

6 Untere Extremität – Spezielle Amputationschirurgie und Prothesenversorgung

6.1 Allgemeines

R. Baumgartner, B. Greitemann

6.1.1 Amputationshöhen

Die Wahl der Amputationshöhe ist eine der verantwortungsvollsten Aufgaben des Arztes. Sie bedarf einer vorherigen genauen Diagnostik unter Abwägung aller Erhaltungsmöglichkeiten und Zufluss-verbessernder Maßnahmen. Die schematische Einteilung in mehr oder weniger wertvolle, wertlose oder gar hinderliche Abschnitte ist nicht mehr gerechtfertigt. Jeder Zentimeter ist wertvoll und jeder Stumpf ist heutzutage orthopädietechnisch versorgbar, sofern der Stumpf auch prothesengerecht gestaltet wurde.

Es besteht nicht der geringste Grund, um der Prothesenversorgung willen höher zu amputieren als nötig wäre.

Die Amputationshöhen an der unteren Extremität sind in ► Abb. 6.1 dargestellt. Einige wenige halten wir für ungeeignet und werden im speziellen Teil darauf hinweisen.

6.1.2 Wahl der bestmöglichen Amputationshöhe

(s. a. Kap. 3)

Wir versuchen einen möglichst peripheren, schmerzfreien und endbelastbaren Stumpf zu schaffen.

Zu berücksichtigen sind:

- Länge,
- Endbelastbarkeit,
- Gelenke.

Länge

Der längere Stumpf hat den längeren Hebelarm und ist daher biomechanisch der bessere [Meier 1871].

Am Fuß profitiert der längere Stumpf außerdem von der größeren erhaltenen Standfläche.

Endbelastbarkeit

Die unteren Extremitäten sind anatomisch und physiologisch voll und ganz auf Stehen und Gehen auf den Füßen ausgerichtet. Ein Beinstumpf mit maximal möglicher Endbelastbarkeit übernimmt diese Funktion so gut wie irgendwie möglich. Auch ein bescheidener Rest an Sohle ist gut belastbar. Die belastete Sohle übermittelt die sensorischen Informationen, die bisher die ganze Fußsohle geliefert hatte.

Die gleichen Überlegungen gelten auch für alle proximaleren Stümpfe.



Merke

Dasjenige operative Verfahren ist das bessere, welches dem Stumpfende eine möglichst hohe Endbelastbarkeit verschafft, um es zu einer Ersatzsohle umzufunktionieren.

Fehlende oder mangelhafte Endbelastung führt zu einer Reihe unerwünschter Spätfolgen:

- **Inaktivitätsosteoporose:** Ohne volle Endbelastung entwickelt sich eine Inaktivitätsosteoporose mit entsprechend erhöhter Frakturgefahr. Besonders betroffen sind Patienten, bei denen sich aus anderen Gründen bereits eine Osteoporose entwickelt hat.
- **Minderdurchblutung:** Eine Amputation führt, ähnlich wie eine Lähmung, automatisch zu einer Minderdurchblutung der Extremität. Die Endbelastung fördert die Durchblutung, jede Entlastung verringert sie. Dabei darf der venöse und lymphatische Abfluss nicht durch strangulierende Prothesenschäfte behindert werden. In späteren Jahren kann die chronische Minderdurchblutung zu irreversiblen arteriellen Durchblutungsstörungen führen, vor allem wenn der Prothesenschaft jahrelang die Femoralarterie komprimiert hat.
- **Propriozeption:** Unter Belastung liefert ein Stumpf weit mehr direkte sensorische Informationen, als wenn er mit dem Schaftboden nur Kontakt hat oder gar in der Luft hängt.
- **Weichteilatrophie:** Nicht belastete Weichteile atrophieren, die Stumpfdeckungsqualität nimmt ab.
- **Wachstumsrückstand:** Im Kindesalter verlangsamt eine Amputation automatisch das Wachstum. Bei nicht endbelastbarem und nicht im Prothesenschaft endbelastetem Stumpf fehlt die für das Wachstum wichtige mechanische axiale Stimulation der Wachstumsfugen. Die Wachstumsfugen allein schaffen es nicht.
- **Prothesentechnik:** Ein möglichst endbelastbarer Stumpf ist nur dann sinnvoll, wenn diese Eigenschaft von der Prothesentechnik restlos ausgenutzt wird.

Gelenke

Natürlich bewegliche Gelenke erhöhen den Wert eines Stumpfes ganz beträchtlich. Alles ist daran zu setzen, besonders die großen Gelenke zu erhalten.

