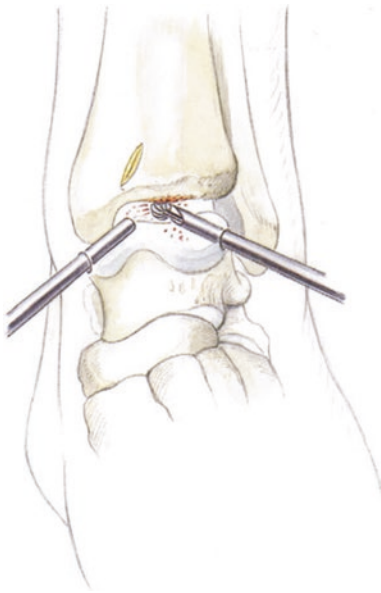
■ **Abb. 3.20** und ■ **Abb. 3.21**

#### ■ Nachbehandlung

Sofortige Bewegungsübungen, Gabe von nicht steroidalen Antiphlogistika für 10–14 Tage. Das Ziel der Nachbehandlung ist das Erreichen der vollen Beweglichkeit, v. a. der Dorsalextension. Nach Abklingen der Schwellung und Schmerzen zunehmender Belastungsaufbau mit Ellipsentrainer, Fahrradfahren und Aquajogging bei gut verheilten Einstichkanälen.

### 3.4 Arthrodesese des oberen Sprunggelenks

Es wird eine „anatomische“ Resektion und ein Débridement des talotibialen Gelenks durchgeführt. Dies erfolgt mit Meißeln, scharfen Löffeln, Küretten und Shaver, bei Sklerosen mit Power-Rasp. Dabei werden der subchondrale Knorpel und Sklerosierungen abgetragen, ohne die Gelenkfläche abzuflachen oder erhebliche Defekte zu erzeugen. Zur



■ **Abb. 3.21** Superomedialer Arbeitszugang. Mit einem 5-mm-Meißel wird die anteriore Lippe abgeschlagen. Dann Glätten und Nachresezieren mit der Kugelfräse, entweder vom anterolateralen oder vom anteromedialen Zugang aus, aber auch vom superomedialen. Zur Kontrolle der ausreichenden Knochenresektion Einführen des Arthroskops in den superomedialen Zugang, da so die Resektion am besten dargestellt werden kann

Durchblutungsförderung werden tiefe Mikrofrakturierungen durchgeführt, nicht vorsichtig, sondern mit großem Krafteinfluss zum Aufbrechen der subchondralen Platte.

#### ■ Indikation

Arthrose des oberen Sprunggelenks ohne grobe anatomische Fehlstellung (bis zu 10° Varus- oder Valgusstellung).

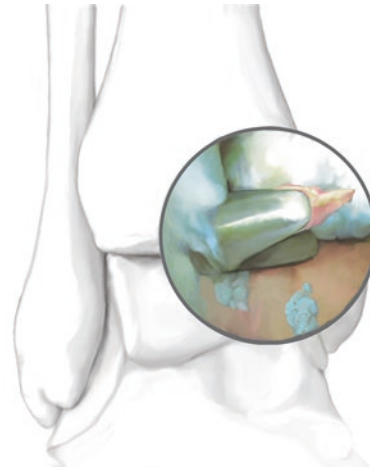
#### ■ Kontraindikation

Charcot-Fuß, Polyneuropathie oder ähnliche Anamnese, große Defekte mit Osteonekrosen, beispielsweise posttraumatisch nach Pilonfraktur.

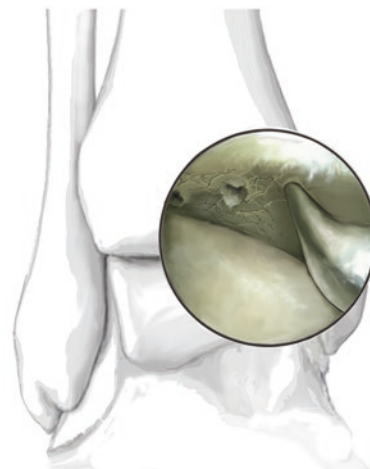
#### ■ Spezielle Patientenaufklärung

Das operative Risiko ist die Pseudarthrose mit verbleibenden Schmerzen. Ansonsten gelten die gleichen Aufklärungsregeln wie für das offene Vorgehen. Das Risiko einer Verletzung oberflächlich verlaufender Nerven ist sowohl durch den endoskopischen Zugang als auch durch das Einbringen der Schrauben zweifellos höher als beim offenen Vorgehen.

Teilbelastung des Sprunggelenks mit 15 kg für 4–6 Wochen im Short-Walker, je nach radiologischer Kontrolle. Aus dem Short-Walker heraus Lymphdrainage und Bewegungsübungen im Bereich der Flexoren und Extensoren.



■ **Abb. 3.22** Nach Synovektomie werden ventrale Osteophyten mit Nukleotom und Kugelfräse abgetragen



■ **Abb. 3.23** Kräftige Mikrofrakturierung, um die teilweise sklerotische subchondrale Platte „aufzubrechen“

#### ■ Operatives Setup

Normale 4-mm-Optik und Instrumente wie zur Kniearthroskopie, Küretten, 5-mm-Meißel, Chondropick. Power-Rasp

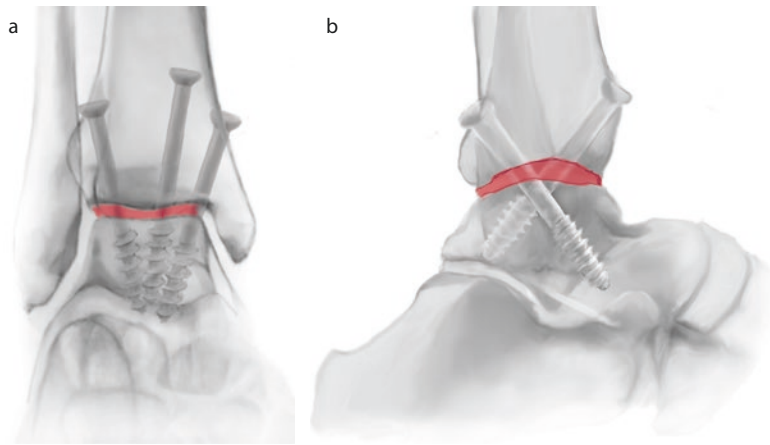
#### ■ Lagerung

Analog zur Arthroskopie des oberen Sprunggelenks. Die Standardportale werden benutzt. Abdeckung zusätzlich des seitengleichen Beckenkamms.

#### ■ Technik

■ **Abb. 3.22**, ■ **Abb. 3.23** und ■ **Abb. 3.24**

Eingehen mit dem Arthroskop. Komplette Synovektomie und Abtragung von anterioren Osteophyten mit Kugelfräse, Nukleotom (■ **Abb. 3.22**) und Meißel. Shaving mit dem 3,8-mm-Shaver und Eingehen anterior in die



■ Abb. 3.24a,b Situs nach Verschraubung. a Ansicht a.-p., b sagittal

Talusrolle. Schrittweises Débridement, da das Gelenk sich dann normalerweise weitet. Festere Knorpel- oder Skleroseanteile werden subchondral mit einem Meißel, einem Löffel oder einer Power-Rasp débridiert, bis gut durchblutete Spongiosa zu sehen ist. Ausgiebige Mikrofrakturierung sowohl im Tibiaplafond als auch im Bereich der Talusrolle. Hierbei darf es zu kleinen oberflächlichen Frakturierungen kommen, um die subchondrale Platte aufzubrechen. Die Mikrofrakturierungen sind dazu sehr tief durchzuführen.

Einstellen des Gelenks in Neutralstellung, evtl. Ausgleich von Fehlstellungen. Einbringen eines Führungsdrachts posteromedial oberhalb des medialen Malleolus, schräg in den lateralen Anteil des Talushalses verlaufend. Danach über eine Stichinzision im Bereich der lateralen Tibiakante etwa 3–4 cm oberhalb des Gelenkspalts leichtes Ankörnen der Kortikalis mit dem Meißel, dann Einbringen des Spickdrahts perpendicular. Die Maschine muss auf der Tibia liegen, da sonst der Spickdraht posterior nicht den Talus fasst. Er sollte im hinteren Anteil des Talus zu liegen kommen. Dadurch ist eine biomechanisch feste Verspannung von posteromedial nach lateral und anterolateral durch die zweite Schraube gegeben. Die Schrauben sollten ein kurzes Gewinde haben, da es nur eine kleine knöcherne Fläche ist. Beachtet werden sollte, dass die laterale Schraube nicht in die posteriore Facette des unteren Sprunggelenks geht. Wird eine Fehlstellung korrigiert, entsteht ein leichter Defektbereich, z. B. durch Varusausgleich (■ Abb. 3.24).

Nun werden über einen kleinen Zugang im Bereich des Beckenkamms oder des medialen Tibiaplateaus nach Trepanation mit dem 5-mm-Meißel mit dem Löffel Spongiosa und zusätzlich Knochenmark mit Stammzellen entnommen. Das Knochenmark wird in das Gelenk eingespritzt und die Spongiosa in den Defekt eingeführt. Lokalanästhesie im Bereich der Einstichstellen und Röntgenkontrollen.

Die Führungsdrähte werden über die Kortikalis überbohrt und dann mit 6,5er-Schrauben mit kurzem Gewinde fixiert.

### 3.5 Posteriore Endoskopie

#### ■ Indikation

Impingement am Processus posterior oder Os trigonum, Weichteilimpingement, Pathologien im Bereich der Flexor-hallucis-longus-Sehne oder des Subtalgelenks, Knorpelschäden, Arthrose.

#### ■ Kontraindikation

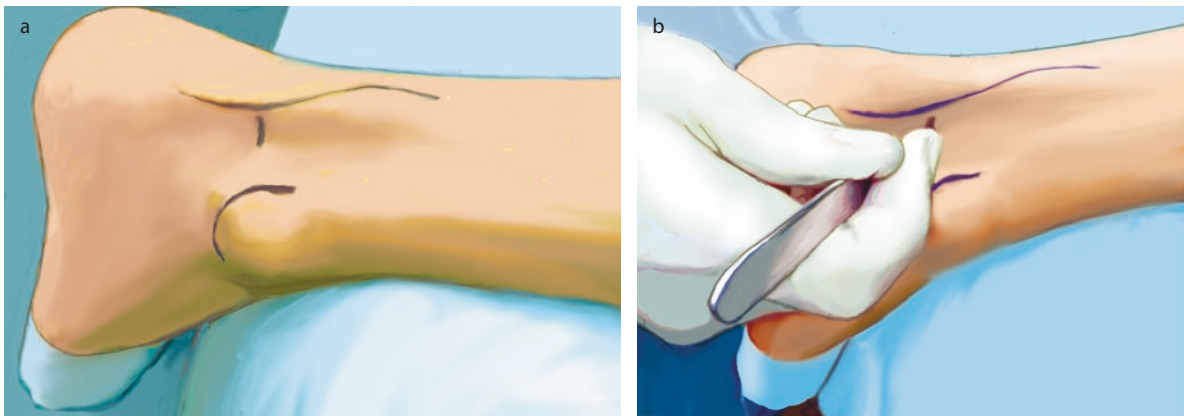
Charcot-Fuß, schwere Osteonekrosen und Defektsituation (Kalkaneusfraktur).

#### ■ Operatives Setup

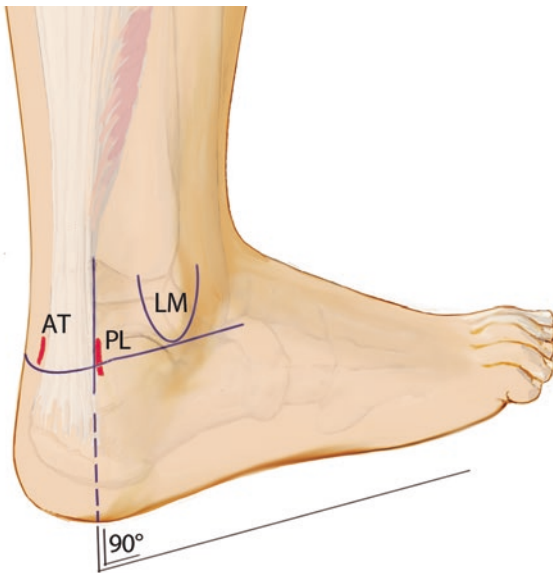
Es kommt ein normales 4,0-mm-Arthroskop zur Anwendung. Zum Débridement des posterioren Raums ist ein 3,8- oder 5,0-mm-Shaver optimal geeignet. Sollten knorpelrekonstruktive Prozeduren notwendig werden, muss ggf. auch tiefer in das Subtalgelenk eingegangen und ein 2,7- oder 2,8-mm-Arthroskop, ein 3,0-mm-Shaver und eine Power-Rasp angewendet werden. Moskitoklemme zur Präparation des Zugangs und um Ossifikationen und kleine Teile zu entfernen. Nukleotom, Meißel zum Abmeißeln von Knochenstrukturen sowie Chondropicks und Schwanenhalsahle für die Mikrofrakturierung im Subtalgelenk.

#### ■ Lagerung und perioperatives Management

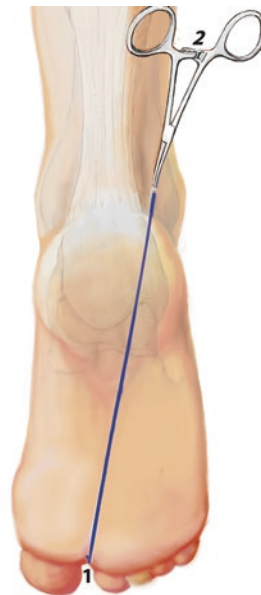
Bauchlage mit leichter Anhebung im Bereich des Beckenkamms auf der kontralateralen Seite, sodass der Unterschenkel und der Rückfuß gerade liegen. Fixierung mit einem kleinen Silikonpolster (Kamel). Die Operation wird in Blutleere durchgeführt. Antibiotische Behandlung für 24 h



■ **Abb. 3.25** a Lateraler Zugang für die posteriore Arthroskopie. Landmarke ist der distale Außenknöchel (Höhe des USG). b Die Stichinzision wird lateral der Achillessehne durchgeführt



■ **Abb. 3.26** Landmarken für die posteriore Arthroskopie. Medialer Zugang in Höhe des Außenknöchels als Fortführung des lateralen Zugangs. AT Achillessehne, PL posterolateraler Zugang, LM lateraler Malleolus



■ **Abb. 3.27** Zugang durch die Weichteile in Richtung erstem/ zweitem interdigitalen Zwischenraum mit Moskitoklemme, bis das Subtalargelenk spürbar zu tasten ist

(„single shot“). Injektion von niedermolekularem Heparin bei Narkoseeinleitung.

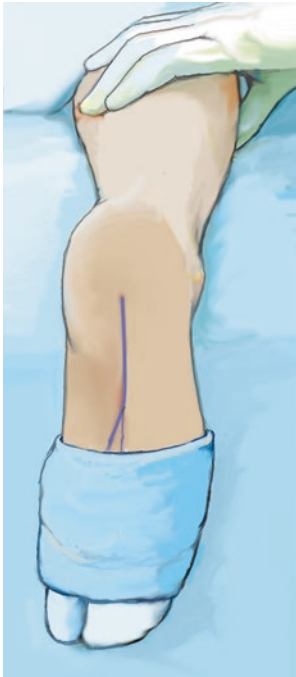
#### ■ Technik

■ **Abb. 3.25**, ■ **Abb. 3.26**, ■ **Abb. 3.27**, ■ **Abb. 3.28**, ■ **Abb. 3.29**, ■ **Abb. 3.30**, ■ **Abb. 3.31**, ■ **Abb. 3.32** und ■ **Abb. 3.33**

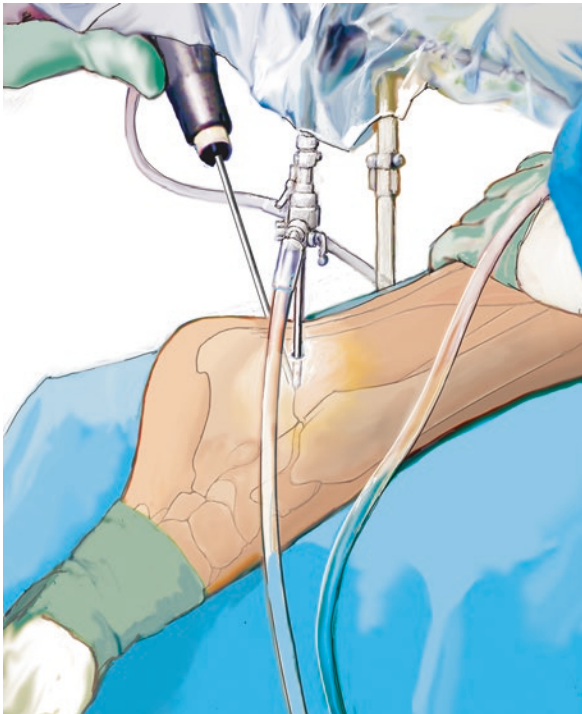
Stichinzision lateral in Höhe der Fibulaspitze (subtalares Gelenk). Gegeninzision auf der medialen Seite. Es wird nun mit der Moskitoklemme der Weichteilbereich bis zum Subtalargelenk gespreizt, hierbei ist die Richtung interdigital

zum ersten und zweiten Strahl. Gleiches Vorgehen auf der medialen Seite.

Einführen eines normalen Arthroskops, dabei Einstellen der Kamera auf 6 Uhr und der Optik auf 3 Uhr, sodass nach lateral geschaut wird. Einführen des 3,8-mm-Shavers. Triangulation, sodass der Shaver auf dem Arthroskop aufgesetzt. Rückziehen des Arthroskops, damit der Shaver gleich im Sichtfeld des Arthroskops ist. Meist zeigen sich Narben- und Fettanteile im Bereich des Karger'sches Dreieck. Débridieren nach lateral, bis die posteriore Facette zu sehen ist.



■ **Abb. 3.28** Steriles Abkleben der Großzehe und der Kleinzehen getrennt, um den M. flexor hallucis longus durch Bewegung an der Großzehe beim Arthroskopieren identifizieren zu können



■ **Abb. 3.29** Zugang, Triangulation: Es wird das Arthroskop von lateral auf das Subtalargelenk geführt. Nun wird der Shaver auf die Arthroskopspitze geführt. Danach Zurückziehen des Arthroskops wenige Millimeter, dann zeigt sich die Shaverspitze



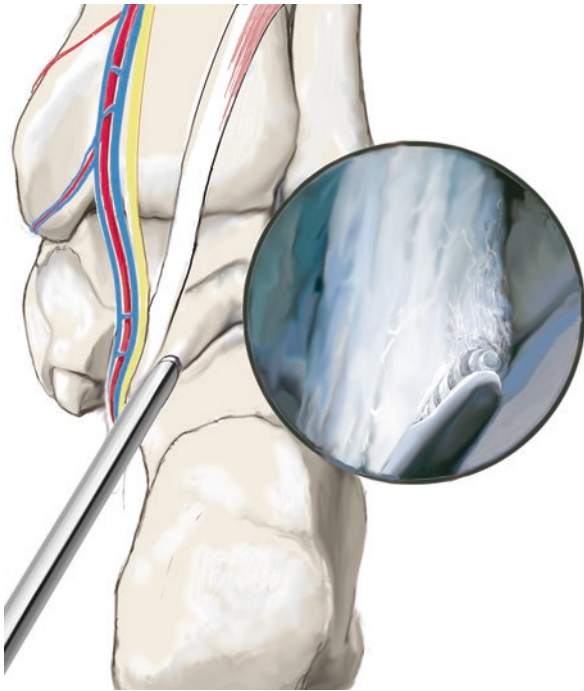
■ **Abb. 3.30** Präparation des Os trigonum vom Subtalargelenk mit dem Shaver. Das Shaverblatt muss medial immer nahe des Kalkaneus bleiben und immer von neurovaskulären Strukturen abgewendet sein



■ **Abb. 3.31** Danach müssen die Weichteilstrukturen zum Talus hin mit dem Shaver und dem 3,2-mm-Punch gelöst werden



■ **Abb. 3.32** Beim Processus-posterior-Impingement muss nach Darstellung des Processus dieser mit einem 5-mm-Meißel abgetrennt und dieser Bereich danach mit einem Shaver geglättet werden



■ **Abb. 3.33** Das Débridement der Flexor-hallucis-longus-Sehne muss sehr „delikat“ ausgeführt werden, da nach medial das neurovaskuläre Bündel in einer Distanz von 3–4 mm verläuft. Es muss immer nahe des Kalkaneus débridiert werden. Die Sehne muss bis zum Retinakulum débridiert werden, das Retinakulum muss evtl. erweitert werden

Nach Darstellung lateral folgt das Débridement nach medial. Hierbei wird v. a. das rotierende Messer scharf an die mediale Kalkaneuswand gehalten. Präparation nach kranial. Es zeigt sich jetzt entweder ein tief liegender Muskelbauch oder die Sehne des M. flexor hallucis longus als anatomische Leitstruktur. Durch die spezielle Abdeckung wird die Großzehe von den Kleinzehen getrennt. Es kann jetzt die Großzehe bewegt werden, um die Flexor-hallucis-longus-Sehne zu identifizieren.

Nach der Identifikation wird der Processus posterior/Os trigonum so weit dargestellt, bis kein Impingement mehr zu sehen ist. Nun können durch Inversion, nicht durch Distraction, die Gelenkanteile des USG unterschiedlich dargestellt werden. Bei weiblichen und laxen Patienten kann meist bis zum Sustentaculum tali nach medial das gesamte Gelenk eingestellt werden. Bei extrem festen Patienten kann auch eine 2,7-mm-Optik angewandt werden, um besser in die Tiefe des Gelenks zu gelangen.

Eingehen mit einer Kürette und Débridement. Leichtes Anschleifen mit einer Kugelfräse. AMIC-Prozedur (► Abschn. 3.2.1). Einspritzen von Knochenmark und ACP und Einlegen einer Matrix. Das Knochenmark wird vom posterioren superioren Beckenkamm entnommen. Abschließend Versiegelung.

#### ■ Nachbehandlung bei AMIC-Prozedur

Die Nachbehandlung der subtalaren AMIC-Prozedur entspricht den Richtlinien aller AMIC-Prozeduren. Bei einfachen Läsionen 3 Tage Gips, danach Bewegungsübungen. Hierbei sollte sofort das subtalare Gelenk bewegt werden, und zwar in Form von Inversions- und Eversionsbewegungen sowie kreisenden Bewegungen des Fußes, die der Patient selbstständig durchführen kann. Wenn möglich, sollte eine CPM-Maschine, die auch Inversion und Eversion durchführen kann, zur Anwendung kommen. Teilbelastung für 6 Wochen mit 15 kg und für 2 Wochen mit 30 kg. Bei „kissing lesion“ dauert auch hier die Einwachsphase für die Matrix länger, daher bleibt der Gips 4 Tage bestehen, und erst am fünften Tag werden Bewegungen angefangen. Teilbelastung für 8 Wochen mit 15 kg und 2 Wochen mit 30 kg. Die Physiotherapie sollte in erster Linie neben dem frühzeitigen Erreichen der Beweglichkeit im oberen Sprunggelenk (Beugemuskelkette!) besonders in der Eversion und Inversion arbeiten, um das Gelenk sofort wieder mobil zu bekommen.

#### ■ Nachbehandlung bei Os-trigonum-, Processus-posterior-Resektion und Flexor-hallucis-longus-Tenolyse

Am Ende der Operation kann zur Vermeidung von Verwachsungen und zur schnelleren Rehabilitation ein Lokalanästhetikum mit Kortison (Lipotalon, wasserlöslich!) infiltriert werden. Meist sind die Patienten danach fast am nächsten Tag schon beschwerdefrei. Zur Schmerztherapie wird am postoperativen Nachmittag und nachts eine Schiene angelegt, um willkürliche Bewegungen zu vermeiden. Danach wird der Gips für 2–3 Nächte angelegt und tagsüber abgenommen. Schmerzabhängig für 10–14 Tage Teilbelastung mit sofortiger Mobilisation des Gelenks, v. a. in der Dorsalextension, um Verwachsungen in den posterioren Gelenkabschnitten zu vermeiden. Aufgrund der Tiefe des Zugangs kommt es im Vergleich zu anterioren Arthroskopien häufig zu festen Narbenbildungen, die leichte Schmerzen erzeugen, v. a. bei Dorsalextension. Daher sollten bei jeder physiotherapeutischen Behandlung eine Narbenmobilisation und -manipulation erfolgen. Dies kann der Patient auch selbstständig mit einer Salbe (z. B. Voltaren) durchführen.

# Arthroskopie des unteren Sprunggelenks

- 4.1      **Allgemeine Bemerkungen – 60**
- 4.2      **Mikrofrakturierung bei osteochondralen Läsionen – 61**
  - 4.2.1    AMIC-Prozedur – 61
- 4.3      **Subtalare Arthrodesen – 61**

## 4.1 Allgemeine Bemerkungen

### ■ Indikation

Osteochondrosis dissecans im Bereich des Subtalgelenks, sowohl talar als auch kalkaneär. Arthrofibrose im Subtalgelenk (z. B. Zustand nach Kalkaneusfrakturen, Processus-lateralis-tali-Frakturen o. ä.). Fehlende Compliance für die Nachbehandlung sowie ein Alter über 60 Jahre mit reduzierter Stammzellenaktivität bei Mikrofrakturierung schränken die Indikation ein. Aufgrund der geringen Weichteiltraumatisierung liegen die Vorteile in der geringeren postoperativen Morbidität und der frühzeitigen Mobilisation des Gelenks in der Nachbehandlung.

### ■ Kontraindikation

Schwerste Arthrose des Subtalgelenks. Grenzbereiche der Indikation sind eine relevante Einsteifung, die von posterior nicht erreichbar ist. Hier sollte ein halboffenes arthroskopisches Verfahren zur Mobilisation des Gelenks angewendet werden.

### ■ Spezielle Patientenaufklärung

Teilbelastung über 14–21 Tage, um die Schwellung zu reduzieren und so maximale Beweglichkeit zu erreichen. Bei Markstimulationen wie Mikrofrakturierungen, insbesondere im unteren Sprunggelenk, fehlen zum jetzigen Zeitpunkt noch langfristige Ergebnisse. Daher sollten Patienten darüber aufgeklärt werden, dass erhebliche Beschwerden zurückbleiben können.

### ■ Operatives Setup

Die Operation erfolgt in Blutleere, der Patient ist seitlich gelagert, das gesunde Bein wird abgepolstert, um Nervenlähmungen im Bereich des N. peroneus und des N. suralis zu vermeiden. Das zu operierende Bein liegt auf einem Polsterkissen von etwa 20 cm Höhe, das Sprunggelenk hängt über, sodass eine Inversion zur Eröffnung des Subtalgelenks durchgeführt werden kann.

Das Gelenk wird sowohl über den anterolateralen Zugang als auch über den posterolateralen Zugang mit 10–15 ml Ringer-Laktat-Lösung aufgefüllt. Da bei posttraumatischen Zuständen aufgrund der Verwachsungen das Gelenk häufig nicht sofort einzusehen ist, muss ähnlich wie bei einer subakromialen Resektion erst ein Weichteildébridement durchgeführt werden. In diesem Fall wird über den zweiten anterolateralen Zugang trianguliert, sodass hierbei der Resektor im Arthroskop dargestellt wird. Die Weichteilresektion erfolgt dann in Richtung des Gelenks im Sinne einer Arthrolyse.

Bei steifen Gelenken (z. B. nach Kalkaneusfrakturen) kann perkutan ein Hintermann-Spreizer in den lateralen posterioren Talus eingesetzt und damit das Gelenk geöffnet werden. Darüber wird instrumentiert, bis sich das Gelenk selbstständig gut öffnen lässt.

### ■ Operationsprinzip bei Arthrolyse und Mikrofrakturierung

Es wird zuerst im Bereich des Sinus tarsi eine komplette Arthrolyse durchgeführt, Leitstrukturen sind nach distal das Ligamentum talocalcaneum interosseum. Dann Umschwenken nach lateral, nachdem der anteriore Anteil der posterioren Facette und die Talusrolle zu sehen sind. Anlegen eines posterolateralen Zugangs unter arthroskopischer Sicht. Entfernung von Narben mit dem Spezial-Saugpunch (2,5 mm), Eingehen von posterior in das Gelenk und sukzessive Resektion der teilweise völlig verklebenden Narbenplatten im Subtalgelenk.

Nachdem die Übersicht gelungen ist, wird von posterolateral das Arthroskop eingeführt. Dann werden nochmals zum Bereich des Sinus tarsi hin die anterioren Anteile der posterioren Facette débridiert. Die Durchführung der Mikrofrakturierung erfolgt über den posterolateralen Zugang, unter Einstellung des Arthroskops vom anterolateralen Zugang ([Abb. 4.3a,b](#)).

### ■ Posteriore Arthrolyse über posterioren Zugang

Zugänge und Setup wie in [Abschn. 3.5](#) beschrieben. Da meistens posttraumatische Vernarbungen vorliegen, ist das Débridement deutlich anspruchsvoller, um die anatomischen Strukturen darzustellen. Primär wird das laterale Kompartiment dargestellt mit dem Sprunggelenk, da es „ungefährlich“ ist! Der Raum der lateralen Kalkaneuswand sowie der Fibula entlang der posterioren Facette wird débridiert. Teilweise sollte eine Tenolyse der Peronealsehnen durchgeführt werden. Nach Darstellung des USG Zuwendung nach medial direkt an der medialen Kalkaneuswand. Vorsichtige Tenolyse des Flexor hallucis longus von lateral bis zum Retinakulum. Danach Arthrolyse des OSG, indem in einer Inklinatation von 20–25° das OSG komplett dargestellt ist. Teilweise Débridement intraartikulär des medialen und lateralen OSG.

### ■ Nachbehandlung

Postoperativ sollte mit einem Schmerzkatheder gearbeitet werden, um kontinuierlich eine bestmögliche Schmerzfremheit zu gewährleisten. Es werden manuelle Techniken angewendet. Zudem erfolgen Bewegungsübungen mit der CPM-Maschine, die sowohl Dorsalplantarflexionen als auch Inversion und Eversion durchführen kann. Fortführung der Übungen an der CPM-Maschine für 4 Wochen (Rezeptierung nach Hause). Gabe von Chondroitinsulfat und/oder Glukosaminen. Teilbelastung (15 kg) für 4 Wochen, Belastungsaufbau mit Ellipsentrainer, Aquajogging und Fahrradfahren. Von Joggen und regelmäßiger Durchführung von Impaktsportarten (3- bis 10-faches Körpergewicht!) sollte bei einem erheblichen Knorpelschaden abgeraten werden.

### 4.3 · Subtalare Arthrodese



■ **Abb. 4.1** Patient in Seitenlagerung mit Polsterung des nicht operierten Beins zum Schutze des N. peroneus sowie im Bereich des N. suralis am Fußende. Das zu operierende Bein wird so über ein etwa 20 cm hohes Lagerungskissen gelegt, dass im oberen Sprunggelenk der Rückfuß invertiert werden kann. Die „klassische“ Distraktion ermöglicht häufig keine wesentliche Öffnung des Subtalargelenks, daher ist eine Distraktion mit Inversion die einzige Möglichkeit, das Subtalargelenk zu öffnen

## 4.2 Mikrofrakturierung bei osteochondralen Läsionen

### ■ Technik

■ **Abb. 4.1**, ■ **Abb. 4.2**, ■ **Abb. 4.4**, ■ **Abb. 4.5** und ■ **Abb. 4.6**

### 4.2.1 AMIC-Prozedur

Die AMIC-Prozedur am unteren Sprunggelenk erfolgt analog wie in ► **Abschn. 3.2.1** dargestellt.

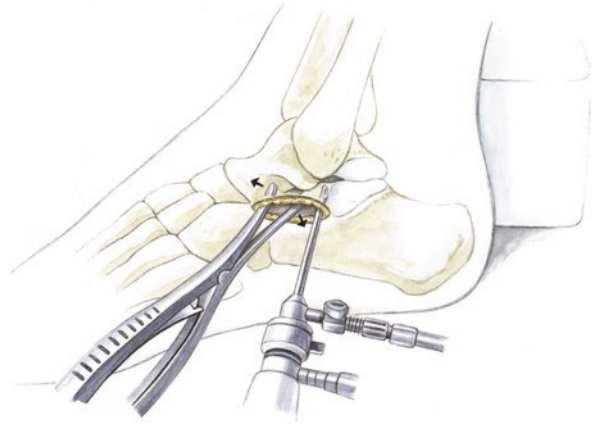
## 4.3 Subtalare Arthrodese

Die Vorteile der arthroskopisch assistierten subtalaren Arthrodese sind:

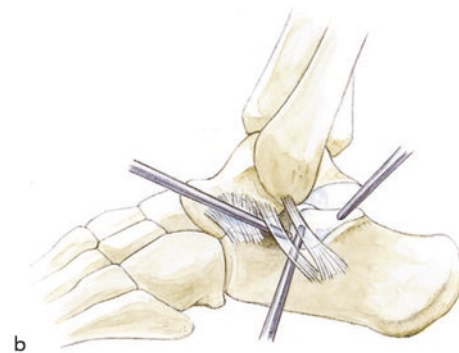
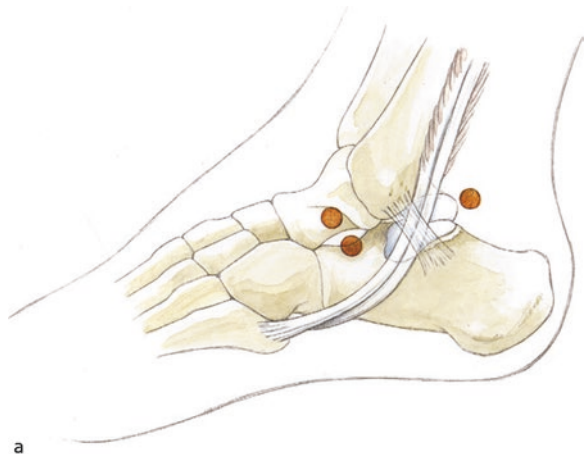
- durch posteriore Arthroskopie schonende Operation mit geringer Weichteiltraumatisierung und Schwellungen
- technisch leichteres Vorgehen der Verschraubung in Bauchlage
- geringe postoperative Schmerzen und schnelle Belastbarkeit

### ■ Indikation

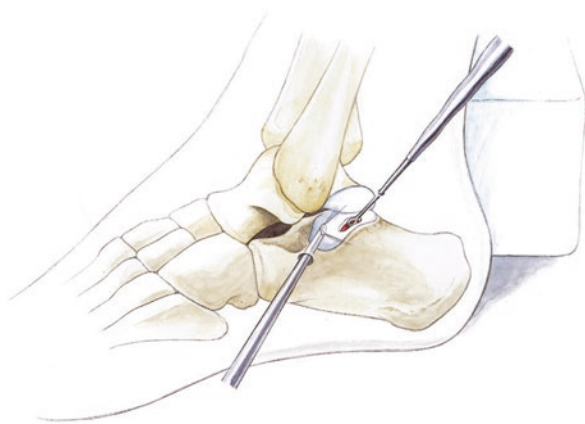
Subtalare Arthrosen mit gerader Rückfußachse, ohne Knochenverlust, auch moderate Infekte im Subtalargelenk. Bei posterioren Infekten kann gleichzeitig das obere



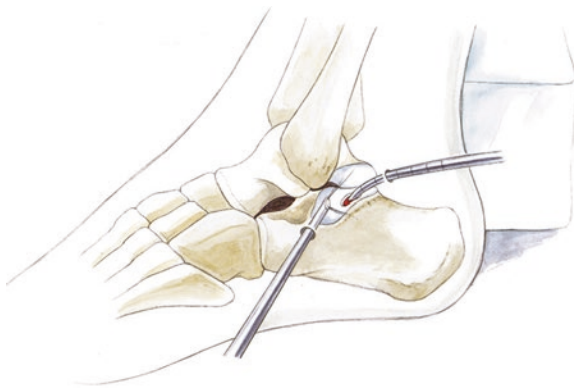
■ **Abb. 4.2** Als Hilfstrick bei rigidem Subtalargelenk (z. B. Zustand nach Kalkaneusfrakturen) kann im Bereich des Sinus tarsi ein Arthrodese Spreizer eingebracht werden. Der Schnitt wird im Sinne eines Ollier-Zugangs verlängert, um das Gelenk aufzuspreizen und den Situs für die Arthroskopie verfügbar zu machen. Alternativ kann dafür auch ein „Hintermann-Spreizer“ angewendet werden



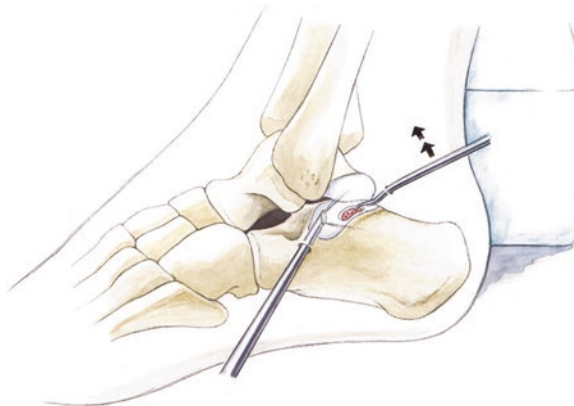
■ **Abb. 4.3a,b** Darstellung der Portale. **a** Anterolateraler Zugang etwa in Höhe des Sinus tarsi („soft-spot“), superolateraler Zugang etwa 1 cm höher, posterolateraler Zugang hinter den Peronealsehnen etwa 1 cm distal der Fibulaspitze, **b** klassischen Portale: anterolateraler, superiorer anterolateraler und posterolateraler Zugang



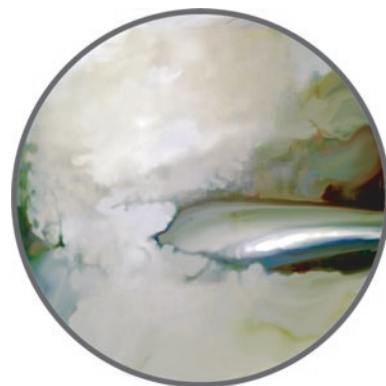
■ **Abb. 4.4** Osteochondrale Läsionen finden sich häufig im mittleren bis vorderen Anteil der posterioren Facette (z. B. Zustand nach Kalkaneusfrakturen oder Processus-lateralis-tali-Frakturen). Nach ausgiebigem Débridement werden von posterolateral mit einer kleinen gekrüpfen Kürette die scharfen Knorpelränder hergestellt



■ **Abb. 4.5** Shaving, leichtes Anfrischen der subchondralen Schicht mit dem 3,0-mm-Shaver, um sich der posterioren Facette und der Enge des Gelenks anzupassen. Durch Inversion kann lateral das Gelenk leicht aufgeklappt werden



■ **Abb. 4.6** Durchführen der Mikrofrakturierung mit Chondropick in Swanenhalsform. Dieser wird leicht nach kranial gehebelt, damit die Ahle perpendikulär perforieren kann



■ **Abb. 4.7** Débridement mit dem scharfen Löffel

Sprunggelenk mit débridiert werden. Milde Fehlstellungen in Varus- und Valgusrückfußachse.

#### ■ Kontraindikation

Große Defekte nach Kalkaneusfrakturen und große Fehlstellungen, die durch Osteotomie mit Fusion zu beheben sind.

#### ■ Operatives Setup

Subtalares 4,0-mm-Arthroskop mit 3,8-mm-Shaver, leicht gebogene Meißel (5 mm), Küretten oder Löffel, Moskito-klemme, evtl. auch Nukleotom, Saugpunch, Power-Rasp, Chondropick, um die subchondrale Platte zu sprengen und eine bessere Vaskularisation zu erreichen. Kanülierte Schrauben (6,5–7,3 mm). Bei Bedarf zur Oberflächenvergrößerung und zur schnelleren Durchbauung der Arthrodese Knochenmarkaspirat vom hinteren oberen Beckenkamm. Falls leichte Defekte da sind, kann auch an der proximalen Tibia entnommen werden. Das Bein muss dann flektiert und danach die Spongiosa entnommen werden.

#### ■ Lagerung und perioperatives Management

Bauchlage mit leichter Anhebung im Bereich des Beckenkamms auf der kontralateralen Seite, sodass der Unterschenkel und der Rückfuß gerade liegen. Fixierung mit einem kleinen Silikonpolster (Kamel). Die Operation wird in Blutleere durchgeführt. Antibiotische Behandlung für 24 h („single shot“). Injektion von niedermolekularem Heparin bei Narkoseeinleitung.

#### ■ Technik

■ **Abb. 4.7**, ■ **Abb. 4.8**, ■ **Abb. 4.9**, ■ **Abb. 4.10**, ■ **Abb. 4.11**, ■ **Abb. 4.12** und ■ **Abb. 4.13**

Posteriore Eingehen mit dem Arthroskop in Standard-technik. Komplette Darstellung der Leitstrukturen (Flexor-hallucis-longus/lateraler „Gutter“/Gelenkfacetten) und Abtragung von posterioren Osteophyten mit Kugelfräse,

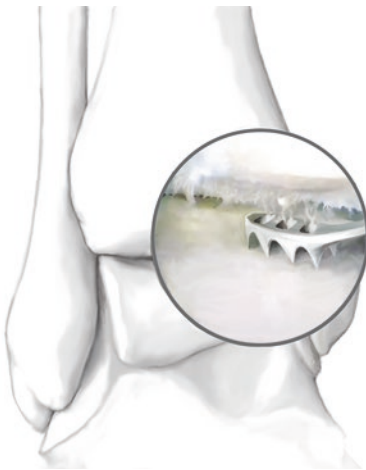
## 4.3 · Subtalare Arthrodese



■ **Abb. 4.8** Abmeißeln von Sklerosen und Knorpelanteilen nach distal mit dem gebogenen 5-mm-Meißel



■ **Abb. 4.11** Einbringen der Führungsdrähte für die USG-Verschraubung, etwa perpendicular zur posterioren Facette des Kalkaneus, mehr von medial



■ **Abb. 4.9** Power-Rasp (siehe OSG-Arthrodese)



■ **Abb. 4.12** Die zweite Schraube (mehr von lateral) wird in den Talushals gebohrt, um durch beide Schrauben eine trianguläre Verschraubung zu erreichen



■ **Abb. 4.10** „Aggressive“ Mikrofrakturierung, um die subchondrale Platte aufzubrechen



■ **Abb. 4.13** Nach Überbohren Eindrehen der 6,5-mm- oder 7,3-mm-Schraube

Meißel und Nukleotom. Shaving mit dem 3,8-mm-Shaver und Eingehen in das Subtalargelenk von posterior und posterolateral. Schrittweises Débridement in Inversionsstellung, da das Gelenk sich dann normalerweise weitet. Festere Knorpel- oder Skleroseanteile werden subchondral mit einem gebogenen 5-mm-Meißel, einem Löffel oder einer Power-Rasp débridiert, bis gut durchblutete Spongiosa zu sehen ist.

