

Tab. 2.3 Stadien der Instabilität des MTP-Gelenks.

Stadium	Beschreibung
0	normal bis instabil (positiver sagittaler Schubladentest)
I	Instabilität (positiver sagittaler Schubladentest)
II	Subluxation
IIIa	Luxation (Gelenk manuell reponierbar)
IIIb	Luxation (Gelenk nicht reponierbar)
IIIc	Luxation mit sekundärer Schädigung von Grundgliedbasis und/oder Metatarsalekopf

Je nach Ausprägung kann zwischen Instabilität, Subluxation und Luxation des Zehengrundgelenks unterschieden werden (► Tab. 2.3). Spätestens bei Vorliegen einer Subluxation verliert die Zehenkuppe ihren Bodenkontakt im Stand.

Merke



Das Kleinzehengrundgelenk ist das „Schlüsselgelenk“ bei der Diagnostik und Therapie von Kleinzehefehlstellungen.

Als sinnvolle Ergänzung zur klinischen Untersuchung ist eine Infiltration mit einem Lokalanästhetikum und einem anschließenden Belastungstest möglich. Dadurch können z.B. intraartikuläre Pathologien eines Zehengrundgelenks (z.B. Arthritis) von Problemen im Zwischenraum der Metatarsaleköpfe (z.B. Morton-Neurom) abgegrenzt werden [7], [8].

Bildgebende Diagnostik

Neben der klinischen Untersuchung ist ein Röntgenbild des Fußes in 2 Ebenen im Stand zur Standarddiagnostik erforderlich. Dies dient zum einen dem Ausschluss gravierender struktureller Schädigungen des Skeletts, zum anderen zur Beurteilung der Statik des Fußes. Während das Längsalignment der Metatarsalia auf den d.-p. Röntgenaufnahmen gut beurteilt werden kann, bereitet die radiologische Darstellung des Höhenalignments nach wie vor Probleme. Wird z.B. eine ergänzende tangentielle Röntgenaufnahme angefertigt (z.B. Sprinteraufnahme), muss der Anstellwinkel des Fußes bei Durchführung der Aufnahme in der Auswertung berücksichtigt werden. D.h. es wird ledig-

lich das Höhenalignment in der jeweiligen Abrollphase des Vorfußes mit vergleichbarer Inklination des Fußes dargestellt, nicht jedoch das Höhenalignment der Metatarsaleköpfe im plantigraden Stand.

Zur Analyse des Belastungsmusters des Fußes hat sich in letzter Zeit vor allem die Pedobarografie etabliert. Schnittbildverfahren, wie z.B. die Kernspintomografie oder Computertomografie bleiben speziellen Fragestellungen (z.B. avaskuläre Knochennekrose, Stressfrakturen) vorbehalten.

2.4.3 Konservative Therapie

Vor jeglicher operativer Behandlung sollte, soweit es sich nicht um eine zeitnahe, behandlungsbedürftige Erkrankung (z.B. Tumor) handelt, ein konservativer Behandlungsversuch unternommen werden.

Neben einer Einlagenversorgung sind eine Modifikation des vorhandenen Schuhwerks sowie eine Änderung der Belastung des Fußes (z.B. Wechsel der Sportart) in Erwägung zu ziehen. Die Strategie der Einlagenversorgung orientiert sich am klinischen Befund (Ausgleichbarkeit der Fehlstellung im Zehengrundgelenk). In diesem Fall kann eine korrigierende und stützende Einlage angefertigt werden. Handelt es sich um einen kontrakten Zustand, sollte eine (Weich-)Bettung der Mittelfußkopfregeion zur Entlastung erfolgen. Ergänzend zur Einlagenversorgung kann eine Modifikation des Schuhwerks vorgenommen werden, die in der Regel in Form einer Zurichtung der Schuhsohle durchgeführt wird (z.B. Schmetterlingsrolle/Abrollhilfe). Eine orthopädische Maßschuhversorgung ist indiziert, wenn die dorsale Luxation in den Zehengrundgelenken zu einem Hochstand der Zehen mit vermehrtem Platzbedarf (Vorfußhöhe) führt.

