

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik (König-Ludwig-Haus, Würzburg),  
Lehrstuhl für Orthopädie der Universität Würzburg  
Direktor: Prof. Dr. med. J. Eulert



**Die operative Behandlung des Rezidivklumpfußes und residueller Deformitäten**

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Susanne Zvada

aus Nürnberg

Würzburg, August 2006

**Referent: Priv.-Doz. Dr. med. P. Raab**

**Koreferent: Prof. Dr. med. H.-M. Straßburg**

**Dekan: Prof. Dr. med. Georg Ertl**

**Tag der mündlichen Prüfung: 14.12.2006**

**Die Promovendin ist Ärztin**

In Dankbarkeit  
meinen Eltern und meiner Familie  
gewidmet

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Ätiologie des idiopathischen Klumpfußes	3
1.2 Pathoanatomie des Klumpfußes	3
1.3 Diagnostische Abgrenzung des idiopathischen Klumpfußes zu anderen Deformitäten	5
1.4 Röntgenologische Diagnostik des Klumpfußes	6
1.5. Therapie des idiopathischen Klumpfußes	7
1.5.1. Ziel der Therapie	7
1.5.2. Konservative Therapie	8
1.5.3. Operative Therapie	11
1.5.4. Komplikationen bei der Behandlung des idiopathischen Klumpfußes	13
1.6. Der Rezidivklumpfuß oder die residuelle Deformität	15
1.6.1. Haupttypen des Klumpfußrezidivs	16
1.6.2. Operative Therapie des Rezidivklumpfußes oder der residuellen Deformität	18
2. Patienten und Methoden	22
2.1. Erläuterung des Patientenkollektivs	22
2.1.1. Geschlechtsverteilung	24
2.1.2. Seitenverteilung	24
2.1.3. Altersverteilung	24
2.2. Anamnese des Patientenkollektivs	25
2.2.1. Darstellung der Behandlungsverfahren im Patientenkollektiv	25
2.2.1.1. Konservative Therapie	25
2.2.1.2. Die primär operative Therapie	25
2.2.1.3. Nachbehandlung der Primäroperationen	28
2.3. Untersuchungsablauf	29
2.3.1. Klinische Untersuchung	29
2.3.1.1. Subjektive Angaben	29
2.3.1.2. Objektive Bewertungskriterien	30
2.3.1.2.1. Klinische Parameter	30
2.3.1.2.2. Röntgenologische Untersuchung	30
2.4. Bewertungssysteme (Mc Kay, Simons, Lehman)	36
3. Ergebnisse	38
3.1. Auswertung des Anamnesebogens	39
3.1.1. Familiäre Vorbelastung	39
3.1.2. Besonderheiten in der Schwangerschaft	40
3.1.3. Besonderheiten bei der Geburt	40
3.1.4. Sonstige Grunderkrankungen	40
3.2. Die operative Therapie	41
3.2.1. Die Voroperationen	41
3.2.2. Die operative Therapie des Rezidivklumpfußes	41
3.2.3. Die operative Therapie des Rezidivklumpfußes in Bezug auf die peritalare Arthrolyse	42
3.2.3.1. Anzahl und Art der Voroperationen	42
3.2.3.2. Operationsarten beim Revisionseingriff	44
3.3. Klinische Ergebnisse	46
3.3.1. Subjektive Parameter	46
3.3.1.1. Schmerzen	46
3.3.1.2. Funktionelle Einschränkung	47
3.3.1.3. Zufriedenheit	48
3.3.2. Objektive Untersuchungsbefunde	49
3.3.2.1. Beweglichkeit des oberen Sprunggelenks	49
3.3.2.2. Fußstellung	49
3.3.2.3. Narbenverhältnisse	50
3.3.2.4. Schuhwerk/Orthopädische Hilfsmittel	51
3.3.2.5. Kraft und Funktionalität der Fuß- und Unterschenkelmuskulatur	52

3.4. Röntgenologische Ergebnisse	53
3.4.1. Radiologische Ergebnisse in Bezug auf die Rezidivoperation	53
3.4.2. Radiologische Bewertung nach Simons	56
3.4.3. Radiologische Bewertung nach Würzburger Schema	56
3.5. Ergebnisse der Bewertungsschemata	58
3.5.1. Klinische Bewertung nach Mc Kay	58
3.5.2. Klinische Bewertung nach Simons	60
3.5.3. Klinische und radiologische Bewertung nach Lehman	60
4. Diskussion	62
4.1. Klinische Ergebnisse/Bewertungsschemata	63
4.2. Radiologische Ergebnisse	64
4.3. Operative Therapie	66
4.4. Gruppenvergleich	70
4.5. Fazit	71
5. Zusammenfassung	72
Abbildungsverzeichnis	74
Tabellenverzeichnis	74
Literaturverzeichnis	75
Anhang 1	80
Anhang 2	83
Anhang 3	85
Anhang 4	86
Anhang 5	87
Anhang 6	88
Anhang 7	89

# 1. Einleitung

Der idiopathische oder auch angeborene Klumpfuß ist eine der häufigsten angeborenen Fehlbildungen der Extremitäten. Sie tritt mit einer Häufigkeit von 1-2 auf 1000 Lebendgeborene auf, bei deutlichen regionalen und saisonalen Unterschieden [51]. In Mitteleuropa beträgt die Häufigkeit ca. 2:1000, in Polynesien ca. 7:1000. Jungen sind mehr als doppelt so häufig betroffen wie Mädchen. In ca. der Hälfte aller Fälle ist der Klumpfuß beidseitig angelegt [2, 23].

Der Klumpfuß wird deskriptiv auch *Pes equinovarus et adductus* genannt. Diese komplexe Deformität ist gekennzeichnet durch einen Fersenhochstand, eine Varusstellung der Ferse und eine Vorfußadduktion. Durch eine Verkürzung der beteiligten Muskulatur, der Sehnen und Bänder entwickeln sich meist noch eine Vorfußsupination und ein Hohlfuß (*Pes excavatus*) [14,46].

Die Medizin beschäftigt sich seit ihren Anfängen mit diesem Krankheitsbild. Schon Hippokrates hat in seinen Schriften den angeborenen Klumpfuß eingehend beschrieben und damals genaue Anleitungen für dessen Behandlung gegeben. Auch der Schweizer Orthopäde André Venel, der 1780 das erste Orthopädische Institut gründete, hat sich unter anderem mit der Umformung angeborener Deformitäten eingehend beschäftigt, (**Abbildung 1**) [10].

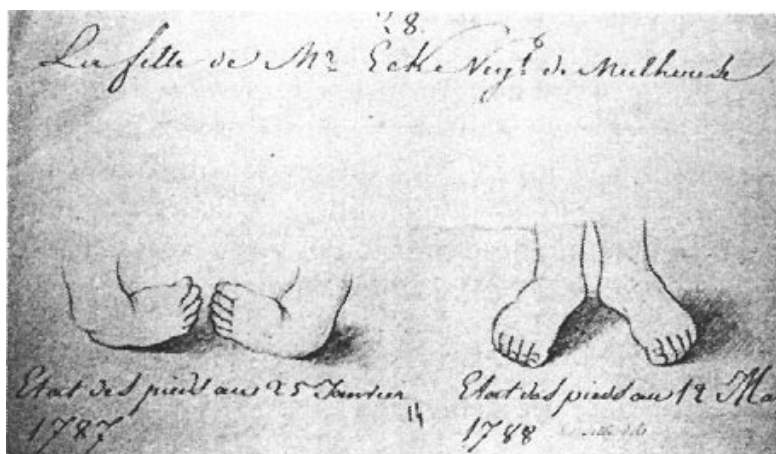


Abbildung 1: Korrektur der Klumpfüsse im 18. Jh. nach André Venel [10]

Obwohl das Krankheitsbild schon lange bekannt ist, konnte die Ursache des idiopathischen oder angeborenen Klumpfußes bis heute nicht vollständig geklärt

werden. Durch die Analyse der Pathoanatomie des Klumpfußes ist es in den letzten Jahren jedoch gelungen, viele Fehlinterpretationen bei der Diagnose und Irrtümer in der Behandlung auszuräumen [23, 52]. Dennoch stellt der kongenitale idiopathische Klumpfuß in seinen unterschiedlichen Ausprägungsformen immer wieder eine Herausforderung für Orthopäden dar. Trotz frühzeitiger Behandlung (konservativ und operativ) kommt es bei ca. 25% der Patienten zu einem Rezidiv [1]. Vor allem die Behandlung des Klumpfußrezidivs bzw. der residuellen Deformität stellt häufig ein Problem dar, da es noch keine klaren therapeutischen Richtlinien gibt. Zusätzlich existiert eine enorme Formenvielfalt der erneut aufgetretenen Deformitäten [12].

**In dieser Arbeit werden die Ergebnisse der operativen Therapie des Rezidivklumpfußes und der residuellen Deformitäten am vorliegenden Krankengut dargestellt.**

## **1.1 Ätiologie des idiopathischen Klumpfußes**

Der idiopathische oder angeborene Klumpfuß ist die häufigste Form des ein- oder beidseitig auftretenden Klumpfußes, dessen Ursache nicht einheitlich und nur teilweise geklärt ist [14].

Es werden zahlreiche Theorien diskutiert:

- Temporäre Wachstumsstörungen (7.-9. SSW)
  - Einflussfaktoren: intrauterine Lageanomalien
  - Gestörte Gefäßversorgung des Klumpfußes
  - Mechanische Störungen der Fußentwicklung in der Fetalperiode
  - Primär neurogene Defekte (z. B. fetale Myasthenie)
  - Primärdefekte in der Muskulatur (Muskelanomalien mit Fibrosierung und Kontrakturen durch eine Dysproportion von Typ I-Fasern und Typ II-Fasern)
- [11, 14, 17, 18, 23, 28, 30]

Da der Klumpfuß familiär gehäuft auftritt und auch Zwillinge betroffen sind, wird eine genetische Komponente in Erwägung gezogen [4, 7, 8]. Man geht von einer multifaktoriellen Vererbung aus, eine HLA-Assoziation konnte jedoch für den idiopathischen Klumpfuß nicht nachgewiesen werden [14, 46].

Exogene Faktoren wie Temperatureinflüsse, Lebensmittelgifte oder Virusinfektionen sollen ätiologisch ebenfalls von Bedeutung sein [14].

## **1.2 Pathoanatomie des Klumpfußes**

Beim Klumpfuß handelt es sich um eine passiv nicht ausgleichbare komplexe Fußdeformität mit mehreren charakteristischen Komponenten. Diese sind die Spitzfußstellung (Equinuskomponente), die Varusstellung (Inversion/Supination des Kalkaneus) des Rückfußes, die Adduktionsstellung des Vorfußes, die Hohlfußstellung (Excavatus) und die Supination des medialen Fußrandes [14, 46].

Die Equinuskomponente resultiert dabei aus einer Fehlstellung des Rückfußes mit Fersenhochstand, einer Verkürzung der Achillessehne und einer ventralen Dislokationstendenz des Talus in der Knöchelgabel [4]. Der Taluskörper ist abgeflacht,



die Talusrolle ist dorsal verschmälert. Es liegt eine Subluxation des Talus nach vorne vor. Regelmäßig findet sich eine Hautfalte oberhalb des Tuber calcanei [29].

Die Varusstellung des Rückfußes entsteht durch eine subtalare Kalkaneusverkipfung von ca.  $15^\circ$  und einer Fehlrotation von ca.  $20^\circ$  nach innen gegenüber einer physiologischen Außenrotation von  $5^\circ$ . Das heißt der hypoplastische Kalkaneuskörper ist nach medial geneigt und unterhalb des Talus nach medial rotiert. Sowohl der Talus als auch der Kalkaneus stehen in Plantarflexionsstellung [4, 14].

Eine Fehlrotation der Längsachse des Talus und die daraus resultierende talo-navikulare Subluxation kennzeichnet die Vorfußadduktion und -Supination des Klumpfußes [47]. Talushals und Taluskopf sind gegenüber dem Korpus deutlich verstärkt nach medial abgewinkelt [14]. Eine nach medial ausgerichtete Verschiebung des Os cuboideum im Kalkaneokuboidgelenk verstärken diese Vorfußadduktion [29]. Dadurch erfolgt eine Annäherung des Navikulare an den Innenknöchel und des Tuber calcanei an den Außenknöchel. Zwischen dem medialen Malleolus und der Medialseite des Navikulare verschmilzt der Kapsel-Bandapparat, das Ligamentum deltoideum ist verkürzt. Charakteristisch ist eine sagittale Hautfaltenbildung in diesem Bereich [42].

Eine Vertiefung des Längsgewölbes entsteht durch eine Verkürzung der kurzen und langen plantaren Ligamente zusammen mit der Plantarfaszie. Diese tarsometatarsale Flexionsdeformität charakterisiert die Hohlfußkomponente [23].

Zusätzlich zu den beschriebenen Deformitäten besteht beim Klumpfuß auch eine muskuläre Imbalance zwischen Plantarflexoren und Supinatoren, sowie Dorsalflexoren und Pronatoren. Eine wichtige Rolle spielt dabei der M. tibialis posterior, der aufgrund seines Ansatzes am Os naviculare und seiner Einstrahlung plantar bis zu den Basen der Metatarsalia eine dreidimensionale Wirkung auf den Fuß ausübt. Er bewirkt eine Spitzfußstellung, eine Supination und eine horizontale Innenrotation. Nach Sodre et al. werden in manchen Fällen überzählige Muskeln gefunden (15% der Fälle), die unter Umständen aufgrund ihrer Zugrichtung entscheidend zur pathologischen Inversionsstellung beitragen [58]. Außerdem herrscht meist eine ausgeprägte Atrophie der Peronealmuskulatur und eine starke Fibrosierung des M. triceps surae vor. Die Atrophie der Wadenmuskulatur, die so genannte „Klumpfußwade“, ist meist proportional zum Schweregrad des Klumpfußes und bleibt lebenslang bestehen. In geringerem Ausmaß findet sich eine Fibrose beim M. flexor digitorum und beim M.

flexor hallucis longus. Somit kann die Funktion dieser Muskeln stark abgeschwächt sein [17, 23].