Ausgiebige Mikrofrakturierung sowohl im Tibiaplateau als auch im Bereich der Talusrolle. Hierbei darf es zu kleinen oberflächlichen Frakturierungen kommen, um die subchondrale Platte aufzubrechen. Die Mikrofrakturierungen sind dazu sehr tief durchzuführen.

Einstellen des Gelenks in Neutralstellung, evtl. Ausgleich von Varus-/Valgusfehlstellungen. Stichinzision am medialen Fersenbein in fast vertikaler Richtung zur posterioren Facette. In dieser Richtung Einbringen eines Führungsdrahts leicht nach lateral auf den Taluskorpus abzielend. Danach über eine zweite Stichinzision im Bereich der lateralen Kalkaneuskante. Jetzt laterales Bohren in den Talushals, um somit eine trianguläre Kompression zu erreichen. Röntgenkontrolle mit dem Bildwandler in sagittaler und a.-p. Technik sowie Broden-Aufnahmen zur Beurteilung des unteren Sprunggelenks. Nun Einspritzen von Knochenmark und Einstößeln von kleinen Spongiosachips aus dem Tibiaplateau. Dann Überbohren und Einbringen der 65-mm- oder 7,3-mm-Spongiosaschrauben mit kurzem Gewinde.

#### ■ Nachbehandlung

6 Wochen im Short-Walker mit 15 kg Teilbelastung, Bewegungsübungen im oberen Sprunggelenk schmerzabhängig. Frühzeitig Dehnübungen der Beugemuskelkette (Verkürzung). Übliche antiphlogistische Behandlung für 14 Tage, Physiotherapie im oberen Sprunggelenk, zusätzlich Lymphdrainage.

# Eingriffe am Metatarsophalangealgelenk

- 5.1      Allgemeine Bemerkungen – 66**
- 5.2      Hallux rigidus – 66**
  - 5.2.1    Offene Technik – 66
  - 5.2.2    Knorpelrekonstruktion mit der AMIC-Prozedur – 66
  - 5.2.3    Arthroskopische Technik – 69

## 5.1 Allgemeine Bemerkungen

Der erste Schritt ist die Wiederherstellung der Beweglichkeit durch die Resektion von osteophytären Ausziehungen. Der zweite Schritt ist das Release der plantar verkürzten Strukturen durch die länger bestehende Einschränkung der Dorsalextension, sowohl im Bereich der Kapsel als auch der kurzen Beugesehen. Dies betrifft im Gegensatz zur herkömmlichen Technik nicht nur den metatarsalen Bereich, sondern insbesondere auch die phalangeale Kapsel als Sehnenansatz (M. flexor hallucis brevis). Hier muss besonders vorsichtig präpariert werden, um die kurzen Fußbeugemuskeln nicht abzulösen. Als Erweiterung der Releaseoperation zur Verbesserung der Mechanik wird bei Arealen mit einer Knorpelglatze vom Outerbridge-Typ IV eine klassische Mikrofrakturierung durchgeführt, um somit ein Knorpelregenerat zu erzeugen. Die spezielle Ahle ist hierbei im Durchmesser etwas kleiner als für die Mikrofrakturierung am Sprunggelenk und am Knie. Daher ist das „Schachbrettmuster“ etwas enger, etwa 2 mm.

### ■ Indikation

Hallux rigidus mit großen osteophytären Ausziehungen vom Typ I und II nach Hattrup und Johnson.

### ■ Kontraindikation

Keine bzw. Typ IV nach Hattrup und Johnson. Es ist aus meiner Sicht jedoch eine gelenkerhaltende Operation erlaubt, allerdings sind bei vollständigem Aufbrauchens des Gelenkspalts die Erfolgschancen der gelenkerhaltenden Operation relativ gering. Hierbei muss der Patient über ein nicht Erreichen von Beschwerdefreiheit aufgeklärt werden. Entsprechend muss dann bei diesem Befund entweder ein Oberflächenersatz oder eine Arthrodeese durchgeführt werden.

### ■ Spezielle Patientenaufklärung

Vollbelastung, jedoch mit einem Vorfußentlastungsschuh für 14 Tage zum Abschwellen der Weichteile und zur Schmerzreduktion, um in dieser Phase schon maximale Bewegungsübungen durchführen zu können. Muskelaufbau dann möglichst mit Aquajogging, Zehenspitzenlaufen im Wasser, Fahrradfahren, zusätzlich selbstständige Bewegungsübungen neben der Krankengymnastik. Eine spezielle tägliche Übung ist das Dorsalflektieren des MTP-(Metatarsophalangeal-)Gelenks am Duschrand, unterstützt von einem kalten Wasserstrahl.

Die weiteren Übungen sollen die Beweglichkeit und den Abrollvorgang intensivieren (bewegliche Sohlen beim Schuhwerk und Barfußlaufen, evtl. mit Socken). Durchführen der Bewegungsübung über ein halbes bis dreiviertel Jahr. Regelmäßige Dehn- und Bewegungsübungen im weiteren Verlauf zur Erhaltung der Mobilität.

### ■ Lagerung und perioperatives Management

Normale Rückenlagerung, Blutleere, Antibiotikaphylaxe beispielsweise mit einem Cephalosporin der dritten Generation. Bei normalem Verlauf nur perioperativ. Intraoperative Thromboseprophylaxe, niedermolekulare Heparininjektionen bei Narkoseeinleitung.

### ■ Nachbehandlung

Gabe von Antiphlogistika und Antibiotika (Cephalosporine 3. Generation) für 24 h. Leichte Bewegungsübung und Lymphdrainage am ersten Tag und Dehnübungen unter geringer Distraction des Gelenks ab 2. postoperativen Tag. Eventuell auch ab dem 2. Tag MTP-CPM-Maschine mit zunehmender Steigerung, Cryo-Cuff-Schuh. Postoperativ Hochlagerung deutlich über Oberkörperniveau, nicht steroidale Antiphlogistika.

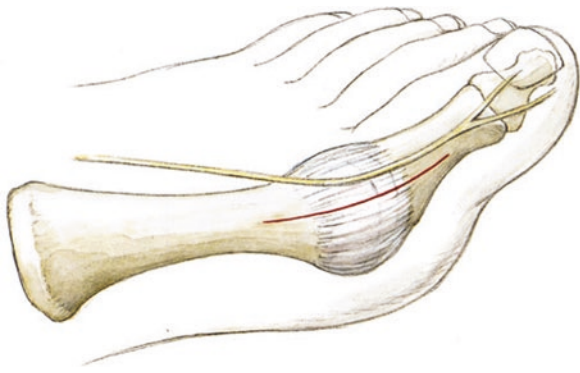
## 5.2 Hallux rigidus

### 5.2.1 Offene Technik

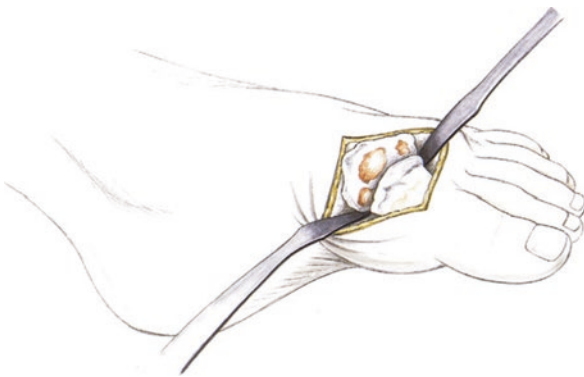
■ Abb. 5.1, ■ Abb. 5.2, ■ Abb. 5.3, ■ Abb. 5.4, ■ Abb. 5.5, ■ Abb. 5.6, ■ Abb. 5.7, ■ Abb. 5.8, ■ Abb. 5.9 und ■ Abb. 5.10

### 5.2.2 Knorpelrekonstruktion mit der AMIC-Prozedur

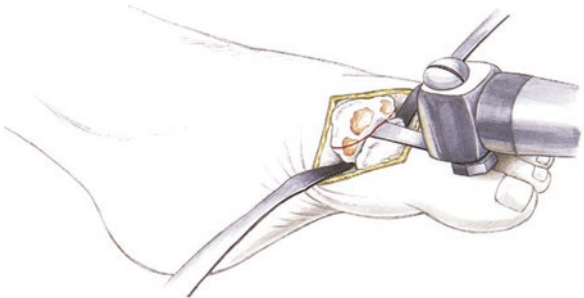
AMIC-Prozeduren bei kompletter Arthrose des MTP-Gelenks sind nicht Erfolg versprechend. Hierbei ist die Methode der Wahl die Arthrodeese. Patienten mit beginnenden arthrotischen Veränderungen im dorsalen Anteil des Metarsaleköpfchens und leichter Ausziehung, die intermittierend immer häufiger Schmerzen bekommen, sind optimale Kandidaten für eine Knorpelrekonstruktion. Eine andere Pathologie ist eine osteochondrale Läsion, welche im Nativröntgenbild in der Regel nicht auffällt. Hier findet sich im MRT eine fast immer zentral gelegene Knorpelläsion mit nur geringen Ausziehungen und dorsalen Osteophyten. Die Beweglichkeit ist nur endgradig eingeschränkt, jedoch konstant schmerzhaft, was v. a. bei aktiver Sportausübung zunehmende Probleme bereitet. Knorpelschäden im fortgeschrittenen Stadium mit massiver Deformierung der lokalen anatomischen Verhältnisse und großer Knorpelglatze, v. a. im dorsalen Anteil, haben eher eine durchwachsene Prognose. Da Patienten häufig vor einer kompletten Versteifung zurückschrecken und diese als spätere Option sehen, ist hier eine relative Indikation gegeben. Prinzipiell sind die Arthrolyse, v. a. mit plantarem Release, und die dorsale Resektion der Osteophyten (Cheilektomie) das Grundinstrumentarium. Wesentlich aus meiner Sicht ist jedoch die Wiederherstellung des Bewegungszentrums des MTP-I-Gelenks,



■ **Abb. 5.1** Anteromedialer Zugang unter Schonung des dorsalen Nervs



■ **Abb. 5.2** Darstellung des Gelenks nach gerader Kapsulotomie. Es zeigen sich osteophytäre Ausziehungen und Knorpelglatzen im Köpfchenbereich des Metatarsale I und der Gelenkfläche der Grundphalanx



■ **Abb. 5.3** Klassische Keilektomie, bei der nicht mehr als 20–25 % der Zirkumferenz des Metatarsalköpfchens entfernt werden sollten

da es durch den Hallux rigidus immer zu einer Plantarisierung der Grundphalanx gekommen ist. Daher ist der plantare Release eine *Conditio sine qua non*.

Zu beachten ist, dass es nach einer Bearbeitung immer zu einer massiven Verkürzung und Spannung kommt, v. a. durch die plantare Kapsel und die Ansätze der kurzen Beugemuskulatur. Daher muss der plantare Release im distalen Ansatz der Grundphalanx aus meiner Sicht radikal durchgeführt werden, um eine freie Beweglichkeit in der

Dorsalextension zu erreichen und die Kompression aus dem Gelenk zu nehmen. Zum Abschluss der Mobilisation und der Rekonstruktion sollte die Grundphalanx ohne jegliche Form von „Jerking-Haken“ ein freies Bewegungsspiel haben. Sollte auch nur an kleinster Stelle ein „Haken“ bestehen, wird dieser zu erheblichen Schmerzen, Narbenbildung und erneuter Einsteifung führen und somit das Behandlungsergebnis gefährden.

#### ■ Indikation

Umschriebene Knorpelläsionen zentral. Salvage-Prozedur ohne Arthrodesis auf Wunsch des Patienten (genaue Aufklärung über Misserfolg!). Bei Verweigerung einer Arthrodesis bei schon fortgeschrittenem Knorpelschaden, v. a. im dorsalen Anteil des MTP-I-Köpfchens mit deutlichen osteophytären Ausziehungen.

#### ■ Kontraindikation

Komplette Arthrose ohne Chancen auf eine zumindest verlängernde oder herauszögernde Wirkung durch die Operation. Übliche allgemeinmedizinische Kontraindikationen.

#### ■ Operatives Setup

Feine McGlamry-Säge (13 mm), Elevatorium und 11er-Skalpell zur subperiostalen Präparation im Bereich der plantaren Grundphalanx. Luer zur Abtragung von massiven Osteophyten, v. a. im phalangealen Bereich. Feile um ein absolut sauberes Gleiten zu gewährleisten. Chondro-Gide Kollagenmatrix, Mikrofrakturierung, „bone marrow aspirate“ mit Jamshidi-Nadel vom Beckenkamm. Fibrinkleber (Tissucol 5 ml).

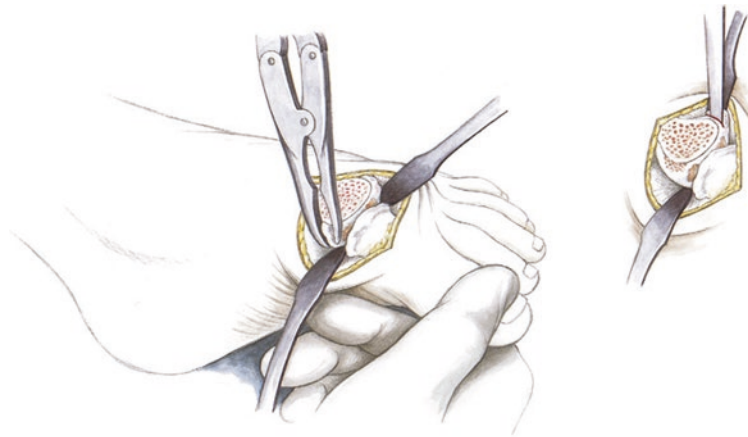
#### ■ Lagerung

Normale Lagerung, Absenken des gesunden Fußes. Operation von der Gegenseite. Auswickeln mit Esmarchbinde zur Herstellung einer Blutleere. Blutsperre mit 300 mmHg.

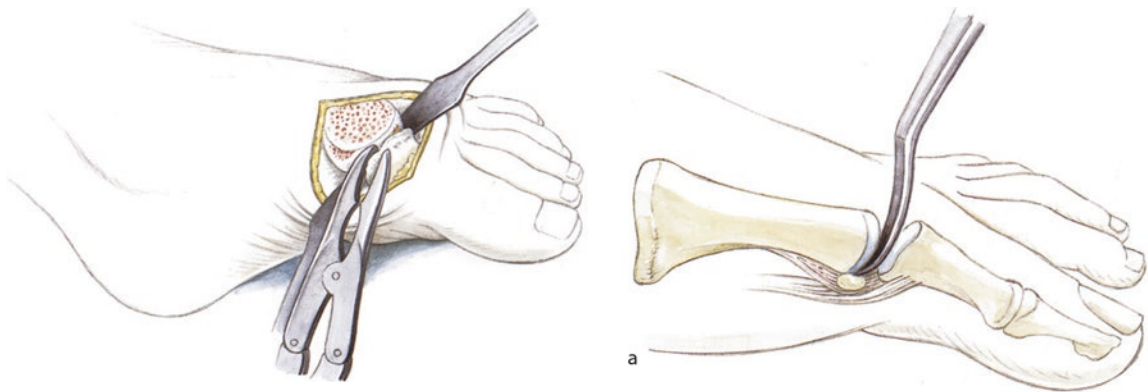
#### ■ Technik

■ **Abb. 5.11**, ■ **Abb. 5.12**, ■ **Abb. 5.13**, ■ **Abb. 5.14**, ■ **Abb. 5.15**, ■ **Abb. 5.16**, ■ **Abb. 5.17**, ■ **Abb. 5.18** und ■ **Abb. 5.19**

Es wird ein medialer Zugang durchgeführt unter Schonung der dorsalen Sehnen. Gelenkeröffnung. Präparation des Gelenks nach lateral und plantar und Einsetzen von Hohmann-Hebeln. Es wird nun nach und nach v. a. der plantare Bereich dargestellt, sodass das Gelenk auf 90° abwinkelbar ist. Nun Durchführen der Keilektomie. Diese sollte nicht redundant erfolgen, sondern die natürliche, runde Form des Köpfchens nachempfinden. Hier sollte ein „Ball-and-socket-Phänomen“ erzeugt werden, was eine optimale Beweglichkeit erlaubt. Daher auch Abtragung von lateralen und medialen Osteophyten. Präparation mit 11er-Klinge und dem Luer. Resektion aller osteophytären Ausziehungen im Bereich der Grundphalanx und erste



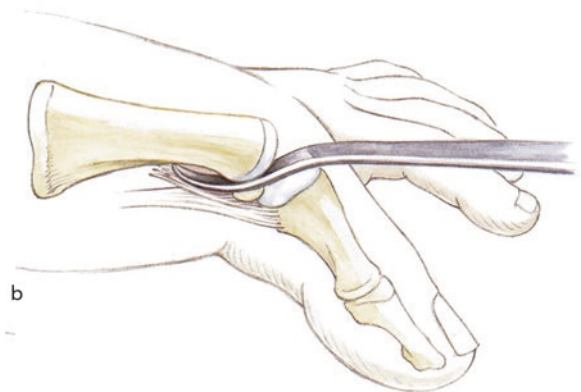
■ **Abb. 5.4** Entfernung der medialen und lateralen Osteophyten



■ **Abb. 5.5** Entfernung der osteophytären Ausziehung im Bereich der dorsalen, medialen und lateralen Grundphalanx

Präparation stumpf mit dem Elevatorium subperiostal der plantaren Kapsel und der kurzen Beugesehne. Danach plantarer Release nach proximal im Bereich des Metatarsalköpfchens mit der McGlamry-Säge. Raspatorium. Die Beweglichkeit sollte jetzt frei sein.

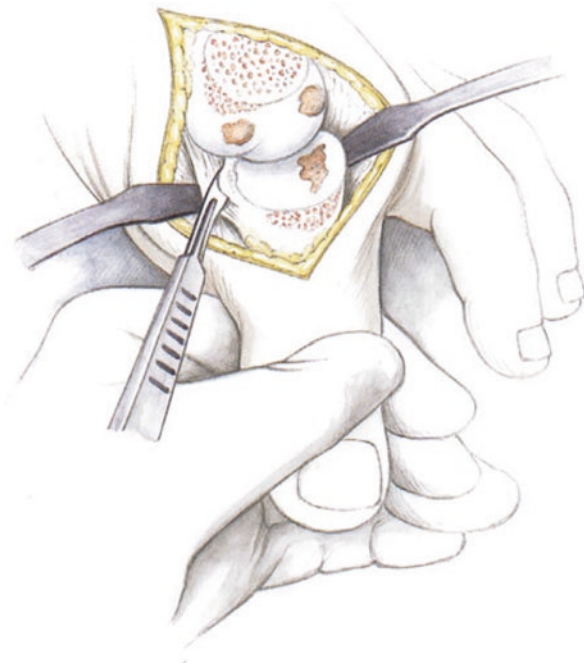
Es wird nun nach dorsal bewegt, um festzustellen, ob im Bereich der Dorsalextension ein Haken besteht. Dieser wird mit der Feile nach und nach ausgeschliffen. Danach wird mit 1,0-mm-Spickdraht eine feine Mikrofrakturierung durchgeführt. Einspritzen von „bone marrow aspirate“ (Knochenmark und Stammzellen) und Aushärten über mehrere Minuten. Im Bereich der Neomembran oder des Neoknorpels wird ebenfalls Knochenmark eingespritzt. Dann wird eine mit „bone marrow aspirate“ getränkte azelluläre Kollagenmatrix (Chondro-Gide) aufgesetzt und nochmals mit „bone marrow aspirate“ fixiert, das leicht koaguliert. Danach Versiegelung mit Fibrinkleber und Aushärten. Reposition ohne Verschieben des Konstrukts. Kapselverschluss in Neutralstellung, ohne Spannung zu erzeugen. Weichteilverband locker anlegen. Gipsschiene zur primären Schmerzbehandlung, um unnötige Bewegungen zu vermeiden.



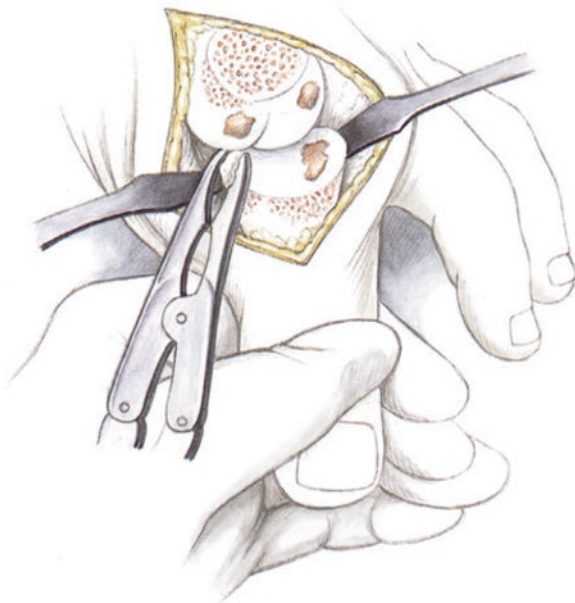
■ **Abb. 5.6a,b** Kapsulolyse und Release der Beugesehnen mit dem McGlamry-Raspatorium im Bereich des Metatarsale I. Hierbei muss man ein deutliches Ablösegeräusch spüren und hören

#### ■ **Nachbehandlung**

Gips für 2 Tage zum Einwachsen der Matrix. Danach Bewegungsübungen in Dorsal- und Plantarflexion unter Distraction mit Physiotherapeuten, aber auch selbstständig. Vorfußentlastungsschuh flach für 6 Wochen, danach

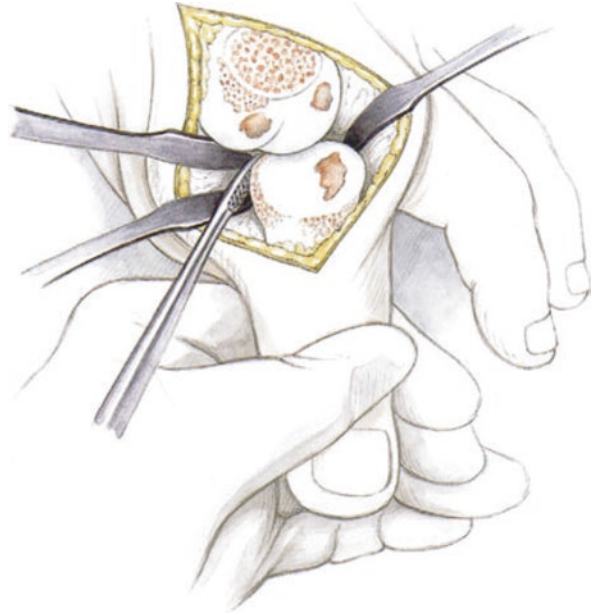


■ **Abb. 5.7** Nun Release der distalen Kapsel sowie im Ansatz der kurzen Beugesehenmuskeln, durch subperiostale Präparation mit dem Skalpell

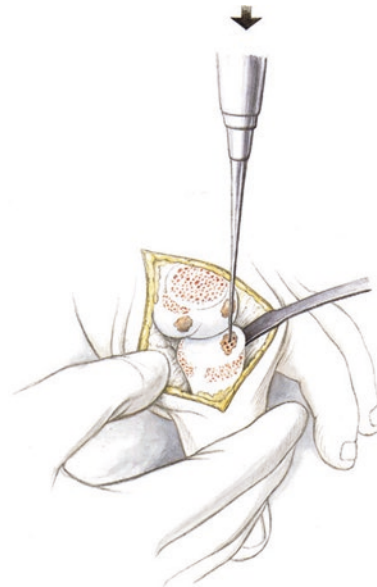


■ **Abb. 5.8** Danach stumpfes Lösen mit dem Raspatorium und Entfernen der Osteophyten plantarseitig, was zu einer deutlichen Verbesserung der Plantarflexion führt

Belastungsaufbau. Aquajogging und Bewegungsübungen, v. a. auch in Plantarflexion. Aufgrund der Traumatisierung plantarseitig kann es hier häufig zu schmerzhaften Narben kommen, die nicht mehr korrigierbar sind. Impaktsportarten wie Jogging oder Basketball mit Sprungübungen sind bei Nichtleistungssportlern nicht zu empfehlen.



■ **Abb. 5.9** Nochmaliges subperiostales Ablösen der kurzen Flexoren mit dem Raspatorium

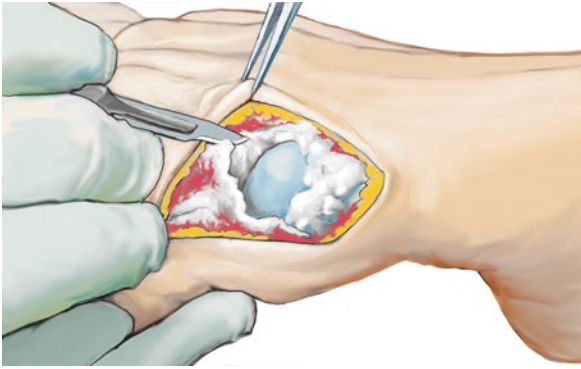


■ **Abb. 5.10** Mikrofrakturierung von Arealen bei Knorpelglatze (Outerbridge-Typ IV) mit einem speziellen Mikrofrakturierer für die Zehen

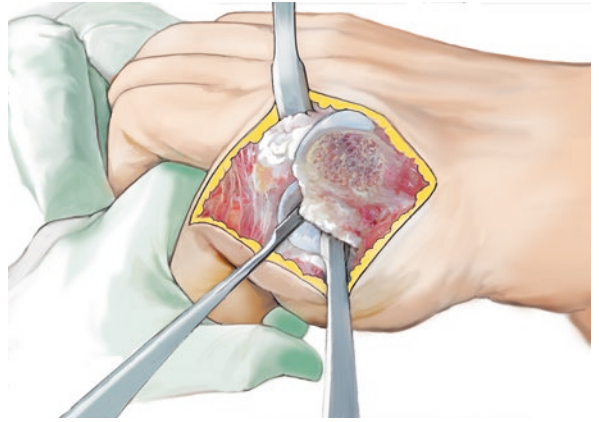
### 5.2.3 Arthroskopische Technik

#### ■ Operatives Setup

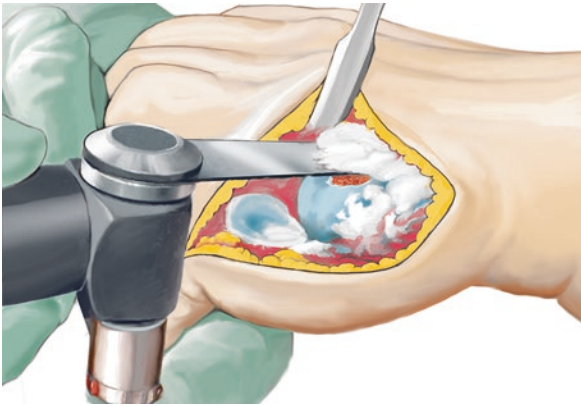
Rückenlage und Blutleere. Es wird zur Weichteildistraktion eine Mullbinde als Schlauch um die Zehe gelegt. Zugänge medial und lateral im Bereich des MTP-Gelenks sowie plantar mediallyseitig für den plantaren Zugang. Das Gelenk



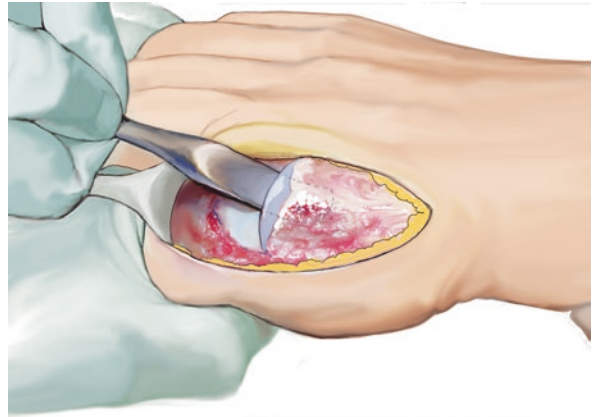
■ Abb. 5.11 Darstellung des MTP-I-Gelenks mit osteophytären Randanbauten



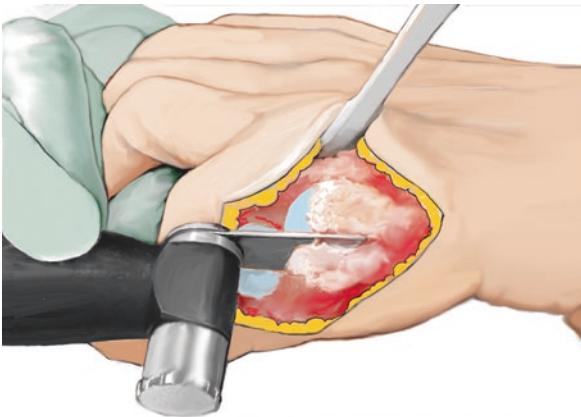
■ Abb. 5.14 Plantarer Release mit subperiostaler Ablösung der dorsalen Kapsel und der kurzen Zehenbeuger mit Skalpell und Raspatorium am Grundglied



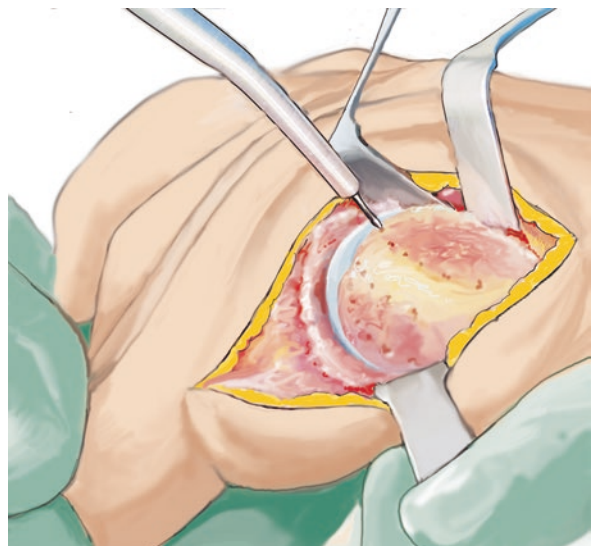
■ Abb. 5.12 Klassische Keilektomie



■ Abb. 5.15 Plantarer Release mit McGlamry-Rapartorium Nr. 13

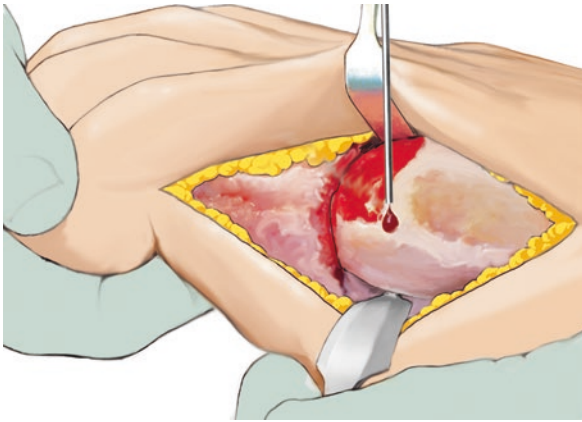


■ Abb. 5.13 Resektion von Osteophyten medial und lateral

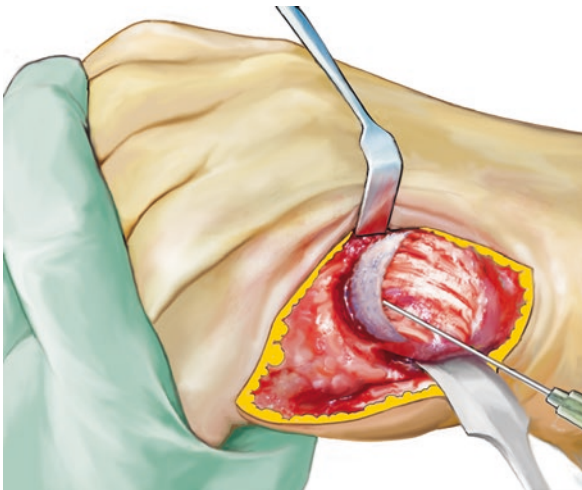


■ Abb. 5.16 Aufbrechen der sklerotischen subchondralen Platte mit Feile oder Power-Rasp, „nanofracture“

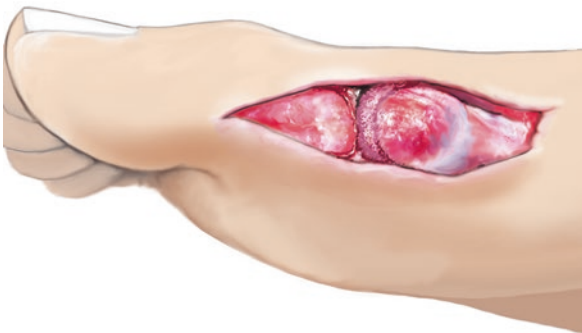
wird mit 5–10 ml Ringer-Laktat-Lösung aufgefüllt. Eingehen vom anteromedialen Zugang und Instrumentation von anterolateral. Eventuell zuerst Eingehen mit einem kleinen Elevatorium oder einer kleinen gebogenen Moskitoklemme, um die Kapsel zu lösen und zu dehnen. Das Gelenk wird zunächst von beiden Portalen aus „durcharthroskopiert“,



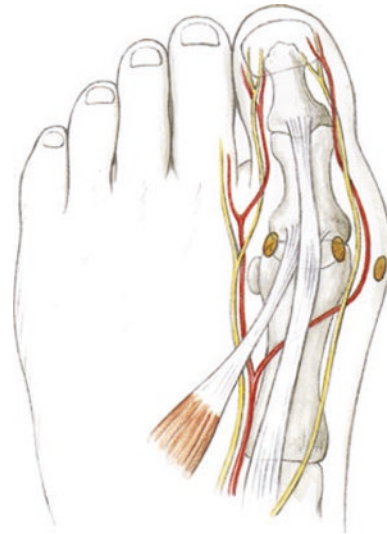
■ **Abb. 5.17** Knochenmarkstammzellentransplantation (mit Jamshidi-Nadel vom Beckenkamm aspiriert), leichtes Koagulieren



■ **Abb. 5.18** Auflegen der Matrix und Fixieren mit Fibrinkleber, 5–10 min Aushärten



■ **Abb. 5.19** Aushärten der Matrix in Neutralstellung. Lockerer schichtweiser Wundverschluss ohne Raffung der Kapsel



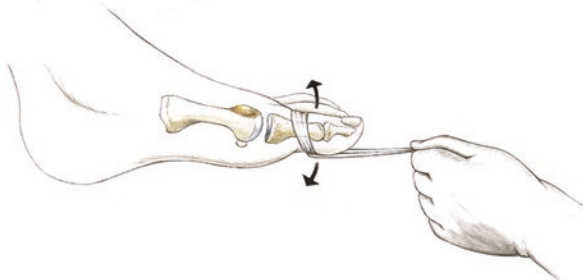
■ **Abb. 5.20** Darstellung der Portale medial und lateral im Bereich des MTP-I-Gelenks sowie plantar medial für das plantare Release

um den dorsalen Gelenkrand und die Resektionshöhe zu bestimmen. Nun Eingehen mit einer kleinen Kugelfräse und Eintauchen bis zur gesamten Fräsengröße im Bereich des dorsalen Knochensporns. Es kann nun entweder mit einem kleinen Meißel oder mit der Walze weiter geglättet werden, hierbei werden der Instrumentier- und der Arthroskopiezugang nach und nach gewechselt, sodass ein vollständiger Einblick von beiden Seiten gelingt.

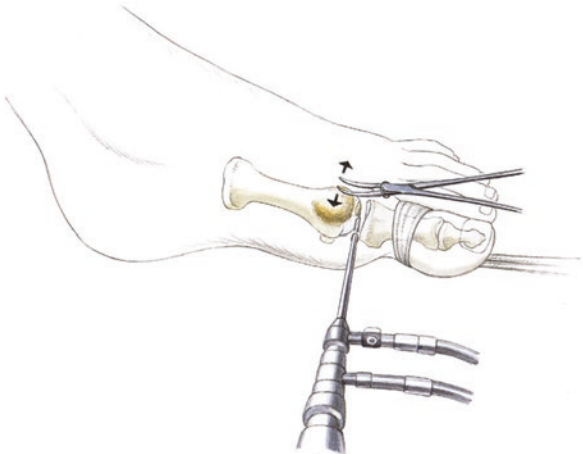
Die Orientierung für das Ausmaß der Resektion ist der diaphysäre Übergang. Gegebenenfalls wird mit Bildwandlertkontrolle das Ausmaß der Resektion kontrolliert und/oder zusätzlich die Resektionstiefe mit einem Spickdraht markiert. Danach komplette Keilektomie und Release im dorsalen Anteil des Metatarsalköpfchens. Danach wird der plantarmediale Zugang angelegt. Das Arthroskop (2,5 oder 1,9 mm) wird über den dorsalen kranialen medialen Zugang nach kaudal heruntergeführt, dann unter arthroskopischer Sicht Einführen einer Kanüle, um den Zugang vorzubereiten. Nach Stichinzision Eingehen mit einem Elevatorium und Ablösen der Kapsel nach proximal, evtl. Resektion von Verklebungen mit einem kleinen 2,5-mm-Resektor. Mikrofrakturierung erfolgt ebenfalls je nach Ausmaß und Lokalisation des medialen oder lateralen Zugangs. Am Ende der Operation lokale Infiltration mit einem Lokalanästhetikum. Bei erheblicher Synovialitis zusätzlich Infiltration mit wasserlöslichem Kortikosteroid, dann natürlich auch Durchführen einer Synovialektomie.



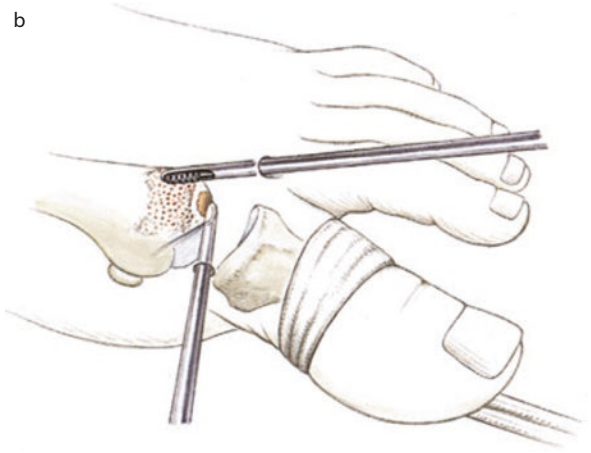
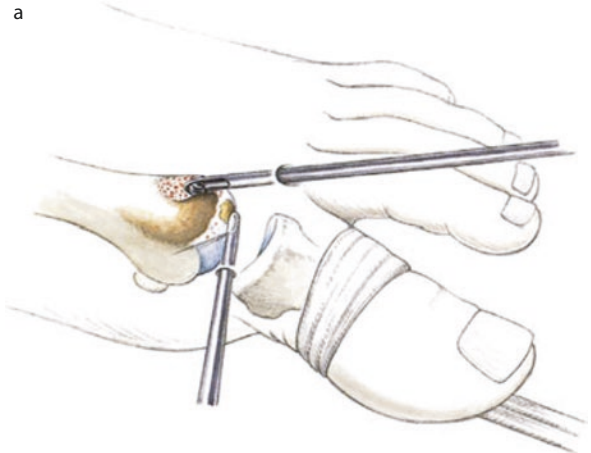
■ **Abb. 5.21** Anlegen einer Mullbinde als Zügel im Bereich des Grundgliedes und Distraktion des Gelenks. Auffüllen mit 5–10 ml Ringer-Laktat-Lösung



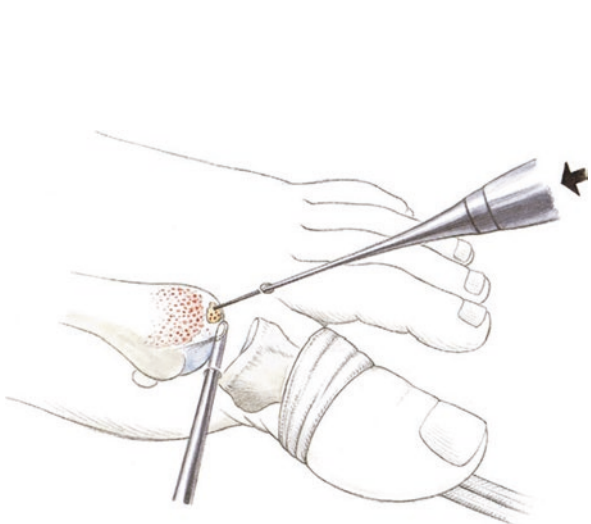
■ **Abb. 5.22** Bei der Weichteildistraction sollte die Großzehe bei den dorsalen Zugängen in Plantarflexion gezogen werden, bei den plantaren Zugängen in Dorsalextension



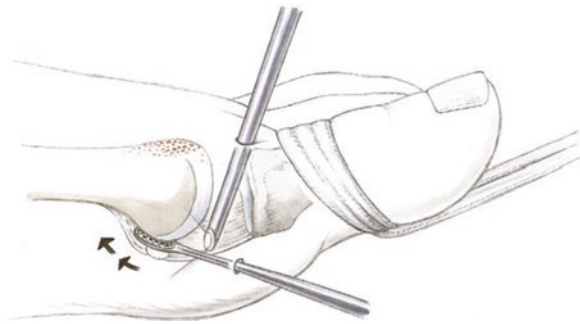
■ **Abb. 5.23** Bei Verklebung der Kapsel sollte bei Einführen des Arthroskops mit einer Moskitoklemme bzw. einem Elevatorium der kapsuläre Raum gespreizt werden, um so das Volumen und die Übersicht zu verbessern. Dann Anlegen der lateralen Portale



■ **Abb. 5.24a,b** Débridieren der Weichteile mit einem Shaver und Resektor, dann Einbringen einer Kugelfräse. Diese wird in der ganzen Breite in den dorsalen Osteophyten eingetaucht, um die Tiefe zu bestimmen. Danach Abfräsen der osteophytären dorsalen Ausziehung und Glätten mit einer 2,5-mm-Walze



■ **Abb. 5.25** Mikrofrakturierung mit dem Mikrofrac (Fa. Wolff)



■ **Abb. 5.26** Plantares Kapselrelease über einen plantaren medialen Zugang in leichter Dorsalextension. Das Arthroskop muss über den dorsomedialen Zugang eingestellt werden. Nach lateral hin kann auch der dorsolaterale Zugang benutzt werden. Dabei muss jedoch die Dorsalextension etwas reduziert werden, damit das Arthroskop nach plantar eingeführt werden kann

#### ■ Nachbehandlung

Entspricht der offenen Technik. Teilbelastung für 14 Tage mit Vorfußentlastungsschuh. Die arthroskopische Keilektomie und der arthroskopische Weichteilrelease beim Hallux rigidus haben aufgrund der geringen postoperativen Morbidität große Vorteile, die Patienten können sich viel früher schmerz- und schwellungsfrei bewegen.