2.4.4 Operative Therapie

Eine befundadaptierte operative Korrektur des Vorfußes ist nach Ausschöpfen geeigneter konservativer Behandlungsmethoden indiziert.

Rheumatoide Arthritis

Bei der rheumatoiden Arthritis handelt es sich um eine Systemerkrankung, deren Erstmanifestation häufig in Form einer Mon- oder Oligoarthritis am Fuß auftritt. Die systemische medikamentöse Be-

handlung steht zunächst im Vordergrund. In Bezug auf die Behandlung der betroffenen Gelenke ist von zentraler Bedeutung, ob es sich um einen floriden Entzündungsprozess, im Sinne einer Synovitis, handelt oder einen „ausgebrannten Spätzustand“ mit sekundärer Gelenkdestruktion.

Selbst im Zeitalter der gelenkerhaltenden Fußchirurgie sind gelenkresezierende Operationsverfahren bei fortgeschrittenen rheumatischen Destruktionen der MTP-Gelenke häufig ohne Alternative. Wenn möglich, sollten die Metatarsaleköpfe jedoch erhalten werden. Exemplarisch sei hier das Verfahren nach Stainsby erwähnt, bei der eine Resektionsarthroplastik eines MTP-Gelenks mit vollständiger Resektion der Synovialis verbunden werden kann [20]. Liegt bereits eine erhebliche Destruktion der Metatarsaleköpfe vor, bleibt nur eine Resektion der destruierten Köpfe. Zur Schaffung eines harmonischen Metatarsalalignments müssen in der Regel mehrere Metatarsalia einbezogen werden.

Morton-Neurom

Das Morton-Neurom äußert sich klinisch primär durch belastungsabhängige Schmerzen unter dem Vorfuß, insbesondere im Bereich des betroffenen Interdigitalnervs. Ursächlich ist eine Kompressionsneuropathie des N. digitalis communis unter dem Lig. transversum profundum. Kardinales Problem im klinischen Alltag ist es, die Morton-Neuralgie als Ursache für eine Metatarsalgie zuverlässig zu identifizieren [5].

Die Erfolgsaussichten einer konservativen Behandlung eines Morton-Neuroms, sind begrenzt. Ca. 70–80% der Morton-Neurome werden deshalb mittelfristig operativ adressiert.

Avaskuläre Knorpel-Knochen-Nekrose

Bei der avaskulären Knorpel-Knochen-Nekrose (AVN; Morbus Freiberg-Köhler) kommt es zu einem Defekt der streckseitigen apikalen Anteile des Metatarsalekopfes. Der von der Erkrankung primär nicht betroffene Gelenkknorpel verliert damit sein stabiles Widerlager, sodass ein sekundärer Knorpelschaden die Folge ist. Das zeitliche Intervall zwischen initialer Knochennekrose, die oft klinisch stumm verläuft, und ersten Symptomen der Gelenkschädigung, kann Jahre bis Jahrzehnte dauern. Während die AVN des Metatarsalekopfes, auch

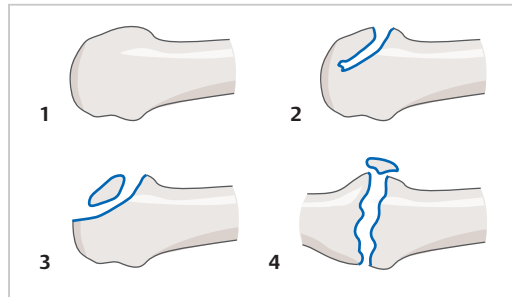


Abb. 2.54 Stadien der avaskulären Knorpel-Knochen-Nekrose des Metatarsalekopfes.

als Morbus Freiberg-Köhler bezeichnet, als Erkrankung der Adoleszenz gilt, treten Symptome einer sekundären Arthrose des MTP-Gelenks typischerweise zwischen dem 40. und 50. Lebensjahr auf [10], [14], [11], [19].