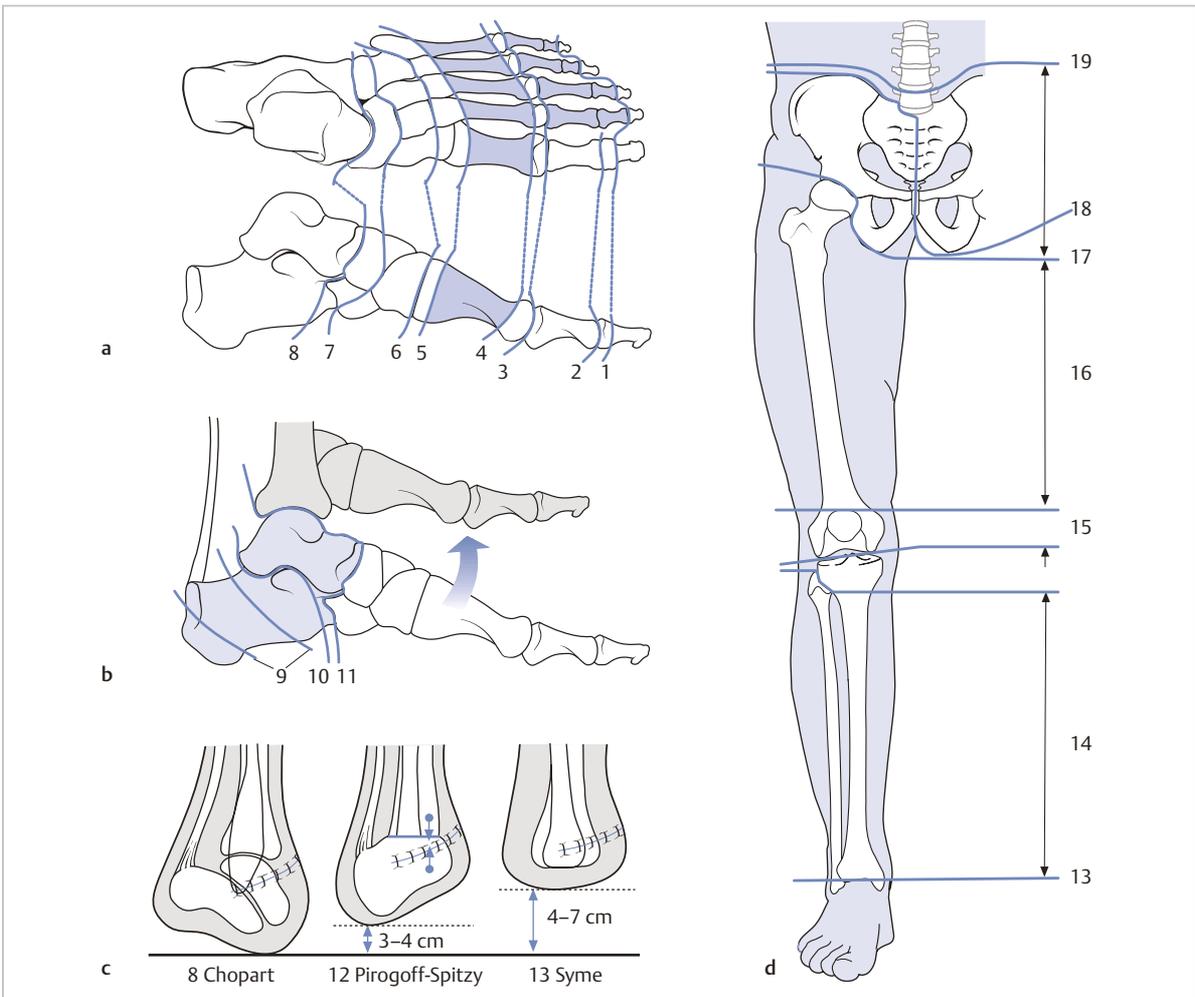


Abb. 6.1 Amputationshöhen an der unteren Extremität. Amputationen durch die schraffierten Zonen an Zehen und Metatarsalia sind nicht zu empfehlen. Internationale ISO-Benennungen in Klammern.

a Vor- und Mittelfuß.

- 1 Zehenendglied
- 2 Hallux: Mittelgelenk
- 3 Exartikulation Grundgelenk
- 4 transmetatarsal transkapital
- 5 transmetatarsal Basis
- 6 Lisfranc-Gelenklinie
- 7 Bona-Jaeger-Gelenklinie
- 8 Chopart-Gelenklinie

b Rückfuß.

- 9 Hemikalkanektomie
- 10 Kalkanektomie mit Arthrodesse des Talonavikulargelenkes
- 11 Resektion von Kalkaneus, Talus und Malleolen nach Baumgartner

c Rückfuß.

- 8 Chopart-Gelenklinie
- 12 kalkaneotibiale Fusion nach Pirogoff-Spitzzy u.v.a.
- 13 transmalleolär nach Syme (ankle disarticulation)

d Bein.

- 13 transmalleolär nach Syme (ankle disarticulation)
- 14 Unterschenkel (trans-tibial)
- 15 Knieexartikulation, transgenikulär, transkondylär (knee disarticulation)
- 16 Oberschenkel (trans-femoral)
- 17 Hüfte: Exartikulation (hip disarticulation)
- 18 Hemipelvektomie (trans-pelvic amputation, forequarter amputation)
- 19 Hemikorporektomie

6.2 Fuß (partial foot amputation)

R. Baumgartner, B. Greitemann

6.2.1 Allgemeines

Die Qualität des mit Sohlenhaut bedeckten Fußstumpfs ist jeder höheren Amputation derart überlegen, dass es sich lohnt, alle Chancen zu nützen und das sorgfältig bedachte Risiko einer Nachamputation in Kauf zu nehmen. Folgende Punkte sind hervorzuheben:

- **Volle Endbelastbarkeit:** Die außergewöhnlichen Eigenschaften der Fußsohle machen einen Fußstumpf praktisch immer voll endbelastbar. Seine Leistungsfähigkeit entspricht direkt seiner Sohlenfläche. Selbst die Reduktion auf die Ferse bei Amputationen am Rückfuß ermöglicht im günstigsten Falle immer noch eine volle Belastung wenigstens für einige Schritte.
- **Standfläche:** Die nebeneinander gestellten Füße beschreiben ein Trapez, in dessen Zentrum die Lotlinie des Körperschwerpunkts fällt. Bei jedem Verlust an Länge verkleinert sich die Standfläche. Entsprechend höher wird der Druck (► Tab. 6.1, ► Abb. 6.2). Eine möglichst intakte Standfläche ist besonders wertvoll für Patienten mit Störungen der Sensorik und Motorik sowie der Seh- und Gleichgewichtsorgane.
- **„Innere“ Amputationen** (s. Kap. 6.2.4): Nach der Resektion von Fußknochen unter Erhaltung der Zehen fühlen sich die Patienten nicht als Amputierte, weil optisch die Zehen und damit das Aussehen des Fußes erhalten bleibt, Nerven werden nicht durchtrennt.
- **Teilamputationen:** Nicht jede Amputationslinie muss am Fuß so quer verlaufen, wie es auf den Schemata eingezeichnet ist. Vielmehr eignen sich der Vor- und der Mittelfuß gut für Teilamputationen in der Längsrichtung. Sie verringern die Standfläche weit weniger und die Fußlänge bleibt wenigstens ein Stück weit bestehen.