#### ■ Technik

■ [Abb. 5.20](#), ■ [Abb. 5.21](#), ■ [Abb. 5.22](#), ■ [Abb. 5.23](#), ■ [Abb. 5.24](#), ■ [Abb. 5.25](#) und ■ [Abb. 5.26](#)

# Eingriffe bei Rückfußfehlstellungen

## **6.1 Supramalleoläre Osteotomien – 76**

- 6.1.1 Allgemeine Bemerkungen – 76
- 6.1.2 Biplanare Osteotomie bei Pes cavovarus – 76
- 6.1.3 Gastroc-Slide bei Open-Wedge-Osteotomie – 78
- 6.1.4 AMIC-Prozedur zur Korrektur des Knorpelschadens – 79
- 6.1.5 Schräge varisierende Closed-Wedge-Osteotomie – 81

## **6.2 Kalkaneusosteotomien – 83**

- 6.2.1 Allgemeine Bemerkungen – 83
- 6.2.2 Valgisierende und varisierende Osteotomie – 85
- 6.2.3 Rotationsosteotomie in Open-Wedge-Technik – 85

## **6.3 Kalkaneusverlängerungsosteotomie – 85**

- 6.3.1 Valgisierende Domosteotomie des Kalkaneus – 90
- 6.3.2 Varisierende Kalkaneusosteotomie mit Step-off-Platte – 93

## 6.1 Supramalleoläre Osteotomien

### 6.1.1 Allgemeine Bemerkungen

Supramalleoläre Osteotomien haben den höchsten Wirkungsgrad bei der Korrektur von Varus- oder Valgusfehlstellungen im oberen Sprunggelenk. Hiermit ist ein Optimum an Load-Transfer bei drohenden oder schon bestehenden Knorpelschäden und umschriebener Varus- oder Valgusarthrose gegeben. Der Zugang wird in Rückenlage von medial durchgeführt. Bei Open-Wedge-Osteotomien ist immer eine Spongiosaplastik obligat. Durch die neuen winkelstabilen Platten ist es nicht notwendig, kortikospongiöse Späne einzustößeln, da hier längere Einheilungszeiten bestehen als bei rein spongiöser Knochentransplantation.

Das Problem der Open-Wedge-Osteotomie ist, dass es bei der Distraction nicht nur zu einem Aufklappen kommt, sondern auch zu einer Distraction. Daher verwende ich eine eigene Technik, die biplanare Osteotomie, die bis zur Mitte der Tibia in der transversalen Ebene durchgeführt wird und von dort an spitz auf das Gelenk zuläuft, eher in sagittaler Ebene. Der auslaufende Spitz bildet ein Hypomochlion, sodass im lateralen Bereich nur ein geringer Knochendefekt besteht und zusätzlich die Hebelwirkung durch das Hypomochlion für die Öffnung und Umstellung deutlich verbessert wird, ohne insgesamt zu distrahieren. Bei normaler Spongiosaplastik und evtl. additiver Gabe von Knochenmark und Wachstumsfaktoren zeigt dieser nun noch verbliebene kleine Knochendefekt eine äußerst rasante Knochenheilung.

Zur Operationsplanung ist immer mit einer Belastungsaufnahme zur radiologischen Analyse anzufertigen (Ausmaß der Rückfußfehlstellung und die Kippung im oberen Sprunggelenk). Hierbei hat sich die Salzmann-Aufnahme mit 20° gekippter Röntgenröhre in der Frontalebene bewährt.

### 6.1.2 Biplanare Osteotomie bei Pes cavovarus

#### ■ Indikation

Entsprechend der Fehlstellung und/oder klinischen Symptomatik Korrektur bei Rückfußfehlstellungen nur bei flexiblem Subtalargelenk. Rückfuß- und supramalleoläre Osteotomien können mit Kalkaneusosteotomien kombiniert werden. Die weitere Korrektur hat die Einstellung der Achillessehne in die Tibiamitte zur Zielsetzung, um somit einen neutralisierten Hebel des Gastrocnemius-Soleus-Achillessehnen-Komplexes zu erreichen.

#### ■ Kontraindikation

Pes-planovalgus- oder Pes-cavovarus-Deformität mit symptomatischen subtalaren arthrotischen Veränderungen, Einsteifung des Subtalargelenks.

#### ■ Operatives Setup

Für die biplanare Osteotomie werden benötigt: Klingelmeißel sowie Meißelsets (5–15 mm), Säge (schmales Sägeblatt, konisch zulaufend, nicht breiter als 1 cm distal), winkelstabile Platte. Heute kommen distale Tibiaplatten verschiedener Firmen zum Einsatz, die aufgrund der Stabilität in einem schwierigen Areal, in dem früher bei Frakturen häufig Pseudarthrosebildungen entstanden sind, unbedingt winkelstabil sein sollten. Wichtig ist auch die komplette Auffüllung des Defekts. Hierbei sollte in erster Linie autogene Spongiosa vom Beckenkamm bzw. Tibiakopf mit Knochenmark genommen werden. Da es bei winkelstabilen Platten nicht zur klassischen heilungsfördernden minimalen Oszillation kommt, ist aus meiner Sicht die Einbringung von kortikospongiösen Spänen kritisch, da bei diesen eine Nekrose auftreten kann. Sollte nicht ausreichend Spongiosa vorhanden sein, müssen homologe mit autologer Spongiosa und Knochenmark gemixt werden. Die Spongiosa sollte wirklich impaktiert werden.

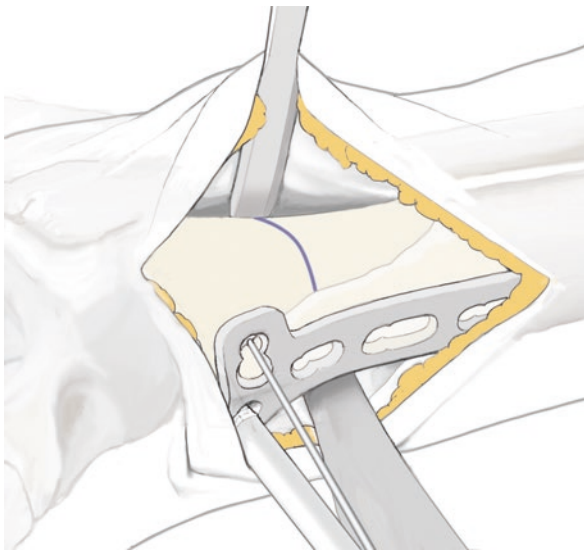
#### ■ Lagerung und perioperatives Management

Rückenlage ohne weitere Abstützung. Stabilisierung des Unterschenkels mit einem Gelpolster. Im Weiteren sollte darauf geachtet werden, dass ein strahlendurchlässiger Operationstisch verwendet wird oder der distale Unterschenkel auf strahlendurchlässigen Anteilen des Operationstisches liegt. Polsterung des gesunden Beins zur Protektion besonders der Nn. peroneus und surales. Präoperative Antibiotikaprophylaxe mit einem Cephalosporin der dritten Generation oder spezifische Antibiose bei Unverträglichkeit. Thromboseprophylaxe mit Injektion von niedermolekularem Heparin bei Narkoseeinleitung.

#### ■ Technik

■ Abb. 6.1, ■ Abb. 6.2, ■ Abb. 6.3, ■ Abb. 6.4, ■ Abb. 6.5, ■ Abb. 6.6 und ■ Abb. 6.7

Es wird ein medialer Zugang gelegt, bei zusätzlicher AMIC-Prozedur bis zum Innenknöchel, um so eine mediale Arthrotomie durchzuführen. Schonung der V. saphena. Diese wird nach kranial präpariert und ist somit durch den ventral liegenden Hohmann-Hebel geschützt. Präparation im Periostbereich nach lateral. Hierbei sollte der Zugang nicht, wie häufig empfohlen, zu klein gewählt werden, da es sonst zu Hautnekrosen kommen könnte. Aus meiner Sicht ist es völlig unerheblich, ob der Zugang 3 oder 4 cm groß ist. Danach Darstellung des lateralen Tibiabereichs und Einsetzen des Hohmann-Hebels unter Schonung



■ **Abb. 6.1** Anlegen der winkelstabilen Platte und Markierung der Osteotomie unter Bildwandlerkontrolle

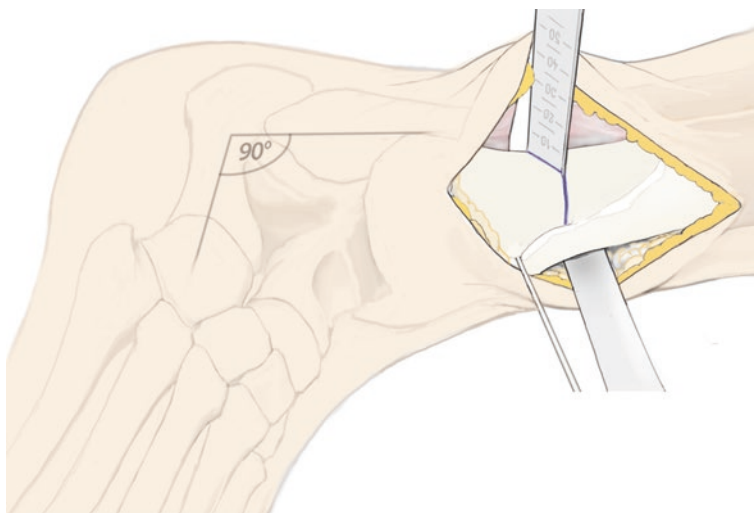
der Gefäß-Nerven-Bündel im Bereich des tibiofibularen Abschnitts.

Es wird nun die winkelstabile Platte angelegt und mit Kirschner-Drähten vorfixiert, um somit die Osteotomie und die distale Schraubenlage unter Bildwandlerkontrolle zu überprüfen. Bei idealer Lage Markierung der Osteotomie, danach Entfernung der Platte, nicht aber des Führungsdrahts. Nun Präparation nach posterior. Hier Eingehen superior bis zur Tibialis-posterior-Sehne und ganz strikte Präparation am Knochenstumpf mit Raspatorium oder Elevatorium, danach Einsetzen eines

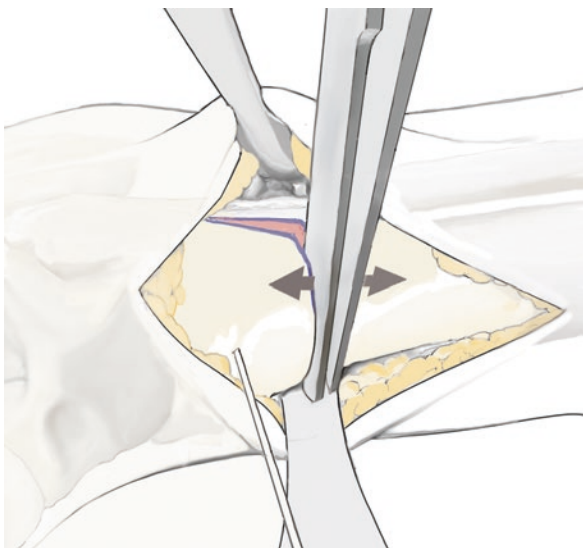
Schenkelhals-Hohmann-Hakes zur sehr sicheren Protektion des dorsalen Gefäß-Nerven-Bündels. Danach wird die Osteotomie bis 50 % der Tibia durchgeführt. Dann die Osteotomie im Winkel von etwa 45° nach lateral erweitern. Der laterale Anteil bis zum lateralen fibularen tibialen Bereich wird nicht durchtrennt, um somit das Periost zu sichern. Durch Aufeinanderstapeln von Meißeln wird lateralseitig die Kortikalis unter Erhaltung des Periost sehr spitz gebrochen. Damit erhält man eine erhebliche Stabilität für die Eröffnung der Osteotomie sowie einen periostalen Überzug.

Nun unter Bildwandlerkontrolle wird entsprechend der Fehlstellung die Osteotomie mit dem Spreizer eröffnet. Bei erheblichen Knorpelschäden sollte zumindest eine Parallelisierung der Gelenkflächen Talus und Tibia erfolgen, bei erheblicher Problematik kann auch eine leichte Überkorrektur im Sinne der Valgisierung sinnvoll sein. Danach Einbringen der distalen Schrauben winkelstabil. Nun wird nahe der Osteotomie eine Schraube in Zugschraubentechnik fixiert. Dadurch wird die laterale Distraction der Osteotomie behoben, der proximale Teil wird an den distalen herangezogen und somit im lateralen Anteil sehr spitz geschlossen. Vor Fixierung im proximalen Anteil nochmals Überprüfen der Plattenlage und der Ausrichtung, v. a. auch des distalen Anteils in der Sagittalebene, durch Bildwandlerkontrolle. Nach der Fixierung werden dann im proximalen Anteil auch winkelstabile Schrauben gesetzt, sodass eine optimale Stabilität vorliegt.

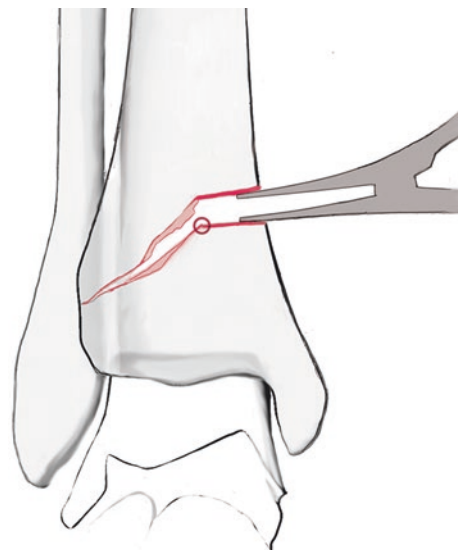
Nun Zugang zum Beckenkamm unter Schonung des N. femoralis cutaneus, der an der Spitze des Beckenkamms verläuft. Hautschnitt durch das Subkutangewebe, dann Präparation unterhalb der schrägen Bauchmuskulatur.



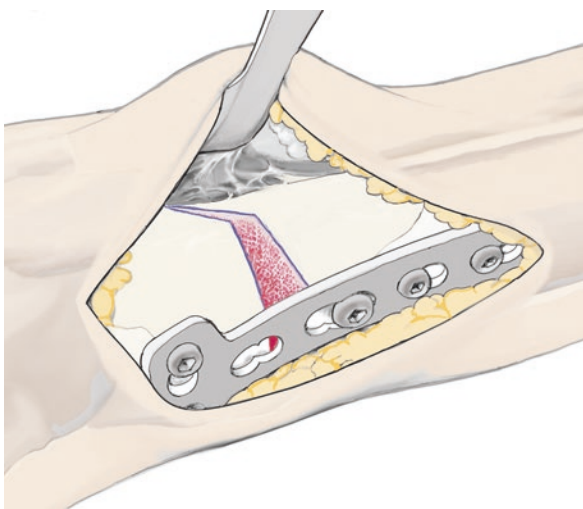
■ **Abb. 6.2** Transversale Osteotomie mit feinem Sägeblatt bis zur Mitte der Tibia, danach schräge Osteotomie (sagittal) mit dem Meißel im 45°-Winkel bis zur lateralen Kortikalis



**Abb. 6.3** Spreizen der Osteotomie mit Arthrodesen oder Hintermann-Spreizer medial (um sagittale Osteotomie als Hypomochlion zu benutzen, dadurch sehr geringe Distraction!) unter Bildwandlerkontrolle, bis das Ausmaß der Korrektur erreicht ist



**Abb. 6.5** Schematische Darstellung des medialen Aufklappens mit lateralem Hypomochlion



**Abb. 6.4** Fixieren zuerst der distalen winkelstabilen Schrauben, danach Zugschraubentechnik der osteotomienahen Schraube, sodass sich die Tibia komplett an die Platte reponiert. Dann Besetzen der 2 proximalen winkelstabilen Schrauben. Röntgenkontrolle in 2 Ebenen

Abheben derselben und Mobilisation des M. iliacus mit einem gekröpften Meißel an der Tabula externa. Nun Darstellen der Crista und der Tabula mit 2 Hohmann-Haken und großzügige Fensterung der Crista. Entnahme von Knochenmark mit mehreren 20er-Spritzen, um genug Druck aufzubauen. Einspritzen von Knochenmark und Stammzellen in den Osteotomiebereich. Danach Mischen mit der Spongiosa, v. a. bei Verwendung von Allograft. Die Spongiosa sollte ausreichend impaktiert werden, sodass eine sehr stramme Füllung besteht. Am Zugang zum Beckenkamm



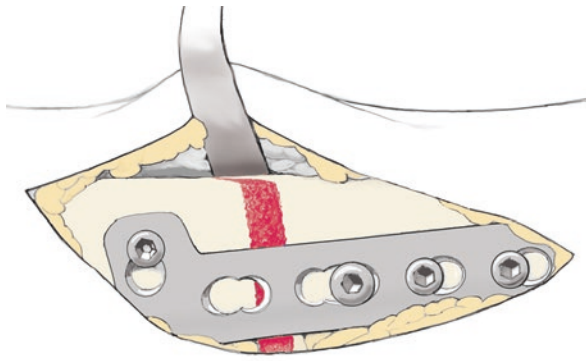
**Abb. 6.6** Winkelstabile Plattenfixierung

wird ein Hämostyptikum (Lyostyp) eingelegt, der Deckel zugeklappt und die Wunde schichtweise verschlossen.

Für die Ausrichtung des gesamten Rückfußes wird nun in Neutralstellung die Rückfußachse und der Zug der Achillessehne durch einen valgusierende Domosteotomie eingestellt (► Abschn. 6.3.1).

### 6.1.3 Gastroc-Slide bei Open-Wedge-Osteotomie

Der Gastroc-Slide dient der Verlängerung des Gastrocnemius-Soleus-Achillessehnen-Komplexes. Die Technik führt nach eigenen Erfahrungen zu keinem massiven Kraftverlust



■ **Abb. 6.7** Spongiosaplastik. Diese sollte redundant erfolgen. Bei nicht ausreichender Spongiosamenge vom Beckenkamm oder Tibiaplateau werden zusätzlich allogene Spongiosachips aus der Knochenbank mit der autologen Spongiosa und zusätzlichem Knochenmark vermischt

im Bereich der Achillessehne, während nach perkutaner, intratendinealer Verlängerung ein Zehenspitzenstand nicht mehr möglich ist. Eine Open-Wedge-Osteotomie führt immer zur Verkürzung des Gastrocnemius-Soleus-Achillessehnen-Komplexes. Gerade bei vorbestehenden Verkürzungen dieses Komplexes ist beim Cavovarus-Fuß eine Dorsalextension nicht optimal möglich, daher muss immer wie beschrieben ein Gastroc-Slide durchgeführt werden.

#### ■ Technik

■ **Abb. 6.8**, ■ **Abb. 6.9** und ■ **Abb. 6.10**

Medialer Zugang im Bereich der Aponeurose, wo der Gastrocnemius-Soleus-Komplex in die Sehne einstrahlt.

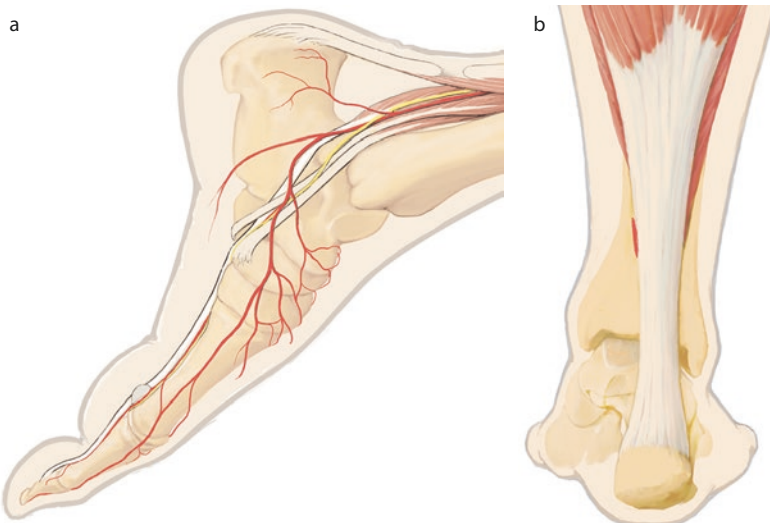
Durchtrennen der Aponeurose, teilweise auch durch Manipulation mit forcierter Dorsalextension bei gestrecktem Bein. Dorsalextension ( $10^\circ$ ) zur Distraction auch der ventral liegenden Muskulatur. Schichtweiser Wundverschluss.

### 6.1.4 AMIC-Prozedur zur Korrektur des Knorpelschadens

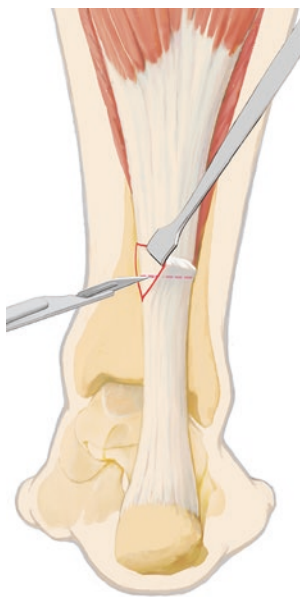
Die arthrotischen Veränderungen bei Varusfehlstellung sind meistens „kissing lesions“ im Bereich des medialen Gelenkabschnitts, der medialen Talusschulter und des Übergangs des medialen Tibiaplafonds zum Innenknöchel. Bis die Patienten symptomatisch werden und zur Operation kommen, findet sich hier in der Regel eine komplette Knorpelglatze mit Sklerosierung im Sinne eines arthrotischen Umbaus des Knorpelschadens. Derartig gravierende Veränderungen des Knorpels und der subchondralen Platte bedürfen eines anderen Vorgehens als eine Knorpelschädigung im Bereich des oberen Sprunggelenks. Aufgrund der Sklerose werden die Technik und die Präparation der subchondralen Schicht aggressiver durchgeführt. Nach den bisherigen Erfahrungen führt eine Mikrofrakturierung zur Wiederherstellung eines Faserknorpel-Knorpel-Gemischs im Läsionsbereich.

#### ■ Operatives Setup

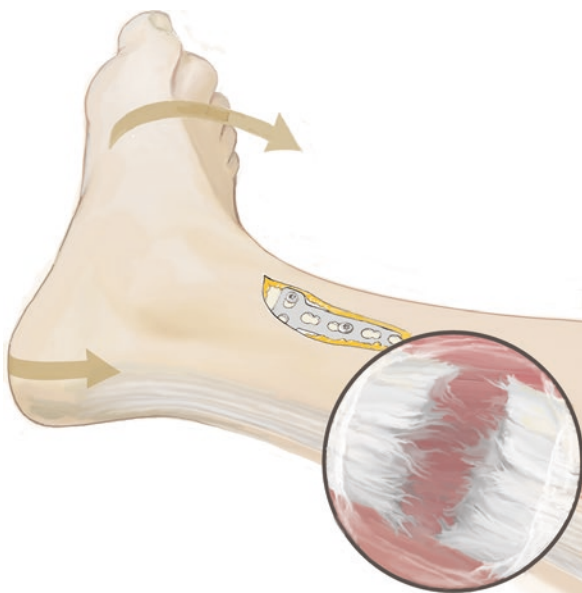
Setup wie für die OSG-Arthroskopie mit 3,0-mm-Shavern und dem üblichen Instrumentarium für die Sprunggelenk-artroskopie, zusätzlich eine Power-Rasp. Die Operation wird arthroskopisch assistiert durchgeführt, um auch die hinteren Anteile gut einsehen zu können.



■ **Abb. 6.8a,b** Medialer Zugang und Darstellung der Aponeurose



■ **Abb. 6.9** Inzision des sehnigen Anteils mit dem 11er-Skalpell

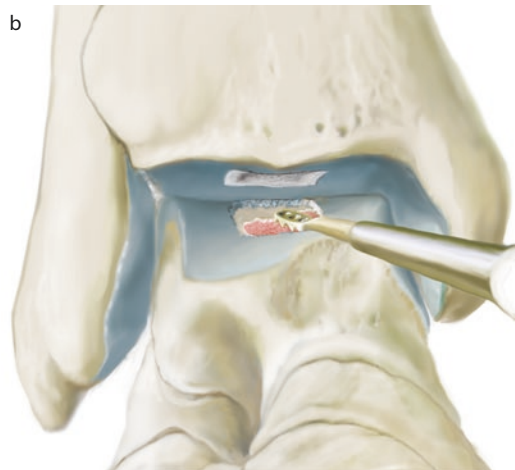
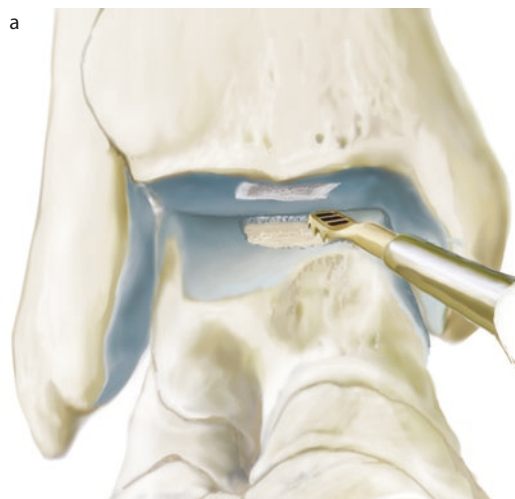


■ **Abb. 6.10** Perkutane Tenotomie im Muskel-Sehnen-Übergang der Aponeurose. Durch Dorsalextension wird eine Verlängerung von etwa 5–10 mm erreicht

#### ■ Technik

##### ■ **Abb. 6.11**

Über die mediale Arthrotomie wird das Gelenk dargestellt und das Arthroskop über einen lateralen arthroskopischen Zugang eingeführt. Es wird nun in halboffener Technik unter arthroskopischer Sicht der sklerotische Teil bearbeitet. Eine Weichteildistraktion (Hintermann-Spreizer) kann für die posterioren Anteile teilweise



■ **Abb. 6.11a,b** Abschleifen der Sklerosa talar und tibial mit der Power-Rasp, bis die blutende subchondrale Platte sichtbar ist (Chondroplastik nach Lenny Johnson)

notwendig werden. Legen eines lateralen und medialen Zugangs, sodass das mediale Kompartiment gut einsehbar ist. Nun von lateral Instrumentation der Optik und Débridement von Weichteil- und Synoviaanteilen. Danach wird mit der Power-Rasp der gesamte sklerotische Bereich in Lennie-Johnson-Technik („salt 'n pepper“) abgeschliffen, sodass hier eine gut durchblutete subchondrale Platte zu sehen ist. Gleiches Vorgehen auch im Bereich des Tibiaplafonds bis zum Innenknöchel. Bei guter Präparation zeigt sich hier eine leichte Absenkung von 1–1,5 mm, sodass dann in diese „Mulde“ Knochenmark eingespritzt und die Matrix vollständig in diese präparierte Fläche eingelegt werden kann. Danach Versiegelung mit Fibrinkleber. Besonders durch den leichten Defekt, der geschaffen wird, lassen sich die beiden Matrices beim Anmodellieren im Defekt sowohl kranial als auch kaudal sehr gut voneinander separieren.

Danach komplette Fibrinversiegelung und nochmals Einspritzen von Wachstumsfaktoren (ACP) und des restlichen „bone marrow aspirate“ (Knochenmark und Stammzellen). Eröffnen der Blutsperre und Blutstillung. Schichtweiser Wundverschluss. Steriler Verband und Anlegen eines Gips in 90°-Stellung.

### 6.1.5 Schräge varisierende Closed-Wedge-Osteotomie

Bei varisierenden Osteotomien bevorzuge ich eine Closed-Wedge-Osteotomie, da sie maximale Knochenheilung ermöglicht mit sofortiger Mobilisation des Gelenks. Wie bei der valgisierenden Osteotomie ist der Hebelarm zum oberen Sprunggelenk durch eine proximale Osteotomie am größten. Als Ursache für Valgusknorpelschäden und Arthrosen kommen in erster Linie posttraumatische Veränderungen durch Sprunggelenksbrüche infrage. Durch den arthrotischen Substanzverlust zeigt sich hierbei ein moderater Rückfußvalgus. Bei primären Pes-planovalgus-Deformitäten, die auch das obere Sprunggelenk miteinbeziehen können, ist die subtalare Mobilität meist schon fixiert mit entsprechend fortgeschrittenen Pes-planovalgus-Pathologie. In diesen Fällen muss ein komplexeres Behandlungskonzept entworfen werden.

#### ■ Indikation

Eher posttraumatische, moderate Valgusdeformitäten mit Knorpelschäden, „kissing lesions“, im Bereich des lateralen Kompartiments. Keine posttraumatische Fibulaveränderungen wie Verkürzungen bzw. Verlängerungen. Grundbedingung ist ein flexibles Subtalgelenk ohne massive Pes-planovalgus-Pathologien. Insgesamt umschriebene Knorpelläsion im Bereich des lateralen OSG, bei moderaten Knorpelschäden v. a. auch als Prävention und Entlastungsoperation.

#### ■ Kontraindikation

Schwerste Pathologien eines Pes planovalgus mit eingesteihtem Subtalgelenk, Inkongruenz des OSG bedingt durch Fibulapathologien, aber auch posttraumatische Innenknöchelfehlstellungen und komplette Arthrose des OSG bei Rückfußvalgus.

#### ■ Spezielle Patientenaufklärung

Teilbelastung (15 kg) des Rückfußes für 6–12 Wochen, je nach Ausmaß und Größe der Spongiosaplastiken. Auftreten von Pseudarthrosen mit Reosteosynthesen und länger bestehenden Deformitäten mit Fehlbelastungen und ligamentären muskulären Fixierungen. Es kann bis zu ein Jahr dauern, bis die Rückfußkorrektur im Mittel- und Vorfuß durch Anpassung und Gewöhnung zur Schmerzfreiheit führt. Daher Stabilisierungsübungen des Fußes mit

Erreichen der Vollbelastung, intensives krankengymnastisches Training, evtl. manuelle Therapie im Bereich des Mittel- und Vorfußes. Versorgung mit Einlagen nach Maß frühestens nach einem halben Jahr, um eine Anpassung und Adaptation des Fußes an die neuen statischen und dynamischen Bedingungen zu gewährleisten. Zusätzlich Durchführung eines Koordinations- und Propriozeptionstrainings, anfänglich ggf. im Wasser.

Da eine Open-Wedge-Osteotomie zu einer Verkürzung des Gastrocnemius-Soleus-Achillessehnen-Komplex führt, sollte ein Gastroc-slide (Achillessehnenverlängerung) durchgeführt werden. Dieser führt natürlich zu einer Verminderung der Kraft beim Abstoßen, jedoch wird dadurch die vollständige Beweglichkeit in der Dorsalextension erst ermöglicht.

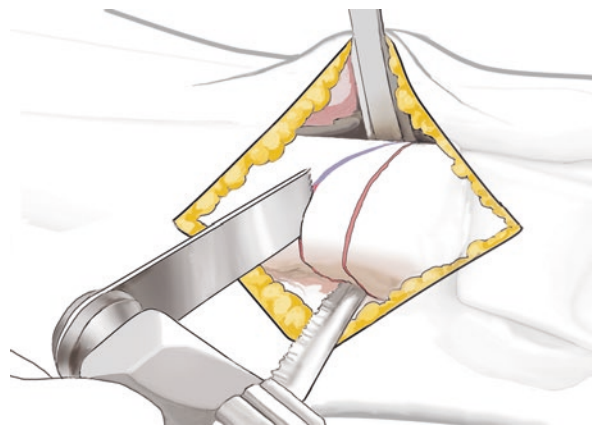
#### ■ Operatives Setup

Für die valgisierende Closed-Wedge-Osteotomie bedarf es keiner massiven Platten. Hier reichen auch 3,5-mm-Platten, T-förmig, mit Winkelstabilität und „low profile“, um durch gute Kongruenz und Knochenoberfläche eine knöcherne Heilung zu gewährleisten.

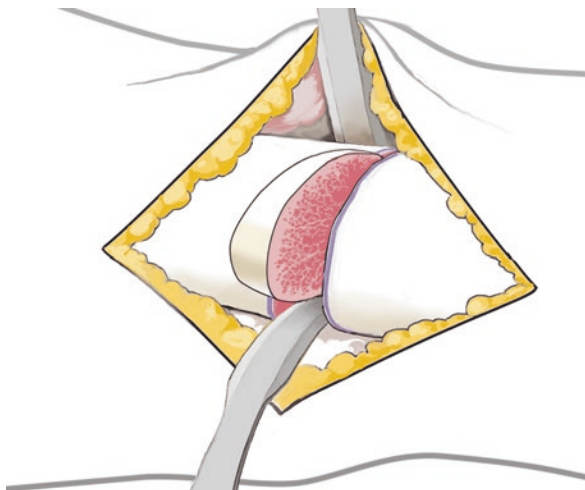
#### ■ Technik

■ Abb. 6.12, ■ Abb. 6.13, ■ Abb. 6.14, ■ Abb. 6.15, ■ Abb. 6.16 und ■ Abb. 6.17

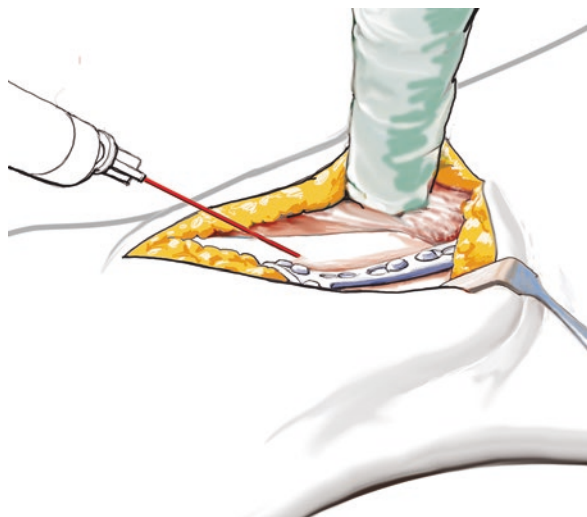
Medialer Zugang. Unter Schonung der V. saphena und zum Schutz des Gefäß-Nerven-Bündels Einsetzen eines Hohmann-Retraktors bzw. im distalen Anteil eines Schenkelhals-Hohmann-Hakens am Periost. Es wird nun unter Bildwandlerkontrolle die Osteotomie markiert, sodass eine sichere distale Stabilisierung mit Schrauben und Platte möglich ist. Besonders die Schrägosteotomie führt zu einem geringen Längenverlust, was problematisch sein kann, da nicht nur eine Beinverkürzung resultiert, sondern auch die gesamten



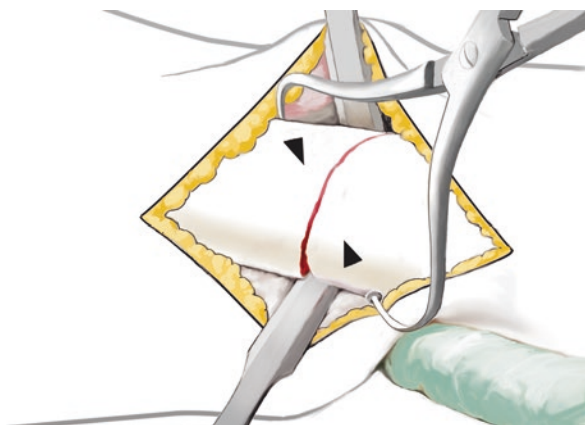
■ Abb. 6.12 Schräge Osteotomie, um keine relevante Verkürzung zu haben. Dünnes Sägeblatt verwenden, um den Knochenverlust zu minimieren



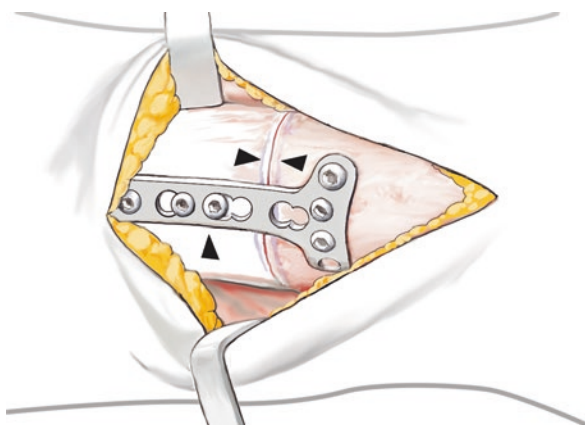
**Abb. 6.13** Resektion des der Korrektur entsprechenden Keils. Immer mit 5–6 mm anfangen, es kann immer nachreseziert werden. Dann Brechen der lateralen Wand und Verschieben des Defekts. Kompression mit Repositionszange



**Abb. 6.16** Vor und nach der Verplattung Einspritzen von Knochenmark in den Osteotomiespalt



**Abb. 6.14** Verschieben des Defekts. Kompression mit der Repositionszange oder Beckenklemme



**Abb. 6.15** Verplattung mit 3,5-mm-T-Platte oder ähnlichem. Hierbei sollte proximal exzentrisch gebohrt werden, um die Kompression zu verstärken



**Abb. 6.17** Closed-Wedge-Osteotomie, a.-p. Ansicht. Lateral wurde die Kortikalis nur gebrochen, um das Periost zu erhalten

muskulären und ligamentären Ansätze erheblich verändert werden. Schrägosteotomie von ca. 1 cm Breite in einem Winkel von 45° von medial kranial nach lateral auslaufend. Der laterale Kortex wird nicht osteotomiert, dieser wird durch die Reposition gebrochen, um einen periostalen Überzug zu behalten.

Es wird nun mit Kompressionszangen eine optimale Kompression auf die Osteotomie ausgeübt, die sich dann anatomisch im a.-p. und im sagittalen Röntgenbild darstellen sollte. Nun Anmodellieren der Platte. Bei nicht winkelstabilen Platten werden die proximalen Löcher exzentrisch gebohrt, um somit eine Kompression auf die Osteotomie zu erzeugen. Es wird vorher mit der Jamshidi-Nadel Knochenmark aus dem Beckenkamm aspiriert. Dieses wird in den Gelenkspalt und im Bereich des Periosts eingespritzt und später auch für die Knorpelrekonstruktion verwendet. Die arthroskopische Rekonstruktion des Knorpelschadens erfolgt wie in ► Abschn. 0 beschrieben.

### ■ Nachbehandlung

Postoperative Bewegungsübungen in der Sagittalebene des OSG, beginnend ab dem 4./5. Tag (bei gleichzeitig durchgeführter AMIC-Prozedur und Knorpelrekonstruktion). Bei Anwendung von winkelstabilen Platten gelingt eine übungsstabile Osteosynthese, sodass eine Gipsversorgung nie notwendig ist. CDS-Schiene (Continuous Dynamic Stretching, Quengelschiene) zur Verbesserung der Dorsalextension bei verkürztem (verlängertem) Gastrocnemius-Soleus-Achillessehnen-Komplex (■ Abb. 6.18). Diese ermöglicht durch einen kontinuierlichen Zug auf die Wadenmuskulatur und auf die Achillessehne eine Verbesserung der Dorsalextension durch „Overpowern“ der Muskulatur ohne dabei schmerzhaft Kontrakturen zu verursachen.

Bei Achillessehnenverlängerungen liegt der Schwerpunkt neben der Schmerz- und Schwellungsbehandlung anfänglich im Erreichen einer maximal möglichen Dorsalextension. Hierzu sollte sofort die CDS-Schiene (Fa. Albrecht) angewendet werden (■ Abb. 6.18). Danach kann forciert im USG gearbeitet werden. Nach Erreichen einer relativen Stabilität der supramalleolären Osteotomie nach ca. 4 Wochen (Closed-Wedge) bzw. nach 6–8 Wochen (Open-Wedge mit großem Keil) nach knöcherner Heilung, kann, gerade auch bei deutlicher Narbenbildung, forciert im OSG behandelt werden.

Im Rahmen der Wundheilung Hochlagerung und Cryotherapie, evtl. Cryofos-Therapie. Bei stärkeren Schwellungen nicht steroidale Antiphlogistika und Lymphdrainage. Bewegungsübungen im Subtalargelenk (Eversion/Inversion) nicht innerhalb der ersten Wochen, sondern erst nach relativer Beschwerdefreiheit des gesamten Rückfußkomplexes.

Die krankengymnastische Übungsbehandlung wird v. a. bei Knorpelrekonstruktion für 6 Wochen mit der CPM-Maschine („continuous passive motion“) durchgeführt. Hierbei sollte der Patient täglich 4–6 h auf der Maschine im maximal möglichen Bewegungsausmaß üben. Die Protektion erfolgt abwechselnd mit CDS-Schiene und im Short-Walker (Closed-Wedge-Osteotomie) bzw. Long-Walker (Open-Wedge-Osteotomie), aus denen herausgeübt werden kann. Nach radiologisch sichtbarer Knochenheilung kann für eine Woche ein Belastungsaufbau im Short- bzw. Long-Walker durchgeführt werden, danach vorsichtiger Übergang zur Vollbelastung mit gut gepolsterten Schuhen (Joggingschuhen).

Bei Knorpelrekonstruktion Teilbelastung für 8 Wochen, danach auf 15 kg erhöhen und danach für 2–3 Wochen im Vier-Punkte-Gang mobilisieren. Bei Knorpelrekonstruktion wird immer intermittierend nach 2, 4 und 6 Wochen autologes konditioniertes Plasma (Wachstumsfaktoren) gespritzt.

Bei weiterbestehenden Schmerzen im Knorpel- oder Arthrosebereich wird eine frühzeitige Implantatentfernung



■ Abb. 6.18 CDS-Schiene (Fa. Albrecht): dynamische Dorsalextensionsquengelschiene bei Gastroc-Slide-Achillessehnenverlängerung und/oder nach Arthrololyse des OSG

nach 4–5 Monaten durchgeführt, um dann mit einer erneuten AMIC-Prozedur die Knorpelrekonstruktion zu verbessern. Häufig verursachen Open-Wedge-Osteotomien durch die veränderte Achsenfehlstellung erheblich mehr Beschwerden im Sinne einer Verminderung der Dorsalextension. Hier kann auch nach knöcherner Durchbauung nach 3 Monaten eine Implantatentfernung durchgeführt werden, um einer weiteren Einsteifung zuvorzukommen.

## 6.2 Kalkaneusosteotomien

### 6.2.1 Allgemeine Bemerkungen

#### ■ Indikation

Entsprechend der Fehlstellung und/oder klinischen Symptomatik. Korrektur von Rückfußfehlstellungen nur bei flexiblem Subtalargelenk. Rückfußosteotomien in Kombination mit subtalaren Arthrodesen nur bei schwersten Rückfußdeformitäten, meist posttraumatisch, die allein durch eine subtalare Arthrodesese nicht ausgeglichen werden können. Die valgisierende Rückfußosteotomie des Kalkaneus wird bei der Open-Wedge-Osteotomie auch an der medialen Seite durchgeführt im Sinne einer Domosteotomie. Hierbei lässt sich besser die laterale Translation erreichen.

#### ■ Kontraindikation

Pes-plano-valgus- oder Pes-cavo-varus-Deformitäten mit symptomatischen, subtalaren arthrotischen Veränderungen sowie mit Einsteifung des Subtalargelenks.