Richtungsgebend für die meist operative Behandlung einer AVN sind das Stadium der Erkrankung und das Ausmaß der Gelenkschädigung (► Abb. 2.54). Im ersten Schritt wird ein radikales Débridement des Gelenks (Synovektomie, Cheilektomie) durchgeführt. Wenn die plantaren Anteile des Metatarsalekopfes noch intakt sind, können diese durch eine extendierende subkapitale Osteotomie (Typ „closing wedge“; z. B. Uthhoff-Osteotomie) in den funktionell wichtigen apikalen Bereich verlagert werden [11], [3], [15].

OP-Technik

Der Zugang zum Zehengrundgelenk wird identisch zur Weil-Osteotomie zwischen langer und kurzer Strecksehne durchgeführt. Nach Darstellung der streckseitigen Gelenkkapsel wird diese im Längsverlauf eröffnet und eine Synovektomie durchgeführt. Der geschädigte Knorpel-Knochen-Bereich wird durch eine dorsale subtraktive Osteotomie exzidiert. Je nach Positionierung der Closing-wedge-Osteotomie resultiert eine Elevation oder Proximalisierung des restlichen Metatarsalekopfes (► Abb. 2.55). Die Osteosynthese kann mit einer

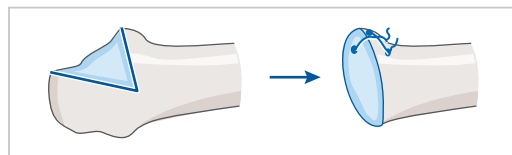


Abb. 2.55 Extendierende subkapitale Osteotomie.

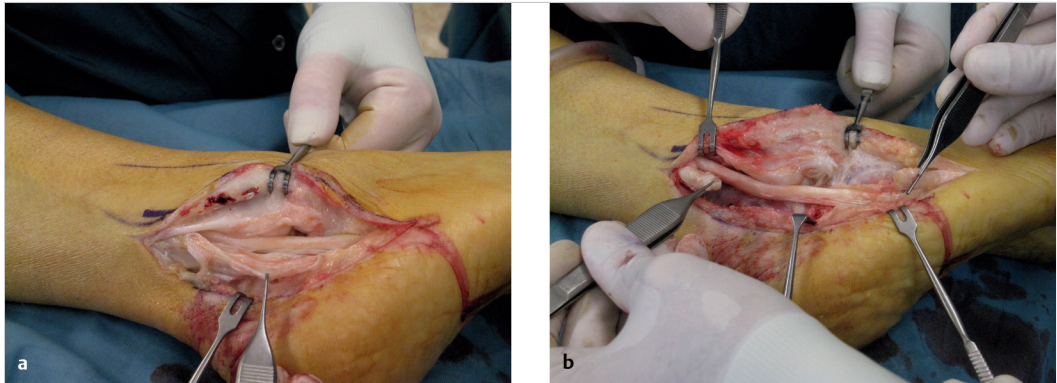


Abb. 4.121 Mehrfach rupturierte Peroneus-longus-Sehne. Der rupturierte Anteil wird komplett exzidiert und eine Tenodese mit der Peroneus-brevis-Sehne durchgeführt.
a Mehrfach rupturierte Peroneus-longus-Sehne.
b Proximale Tenodese.

Tab. 4.11 Algorithmus für die Behandlung von Peroneus-Sehnenrupturen.