Tab. 6.1 Mit jeder Kürzung wird die Standfläche geringer, der Druck auf die Sohle entsprechend größer (am Beispiel eines Patienten mit 70 kg Körpergewicht und Schuhgröße 40) [Wietfeld 2005].

Amputationshöhe	Sohlenfläche cm ²	Belastung pro cm ²
1. (Einbeinstand) keine	140 cm ²	500 g/cm ²
1. 1. Strahl	120 cm ²	580 g/cm ²
1. Lisfranc	80 cm ²	875 g/cm ²
1. Pirogoff, Syme	28 cm ²	2700 g/cm ²

- **Statischer Aufbau:** Ein Fußstumpf muss im Lot stehen, damit seine Vorteile voll zur Geltung kommen. Jegliche Fehlstellung ist zu vermeiden. Der Fuß sollte plantigrad in der Transversalebene auf dem Boden auftreten können. Geringe Fehlstellungen lassen sich durch Prothese und Schuhwerk ausgleichen, stärkere allerdings nicht. Sie erfordern operative Korrekturen.
- **Fußgelenke:** Für die Qualität eines Fußstumpfs ebenso wichtig ist der Bewegungsumfang der erhaltenen Gelenke, vor allem des oberen Sprunggelenks. Er darf durch nicht Prothesen eingeschränkt werden, wenn es anders auch geht.
- **Muskelgleichgewicht.** An jedem Fußstumpf ist das Muskelgleichgewicht gestört. Schon der Verlust einer Zehe ändert Bewegungsumfang und Kräfteverhältnisse im Stehen und vor allem im Gehen. Die Muskelatrophie äußert sich auch in einem geringeren Wadenumfang.

Je kürzer der Stumpf, umso größer die Gefahr sekundärer Fehlstellungen. Am stärksten ist die Tendenz zur Spitzfuß- und Varuskontraktur am Chopart-Stumpf. Die Mm. peronaei als Pronatoren haben der supinierenden Wirkung des Tibialis anterior und vor allem der Achillessehne nichts Gleichwertiges entgegenzustellen. Das Hebelverhältnis von Vor- zu Rückfuß beträgt 4:1. Nach einer Rückfußamputation ist dieses Verhältnis stärker gestört. Den Fußhebern fehlt der gewohnte Hebelarm und Ansatz im Gegensatz zu den Antagonisten, den Plantarflektoren.

Merke



Eine drohende Fehlstellung ist um jeden Preis zu vermeiden, erstens durch die operative Technik und Nachbehandlung, zweitens durch eine Prothesenversorgung, die von Anfang an einer Fehlstellung energisch Gegensteuer gibt.

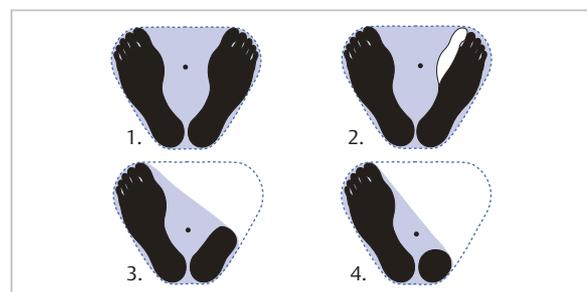


Abb. 6.2 Mit jeder Kürzung nehmen die Standfläche ab und der Druck auf die Sohle zu. Ein kurzer Stumpf ist leichter aus dem Lot zu bringen als ein langer (► Tab. 6.1).

- **Energieaufwand:** Je höher die Amputation, umso größer der für den Prothesengang erforderliche Energiebedarf. Er beträgt etwa 150% beim Unterschenkel- und 200% beim Oberschenkelamputierten. Mit einem Fußstumpf müssen die Amputierten deutlich weniger zusätzliche Energie aufbringen.
- **Propriozeption:** Der Fuß ist auch ein wichtiges taktilen Organ. Die physiologischen propriozeptiven Eigenschaften der Fußsohle vermitteln Informationen, die kein noch so guter Beinstumpf bieten kann. Selbst dann, wenn die oberflächliche und tiefe Sensibilität gestört oder gar aufgehoben ist, gibt ein Fußstumpf dem Amputierten eine wesentlich größere Sicherheit im Stehen und Gehen als ein Beinstumpf.
- **Beinverkürzung, Beinverlängerung:** Ein Fußstumpf führt zu keiner oder nur geringen Beinverkürzung. Sie ist am stärksten bei Amputationen am Rückfuß nach Pirogoff und Syme. Das Argument von Technikern, beim Chopart-Stumpf fehle der Platz für den Prothesenfuß, ist ein kaptales Eigentor. Allerdings darf der Stumpf nicht klump- und spitzfüßig kontrakt sein! Jede Kontraktur in Spitzfuß hat eine funktionelle Beinverlängerung zur Folge, mit Überlastung am Außenrand der Stumpfspitze wegen der gleichzeitig auftretenden Supination. Sie macht die Einbettung des Stumpfes in Hackenfußstellung in die Prothese unmöglich. Kommt eine operative Korrektur nicht infrage, ist ein Längenausgleich auf der Gegenseite erforderlich.
- **Zwei Beine, fast zwei Füße:** Schließlich ist es für den Patienten nicht allein funktionell, sondern auch psychologisch ein großer Unterschied, wenn er weiterhin auf seinen beiden eigenen Füßen wird stehen und barfuß gehen können, und seien es nur ein paar Schritte.