Zusammenfassend stellt man fest, dass für die Klumpfußdeformität eine komplexe Fehlstellung im subtalaren Gelenkkomplex charakteristisch ist. Beteiligt sind das Talokalkaneargelenk, das Talonavikulargelenk, das Kalkaneokuboidgelenk und die tarsometatarsalen Gelenke mit Kontrakturen der Gelenkkapseln und Sehnenverkürzungen unterschiedlicher Ausprägung [9, 23, 42, 47].

### ***1.3 Diagnostische Abgrenzung des idiopathischen Klumpfußes zu anderen Deformitäten***

Neben den häufigeren idiopathischen Klumpfüßen unklarer Ätiologie gibt es eine Vielzahl angeborener oder erworbener Klumpfüße, deren Ursache in der jeweiligen Grunderkrankung zu suchen ist. Wichtig und auch therapeutisch sinnvoll ist die Abgrenzung des idiopathischen Klumpfußes von diesen sekundären Klumpfußdeformitäten, die trotz sehr unterschiedlicher Entstehungsmechanismen sämtliche Komponenten einer Klumpfußdeformität aufweisen [14].

Eine große Anzahl der sekundären Klumpfüße entsteht aufgrund einer neurogen (z. B. ICP = Infantile Cerebralparese, Spina bifida, Poliomyelitis) oder neuromuskulär (z. B. Meningomyelocele, Kongenitale Myasthenie, Kongenitale Myopathie, AMC = Arthrogryposis multiplex congenita,) erworbenen Erkrankung.

Des Weiteren muss der idiopathischen Klumpfuß von den posttraumatisch erworbenen Klumpfüßen und von diesen, die durch eine Infektion, durch eine Stoffwechselerkrankung oder durch Syndrome hervorgerufen wurden, abgegrenzt werden [14].

Vor allem im Bezug auf die anschließende Therapie sollten diese differentialdiagnostischen Aspekte mit Sorgfalt abgeklärt werden [23]. Die Übertragung eines Behandlungsschemas für angeborene Klumpfüße auf einen Klumpfuß anderer Ursache ist zwar nahe liegend, aber lange nicht immer gegeben. Wichtigste Voraussetzung für eine erfolgreiche Behandlung der sekundären Klumpfüße ist, die eigentliche Ursache zuerst zu therapieren und Behandlungsziel- und methode daran zu orientieren.

## **1.4 Röntgenologische Diagnostik des Klumpfußes**

Die Röntgenuntersuchung ist eine bedeutsame Methode in der Diagnostik und Verlaufsbeobachtung des angeborenen Klumpfußes. Häufig verstecken sich im dicken Weichteilmantel des Säuglingsfußes erhebliche knöcherne Veränderungen, deren Ausmaß erst durch Röntgenaufnahmen offenkundig werden. Schon 1896 propagierte Barwell eine bestimmte Röntgentechnik zur Evaluation des Klumpfußes. Simons war dann 1977 der erste, der sich für eine standardisierte Röntgenmethode einsetzte. Dies war bei der Diagnosestellung, vor allem in Hinblick auf den Grad der Klumpfußdeformität, ein wichtiger Schritt. Nach Simons werden Aufnahmen in zwei Strahlengängen, anteroposterior und lateral, erstellt. Diese müssen unter Belastung angefertigt werden, da bei unbelasteten Aufnahmen des Fußes das Verhältnis der Fußwurzelknochen zueinander in korrigierter Position nicht erkennbar ist [55, 56].

Die seitliche Aufnahme wird in einer maximalen Korrekturstellung mit dorsalflektierten oberen Sprunggelenk angefertigt. Der Fuß sollte mit der Medialkante auf der Filmkassette liegen. Der Röntgenstrahl richtet sich im 90° Winkel auf die Kassette (**Abbildung 2b**).

Für die anteroposteriore Aufnahme sitzt das Kind (ältere Kinder können auch stehen), im Knie und in der Hüfte 90° gebeugt, auf einer entsprechenden Vorrichtung oder auf dem Schoß einer Person, so daß die Füße mit der Sohle der Kassette aufliegen können. Die medialen Fußränder sind parallel. Der Röntgenstrahl sollte zentriert auf den Talus in einem Winkel von 30° zur Vertikalen auftreffen (**Abbildung 2a**).

Um die bei einer Operation vorgenommenen Korrekturen zu überprüfen, werden heute intraoperativ standardisierte Aufnahmen erstellt. Im anteroposterioren Strahlengang liegen die Füße, wie im präoperativen Röntgenbild, mit der Sohle der Filmkassette auf. Die Kniegelenke sind zu 90° gebeugt und werden zusammengehalten, so daß sich die medialen Fußränder berühren. Dabei wird die Röntgenröhre in 30° zur Vertikalen positioniert und zielt somit auf den Taluskopf.

Für die seitliche Aufnahme gilt intraoperativ die gleiche Vorgehensweise wie praeoperativ [55].

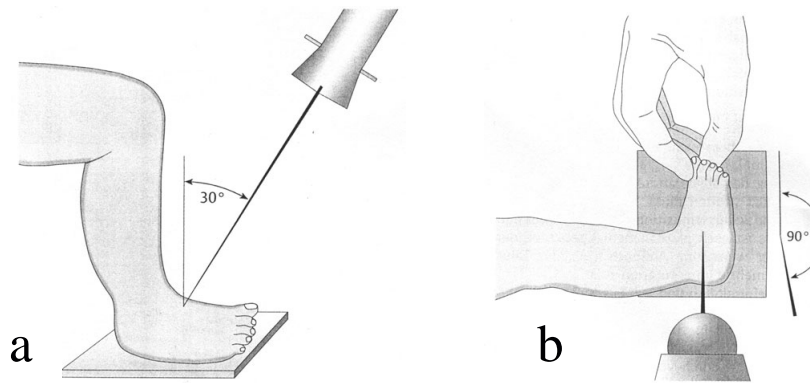


Abbildung 2: Standardisierte Röntgen-Aufnahmen nach der Methode von Simons aus [55]

Neben der Röntgendiagnostik beim idiopathischen Klumpfuß können apparative Zusatzuntersuchungen durchgeführt werden. Die Ultraschall-Untersuchung wurde durch Hamel J. zur Klassifikation und Verlaufskontrolle des primären Klumpfußes als standardisiertes Verfahren eingeführt und hat sich praktisch und unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten bewährt. Die Dopplersonographie dient zur Beurteilung der Durchblutung, insbesondere mehrfach voroperierter Rezidivklumpfüße. Weitere Verfahren kommen jedoch nur in Ausnahmefällen, vor allem bei sehr komplexen Deformitäten, zum Einsatz. Eine Computertomographie kann z.B. bei unklaren Torsionsverhältnissen der Malleolengabel sinnvoll sein, eine Magnetresonanztomographie zur Beurteilung von Weichteilstrukturen. Mit der Pedographie ist die Darstellung der dynamischen Druckverteilung während des Gangablaufes (prä- und postoperativer Vergleich) möglich [14].

## **1.5. Therapie des idiopathischen Klumpfußes**

### **1.5.1. Ziel der Therapie**

Ziel der Behandlung ist es, alle Komponenten des Klumpfußes zu korrigieren. Im Idealfall soll der Fuß normal aussehen, schmerzfrei sein und eine gute Beweglichkeit und Funktionalität besitzen. Man versucht auf möglichst atraumatischem Wege, dieses Behandlungsziel zu erreichen und die Stellung der korrigierten Anatomie während der Wachstumsphase zu erhalten. Das grundsätzliche Ziel einer operativen Therapie besteht in der Korrektur der Fehlstellung im subtalaren Gelenkkomplex und der muskulären

Imbalance. Idealerweise kommt der Patient postoperativ ohne orthopädische Hilfsmittel aus und kann mit normalen Konfektionsschuhen versorgt werden. Die Ziele dürfen jedoch nicht zu hoch angesetzt werden, denn auch bei noch so differenzierter konservativer oder operativer Therapie bleiben Diskrepanzen zwischen Wunsch und Wirklichkeit. Ein Klumpfuß wird auch nach erfolgreicher operativer Therapie nie ein vollständig „normaler“ Fuß sein.

### **1.5.2. Konservative Therapie**

Die Klumpfußdeformität besteht nicht nur aus einer Komponente und in der Ausprägung der Deformität gibt es erhebliche Unterschiede [13]. Für eine klinische Beurteilung des Schweregrads der Klumpfußstellung sind verschiedene Klassifikationen bekannt. Beispielsweise teilen Harrold und Walker die Klumpfußstellung in 3 Schweregrade ein [24]. Grad I steht für einen vollständig reponierbaren Klumpfuß, Grad II für einen nahezu vollständig reponierbaren Klumpfuß und Grad III für eine fixierte Spitzfußstellung von  $45^\circ$  und eine Varusstellung von  $50^\circ$  [69].

Als besonders effektiv hat sich Dimeglios Zwanzigpunkteklassifikation erwiesen, da sie ein quantitatives und leicht durchzuführendes System mit hoher Reliabilität darstellt. Dabei werden die Fehlstellungen der 4 Hauptkomponenten (Equinus, Varus, Derotation des Fersenbeins und Adduktus) einzeln mit 0-4 Punkten bewertet und zusätzlich für bestimmte Parameter, wie z.B. veränderte Waden- und Peronealmuskulatur oder Hautfalte über der Ferse, einzelne Punkte vergeben. Insgesamt können 20 Punkte erreicht werden.

- Grad I: (0-5 Punkte, soft-soft): gut redressierbare Klumpfußdeformität ohne Verkürzung der Achillessehne, sogenannte „Klumpfußhaltung“, Therapie konservativ;
- Grad II: (5-10 Punkte, soft-stiff): redressierbar, teilweise resistente Übergangsdeformität, Therapie konservativ, jedoch aufwendiger;
- Grad III: (10-15 Punkte, stiff-soft): kontrakte, nur teilweise redressierbare Fußdeformität mit erheblicher Talusfehlstellung und Kalkaneushochstand, Therapie konservativ und operativ;

- Grad IV: (15-20 Punkte, stoff-stiff): nicht redressierbare Klumpfußdeformität, eine pseudoarthrogrypotische Komponente wird vermutet, operative Maßnahmen nötig, Rezidive möglich;  
[13, 47, 69]

Meistens kann dem Wunsch nach Wiederherstellung eines „normalen“ Fußes durch eine einzige, über kürzeren Zeitraum erfolgte Therapie, nicht entsprochen werden. Dieses erkannte 1780 auch Andre´ Venel. Er berichtete schon damals über eine schrittweise Umformung angeborener Deformitäten durch kontinuierlich wirkende Kräfte [9, 10]. In Deutschland hat sich vor allem Günther Imhäuser (1984) für eine standardisierte konservative Klumpfußtherapie eingesetzt [27]. In den USA waren es vor allem Hiram Kite und später Ignaz Ponseti, in Frankreich Rafael Seringe und zuletzt Alain Dimeglio, welche die konservative Klumpfußtherapie standardisierten [47].

Heute versucht man zunächst konservativ die Fehlstellung des Fußes soweit wie möglich zu korrigieren. Man beginnt die Therapie mit einer manuellen Redression in den ersten Lebenstagen, da direkt nach Geburt die visikoelastischen Eigenschaften des Bindegewebes am günstigsten sind [25]. Hoffa setzte sich schon 1902 für eine möglichst frühzeitige Einleitung der Behandlung ein. Verbessert werden soll nach Hiram Kite dadurch zunächst vor allem die Adduktions- und Varusfehlstellung, später dann die Spitzfußstellung [31]. Auch Ponseti postulierte die simultane Korrektur aller Klumpfußkomponenten, mit Ausnahme des Spitzfußes, welcher zuletzt korrigiert werden sollte [50]. Nach Ponseti führen verschiedene Korrekturgriffe und Gipsverbände, deren Korrekturziele phasenweise wechseln, zum Erfolg. Er warnt davor, den Fuß in einer Pronationsstellung einzugipsen, um eine Verstärkung der Excavatuskomponente zu vermeiden [14, 44, 50]. Die dadurch erreichte Korrekturstellung wird anschließend mit einem Oberschenkelgipsverband fixiert. Dadurch können sich Sehnen, Bänder, Kapselstrukturen und verschobene Knochenstrukturen entspannen und sich graduell entfalten [31, 32].

Ponseti empfand die Art und Weise der konservativen Klumpfußbehandlung von Hiram Kite als zu langwierig und deren Ergebnisse als wenig befriedigend. Kite korrigierte im Gegensatz zu Ponseti jede Komponente der Fehlbildung einzeln statt simultan [50].

Bezüglich des Korrekturdruckes und der Gipsfrequenz ist die Gipsredressionsbehandlung des Klumpfußes sehr individuell zu sehen. Je nach Rigidität des Fußes und der Größenzunahme führt man in der Frühphase 2-3 Gipswechsel pro Woche, später Einen pro Woche, durch. Nach 10-12 Wochen sollte ein zufriedenstellendes Ergebnis erkennbar sein [69]. Anstelle von Redressionsgipsverbänden oder aber postoperativ kann auch eine speziell für die Behandlung des kindlichen Fußes konstruierte Bewegungsschiene (CPM = „continuous passive motion“) nach Salter eingesetzt werden. Durch diese Schiene kann eine Verminderung von Adhäsionen, eine Verbesserung der Beweglichkeit, eine Reduktion der Muskelatrophie und eine Schmerzreduktion erreicht werden [14]. Diese Bewegungsschiene kann auch postoperativ eingesetzt werden.