Intraoperative Beurteilung der Peronealsehnen		Operatives Vorgehen
Typ I: beide Sehnen sind zum großen Teil intakt		Sehnen werden repariert, degenerative Anteile reseziert, die Sehne tubularisiert
Typ II: eine Sehne gerissen, die andere Sehne verwendbar		Tenodese empfohlen
Typ III: beide Sehnen sind gerissen und nicht mehr verwendbar	IIIa: keine Exkursion des proximalen Muskels	Sehnentransfer empfohlen
	IIIb: genügende Exkursion des proximalen Muskels	wenn das Gewebbett stark vernarbt ist, zweizeitiges Vorgehen mit zeitweiligem Silikonimplantat empfohlen wenn das Gewebbett nicht vernarbt ist, einzeitiges Vorgehen mit Sehnenstransplantat

Für den Sehnentransfer wird vor allem der M. flexor digitorum longus vorgeschlagen [1], daneben auch die Sehne des M. flexor hallucis longus [19]. Als Sehnenstransplantat kann entweder die Sehne des M. semitendinosus oder semimembranosus verwendet werden.

In jedem Fall sollten Begleitpathologien wie Fehlstellungen, chronische Subluxation, chronische Sprunggelenksinstabilität oder eine hypertrophe Trochlea peronealis mitbehandelt werden.

4.7.4 Peronealsehnenluxation

Insgesamt ist die Peronealsehnenluxation eine seltene Verletzung, sie wird allerdings oft übersehen und als einfaches Sprunggelenksdistorsionstrauma fehlinterpretiert [4].

Der Verletzungsmechanismus ist eine plötzliche, reflexhafte Anspannung der Peroneusmuskeln

während einer akuten Inversion des Fußes und Sprunggelenks, wobei der Fuß schnell dorsalextenziert wird, oder eine forcierte Dorsalexension des evertierten Fußes. Dabei kommt es zu einer Verletzung des superioren Retinaculums. Assoziiert ist meist eine Verletzung der Peroneus-brevis-Sehne.

Als Risikofaktoren werden ein flacher retromalleolärer Sulcus in der Fibula [5], eine Laxizität des superioren Retinaculums aufgrund einer Fersenvalgusfehlstellung und ein kongenitales Fehlen des Retinaculums diskutiert.

Verletzungen des superioren Retinaculums wurden von Eckert u. Davis erstmals in 3 Grade eingeteilt, später fügte Oden einen Grad IV hinzu (► Tab. 4.12, ► Abb. 4.122; [5], [11]). Raikin schlug zudem eine zusätzliche Klassifikation vor, wobei es zu einer Subluxation ohne Läsion des superioren Retinaculums kommt [13]. Die Sehnen subluxieren innerhalb der Sehnenscheide

Tab. 4.12 Klassifikation der Verletzungen des superioren peronealen Retinakulums.

Grad	Beschreibung
I	Retinaculum von der Fibula abgehoben, der M. peroneus longus ist nach anterior disloziert
II	Retinaculum und fibrokartilaginäre Kante vom posterioren Aspekt der Fibula abgehoben
III	Retinaculum und kortikales Fragment von der Fibula abgehoben
IV	Retinaculum vom Kalkaneus abgehoben

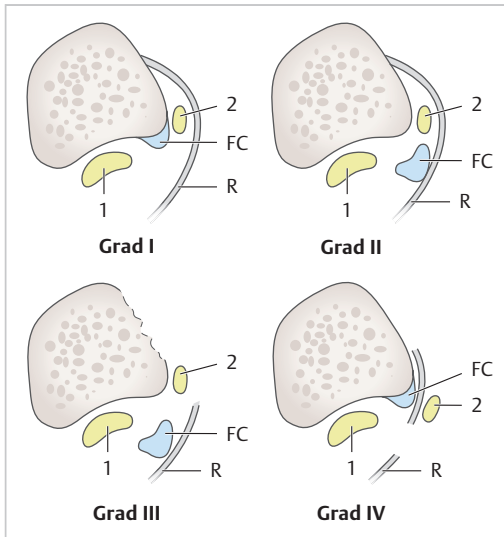


Abb. 4.122 Axiale Darstellung der distalen Fibula bzw. des retromalleolären Sulkus. Grad I–III nach Eckert, Grad IV nach Oden. Bei Grad III kommt es zum Ausriss eines kleinen knöchernen Fragments aus der Fibula. 1 = Peroneus-brevis-Sehne, 2 = Peroneus-longus-Sehne, R = Retinaculum, FC = fibrokartilaginärer Rand

(► Abb. 4.123). Beim Typ A kommt die Peroneus-longus-Sehne vor der Peroneus-brevis-Sehne zu liegen, beim Typ B subluxiert die Peroneus-longus-Sehne durch einen Longitudinalriss der Peroneus-brevis-Sehne nach anterior.