Ätiologie

Alle Ursachen für Beinamputationen gelten auch für den Fuß. Nur ist der prozentuale Anteil verschieden. Unfallfolgen und arterielle Durchblutungsstörungen sind etwa gleich häufig die Ursachen und machen zusammen an die 90% aus.

Druck- und Scheuerstellen

Der Fuß ist im Alltag hohen Belastungen ausgesetzt. Prominente Knochenanteile sind teilweise nur gering weichteilgedeckt, Fehlstellungen der Zehen oder des Fußes, Druck seitens des Schuhs können bei Risikofüßen schnell zu Verletzungen führen. Beim Gehen treten nicht nur axiale Kräfte auf, sondern auch wenig zu kontrollierende Scherkräfte. Es kommt zu Scheuerbewegungen, die den Schutzschild der Haut aufbrechen lassen. Die Reibung mit Schuhwerk und Prothesenschaft kann Brandblasen verursachen, vor allem an der Ferse. Besonders gefährdet sind Patienten mit arterieller Durchblutungsstörung und Neuropathie.

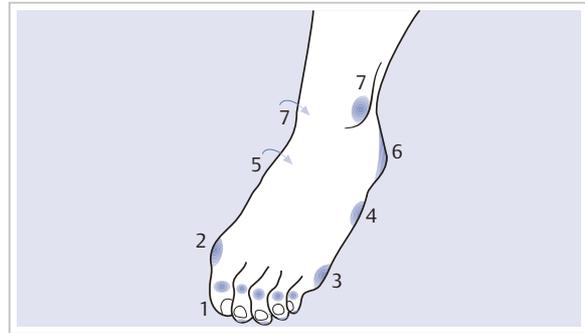


Abb. 6.3 Druckgefährdete Stellen am Fuß

Folgende Stellen sind am Fuß besonders druckgefährdet (► Abb. 6.3):

1. Zehen: Kuppen, bei Hammerzehen auch über den Mittelgelenken, bei Zehenfehlstellungen oft auch die Streckseiten der PIP-Gelenke,
2. medialer Rand von Kopf Metatarsale I, besonders bei Spreizfuß und Hallux valgus,
3. Köpfchen von Metatarsale V, besonders bei Spreizfuß und Supinationsfehlstellung,
4. Basis von Metatarsale V lateral und plantar,
5. vorstehendes Naviculare cornutum oder Os tibiale externum am Scheitelpunkt der inneren Längswölbung, vor allem beim Knick-Senk-Fuß,
6. Ferse und Ansatz der Achillessehne,
7. äußerer und innerer Knöchel.

Ferner:

- Nach außen vorstehende Fragmente nach Frakturen oder bei Osteoarthropathie,
- Osteosynthesematerial unter der Haut.

6.2.2 Operative Prinzipien

Haut

Die **Haut am Fußrücken** ist im Gegensatz zur Fußsohle weniger belastbar, zur Unterlage gut verschieblich. Sie ist aber auch druckempfindlicher, vor allem an den erwähnten Punkten. Ödeme lassen den Fußrücken anschwellen und können die Versorgung mit Strümpfen, Prothesen und Schuhwerk problematisch machen. Dennoch kann auch in Einzelfällen die Fußrückenhaut zur Stumpfdeckung genutzt werden, um höhere Amputationen zu vermeiden.

Die **Sohlenhaut** dagegen ist belastbar, derb, zur Unterlage kaum verschieblich und schwillt nur wenig an. Sie ist bei der Stumpfdeckung vorzuziehen. Ihre Funktion als hydraulisches Kissen kann durch Fisteln und Operationsnarben beeinträchtigt werden. Wenn immer möglich versuchen wir daher, Operationsschnitte auf den Fußrücken zu legen, evtl. seitlich an den Übergang statt in die Sohlenhaut (► Abb. 6.4).



Abb. 6.4 Schaukelfüße bei diabetischer Neuro-Osteo-Arthropathie
a Malum perforans durch vorstehende Fragmente.
b Entfernen durch seitlichen Zugang, um die Sohle nicht weiter zu traumatisieren.
c Ergebnis. Versorgt mit orthopädischen Maßschuhen.

Obwohl die Sohlenhaut eine andere Dicke hat als die des Fußrückens, schafft es die Natur, beide zu einer zarten Narbe zu vereinigen. Der Operateur muss nur dafür sorgen, dass sich die Oberflächen der Wundränder ohne Zug und ohne Strangulationen aneinander anschmiegen.

Plastisch-chirurgische Eingriffe

Um den Fuß nicht noch stärker kürzen oder gar aufgeben zu müssen, sind plastisch-chirurgische Eingriffe zu prüfen. Für die Belastbarkeit der Trittflächen des Fußes sind der gekammerte Aufbau des subkutanen Gewebes und die durch bindegewebige Septen vermittelte Fixierung der Sohlenhaut neben der Sensibilität entscheidend. Wenn immer möglich, sollte deshalb die Deckung von Defekten in belasteten Abschnitten der Fußsohle mit Gewebe ähnlicher Qualität erfolgen (s. Kap. Gestielte Lap- penplastiken).