Bei der konservativen Therapie stellt die Physiotherapie einen weiteren wichtigen Aspekt der Behandlung dar. Es werden verschiedene Arten, z.B. manuelle Reizübungen oder die KG nach Vojta, die auf einer neurophysiologischer Basis beruht, angewandt.

Um die Korrektur der Gipsredression, der Physiotherapie oder aber auch nach einer bereits erfolgten Operation zu halten, werden mehrere verschiedene Orthesen beschrieben. Schon im 18. Jahrhundert entwickelte Venel einen Apparat als Alternative zur Gipsbehandlung [9, 10]. Heute sind z.B. die Kopenhagener Nachtlagerungsschiene und die Dennis-Brown-Schiene gebräuchlich. Diese sollten mindestens bis zur sicheren Steh- und Gehfähigkeit angewandt werden [13]. Ab Stehbeginn haben sich je nach Schweregrad tagsüber fersenumfassende Dreipunkteinlagen [69] oder handgefertigte Innenschuhe bewährt [14]. Da sich der Klumpfuß mit dem Wachstum wieder verschlechtern kann, sind orthopädietechnische Maßnahmen unter Umständen bis zum Wachstumsabschluss oder auch noch im erwachsenen Alter notwendig.

Leichte, nicht sehr kontrakte Formen der Klumpfüße, unter anderem auch die so genannten Klumpfußhaltungen, lassen sich regelmäßig durch die beschriebenen konservativen Techniken in den ersten Monaten korrigieren [47]. Da es, wie oben erwähnt, jedoch erhebliche Unterschiede in der Ausprägung idiopathischen Klumpfüße gibt, reicht häufig die alleinige konservative Therapie nicht aus. In mehreren aktuellen Studien wird die Rate der ausschließlich konservativ erfolgreich behandelten Klumpfüße mit 30-50% angegeben [14]. Besonderes Augenmerk muss auf einen persistierenden Fersenhochstand gelegt werden, da er die häufigste Restdeformität

darstellt. Kann durch einen konsequent durchgeführten konservativen Behandlungsversuch nach Ablauf von 6-10 Monaten keine ausreichende Korrektur erreicht werden, besteht die Indikation zur operativen Korrektur.

### **1.5.3. Operative Therapie**

Im Laufe der Zeit wurden viele verschiedene operative Verfahren empfohlen. Ein einheitliches Therapie-Schema ist jedoch nicht vorhanden. Bei der Wahl des Korrekturingriffs muss immer das Alter des Kindes, die Vorbehandlung und der Schweregrad der angeborenen Deformität berücksichtigt werden.

Der Spitzfuß ist die am schwierigsten zu redressierende Komponente des angeborenen Klumpfußes. Besteht diese Deformität noch nach ca. 6 Monaten konservativer Therapie, kann dies durch eine Z-förmige Achillessehnenverlängerung mit einer posterioren Arthrolyse des oberen und unteren Sprunggelenks behoben werden. Dabei erhält man die laterale Insertion der Sehne, um den Rückfuß zu valgisieren. Diese Methode wurde von P. F. Scheel schon 1950 propagiert. Zusätzlich entfernte er häufig mediale Bänder des Talonavikulargelenkes sowie die Sehnenscheiden des Musculus tibialis posterior und des Musculus flexor digitorum longus. Die Besonderheit seiner Methode bestand in der Umschlingung des Fersenbeins mit einem Faden am Ende der Operation. Dieser Faden wurde durch die Haut und durch den Gipsverband nach außen geführt, um postoperativ noch nötige Korrekturen vorzunehmen [54].

Auch G. Imhäuser setzte sich, nach einer anfänglichen Gipsredression, in den frühen achtziger Jahren stark für eine Achillessehnenverlängerung ein. Allerdings verpönte er ein gleichzeitiges mediales Release [27]. Im Gegensatz zu Imhäuser hat V. J. Turco immer den medialen Fußrand operativ mitbehandelt [63, 65].

Heute durchtrennt man ergänzend zur Achillessehnenverlängerung meist die hintere Gelenkkapsel des oberen und unteren Sprunggelenkes (posteromediales Release). Bei einem verspätet oder nicht ausreichend therapierten Klumpfuß wird in den ersten Lebensjahren, bis zum ca. 6.-8. Lebensjahr, eine peritalare Arthrolyse in der Technik nach Mc Kay-Simons durchgeführt. Neben der dorsalen und medialen Entflechtung wird auch die laterale Komponente therapiert. Dabei wird über den so genannten Cincinnati-Zugang die Achillessehne, die Sehne des Musculus flexor hallucis longus,



des Musculus flexor digitorum longus und des Musculus tibialis posterior dargestellt und verlängert [6]. Der Hautschnitt beginnt medial vor dem Innenknöchel in Höhe der Lisfrancschen Gelenklinie. Dorsal sollte der Schnitt etwa 5-10 mm oberhalb der für den Klumpfuß typischen Beugefalte des oberen Sprunggelenks verlaufen. Lateral wird er über die Außenknöchelspitze bis zur Chopartschen Gelenklinie geführt [33]. Die Reposition des fehlgestellten Talus in die Knöchelgabel und des in Varusposition befindlichen Kalkaneus sowie eine Optimierung der Stellung des Talonavikulargelenkes wird dadurch ermöglicht [47]. Die Gelenkkapseln und ligamentären Verbindungen des dorsomedialen Fußes werden gelöst und teilweise durchtrennt, um eine korrekte Reposition der beteiligten knöchernen Strukturen („subtalarer Gelenkkomplex“) zu gewährleisten. Die erreichte Korrektur wird mittels Kirschnerdrahtfixierung gesichert. Postoperativ wird eine 6-wöchige Ruhigstellung im Oberschenkelgips durchgeführt. Anschließend sollte eine Oberschenkelnachtlagerungsschiene (Kopenhagener Schiene) bis zum Laufbeginn angewandt werden, um das erreichte Ergebnis zu sichern. Das optimale OP-Alter liegt zwischen dem 7. und 12. Lebensmonat. Die Korrektur nach diesem Prinzip ist aber auch bis zum vierten Lebensjahr möglich, wobei die Ergebnisse bei älteren Kindern jedoch eingeschränkt sind. Bei diesen stellen mediale und/oder laterale Arthrolysen mit Keilosteotomie des Kuboids und/oder die Verlagerung der Insertion des Musculus tibialis anterior auf den Fußaußenrand mit separaten medialen oder lateralen Zugängen häufig die bessere Methode dar [33]. Der große Vorteil der peritalaren Arthrolyse über den Cincinnati-Zugang liegt in der anatomischen Übersicht, in der Kosmetik der Narbe und vor allem in der Sprunggelenksbeweglichkeit nach der Normalisierung des Fußwurzelalignements. Je nach Ausmaß der Freilegung besteht jedoch die Gefahr von Nerven- und Gefäßläsionen [47]. Die relativ aufwendige und auch schwierige Operation sollte nur einem erfahrenen Operateur anvertraut werden, da jede Unterkorrektur zu einem Rezidiv führt und jede Überkorrektur große Probleme verursacht, die in der Folge nicht mehr zufrieden stellend gelöst werden können. Bei Rezidiveingriffen sind gut verschiebbare Narben Voraussetzung, um eine Durchblutungsstörung zu vermeiden. [6, 33].

Operative Eingriffe, die eine Versteifung von Gelenken zur Folge haben, verbieten sich während der Wachstumsphase wegen der Gefahr einer Beeinträchtigung des knöchernen Wachstums. Nach dessen Abschluss jedoch können bei Restfehlstellungen

versteifende Operationen erforderlich sein. Häufig wird hier die so genannte T-Arthrodesse (synonym: Double-Arthrodesse, englisch: Triple-Arthrodesse) angewandt. Durch entsprechende dorsalbasige Keilentnahme im Chopart-Gelenk, laterale Keilentnahme im unteren Sprunggelenk, sowie Rotation des Vorfußes gegenüber dem Rückfuß wird die Korrektur durchgeführt. Die Gelenkflächen zwischen Talus und Os naviculare, zwischen Kalkaneus und Kuboid sowie subtalar werden knöchern angefrischt. Anschließend werden die Talonavikular-, Kalkaneokuboid- und die Talokalkaneargelenklinie stabil fixiert. Um den Heilungsprozess zu fördern, kann noch zusätzlich Spongiosa angelagert werden. Postoperativ erfolgt eine Fixation für 6 Wochen im Gipsverband [46].

#### **1.5.4. Komplikationen bei der Behandlung des idiopathischen Klumpfußes**

Die Behandlung des idiopathischen Klumpfußes, sowohl konservativ als auch operativ, kann durchaus auch nachteilige Folgen für den Patienten haben. Mögliche Ursachen hierfür können Fehler in der Indikationsstellung (unerkannte Grunderkrankung), eine falsch gewählte, falsch dosierte Operationstechnik oder eine fehlerhafte bzw. unzureichende Nachbehandlung sein.

Typische Komplikationen der konservativen Behandlung:

**Schaukelfuß:** Er entsteht durch eine insuffiziente Gipstechnik, bei der der Vorfuß gegen einen Rückfußequinus aufgebogen wird. Die plantaren Strukturen werden mit scheinbarer Korrektur im Fußbereich anstelle des Rückfußes überdehnt. Bleibt diese Scheinkorrektur länger bestehen, droht eine schwere Plattfußdeformität. Wichtig zur Vermeidung dieser Komplikation ist die richtige Reihenfolge bei der Gipsredressionsbehandlung der einzelnen Klumpfußkomponenten.

**Frakturen:** Erfolgt bei dem noch weichen kindlichen Knochen die Redressionsbehandlung zu forsch, können Kompressions- bzw. Impressionsfrakturen oder Epiphysenlösungen resultieren.

**Druckstellen:** Bei einer fehlerhaften Gips oder Orthesenredression, insbesondere bei einer schlechten Polsterung, können sehr leicht Druckstellen auftreten.

**Knöcherner Abnormalitäten:** Man muss zwischen einer schon bei Geburt bestehenden Deformität (Talushypoplasie) und einer sekundären Deformität unterscheiden. Ein so

genannter „Flat-top-Talus“ (abgeplatteter Talus, entrundete Talusrolle) entsteht durch eine nicht adäquate Therapie und durch die Belastung eines nicht oder nur mangelhaft korrigierten Klumpfusses nach Gehbeginn. Der Talushals ist dabei nach plantar medial gerichtet, der Taluskörper ist außenrotiert und der Talushals weist eine vermehrte Innenrotation auf [23, 68].

#### Typische Komplikationen der operativen Behandlung:

**Wundrandnekrosen:** Bei einem schonenden Vorgehen in der Schnittführung und bei der Präparation des Gefäß- und Nervenbündels sind Durchblutungs- bzw. Wundheilungsstörungen praktisch nicht zu sehen. Durch die Dopplersonographie sollte vor jeder Operation eine normale Blutgefäßversorgung nachgewiesen werden. Bei Rezidivoperationen sind gut verschiebbare, wenig indurierte Narben Voraussetzung, um eine Durchblutungsstörung zu vermeiden. Der Cincinatti-Zugang kann auch trotz vorhergehender anderer Schnittführung gewählt werden. Wegen des erhöhten Risikos von Wundrandnekrosen ist allerdings eine manuelle Vordehnung der Haut sehr wichtig, vor allem bei älteren Kindern und bei bestehenden Narben um die Ferse oder am medialen Fußrand [33].

**Knöcherne Schädigung und Epiphysäre Schädigung:** Durch die Präparation bei operativen Eingriffen kann es leicht zu Schäden z. B. an Talus, Navikulare sowie an der Tibia- oder Fibulaepiphyse kommen. Dies kann zu Wachstumsstörungen und zu einer Knochen-Knorpel-Schädigung führen. Durch eine atraumatische Operationstechnik können diese Störungen weitgehend vermieden werden.

**Aseptische Talusnekrose:** Diese seltene Komplikation droht, wenn die interossäre gefäßtragende Verbindung zwischen Talus und Kalkaneus durchtrennt wird. Deshalb sollte der Sinus tarsi nur schonend freigelegt werden und das Ligamentum interosseum teilweise erhalten bleiben.

**Die Überkorrektur:** Eine frühe Indikationsstellung zur operativen Korrektur in Verbindung mit einer ausgeprägten Arthrolyse des Fußes (z. B. ausgedehnte Arthrolyse des oberen und unteren Sprunggelenks nach Mc Kay oder Simons) birgt häufig die Gefahr einer Überkorrektur. Vor allem die komplette Durchtrennung des Deltabandes führt postoperativ häufig zu einer Knickfußbildung. Eine Überkorrektur droht vor allem den Patienten, die aufgrund von Rezidiven mehrmals operativ behandelt werden.

**Die Unterkorrektur – Das Rezidiv:** Zu dieser Gruppe gehören der Equinus, der Excavatus, der Rückfußvarus und der so genannte „bohnenförmige Fuß“ (Sichelfuß). Diese wiederkehrenden Deformitäten treten meist nach einer unvollständigen Korrektur auf. Ob diese Komplikationen durch eine unvollständige Korrektur auftreten, oder ob die Ursache in einem besonders rigiden primären Klumpfuß liegt, ist häufig sehr schwer festzustellen. Fest steht, dass eine weiterführende Behandlung notwendig ist.

[14, 23, 47]

### **1.6. Der Rezidivklumpfuß oder die residuelle Deformität**

Allgemein spricht man von einem Klumpfußrezidiv oder einer residuellen Deformität, wenn nach einer oder mehreren Operationen das Ziel einer vollständigen und dauerhaften Korrektur ohne funktionelle Beschwerden nicht gegeben bzw. erreicht ist. Atar et al. berichten über eine Rezidivrate von ca. 25 % trotz frühzeitiger und konsequenter Vorbehandlung [1].