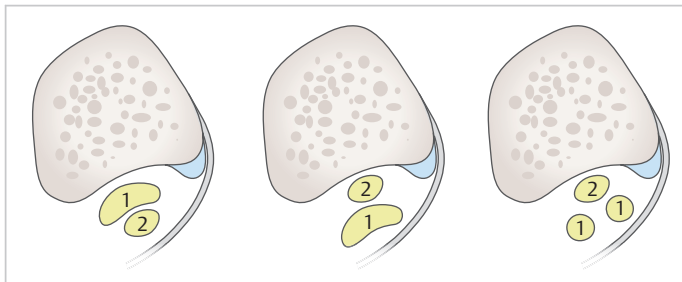


Abb. 4.123 Subluxation der Peronealsehnen ohne Verletzung des Retinakulums. Axiale Ansicht des Normalzustands, Typ A und Typ B. 1 = Peroneus-brevis-Sehne, 2 = Peroneus-longus-Sehne

Diagnostik

Klinik

Anamnestisch muss nach einer Distorsion des Sprunggelenks mit oben genannten pathomechanischen Faktoren beziehungsweise chronischer Instabilität des Sprunggelenks gefragt werden. Patienten geben ein Schnappen der Sehnen posterior der Fibula an und können dies meist selbst auslösen.

Bei der Untersuchung fällt eine Schmerzhaftigkeit posterior des Malleolus lateralis auf, zeitweise ist die Luxation auch im Stehen sichtbar (► Abb. 4.124) Zusätzlich lässt sich die Peronealsehnenluxation durch spezifische Testung provozieren: aktive forcierte Dorsalextension und Eversion im Sprunggelenk aus einer plantarflektierten invertierten Position gegen Widerstand, passive Zirkumduktion des Sprunggelenks.

Bildgebende Diagnostik

Obwohl die Diagnose vor allem klinisch gestellt wird, lassen sich bildgebende Verfahren unterstützend einsetzen.

Das Röntgen zeigt im Fall einer Grad-III-Verletzung einen positiven Befund, wobei die kortikale Schuppe der Fibula abgebildet werden kann („fleck sign“). Vor allem die MRT kann zur Beurteilung des posterioren Fibulasulcus (Abflachung, Konvexität), des Retinakulums und der Peronealsehnen herangezogen werden.

verletzungen erfassen. Spezialprojektionen zur Beurteilung der posterioren Facette (Brodén-Aufnahmen) haben im Zeitalter der schnell verfügbaren Computertomografie (CT) heute an Bedeutung verloren. Die Indikation zur CT ist selbst bei primär „unauffälliger“ Röntgendiagnostik großzügig zu stellen, da ansonsten undislozierte Frakturen oder isolierte Frakturen des Sustentakulums verloren gehen können.

Computertomografie

Die Computertomografie mit ihren 2- und 3-dimensionalen Rekonstruktionen ist die elementare Bildgebung, die zur Frakturanalyse, Therapieentscheidung und letztlich auch zur Operationsplanung zu fordern ist. Neben den Standardrekonstruktionen der Koronar- und Sagittalebene ist insbesondere die semikoronare Ebene, die orthogonal zur posterioren Facette angelegt wird, für die Beurteilung des Subtalargelenks und der Frakturklassifikation hilfreich. Darüber hinaus dient die Computertomografie auch dem Ausschluss von Begleitverletzungen.

Klassifikation

Die gängigste Fraktуреinteilung ist derzeit die Klassifikationen nach Sanders (► Abb. 6.24) [2], [10].