Spalthauttransplantate

Sie sind der mechanischen Beanspruchung schlecht gewachsen. Die unterschiedliche Verschieblichkeit zur Unterlage führt nicht selten zu einem Aufreißen der Narben am Rande. Sie haben keine sensorische Innervation. Schließlich ist auch die Entnahmestelle nicht immer reizlos.

Die Indikation für Spalthautlappen ist zurückhaltend zu stellen. Oberflächliche Hautdefekte am Fußrücken bis zu 2 cm Breite heilen innerhalb von Wochen spontan ab. Die Narbe kann später weiter schrumpfen und wird nicht durch interponierte Transplantate daran gehindert (► Abb. 6.5).

Ein wichtiger Sonderfall ist die vollständige Ablederung der Weichteile bei intakt gebliebener Durchblutung der darunter gelegenen Gewebe. Hier sind Hauttransplantate die einzige Möglichkeit, den Fußstumpf überhaupt zu er-



Abb. 6.5 Keilamputation Metatarsale II und III bei Diabetes
a Hautdefekt.
b Mit Septopal-Minikette und Epigard ausgelegt. Später wurde bei jedem Wechsel ein Hautrand von 2–3 mm unbedeckt belassen.
c Ergebnis nach ca. 6 Wochen. Ansicht von dorsal.
d Ergebnis nach ca. 6 Wochen. Ansicht von plantar. Minimale Inzision an der Sohle.

halten. Sind alle Knochenstümpfe gut abgerundet und möglichst durch Weichteile gepolstert, kann ein solcher Fußstumpf erstaunlich leistungsfähig werden, selbst wenn er nur mit Meshgraft bekleidet ist. Solche Stümpfe erfordern vom Patienten eine peinliche Hygiene und vom Techniker eine Prothese, die durch entsprechende Weibettung das fehlende Sohlenpolster zu kompensieren sucht (s. ► Abb. 6.45).

Freie mikrochirurgische Haut-Muskel-Lappen

Als Sohlensersatz sind sie der mechanischen Belastung auf die Dauer ebenfalls schlecht gewachsen. Auch ihnen fehlt die sensorische Innervation. Im Gegensatz zur Sohle sind sie zudem zu ihrer Unterlage verschieblich. Der Stumpf „schwimmt“ im Lappen und erschwert die Propriozeption (► Abb. 6.6). Die Narbe am Übergang zur normalen Haut reißt oft auf. Auch ein nachträgliches Verschmächting verbessert den Halt mit der Unterlage nicht.

Zudem sind Beschwerden an der Entnahmestelle nicht selten. Die Indikation ist daher mit Zurückhaltung zu stellen und gegen Eingriffe am Skelett abzuwägen oder mit ihnen zu kombinieren.

Gestielte Lappenplastiken

Eine weitaus bessere Lösung als freie Lappen bieten die gestielten Lappenplastiken, bei denen der Gefäß-Nerven-Strang und damit Durchblutung und Sensibilität erhalten bleiben.

Die Zusammenarbeit zwischen dem plastischen Chirurgen und dem Orthopäden ist gefragt. Grob gesagt ist der eine für die Weichteile zuständig, der andere für den Knochen.



Abb. 6.6 Amputation im Lisfranc-Gelenk durch Walzenverletzung. Stumpf bedeckt durch freien mikrochirurgischen Vollhautlappen vom Schultergürtel.

- a** Der Lappen verhindert den festen Kontakt zwischen Stumpf und Schaft einer Kurzprothese. Die Patientin muss mit einer Prothese vorlieb nehmen, welche den Rückfuß immobilisiert.
- b** Die seitliche Röntgenaufnahme zeigt die Dicke des Lappens. Clips bei den Gefäßanastomosen.

Zwei Beispiele verdanken wir Steen und Brückner:

► **Instep-Lappen.** Im Fersenbereich hat sich der Instep-Lappen (► Abb. 6.7) aus dem nichtbelasteten Hohlfuß bewährt [Baker et al. 1990, Duman et al. 2002, Harrison u. Morgan 1981, Mourougayan 2006]. Der Lappen wird an der A. plantaris medialis gestielt. Haut und subkutanes Gewebe werden bis auf die Plantaraponeurose en bloc gehoben. Die in den Lappen einzuschließende Arterie mit ihren Begleitvenen verläuft unter dem Rand der Plantaraponeurose, sodass die Hebung technisch anspruchsvoll ist, wenn die Plantaraponeurose belassen wird. Die Mitnahme des medialen Abschnitts der Plantaraponeurose bleibt ohne wesentliche Folgen, sodass viele Operateure dieses Vorgehen bevorzugen. Die Größe des Lappens muss die Konvexität der Ferse und die Schwellung nach Transfer einkalkulieren. Der Lappen ist sensibel innerviert.

Zur Vorbereitung des Fersendefekts wird dieser sauber débridiert. Immer sollte die ganze Ferse mit dem Lappen gedeckt werden, sodass die Randnarben des Lappens soweit irgend möglich im unbelasteten Bereich liegen. Die Positionierung der Randnarbe auf die belastete Fläche



Abb. 6.7 Instep-Lappen (PD Dr. M. Steen).