Die Entstehung eines Klumpfußrezidives ist immer noch Gegenstand der Diskussion. Es ist fraglich, ob es einen „echten“ Rezidivklumpfuß gibt, oder es sich lediglich um eine unvollständige Korrektur handelt, wie von Kite propagiert [32]. Vizkelety und Szepesi dagegen argumentieren, daß ein gewisser Prozentsatz der Patienten ursprünglich eine derart schwere Deformität aufweist, daß sich in jedem Fall, unabhängig der vorausgegangenen Therapie, ein Rezidiv entwickeln wird [67]. Turco V. J. fügte 1994 einen weiteren Aspekt, bezogen auf das Lebensalter des Patienten, hinzu. Er berichtete über eine höhere Inzidenz an residuellen Formen bei Operationen vor dem 6. Lebensmonat [65].

Unterschiede treten auch in der Art der Rezidive auf. Tarraf und Carroll berichten, daß eine Vorfußadduktion am häufigsten, gefolgt von einer meist zusätzlich vorhandenen Supination, auftritt. Rückfußfehlstellungen als Rezidiv kommen seltener vor [60].

Raab und Krauspe beschreiben in ihrer Arbeit verschiedene Ursachen für das Wiederauftreten einer Restdeformität:

- mangelnde konzentrische Reposition des subtalaren Gelenkkomplexes;

- Verlust der Reposition in der unmittelbaren postoperativen Phase aufgrund inadäquater oder fehlender interner Fixierung und fehlerhafter postoperativer Gipsanlage;
  - Dynamische Imbalance der beteiligten Muskulatur;
  - Fehlwachstum von Talus, Navikulare und/oder Kalkaneus;
  - Formation von Narbengewebe mit funktionslosen Sehnen;
  - Talocalcaneare oder Calcaneonavikulare Koalitie;
  - Fehlende Compliance der Eltern in der postoperativen Nachbehandlung;
- [52]



*Abbildung 3: Blick von plantar auf einen typischen Rezidivklumpfuß auf der linken Seite mit einer deutlichen pathologischen Beschwielung über dem Fußaußenrand*

### **1.6.1. Haupttypen des Klumpfußrezidivs**

Auch wenn der Rezidivklumpfuß aufgrund der funktionellen Anatomie meist eine dreidimensionale Fehlstellung zeigt, so steht jedoch häufig eine Hauptdeformität im Vordergrund.

**Vorfußadduktion:** Die Vorfußadduktion ist die häufigste Komplikation nach Klumpfußoperationen. Tarraf und Carroll fanden 1992 in 81,1 % Ihres Krankenguts (159 Rezidivklumpfüße) eine verbliebene Vorfußadduktion [60]. Die Patienten fallen

meist durch einen stark innenrotierten Gang auf. Zur Kompensation drehen die Patienten die Hüftgelenke nach außen. Dies bringt auch die Kniegelenksachse in eine Außenrotationsstellung und beeinträchtigt so die ganze Funktion der unteren Extremität. Die Ursache besteht meist in einem unkorrigierten subtalaren Gelenkkomplex oder in einer verbliebenen medialen Subluxation des Os naviculare und Os kuboideum [14].

**Equinus:** In der überwiegenden Zahl der Fälle besteht hier eine persistierende Horizontalstellung des Talus. Eine evtl. zusätzliche Vorfußspitzfußstellung verstärkt die Deformität. Man spricht dann von einem Kombinationsspitzfuß. Für die folgende Therapie ist es sehr wichtig, sowohl klinisch, als auch röntgenologisch mit einer korrekten seitlichen Aufnahme, zwischen einer Vorfuß- oder Rückfußspitzfußstellung zu unterscheiden [14].

**Excavatus:** Die Hohlfußkomponente tritt als Rezidiv eher selten auf. In diesem Fall liegt meist eine zu wenig korrigierte Vorfußequinusstellung mit einer Pronationsfehlstellung des Vorfußes vor. Da hier die Patienten beim Gehen vor allem auf dem lateralen Fußrand aufsetzen, wird der Hohlfuß dynamisch noch verstärkt. Bei jüngeren Patienten mit einem geringgradigen Hohlfuß besteht die einfachste Korrektur aus einer plantaren Fasziotomie nach Steindler (Plantaraponeurosenablösung) [14]. Bei stärkerer Ausprägung sollte man bis zum 5. Lebensjahr ein komplettes subtalares Release nach McKay-Simons durchführen.

**Rückfußvarus:** Diese Komponente ist meist eine Folge eines unkorrigierten subtalaren Gelenkkomplexes. Die Rückfußvarusstellung tritt gewöhnlich in Verbindung mit einem Hohlfuß auf.

**„Bohnenförmiger“ Fuß (Sichelfuß):** Die Bohnenform ist durch eine Fehlstellung im Kalkaneokuboidgelenk und Talonavikulargelenk charakterisiert. Es besteht zwischen Rück- und Vorfuß eine Adduktionsfehlstellung ohne Spitzfußkomponente, evtl. verbunden mit einer leichten Rotationsstörung des Subtalargelenks [15].

**„Der Serpentinenuß“:** Ursache des Serpentinenuß ist eine Überkorrektur im Rückfußbereich in Kombination mit einer Unterkorrektur im Vorfußbereich. Es kommt zum Rückfußvalgus und Vorfußadduktus. Der Serpentinenuß tritt nach Klumpfußoperationen selten auf.

Alle genannten Formen des Rezidivs können von subtalaren Rotationsstörungen und von anderen Fehlstellungen begleitet werden und können in jeglicher Kombination auftreten [14, 23]. Aufgrund der Vielzahl der möglichen Deformitäten ist es für das weitere therapeutische Vorgehen sehr wichtig, eine exakte statische, funktionelle und röntgenologische Evaluation des Fußes durchzuführen. Vor allem die funktionelle Beeinträchtigung und Beschwerden des Patienten spielen bei der Therapieentscheidung eine bedeutende Rolle. Nicht immer ist eine sofortige operative Intervention nötig, denn ein flexibler und funktionell wenig beeinträchtigter Fuß mit einer residuellen Deformität ist besser, als ein kosmetisch gut aussehender, aber funktionell rigider Fuß [23].

### **1.6.2. Operative Therapie des Rezidivklumpfußes oder der residuellen Deformität**

In der Literatur werden zahlreiche operative Korrekturverfahren beschrieben. Es werden Weichteileingriffe inklusive Sehmentransfers, Osteotomien und häufig auch eine Kombination dieser Operationen empfohlen [12]. Langzeitergebnisse dieser Revisionseingriffe liegen bisher nicht vor.

Für die Festlegung einer individuell geeigneten Therapie, ist es sehr wichtig, das Alter, die funktionelle Beeinträchtigung des Patienten und die Art der Primäroperation zu berücksichtigen. Ein ideales Alter zur Revisionsoperation gibt es nicht. Verschlechtert sich der Fuß und ist mit konservativen Methoden nicht mehr zu halten, muß sobald als möglich operativ eingegriffen werden.

Lehman et al. berichten 1994 über ein altersabhängiges Vorgehen für operative Eingriffe bei Rezidivklumpfüßen [37]:

- Im Alter von **6 Monaten bis 2 Jahren** wird eine Lösung sämtlicher an der Deformität beteiligten Weichteile (soft tissue release) und eine Lösung der plantaren Strukturen empfohlen, insbesondere, wenn eine ausgeprägte plantare Furche vorliegt. Bei einer nicht ausreichenden Korrektur des Vorfußes sollte zusätzlich eine distale Arthrolyse des Metatarsale-I/Kuneiforme-I- und Kuneiforme-I/Navikulare- Gelenk erfolgen.
- Dieses komplette Weichteilrelease bildet auch die Grundlage des operativen Vorgehens bei den **2-8- Jährigen**. Wird dabei keine ausreichende Vorfußkorrektur erreicht, wird beim Revisionseingriff bei **2-4 Jahre alten Kindern** zur Vorfußkorrektur die Durchführung einer Exzision des Gelenkknorpels des Kalkaneokuboidgelenks oder

eine Herausschälung des Knochenkerns aus dem Kuboid (Decancellation) vorgeschlagen, um die laterale Säule zu verkürzen.

- Für die Vorfußkorrektur im Lebensalter von **4-8- Jährigen** werden zusätzlich mehrere Verfahren empfohlen: Eine Fusion des Kalkaneokuboidgelenk nach keilförmiger Gelenkresektion (Operation nach Evans, [15]), eine Entfernung des distalen Kalkaneus (Operation nach Lichtblau, [39]), eine Entfernung des kuboidalen Knochenkerns, eine „Open-wedge“-Osteotomie des 1. Os cuneiforme, tarsometatarsale Kapsulotomien oder metatarsale Osteotomien. Bei muskulärem Ungleichgewicht zwischen dem M. tibialis anterior und der Peronealmuskulatur sollte ein Tibialis-anterior-Sehnentransfer hinzugefügt werden und bei einer persistierender Rückfußvarusstellung sollte die Revision um eine medial aufklappende Osteotomie nach Dwyer erweitert werden.

- Bei **8-10- jährigen Kindern** wird nach der Durchführung des kompletten Weichteilreleases und einer Lösung der plantaren Strukturen ein Vorgehen propagiert, was sich nach der jeweiligen verbleibenden Deformität richtet. Mittelfußosteotomien bei persistierender Hohlfußkomponente sowie eine Korrektur nach Ilizarov mit dem Fixateur externe [22].

- **Jenseits des 10 Lebensjahres** wird die Triplearthrodese als ultima ratio angeraten. Schon 1952 wurde von David S. Grice die Extra-Artikuläre Arthrodese als eine Möglichkeit beschrieben, eine schwere Valgusdeformität bei älteren Patienten zu korrigieren [21].

Auch Raab und Krauspe empfehlen anhand Ihrer Erfahrungen mit der operativen Behandlung von 94 Rezidiv- bzw. Residualklumpfüßen eine altersabhängige Vorgehensweise [52]. Der in Folge beschriebene Therapiealgorithmus wurde auch bei dem in der vorliegenden Arbeit untersuchten Kollektiv angewandt:

- Im Lebensalter von **6 Monaten bis 2 Jahren** besteht die Möglichkeit, eine erneute peritalare Arthrolyse mit exakter Reposition des subtalaren Gelenkkomplexes (Rückfußvarus) durchzuführen. An die Möglichkeit einer Koalitie sollte gedacht werden, da sie in dieser Altersgruppe bei der Röntgendiagnostik nicht erkannt werden kann [33]. Eine Beweglichkeit von 20° im oberen Sprunggelenk sollte präoperativ gewährleistet sein.

- Bei **2-4 Jahre alten Kindern** wird die peritalare Arthrolyse mit einer Kuboidkeilosteotomie (closing wedge osteotomy) und einem Tibialis-anterior-



Sehnentransfer kombiniert. Auch hier wird eine ausreichende Beweglichkeit im oberen Sprunggelenk vorausgesetzt. Ein schwerer „Flat Top Talus“ ist ebenso eine Kontraindikation für eine erneute Arthrolyse wie eine hochgradige, durch Vernarbung bedingte Bewegungseinschränkung. Die Kuboidkeilosteotomie als gelenkerhaltender Eingriff ist bei gleichen Ergebnissen den gelenkdestruierenden Operationstechniken nach Lichtblau (1973) und Evans (1961) vorzuziehen, da die beispielsweise von Evans beschriebene Keilosteotomie des Kalkaneokuboidgelenks das Längenwachstum des Fußes durch einen möglichen Wachstumsstopp der lateralen Säule deutlich beeinträchtigen kann [35]. Dabei wird eine Überlänge des Fußaußenrandes durch eine Keilentnahme aus dem Os cuboideum korrigiert. Somit wird die Balance zwischen medialer und lateraler Säule wieder hergestellt.

Stets ist auf die Wiederherstellung der korrekten Vorfußpronation zu achten. Hierbei kann es notwendig sein, die Sehne des Musculus tibialis anterior, die den Fußinnenrand hebt, nach lateral auf die Basis des Os metatarsale III zu versetzen. In der klinischen Praxis ist jedoch eine genaue intraoperative Bestimmung der Knie-Fuß-Achse nach Korrektur der Fußdeformität notwendig, um die definitive Insertionsstelle der Sehne festzulegen.

- Für **Kinder nach dem 4. Lebensjahr** kann bei Revisionseingriffen eine mediale und laterale Arthrolyse mit talonavikularer Reposition kombiniert mit einer Kuboidkeilosteotomie und einem Tibialis-anterior-Sehnentransfer ausreichend sein. Dies betrifft vor allem residuelle Vorfußdeformitäten, die eine akzeptable Rückfußstellung vorweisen. Bei schweren rigiden Klumpfußrezidiven, die schon mehrfach voroperiert sind, kann zur Korrektur der Fehlstellung die Ilizarovtechnik unter Zuhilfenahme des Ringfixateurs zur Anwendung kommen. Diese Methode vermeidet vor Abschluß des Wachstums verkürzende Osteotomien und Teilversteifungen [22].

- **Jenseits des 8.-10. Lebensjahres** werden häufig als sogenannte „Salvage Procedures“ komplette Mittelfußosteotomien notwendig, **jenseits des 11. Lebensjahres** subtalare Korrekturarthrodesen [14]. Obwohl diese Verfahren zu einer Verkürzung des Fußes und zu einer Bewegungseinschränkung führen können, zeigt sich meist eine funktionelle Verbesserung und eine Abheilung pathologischer Beschwielungen. Auch die Korrektur durch den Fixateur extern nach Ilizarov stellt für ältere Kinder eine gute Alternative zu den bereits genannten Therapiemaßnahmen dar. Aufgrund des meist schon

fortgeschrittenen Fehlwachstums der an der Deformität beteiligten Knochen sind nach dem 8.-10. Lebensjahr gelenklösende und gelenkerhaltende Verfahren häufig nicht erfolgversprechend.