6.4.3 Therapie

Mit dem Argument der erhöhten chirurgischen Komplikationsrate wurde in vergleichenden Studien, entgegen den Paradigmen der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO), die konservative Therapie bei dislozierten Gelenkfrakturen empfohlen [4]. Die Antwort auf eine erhöhte Komplikationsrate nach operativer Therapie darf jedoch nicht der Ausschluss dieser Therapieform sein. Vielmehr sollte sich die Frage, wie chirurgische Komplikationen vermieden werden können, daran anschließen.

Hierzu ist ein differenziertes Behandlungskonzept, welches sowohl den initialen Weichteilschäden als auch die Frakturpathologie mit einbezieht, von grundlegender Bedeutung (► Abb. 6.25).

Notfallindikation

Zu den chirurgischen Notfallindikationen zählen folgende Frakturen:

► **Kalkaneusfrakturen mit offenem Weichteilschaden.** Aufgrund des oftmals zugrundeliegenden Hochrasanztraumas kommt es in 10% der Fälle zu Weichteilschäden der Grade II oder III [7]. Diese erfordern standardgemäß ein primäres Débridement, Jet-Lavage sowie eine notfallmäßige Reposition der Fraktur und temporäre Stabilisie-

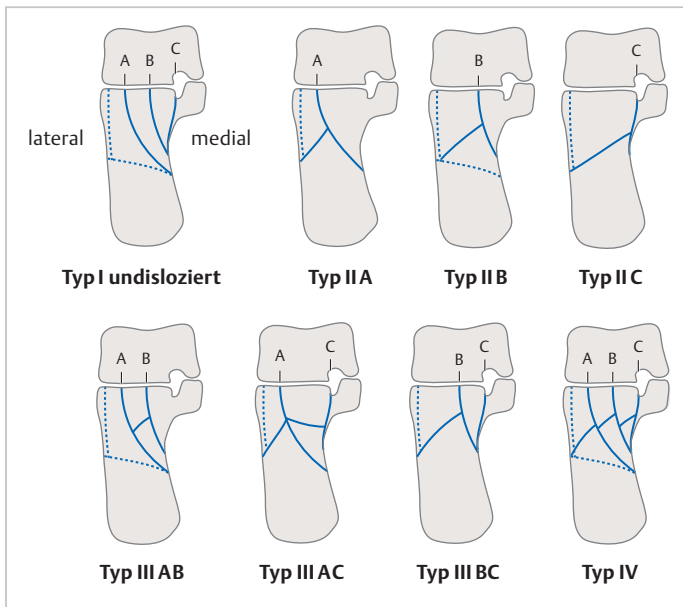


Abb. 6.24 Klassifikation der Kalkaneusfraktur nach Sanders. (Henne-Bruns D. Duale Reihe Chirurgie. 4., aktualisierte Auflage. Stuttgart: Thieme; 2012)