### ■ Spezielle Patientenaufklärung

Teilbelastung (15 kg) des Rückfußes für 6–12 Wochen, je nach Verwendung von kortikospongiösen Spänen (dann 12 Wochen). Auftreten von Pseudarthrosen mit Reosyntesen und länger bestehenden Deformitäten mit Fehlbelastungen und ligamentären muskulären Fixierungen. Es kann bis zu ein Jahr dauern, bis die Rückfußkorrektur im Mittel- und Vorfuß durch Anpassung und Gewöhnung zur Schmerzfreiheit führt. Daher Stabilisierungsübungen des Fußes mit Erreichen der Vollbelastung, intensives krankengymnastisches Training, evtl. manuelle Therapie im Bereich des Mittel- und Vorfußes. Versorgung mit Einlagen nach Maß frühestens nach einem halben Jahr, um eine Anpassung und Adaptation des Fußes an die neuen statischen und dynamischen Bedingungen zu gewährleisten. Zusätzlich Durchführung eines Koordinations- und Propriozeptionstrainings, anfänglich ggf. im Wasser.

### ■ Operatives Setup

Rückfußosteotomien sind von lateral am „gefährlosesten“ durchzuführen, da der Zugangsweg aufgrund der anatomischen Strukturen erheblich unkomplizierter ist. Vorab sollte eine genaue radiologische Analyse erfolgen, die gepaart mit einer operativen Planung ein Höchstmaß an Sicherheit für das Erreichen des Operationsziels ermöglicht. Zur präoperativen Planung sollte eine Belastungsaufnahme des Fußes seitlich durchgeführt werden, um die Steigung des Kalkaneus auswerten zu können und entsprechend die Basis des Keils für die Korrektur zu planen. Zur Analyse der Achsen in der Frontalebene sollten Rückfußbelastungsaufnahmen mit gekipptem Röntgenstrahl (20°) angefertigt werden, um somit das Ausmaß einer Varus- oder Valgusachse des Rückfußes zu erkennen. Bei großen Fehlstellungen kann zu deren Korrektur neben der klassischen Translation auch ein kortikospongiöser Span aus dem Beckenkamm als additive Maßnahme miteingebracht werden. Dies ist in posttraumatischen Situationen (z. B. Kalkaneusfrakturen) mit Verkürzungen und Defekten sowie Knochensubstanzproblemen und schweren Fehlstellungen besonders geeignet.

### ■ Lagerung und perioperatives Management

Rückenlage mit Unterpolsterung des Gesäßes, um eine leichte Halbseitenlage zu erzeugen. Medialseitig wird eine Abstützung angebracht, um ggf. den Tisch weiter nach medial schwenken zu können. Der Patient sollte im Fußbereich auf dem strahlungsdurchlässigen Anteilen des Operationstisches liegen. Polsterung des gesunden Beins, besonders mit N.-peroneus- und N.-suralis-Protektion. Präoperative Antibiotikaprophylaxe mit einem Cephalosporin

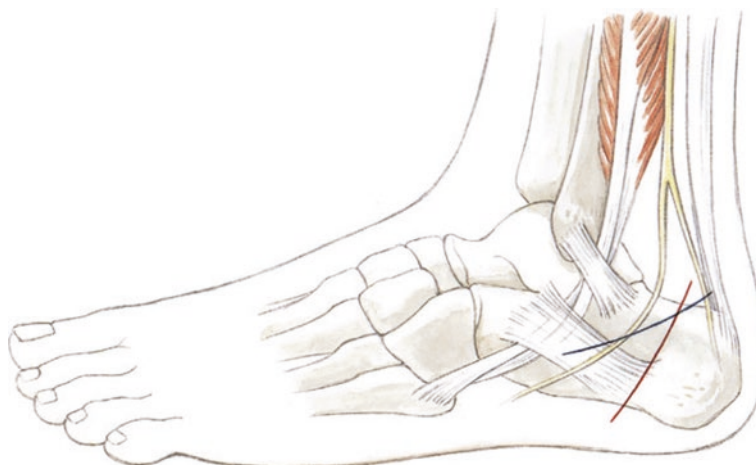
der dritten Generation oder spezifisch bei Unverträglichkeiten. Thromboseprophylaxe mit niedermolekularen Heparininjektionen bei Narkoseeinleitung.

### ■ Nachbehandlung

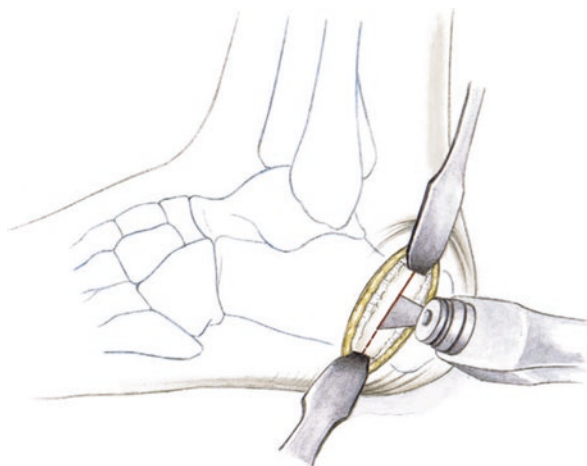
Postoperative Bewegungsübungen in der Sagittalebene des OSG, beginnend ab dem 2. Tag. In der Regel gelingt mit 7,3-mm-Schrauben eine stabile Osteosynthese, sodass eine Gipsversorgung nicht erforderlich ist. CDS-Schiene zur Verbesserung der Dorsalextension bei meist verkürztem Gastrocnemius-Soleus-Achillessehnen-Komplex. Eine perkutane Achillessehnenverlängerung oder ein Gastroc-Slide sollte immer durchgeführt werden, wenn eine Dorsalextension von 10° intraoperativ nicht erreicht wird. Die postoperative Anwendung der CDS-Orthese (Quengelschiene) für das obere Sprunggelenk ermöglicht durch kontinuierlichen Zug mit variierbarer Federspannung eine kontinuierliche, schmerzfreie Steigerung der Dorsalextension durch „Overpowern“ der Muskulatur, ohne dabei schmerzhafte Kontrakturen zu erzeugen.

Im Rahmen der Wundheilung Hochlagerung, Kryotherapie, nicht steroidale Antiphlogistika, Lymphdrainage, Bewegungsübungen im Subtalargelenk. Eversion/Inversion nicht innerhalb der ersten Wochen, erst nach relativer Beschwerdefreiheit des OSG. Bei Achillessehnenverlängerung liegt der Schwerpunkt anfänglich neben der Schmerz- und Schwellungsbehandlung im Erreichen der maximal möglichen Dorsalextension. Danach kann im unteren Sprunggelenk forciert an der Inversion/Eversion gearbeitet werden, wobei zu diesem Zeitpunkt schon eine knöcherne Konsolidierung der Osteotomien stattgefunden haben sollte (nicht vor 4.–6. Woche). Die krankengymnastische Übungsbehandlung im Rahmen der stationären Behandlung kann mit einer CPM-Maschine in Dorsal- und Plantarflexion im OSG unterstützt werden.

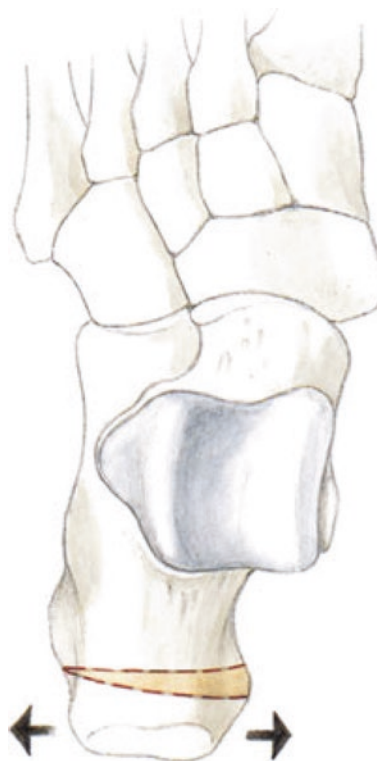
Teilbelastung für 6 Wochen bei nicht augmentierter (kortikospongiöser Span oder Rotationsspan) Kalkaneusosteotomie, bei Augmentation mit kortikospongiösem Span oder Rotationsspan für 10–12 Wochen, je nach Röntgenkontrolle. Teilbelastung mit 15 kg an Unterarmgehstützen. Bei sichtbarer Einheilung und reizloser Lage der Implantate kann auch nach 4–5 Wochen bei einfacher Osteotomie auf einen 4-Punkte-Gang umgestellt werden. Zu dem Zeitpunkt können auch Aquajogging und Bewegungsübungen im Wasser durchgeführt werden. Nach Erreichen der Vollbelastung manuelle Anwendungen im Subtalargelenk und weiterhin Dehnübungen im Hinblick auf die Dorsalextension. Der Patient sollte gedämpftes Schuhwerk und Pufferabsätze tragen. Einlagenversorgung nach Maß nach Adaptation an die neue Dynamik und Statik, frühestens nach einem halben Jahr.



■ **Abb. 6.19** Zugangswege für Kalkaneusosteotomien unter Beachtung des Verlaufs des N. suralis. Der leicht geschwungene modifizierte Palmer-Zugang (blau) eignet sich besser bei komplexen Osteotomien mit dreidimensionalen Translationen und Keilentnahmen



■ **Abb. 6.20** Einfache Osteotomie für mediale oder laterale Translation. Direkter Zugang und Darstellung des Tuber calcanei mit 2 Hohmann-Haken. Der laterale Kortex wird bis zur medialen Gegenkortikalis mit einer oszillierenden Säge osteotomiert



■ **Abb. 6.21** Schematische Darstellung der Varus- bzw. Valguskorrektur

## 6.2.2 Valgisierende und varisierende Osteotomie

### ■ Technik

■ [Abb. 6.19](#), ■ [Abb. 6.20](#), ■ [Abb. 6.21](#), ■ [Abb. 6.22](#), ■ [Abb. 6.23](#), ■ [Abb. 6.24](#) und ■ [Abb. 6.25](#)

## 6.2.3 Rotationsosteotomie in Open-Wedge-Technik

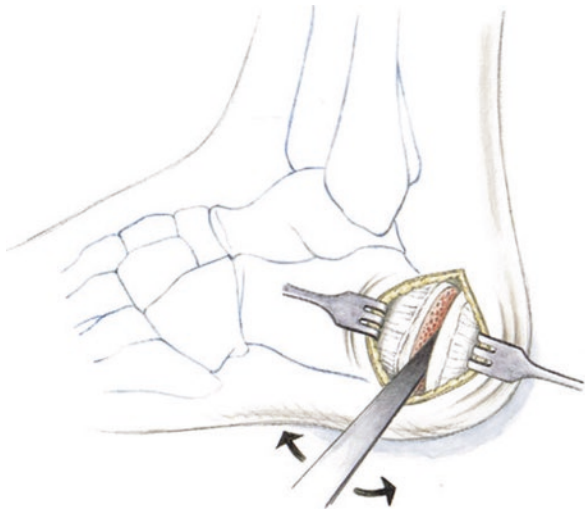
### ■ Technik

■ [Abb. 6.26](#), ■ [Abb. 6.27](#), ■ [Abb. 6.28](#), ■ [Abb. 6.29](#), ■ [Abb. 6.30](#), ■ [Abb. 6.31](#), ■ [Abb. 6.32](#), ■ [Abb. 6.33](#), ■ [Abb. 6.34](#) und ■ [Abb. 6.35](#)

## 6.3 Kalkaneusverlängerungsosteotomie

### ■ Indikation

Flexibler Pes planovalgus mit oder ohne Tibialis-posterior-Insuffizienz, entsprechend dem Alter und dem Schweregrad der Pes-planovalgus-Deformität.



**Abb. 6.22** Durchtrennung der lateralen Kortikalis mit einem Lambotte-Meißel. Manipulation mit dem Lambotte-Meißel zur Lösung der medialen Kapsel-Band-Strukturen, um das posteriore Fragment zu mobilisieren

#### ■ Kontraindikation

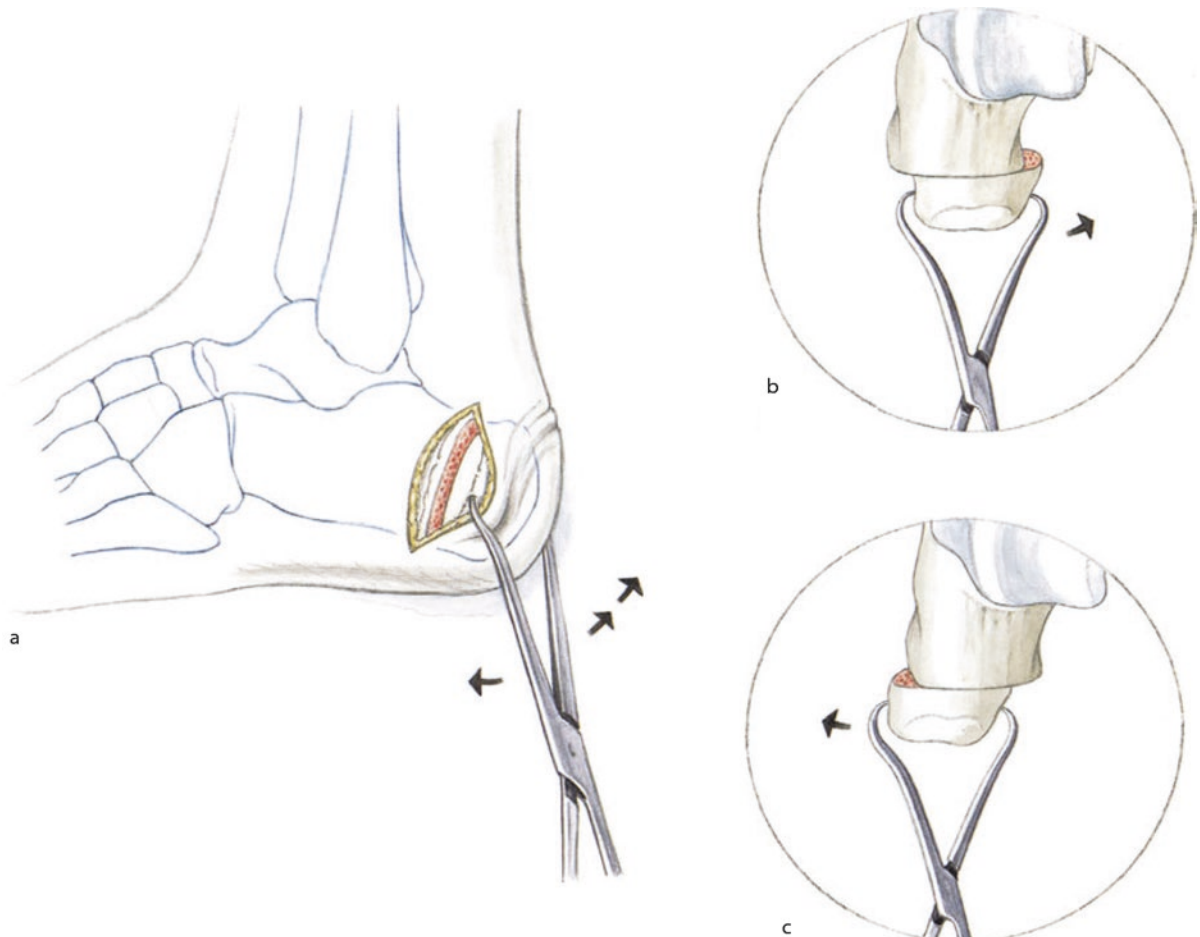
Beginnende arthrotische Veränderungen im Subtalargelenk, symptomatisches Subtalargelenk, schwere Deformitäten.

#### ■ Operatives Setup

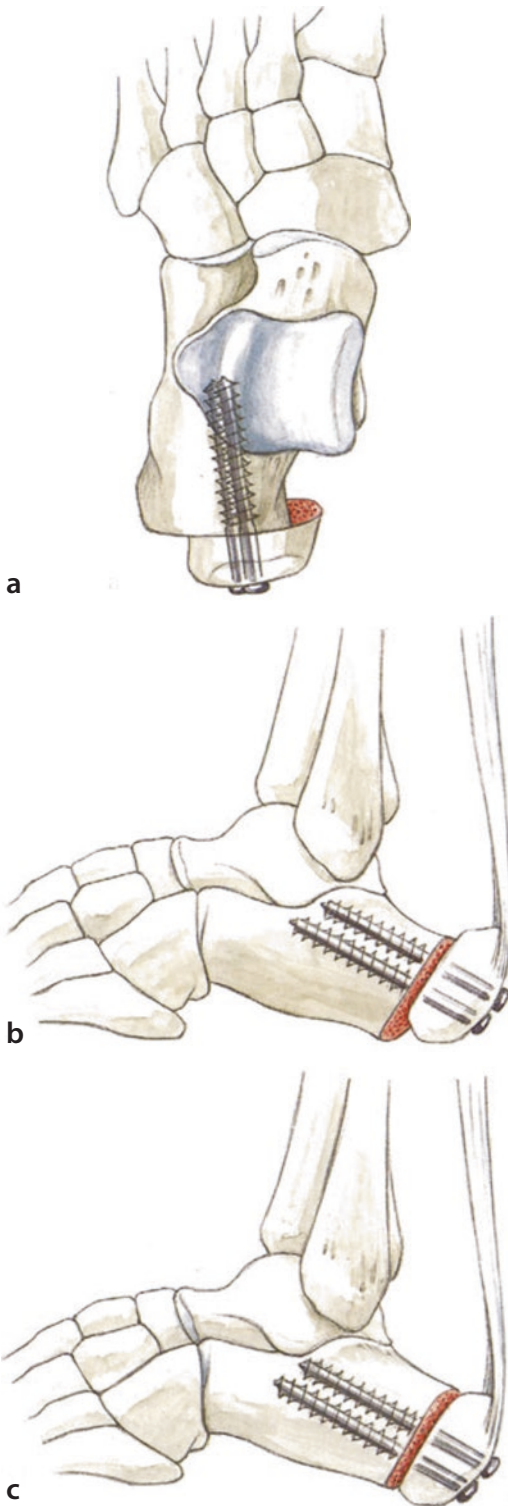
Besonderheiten sind Kirschner-Draht-Spreizer, 4,5-mm-Schraube oder Interpositionsplatte (Arthrex, winkelstabil und „low profile“), Säge (konisch, „low profile“, 3–4 cm, distale Sägeblattspitze 1 cm). Zudem übliche Hohmann-Retraktoren und übliches chirurgisches Setup. AO-Stößel (Arbeitsgemeinschaft Osteosynthese) und verschiedene Löffel.

#### ■ Lagerung

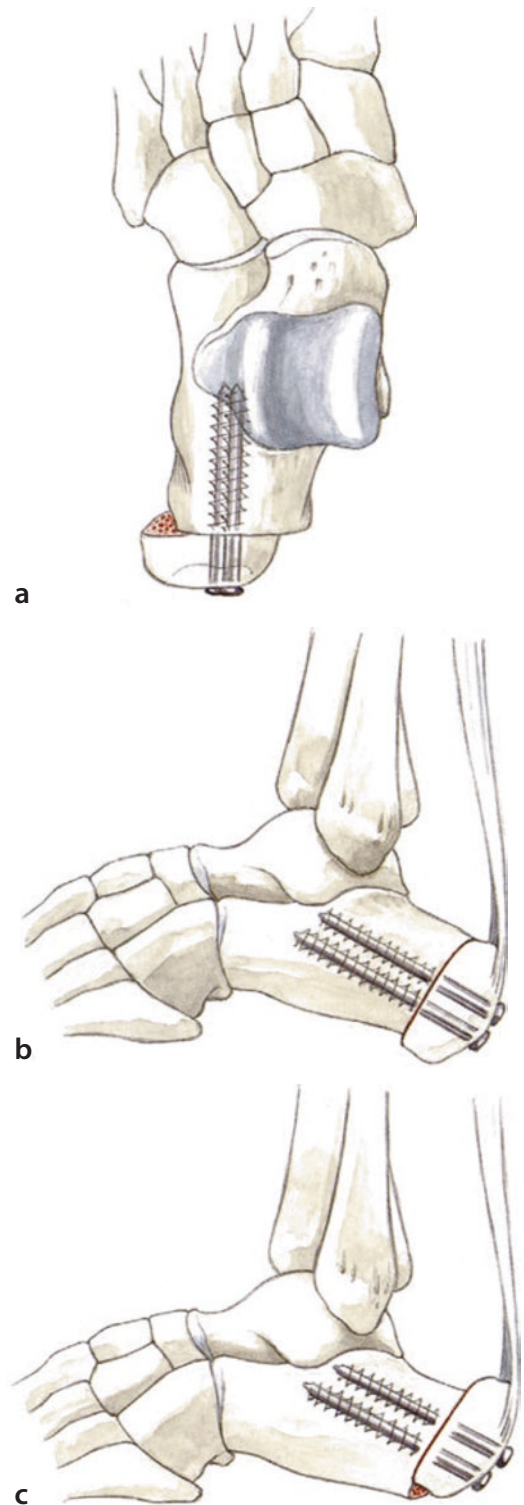
Seitenlage mit dreieckigem Keil unter dem Becken, um eine Lateralisation zu erreichen. Abstützung nach medial. Entsprechende Position der Füße. Da bei einer Plattfuß-operation immer medial auch die Weichteile rekonstruiert werden müssen, kann aus der leichten Seitenlage in Außenrotation auch die mediale Operation durchgeführt werden.



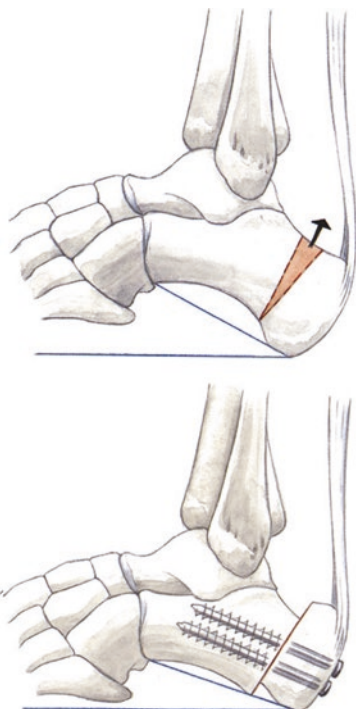
**Abb. 6.23** a Manipulation mit einer großen Repositionszange mit Spitzen, dabei können sowohl eine Medialisierung oder Lateralisierung als auch eine Kaudalisierung und Kranialisierung erfolgen. In Einzelfällen muss im Bereich der Insertion die Plantarfascie stumpf mobilisiert werden. b Mediale Translation beim Rückfußvalgus, c laterale Translation bei Rückfußvarus



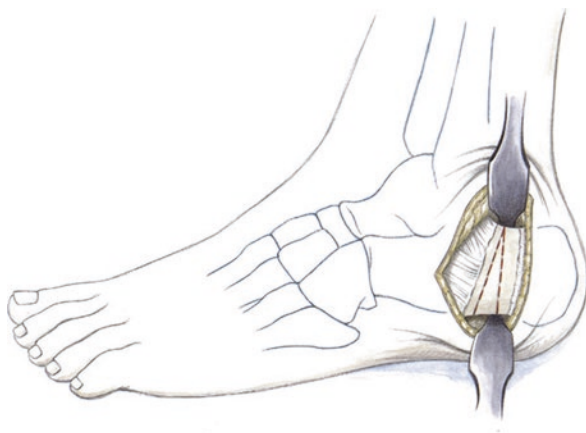
■ **Abb. 6.24a, b** Fixierung mit kanülierten 7,3-mm-Spongiosaschrauben, die eine Vollbelastung bei einfacher Translation nach 4 Wochen ermöglichen. **c** Bei Achillessehnenverkürzung kann durch leichte Kranialisierung des Tuberfragments eine relative Verlängerung der Achillessehne durchgeführt werden. Dies sollte jedoch nur bei ausreichender Kalkaneussteigung erfolgen



■ **Abb. 6.25a, b** Lateralisierung bei Rückfußvarus, auch hier Fixierung mit 2 kanülierten 7,3-mm-Schrauben. **c** Auch hier kann bei verkürzter Achillessehne und zur Abflachung der Kalkaneussteigung („calcaneal pitch“) eine Kranialisierung erfolgen



■ **Abb. 6.26** Zur Verbesserung der Kalkaneussteigung wird ein trapezoider Keil mit der Basis kranial entnommen und eine Closed-Wedge-Osteotomie durchgeführt

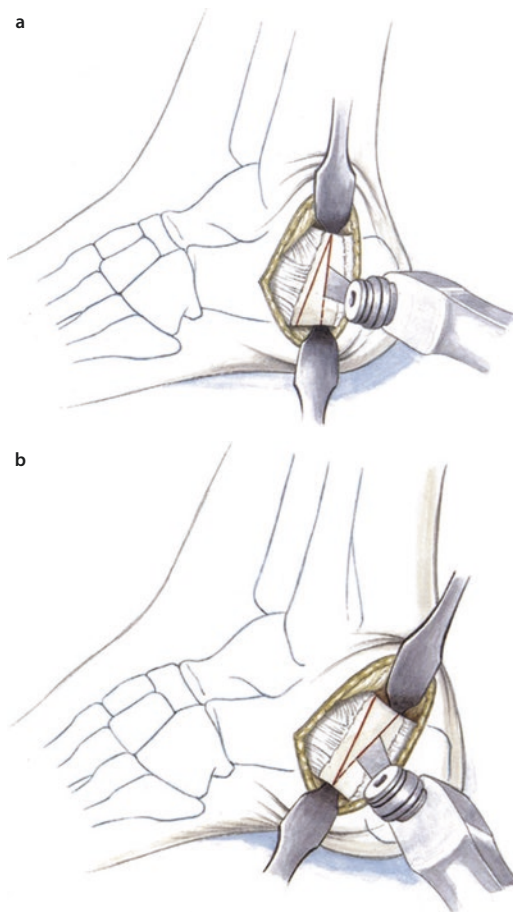


■ **Abb. 6.27** Komplexe Korrekturosteotomie bei Pes plano valgus mit rotierendem Keil im Kalkaneus

#### ■ Technik

■ **Abb. 6.36**, ■ **Abb. 6.37**, ■ **Abb. 6.38**, ■ **Abb. 6.39**, ■ **Abb. 6.40** und ■ **Abb. 6.41**

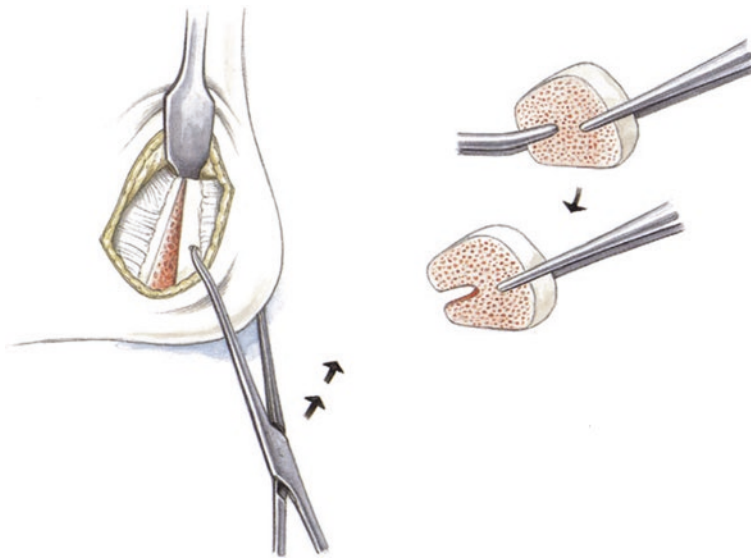
Im Bereich des Sinus tarsi wird ein gerader Hautschnitt modifiziert nach Palmer durchgeführt. Ausräumung des Sinus tarsi. Danach Einstellung und Präparation



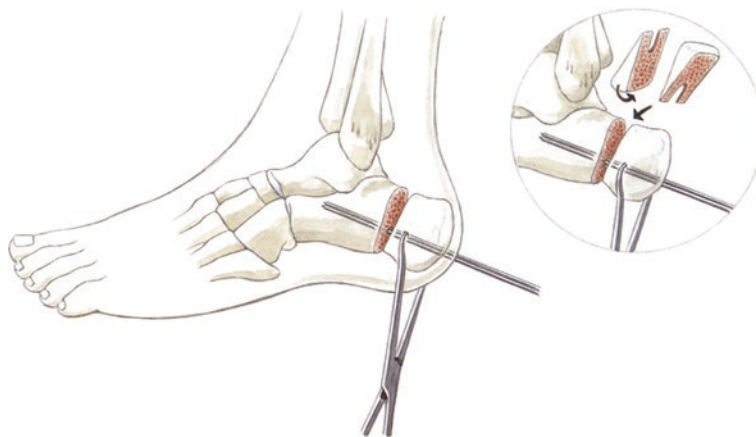
■ **Abb. 6.28** **a** Modifizierter Palmer-Zugang und Darstellung des Tuber calcanei. Anzeichnen eines Keils mit plantarseitiger Basis von 5–8 mm. Aussägen des Keils mit der oszillierenden Säge, Entfernung desselben mithilfe von Repositionszangen mit Spitzen, **b** Rotationsosteotomie in Open-Wedge-Technik bei Korrektur des Hohlfußes, Sägen eines Keils mit Basis kranial

nach kaudal unter Schonung der Peronealsehnen. Diese nach kaudal halten, dann Einsetzen von Hohmann-Hebeln. Einlegen eines Kirschner-Drahts, der die Osteotomie darstellt. Röntgen in sagittaler Ebene. Die Osteotomie sollte leicht nach anterior in Richtung der medialen Facette erfolgen. Nun wird mit der Säge die Osteotomie begonnen. Nach lateral vorsichtiges Schwächen des medialen Kortex. Es wird dann über 2 Spickdrähte ein Spreizer aufgesetzt, der die Osteotomie durch das Aufspreizen nach medial komplettiert.

Nun Einstellen des Fußes in dorsoplantarer Ebene. Es wird dorsoplantar das Alignment betrachtet, v. a. die Ausrichtung und Überdachung des Taluskopfes durch das Os naviculare. Dieses sollte optimal eingestellt werden. Auch die Aufhebung der Vorfußabduktion zeigt sich dann. Um die Einstellung beizubehalten, wird mit einem



■ **Abb. 6.29** Der entnommene Keil wird gedreht und mit dem Luer eine Zunge hineingeschnitten

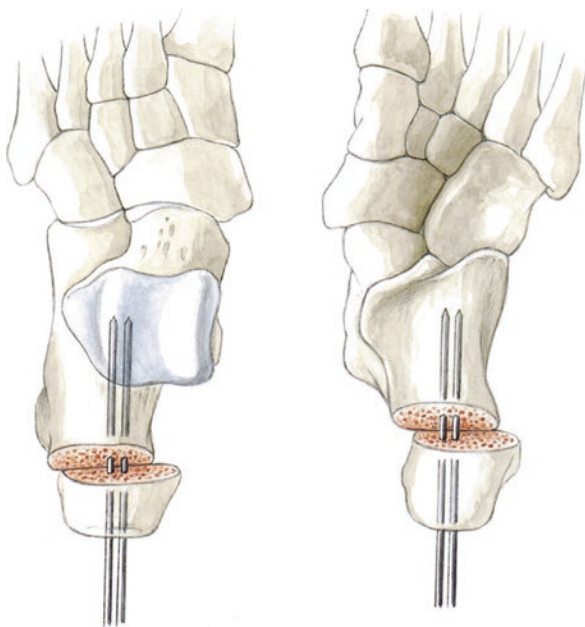


■ **Abb. 6.30** Reposition mit Plantarflexierung des Tuberanteils sowie Translation nach medial, dabei Aufhebung des Zugs der Achillessehne durch Plantarflexion des Fußes. Ferner ist auf eine Open-Wedge-Stellung zur Verbesserung der Steigung des Tuber calcanei zu achten. Fixierung mit 2 Führungsdrähten für die 7,3-mm-Schrauben. Nun Einschlagen des gesamten Keils mit der Basis nach kranial, sodass die Zunge im Bereich der beiden Kirschner-Drähte liegt

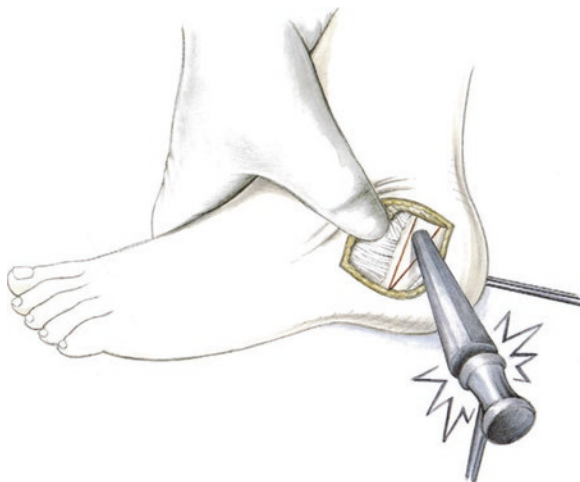
1,8-mm-Spickdraht eine temporäre Arthrodesse des Talonavikulargelenks durchgeführt. Danach Zugang zum Beckenkamm wie schon beschrieben (siehe Spongiosaplastik). Entnahme eines ausgemessenen kortikospongiösen Spans, der den Defekt meist um 1 cm in der Breite etwas aufspreizt und somit unter Kompression ist. Zusätzliche Spongiosa wird genommen (ca. 30 mm), da der kortikospongiöse Span in der Tiefe in der Regel nicht völlig abdeckt. Danach Einlegen eines Lyostyps. Schichtweiser Wundverschluss.

Lokalanästhesie im Bereich des Beckenkamms. Einbringen der Spongiosa nach medial. Danach Einschlagen des Spans mit den AO-Stößel. Dabei ist darauf zu achten, dass er nicht

nach kranial oder kaudal abrutscht. Anlegen der Low-profile-Platte. Mit dem Wedge nochmals die Distraction fixiert und die winkelstabilen Schrauben einbringen. Röntgenkontrolle in 2 Ebenen. Hierbei sollte neben den dorsoplantaren und sagittalen Röntgenbildern zusätzliche eine Broden-Aufnahme in 20° angefertigt werden, um das Subtalargelenk nochmals genau einzusehen. Danach Zuwendung zu den medialen Weichteilstrukturen. Einspritzen von ACP. Schichtweiser Wundverschluss und steriler Verband. Gips in Neutralstellung. Die temporäre Osteotomie bleibt für 4 Wochen, um die rekonstruierten Weichteile zu schützen und proximal ein bandstabiles Einheilen des kortikospongiösen Spans zu ermöglichen.



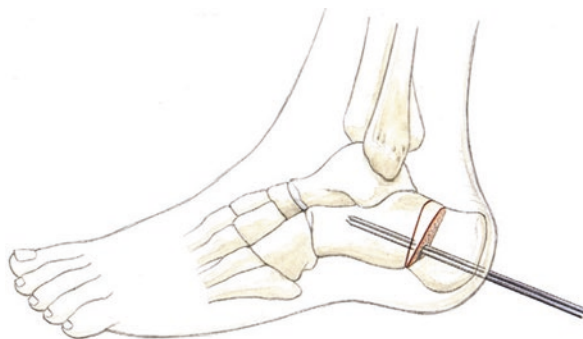
■ **Abb. 6.31** Schematische Zeichnung der Lage der Spickdrähte und der Translation medialseitig und in Open-Wedge-Technik. **a** Rotationsosteotomie (Open-Wedge-Technik) des Hohlfußes mit nach oben offenem Keil und medialer Verschiebung des Tuber calcanei. **b** Bei der Pes-cavo-varus-Aufsicht von plantar erfolgt die Open-Wedge-Korrektur mit Lateralisierung des Tubers



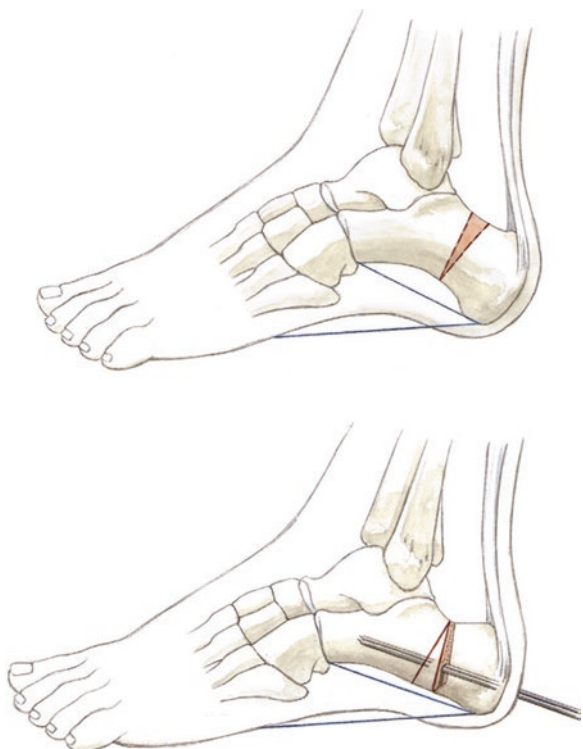
■ **Abb. 6.32** Einschlagen des kortikospongiosen Spans mithilfe eines Stößels

### ■ Nachbehandlung

Anfängliche Wundheilung im Gips für eine Woche. Danach je nach Knochenheilung bis zur 5. oder 6. Woche Short-Walker. Teilbelastung mit 15 kg. Danach Vollbelastung für 2 Wochen im Short-Walker, ohne Stützen. Je nach knöcherner Konsolidierung nach 6–8 Wochen Mobilisation im normalen Schuh mit krankengymnastischem Übungsprogramm.



■ **Abb. 6.33** Fertige Korrekturosteotomie mit Verbesserung der Kalkaneussteigung (Kalkaneuspitch)



■ **Abb. 6.34** Korrektur der Kalkaneussteigung durch die Rotationsosteotomie in Open-Wedge-Technik mit Abflachung des Kalkaneuswinkels nach Korrektur

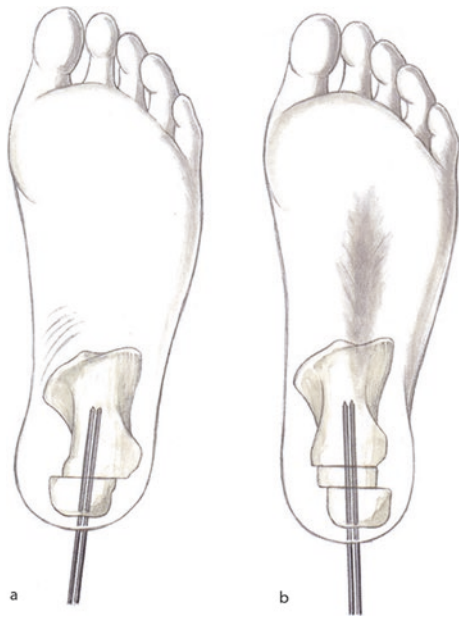
## 6.3.1 Valgisierende Domosteotomie des Kalkaneus

### ■ Technik

■ **Abb. 6.42**, ■ **Abb. 6.43**, ■ **Abb. 6.44**, ■ **Abb. 6.45**, ■ **Abb. 6.46** und ■ **Abb. 6.47**

Zunächst sollte mit dem Bildwandler die Osteotomie festgelegt werden, sodass sie nicht zu weit distal und nicht zu weit posterior liegt, um einen guten Hebel zu haben.

## 6.3 · Kalkaneusverlängerungsosteotomie



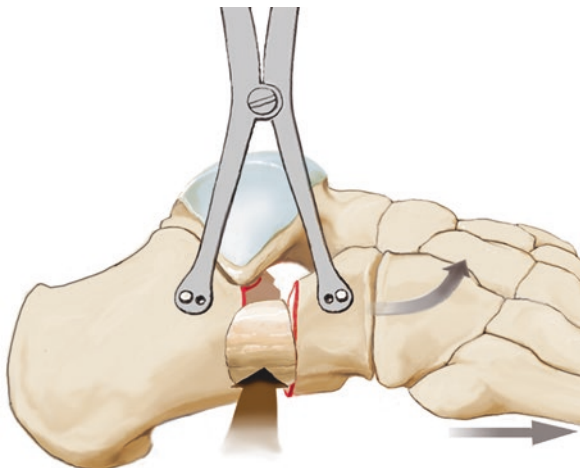
■ **Abb. 6.35a,b** Schematische Darstellung der Lage der Spickdrähte bei varisierender oder valgusierender Rückfußosteotomie



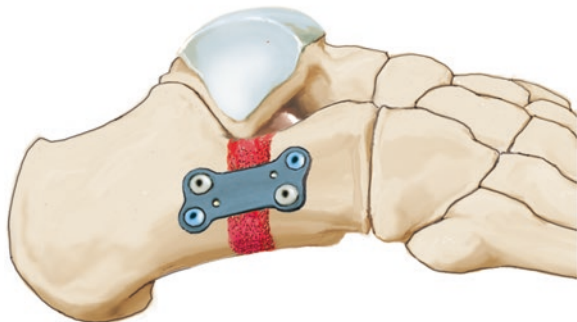
■ **Abb. 6.36** Lateraler Zugang unterhalb des Sinus tarsi, der Verlauf der Peronealsehne ist bei scharfer Präparation zu beachten



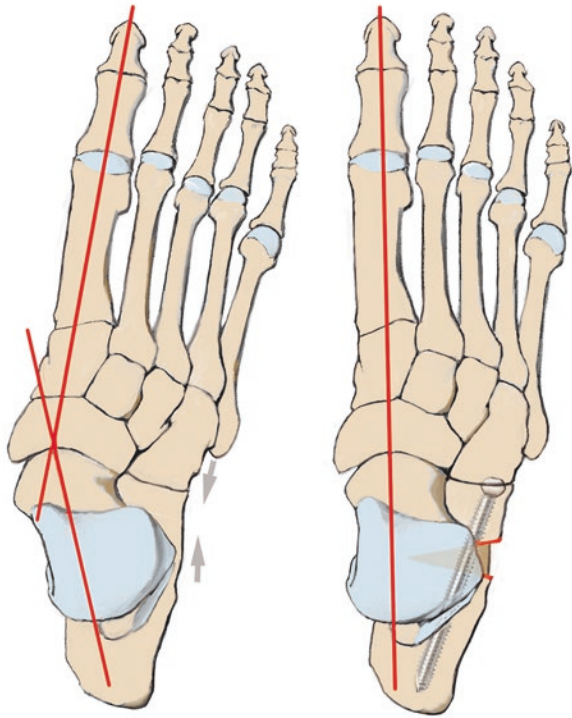
■ **Abb. 6.37** Osteotomie (anterior der posterioren Facette, medial hin zur mittleren Facette). Zur genauen Positionierung kann ein Bildverstärker verwendet werden. Die Korrektur sollte in dorsoplantarer Aufnahme des Bildverstärkers kontrolliert werden. Es sollte durch die Korrektur eine komplette Überdachung des Taluskopfes durch das Os naviculare erfolgen



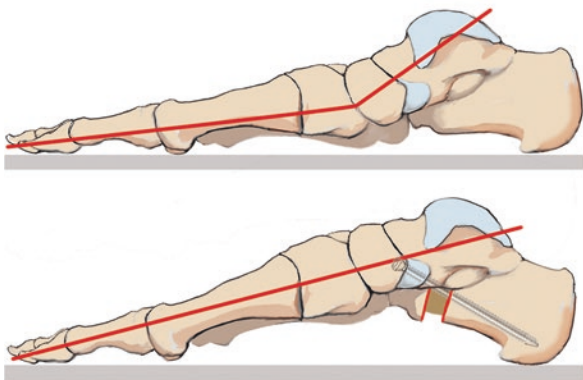
■ **Abb. 6.38** Ein trikortikaler Knochenblock wird nach Aufspreizen mit dem Hintermann-Spreizer eingeschlagen. Es sollte darauf geachtet werden, dass dieser nicht zu weit kranial eingebracht wird



■ **Abb. 6.39** Danach Verplattung mit der winkelstabilen Platte (Arthrex CC-Platte). Zur Sicherung der Weichteilkorrektur sollte eine temporäre Arthrodesse (4 Wochen) des Talonavikulargelenks mit 1,8 mm Kirschner-Draht erfolgen

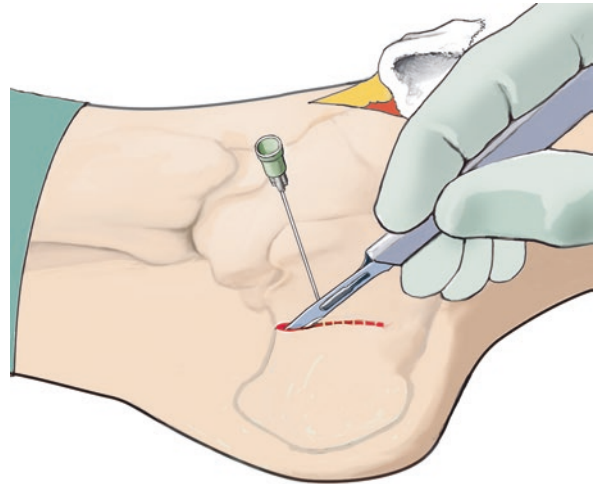


■ **Abb. 6.40** Schematische Darstellung der Achsenkorrektur in der dorsoplantaren Aufnahme

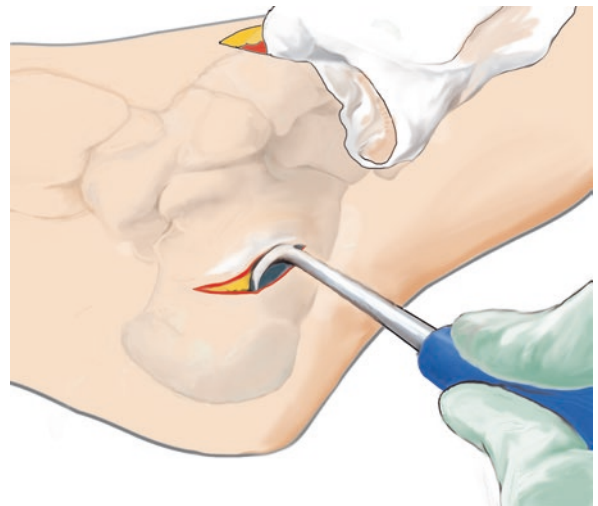


■ **Abb. 6.41** Schematische Darstellung der sagittalen Aufrichtung durch die Kalkaneusverlängerung, hier mit Schraubenosteosynthese dargestellt

So kann bei Hohlfußdeformitäten zudem die Plantarfaszie mit der Osteotomie abgelöst werden (Steindler-Operation). Danach Hautschnitt (ca. 20–25 mm) im Bereich des medialen Kalkaneus.