- a** Posttraumatischer Sohlendefekt an der Ferse.
- b** Schnittführung.
- c, d** Präparation des gefäßgestielten Instep-Lappens.
- e, f** Postoperatives Ergebnis. Entnahmestelle mit Meshgraft gedeckt.

führt häufig zu Ulkusbildungen und kompromittiert den Operationserfolg. Es gilt: Der Defekt wird dem Lappen angepasst, nicht der Lappen dem Defekt.

Der Lappen wird dann am Gefäßstiel in den Fersendefekt transponiert. Sollte es dabei zu Zirkulationsminderungen kommen, so empfiehlt sich eine Pause. Der Lappen wird dann in den Hebedefekt zurückverlagert, die Ferse temporär mit Kunsthaut abgedeckt. Nach 2 Tagen gelingt der Transfer dann ohne Stress des Lappens.

Der Hebedefekt wird mit Spalthaut gedeckt. Dies kann primär zusammen mit dem Lappentransfer oder nach Konditionierung des Hebedefekts sekundär geschehen.

Wir empfehlen eine Belastung erst nach stabiler Einheilung nach 4 Wochen mit Bodenkontakt. Danach sollte ein langsamer Belastungsaufbau über etwa 6 Wochen erfolgen, bis eine Vollbelastung einsetzt. Langfristig kann der Lappen voll belastet werden. Im Vergleich z. B. zum fasziokutanen Suralislappen vom Unterschenkel auf die Ferse erzielt der Instep-Lappen die besseren Ergebnisse [Rashid et al. 2003].

Neben dieser klassischen Verwendung, gestielt zur Defektdeckung an der Ferse, kann der Lappen auch distal gestielt für plantare Defekte im Vorfußbereich eingesetzt werden [Butler u. Chevray 2002, Coruh 2004, Oberlin et al. 2000], ebenso als mikrovaskulär frei transferierter und sensibel angeschlossener Lappen für den anderen Fuß oder die palmare Fläche der Hand [Morrison et al. 1983, Ninkovic et al. 1996].

► **Syme-Amputation mit Vorfußsohle als endbelastungsfähiger Insellappen.** Die Amputation nach Syme verfolgt das Ziel, einen endbelastungsfähigen Stumpf auf Höhe des distalen Tibiaendes zu bilden. Besonders bei Kindern mit Fehlbildungen oder nach Trauma oder Tumor hat sich dies als gute Lösung erwiesen [Neff 2001]. Häufig stellen sich aber trotz der belastbaren Fersenweichteile auf dem Stumpf sekundäre Probleme ein, welche die Endbelastungsfähigkeit herabsetzen [Gaine u. McCreath 1996, Hornby u. Harris 1975, Koller et al. 2001, McElwain et al. 1985, Rubin 1981]. Auf der andern Seite gibt es auch Hinweise, dass weniger belastbare Weichteile aus der direkten Umgebung des Fußgelenks zu guten Ergebnissen führen können [Koller et al. 2001]. Gute Erfahrungen liegen auch mit dem Transfer von Fußsohlenanteilen zur Deckung weiter proximal liegender Unterschenkelstümpfe vor [Kasabian et al. 1995, Menager et al. 1988, Yowler et al. 2001].

Ziel sollte es bei der Amputation nach Syme deshalb immer zuerst sein, einen Haut-Weichteil-Mantel mit dem spezifischen anatomischen Aufbau der Fußsohle zu verwenden. Wenn die Ferse nicht mehr erhalten ist und ausreichende Teile der Fußsohle im Vorfußbereich und ein verwendbarer Gefäß-Nerven-Stiel noch vorhanden sind, so sollte deshalb versucht werden, die Vorfußsohle als neurovaskulären Insellappen auf den Stumpf zu verlagern.

Operationstechnisch ist nach der Auspräparation des Insellappens und winkelgerechter Zurichtung des knöchernen Stumpfes darauf zu achten, dass der Gefäßstiel nicht abknickt und dass die Randnarbe außerhalb der Belastungsfläche zu liegen kommt.

Wir stellen einen Fall dar, bei dem durch dieses Vorgehen eine seit 5 Jahren dauerhaft belastbare Stumpfversorgung gelungen ist (► Abb. 6.8).

Muskulatur

Zum Sohlenpolster gehört nebst der Haut auch die kleine Fußmuskulatur. Bei arteriellen Durchblutungsstörungen und besonders bei Neuropathie ist sie blass, fibrös oder fettig degeneriert. Das bedeutet durchaus nicht, sie zu entfernen, solange aus der Schnittfläche Blutpunkte austreten. Soll sie erhalten bleiben, ist darauf zu achten, dass sie nicht von der Sohlenhaut abgehoben wird.



Tipps und Tricks

Beim Ausschärfen den Muskellappen am Rand 2–3 mm dick in der Querrichtung zu den Fasern absetzen, um Randnekrosen zu vermeiden.

Sieht die Muskulatur blau-livide aus und ist sie von frischen Thrombosen durchsetzt, ist deren Resektion unbedingt angezeigt. Gegebenenfalls ist der Stumpf zu kürzen.

Sehnen

Es erscheint logisch, die langen Sehnen zu verankern oder mit den Antagonisten zu vereinigen, um das Muskelgleichgewicht wiederherzustellen. Bei den hohen Fußamputationen wurden Tendomyoplastiken beschrieben (Marquardt), um ein Muskelgleichgewicht herzustellen. Wegen des erhöhten Risikos von Wundheilungsstörungen bei Durchblutungsstörungen sind wir davon abgekommen.

Wir setzen die langen Sehnen grundsätzlich auf Höhe des knöchernen Stumpfendes ab, ohne sie zu reinsereien.