Bei der operativen Therapie des Klumpfußrezidivs kann es zu den gleichen Komplikationen wie bei einer Primäroperation kommen. Desweiteren kann nach mehreren Voroperationen und bei starken Vernarbungen die Operationswunde oftmals nicht ohne eine vorübergehende Zurücknahme der postoperativ erreichten Korrektur primär verschlossen werden. Mehrere Voroperationen und schon vorhandenes Narbengewebe erhöhen das Risiko von großen Weichteildefekten und erschweren somit einen primären Wundverschluß. In diesen Fällen muß man auf eine Etappengipsbehandlung mit wöchentlicher Redression bis zur vollständigen Korrekturstellung zurückgreifen.

Postoperativ erfolgt in der Regel eine Gipsfixierung für 8 Wochen. Nach Gipsabnahme werden die Patienten mit einem Innenschuh und einer Nachtlagerungsschiene versorgt. Die Tragezeit des Innenschuhs beträgt in der Regel 6 Monate. Im Anschluß werden die Patienten mit Einlagen oder orthopädischen Maßschuhen versorgt. Zusätzlich wird eine intensive Physiotherapie verordnet.

## **2. Patienten und Methoden**

### **2.1. Erläuterung des Patientenkollektivs**

In die Studie eingeschlossen wurden Patienten mit primär idiopathischen Klumpfüßen. Neurogene Klumpfüße oder Klumpfußdeformitäten anderer Ursache wurden nicht berücksichtigt. In der Zeit von 1986 bis 2001 wurden 67 Patienten mit 86 Rezidivklumpfüßen an der Orthopädischen Klinik, König-Ludwig-Haus, behandelt. Von diesen 67 Patienten konnten 43 Patienten mit insgesamt 57 Rezidivklumpfüßen (32 rechte Füße, 56,1%; 25 linke Füße, 43,9%) klinisch und radiologisch nachuntersucht werden (**Abbildung 4**). Bei 25 Patienten (31 Füße, 54,4%) erfolgte die primär konservative und primär operative Behandlung im König-Ludwig-Haus, 18 Patienten (26 Füße, 45,6%) waren auswärts voroperiert. Die durchschnittliche Nachbeobachtungszeit nach der Rezidivoperation (letzte Operation) betrug 6,6 Jahre (10 Monate-20 Jahre).

18 Patienten wollten an der Studie nicht teilnehmen (Behandlung jetzt in anderer Klinik, Anfahrt zu weit oder aus nicht bekanntem Grund) und 6 Patienten waren unbekannt verzogen.

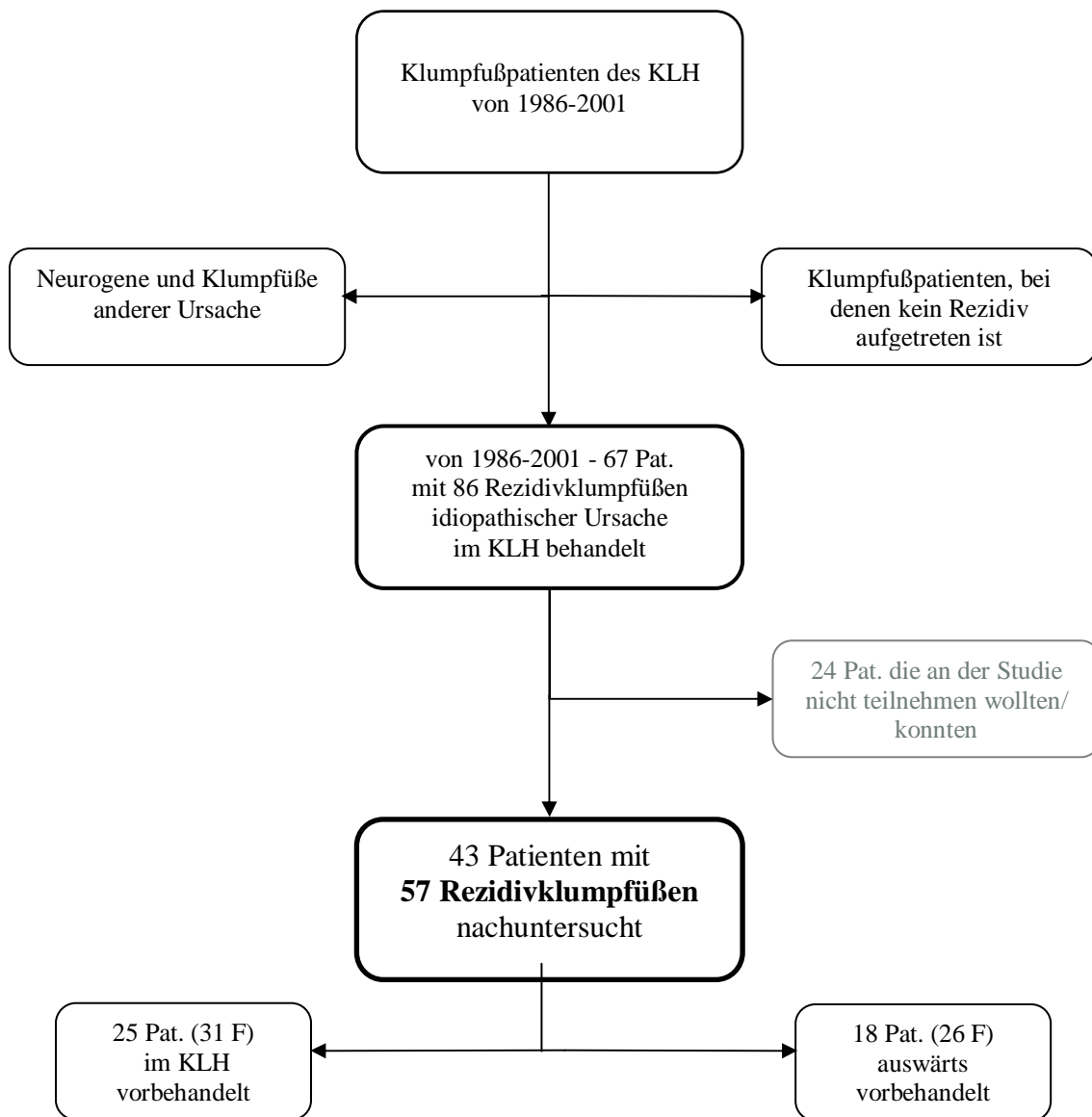


Abbildung 4: Erläuterung des Patientenkollektivs von 1986-2001

### 2.1.1. Geschlechtsverteilung

Bei den insgesamt 43 untersuchten Patienten (57 Füße) handelte es sich in 14 Fällen um Mädchen (18 Füße, 31,6%), 29 waren Jungen (39 Füße, 68,4%). Dies bedeutet ein Verhältnis von etwa 2:1 zugunsten der männlichen Patienten. Doppelseitige Klumpfüße wurden bei 4 Mädchen (28,6%) und bei 10 Jungen (34,5%) gefunden (**Abbildung 5**).

### 2.1.2. Seitenverteilung

Bei 18 Patienten war nur der rechte Fuß, bei 11 Patienten war nur der linke Fuß betroffen und bei 14 Patienten (4 Mädchen, 10 Jungen) wurde ein beidseitiger Klumpfuß diagnostiziert. Dies bedeutet ein Verhältnis einseitiger zu beidseitigen Klumpfuß von ca. 2:1. Insgesamt wurden 69 Primäroperationen gezählt. 41 Primäroperationen erfolgten an rechten Füßen, 28 an linken Füßen. Eine Rezidivoperation wurde bei 32 rechten und bei 25 linken Füßen durchgeführt (**Abbildung 5**).



Abbildung 5: Geschlechts- und Seitenverteilung

### 2.1.3. Altersverteilung

Das durchschnittliche Alter des untersuchten Patientengutes (43 Patienten, 57 Füße) lag bei 12,0 (4½-23) Jahren. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung war der jüngste Patient 4,5 Jahre, der älteste Patient 23 Jahre alt. Das Durchschnittsalter bei der Rezidivoperation betrug 5,1 Jahre (9 Monate-17½ Jahre).

## **2.2. Anamnese des Patientenkollektivs**

Bei den 43 nachuntersuchten Patienten wurde die Behandlungsanamnese erhoben (**Anhang 1**). Erfasst wurden dabei die familiäre Vorbelastung, Besonderheiten in der Schwangerschaft oder bei der Geburt, sonstige orthopädische- oder andere Grunderkrankungen und die Frage, ob die Eltern das Kind erneut operieren lassen würden. Anhand der Akten und der Befragung am Untersuchungstag wurde die Dauer und Art der durchgeführten konservativen Therapie (vor Primäroperation und danach) sowie die Anzahl und Art der durchgeführten Operationen erfasst.

### **2.2.1. Darstellung der Behandlungsverfahren im Patientenkollektiv**

#### **2.2.1.1. Konservative Therapie**

Von den 57 Rezidivklumpfüßen wurden 31 Füße in der Orthopädischen Klinik, König-Ludwig-Haus, konservativ vorbehandelt, 26 Füße in auswärtigen Kliniken.

Bei den folgenden Prozentangaben sind jeweils Mehrfachnennungen möglich.

In unserer Klinik wurde bei 28 Füßen (90,3%) eine manuelle Redression ab den ersten Lebenstagen für durchschnittlich 6 (3-8) Monate mit einer anschließenden Fixierung der Korrekturstellung im Oberschenkelgips bis zum Zeitpunkt der Primäroperation durchgeführt. 6 Füße (19,3%) wurden mit einer Schiene im Durchschnitt 5 (3-6) Monate therapiert und 13 Füße (42%) erhielten ab der Geburt für durchschnittlich 7 (4-12) Monate 1-2 mal pro Woche Krankengymnastik nach Vojta.

Bei den auswärts konservativ vorbehandelten Patienten wurde ebenso bei fast allen Patienten (24 Füße, 92,3%) eine Gipsredressionsbehandlung ab Geburt für durchschnittlich 5,4 (3-12) Monate durchgeführt. Bei 2 Füßen (7,7%) erfolgte ab Geburt für 4 Monate eine Schienenbehandlung und 10 Füße (38,5%) erhielten ab Geburt im Durchschnitt für 6 (4-12) Monate 1-2 mal pro Woche Krankengymnastik nach Vojta.

#### **2.2.1.2. Die primär operative Therapie**

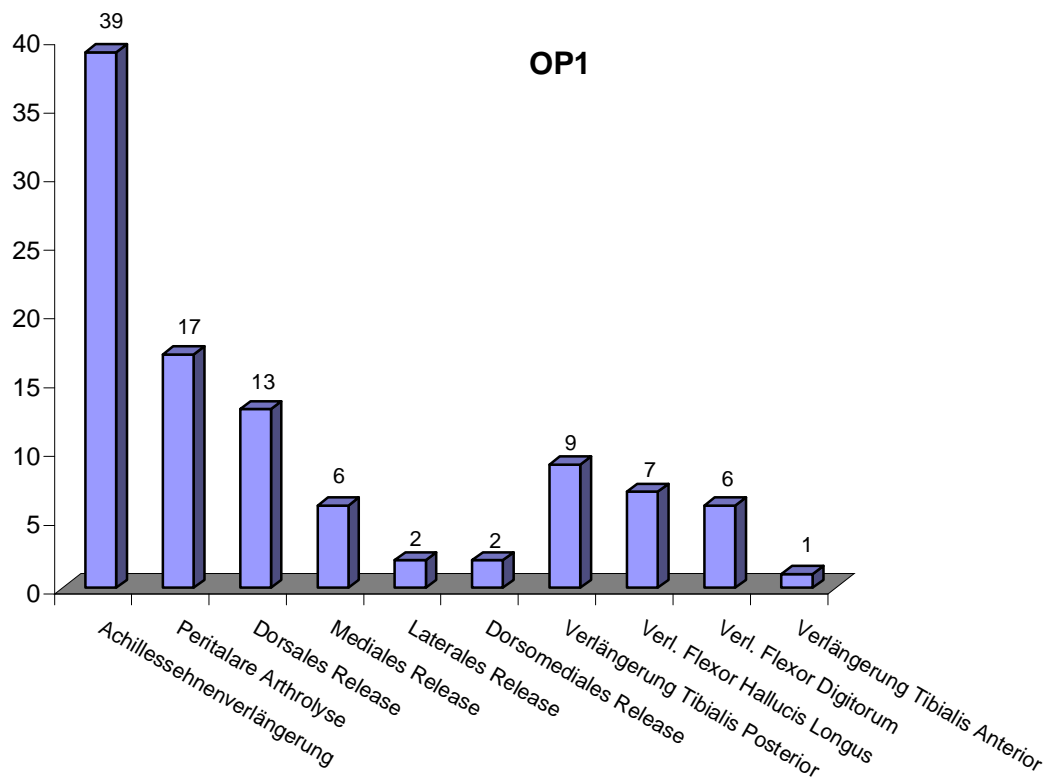
Von den 43 Patienten (57 Rezidivklumpfüße) wurden 25 Patienten (31 Füße) 1-5-mal im König-Ludwig-Haus, 18 Patienten (26 Füße) 1-3-mal auswärts voroperiert.