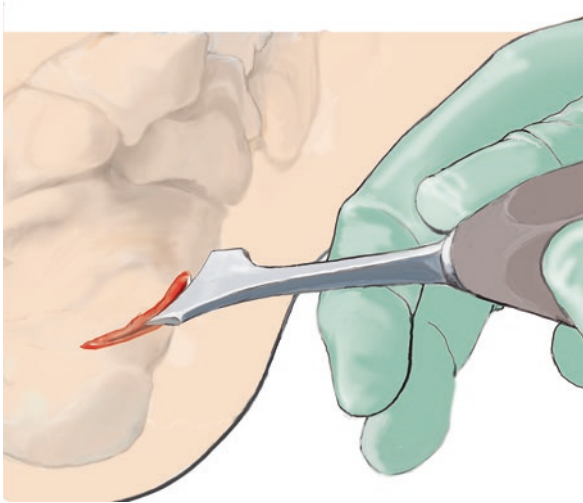


■ **Abb. 6.42** Kleiner leicht geschwungener schräger Zugang kaudal der Peronealsehnen. Markierung mit Kanüle, um mit dem Bildwandler die Mitte des Tuber calcanei einzustellen

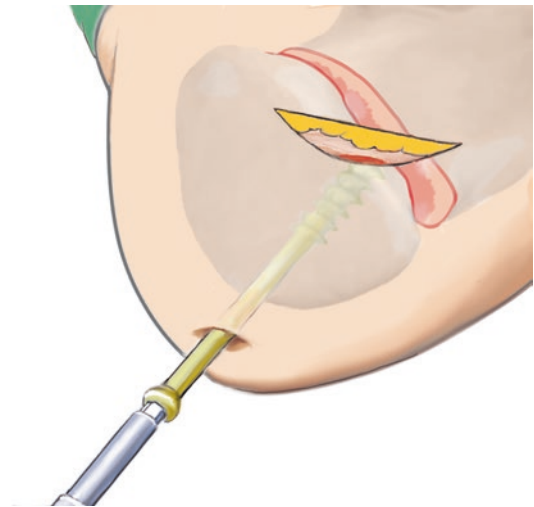


■ **Abb. 6.43** Präparation und Mobilisation des Subkutangewebes mit dem Raspatorium

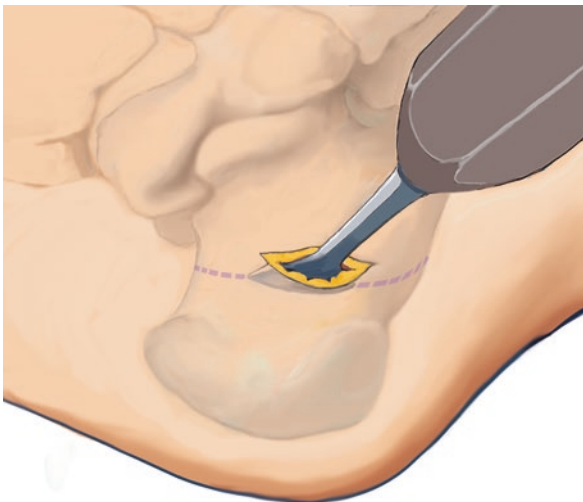
Präparation: Runde Osteotomie der posterioren Facette mit einem 15er-Rundmeißel, im kaudalen Anteil leicht anterior der Insertion der Plantarfaszie. Einschlagen bis zur lateralen Wand. Danach vorsichtige Durchtrennung und Mobilisation der lateralen Wand sowie der Weichteile lateralseitig. Die Osteotomie wird nun mit dem Meißel durch Hin- und Herbewegen mobilisiert. Danach Lateralisation (meist 6–10 mm) und Fixierung mit einem Führungsdraht für kanülierte 6,5- oder 7,3-mm-Schrauben. Nun nochmals Mobilisation im kaudalen Anteil im Bereich der



■ **Abb. 6.44** Runde Domosteotomie mit 15 mm Rundmeißel. Hierbei sollte kranial ein Abstand zum Subtalargelenk gehalten werden. Kaudal sollte bei Pes cavus die Osteotomie so verlaufen, dass die Plantarfascie im Sinne einer Steindler-Operation eingekerbt wird



■ **Abb. 6.46** Fixierung mit 2,7-mm-Führungsdraht und Bildwandlerkontrolle der Korrektur. Danach Verschraubung mit einer Schraube, da durch die Domosteotomie eine optimale Verzahnung der Kontaktflächen erfolgt



■ **Abb. 6.45** Lateralisation und Korrektur mit Hohmann-Hebel. Diese sollte in etwa 10 mm betragen

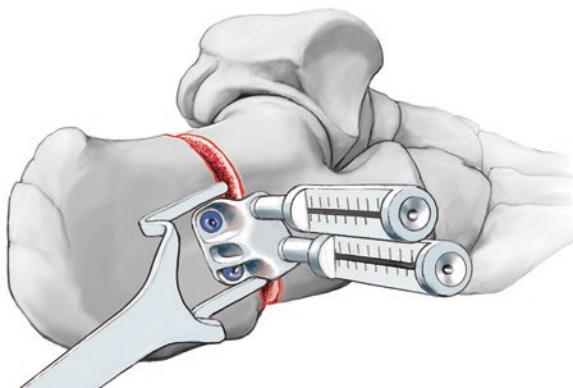


■ **Abb. 6.47** Sagittales Bild nach Open-Wedge- und Domosteotomie

Plantarfascie. Danach Röntgenkontrolle. Die Schraube sollte zentral im Bereich der Osteotomie eingebracht werden und auf ca. 90° ansteigend zur posterioren Facette hin gebohrt werden. Bei guter Schraubenlage Überbohren und Einbringen der kanülierten Schraube. Bei der Domosteotomie ist aufgrund der großen Oberfläche keine weitere Schraube notwendig. Abschließende Röntgenkontrolle.

### 6.3.2 Varisierende Kalkaneusosteotomie mit Step-off-Platte

Kleiner laterale Zugang zum Kalkaneus, leicht gebogen, nicht L-förmig, da der rechte Winkel zu Wundrandnekrosen führen kann. Präparation direkt mit dem Skalpell bis auf den Knochen. Haltenähte, keine scharfen Haken. Fixieren der Sägelehre etwa 30–40° in der Mitte zwischen Subtalargelenk und Spitze des Tuber calcanei. Osteotomie entlang der Säge, der mediale Kortex wird mit dem Meißel durchtrennt (Cave: Gefäß-Nerven-Bündel!). Fixierung der Kalkaneus-Step-off-Platte im distalen Tuber calcanei mit winkelstabilen



■ **Abb. 6.48** Step-off-Platte mit Kompressionschraube und Offset der Platte für die Translation nach medial. Winkelstabile Schraubenfixierung

Schrauben. Medialisierung mit dem S-förmigen Retraktor und Einbringen der Kompressionsschraube. Danach Besetzen der proximalen winkelstabilen Schrauben. Die Medialisierung ist durch den Versatz der Platte definiert. Größere Medialisierung sollte mit der oben beschriebenen Methode durchgeführt werden (■ [Abb. 6.48](#)).

# Sehnentransfer bei Pes planovalgus

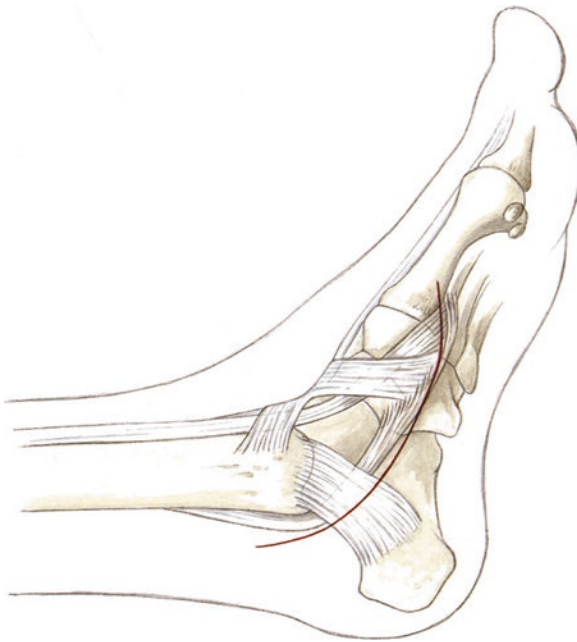
- 7.1      Allgemeine Bemerkungen – 96
- 7.2      Split-Tibialis-anterior-Sehnentransfer – 98

## 7.1 Allgemeine Bemerkungen

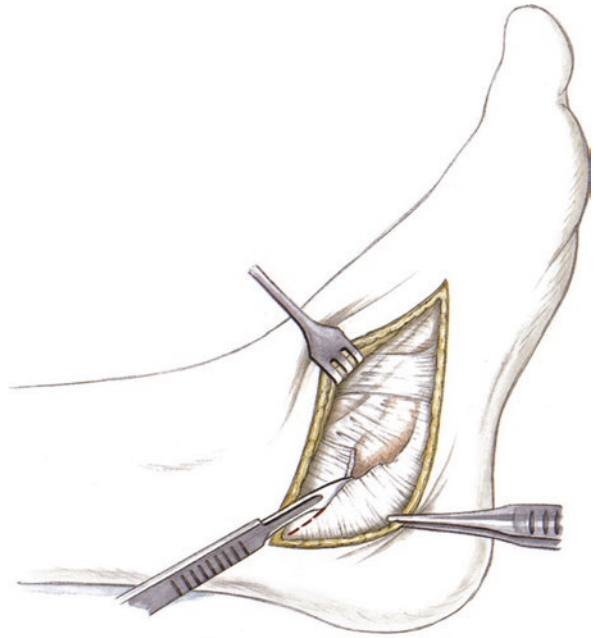
Bei Insuffizienz der Tibialis-posterior-Sehne sollten 2 Aspekte bei dieser Augmentation immer beachtet werden. Zum einen wird nicht unnötig alles degenerierte Gewebe der Tibialis-posterior-Sehne vollständig reseziert, zum anderen sollte die Tibialis-anterior-Sehne nicht zu stark augmentiert wird, damit es nach dem Verschluss des Retinakulums nicht zu einem schweren Sehnenimpingement in diesem Bereich kommt. Dieses könnte die gewünschte dynamische Wirkung durch eine massive Narbenbildung vollständig aufheben. Für die Einstellung der Spannung in Supination und Spitzfußstellung gilt prinzipiell, dass die Korrektur umso besser gelingt, je stärker die Spannung am Ende der Operation ist. Aus eigener Erfahrung und aus den Mitteilungen anderer erfahrener Kollegen besteht extrem selten das Problem einer zu starken Verkürzung mit entsprechender Funktionseinschränkung.

Der alleinige Sehnentransfer ist beim flexiblen Pes planovalgus nicht geeignet, die komplexe Pathologie zu lösen. Immer sollte die Verkürzung der lateralen Fußsäule korrigiert werden, um durch die anatomische Einstellung des Talonavikulargelenks die medialen Strukturen zu entlasten.

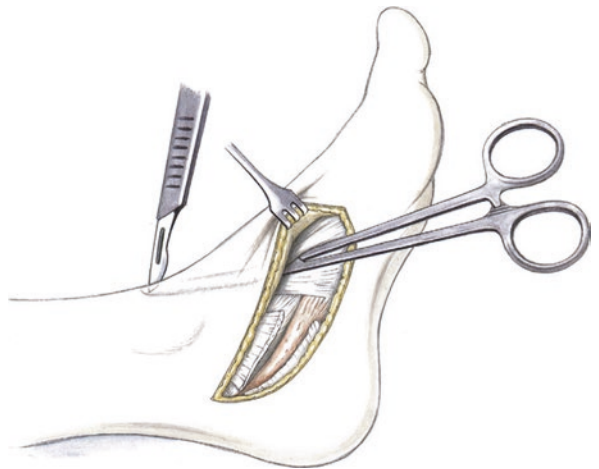
Nach Korrektur der Fehlstellung im Chopart-Gelenk sollte eine temporäre Arthrothese des talonavikulären



■ **Abb. 7.1** Klassischer Hautschnitt posterior der Tibialis-posterior-Sehne bis hin zur Insertion, leicht angeschwungen in Richtung der Tibialis-anterior-Sehne

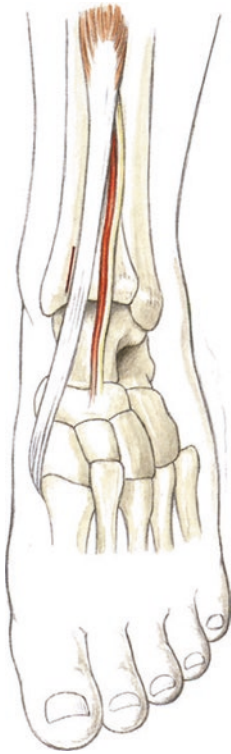


■ **Abb. 7.2** Eröffnen des Retinakulums, Darstellung der Tibialis-posterior-Sehne

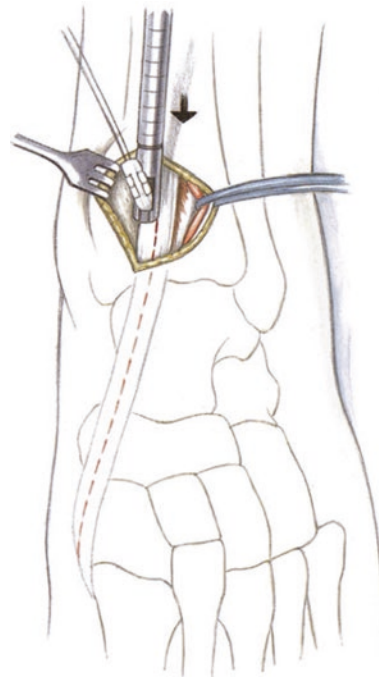


■ **Abb. 7.3** Nach Darstellung der Sehne Tunnelung zum OSG mit einer Kornzange, Inzision etwa in Höhe des oberen Sprunggelenks leicht kranial

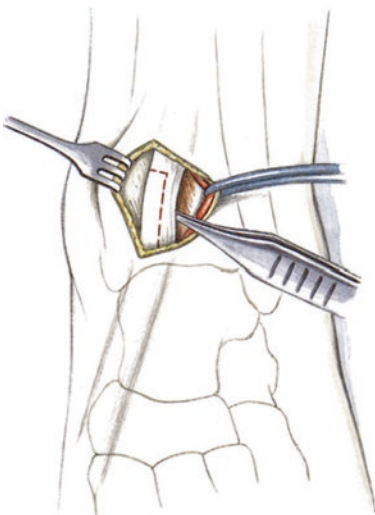
Gelenks mit einem 2,0er-Kirschner-Draht in Supination und Equinusstellung durchgeführt werden. Diese führt nicht nur zu einer stabileren Ausheilung einer eventuellen additiven Fusion des CC-Gelenks (Kalkaneokuboidalgelenk) oder einer Evans-Osteotomie, sondern auch zu einem stabilen, in entsprechender Spannung verheilendem Sehnentransfer.



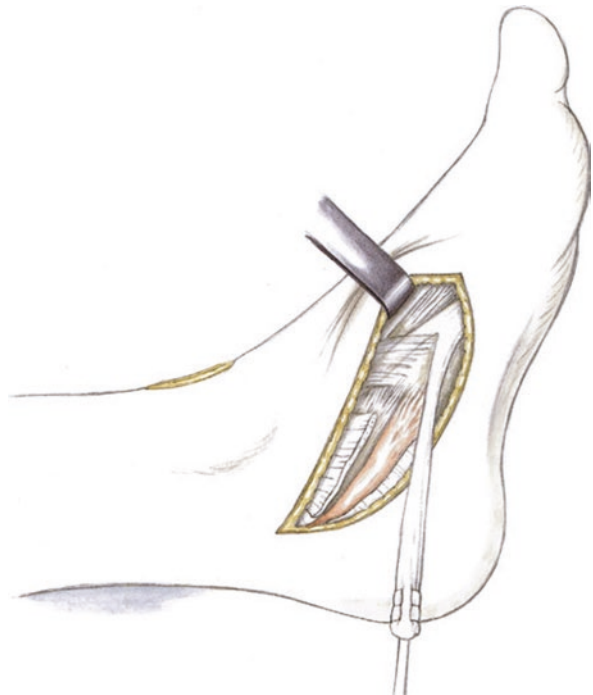
■ **Abb. 7.4** Darstellung des Zugangs im Bereich des oberen Sprunggelenks zur Präparation der Tibialis-anterior-Sehne



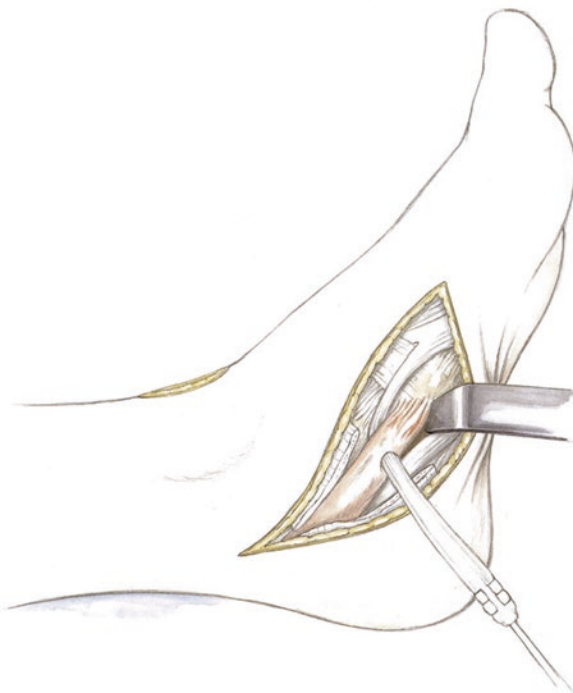
■ **Abb. 7.6** Krackow-Nähte im proximalen Anteil. Teilen der Sehne mit einem Sehnenstripper nach distal. Dabei sollte der mediokaudale Anteil genommen werden



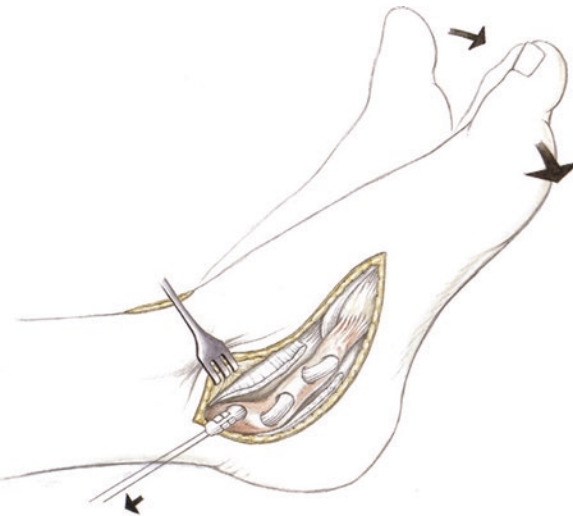
■ **Abb. 7.5** Präparation eines halben Sehnen Splints



■ **Abb. 7.7** Herausziehen des halben Tibialis-anterior-Splints



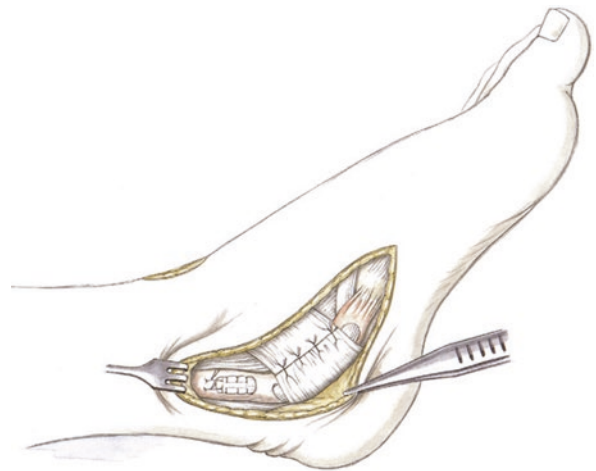
■ **Abb. 7.8** Durchziehen der Tibialis-anterior-Sehne durch die Tibialis-posterior-Sehne in Pulvertaft-Technik



■ **Abb. 7.9** Zur Verbesserung der statischen und dynamischen Funktion der Tibialis-posterior-Sehne Anspannen des Tibialis-anterior-Splints in Supination und Plantarflexion, also in maximaler Verkürzung

#### ■ Indikation

Relevante Degeneration der Tibialis-posterior-Sehne mit entsprechender klinischer Symptomatik. In den meisten Fällen in Kombination mit additiven Prozeduren wie CC-Fusion und Kalkaneusosteotomie. Der alleinige Sehnentransfer zur therapeutischen Behandlung des Pes planovalgus ist nicht erfolgreich.



■ **Abb. 7.10** Vernähen mit der Tibialis-posterior-Sehne und Verschluss des Retinakulums. Bei schwersten Degenerationen der Tibialis-posterior-Sehne sollen diese aggressiv débridiert werden. Makroskopisch gesundes Gewebe kann mit der Tibialis-anterior-Sehne unter Spannung vernäht werden

#### ■ Kontraindikation

Schwere arthrotische Veränderungen im Subtalgelenk und in den talonavikularen Gelenken. Hier muss eine Tripektarthrodese durchgeführt werden.

#### ■ Spezielle Patientenaufklärung

Gips für 6 Wochen, danach Bewegungsübungen, v. a. anfänglich im oberen Sprunggelenk, um die Dorsalextension zu erreichen. Ab der 8. Woche Manipulation im unteren Sprunggelenk, anfänglich Unterstützung der Mobilisation durch Physiotherapie sowie durch Bewegungsübungen im Wasser. Einlagen nach Maß nach einem halben Jahr (► Abschn. 6.2.1 „Nachbehandlung“).

#### ■ Lagerung und perioperatives Management

Lagerung in Rückenlage. Das kontralaterale Bein wird abgeklappt, laterale und mediale Stütze, um durch Schwenken den Zugang und das Operieren zu verbessern. Rasur im OP-Feld im distalen oberen Sprunggelenk. Antibiotikaphylaxe mit einem Cephalosporin der dritten Generation oder Ähnlichem. Intraoperative Thromboseprophylaxe mit niedermolekularem Heparin bei Narkoseeinleitung.

## 7.2 Split-Tibialis-anterior-Sehnentransfer

#### ■ Technik

■ **Abb. 7.1, ■ Abb. 7.2, ■ Abb. 7.3, ■ Abb. 7.4, ■ Abb. 7.5, ■ Abb. 7.6, ■ Abb. 7.7, ■ Abb. 7.8, ■ Abb. 7.9 und ■ Abb. 7.10**

# Vorfußchirurgie

- 8.1      **Allgemeine Bemerkungen – 100**
- 8.2      **Scarf-Osteotomie – 100**
- 8.3      **Modifizierte Ludloff-Osteotomie – 100**
- 8.4      **Modifizierte Weil-Osteotomie – 102**
- 8.5      **PIP-Arthrodese – 103**
- 8.6      **„Plantar plate repair“ – 104**
- 8.7      **Hohmann-Operation – 109**
- 8.8      **Chevron- und Akins-Osteotomie (minimal-invasiv) – 110**
  - 8.8.1      Chevron-Osteotomie – 111
  - 8.8.2      Akins-Osteotomie – 113
  - 8.8.3      Modifizierte Chevron-Osteotomie – 115

## 8.1 Allgemeine Bemerkungen

### ■ Spezielle Patientenaufklärung

Schwellzustände für bis zu ein halbes Jahr mit entsprechender Einschränkung der Beweglichkeit. Bewegungseinschränkung besonders in der Kleinzechenchirurgie durch Narbenbildungen. Bewegungseinschränkung in der Dorsal- und Plantarflexion, eventuell gepaart mit Kraftminderungen aufgrund veränderter Hebelverhältnisse.

### ■ Operatives Setup

Die prekären Fragen für das operative Setup betreffen im Bereich der Vorfußchirurgie die Anästhesie und die Blutsperrung/Blutleere. Hier spielen natürlich auch logistische Voraussetzungen eine erhebliche Rolle. Aus meiner Sicht ist die Vorfußchirurgie eine extreme Präzisionschirurgie. Präzision ist nur bei sehr guter Übersicht und Entspannung aller Beteiligten (Patient und Operateur) optimal möglich. Daher bevorzuge ich, wenn möglich, eine Vollnarkose und eine vollständige Blutleere. Zur postoperativen Schmerzausschaltung sollte immer ein Fußblock durchgeführt werden, damit der Patient diese wirklich schmerzhafteste Chirurgie beim Nachlassen der Anästhesie oder Narkose nicht traumatisch erfährt.

### ■ Lagerung und perioperatives Management

Standardrückenlagerung, das kontralaterale Bein wird abgesenkt. Es wird von kontralateral aus operiert. Wechselnde Position bei zusätzlicher Kleinzechenoperationen, wobei aus meiner Sicht das frontale Stehen vor dem Bein die beste Übersicht ermöglicht. Präoperative Antibiotikaphylaxe (Cephalosporin 3. Generation) und Thromboseprophylaxe (Heparin). Unterlegen des Unterschenkels mit einer Rolle, um ausreichend Bewegungsfreiheit bei der Operation zu haben. Obligates Einlegen von Redon-Drainagen (8 Ch) in der Hallux- und aufwendigeren Kleinzechenchirurgie (ab 2 Zehen).

### ■ Nachbehandlung

Entlastung des Vorfußes im Vorfußentlastungsschuh für 2–3 Wochen je nach Wundheilung und Schwellungszuständen. (Bei Schwellung und Schmerzen sollte der Vorfußentlastungsschuh für 3 Wochen getragen werden.) Physiotherapeutische Anwendungen und Lymphdrainage zur Verbesserung des Bewegungsausmaßes, vorsichtig geführt, unter leichter Distraction im MTP-Gelenk. Das Bewegungsausmaß wird durch die Schmerzen bestimmt. Kryotherapie noch über einen längeren Zeitraum, gerade wenn maximales Bewegungsausmaß im Schmerzbereich erreicht werden soll. Bei der Krankengymnastik sollten das Metatarsale und die Großzehe geführt werden, um keine Hebel auf die Osteotomien auszuüben. Nach dem Vorfußentlastungsschuh Übergang zur Sandale mit großem

Vorfußvolumen, evtl. mit Klettverschlüssen. Zunehmende Belastung nach beginnender Durchbauung der Osteotomie. Ab dem 3. Monat Joggen. Biomechanische Untersuchungen haben eine deutlich höhere Stabilität der Ludloff-Osteotomie gegenüber der Scarf-Osteotomie belegt.

### ■ Besonderes Nachbehandlungsschema

Nach unseren Erfahrungen hat sich eine postoperative Kortisongabe (Fortecortin 1 mg) im Sinne einer Schmerz- und Schwellungsbehandlung exzellent bewährt (am Abend des OP-Tages 8 mg, am 1. postoperativen Tag 4 mg, am 2. Tag 2 mg, am 3. Tag (2 mg), begleitet von einer Antibiotikatherapie. Die Patienten sind in der Regel nach 2–3 Tagen weitgehend schmerzfrei, besonders die Schwellungen nach komplexeren Vorfußrekonstruktionen und damit die Risiken einer Weichteilkomplikation sind erheblich reduziert.

## 8.2 Scarf-Osteotomie

### ■ Indikation

Intermetatarsaler Winkel über 15°, Korrekturen beim Hallux valgus mit Verlängerung oder Verkürzung oder Rotationsfehler in der Sagittalebene.

### ■ Kontraindikation

Intermetatarsaler Winkel unter 15°. Aufgrund der in biomechanischen Tests nachgewiesenen geringeren Stabilität gegenüber der Ludloff-Osteotomie sollte bei osteopenischem Knochen oder bei sehr alten Patienten kritisch über die Anwendung der Scarf-Osteotomie nachgedacht werden. Keine Indikation bei sehr großen intermetatarsalen Winkeln ( $\geq 20^\circ$ ).

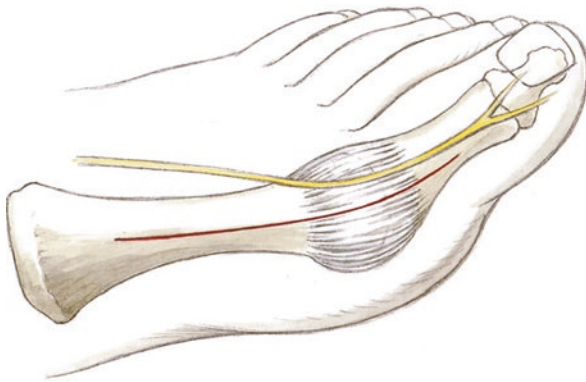
### ■ Technik

■ Abb. 8.1, ■ Abb. 8.2, ■ Abb. 8.3, ■ Abb. 8.4, ■ Abb. 8.5, ■ Abb. 8.6, ■ Abb. 8.7 und ■ Abb. 8.8

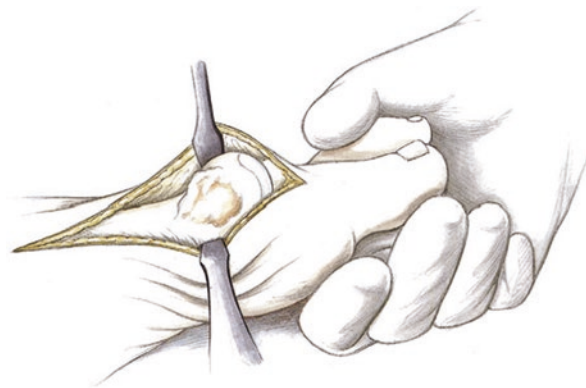
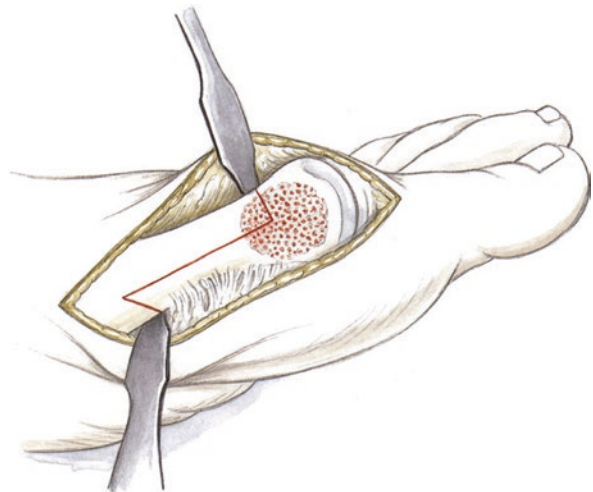
## 8.3 Modifizierte Ludloff-Osteotomie

### ■ Indikation

Die modifizierte Ludloff-Osteotomie hat ihre besondere Bedeutung beim Metatarsus primus varus, bei dem im Besonderen eine Rotation von proximal eine optimale Korrektur erbringt. Die Indikation besteht fast immer beim Metatarsus primus, wenn die Sesambeine im Vergleich zum Metatarsus nicht erheblich lateralisiert sind. Im Vergleich zur Scarf-Osteotomie weist die Ludloff-Osteotomie bei biomechanischen Testungen eine erheblich höhere Stabilität auf. Sie sollte daher beim osteopenischen Knochen eher bevorzugt werden, um Frakturen zu vermeiden. Die modifizierte Ludloff-Osteotomie ermöglicht eine Korrektur



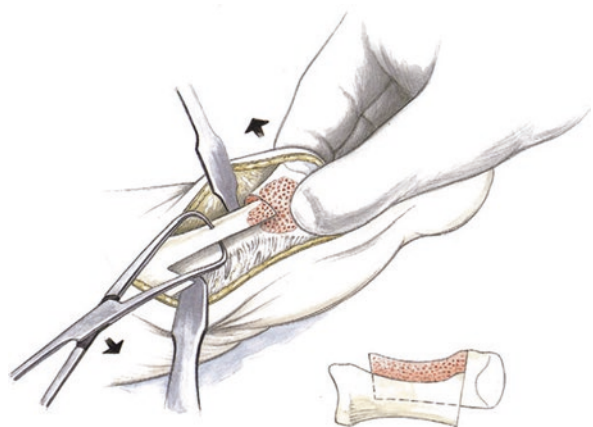
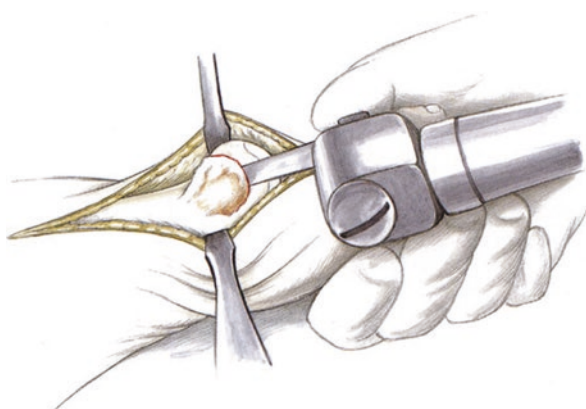
■ **Abb. 8.1** Anteromedialer Hautschnitt bis fast zur Basis des Metatarsale I, unter Schonung des dorsalen Nervs



■ **Abb. 8.2** Präparation und Darstellung des Gelenks. Die Kapsel wird horizontal durchtrennt

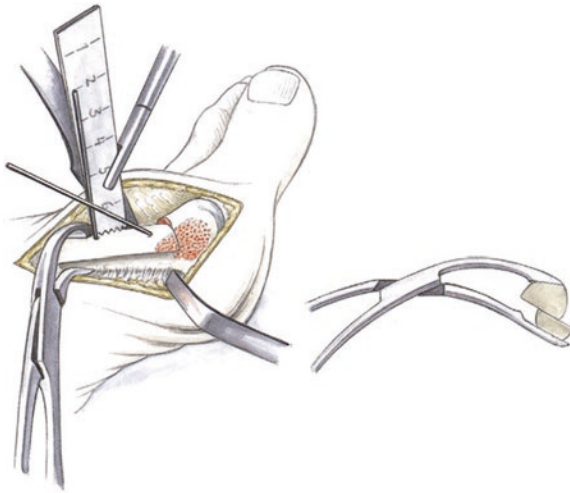


■ **Abb. 8.4** Durchführen der klassischen Scarf-Osteotomie. Entscheidend für eine einfache Translation nach lateral ist eine öffnende distale Osteotomie, die lateralseitig weiter distal herauskommt. Dieses gelingt nur, wenn man einen Winkel von fast 90° zur horizontalen Osteotomie wählt. Der Vorteil ist eine deutlich erleichterte Verschiebung nach lateral. Sehr lange Osteotomie, damit kein „Eintauchen“ bei der Verschiebung erfolgt

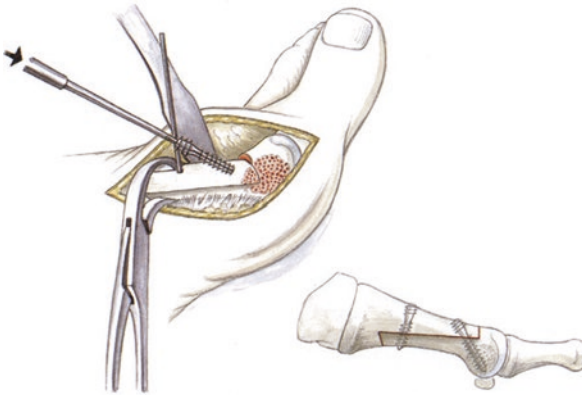


■ **Abb. 8.3** Entfernen der Pseudoexostose entlang der Diaphyse des Metatarsale mit der kleinen oszillierenden Säge

■ **Abb. 8.5** Translation des Metatarsalköpfchens. Die dorsale Kortikalis wird mit einer Backhaus-Klemme fixiert und das Köpfchen nach lateral translatiert. Der kleine Hohmann-Hebel kann manchmal die laterale Translation behindern, sodass man dann einen kleinen Langenbeck-Haken verwenden muss, der nur die Weichteile hält. Bei einem Metatarsus primus varus sollte mehr distal/lateral rotiert werden, sodass der proximale Anteil mehr medial verbleibt, um somit die Varuskomponente besser aufzuheben



■ **Abb. 8.6** Nach Fixierung der Korrektur mit der exzentrischen Barouk-Klemme, Einbringen der Führungsdrähte für die kanülierten Schraubensysteme. Die Barouk-Klemme sollte entweder in einer distalen oder in einer mittleren Position zwischen den beiden Führungsdrähten eingebracht werden, sodass das Bohren und Einbringen der Schrauben problemlos möglich ist

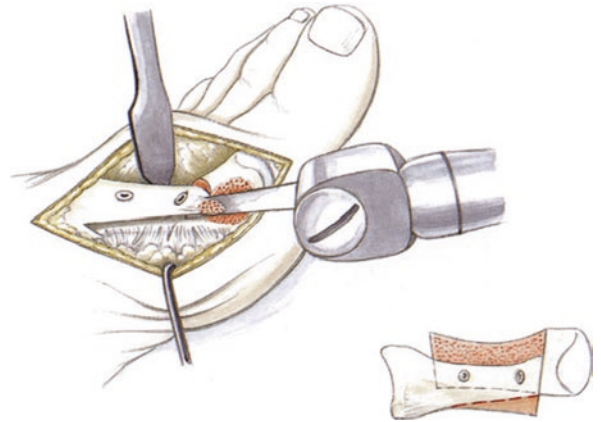


■ **Abb. 8.7** Das Vorbohren durch die Führungsdrähte ist absolut notwendig. Den Bohrer bis zum Anschlag mit der proximalen Erweiterung durch die dorsale Kortikalis bohren, da sonst die Gefahr einer Längsfraktur beim Eindrehen des proximalen Schraubengewindes besteht. Bei osteoporotischen Knochen evtl. 2,7-mm-AO-Schrauben mit Kopf benutzen, das mindert die Gefahr einer iatrogenen Fraktur

in der Frontalebene ohne Längenverlust oder Verkürzung oder sagittale Translation. Sie kann auch bei größeren intermetatarsalen Winkeln (um 20°) eingesetzt werden.

#### ■ Technik

■ **Abb. 8.9**, ■ **Abb. 8.10**, ■ **Abb. 8.11**, ■ **Abb. 8.12** und ■ **Abb. 8.13**



■ **Abb. 8.8** Nach Fixierung mit Schrauben Resektion des Überstands mit der oszillierenden Säge



■ **Abb. 8.9** Anteromedialer Hautschnitt unter Schonung des Nervs bis hin zur Basis des Metatarsale I

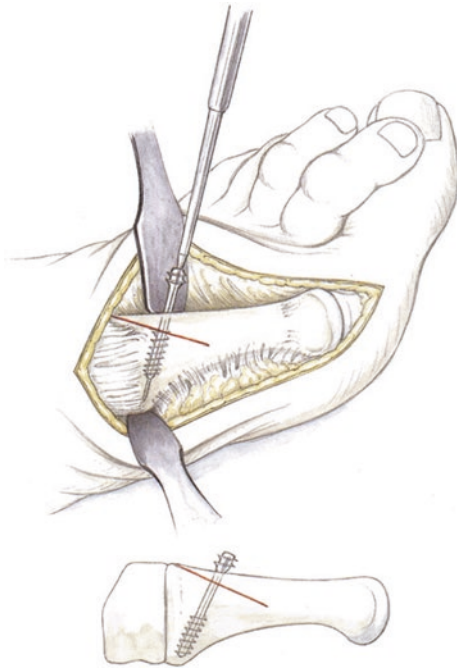
## 8.4 Modifizierte Weil-Osteotomie

### ■ Indikation

Die modifizierte Weil-Osteotomie hat den Vorteil, dass es zu keiner Plantarisierung kommt. Dadurch verbessert sich die Beweglichkeit im MTP-Gelenk (kein „floating toe“). Die Indikation betrifft in erster Linie die klassischen Indikationen für die Weil-Osteotomie: fixierte Hammerzehenbildung, besonders bei Intrinsic-plus-Stellung, Vorfußformel nach Lefievre.