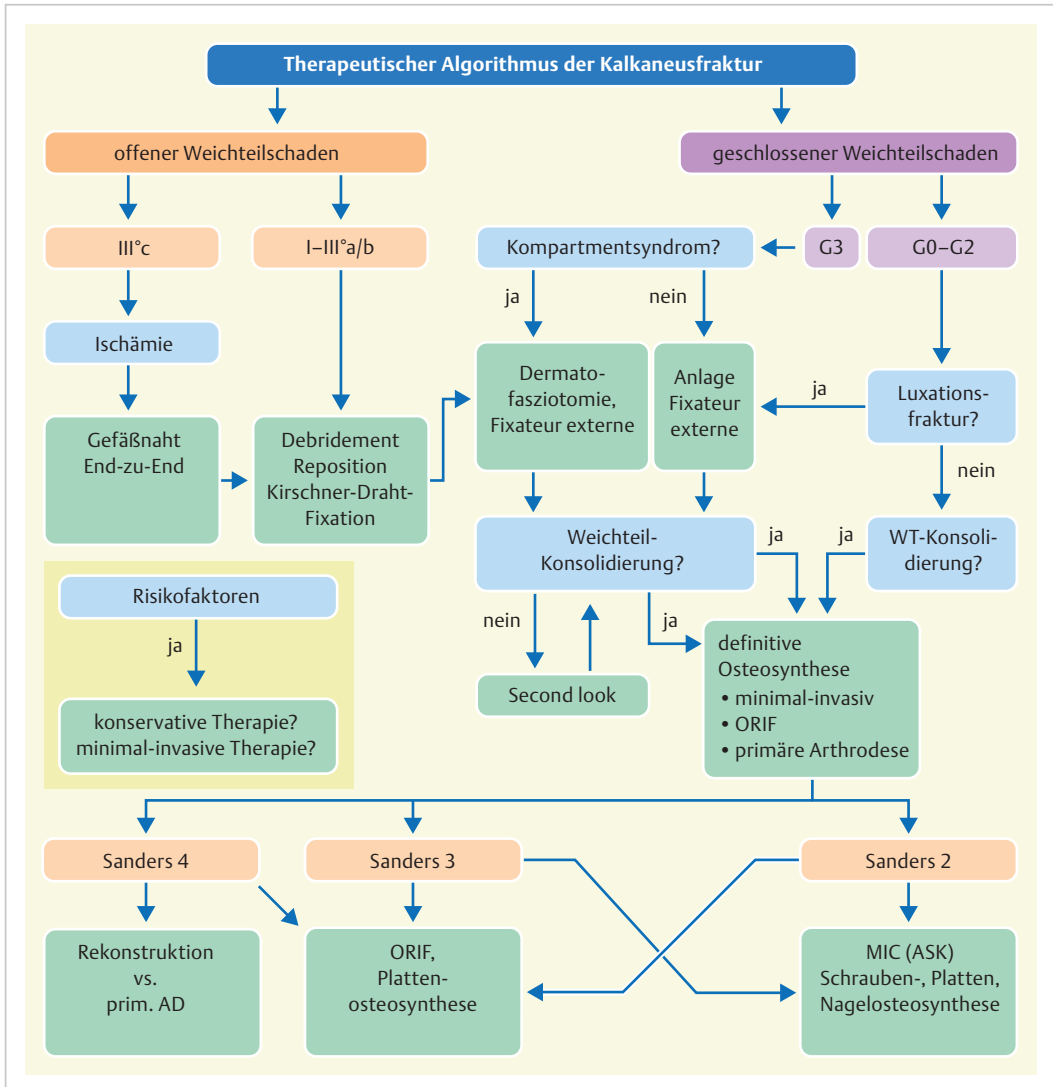


Abb. 6.25 Therapeutisches Vorgehen bei Kalkaneusfraktur.

nung mit Kirschner-Drähten. Ein primärer Wundverschluss der verletzte Weichteile sollte die absolute Ausnahme darstellen. Da es infolge der hohen kinetischen Energie eines Hochrasanztraumas im Verlauf regelhaft zu sekundären Weichteilschäden kommt, ist jegliche Weichteilspannung der Haut infolge eines primären Wundverschlusses zu vermeiden und die Indikation zur temporären Weichteildeckung mittels luftdurchlässigem synthetischem Hautersatz (z. B. Epigard) großzügig zu stellen. Im Rahmen eines Second-Look-Eingriffs

kann bei Konditionierung der Weichteile der Wundverschluss, bzw. die definitive Osteosynthese erfolgen.

► **Kalkaneusfrakturen mit geschlossenen Weichteilschaden Grad III (Kompartmentensyndrom).** Aufgrund des fragilen Weichteilmantels der Ferse sowie des Unfallmechanismus kann es bei Kalkaneusfrakturen zur Ausbildung eines Kompartmentensyndroms kommen. In diesen Fällen muss notfallmäßig eine Kompartmentsspaltung durch-