Folgende Primäroperationen fanden bei diesem Patientenkollektiv Anwendung  
(Mehrfachnennungen möglich):

Operation 1 (43 Pat., 57 Füße), **Abbildung 6:**

- a) 39 Füße - Achillessehnenverlängerung
- b) 17 Füße - Peritalare Arthrolyse
- c) 13 Füße - Dorsales Release
- d) 6 Füße - Mediales Release
- e) 2 Füße - Laterales Release
- f) 2 Füße - Dorsomediales Release
- g) 9 Füße - Verlängerung Tibialis posterior
- h) 7 Füße - Verlängerung Flexor hallucis longus
- i) 6 Füße - Verlängerung Flexor digitorum
- j) 1 Fuß - Verlängerung Tibialis anterior

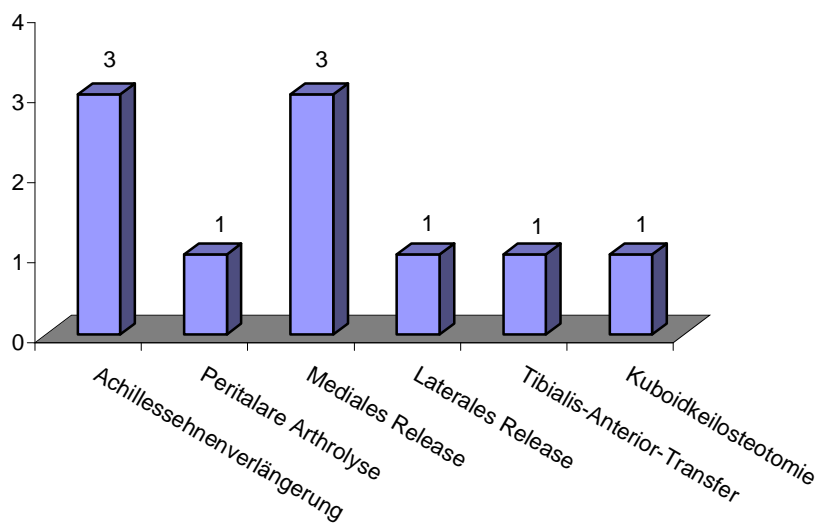
Das Durchschnittsalter bei der ersten Operation betrug 6,8 (3-19) Monate.



*Abbildung 6: Arten und Häufigkeiten der Primäroperation*

Operation 2 (6 Pat., 7 Füße), **Abbildung 7:**

- a) 3 Füße - Achillessehnenverlängerung
- b) 1 Fuß - Peritalare Arthrolyse
- c) 3 Füße - Mediales Release
- d) 1 Fuß - Laterales Release
- e) 1 Fuß - Tibialis-anterior-Transfer
- f) 1 Fuß - Kuboidkeilosteotomie



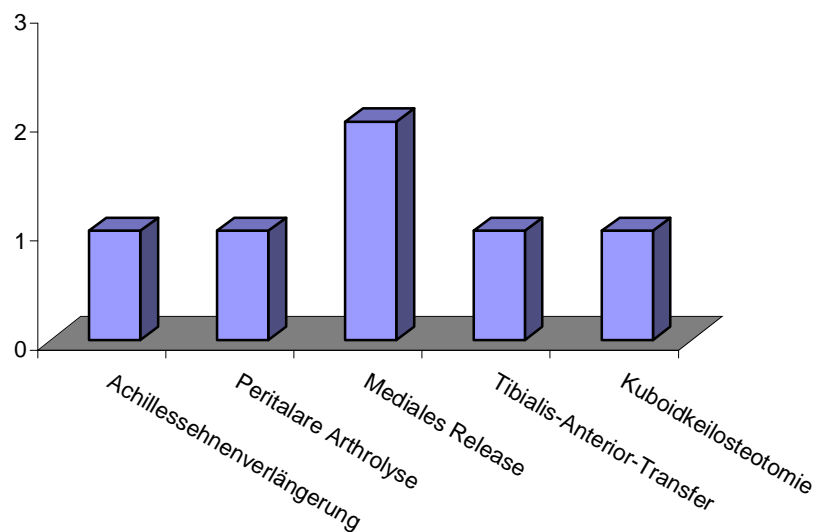
**OP2**

*Abbildung 7: Arten und Häufigkeiten der OP2*

Operation 3 (3 Pat., 3 Füße), **Abbildung 8:**

- a) 1 Fuß - Achillessehnenverlängerung
- b) 1 Fuß - Peritalare Arthrolyse
- c) 2 Füße - Mediales Release
- d) 1 Fuß - Tibialis-anterior-Transfer
- e) 1 Fuß - Kuboidkeilosteotomie





**OP3**

*Abbildung 8: Arten und Häufigkeiten der OP3*

Operation 4 /Operation 5 (1 Fuß):

Nur 1 Patient wurde 5-mal voroperiert. Dabei wurde bei der 4. Operation ein mediales Release mit einer Tibialis-posterior- und Tibialis-anterior-Verlängerung durchgeführt. Die 5. Voroperation bestand aus einer medialen Arthrolyse und einer Operation nach Grice.

**2.2.1.3. Nachbehandlung der Primäroperationen**

7 Füße (5 Patienten) wurden durchschnittlich 4 (3-6) Wochen mit einer Gipsschiene therapiert. 37 Füße (27 Patienten) erhielten durchschnittlich 7½ (3-9) Monate Krankengymnastik nach Vojta, 25 Füße (19 Patienten) wurden mit einer Nachlagerungsschiene im Durchschnitt 8 (4-9) Monate nachbehandelt, 11 Füße (8 Patienten) 8½ (7-9) Monate mit einem Innenschuh und 16 Füße (13 Patienten) mit einer Kopenhagener Schiene durchschnittlich 6 (3-9) Monate versorgt. Außerdem erhielten 18 Füße (15 Patienten) 3-Backen-Einlagen, 12 Füße (10 Patienten) einen Antivarusschuh und für 9 Füße (8 Patienten) wurde ein orthopädischer Schuh angefertigt.

Insgesamt wurde die Nachbehandlung der Primäroperationen nicht standardisiert durchgeführt, da bei 27 Füße (18 der nachuntersuchten Patienten) sowohl die Voroperationen, als auch die Nachbehandlung auswärts erfolgte.

## **2.3. Untersuchungsablauf**

Die Nachuntersuchung der 43 Patienten wurde anhand eines standardisierten Untersuchungsbogens durchgeführt (**Anhang 2**). Dieser enthielt eigene sowie die von Mc Kay, Simons und Lehmann vorgeschlagenen Kriterien [1, 43, 57]. Weiterhin wurden im Untersuchungsbogen sowohl subjektive Beschwerden und der Umgang mit der Klumpfußdeformität im Lebensalltag, als auch objektive Parameter erfasst. Für die radiologische Beurteilung wurden am Untersuchungstag Röntgenbilder des Fußes im Stehen (nach Simons) angefertigt.

### **2.3.1. Klinische Untersuchung**

#### **2.3.1.1. Subjektive Angaben**

Anhand des klinischen Anamnesebogens wurden die Patienten über Ihre Beschwerden (Schmerzen), funktionelle Einschränkungen und über die Zufriedenheit befragt. Die Frage nach dem Auftreten von Schmerzen im Allgemeinen bezog sich nicht nur auf den Bereich des Klumpfußes, da durch eventuelle Fehlbelastungen aufgrund der Klumpfußdeformität auch andere medizinische/orthopädische Folgeprobleme am Bewegungsapparat auftreten können. Wichtige Aspekte waren, die Notwendigkeit einer zusätzlichen Behandlung nach der Revision und die Möglichkeit an sportlichen Aktivitäten, im Schul- oder Leistungssport, teilzunehmen. Da einige Patienten noch sehr jung waren, wurden auch die Eltern in die Befragung miteinbezogen.

### **2.3.1.2. Objektive Bewertungskriterien**

#### **2.3.1.2.1. Klinische Parameter**

Zunächst wurde das Gangbild der Patienten beurteilt. Die Beweglichkeit des oberen und unteren Sprunggelenks und die subtalare Beweglichkeit wurden anhand der Neutral-Null-Methode bestimmt. Die Rück- und Vorfußstellung und ein eventueller Fersenhochstand wurden zur Begutachtung der Form des Fußes herangezogen. Außerdem wurde die Knie-Fuß-Achse untersucht.

Um die Muskelfunktion zu bestimmen, wurden die Patienten aufgefordert, sich auf den Vorfußballen zu stellen, sowohl beid- als auch einbeinig. Dadurch wurde die Kraft des Musculus triceps surae sowie die Funktionalität des Musculus tibialis posterior, des Musculus flexor hallucis longus und des Musculus flexor digitorum überprüft.

Des Weiteren wurden die Beinlänge und der Wadenumfang auf beiden Seiten gemessen. Narbenverhältnisse und eine eventuelle Schwielenbildung wurden ebenfalls erfasst.

#### **2.3.1.2.2. Röntgenologische Untersuchung**

Fast alle nachuntersuchten Füße wurden in zwei Ebenen nach der Methode von Simons geröntgt. Die in der folgenden Tabelle aufgeführten Winkelwerte im anteroposterioren (a.p.) und lateralen Strahlengang wurden zur Einteilung des Schweregrades des Klumpfußes und zur Bewertung der Therapieergebnisse herangezogen.

Mit Hilfe der talokalkanearen Divergenz, der talonavikularen Zentrierung und der kalkaneokuboidalen Ausrichtung wurde die Form und Lage der Fußwurzelknochen bestimmt.

Eine geringe talokalkaneare Divergenz ist bei Kindern unter 5 Jahren normal. Gemessen werden die Fehlstellungen der vorderen Enden des Talus und des Kalkaneus: Überlappung: -1(-4), Divergenz: 1-4. Nach Simons deutet eine Überlappung der beiden Knochen auf eine Varusstellung des Rückfußes hin, eine größere Divergenz auf eine Valgusstellung des Rückfußes (**Abbildung 9**).

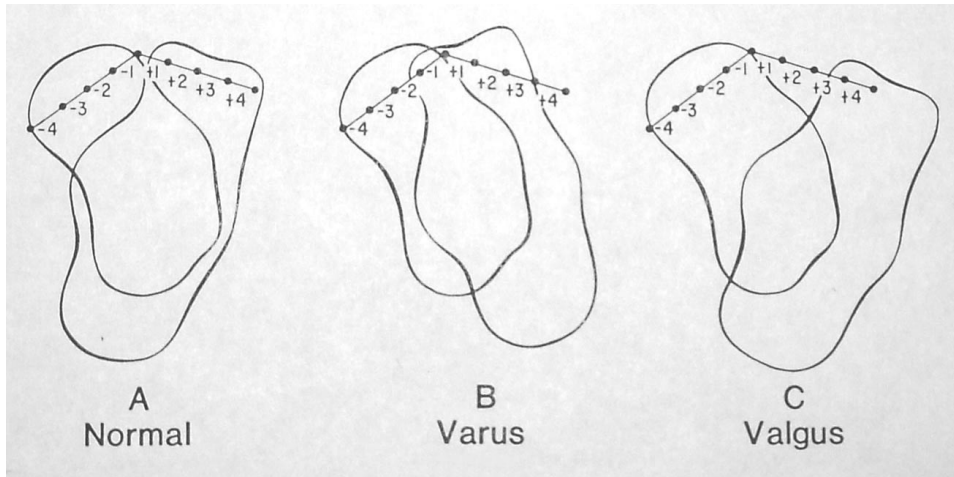


Abbildung 9: Talokalkaneare Divergenz nach Simons [57]  
 A: Normalfuß,  
 B: Überlappung des Talus und des Kalkaneus,  
 C: Talus und Kalkaneus divergieren

Die talonavikuläre Zentrierung kann im a.p.- oder im lateralen Röntgenbild bestimmt werden. Die Lage des Os naviculare wird jeweils im Bezug auf den Längsdurchmesser des Talus bewertet. Ist das Ossifikationszentrum des Os naviculare schon sichtbar, so sollte es in der a.p.-Aufnahme beim Normalfuß zentral vor dem Taluskopf liegen (Bewertung: 0) oder nur gering abweichen (Bewertung: medial -1, lateral 1). Beim Klumpfuß ist es medialisiert (Bewertung: -2-(-4)). Eine größere Abweichung nach lateral deutet auf eine Überkorrektur hin (Bewertung: 2-4) (**Abbildung 10**).