### ■ Kontraindikation

Flexible Hammerzehen, Hammerzehen ohne metatarsalgische Beschwerden. Nur in Ausnahmefällen (sehr langes Metatarsale II) sollte eine singuläre Korrektur eines



■ **Abb. 8.10** Es werden nun Zweidrittel der Ludloff-Osteotomie durchgeführt und im Bereich Meta-/Diaphyse mittig nach Einbringen eines Führungsdrahts eine kanülierte Schraube eingedreht, ohne eine komplette Fixierung zu erreichen. Die proximale Schraube sollte eine ausreichende dorsale „Knochenbrücke“ haben, damit es beim Eindrehen nicht zur dorsalen Infraktion mit Instabilität kommt

Metatarsale mit einer Weil-Osteotomie durchgeführt werden (Transferläsion).

#### ■ Technik

■ [Abb. 8.14](#), ■ [Abb. 8.15](#), ■ [Abb. 8.16](#), ■ [Abb. 8.17](#) und ■ [Abb. 8.18](#)

## 8.5 PIP-Arthrodese

#### ■ Indikation

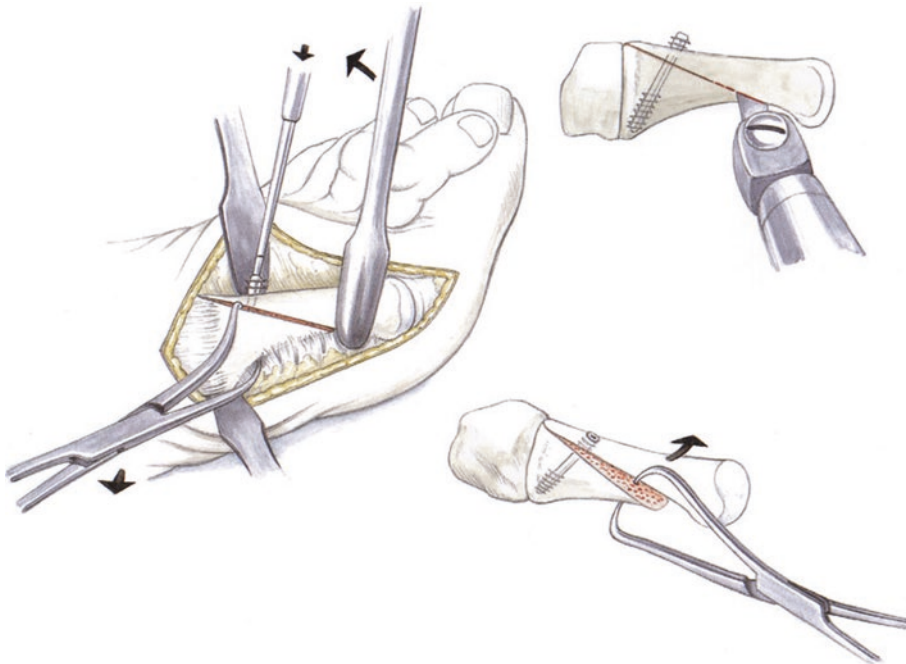
Fixierte Hammerzehen, besonders D II, die einem „griechischen Fuß“ entsprechen (2. Zehe länger als die Großzehe). Hierbei ist die Gefahr, dass es bei anderen Techniken (z. B. Hohmann-Operation), durch das Überragen der zweiten Zehe gegenüber der Großzehe wieder zu einem Rezidiv kommt. Die PIP-Arthrodese muss immer so eingestellt werden, dass durch die Gelenkresektion die zweite Zehe kürzer ist als die Großzehe.

#### ■ Kontraindikation

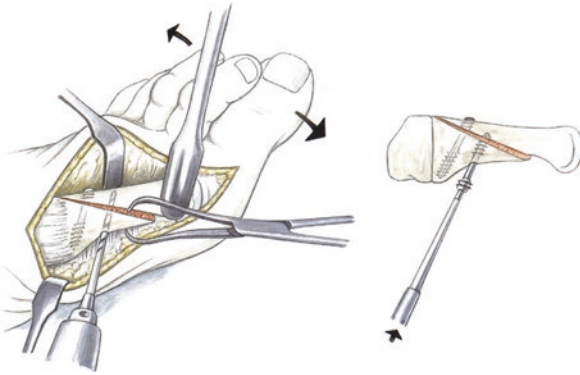
Flexible Hammerzehen, hier reicht ein alleiniger Flexor-digitorum-Longus-Transfer aus.

#### ■ Technik

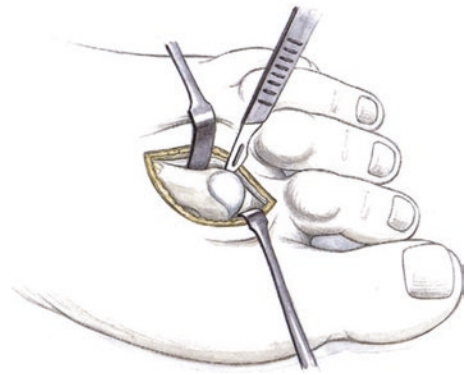
■ [Abb. 8.19](#), ■ [Abb. 8.20](#), ■ [Abb. 8.21](#), ■ [Abb. 8.22](#), ■ [Abb. 8.23](#), ■ [Abb. 8.24](#), ■ [Abb. 8.25](#), ■ [Abb. 8.26](#) und ■ [Abb. 8.27](#)



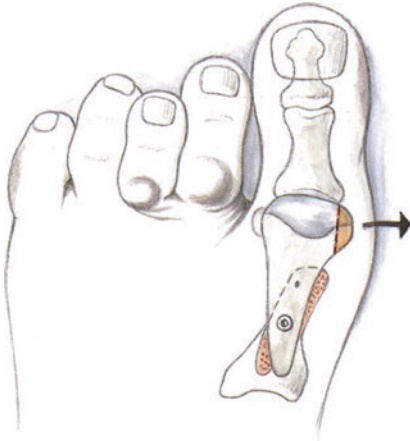
■ **Abb. 8.11** Danach wird die Osteotomie im plantaren Anteil komplettiert, und es erfolgt die Rotationskorrektur mit Backhaus-Klemme und Elevatorium. Die endgültige Korrekturstelle wird mit einer Backhaus-Klemme im plantaren Anteil fixiert. Dann wird die kanülierte Schraube komplett eingedreht und die Stellung fixiert



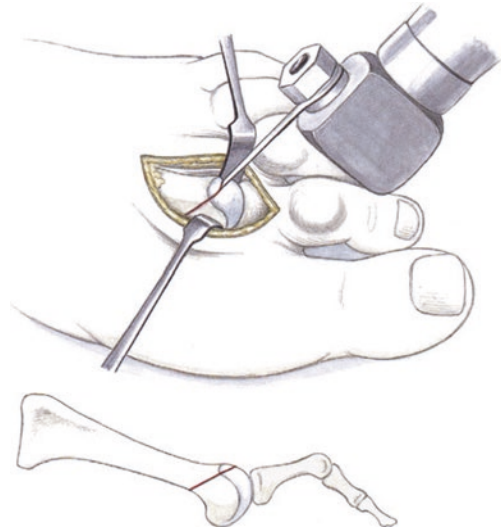
■ **Abb. 8.12** Nun Vorbohren für die zweite Schraube, die von plantar nach dorsal läuft. Damit endgültige Fixierung der Ludloff-Osteotomie



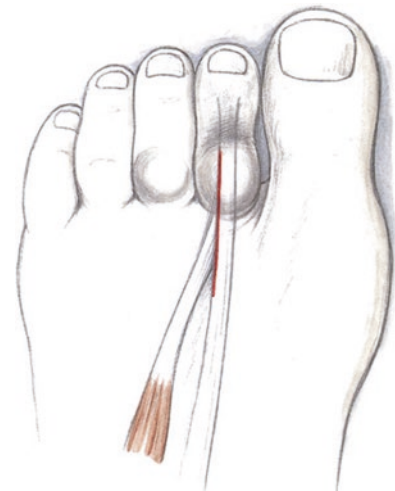
■ **Abb. 8.15** Nun Dorsalflektieren der Zehe und damit Hervorluxieren des MTP-Köpfchens. Hierbei sollte auf Hohmann-Reaktoren verzichtet werden, da sonst die Spannung der seitlichen Weichteile so stark wird, dass man die Zehe nicht plantarflektieren und das Köpfchen hervorluxieren kann



■ **Abb. 8.13** Am Ende Resektion der Pseudoexostose entsprechend der diaphysären Ausrichtung



■ **Abb. 8.16** Schräge Osteotomie mit der oszillierenden Säge proximal des Köpfchens bis zum Übergang der Grundfläche metaphysär

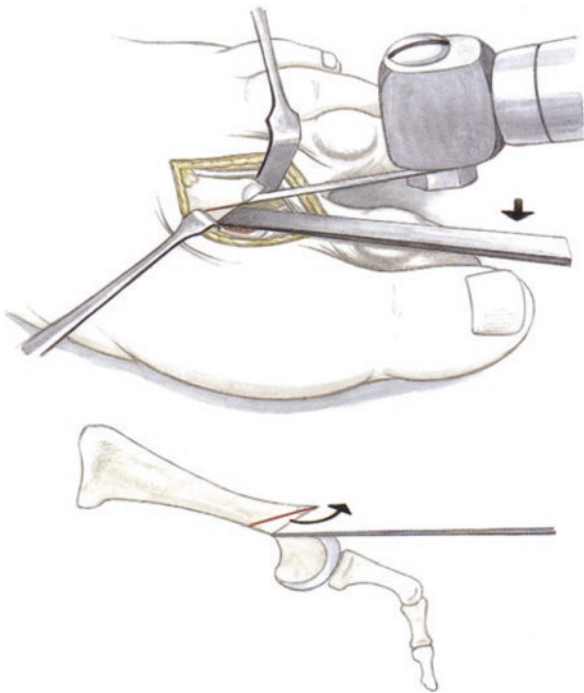


■ **Abb. 8.14** Öffnen des MTP-Gelenks mit Spreizen der Sehnen des M. extensor hallucis longus und brevis im Bereich der Phalanx. Durchtrennung der Kapsel und der Kollateralbänder

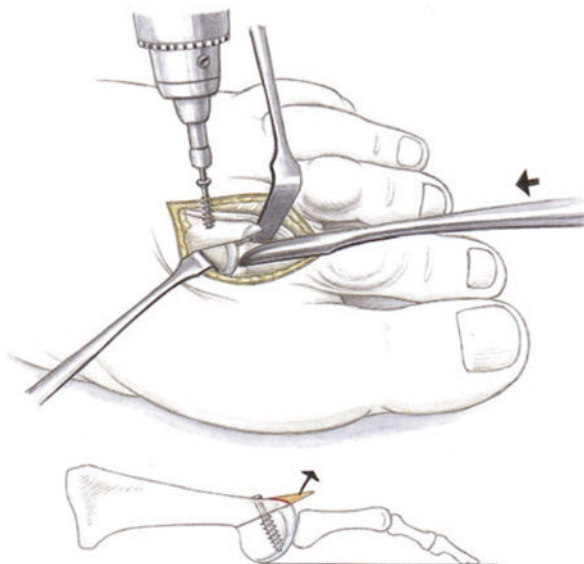
## 8.6 „Plantar plate repair“

Die früheren Therapien mit Intrinsic-Prozedur und Sehnentransfer haben aufgrund der Instabilität die Subluxation oder Luxation im MTP-Gelenk auf lange Sicht nicht verhindern können. Daher ist der genuine Ansatz im Bereich der Schwachstelle oder des pathologischen Korrelats ein Zugang, der bei richtiger Technik jetzt optimale Ergebnisse erreichen lässt. Der „plantar plate repair“, ist aus technischen Gründen immer mit einer Weil-Osteotomie verbunden. Prinzipiell sollte man sich überlegen, ob eine Korrektur erfolgen soll, v. a. bei Plantarisierung bei

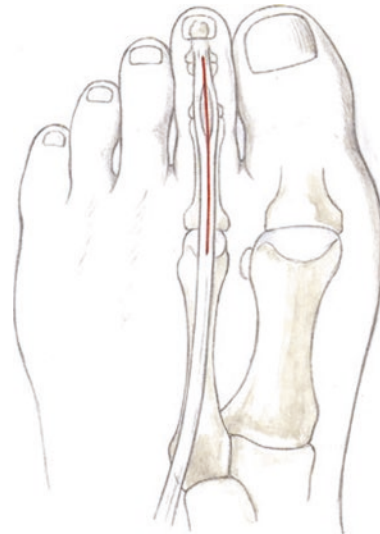
## 8.6 · „Plantar plate repair“



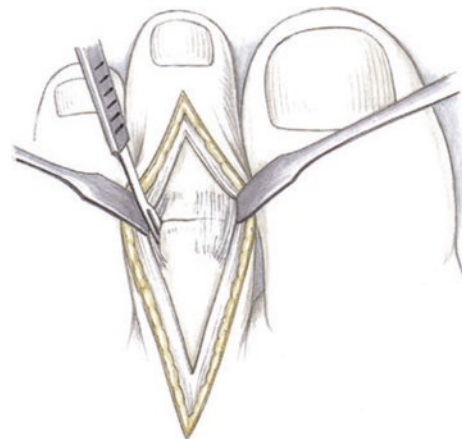
■ **Abb. 8.17** Mit kleinem Lambotte-Meißel wird das Köpfchen nach plantar gedrückt, um eine Übersicht für den zweiten Schnitt zu ermöglichen. Dieser wird in einem Winkel von 10–15° durchgeführt. Entfernung des Resektats mit einer kleinen gebogenen Moskito-Klemme



■ **Abb. 8.18** Nun Reposition des Köpfchens, z. B. mit einem Raspatorium, und Fixieren mit einer selbstabdrehenden Schraube. Bei harter Kortikalis kann mit einem 1,0-mm-Kirschner-Draht dorsal vorgebohrt werden. Resektion des Überstands. Durch die Closed-Wedge-Osteotomie mit Teilresektion kommt es nicht zur Plantarisierung und damit zu einer besseren Ausrichtung des gesamten MTP-Gelenks. Hierdurch lässt sich ein „floating toe“ vermeiden



■ **Abb. 8.19** Dorsaler Hautschnitt über der zweiten Zehe

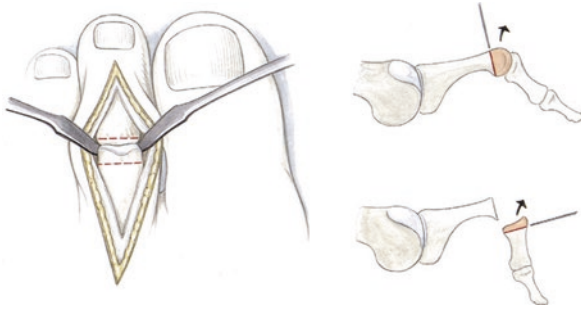


■ **Abb. 8.20** Teilen der Strecksehne, Darstellen der Kapsel des PIP-Gelenks. Es wird nun nach distal und proximal die Strecksehne seitlich abgelöst, sodass sich das Gelenk darstellt

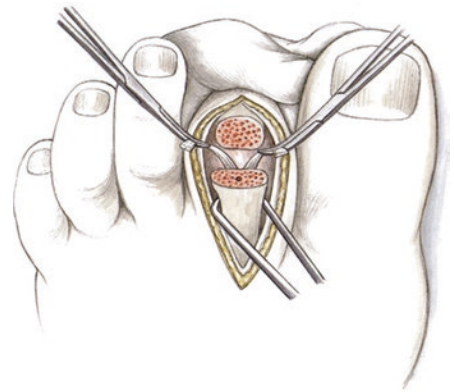
Verkürzung. Immer sollte eine Verkürzung des zweiten Strahls erfolgen, wenn eine Überlänge besteht, sowohl im metatarsalen Bereich, im Köpfchenbereich als auch im PIP-Gelenk. Die Stabilisierung nach „plantar plate repair“ gilt je nach Autor in der Literatur als optional. Ich bevorzuge eine Weichteilschienung, um zufälligen Stress auf die reparierte Sehne zu vermeiden.

#### ■ Indikation

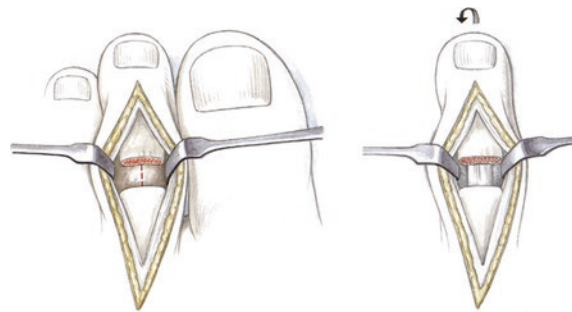
Instabiler zweiter Strahl mit Subluxation und Luxation des Grundglieds dorsalseitig, häufig mit fixierter Hammerzeihenpathologie verbunden. Typischerweise tritt der instabile zweite Strahl singulär auf, jedoch auch mit begleitenden



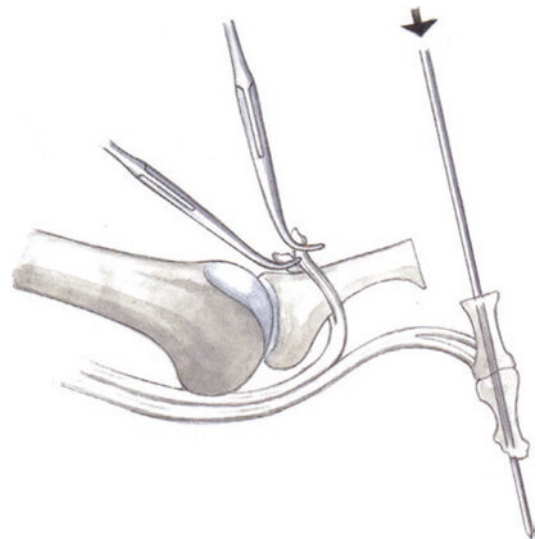
■ **Abb. 8.21** Durchtrennung der Kapsel und der Kollateralbänder unter Weghalten der beiden Sehnenanteile mit einem kleinen Hohmann-Haken. Resektion des PIP-Gelenks mit einer feinen oszillierenden Säge, um glatte Resektionsflächen zu erhalten. Die Resektion des Köpfchens sollte fast immer die Kondylen beinhalten. Das endgültige Ausmaß der Resektion richtet sich nach der Länge des zweiten Strahls im Vergleich zum ersten. Nach der Gelenkresektion sollte die zweite Zehe etwa 2 mm kürzer sein als die erste, um ein Rezidiv einer Hammerzehe zu vermeiden



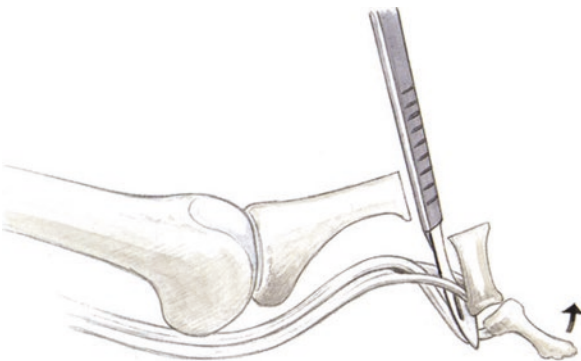
■ **Abb. 8.24** Durchtrennen der Flexor-digitorum-longus-Sehne im Bereich der „Raphe“, sodass sich 2 Zügel präparieren lassen. Diese werden mit einer kleinen Moskito-Klemme gefasst



■ **Abb. 8.22** Darstellen der plantaren „Raphe“ und Längsexzision, sodass die Sehne des M. flexor digitorum longus und brevis darstellbar wird



■ **Abb. 8.25** Präparation nach distal, streng am Knochen. Markieren des zentralen intramedullären Kanals für das spätere achsengerechte Auffädeln der Grundphalanx. Es wird nun der distale Anteil mit einem 1,4er- oder 1,6er-Kirschner-Draht (den schräg abgeschnittenen Teil des Kirschner-Drahts zuerst nach distal bohren!) durch das DIP-Gelenk nach distal ausgetrieben. Der Kirschner-Draht sollte direkt unter dem Nagel mittig im Endglied herauskommen, um eine gerade Achse beim Zurückbohren zu erreichen

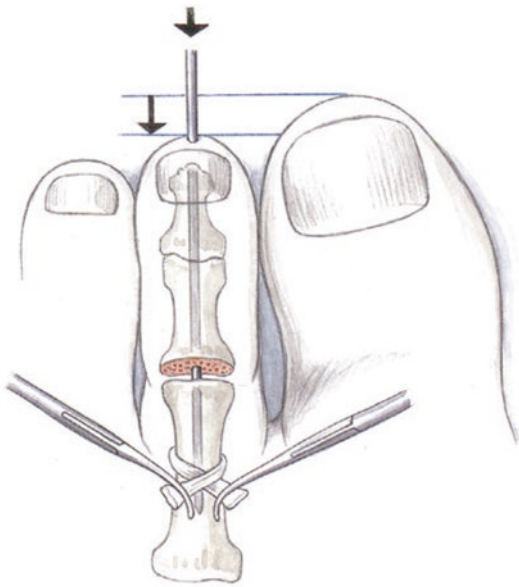


■ **Abb. 8.23** Lösen des Ansatzes der Flexor-digitorum-longus-Sehne mit dem Skalpell. Hierbei wird die Sehne durch Dorsalextension des Endglieds angespannt, um das Abtrennen zu erleichtern

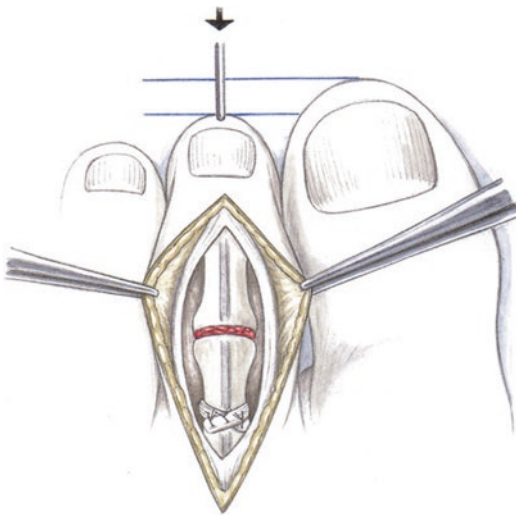
Hammerzehen D III–V, die meistens nicht instabil sind. In der Regel besteht keine Cavovarus-Deformität, die mit einer Extensorsuspension einhergeht, sondern eher relativ normale Fußachsen, häufiger bei Frauen.

#### ■ Kontraindikation

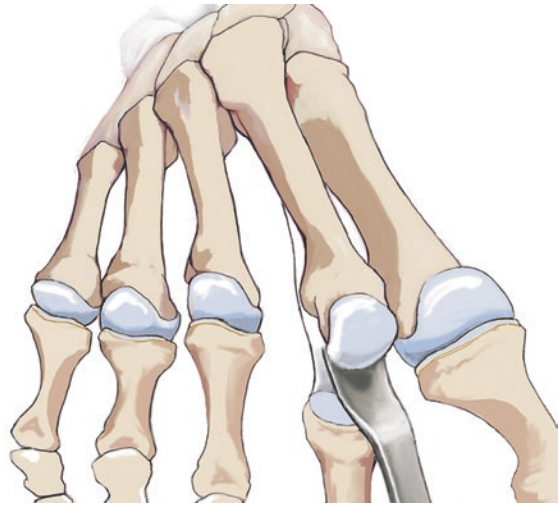
Kontraindikation im Hinblick auf Pathologien gibt es nicht, eher allgemeine Kontraindikationen wie Kortisontherapie, Chemotherapie, Charcot-Füße.



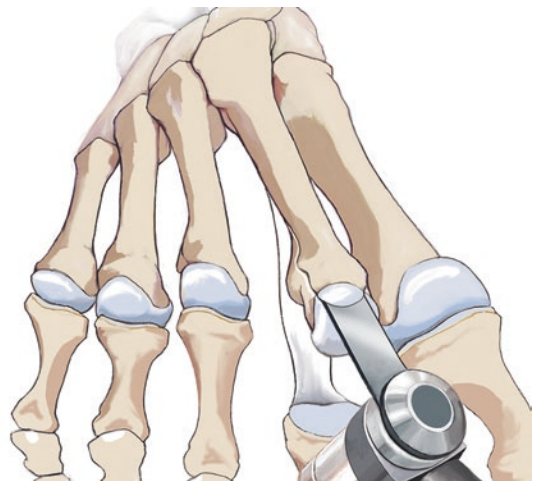
■ **Abb. 8.26** Umsetzen des Bohrfutters und Zurückbohren im mittig vorbereiteten Kanal in die Grundphalanx



■ **Abb. 8.27** Reposition der PIP-Arthrodese. Es muss darauf geachtet werden, dass distal kein Rotationsfehler entsteht. Mittel- und Endglied werden mit maximaler Kraft auf das resezierte Grundphalanxköpfchen geschoben. Zur Verbesserung der knöchernen Durchbauung werden ganz kleine Spongiaspäne aus dem resezierten Köpfchen angelegt. Danach Überkreuzen der beiden Sehnenzüge des M. flexor digitorum longus basisnahe und Vernähen mit PDS 4-0. Hierbei wird eine 20°-Plantarflexion im OSG und eine leichte Plantarflexion im Bereich des MTP-Gelenks eingehalten. Danach zur Sicherung der Sehnnennaht Vorschieben des Kirschner-Drahts in das Metatarsalköpfchen. Der Kirschner-Draht wird nach 4 Wochen entfernt. Bei Verkürzung der Strecksehnen und der dorsalen Kapsel des MTP-Gelenks wird der Schnitt nach proximal verlängert und vor dem Vorbohren des Drahts eine dorsale Kapsulotomie und eine Strecksehnenverlängerung durchgeführt



■ **Abb. 8.28** Plantarer Release mit dem McGlamry-Rapartorium



■ **Abb. 8.29** Weil-Osteotomie

#### ■ Operatives Setup

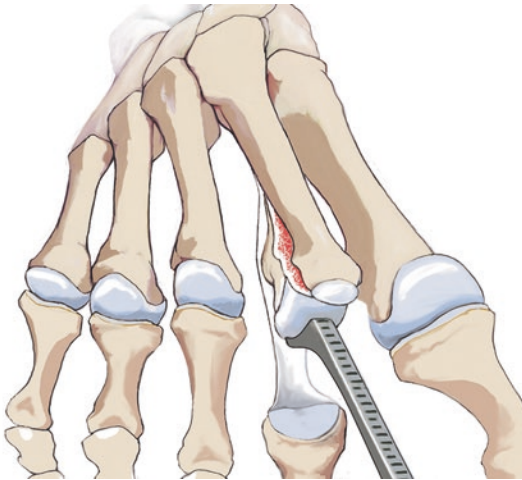
Spezialset: Mini-Scorpion-Zange, Fadendurchzug, Weil-Osteotomie-Set

#### ■ Lagerung

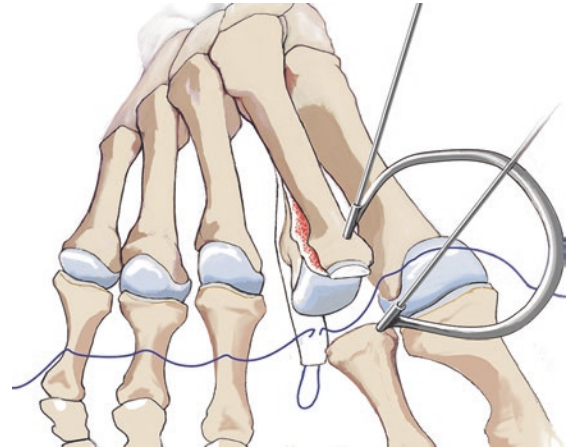
Normale Lagerung, Absenken des gesunden Fußes. Operation von der Gegenseite. Blutsperrung mit 300 mmHg, vorher Auswickeln mit Esmarch-Binde zur Herstellung einer Blutleere.

#### ■ Technik

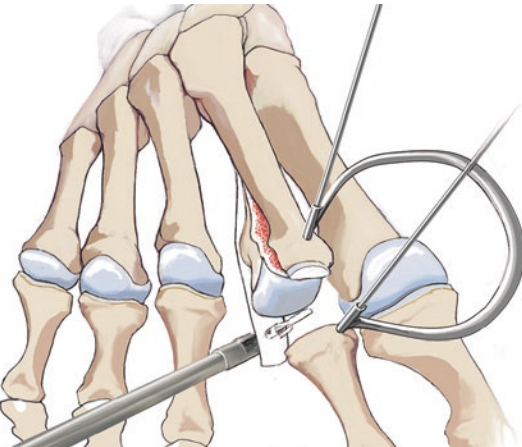
■ **Abb. 8.28**, ■ **Abb. 8.29**, ■ **Abb. 8.30**, ■ **Abb. 8.31**, ■ **Abb. 8.32**, ■ **Abb. 8.33**, ■ **Abb. 8.34** und ■ **Abb. 8.35**



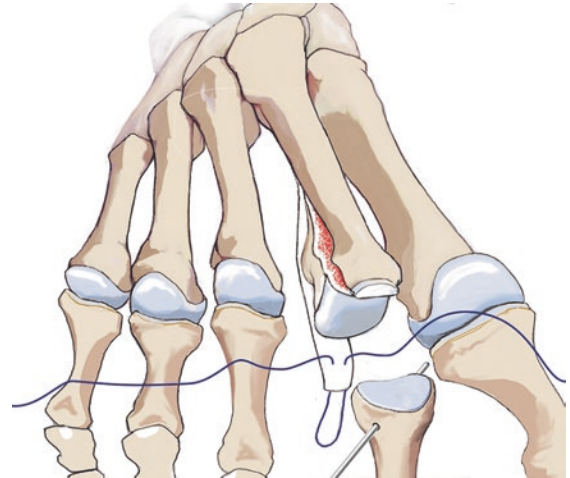
■ Abb. 8.30 Zurückschieben und Fixierung mit Kirschner-Draht



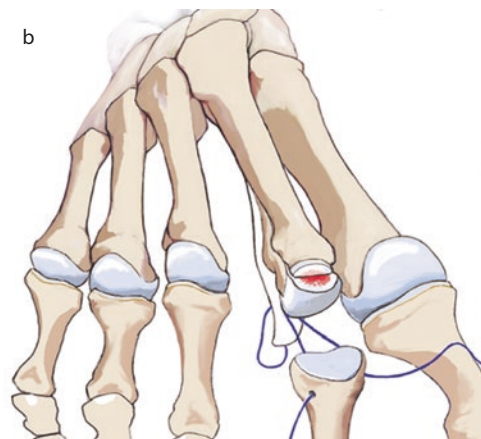
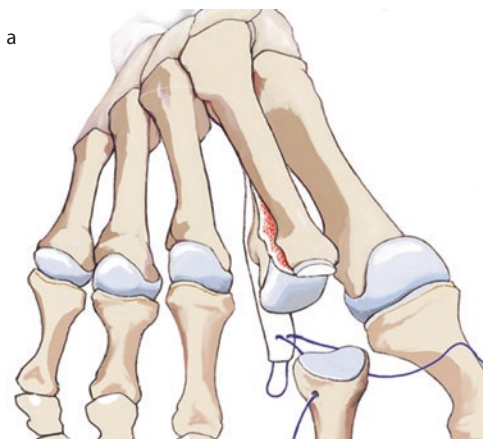
■ Abb. 8.32 Durchziehen von 2 FiberWire-Nähten



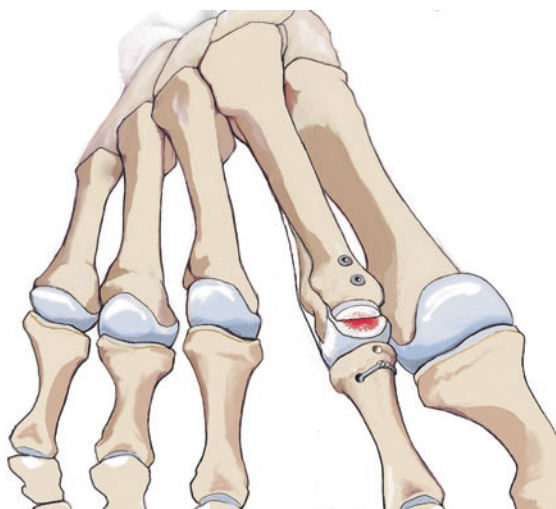
■ Abb. 8.31 Aufspreizen des MT-Gelenks. Komplettes Ablösen der plantaren Platte, proximales Fassen der plantaren Platte und Anschlingen mit Mini-Scorpio-Zange



■ Abb. 8.33 Kreuzweises Bohren der transossären Kanäle für die Refixation mit dem 1,2-mm-Bohrer im Metaphysenbereich des Metatarsale



■ Abb. 8.34a,b Durchziehen des FiberWire



■ **Abb. 8.35** Refixation der Weil-Osteotomie (anatomisch oder verkürzend, entsprechend der Pathologie) mit Twist-off-Schrauben. In Neutralstellung festes Verknoten der Rekonstruktion der plantaren Platte

Es wird ein Hautschnitt interdigital zwischen Metatarsale II und III durchgeführt. Präparation der Weichteile. Leichte Elektrokoagulation. Darstellung der kurzen und langen Extensor-digitorum-Sehne. Hier folgt in meiner Technik ein Sehnentransfer. Distales Abtrennen der Extensor-digitorum-brevis-II-Sehne und nach Präparation proximal Abtrennen auch der langen Sehne. Nun Kapsulotomie und Darstellen des Gelenks. Es zeigt sich immer eine Verwachsung im plantaren Bereich, daher wird mit einem McGlamry-Raspatorium ein plantarer Release durchgeführt. Da durch die Verlagerung und Subluxation die Mm. interossei und lumbricalis als Strecker agieren, wird dieser Extensionszug abgeschwächt oder aufgehoben.

Nun Durchführen der Weil-Osteotomie und Zurückschieben des Köpfchens. Darstellen der plantaren Platte. Diese ist häufig degenerativ eingerichtet. Bei älteren Patienten mit lang bestehenden Instabilitäten ist sie vom Ansatzpunkt zur Basis fast vollständig mazeriert. Abtrennen der Platte und Fassen mit der Mini-Scorpion-Zange. Es wird nun im Bereich des freigelegten Grundglieds mit einem 1,2-mm-Kirschner-Draht ein Bohrkanaal erzeugt. Dann wird die mit dem Fadenfänger kreuzweise gefasste plantare Platte medial durchgezogen. Gleiches Vorgehen auf der lateralen Seite, sodass die plantare Platte gekreuzt wieder an die Basis herangezogen werden kann. Es wird nun das Köpfchen reponiert und mit einer Twist-Schraube fixiert. Danach Reposition des Gelenks in Plantarflexion, um eine maximale Spannung zu erreichen. Die plantare Platte wird fixiert. Bei sehr langer zweiter Zehe sollte vorher eine Hohmann-Operation durchgeführt werden.

### ■ Nachbehandlung

Vorfußentlastungsschuh für 4 Wochen. Falls eine Transfixation durchgeführt wurde, wird diese nach 4 Wochen entfernt. Milde Bewegungsübungen, anfänglich vermehrt in der Plantarflexion, um keinen Stress durch Dorsalextension auf die rekonstruierte plantare Platte zu erzeugen. Milde Dorsalextension bis zur 4–5 Wochen. Danach normale und auch aggressivere Bewegungsübungen in beiden Ebenen. Zehenspitzenlaufen. Im Schwimmbad Dorsalextension am Duschrand, um eine volle Beweglichkeit wiederzuerlangen.

## 8.7 Hohmann-Operation

### ■ Indikation

Fixierte Hammerzehenbildung immer in Kombination mit plantarem Release im Grundgliedbereich oder „plantar plate repair“. Bei überlangem ersten Strahl zur Prävention eines erneuten Auftretens. Kürzere zweite Zehen lassen sich durch Weichteilprozedur, Strecksehnenotomien und Kapsulotomien korrigieren. Sie neigen nicht zur Bildung fixierter Hammerzehen.

### ■ Kontraindikation

Entsprechende Durchblutungsstörung. Übliche allgemeine Kontraindikation für eine Operation an den Füßen.

### ■ Operatives Setup

Übliches chirurgisches Instrumentarium, feinstes Sägeblatt (2 und 6 mm), kleiner Luer oder minimal-invasive Fräse, je nach persönlicher Präferenz Spickdraht oder Twinpin zur Modulation bzw. Arthrodeseschrauben verschiedener Hersteller. Spezieller kleiner Bildwandler für Fußchirurgie.

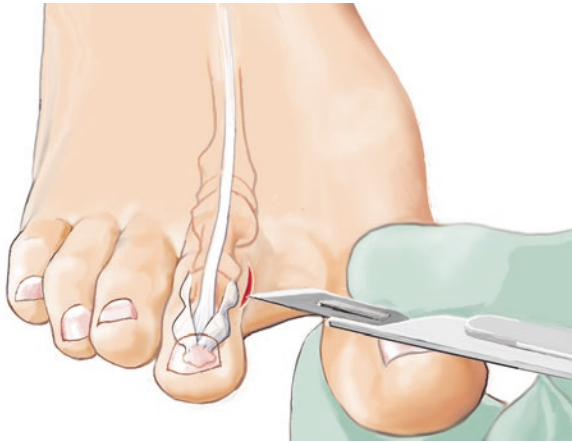
### ■ Lagerung

Normale Rückenlage, Blutsperre, Blutleere.

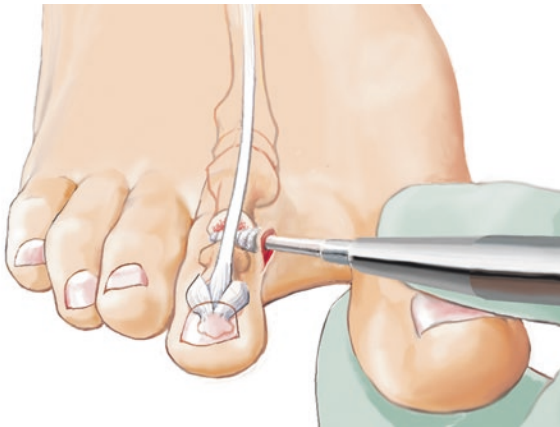
### ■ Technik

■ **Abb. 8.36**, ■ **Abb. 8.37** und ■ **Abb. 8.38**

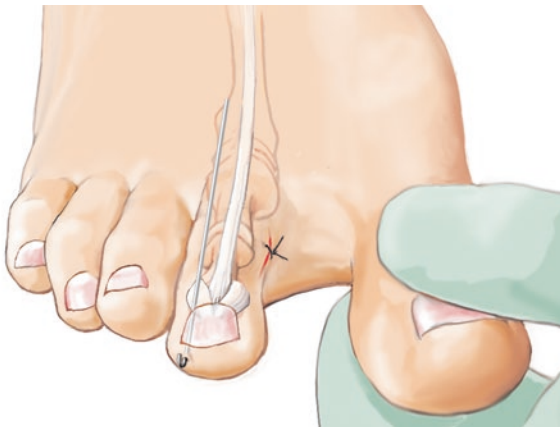
Lateraler oder medialer Zugang zum PIP-Gelenk, der kosmetisch schöner ist und nicht zu adhäsiver Narbenbildung führt. Darstellen des Gelenks unter Schonung der Strecksehne. Einsetzen von Hohmann-Haken und Resektion von lateral aus der Basis, des Interphalangealgelenks und des Köpfchens des Grundglieds. Dies wird minimal-invasiv mit der Fräse durchgeführt. Kontrolle der Resektion mit dem C-Bogen. Der zweite Strahl soll kürzer sein als der erste. Nach Fixierung der plantaren Platte Ausrichten des PIP-Gelenks und Durchführen einer Weichteilschienung mit 1,6-mm-Kirschner-Draht medial oder lateral im Bereich der Großzehe, aber auch im Bereich des MTP-Gelenks. Dieses sollte dann gerade ausgerichtet sein mit minimaler Plantarflexion, stabilisiert.



■ **Abb. 8.36** Lateraler oder medialer Zugang im PIP-Gelenk mit plantarer Kapsulotomie und Beugesehnenotomie



■ **Abb. 8.37** Gelenkentfernung mit der Fräse. Kondylen des Grundglieds und Basis des Mittelfglieds



■ **Abb. 8.38** Weichteilschienung (K-Draht 1,6 mm) für 3–4 Wochen

### ■ Nachbehandlung

Primär Nachbehandlung in einer Gipsschiene für 2 Tage und zumindest nachts für 3 Tage, um schmerzhafte Bewegungen zu vermeiden. Verbandswechsel nach 2 Tagen. Hierbei wird eine redressierende Verbandstechnik durchgeführt, wie sie in ► **Abschn. 8.8.3**, Abschnitt „Nachbehandlung“ beschrieben ist. Nach 4 Tagen wird die Vorfußzehenplatte angelegt, sodass es zu einem kompletten Alignment aller Zehen kommen kann. Diese Platte kann auch bei Operationen von einzelnen Zehen angewendet werden. Verband oder Zehenplatte für 4 Wochen. Mobilisation in Vollbelastung mit Vorfußentlastungsschuh. Danach Bewegungsübungen, v. a. in Plantarflexion sowie in Dorsalextension im MTP- und DIP-Gelenk.

## 8.8 Chevron- und Akins-Osteotomie (minimal-invasiv)

### ■ Indikation

Moderater Hallux valgus, je nach Expertise und Philosophie des Operators in minimal-invasiver Technik, am Anfang ist die Indikation für eine distale Osteotomie am geeignetsten. Es findet sich klinisch eine schmerzhafte Pseudoexostose mit mäßiger Lateraldeviation (etwa auf den Belastungs-röntgenbildern des lateralen Sesambeins) mit Nichtüberdachung durch das Metatarsaleköpfchens, die in geschlossener Technik sehr gut behebbar ist.

### ■ Kontraindikation

Alle höhergradigen Deformitäten des Hallux valgus und beginnende symptomatische Hallux-rigidus-Komponente.

### ■ Operatives Setup

Instrumente: Minimal-invasives MAS-Maschinensystem verschiedener Hersteller; Drehzahl, Drehmoment und Kühlmittel können für die Osteotomie genau eingestellt werden. Spezialinstrumente, verschiedene Raspatorien in feinsten Form und Krümmung sowie Fräsen, die teilweise konisch, teilweise auch nicht konisch sind, in verschiedener Stärke und Länge. Des Weiteren Schraubensysteme zur perkutanen Verschraubung der Chevron-Osteotomie (kanüliert und mit Doppelgewinde) sowie Spickdrähte.