Bei tiefen Infekten bilden sie mit ihren Sehnenscheiden eine Eintrittspforte für die Bakterien. Innerhalb von Stunden kann sich ein akuter Infekt in den Sehnenscheiden hinauf bis in den Unterschenkel ausbreiten. In diesem Falle erlaubt nur ein breites Eröffnen der Sehnenscheide mit vollständiger Resektion der Sehnen und offener Wundbehandlung, den Infekt unter Kontrolle zu bekommen, um den Fuß überhaupt zu erhalten (► Abb. 6.9).



Abb. 6.8 Insellappen auf Syme-Stumpf (PD. Dr. M. Steen).

- a Posttraumatische chronische Fersenbeinosteitis.
- b Präparation des Lappens.
- c, d Resektion des gesamten Fußskeletts mitsamt dem oberen Sprunggelenk.
- e Intraoperatives Röntgenbild, markiert mit Kirschner-Drähten zur achsengerechten Darstellung der Tibiaresektionsfläche, um schräge Osteotomien auszuschließen, die eine Fehlbelastung der Weichteile zur Folge haben können
- f Stumpf von plantar.
- g Stumpf von ventral.
- h Endgültiger Zustand.



Abb. 6.9 Diabetische Neuropathie.

Phlegmone der Peronäalsehnen, ausgehend von einem Malum perforans der Sohle. Notfallmäßige breite Eröffnung. Resektion der Sehnen.

- a In Heilung.
- b Abgeheilt ohne jede Wundnaht, unter Ruhigstellung durch Fixateur externe und 3 Wochen später durch Unterschenkelgips.

Knochen

Am intakten Fuß haben Ballen und Zehen in der Abstoßphase erhebliche Kräfte zu übertragen. Nach Teilamputationen haben die übrig gebliebenen Strahlen diese Aufgabe zu übernehmen, bei vollständiger Amputation die gesamte Stumpfspitze. Damit der Amputierte auf seiner Stumpfspitze abstoßen kann, ist der Bearbeitung der Knochenstümpfe und deren Bedeckung mit Weichteilen besondere Beachtung zu schenken. Die Abrundung orientiert sich dabei an der Abrollfunktion des Fußes.

Merke



Unser Ziel ist eine Stumpfspitze, die sich so voll belasten lässt wie ehemals der Ballen.

Risiken und Gefahren



Die Resektionsflächen am Fuß sollten immer durch spongiösen Knochen gehen oder durch Gelenkflächen, nie aber durch die Diaphyse der Röhrenknochen. Diese spitzen sich sekundär zu (gerade beim Diabetiker!) und bohren sich in die Sohle hinein. Außerdem bietet die offene Markhöhle den Bakterien eine willkommene Eintrittspforte (► Abb. 6.10).

Knochenstümpfe sind in ihrer Länge aufeinander abzustimmen und sowohl in der Sagittal- wie in der Frontalebene abzurunden und abzusetzen. Je kürzer der Stumpf, umso schräger ist der Knochen schlittenförmig abzurunden. Auch die dorsalen Knochenkanten müssen leicht gebrochen werden.

Nach plantar und distal vorstehende Fragmente sind durch präoperative bildgebende Verfahren und dann durch Palpation zu identifizieren und zu entfernen, nötigenfalls durch eine Verlängerung des Schnittes am Fußrand. Durch Palpation lässt sich feststellen, ob die Flächen glatt abgerundet und in der Länge aufeinander abgestimmt sind. Plantare Weichteilnarben kontrahieren sich postoperativ, besonders Hauttransplantate. Hohlfuß-, Spitzfuß- und Varuskontrakturen des Stumpfes können operative Korrekturen erfordern (s. ► Abb. 6.35, ► Abb. 6.36).

Wundverschluss

Die geringste Spannung der Weichteile führt zum Misserfolg, egal, ob die Wundränder bereits primär unter Spannung verschlossen oder ob die Weichteile sekundär durch Sekrete oder Verbände unter Spannung gebracht wurden.

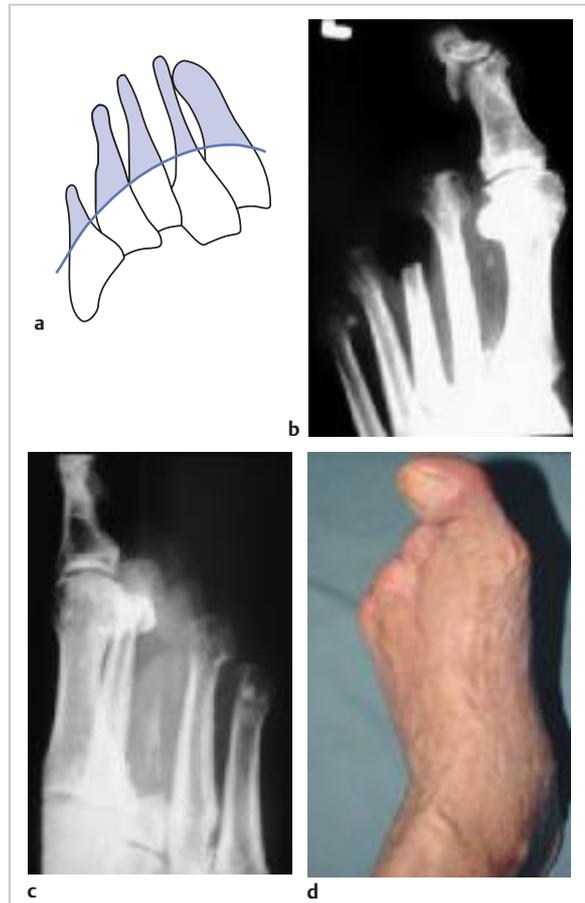


Abb. 6.10 Komplikationen nach Amputationen durch die Diaphysen der Metatarsalia.