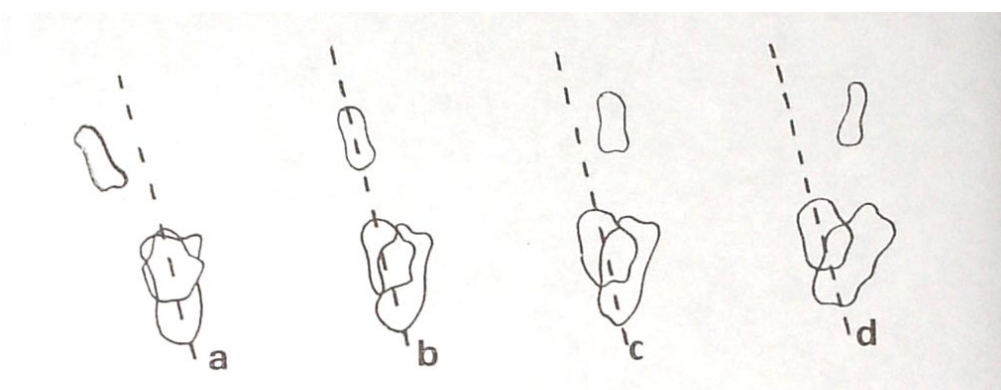
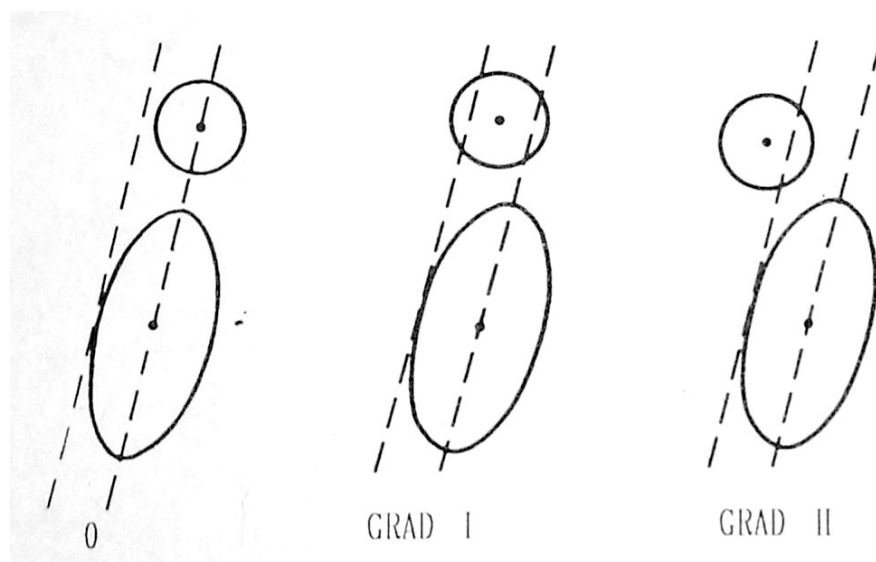


Abbildung 10: Talonavikuläre Zentrierung im a.p.-Bild nach Simons [57]  
 a: Mediale Subluxation des Os naviculare (Klumpfuß),  
 b: Normalfuß,  
 c und d: Überkorrektur (Os naviculare ist lateralisiert)

In der seitlichen Ansicht wird eine Verschiebung um mehr als 1/3 der Höhe des Os naviculare nach cranial gegenüber dem Taluskopf als bedeutend angesehen (Bewertung: 2-3). Ist das Navikulare noch nicht ossifiziert, bestimmt man in beiden Strahlengängen die Position indirekt über die Bestimmung des Verhältnisses der Taluslängsachse zur Längsachse des Os metatarsale I [57].

Des Weiteren wird die Position des Os cuboideum gegenüber dem Kalkaneus im a.p.-Röntgenbild beurteilt. Im Normalfall liegt der Mittelpunkt des Kuboid-Ossifikationszentrums auf der Längsachse des Kalkaneus (Bewertung: 0), (**Abbildung 11**). Beim Klumpfuß findet man meist eine Medialverschiebung zur Kalkaneuslängsachse (Kalkaneokuboidale Subluxation, Bewertung: Grad I-Grad II) [61].



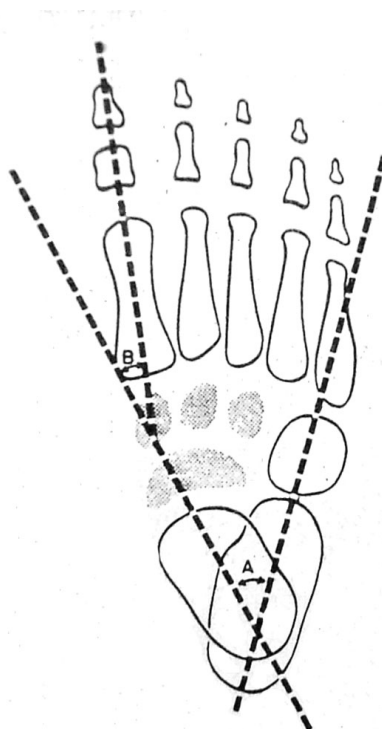
*Abbildung 11: Kalkaneokuboidale Gradeinteilung im a.p.-Röntgenbild nach Thomez [61]*

*0: Normalfall (Mittelpunkt des Kuboids - auf Längsachse des Kalkaneus),  
Grad I und Grad II: Kalkaneokuboidale Subluxation*

Mit Hilfe des a.p.-Talokalkaneuswinkels und des a.p.-Talus-Metatarsale-I-Winkels kann indirekt das Ausmaß der pathologischen Inversion des Navikulare vor dessen Ossifikation bestimmt werden (**Abbildung 12**). Der Talokalkaneuswinkel wird gemessen, indem man die Längsachsen durch den Talus und den Kalkaneus zieht [55]. Ist der Talokalkaneuswinkel kleiner als  $20^\circ$  (Rückfußvarusstellung) liegt eine pathologische Navikularstellung vor. Ein negativer Talokalkaneuswinkel kann auftreten,

wenn bei extremer Inversionsstellung das Fersenbein unter dem Taluskopf zu liegen kommt [14].

Der Talus-Metatarsale-I-Winkel wird zwischen der Längsachse des Talus und des Metatarsale I gemessen und ergibt dabei einen distal offenen Winkel. Ist der Talus-Metatarsale-I-Winkel größer  $15^\circ$  (Rückfußvarusstellung), weist dies ebenfalls auf eine Fehlstellung des Os naviculare hin und ist zugleich ein röntgenologisches Maß für die Vorfußadduktion (Abweichung des 1. Strahls nach medial im Bezug auf den Talus).

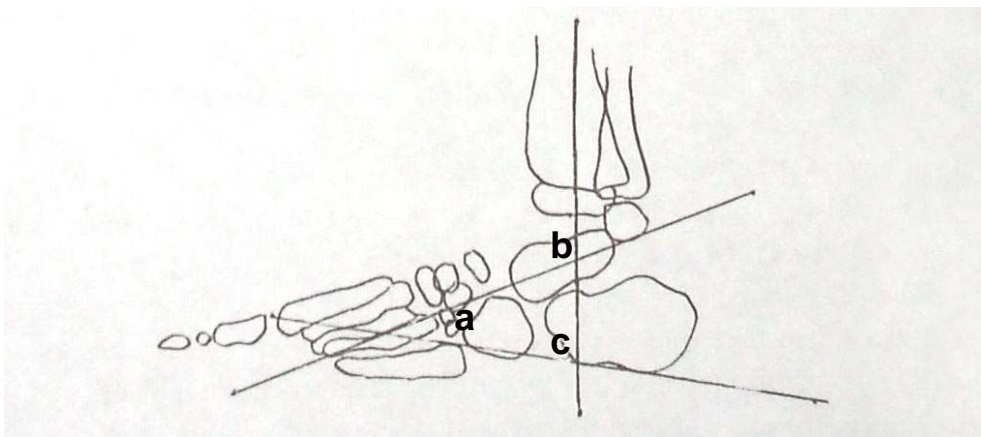


*Abbildung 12: Talokalkanearwinkel (A) und Talus-Metatarsale-I-Winkel (B) im anteroposterioren Strahlengang nach Simons [55]*

In der lateralen Aufnahme wird der talokalkaneare Winkel durch eine in der Längsachse des Talus und durch eine parallel zur plantaren Begrenzung des Kalkaneus gezogene Linie gemessen (**Abbildung 13**). Beim Klumpfuß ist dieser Winkel reduziert ( $< 30^\circ$ ), häufig liegen diese Längsachsen parallel.

Der anteroposteriore und der laterale talokalkaneare Winkel ergeben als Summe den talokalkanearen Index nach Beatson und Pearson (1966). Bei einem Wert unter  $40^\circ$ , liegt eine talokalkaneonavikulare Fehlstellung vor [3].

Der tibiotalare und tibiokalkaneare Winkel werden in der lateralen Ansicht gemessen, um die Stellung der Ferse zu beurteilen. Der tibiotalare Winkel wird durch die Kreuzung der Längsachsen der Tibia und des Talus ermittelt, der tibiokalkaneare Winkel durch die Kreuzung der Längsachse der Tibia und einer parallel zur plantaren Begrenzung des Kalkaneus gezogenen Linie. Ist der tibiotalare Winkel  $> 70^\circ$  und der tibiokalkaneare Winkel  $> 110^\circ$  steht die Ferse in Spitzfußstellung [66].



*Abbildung 13: Talokalkanearwinkel (a), Tibiotalarwinkel (b) und Tibiokalkanearwinkel (c) im seitlichen Strahlengang nach Simons [55]*

Die in der **folgenden Tabelle** angegebenen Winkelwerte wurden in der Literatur von unterschiedlichen Autoren definiert [49, 56, 66]. Diese Winkel werden für die Beurteilung von normalen Füßen und Klumpfüßen und zur Bewertung von Therapieergebnissen herangezogen.

<b>A. p.- Aufnahme</b>		<b>Normalfuß</b>		<b>Klumpfuß</b>
	<b>Simons</b>	<b>Würzburger Schema</b>	<b>Vanderwilde (V*), Ponseti (P*)</b>	
Talokalkaneärer Winkel	20-40°, > 5 Jahre 15-30°	20-45°	15-40° V*, 30° P*	< 20° (Rückfußvarusstellung), > 40° (Rückfußvalgusstellung)
Talus-Metatarsale-I-Winkel (Je jünger das Kind, desto größer der Winkel)	-20-0°	-5-25°	-10-30° V*	> 10° (Adduktion des Vorfußes)
Kalkaneus-Metatarsale-II-Winkel	5-30°	5-30°		> 30° (Adduktion des Vorfußes)
Talokalkaneare Divergenz (Divergenz der vorderen Enden normal bei < 5 Jahre)	-1-2	-1-2		-2-(-4) (Rückfußvarus) 3-4 (Rückfußvalgus)
Talonavikulare Zentrierung Ossified Unossified	-1-2 -1-1	-1-1		a.p.: Navikulare medial vor Taluskopf Lateral: Navikulare nach cranial verschoben
Kalkaneokuboidale Ausrichtung	0 = normal	0 = normal		Kuboid medial zur Kalkaneuslängsachse (Grad I-Grad II)
Talokalkaneärer Index nach Beatson und Pearson (A.p. und lateraler Talokalkaneärer Winkel)	40-85°			< 40° (Talokalkaneonavikulare Fehlstellung)
<b>Laterale Aufnahme</b>		<b>Normalfuß</b>		<b>Klumpfuß</b>
	<b>Simons</b>	<b>Würzburger Schema</b>	<b>Vanderwilde (V*), Ponseti (P*)</b>	
Talokalkaneärer Winkel	35-50°	30-55°	30-50° V*, 15-50° P*	< 30° (Rückfußvarusstellung) > 50° (Rückfußvalgusstellung)
Kalkaneus-Metatarsale-I-Winkel	135-170°	135-170°		< 135° (Cavus angulation) > 170° (Flat foot)
Talus-Metatarsale-I-Winkel		-5-20°		> 20° (Excavatus)
Tibiokalkaneärer Winkel	20-70°	35-70°	25-60° V*	> 70° (Equinusstellung der Ferse) V
Tibiotalarer Winkel	Dorsiflex. 70-100° Plantarflexion 120-180°	70-100°	70-100° V*	> 110° (Equinusstellung der Ferse)
Talonavikulare Zentrierung Ossified Unossified	1 0-1	0-1		2-3 (Dorsale talonavikulare Subluxation) 2-3

*Tabelle 1: Winkelwerte für die Beurteilung von Therapieergebnissen*



## **2.4. Bewertungssysteme (Mc Kay, Simons, Lehman)**

Der klinische Anamnesebogen wurde nach den Bewertungssystemen von Mc Kay, von Simons und von Lehman ausgewertet. Mc Kay (1983) berücksichtigt in der von ihm erstellten Bewertungstabelle Schmerzen und Beweglichkeit im oberen und unteren Sprunggelenk, Stellung des Fußes (Vorfuß und Ferse), Winkel Bimalleolarebene zur Fußachse, Muskelfunktion des Musculus triceps surae und Musculus flexor hallucis, Schuhwerk und Sportfähigkeit [43], (**Anhang 4**). Dieses System basiert auf der Zuweisung von 180 Punkten auf einen Fuß im Normalzustand. Von diesem Maximum von 180 Punkten werden je nach Befund Punkte subtrahiert. 180-175 Punkte bedeuten ein sehr gutes Ergebnis, 174-160 ein gutes Ergebnis, 159-125 ein befriedigendes Ergebnis, 124-90 ein mäßiges Ergebnis und weniger als 90 Punkte bedeuten ein schlechtes Ergebnis.

Auch Lehman et al. haben 1992 ein funktionelles System zur Ergebnisbewertung von Klumpfüßen oder Klumpfußrezidiven aufgestellt [1], (**Anhang 5**). Neben objektiven und subjektiven klinischen Kriterien, die weitgehend mit den Kriterien von Mc Kay übereinstimmen, beinhaltet dieses System noch zwei röntgenologische Parameter (Talokalkaneärer Index, Talus-Metatarsale-I-Winkel). Der talokalkaneäre Index setzt sich aus der Summe des talokalkaneären Winkels im anteroposterioren und seitlichen Strahlengang zusammen. Im Idealfall können für die radiologischen Parameter maximal 10 Punkte vergeben werden. Die Ergebnisklassifikation wird in den folgenden Abstufungen vorgenommen: 100-85 Punkte bedeuten ein sehr gutes Ergebnis, 84-70 Punkte ein gutes Ergebnis, 69-60 Punkte ein mäßiges Ergebnis und weniger als 60 Punkte ein schlechtes Ergebnis.

Lehman (1992) und Mc Kay (1983) haben nur Kleinkinder und Kinder nachuntersucht und deshalb nur über kurzfristige Ergebnisse berichtet. Aus diesem Grund sind die Messdaten dieser beiden Autoren nur im Kindesalter geeignet [34]. Das Durchschnittsalter unseres Patientenguts betrug bei der Nachuntersuchung 12 (4½-23) Jahre.