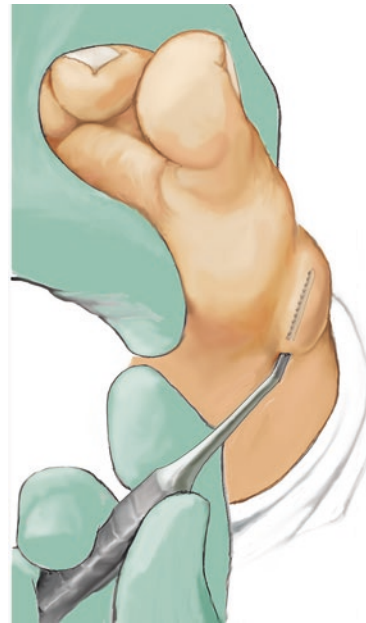
Die Operation wird von verschiedenen Operateuren auf einem kleinen Röntgengerät mit geringer Strahlkraft (speziell für Fußchirurgie) durchgeführt. Hierbei erfolgt die Abdeckung des Fußes ähnlich wie die frühere Abdeckung bei Kniearthroskopien mit Einbinden des Fußes in ein solches Abdecksystem. 1,8-mm-Bohrdraht, spezielles kleines Skalpell („Beaver Blade“).

### ■ Lagerung

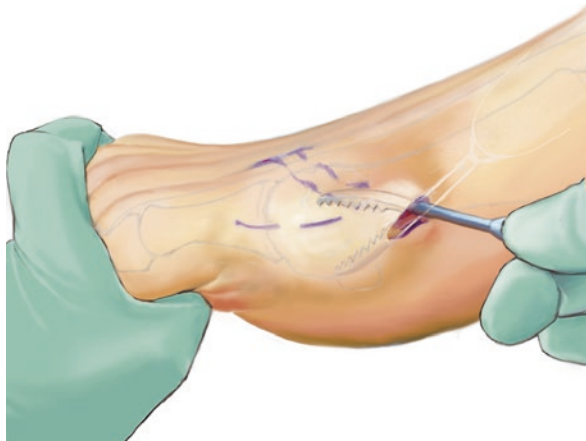
Normale Lagerung, Absenken des gesunden Fußes. Operation von der Gegenseite. Blutsperrung mit 300 mmHg, vorher Auswickeln mit Esmarch-Binde zur Herstellung einer Blutleere.



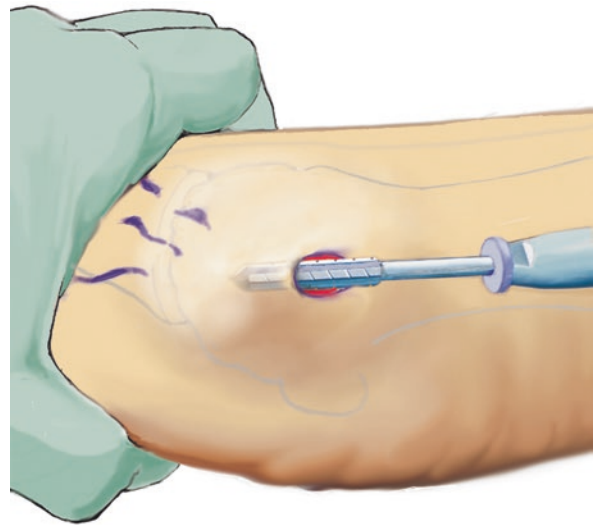
■ **Abb. 8.39** Weichteilrelease mit dem „Beaver Blade“ nach Stichinzision im Gelenkbereich. Danach Ablösen des Periosts im MT-Köpfchen-Bereich mit dem gebogenen Raspatorium. Dies erleichtert die laterale Translation nach Osteotomie



■ **Abb. 8.41** Mobilisation auch der kaudalen Anteile der MT-Gelenkkapsel



■ **Abb. 8.40** 3–5 mm lange Inzision bis auf den Knochen im zentralen Punkt der Chevron-Osteotomie (Apex). Mobilisation der Gelenkkapsel mit dem gebogenen Raspatorium, bis die Gelenkkapsel „mobil“ ist



■ **Abb. 8.42** Mit der Walze wird nun die Pseudoexostose abgetragen, hier sind Bildwandlerkontrollen notwendig

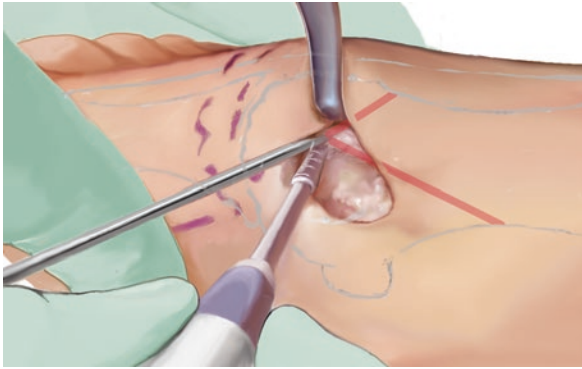
### 8.8.1 Chevron-Osteotomie

#### ■ Technik

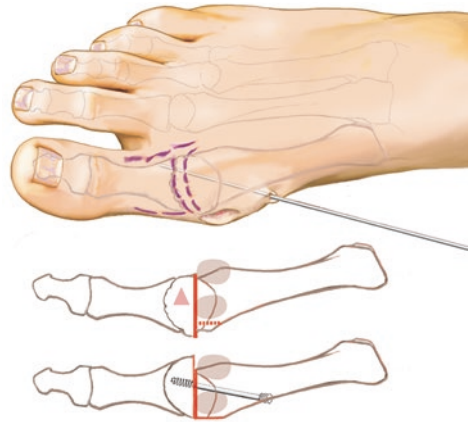
■ **Abb. 8.39**, ■ **Abb. 8.40**, ■ **Abb. 8.41**, ■ **Abb. 8.42**, ■ **Abb. 8.43**, ■ **Abb. 8.44**, ■ **Abb. 8.45** und ■ **Abb. 8.46**

Es wird mit dem lateralen Release mit einer Beaver Blade-Stichinzision begonnen. Diese wird über dem lateralen Drittel des dorsalen Aspekts der Gelenklinie des Metatarsale I durchgeführt. Die Klinge wird parallel zum Gelenk geführt, sodass sie nicht die Gelenkfläche verletzen kann. Die Klinge wird bis zum plantaren, lateralen Aspekt des MTP-I-Gelenks heruntergeführt. Der laterale Ansatz des M. flexor hallucis longus brevis, das laterale

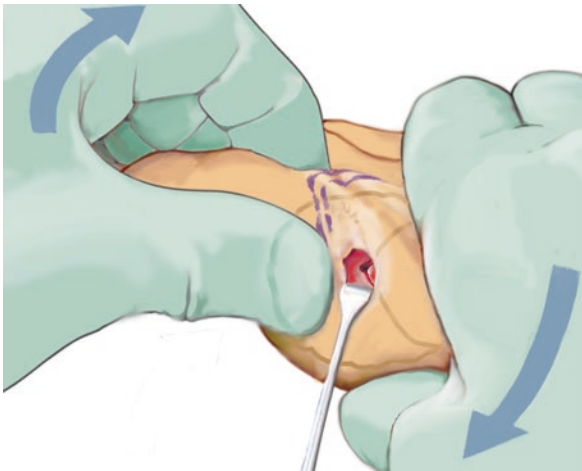
Sesamophalangealligament, wird am plantaren Aspekt des Gelenks durchtrennt. Der Bildwandler kann hierbei die Skalpellsposition visualisieren. Es wird eine Varusbewegung durchgeführt. Danach wird zusätzlich der M. adductor hallucis durchtrennt, v. a. bei Lateralisation, wenn radiologisch das laterale Sesambein nicht überdeckt ist. Hierbei kann zusätzlich das Sesamoidmetatarsalligament durchtrennt werden. Ferner werden mit der Feile die



**Abb. 8.43** Im Apex der Osteotomie zentrales Einbringen eines 1,6-mm-Kirschner-Drahts, danach Bildwandlerkontrolle. Mit konischer Fräse Durchbohren des gesamten Köpfchens direkt oberhalb des K-Drahts in Richtung der Osteotomie und Durchtrennung der kranialen Anteile in einem Winkel von 40–45°. Besonders lateral muss die komplette Durchtrennung überprüft werden. Gleiches Vorgehen nach kaudal



**Abb. 8.45** Fixierung mit einem 1,6-mm-Kirschner-Draht. Bei optimaler Lage in beiden Ebenen (Cave: Dorsalverschiebung des Köpfchens!) wird über eine Stichinzision eine Doppelgewindeschraube platziert. Danach Resektion des verbliebenen Knochenüberstands proximal durch die Translation



**Abb. 8.44** Unter Distraction und Lateralisation wird das MT-Köpfchen in die richtige Position gebracht. Danach Kompression durch die Großzehe, um die Reposition zu halten

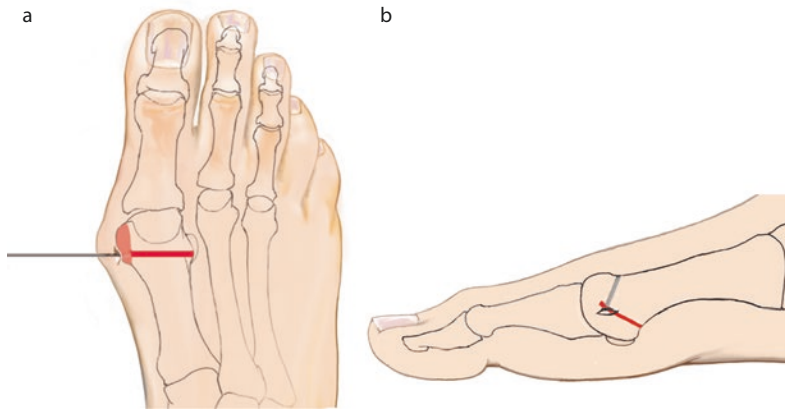
Weichteile des Metatarsalköpfchens nach proximal abgeschoben, um eine Verschiebung nach Chevron-Osteotomie ohne Probleme nach lateral durchführen zu können. Es folgt eine Stichinzision von medialeseitig im Zentrum des Metatarsalköpfchens. Diese sollte unter Röntgenkontrolle durchgeführt werden, damit sie parallel zur Gelenkebene verläuft. Bei Verkürzungen kann sie leicht absteigend durchgeführt werden. Bei verlängernden Osteotomien werden kann der Kirschner-Draht leicht ansteigend durchgeführt werden.

Es wird als erstes die Kapsel durchtrennt und mit der Raspel die Pseudoexostose von Weichteilen befreit. Dann Eingehen mit der nicht konischen Fräse. Resektion der

Pseudoexostose unter leichten aufsteigenden oder absteigenden Bewegungen im Bereich der Wand, leicht zum Gelenk hin, mit wechselnden Instrumentationen einmal von distal nach proximal, einmal von proximal nach distal. Regelmäßige Kontrollen mit dem Bildwandler. Die ausreichende Resektion wird mit dem Bildverstärker dokumentiert. Dann Eingehen im Zentrum des Metatarsalköpfchens mit einem Kirschner-Draht.

Es werden nun nach dorsal und nach plantar mit der kleinen Raspel die Weichteile entfernt, um v. a. die Beuge- und Strecksehnen etwas abzusetzen. Ein kleiner Hohmann-Spezialhaken kann dorsal eingesetzt werden. Es werden dann vom Kirschner-Draht aus mit einer konischen Fräse von medial nach lateral erst die obere dorsale Osteotomie (normale Sägetechnik) und dann die plantare Osteotomie durchgeführt. Mit einem feinen Meißel kann nun unter Bildwandlerkontrolle überprüft werden, ob die Osteotomie komplett erfolgt ist. Um eine leichte Varisation des Köpfchens zu haben, kann im medialen Anteil etwas mehr Knochen entfernt werden.

Meist ist die Verschiebung bei Chevron-Technik nicht einfach. Zunächst wird an der Großzehe gezogen, um eine Distraction zu erzeugen. Dann kann mit einem feinen Meißel nach lateral die Osteotomie noch mal überprüft werden. Hier können kleine knöcherne Haken entstanden sein, die mit einem Meißel oder einer konischen Fräse entfernt werden müssen. Besonders bei der einfachen Chevron-Osteotomie kommt es auch im dorsalen Anteil nach lateral hin oft zum Verhaken, v. a. wenn man die Osteotomie leicht nach lateral proximalisiert, sodass hier nochmals nachreseziert werden muss. Weichteilimpingements, welche die Lateralisation verhindern, werden ausgiebig mit der Feile vom intermetatarsalen Zugang bereinigt.



■ **Abb. 8.46a,b** Schematische Zeichnung der Osteotomie und der Exostosenabtragung

Meiner Erfahrung nach kann durch Ziehen an der Zehe mit einer kleinen Backhaus-Klemme oder durch Druck des Daumens am MT-Köpfchen der proximale Anteil lateralisiert werden. Ist eine ausreichende Lateralisation erreicht, wird diese mit einem 1,8er-Kirschner-Draht etwa in Mitte des Schafts in der Sagittalebene stabilisiert. Nochmals Röntgenkontrolle. Auf eine Dorsalkippung des Köpfchens ist zu achten. Über eine Stichinzision wird dann perkutan der Führungsdraht (1,0 mm) für die Doppelgewindeschraube eingebracht. Nach Überbohren wird die Schraube fest von dorsal nach plantar fixiert, ohne dass Interferenzen mit dem Spickdraht auftreten. Nun Entfernung des Spickdrahts und Entfernung des medialen Überstands mit der Fräse. Die Prinzipien der Verschiebung sind dieselben wie bei der offenen Chevron-Osteotomie, also Überdachung des lateralen Sesambeins.

#### ■ Nachbehandlung

Verbandstechnik entsprechend den Vorgaben von Mariano Di Prado ([www.minimallyinvasivefootsurgery.com](http://www.minimallyinvasivefootsurgery.com)). Gips für eine Nacht oder Vorfußentlastungsschuh. Halluxschiene zur Korrekturstabilisierung (■ **Abb. 8.47**). Die Patienten können sofort voll belasten. Übliche Schmerzbehandlung.



■ **Abb. 8.47** Nachbehandlung nach Hallux-OP mit der dynamischen Halluxschiene zur Korrekturstabilisierung

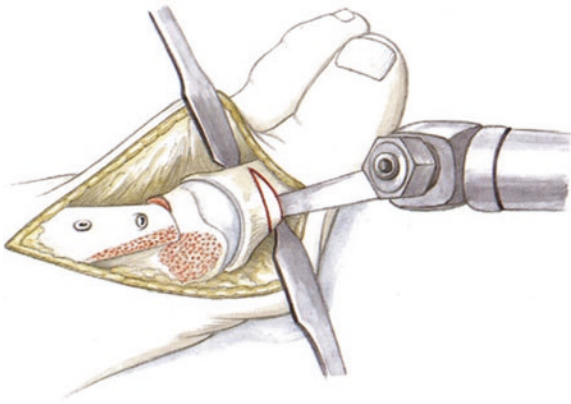
Fixieren mit dem Spickdraht von proximal nach distal und wieder mit dem Führungsdraht für die Doppelgewindeschraube von distal nach proximal. Bei ausreichender Korrektur Fixieren mit der Schraube. Falls die Operation nicht im Fußblock erfolgt ist, sollte jetzt eine Lokalanästhesie angeschlossen werden, um postoperativ Schmerzfremheit zu gewährleisten.

### 8.8.2 Akins-Osteotomie

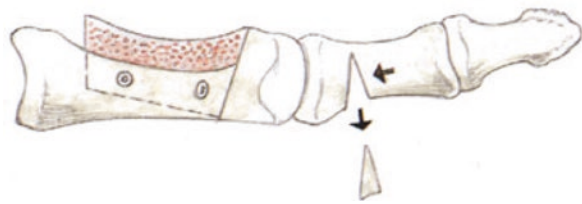
Die Indikation zur Akins-Osteotomie sollte großzügig gestellt werden. Wichtig erscheint mir, neben dem DMAA, die Aufhebung der Zehenpronation bei der Hallux-valgus-Fehlstellung. Sollte noch eine relevante Lateralisation der Großzehe vorhanden sein, meistens durch Valgisation im Intermetatarsalgelenk, wird eine distale Akins-Osteotomie durchgeführt. Dazu Stichinzision im zweiten bis distalen Drittel, wedgeförmige Resektion mit der Fräse, danach Reposition in die Korrekturstellung.

#### ■ Indikation

Die Akins-Osteotomie ist eine zusätzliche Korrektur bei Vorfußosteotomien. Die Indikationen sind nicht eindeutig festgelegt. Zwei Aspekte stehen im Vordergrund: Zum einen das „Realignement“ der langen Flexor- und Extensorsehnen in eine zentrale Position, zum anderen die Korrektur bei Inkongruenzen im Interphalangealgelenk, die nicht aus einer Fehlstellung des Köpfchens resultiert. Klinisch am einfachsten ist die Regel, dass bei optimaler metatarsaler Osteotomie immer noch eine laterale Deviation vorliegt



■ **Abb. 8.48** Offene Technik: Nach Präparation und Einsetzen von 2 Hohmann-Hebeln wird ein 2–3 mm großer Keil mit medialisierter Basis entfernt. Die laterale Kortikalis bleibt stehen



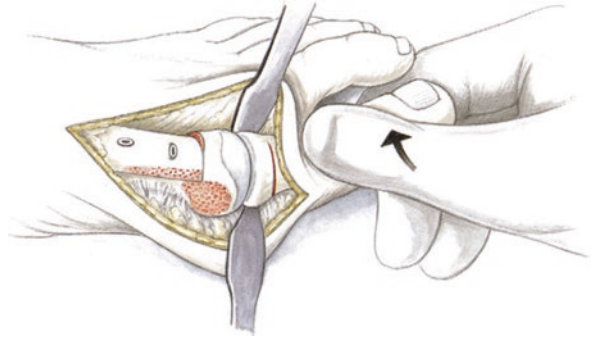
■ **Abb. 8.49** Für den Patienten ist es psychologisch wichtig, dass die Großzehe nach der Operation vollständig gerade ist. Dies gilt als klinischer Anhalt für die Resektion des Wedges bei der Akins-Osteotomie. Nach Präparation und Einsetzen von 2 Homann-Hebeln wird ein etwa 2–3 mm großer Keil mit medialisierter Basis entfernt. Lateral wird die Osteotomie bis zum Kortex durchgeführt

und man bei einem kongruenten Gelenk eine Akins-Osteotomie durchführen sollte. Die laterale Deviation kann teilweise auch durch Lateraldeviation im Interphalangealgelenk entstehen. Die Akins-Osteotomie, ohne Verkürzung durchgeführt, auch bei einer längeren medialen Kortikalis im Vergleich zur lateralen Kortikalis, ergibt eine kosmetisch sehr schöne Korrektur. Bei starker Fehlstellung im Interphalangealgelenk ist natürlich auch an eine distale Akins-Osteotomie zu denken.

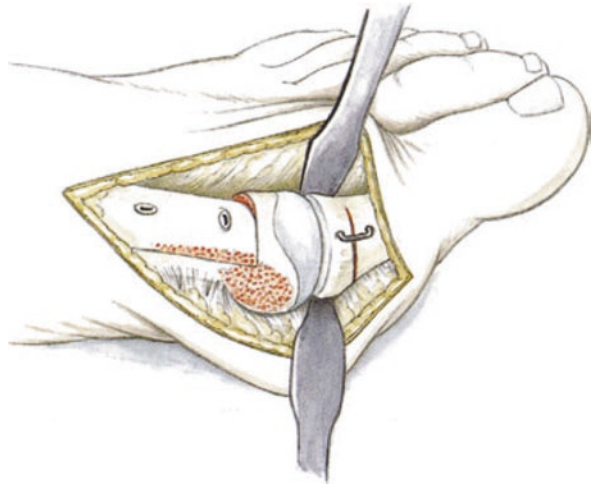
Die minimal-invasive Technik wird über eine 3–5 mm lange Stichinzision mit einer konischen Fräse ein medial offener Keil herausgefräst und medial zur Korrektur zugeklappt. Das Ausmaß der Resektion wird mit dem C-Bogen kontrolliert. Fixierung mit Doppelgewindeschraube oder Spickdraht perkutan.

#### ■ Technik

■ **Abb. 8.48**, ■ **Abb. 8.49**, ■ **Abb. 8.50** und ■ **Abb. 8.51**



■ **Abb. 8.50** Korrektur der Rotationsfehlstellung durch Supination und Schließen des Open-Wedges, hierbei sollte die laterale Wand stabil bleiben



■ **Abb. 8.51** Bei Stabilität der lateralen Wand kann die Osteotomie mit einem kleinen Titanstaple (K-Draht) medialisitig fixiert werden. Bei einer kompletten Osteotomie wird medial entweder ein Kirschner-Draht von proximal nach lateral-distal eingebracht oder ein stabilerer Memory Staple wird angewendet

#### ■ Nachbehandlung

Bandagetechnik nach Di Prado mit Varisation und deutlicher Stabilisierung der Großzehe und der Kleinzehen. Verbandswechsel nach 2 Tagen. Dann Anlegen einer Halluxsan-Schiene. Diese sollte täglich für mehrere Stunden über 3 Monate getragen werden. Die ersten 4 Wochen sollte sie auch im Vorfußentlastungsschuh täglich getragen werden. Sie kann, muss aber nicht, über Nacht angelegt werden. Im Vorfußentlastungsschuh kann volle Belastung erfolgen. Zusätzlich entsprechendes krankengymnastisches Übungsprogramm, v. a. Durchführung der Plantarflexion, da in der Regel beim Physiotherapeuten die Dorsalflexion geübt wird und es dann zu einem Schrumpfen der dorsalen Kapsel kommt, was zu einer Kompression des Gelenks in Plantarflexion führen kann.

### 8.8.3 Modifizierte Chevron-Osteotomie

Diese Technik ist eine Modifikation der Scarf- und der Chevron-Osteotomie. Um eine Translation zu ermöglichen, die bei einer klassischen Chevron-Osteotomie nicht machbar ist, wird der plantare Sägeschnitt lang durchgeführt (ca. 2 cm), sodass neben einer lateralen Translation auch eine Rotation möglich ist. Dies ist besonders wichtig bei inkongruenten Gelenken, um die Gelenkachse wieder einzustellen. Auch ist diese Technik nicht so komplikationsträchtig wie eine Scarf-Osteotomie mit „trephining“ (Ineinanderensinken der Diaphyse nach Osteotomie). Zusätzlich zur Translation kann mit der Rotation ein größerer intermetatarsaler Winkel anatomisch rekonstruiert werden.

#### ■ Indikation

Eigentlich kann jede Hallux-valgus-Deformität mit Lateralisation der Sesambeine in der modifizierten Chevron-Technik operiert werden. Die Rotationskomponente wird dann individuell den Bedürfnissen der anatomischen Rekonstruktion oder Korrektur angepasst. Aufgrund der langen plantaren Resektionsfläche ist eine große Kontaktfläche zur knöchernen Heilung gegeben, sodass eine Pseudarthrose bei korrekter Fixation nicht möglich ist.

#### ■ Kontraindikation

Instabiler erster Strahl (hier sollte eine Lapidus-Arthrodesis erfolgen).

#### ■ Operatives Setup

Übliches normales chirurgisches Instrumentarium, je nach persönlicher Präferenz kanülierte Herbert-Schraube oder Spickdraht, der transkutan fixiert wird. Für die kanülierten Herbert-Schrauben findet jedes Fußinstrumentarium entsprechende Anwendung. Des Weiteren sind in einem Fußinstrumentarium die üblichen Repositionszangen komplett vorhanden.

#### ■ Lagerung

Normale Lagerung, Absenken des gesunden Fußes. Operation von der Gegenseite. Blutsperrung mit 300 mmHg, vorher Auswickeln mit Esmarch-Binde zur Herstellung einer Blutleere.

#### ■ Technik

Hautschnitt medialeseitig. Präparation und Darstellen des Gelenks. Einführen eines Spickdrahts (1,6 mm) ins Zentrum des Metatarsalköpfchens. Zur Verlängerung des Metatarsale wird dieser Spickdraht in der Transversalebene in einer leichten Inklinatation gebohrt, bei Verkürzung eher in Reklination. Es wird nun der Schrägschnitt dorsalseitig durchgeführt. Hierbei sollte ein Winkel von ca. 45° eingehalten werden. Danach vorsichtige Präparation plantarseitig und

leichtes Ablösen, ohne die einstrahlenden medialen Gefäße zu gefährden. Darstellen des Übergangs zur Diaphyse. Es wird nun ein etwa 2 cm langer Schnitt mit der Säge durchgeführt. Hierbei ist besonders das Sägen durch den flachen Schnitt und damit durch die Kortikalis teilweise etwas mühselig. Dabei kann das Sägeblatt stärker plantarflektiert werden, um höheren Druck auf die Kortikalis auszuüben. Wichtig ist die laterale Mobilisation, um eine Translation zu erreichen. Teilweise muss im medialen Anteil mit einem kleinen Meißel die Kortikalis gebrochen werden. Dies sollte vorsichtig geschehen, um keine Fraktur des Köpfchens zu riskieren. Danach Translation und Rotation, bis das laterale Sesambein überdacht ist. Provisorische Fixation mit 1,6-mm-Spickdraht oder auch final.

Es wird von dorsomedial bis nach plantar-lateral in das Köpfchen eingegangen. Für die Endlage des Kirschner-Drahts wird die Haut nach dorsal hochgezogen, um somit durch die Haut und den Knochen die Fixation durchzuführen. Leichte Spannungen im Bereich der Haut werden mit dem 11er-Skalpell entlastet. Kontrolle der Lage des Spickdrahts (zum Ausschluss einer intraartikulären Perforation), indem das Gelenk dargestellt wird. Kontrolle einer anatomischen Korrektur mit dorsoplantarer C-Bogen-Aufnahme in 2 Ebenen. Danach Entfernen des Überstands medialeseitig. Es kann jetzt auch eine kanülierte Doppelgewindeschraube über einen Führungsdraht eingebracht und der Spickdraht dann entfernt werden.

Zusätzliches Abschleifen mit der feinen Säge, um die mediale Kante etwas zu runden. Bei Bedarf dann Durchführen der Akins-Osteotomie. Schichtweiser Wundverschluss. Die Kapselraffung alleine sollte nicht zu einer Korrektur der Sesambeine führen. Ist durch Translation keine knöchernen Korrektur erreicht, wird es trotz der Raffung immer wieder zu einem Rezidiv kommen. Daher sollte das mediale Sesambein nach der Korrektur an der medialen Metatarsalwand anliegen, sodass hier nur eine Kapselnaht erfolgt, die das mediale Sesambein im Bereich des medialen Metatarsalköpfchens fixiert. Naht in Neutralstellung des MTP-Gelenks, um das Bewegungsausmaß in Plantarflexion und Dorsalextension nicht einzuschränken. Hautverschluss, je nach Blutstillung kann auch eine Redon-Drainage (8 Ch) eingelegt werden. Steriler Verband. Gipsschiene (wichtig zur Schmerzbekämpfung), v. a. auch als Nachtschiene für die ersten 3 Tage.

#### ■ Nachbehandlung

##### ■ ■ Verbandstechnik beim Hallux valgus

Hierbei sollte die Möglichkeit genutzt werden, mit der Verbandstechnik eine leichte Weichteilreposition in Richtung Varisierung durchzuführen. Es werden daher einzelne Kompressen ausgezogen und durch den interdigitalen Raum 1 nach medial gezogen. Entsprechend werden zwischen den

Kleinzehen interdigital Kompressen nach lateral gespannt. Nun wird mit einer 5-mm-Mullbinde die leichte Medialisierung oder Neutralstellung optimal im Sinne eines Kompressionsverbands fixiert. Abschließend kann zusätzlich ein 5-mm-Pflaster zur Stabilisierung angebracht werden. Dieser Verband verbleibt für 2–3 Tage. Sämtliche Verbandswechsel werden im Weiteren genauso durchgeführt. Nach Stabilisierung der Wunde wird für mehrere Stunden am Tag eine Halluxsan-Schiene (7–10 Tage), die mit einer Spannfeder dynamisch die Medialisierung halten kann, angelegt. Bei guter Toleranz kann die Schiene für 3–6 Wochen auch nachts getragen werden.

### ■ ■ Belastung und Beübung

Vorfußentlastungsschuh flach, um eine gewisse Belastung zu ermöglichen (im Gegensatz zum Plateauschuh). Bewegungsübungen am zweiten postoperativen Tag unter Fixierung der Osteotomien (Akins-, modifizierte Chevron-Osteotomie), geführte Bewegung durch Krankengymnasten. Sofortige Vollbelastung im Vorfußentlastungsschuh für 4 Wochen. Selbstständige Beübung. Entfernung des Kirschner-Drahts bei Verschraubung, dann Umstellung auf normal weiten Schuh oder Sandale. Intensivere Bewegungsübungen und Aquajogging nach 4–5 Wochen. Besonderer Wert ist nach Chevron- und Halluxoperation auf die Plantarflexion zu legen, da durch Kapselschrumpfung häufig Probleme bis hin zur Arthrofibrose entstehen. Die Patienten sollen selbstständig auch Plantarflexion üben, da diese häufig in der Frühphase durch die Spannung des dorsalen Weichteiltraumas schmerzhafter ist als die Dorsalextension.

Gedämpftes weites Schuhwerk. Belastungsaufbau mit Fahrradfahren, Aquajogging, Impaktsportarten, d. h. Jogging, ab 3 Monate postoperativ, entsprechend der Weichteilsituation. Der Patient sollte aufgeklärt werden, dass die Schwellung über ein halbes Jahr andauern kann, sodass modische Schuhe oft nicht getragen werden können. Ebenfalls sollte er wissen, dass es bis zum Erreichen eines vollständigen Endergebnisses („Ich weiß gar nicht mehr, dass ich operiert bin“) mit Ausdauerleistung bis zu ein Jahr dauern kann.

# Endoprothetik des oberen Sprunggelenks

- 9.1      Allgemeine Bemerkungen – 118**
- 9.2      Techniken – 119**
  - 9.2.1      Zugang – 119
  - 9.2.2      Osteophytenresektion – 119
  - 9.2.3      Weichteilbalancing – 119
  - 9.2.4      Weichteilbalancing bei Prothesenimplantation – 119
  - 9.2.5      Prothesenimplantation – 120
  - 9.2.6      Weiteres Vorgehen – 120
- 9.3      OSG-Prothese und Transfer der Tibialis-posterior-Sehne – 120**

## 9.1 Allgemeine Bemerkungen

Für die Endoprothetik des OSG ist eine Vielzahl von Endoprothesen im Angebot, wobei sich aus meiner Sicht 6 Prothesen mittelfristig durchsetzen werden. Zweikomponentenprothesen haben in Europa keine Bedeutung. Die Dreikomponentenprothesen zeigen 2 verschiedene Typen: ein Onlay und ein „Talar-cap-Typ“, wobei sich die tibialen und talaren Fixierungen im Ausmaß unterscheiden. Das Hauptproblem heutzutage ist das Auftreten von periprotetischen Zysten. Aus meiner Sicht haben wir ein primär instabiles (Mini-)Interface, das zunehmend zur Knochenresorption führt. Diese findet sich seltener bei den „Kappenprothesen“, sodass ich mittlerweile zu meinen Anfängen der STAR-Prothese zurückgekehrt bin. Ausschlaggebend war jedoch auch eine signifikante Verbesserung der Implantationsinstrumente. Bei regelrechter Anwendung der Richtlinien ist für den Erfahrenen eine optimale Implantation möglich.

Ziel dieses Kapitels ist nicht, trotz Erfahrung mit allen gängigen Prothesen die einzelnen Operationstechniken im Detail aufzulisten und ihre Stärken und Schwächen zu analysieren. Vielmehr sollen Prinzipien und technische Probleme sowie eigene Tipps und Tricks, aber auch diejenigen anderer erfahrener OSG-Endoprothetiker, dargestellt werden.

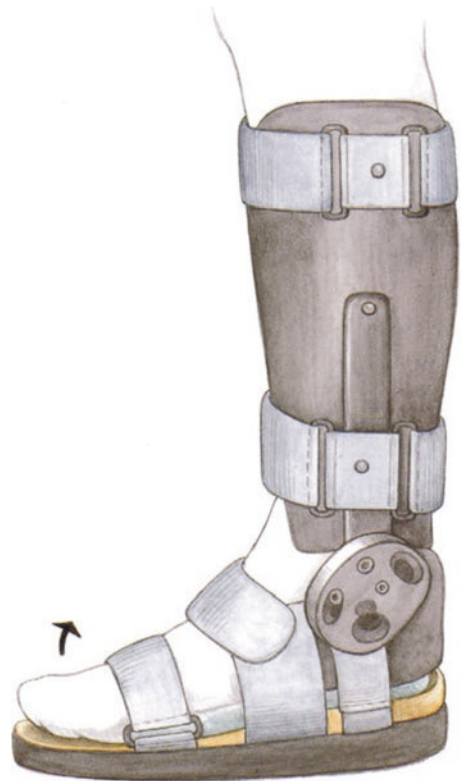
### ■ Lagerung

Der Patient wird in Rücklage mit einem leichten Polster unter dem Gesäß sowie einer medialen und einer lateralen Stütze gelagert, sodass das Sprunggelenk und die untere Extremität gerade aufliegen und der Tisch jeweils in Innen- und Außenrotation geschwenkt werden kann. Das kontralaterale Bein ist abgesenkt. Bei diesem Eingriff ist aus meiner Sicht eine Blutsperrung oder Blutleere angezeigt, besonders für Operateure ohne ausreichende Erfahrung.

### ■ Intraoperatives Management

Zum Zeitpunkt der Implantation der Prothese sollte immer die Blutsperrung eröffnet werden, um im posterioren Anteil eine Blutstillung durchzuführen und ggf. bei verstärkter Blutung diese genauer zu evaluieren. Es empfiehlt sich nach der Blutstillung eine Tamponade mit Hämostyptikum, um die diffuse Blutung aus dem posterioren Anteil zu reduzieren. Massive Hämatombildungen können zu erheblichen Weichteilkomplikationen mit Hautnekrosen führen, daher ist eine funktionierende intraartikuläre Redon-Drainage entscheidend. Für die Implantation imprägniere ich sowohl die Knochenflächen als auch die Prothesenrückflächen mit Knochenmarksaspiration (mit der Yamshidi-Nadel vom Beckenkamm). Besonders beim tibialen Interface sind keine radioluzenten Säume mehr zu sehen.

Eine Bildwandlerkontrolle zur Ausrichtung der Achse und der Schnittebenen mit transparenten Röntgensablonen halte ich auch für den Erfahrenen für eine Conditio



■ **Abb. 9.1** CDS-Schiene. Diese wird in 3 Grundstellungen (0°, 15°, 30° Dorsalextension) eingestellt, zusätzlich eine Federspannkraft in 15 verschiedenen Stufen. In der postoperativen Behandlung sollte immer ein leichter Druck in die Dorsalextension erfolgen, um somit zum einen die ventralen Hautverhältnisse zu entspannen, zum anderen den meist verkürzten Gastrocnemius-Soleus-Achillessehnen-Komplex zu dehnen

sine qua non. Perioperativ sollte eine Antibiotikaprophylaxe durchgeführt werden, ferner niedermolekulare Heparinjektionen bei Narkoseeinleitung. Zur Thromboseprophylaxe hat sich aus eigener Erfahrung Arixtra bewährt, das erst 6–8 h nach der Operation appliziert wird und somit eine postoperative Blutungsneigung reduziert.

### ■ Nachbehandlung

Gips in Rechtwinkelstellung, um eine Entspannung der Haut zu ermöglichen. Im weiteren Verlauf Anlegen einer CDS-Orthese (Quengelschiene, ■ Abb. 9.1), um die Dorsalextension (schmerzbedingt) zu verbessern und um bei posteriorem Release und Achillessehnenverlängerung so früh wie möglich die verbesserte Dorsalextension zu konditionieren. Bewegungsübungen bei Elevation im Bett für 2 Tage, danach bei guten Wundverhältnissen Gangschulung mit Teilbelastung von 15 kg, der Schwerpunkt liegt jedoch mehr auf den Bewegungsübungen im OSG. Bei deutlicher Schwellung sollte nur in der Dorsalflexion geübt und auf eine spannungserhöhende Plantarflexion verzichtet werden.

Bei stabilisierten Weichteilverhältnissen und Abschwellen im Bereich des Fußes und des Sprunggelenks werden beide Bewegungsebenen zunehmend belastet. Falls sich eine Korumnekrose im Nahtbereich andeutet, sollten Wachstumsfaktoren (ACP) subkutan eingespritzt und das OSG bis zur Stabilisierung der Weichteile immobilisiert werden.

Lymphdrainage, Teilbelastung für 6 Wochen, die CDS-Orthese sollte täglich getragen werden, wenn möglich auch jede Nacht, da bei entspannter Muskulatur (im Schlaf) der Dehnungserfolg am größten ist. Kontinuierliches Nachspannen der Feder und Einstellung der CDS-Orthese, sodass immer ein leichtes Spannungsgefühl besteht. Postoperativ Kryotherapie in der Frühphase. Nach vollständiger Abheilung der Weichteilverhältnisse kann in der 3. und 4. Woche Aquajogging in hohem Wasser durchgeführt werden.

## 9.2 Techniken

### 9.2.1 Zugang

Z-förmige Spaltung des Extensorretinakulums (■ Abb. 9.2) und Ablösen der Weichteile zur Darstellung der Kapsel nach medial und lateral (■ Abb. 9.3).

### 9.2.2 Osteophytenresektion

Ausgiebige Resektion der Osteophyten im Bereich der Talus- und Tibialippe, um dann die Resektionshöhe zu erkennen. Dies ist für alle Teilkomponentenprothesen der wichtige erste Schritt (■ Abb. 9.4, ■ Abb. 9.5).

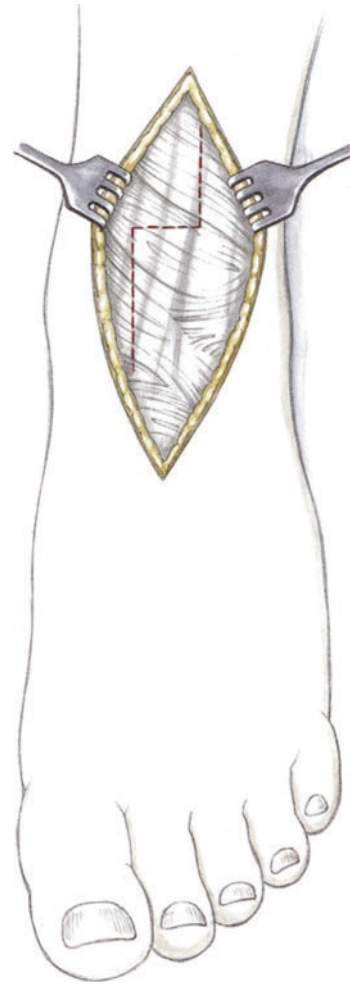
### 9.2.3 Weichteilbalancing

Das Weichteilbalancing zeigt ■ Abb. 9.6.

#### 9.2.4 Weichteilbalancing bei Prothesenimplantation

Sollte sich bei den Patienten mit einer Dreikomponentenprothese intraoperativ oder als Endergebnis ein geringeres Ausmaß an Beweglichkeit einstellen, sind folgende Überlegungen anzustellen:

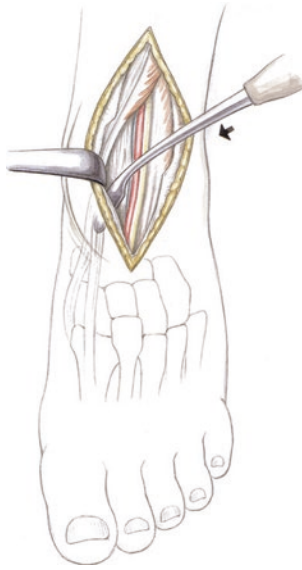
- Geringe Dorsalflexion:
  - Wurde eine ausreichende posteriore Arthrolyse mit Kapsulotomie durchgeführt? Muss eine Achillessehnenverlängerung bei vorbestehender Equinusfehlstellung des Fußes erfolgen?
  - Wurde eine zu geringe Knochenresektion (meist tibial) durchgeführt und besteht dadurch zu



■ **Abb. 9.2** Z-förmige Spaltung des Extensorretinakulums, da es durch die Schwellung nach der Operation bei einer geraden Durchtrennung teilweise nicht zu verschließen ist. Für eine komplikationslose Wundheilung ist jedoch die Wiederherstellung des Retinakulums unabdingbar, da sonst die Extensorsehnen zu einer mechanischen Irritation mit Hautnekrosen führen

hohe Spannung im Bereich der Prothese? Ist der Polyäthylengleitkern zu groß und besteht dadurch zu hohe Spannung im Sprunggelenk? Wurde ein anteriorer Slope eingebaut? Liegt die talare Komponente zu weit anterior?

- Zu geringe Plantarflexion (bei ausreichender Dorsalextension):
  - Erfolgte eine zu geringe posteriore talare Resektion? Wurde die Prothese zu weit posterior verlagert?
  - Besteht ein zu starker posteriorer Release der Achillessehne und der Kapsel? Wurde zur Stabilisierung ein größerer Gleitkern eingebracht (Entstehung einer Dysbalance in der Plantarflexion)?



**Abb. 9.3** Ablösen der Weichteile zur Darstellung der Kapsel nach medial und lateral. Es sollte immer die Gelenkkapsel erhalten bleiben und nicht reseziert werden. Durch die Resektionen im posterioren Gelenkbereich kommt es immer zu Blutungen. Durch einen Verschluss der Gelenkkapsel sowie durch eine liegende Redon-Drainage wird eine massive Hämatombildung verhindert, die sonst zu erheblichen ventralen Weichteilschwellungen mit Spannungsblasen und Hautnekrosen führt

### 9.2.5 Prothesenimplantation

Stark skerosierter Knochen führt zum Aufwärtsgleiten des Sägeblatts und damit zur Inkongruenz des Interfaces Prothese/Knochen. Hier sollte minutiös mit einer Feile

nachgearbeitet werden. Es ist meiner Meinung nach ein Mythos, dass der Knochen dann in die Prothesenrückfläche einwächst. „Miniinkongruenzen“ führen zu „Miniinstabilitäten“ mit verminderter „Dämpfung“ und erhöhtem Impact im Knochen-Prothesen-Interface. Der Knochen verändert sich umschrieben in eine „katabole“ Grundeinstellung, und es kommt zur Bildung einer Zyste, die eine lokale Instabilität darstellen. Diese sollte mit einem Komponentenwechsel behandelt werden, bevor der Knochenverlust so groß ist, dass nur noch eine Arthrodeese möglich ist.