- a Transmetatarsale geschwungene Amputationslinie durch die Spongiosa der Basis.
- b Markhöhlenabszess. Exartikulation der Zehen II–IV, mit Amputation von Metatarsale III durch die Diaphyse.
- c Postoperativ kirschengroßer Abszess. Nachresektion durch die Basis.
- d Ergebnis. 75-jährige Diabetikerin.

Merke



Eine zuverlässige Drainage ist für den Erfolg der Operation zwingend erforderlich, ausgenommen sind Fälle von mangelhafter Spitalhygiene. Ihre Funktion muss zeitnah nach der OP (auch abends) kontrolliert werden.

Die geschlossene Saugdrainage hat den Vorteil, unabhängig von der Lage des Fußes zu funktionieren und hygienisch sicher zu sein. Sie ist jedoch nur bedingt zuverlässig. Die Gefahr ist nicht gering, dass die Drainage verstopft, das Vakuum nicht mehr funktioniert oder der Schlauch herausfällt, wenn er nicht mit einer Naht gesichert wird. Es empfiehlt sich, die Drainage doppelt anzusetzen.

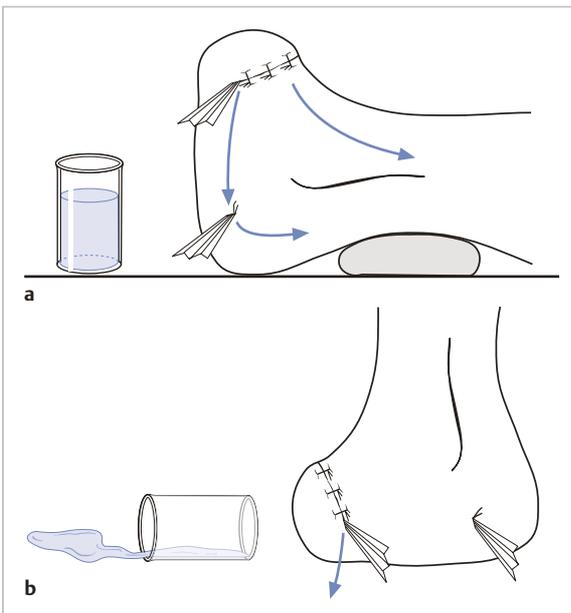


Abb. 6.11 Offene Drainage

- a** Offene Drainage.
b Um ein Eindringen des Sekrets in die langen Sehnencheiden zu vermeiden, muss der Fuß immer wieder tief gelagert werden.

legen, so klein die Wunde auch sein mag, und ausreichende Drainagenquerschnitte zu wählen.

Die offene Laschendrainage funktioniert dagegen zuverlässig rund um die Uhr, bedarf jedoch eines geschulten Teams, um Infektionen zu vermeiden. Nur muss der Fuß zwischendurch tief gelagert werden, damit das Sekret abfließen kann (► Abb. 6.11).

Nach Entfernen einer offenen Drainage lassen sich klaffende Wundränder einige Tage später ggf. mit einer intraoperativ vorgelegten Sekundärnaht oder mit Steristrips verschließen, falls die Wunde nicht sezerniert. Andernfalls ist es klüger, den Wundverschluss per secundam abzuwarten oder, wenn das zu lange dauert, die Wunde in Lokalanästhesie zu exzidieren und primär zu vernähen. Unabdingbar sind dabei ein hochsteriler Verbandwechsel und genügend aufnehmende Kompressen.

Lagerung

Je kürzer ein Fußstumpf, umso stärker die Tendenz zur Kontraktur in Varus- und Spitzfußstellung. Proximal des Lisfranc-Gelenks lässt sich weder mit Lagerung, mit festen Verbänden noch mit Physiotherapie oder allem zusammen eine Fehlstellung sicher verhindern. Hier ist die temporäre Ruhigstellung mit einem Fixateur externe zwischen Tibia und Kalkaneus möglich.

Diese Maßnahme ist mehr als nur eine Kontrakturprophylaxe. Sie erleichtert den Verbandwechsel, verhindert Spannungen auf die Wundränder und dient indirekt der



Abb. 6.12 Fixateur externe zur Immobilisation und Kontrakturprophylaxe.

- a** Nach Resektion von Talus und oberem Sprunggelenk bei diabetischer Arthropathie (weiterer Verlauf s. ► Abb. 6.42).
b Röntgenbild.
c Kastenfixateur (Klinik für Technische Orthopädie, Universität Münster, Prof. Dr. med. H. H. Wetz, Dr. A. Koller).

Schmerzbekämpfung. Als Kastenfixateur angelegt, entlastet sie zudem die Ferse (► Abb. 6.12) (s. a. Kap. 4.2).

Eine Alternative ist eine Ruhigstellung in einer Gipschale. Diese kann gleich so gearbeitet werden, dass sie auch als Schutz vor Verletzungen in der Folge genutzt werden kann. Es kommt nicht selten vor, dass Amputierte – gerade nachts beim Aufstehen – auf dem Stumpfende auftreten oder sich stoßen.

6.2.3 Zehen

Allgemeines

Zehenamputationen sind bei Traumata, Durchblutungsstörungen und Infekten (oft beim Diabetes mellitus), sehr selten bei starken Fehlstellungen indiziert, wenn eine innere Amputation (Resektion) nicht möglich ist.

Die Meinung ist weit verbreitet, der Verlust einer oder auch mehrerer Zehen sei kaum der Rede wert. In der Tat