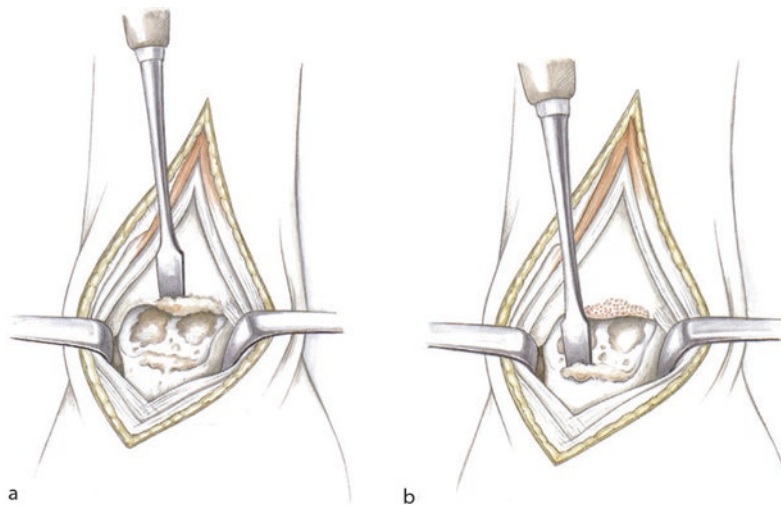
Meiner Erfahrung nach verbessert sich das Knochen-Prothesen-Interface durch „Imprägnierung“ sowohl der Prothesenrückfläche als auch der Knochenresektionsfläche mit Knochenmark (Beckenkamm, Jamshidinadel). Nach einer „Koagulationsphase“ von einigen Minuten wird die beschichtete Prothese eingeschlagen. Seither habe ich in den 2- bis 3-Jahresergebnissen deutlich weniger Zystenbildungen gesehen.

### 9.2.6 Weiteres Vorgehen

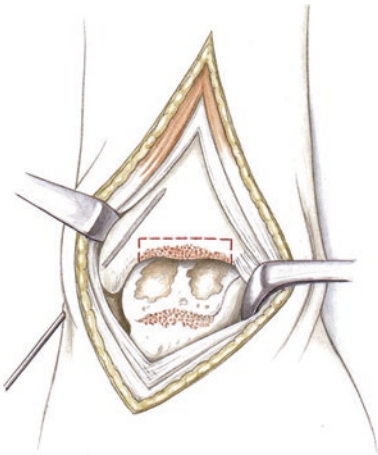
Das weitere Vorgehen ist in [Abb. 9.7](#), [Abb. 9.8](#), [Abb. 9.9](#), [Abb. 9.10](#), [Abb. 9.11](#), [Abb. 9.12](#) und [Abb. 9.13](#) dargestellt.

### 9.3 OSG-Prothese und Transfer der Tibialis-posterior-Sehne

Cavovarus-Deformitäten mit schwersten Rückfußfehlstellungen und Kippung des Talus sowie Dysbalance des Mittel- und Vorfußes durch die Schwäche der



**Abb. 9.4a,b** Die ausgiebige Resektion von Osteophyten im Bereich des Übergangs der talaren Gelenkfläche zum Talushals ist essenziell, da der talare Schnitt bei den meisten Teilkomponentenprothesen in Rechtwinkelstellung erfolgt und bei nicht ausreichender Ausräumung zu gering ausfällt



■ **Abb. 9.5** Zur Sicherung des Malleolus medialis wird, bevor der distale Tibiaschnitt durchgeführt wird, ein 1,8-mm-Kirschner-Draht zur temporären Fixierung perkutan eingebracht. Gerade bei der Resektion in den posterioren medialen Anteilen kann auch bei den gängigen Schneidelehren eine iatrogene Fraktur des Innenknöchels entstehen

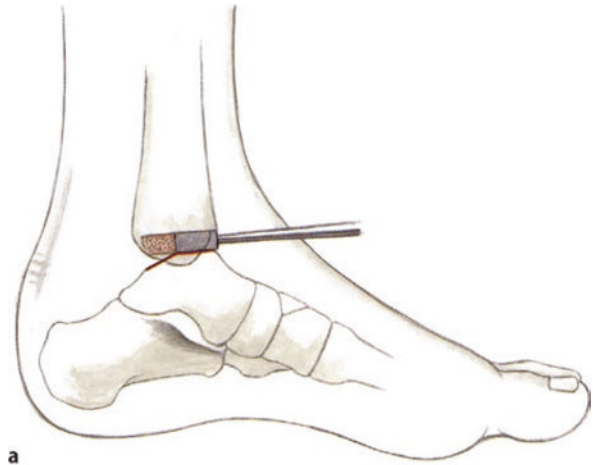
Tibialis-anterior-Sehne und der peronealen Gruppe sind mit einer Prothetikversorgung überhaupt nicht zu balancieren. Mein heutiger Algorithmus sieht nach einigen Niederlagen ein komplexes Vorgehen vor: zunächst die Korrektur der Fehlstellung und erst dann die Implantation der Prothese mit Balancierung der Dysbalancen des Mittel- und Vorfußes. Im ersten Schritt sollte immer eine supramalleoläre Osteotomie mit einer lateralisierenden Kalkaneusosteotomie erfolgen. Der zweite Schritt ist dann die Implantation der Prothese, falls es durch die Umstellungsosteotomie nicht zu einer Beschwerdefreiheit gekommen ist. Hierbei wird die Prothesenimplantation in der typischen Weise wie oben beschrieben vorbereitet. Je nach Implantat sollte dann ein ganzer Tibialis-posterior-Span nach ventral transplantiert werden, da die mediale Spannung im Längsgewölbe ohnehin schon sehr hoch ist und eine Verkürzung oder Überaktivität der Tibialis-posterior-Sehne besteht. Ein einseitiger lateraler Zügel kann im Vergleich zu einem lateralen und medialen Zügel nicht so stabil sein, deshalb kommt ein gesplitteter medialer und lateraler Zügel zur Anwendung.

#### ■ Indikation

Dysbalancierte Cavovarus-Deformität, dysbalancierte Deformität mit Supinationsstellung des Mittelfußes, Dysbalancen und Fehlstellungen des Mittelfußes in Supinationsstellung.

#### ■ Kontraindikation

Nicht korrigierbare, fixierte Fehlstellungen, die durch eine Weichteilprozedur nicht korrigiert werden können. Neuro-pathische Füße und allgemeine Kontraindikationen.



a

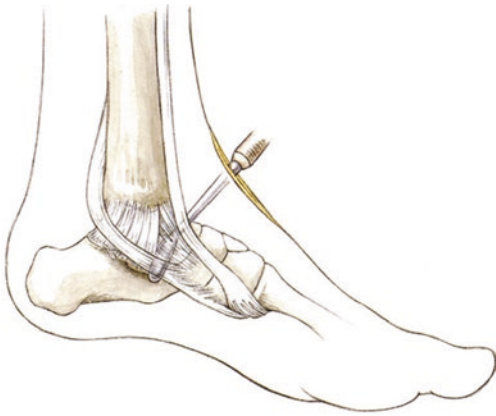


b

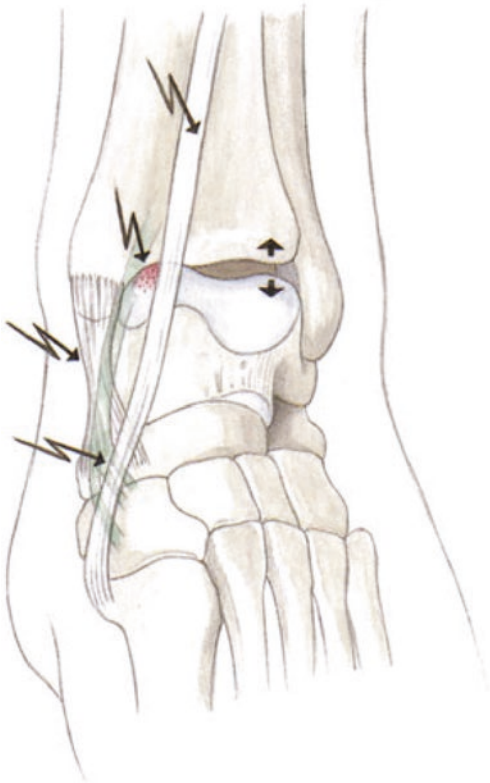
■ **Abb. 9.6a,b** Weichteil-Balancing des Dorsalextensionsspalts. Der Talus wird bei allen Dreikompartimentensystemen mit einer Dorsalextensionsresektionsfläche und einer Planatarflexionsresektionsfläche präpariert, sodass die Spannung in der jeweiligen Stellung mit einem Spacer gemessen werden kann. **a** Messung des Dorsalextensionsspalts mit einem Spacer, **b** Messung des Plantarflexionsspalts mit einem Spacer

#### ■ Operatives Setup

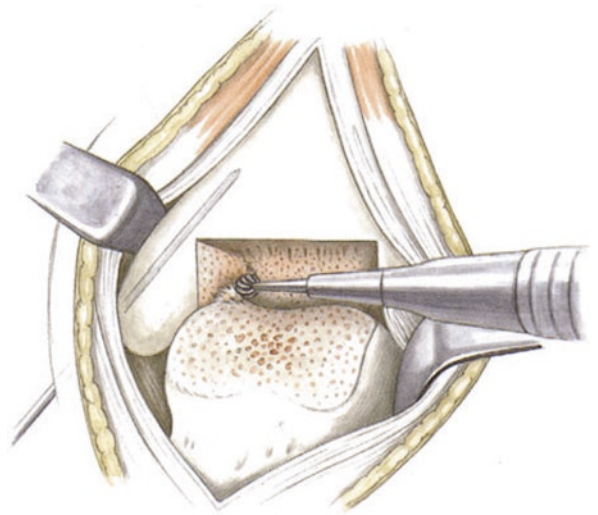
Übliches Setup für OSG-Prothesen. Sehnenstripper für die Tibialis-posterior-Sehne. Stabile Overhold-Klemmen zum Durchzug im Bereich der Syndesmose. Fadenanker, Cork Screw (5,0) zur Fixierung lateral im Bereich des Os cuneiforme und des Kuboids sowie medial im Bereich der Tibialis-anterior-Sehne. Diese kann aber auch bei großer Stabilität in Pulvertaft-Technik zusammengezogen werden. Bildwandlerkontrolle.



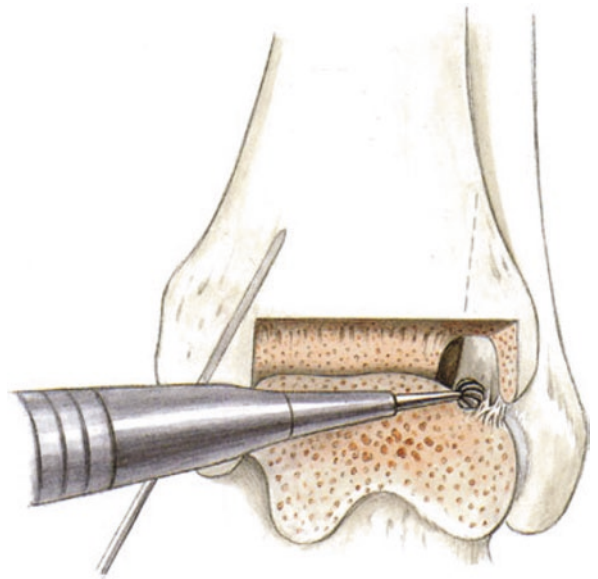
■ **Abb. 9.7** Rückfußvarus und Kontraktur der medialen Fußsäule, sichtbar durch die vermehrte laterale Aufklappbarkeit und die Spannung in der medialen Fußsäule. Es wird ein Release im Bereich des Lig. deltoideus der Sehnen der Mm. tibialis anterior und posterior durchgeführt



■ **Abb. 9.8** Ablösen und Weichteilrelease der medialen Strukturen: Lig. deltoideum (anterior und posterior Anteil), Sehne der Mm. tibialis anterior und posterior. Es werden mit dem kleinen Raspatorium oder Hohlmeißel im Bereich des Lig. deltoideum subperiostal die anterioren und/oder die posterioren Schrägbindel abgelöst. Längsspalten und Öffnen der Kapsel des talonavikulären Gelenks. Subperiostales Ablösen der navikulären Ansätze der Mm. tibialis anterior und posterior, sodass eine deutliche Spannungsreduktion im Bereich der medialen Fußsäule entsteht. Subperiostales Ablösen der navikulären Ansätze des Lig. naviculocalcaneare superior (Spring-Ligament)



■ **Abb. 9.9** Bei der horizontalen Osteotomie für den Innenknöchel kommt es aufgrund des Sägevorgangs in der Sagittalebene häufig zu verbleibenden kleineren osteophytären Ausziehungen posteromedial. Hierbei sollte das Protheselager aufgrund der Sprengwirkung nicht mit einem Meißel, sondern mit einer kleinen Kugelfräse so korrigiert werden, dass die tibialen und v. a. die talaren Komponenten der Prothesen spannungsfrei eingebracht werden können. Bei Varus- oder Valgusfehlstellung des Talus muss sowohl an der distalen Tibia als auch an der medialen/lateralen Talusschulter so viel reseziert werden, bis eine anatomische Reposition gelingt. Kleine versehentliche Osteotomien in den Malleolus medialis können zur Zystenbildung führen, daher sollten sie mit Spongiosa verschlossen werden



■ **Abb. 9.10** Osteophytäre Ausziehungen finden sich meistens im posterioren Bereich der Syndesmose, posterior teilweise zur Fibula übergreifend. Da die Fibula relativ zur Talusschulter auswärts gedreht ist, ist ein echtes Abmeißeln der posterioren Anteile gefährlich, da es zu einer Fibulafrakturierung kommen kann. Ferner müssen posteriore Ausziehungen im Talusbereich entfernt werden



■ **Abb. 9.11** Perkutane Achillessehnenentotomie medialseitig, beginnend etwa 2 cm oberhalb der kalkanearen Inzision. Nach Stichinzision wird etwa die Hälfte des Sehnenstücks mit einem 11er-Scalpell durchtrennt, in einem Abstand von 4–5 cm zweite Inzision, die Gegeninzision auf der lateralen Seite mittig zwischen beiden medialen Inzisionen. Dies ist nur in besonderen Fällen durchführbar, da sie zu erheblichen Kraftverlusten in der Plantarflexion führen. Goldstandard ist der Gastroc-Slide!



■ **Abb. 9.13** Intratendineale Verlängerung mit v-förmigem Auseinanderweichen im Bereich der Inzisionen. Es sollte intraoperativ bei liegenden Probeimplantaten immer eine Dorsalextension von 10° erreicht werden



■ **Abb. 9.12** Achillessehnenverlängerung im Apeunorosebereich mit vorsichtigem Druck, teilweise durch Anlehnen des Oberkörpers

#### ■ Lagerung

Keilförmige Unterfütterung lateral, mediale Abstützung, um in beiden Ebenen hin- und herschwingen zu können. Abpolsterungen beider Extremitäten zum Schutz der Nerven.

#### ■ Technik

Durchziehen über Stichinzision nach anterior durch die Syndesmose, danach Aufspreizen und Präparation in 2 Zügel. Danach Aufsteppen medialseitig auf die Tibialis-anterior-Sehne, lateralseitig auf das Os cuneiforme III oder das Os cuboideum. Zusätzlich wird zur Verstärkung und als Tenodese der Pronation ein Peroneus-brevis-Transfer transfibulär auf den lateralen Zügel des Sehnentransfers aufgesteppt. Dieser sollte in 0° Stellung und leichter Pronation mit einer Cork Screw fest im Ansatz fixiert werden. Der endgültige Sehnentransfer mit Fixierung erfolgt erst, wenn die Prothese komplett implantiert und der Retinakulumverschluss durchgeführt ist. Danach werden die Zügel fixiert. Zu beachten ist, dass der Zügel der Sehne unterhalb

der Faszie durchgezogen wird. Auch der proximale Hautverschluss sollte vor der Spannung des Sehnentransfers erfolgt sein, da er sonst teilweise nicht möglich ist.

#### ■ Nachbehandlung

2 Wochen Gips, danach CDS-Schiene, da meistens ein Gastroc-Slide erfolgte, welcher ohne Quengellung in Dorsalextension wieder vernarbt. Die Plantarflexion wird durch die CDS-Schiene vermieden. Nach Einheilen des Sehnentransfers nach 6 Wochen sagittale Bewegungsübung mit schmerzabhängiger Vollbelastung. Einspritzen von ACP (PRP) in den Insertionsbereich des Sehnentransfers.

# Nachbehandlungsschemata

Die Nachbehandlung ist in [Tab. 10.1](#), [Tab. 10.2](#), [Tab. 10.3](#), [Tab. 10.4](#), [Tab. 10.5](#), [Tab. 10.6](#), [Tab. 10.7](#), [Tab. 10.8](#), [Tab. 10.9](#) und [Tab. 10.10](#) dargestellt.

Tab. 10.1 Arthroskopie des OSG									
Postoperativer Zeitpunkt	Belastung	Physiotherapeutische Behandlung	Physikalische Behandlung				Bewegungsschiene		Medizinische Trainingstherapie
			Massage	Elektrotherapie	Lymphdrainage	Eis/Wärme	Aktiv	Passiv	
1.–4. Tag		Teilbelastung von 15 kg Aktive und passive Mobilisation in Dorsalextension und Plantarflexion Elevation der Beine		X	X Bei Schwellungszuständen im Bereich des Fußes, 3–bis 5-mal	CryoCuff mehrere Stunden täglich	Bis zur Schmerzgrenze	Bis zur Schmerzgrenze	
Ab dem 4. Tag		Aktive Bewegungen in Dorsalextension und Plantarflexion		X	X Bei Schwellungszuständen im Bereich des Fußes, 3–bis 5-mal				Isometrische Kraftübungen
Ab der 4. Woche	Bei Schmerzfreiheit progressive Steigerung der Vollbelastung (bei Schmerz und Schwellung 30 kg Teilbelastung für weitere 2 Wochen)	Aktive und passive Bewegungsübungen in Inversion und Eversion							Eigenständiges isometrisches Training der gesamten Beinkette Koordinations- und Propriozeptions-training isokinetisches Training medizinische Trainingstherapie

■ Tab. 10.2 Achillessehnenruptur, operativ

Postoperativer Zeitpunkt	Belastung	Physiotherapeutische Behandlung	Physikalische Behandlung				Bewegungsschiene		Medizinische Trainingstherapie
			Massage	Elektrotherapie	Lymphdrainage	Eis/Wärme	Aktiv	Passiv	
Ab dem 1. Tag	Schmerzabhängige Vollbelastung im Spezialschuh (Verminderung des Fersenkeils von 2 auf 1 cm ab dem 3. Tag)	Aktiv assistierte Plantarflexion und vorsichtige Dorsalextension propriozeptive neuromuskuläre Fazilitation manuelle Therapie		X Muskelstimulation in Bauchlage, der Fußrücken liegt auf der Bank, 3- bis 5-mal (Ultraschall 1 MHz)	X Bei Schwellungszuständen im Bereich des Fußes, 3- bis 5-mal	X Tragen des CryoCuff-Systems	X	X	Training benachbarter Muskelgruppen Training der kontralateralen Muskelgruppen (Crossing-Effekt) tägliche isometrische Übungen Radergometer nur mit Spezialschuh (Aufsetzen des Fußes in den ersten Wochen im Mittelfußbereich bei einer hohen Sattelposition)
Ab der 3. Woche	Vollbelastung im Spezialschuh	Beüben des OSG in Extension und Flexion gegen dosierten Widerstand Unterarmgestützen, solange ein normales Gangbild ohne Hinken nicht möglich ist							Kraulschwimmen Aqua jogging
Ab der 8. Woche	Entfernen der Kunststoffschiene bei ganztägigem Tragen des Spezialschuhs Tragen eines Konfektionsschuhs mit normaler Absatz-erhöhung von ca. 1,5 cm bei normalem sonographisch kontrolliertem Heilverlauf	Weiterführen der physiotherapeutischen Behandlung, manuelle Therapie							Koordinations- und Propriozeptionstraining dosiertes Krafttraining Training in der geschlossenen Kette ab ca. 9. Woche: Beginn des sportartspezifischen Trainings ab ca. 12. Woche: nach sonographischer Kontrolle Lauftraining zunächst auf dem Laufband intensivieren, erst später im Gelände ab ca. 5. Monat: Beginn von Sprungbelastungen/Stop-and-Go-Sport

■ Tab. 10.3 Chronische Achillessehnenruptur, minimal-invasive Naht

Postoperativer Zeitpunkt	Belastung	Physiotherapeutische Behandlung	Physikalische Behandlung				Bewegungsschiene		Medizinische Trainingstherapie
			Massage	Elektrotherapie	Lymphdrainage	Eis/Wärme	Aktiv	Passiv	
1.–4. Tag	Variostabil-schuh Vollbelastung mit dem Schuh	Leichte Modifikation des Gangbilds ständiges Tragen des Schuhs	Bein und Rücken	X	Bei Schwellungszuständen im Bereich des Fußes, 3– bis 5-mal	Mehrere Stunden täglich zum Abschwelen	PF 20–40° bei Knieflexion		Stabilisationstraining mit dem Schuh Aktiv PF 20–40° bei Knieflexion
4. Tag bis 6. Woche	Vollbelastung Entfernung der vorderen Lasche			X	Bei Schwellungszuständen im Bereich des Fußes, 3– bis 5-mal	Bei Bedarf	PF 20–40° bei Knieflexion	X	Fahrradergometer mit Fersenkontakt
6.–8. Woche	Ferseneinlagen von 2 cm	Mobilisation DE im OSG bei Knieflexion					Bewegungsumfang 0–0–40°	Keine Dehnübungen für die Wade	Isometrische Übungen der Wadenmuskulatur
8. Woche bis 6. Monat	Ferseneinlage von 1 cm								Propriozeptives Training auf instabiler Unterlage Lauftraining zuerst auf Laufband, dann auf ebenem Gelände
2., 4., und 6. Woche	Injektion von ACP								

■ Tab. 10.4 Achillessehne, konservativ

Postoperativer Zeitpunkt	Belastung	Physiotherapeutische Behandlung	Physikalische Behandlung				Bewegungsschiene		Medizinische Trainingstherapie
			Massage	Elektrotherapie	Lymphdrainage	Eis/Wärme	Aktiv	Passiv	
Ab dem 1. Tag	Vollbelastung	Leichte Modifikation des Gangbilds (Fersen drehen) Handling des Schuhs mit Arzt/Therapeuten besprechen ständiges Tragen des Schuhs bis einschließlich 4. Woche ab 4. Woche Schuh nur zur Behandlung ausziehen Achtung: bei allen Behandlungstechniken den Fuß in Plantarflexion lagern Erreichen freier Funktion von Großzehengrundgelenk, USG und Fußwurzel neuroflektierende Behandlung im symp. Bereich	X Bein und Rücken 0- bis 3-mal	X Muskelstimulation in Bauchlage, der Fußrücken liegt auf der Bank, 3- bis 5-mal (Ultraschall 1 MHz)	X Bei Schwellungszuständen im Bereich des Fußes, 3- bis 5-mal	X Eis zur Schmerzreduktion, 3- bis 5-mal	///	///	Trainingsschwerpunkt: gesamte Muskulatur der betroffenen Seite (kein Wadentraining) Fahrradergometer nur mit Fersenkontakt Ab der 4.-6. Woche Leg-Press-Training mit Fersenkontakt Koordinations- und Propriozeptionstraining im Vario-Stabil-Schuh
Ab der 8. Woche	Schmerzabhängige Vollbelastung	Mobilisation Dorsalextension im OSG bei Knieflexion keine Dehnung der Wadenmuskulatur bis zum 4.-6. Monat Freihalten des Achillessehnen-gleitlagers Gangschule Weichteiltechniken	X	Muskelstimulation und Ultraschall im Narbenbereich, 3- bis 5-mal	X Eis/Wärme, 3- bis 5-mal				Laufbandtraining (ohne Steigung) intensives Training der betroffenen Extremität Einsetzen des Aufbautrainings der Wadenmuskulatur bei sonographisch kontrollierter Sehnenheilung
Ab der 12. Woche		Bei Behandlungsende weiterhin Tragen von Ferseneinlagen von 1 cm für ca. 6 Monate Kontrolle aller angrenzenden Regionen auf Funktion: Knie, Hüfte, ISG, LWS Wenn möglich Beseitigung von Störfaktoren, die zur Entstehung einer Ruptur beitragen können							Alltags- und sportartspezifisches Training bis zur vollen Sportfähigkeit (i.d.R. nach 14-16 Wochen) propriozeptives Training auf instabilen Unterlagen Lauftraining zuerst auf dem Laufband intensivieren, erst später im Gelände isokinetischer Test der Wadenmuskulatur

Tab. 10.5 OSG-Endoprothetik									
Postoperativer Zeitpunkt	Belastung	Physiotherapeutische Behandlung	Physikalische Behandlung				Bewegungsschiene		Medizinische Trainingstherapie
			Massage	Elektrotherapie	Lymphdrainage	Eis/Wärme	Aktiv	Passiv	
Bis inkl. 1. Tag p.o.	L- und U-Schiene in Neutralposition, Fettgaze, Hochlagern des Beins mit leichter Beugung im Knie zur Entspannung der Unterschenkelmuskulatur OSG-Endoprothetik bis einschließlich der 6. Woche 15 kg Teilbelastung Belassen der Redon-Drainagen								
Bis inkl. 2. Tag	Entfernung der Redon-Drainage weiterhin gepolsterter Verband Anlegen der CDS-Schiene und schmerzfreies Beüben								
Bis inkl. 1. Woche	Progressive Erhöhung der Federkraft der CDS-Schiene in Abhängigkeit von Schmerz und Schwellung (Erreichen der max. Federkraft in Gelenkstellung 0 nach ca. 1 Woche)	Beginn der Gangschule passive Übungen nur in Dorsalextension (Plantarflexion kann durch Anspannung zu Hautirritationen führen) vorsichtige Mobilisation der Strecksehnen ohne CDS-Schiene							
Ab der 2. Woche	Umstellen der CDS-Schiene auf Gelenkwinkelstellung 15° bei problemloser Anwendung der CDS-Schiene: Einstellen auf Gelenkwinkelstellung 30° Tragen der Schiene Tag und Nacht	Förderung von Mobilität, Flexibilität, Gleitverhalten und der neuralen Ansteuerung vorsichtige manuelle Gelenkdistraction bei stabilen Weichteilverhältnissen passive Dorsalextension und Plantarflexion			X Bei Schwellungszuständen im Bereich des Fußes, 3- bis 5-mal				Beginn eines leichten und kontrollierten Muskelaufbautrainings mit und ohne Geräte intensives kontralaterales Gerätetraining

Tab. 10.5 Fortsetzung

Postoperativer Zeitpunkt	Belastung	Physiotherapeutische Behandlung	Physikalische Behandlung					Bewegungsbene		Medizinische Trainingstherapie
			Massage	Elektrotherapie	Lymphdrainage	Eis/Wärme	Aktiv	Passiv		
Ab der 4. Woche		Fortführung der genannten physiotherapeutischen Behandlungsinhalte			X Bei Schwellungszuständen im Bereich des Fußes, 3- bis 5-mal				Beginn eines propriozeptiven und koordinativen Trainings bei stabilen Weichteilverhältnissen Aquajogging und Bewegungsübungen im Wasser	
Ab der 6. Woche	Gehen nach Möglichkeit ohne CDS-Schiene	Bewegungsverbesserung und weiterhin Förderung von Mobilität, Flexibilität, Gleitverhalten und neuraler Ansteuerung forciertes Beüben der endgradigen Bewegung in Dorsalextension und Plantarflexion mit manuellen Techniken Weichteiltechniken im Narbenbereich (v. a. bei Adhäsionen der Extensorsehnen)							Bei guter Mobilität und stabilen Weichteilverhältnissen Training auf Stepper und Crosstrainer progressive Belastungssteigerung in Abhängigkeit von Schmerz und Schwellung gedämpftes Schuhwerk mit Pufferabsätzen	
4.–12. Monat		Propriozeptive neuromuskuläre Fazilitation manuelle Kräftigung der Hüft-, Rumpf-, Oberschenkel- und Wadenmuskulatur „Finetuning“ des Gangbilds Weiterführung der Mobilisation aller Fuß- und Zehengelenke, deren Hypomobilität das Gangbild beeinträchtigen							Progressive Belastungssteigerung in Abhängigkeit von Schmerz und Schwellung geräteunterstützte Kräftigung der Hüft-, Rumpf-, Oberschenkel- und Wadenmuskulatur Verbesserung der aeroben Ausdauer und Kraftausdauer Intensivierung der Koordinationsübungen (instabile Unterlagen, Erhöhung der Dynamik und Belastungsdauer)	

■ Tab. 10.6 Vorfuß: Hallux, Hammerzehen

Postoperativer Zeitpunkt	Belastung	Physiotherapeutische Behandlung	Physikalische Behandlung				Bewegungsschiene		Medizinische Trainingstherapie
			Massage	Elektrotherapie	Lymphdrainage	Eis/Wärme	Aktiv	Passiv	
1. Tag	15 kg Teilbelastung Verbandwechsel								
2. Tag	15 kg Teilbelastung Verbandwechsel Ziehen der Redon-Drainage	Mobilisation im OSG und USG Dorsalextension und Plantarflexion im MTP-Gelenk unter Fixation der Osteotomie freie Beweglichkeit der anderen Zehen			X Bei Schwellungszuständen im Bereich des Fußes, 3- bis 5-mal	CryoCuff			
3. Tag bis 4. Woche	Anpassen des Vorfußentlastungsschuhs ständiges Tragen des Schuhs bei voller Belastung	Mobilisation im OSG und USG Dorsalextension und Plantarflexion im MTP-Gelenk unter Fixation der Osteotomie freie Beweglichkeit der anderen Zehen Gangschulung progressive Belastungssteigerung			X Bei Schwellungszuständen im Bereich des Fußes, 3- bis 5-mal				Eigenständiges isometrisches Training der gesamten Beinmuskulatur Training des Oberkörpers und der kontralateralen Extremität
Ab der 5. Woche	Weiches Schuhwerk mit komfortablem Zehenfreiraum	Mobilisation im OSG und USG Plantarflexion im MTP-Gelenk (II–V) mit Extension im PIP- und DIP-Gelenk nach Hammerzehen-OP Dorsalextension und Plantarflexion im MTP-Gelenk unter Fixation der Osteotomie freie Beweglichkeit der anderen Zehen Gangschulung progressive Belastungssteigerung				Feuchte Wärme, um Narben zu dehnen			Beginn/Intensivierung der medizinischen Trainingstherapie in Abhängigkeit von Weichteilverhältnissen und Wundheilung schmerz- und schwellungsabhängiges sportartspezifisches Training
Ab der 8. Woche		Forcierte manuelle Therapie im MTP- und PIP-Gelenk und Narbenmobilisation Plantarflexion im MTP-Gelenk (II–V) mit Extension im PIP- und DIP-Gelenk nach Hammerzehen-OP							Beginn/Intensivierung der medizinischen Trainingstherapie in Abhängigkeit von Weichteilverhältnissen und Wundheilung schmerz- und schwellungsabhängige Sportaufnahme

■ Tab. 10.7 Closed-wedge-Osteotomie									
Postoperativer Zeitpunkt	Belastung	Physiotherapeutische Behandlung	Physikalische Behandlung				Bewegungsschiene		Medizinische Trainingstherapie
			Massage	Elektrotherapie	Lymphdrainage	Eis/Wärme	Aktiv	Passiv	
1.- 4. Tag		Mobilisation im Knie- und Hüftgelenk		X	X	Mehrere Stunden täglich zum Abschwellen	X	X	
4. Tag bis 6. Woche	Shortwalker-Anpassung Teilbelastung 15 kg	Aus dem Shortwalker aktive und passive Mobilisation in Dorsalextension und Plantarflexion Elevation der Beine		X	Bei Schwellungszuständen im Bereich des Fußes, 3- bis 5-mal	Mehrere Stunden täglich zum Abschwellen	Aus dem Shortwalker schmerzabhängig	1 Woche: 10-0-10°, dann langsame Steigerung schmerzabhängig	
6. – 8. Woche	Teilbelastung 30 kg								Isometrische Übungen
8. Woche bis 6. Monat	Vollbelastung, Fahrradfahren und Schwimmen Joggen, Fußball und Impaktsportarten sollen vermieden werden	Dehnung der Wadenmuskulatur							Propriozeptives Training Kräftigung der Fußstrecker
2., 4., und 6. Woche	Injektion von ACP								

■ Tab. 10.8 AMIC-Prozedur am oberen Sprunggelenk

Postoperativer Zeitpunkt	Belastung	Physiotherapeutische Behandlung	Physikalische Behandlung				Bewegungsschiene		Medizinische Trainingstherapie
			Massage	Elektrotherapie	Lymphdrainage	Eis/Wärme	Aktiv	Passiv	
1.-4. Tag		Mobilisation im Knie- und Hüftgelenk		X	X	Mehrere Stunden täglich zum Abschwellen	X	X	
4. Tag bis 6. Woche	Teilbelastung 15 kg	Aktive und passive Mobilisation in Dorsalextension und Plantarflexion Elevation der Beine		X	Bei Schwellungszuständen im Bereich des Fußes, 3- bis 5-mal	Mehrere Stunden täglich zum Abschwellen	Schmerzabhängig	1 Woche: 10-0-10°, dann langsame Steigerung schmerzabhängig	
6.-8. Woche	Teilbelastung 30 kg								Bewegungsübungen schmerzabhängig
8. Woche bis 6. Monat	Vollbelastung, Fahrradfahren und Schwimmen Joggen, Fußball und Impaktsportarten sollen vermieden werden	Dehnung der Wadenmuskulatur							Isometrische Übungen propriozeptives Training Kräftigung der Fußstrecker
2., 4., und 6. Woche	Injektion von ACP								

Tab. 10.9 AMIC-Prozedur am unteren Sprunggelenk									
Postoperativer Zeitpunkt	Belastung	Physiotherapeutische Behandlung	Physikalische Behandlung			Bewegungsschiene		Medizinische Trainingstherapie	
			Massage	Elektrotherapie	Lymphdrainage	Eis/Wärme	Aktiv	Passiv	
1.- 4. Tag		Mobilisation im Knie- und Hüftgelenk	X	X	X	Mehrere Stunden täglich zum Abschwellen	X	X	
4. Tag bis 6. Woche	Teilbelastung 15 kg	Aktive und passive Mobilisation in Inversion und Eversion, Dorsalextension und Plantarflexion Elevation der Beine		X	Bei Schwellungszuständen im Bereich des Fußes, 3- bis 5-mal	Mehrere Stunden täglich zum Abschwellen	Schmerzabhängig	1 Woche: 10-0-10°, dann langsame Steigerung schmerzabhängig	
6. – 8. Woche	Teilbelastung 30 kg								Bewegungsübungen schmerzabhängig
8. Woche bis 6. Monat	Vollbelastung, Fahrradfahren und Schwimmen Joggen, Fußball und Impactsportarten sollen vermieden werden	Dehnung der Wadenmuskulatur							Isometrische Übungen propriozeptives Training Kräftigung der Fußstrecke
2., 4., und 6. Woche	Injektion von ACP								

■ Tab. 10.10 Minimal-invasive Chevron-Osteotomie

1. Tag	Gipsschiene
2. Tag	Verbandwechsel, Röntgenkontrolle Anpassung des flachen Vorfußentlastungsschuhs Lymphdrainage 3- bis 4-wöchentlich Hochlagern und mehrmalige Eisanwendungen am Tag Passive Mobilisation am MTP-Gelenk, dabei MT I zwischen Daumen und Zeigefinger fixieren Gangschulung, Vollbelastung mit dem Schuhe
2. bis 4. Woche	Fäden entfernen Lymphdrainage 3- bis 4-wöchentlich Hochlagern und mehrmalige Eisanwendungen am Tag passive Mobilisation am MTP-Gelenk, dabei MT I zwischen Daumen und Zeigefinger fixieren Gangschulung, Vollbelastung mit dem Schuh propriozeptives Training mit dem Schuh
4. bis 6. Woche	Entfernung des Kirschner-Drahts nach Röntgenkontrolle Weitführen des Propriozeptions- und Stabilisationstrainings
Nach 6 Wochen	Übungsprogram für zu Hause: – Abspreizen der Großzehen – Greifübungen für die Zehen – Steigerung der Großzehenbelastung Kräftigung der Fußmuskulatur ab der 10. Woche

# Service teil

Stichwortverzeichnis – 138

# Stichwortverzeichnis

## A

Achillessehne 2  
 – Nachbehandlung 127, 129  
 Achillessehnendefekt 23, 28  
 Achillessehneninfektion 29–30  
 Achillessehnenrerruptur 8  
 Achillessehnenruptur 2, 6  
 – chronische 16  
 – Flexor-hallucis-longus-Transfer 21, 24–26  
 – frische 2  
 – Nachbehandlung 127  
 – Zweizipfeltechnik 18  
 Achillessehnenentendopathie 9  
 – endoskopisches Vorgehen 14, 16  
 – offene Technik 9, 13–14  
 Achillessehnenverlängerung 8  
 ACP 17, 45  
 Akins-Osteotomie 110, 113–114  
 AMIC-Prozedur 45, 57  
 – bei Hallux rigidus 66, 68, 70  
 – bei osteochondralen Läsionen 61  
 – bei Osteochondrosis dissecans 46, 48, 50  
 – bei Rückfußfehlstellung 79  
 Arthrorese  
 – oberes Sprunggelenk 52, 54  
 – subtalare 61–63  
 Arthrolyse  
 – bei kissing lesion 50  
 – unteres Sprunggelenk 60  
 Arthrose  
 – MTP-Gelenk 66  
 – oberes Sprunggelenk 53–54  
 – subtalare 61  
 Arthroskopie, Nachbehandlung 126  
 Augmentationsrahmennaht 28  
 Außenband 37

## B

Beugemuskelskette, Stretching 16  
 bone marrow aspirate 68  
 Broström-Operation 38  
 Broström-Technik 40  
 Bunnel-Technik 11  
 Bursitis 33

## C

Cavovarus-Deformität 121  
 CDS-Orthese 83–84, 118

Chevron-Osteotomie 110–111, 113  
 – modifizierte 115  
 Closed-Wedge-Osteotomie 81–82  
 CPM-Maschine 83

## D

Domosteotomie 90, 93

## E

Einbeinziehenstand 14, 16  
 Endoprothetik, Nachbehandlung 130  
 Extensor-digitorum-Sehne 109  
 Extensorensehne 119

## F

Fersenerhöhung 9  
 Fibertape 17–18, 28  
 FiberWire 28, 38  
 Fibrinkleber 18  
 Flexor-digitorum-longus-Sehne 106  
 Flexor-hallucis-longus-Transfer 21, 24–26  
 Flexor-hallucis-longus-Sehne 54, 57

## G

Gastroc-Slide 78, 123  
 Gastrocnemius-Soleus-Komplex 2, 8, 10, 19, 25–26, 79

## H

Haglund-Exostose 30–33  
 Hallux rigidus 66, 68–69  
 – AMIC-Prozedur 66  
 – Arthroskopie 69, 73  
 – Nachbehandlung 132  
 – offene Technik 66  
 Hallux valgus 100, 110, 115  
 – Nachbehandlung 132  
 – Verbandstechnik 115  
 Hammerzehe 102–103, 105, 109  
 – Nachbehandlung 132  
 Hohmann-Operation 109

## I

Immunsuppression 2  
 Impingement  
 – anteriores 52  
 – Os trigonum 54, 57  
 – Processus posterior 54, 57  
 Insertionstendopathie 30–32  
 Internal Brace 38  
 Intrinsic-plus-Stellung 102

## K

Kalkaneoplastik, arthroskopische 33–34  
 Kalkaneusosteotomie 83–84  
 – varisierende 93  
 Kalkaneusverlängerungsosteotomie 85, 89  
 kissing lesion 50–51, 57, 81  
 Klöppeltechnik, Achillessehnenruptur 6–7  
 Knochenmarkaspirat 49  
 Kortisoneinnahme, kontinuierliche 2  
 Krackow-Naht 97  
 – Achillessehne 4, 9, 13  
 – Flexor-hallucis-longus-Transfer 27  
 – Zweizipfeltechnik 20–21

## L

Ludloff-Osteotomie 100, 104  
 Lyostypt 31

## M

Metatarsus primus varus 100  
 Midportion-Tendopathie 9, 14, 16, 32  
 Mikrofrakturierung  
 – bei Hallux rigidus 72  
 – bei osteochondralen Läsionen 61–62  
 – oberes Sprunggelenk 44–45, 47, 54  
 – unteres Sprunggelenk 60  
 Musculus  
 – abductor hallucis 23  
 – adductor hallucis 111  
 – flexor hallucis longus 21, 24  
 – gastrocnemius 44  
 – semitendinosus 24, 28  
 – soleus 7, 31

## N

Naht, perkutane 2, 4  
 nanofracture 49, 70  
 Nervus  
 – peroneus 14, 34  
 – plantaris medialis 23  
 – suralis 8–9, 14–15

## O

Open-Wedge-Osteotomie 76, 85, 90  
 – Gastroc-Slide 78  
 Osteochondrosis dissecans 44–46, 60  
 Osteophyten 52  
 Osteophytenresektion 119  
 Osteotomie  
 – biplanare 76–78  
 – supramalleoläre 76  
 – valgusierende/varisierende 85–86

## P

Periostlappenplastik 39  
 Pes  
 – cavovarus 76–78  
 – planovalgus 81, 85, 95, 98  
 PIP-Arthrorese 103, 106–107  
 plantar plate repair 104, 107–108  
 Plantaris-gracilis-Sehnentransfer 38  
 Plantarissehne 22  
 Plantarissehnenaugmentation 23  
 Pulvertaft-Technik 25, 98

## R

Rahmennaht 4, 8, 17  
 Redon-Drainage 14, 23, 30  
 – bei Endoprothesenimplantation 118, 120  
 Rerruptur, Achillessehne 8  
 Retinakulum 14  
 Rotationsinstabilität 38  
 Rotationsosteotomie 85, 90  
 Ruptur, Achillessehne 2, 16

## S

Scarf-Osteotomie 100–102  
 Semitendinosussehnentransfer 23, 28–30

## Stichwortverzeichnis

Short-Walker 64  
Soleusabriss 4, 6  
Split-Tibialis-anterior-Sehnen-  
transfer 98  
Step-off-Platte 93  
Substanzdefekt 8  
Synoviaeinklemmung 52

## T

Tenotomie 10  
Thompson-Test 16  
Tibialis-anterior-Sehnentrans-  
fer 97–98  
Tibialis-posterior-Insuffi-  
zienz 85, 96  
Tibialis-posterior-Sehnentrans-  
fer 120, 123  
Triangulation 14  
Tuber calcanei 30, 33

## U

Unterschenkel-L-Schiene 12

## V

Valgusdeformität 81  
Vario-Stabil-Schuh 2, 4, 9, 18  
Verkürzungstenotomie 8

## W

Wadenatrophie 9  
Weichteilbalancing 119  
Weil-Osteotomie 102, 104, 109

## Z

Zweizipfeltechnik 18, 22  
Zyste 50  
– periprothetische 118