Darüber hinaus wurde der Score nach Simons zur Bewertung herangezogen [57], (**Anhang 6**). Dieser findet in der Literatur, wie auch die Scores nach Mc Kay und nach Lehman, bei Nachuntersuchung von Klumpfüßen Anwendung. Die Bewertungskriterien unterscheiden sich nur in einzelnen Punkten von den anderen beiden Scores. Die

Auswertung nach Simons erfolgt allerdings nicht so detailliert. Jeder Parameter kann nur mit einem „zufrieden stellend“ oder mit einem „unbefriedigend“ bewertet werden. Fällt nur ein Punkt unbefriedigend aus, ist nach Simons das ganze Ergebnis unbefriedigend.

Des Weiteren wurden zur Beurteilung der Patienten radiologische Parameter herangezogen werden. Die radiologische Bewertung erfolgte nach Simons (**Anhang 6**), Lehman (**Anhang 5**) und nach einem eigenen Schema (**Anhang 7**). Folgende Messdaten wurden an den Röntgenbildern erhoben: Talokalkaneuswinkel, Talometatarsale-I-Winkel in anteroposterior (a.p.) und in seitlicher Projektion, Kalkaneus-Metatarsale-II-Winkel in a.p.-Projektion, Kalkaneus-Metatarsale-I-Winkel, Tibiokalkaneus- und Tibiotalarwinkel im lateralen Strahlengang. Darüber hinaus wurden anhand der talonavikulären Zentrierung (a.p.- und laterale Projektion), der talokalkanearen Divergenz und des kalkaneokuboidalen Alignements (a.p.-Strahlengang) Form und Lage der Fußwurzelknochen beurteilt.

#### **- Statistische Methoden**

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten wurde mit Hilfe der Software SPSS 11.5.1 für Windows durchgeführt.

Aufgrund der geringen Patientenzahlen erfolgte eine nicht-parametrische Auswertung der Daten. Die Prüfung auf Signifikanz erfolgte mit dem Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben.

### 3. Ergebnisse

Bei 57 Füßen (43 Patienten, 100%) der nachuntersuchten Patienten trat ein Rezidiv auf, wodurch erneut ein operatives Vorgehen nötig war.

Das Durchschnittsalter beim Revisionseingriff betrug 5,1 Jahre (9 Monate-17½ Jahre).

Die residuelle Deformität trat durchschnittlich 4,0 (½-4½) Jahre nach dem Primäreingriff und durchschnittlich 4,2 (½-10) Jahre nach der letzten Voroperation auf.

Die durchschnittliche Nachbeobachtungszeit nach der Revision betrug 6,6 Jahre.

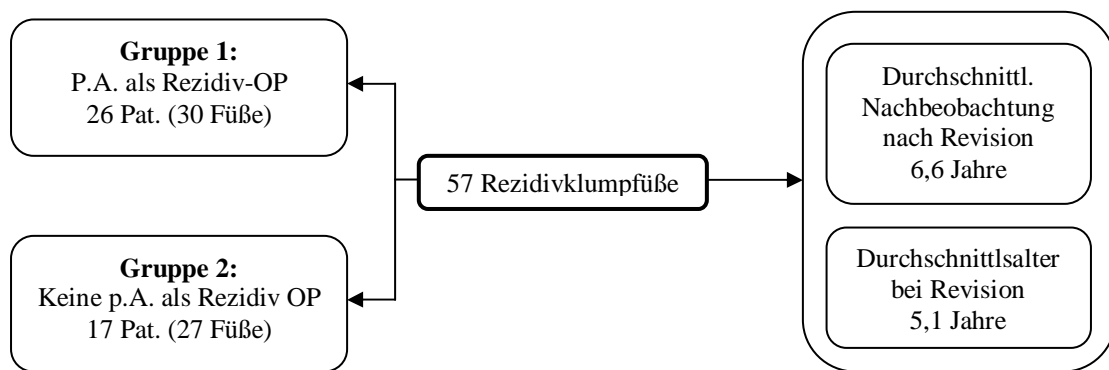
Es wurden **2 Gruppen** gebildet:

**Gruppe 1:** Bei diesen Patienten (30 Füße, 26 Patienten, 52,6%) wurde als Rezidivoperation eine peritalare Arthrolyse durchgeführt.

Zusatzeingriffe im Rahmen der Revision in Gruppe 1 werden im Punkt 3.2.3.2. / Tabelle 4 erläutert.

**Gruppe 2:** Bei diesen Patienten (27 Füße, 17 Patienten, 47,4%) erfolgte im Rahmen der Rezidivoperation keine peritalare Arthrolyse.

Die erfolgten Rezidiveingriffe in Gruppe 2 werden ebenso im Punkt 3.2.3.2. / Tabelle 4 dargestellt.



*Abbildung 14: Gruppenaufteilung, durchschnittl. Nachbeobachtungszeit und Durchschnittsalter bei Revision*

In Gruppe 1 war das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Rezidivoperation um 1,5 Jahre, zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung um 4,3 Jahre niedriger als in Gruppe 2. Die

Durchschnittsdauer vom Zeitpunkt der Rezidivoperation bis zur Nachuntersuchung betrug in Gruppe 1 5,4 (½-11) Jahre und 7,9 (1-20) Jahre in Gruppe 2.

In der **Tabelle 2** werden die zeitlichen Charakteristika im Vergleich der zwei Gruppen dargestellt.

	<b><u>Gruppe 1</u></b> Mittelwert in Jahren	<b><u>Gruppe 2</u></b> Mittelwert in Jahren
Alter zum Zeitpunkt der Rezidiv-OP	<b>4,5</b> <b>(1-8) J</b>	<b>6,0</b> <b>(3-17½) J</b>
Dauer Rezidiv-OP bis Nachuntersuchung	<b>5,4</b> <b>(½-11) J</b>	<b>7,9</b> <b>(1-20) J</b>
Alter zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung	<b>9,9</b> <b>(5-17) J</b>	<b>14,2</b> <b>(4½-23) J</b>

*Tabelle 2: Zeitliche Charakteristika in den zwei Gruppen*

### **3.1. Auswertung des Anamnesebogens**

#### **3.1.1. Familiäre Vorbelastung**

44 (77,2%) der 57 nachuntersuchten Rezidivklumpfüße waren nicht familiär vorbelastet. In 2 Fällen (4 Füße, 7,0%) hatte bereits der Vater einen Klumpfuß, in einem Fall (1 Fuß, 1,8%) die Mutter, in 2 Fällen (4 Füße, 7,0%) die Großeltern und in einem Fall (2 Füße, 3,5%) der ältere Bruder. Bei einem Patienten (1 Fuß, 1,8%) wurde beim Vater und zugleich bei einem der Großeltern ein Klumpfuß diagnostiziert und bei einem Patienten (1 Fuß, 1,8%) waren ein Elternteil und der Bruder betroffen.

In 6 Fällen (9 Füße, 15,8%) lag eine familiäre Vorbelastung ersten Grades und in 3 Fällen (5 Füße, 8,8%) eine familiäre Vorbelastung zweiten Grades vor. Im Vergleich zwischen externen und im König-Ludwig-Haus vorbehandelten Patienten konnte kein Unterschied in der Häufigkeit der familiären Vorbelastung festgestellt werden (**Abbildung 15**).

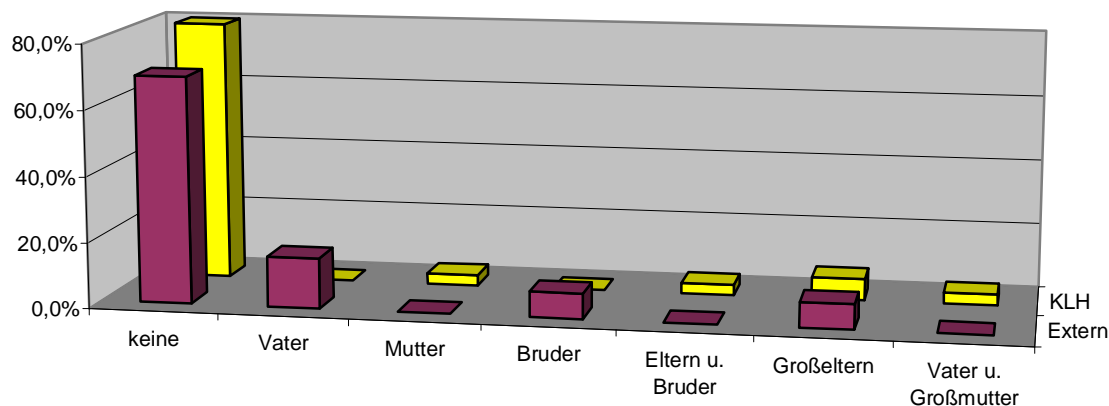


Abbildung 15: Familiäre Vorbelastung bei Patienten, die im KLH oder extern vorbehandelt wurden

### **3.1.2. Besonderheiten in der Schwangerschaft**

In einem Fall (1 Fuß, 3,2%) bestand eine Zwillingsschwangerschaft (der andere Zwilling hatte keinen Klumpfuß) und ein Patient (1 Fuß, 3,2%) gab nicht näher spezifizierte gesundheitliche Probleme der Mutter in der Schwangerschaft an. In den übrigen Fällen (55 Füße, 96,5%) verlief die Schwangerschaft problemlos.

### **3.1.3. Besonderheiten bei der Geburt**

Bei 34 Patienten (45 Füße, 78,9%) traten bei der Geburt keine Besonderheiten auf. 4 Patienten (6 Füße, 10,5%) wurden zu früh spontan geboren, bei einem Patienten (2 Füße, 3,5%) erfolgte die Geburt aus der Hinterhauptslage und bei einem anderen Patienten (2 Füße, 3,5%) aus einer Steißlage. Bei 2 Patienten (2 Füße, 3,5%) kam bei der Geburt eine Sauglocke und bei einem Patienten (1 Fuß, 1,8%) eine Geburtszange zum Einsatz.

### **3.1.4. Sonstige Grunderkrankungen**

70,2% (40 Füße) der nachuntersuchten Patienten hatten neben der Klumpfußdiagnose keine sonstigen Grunderkrankungen. Bei 5 Patienten (8 Füße, 12,3%) wurde nach der Geburt eine Hüftreifungsstörung diagnostiziert. 2 Patienten (3 Füße, 3,5%) litten an einer Neurodermitis. Folgenden Erkrankungen traten jeweils nur bei einem Patienten auf: Thalassämia minor, Pes adduktus (Gegenseite), Penicillinallergie, Fehlbildung der 4. Zehe, Hyperkinetisches Syndrom, Angeborene Hernie, Amnionschnürfurche (Finger/Zeh).

## 3.2. Die operative Therapie

### 3.2.1. Die Voroperationen

In 50 Fällen der 57 nachuntersuchten Rezidivklumpfüße erfolgte 1 Operation vor dem Revisionseingriff, in 4 Fällen erfolgten 2, in 2 Fällen 3 und in einem Fall 5 Voroperationen. 25 Patienten (31 Füße) wurden im König-Ludwig-Haus, 18 Patienten (26 Füße) auswärts primär operativ behandelt. Durchschnittlich wurden die Füße 1,1-mal (1-5) voroperiert.

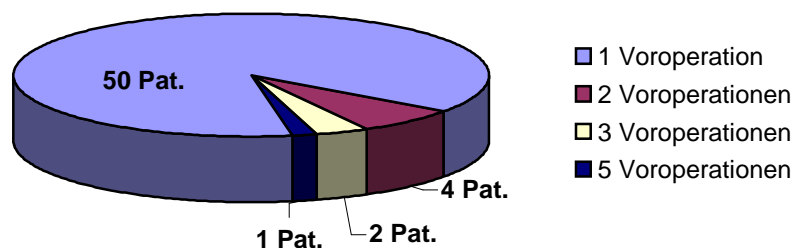


Abbildung 16: Anzahl der Voroperationen

### 3.2.2. Die operative Therapie des Rezidivklumpfußes

Folgende Rezidivoperationen fanden bei unserem Patientenkollektiv Anwendung (Mehrfachnennungen möglich):

- |    |         |                                       |
|----|---------|---------------------------------------|
| a) | 43 Füße | - Kuboidkeilosteotomie                |
| b) | 38 Füße | - Tibialis-anterior-Transfer          |
| c) | 30 Füße | - Peritalare Arthrolyse               |
| d) | 22 Füße | - Achillessehnenverlängerung          |
| e) | 20 Füße | - Mediales Release                    |
| f) | 6 Füße  | - Laterales Release                   |
| g) | 3 Füße  | - Plantarfaszienrelease               |
| h) | 19 Füße | - Verlängerung Flexor hallucis longus |
| i) | 13 Füße | - Verlängerung Flexor digitorum       |
| j) | 14 Füße | - Verlängerung Tibialis posterior     |

- k) 5 Füße - Ablösung Abductor hallucis
- l) 1 Fuß - Exostoseabtragung medialer Fußrand

Oftmals wurden die Rezidivoperationen durch eine oder mehrere Sehnenverlängerungen ergänzt. In 66,7% (38 Füße) der Rezidiveingriffe wurde die Sehne des M. tibialis anterior versetzt. 22-mal (38,6%) erfolgte eine Achillessehnenverlängerung, 19-mal (33,3%) eine Verlängerung der Sehne des Flexor hallucis longus, 13-mal (22,8%) eine Verlängerung der Flexor digitorum-Sehne, 14-mal (24,6%) eine Verlängerung der Tibialis posterior-Sehne und 5-mal (8,8%) wurde die Sehne des M. abductor hallucis abgelöst.

### **3.2.3. Die operative Therapie des Rezidivklumpfußes in Bezug auf die peritalare Arthrolyse**

#### **3.2.3.1. Anzahl und Art der Voroperationen**

Die Art und Anzahl der Voroperationen, die in den zwei Gruppen durchgeführt wurden, zeigt **Tabelle 3** (Mehrfachnennungen sind möglich).

Die Patienten der Gruppe 1 wurden, mit Ausnahme eines Patienten (1 Fuß, 3-mal voroperiert), höchstens 2-mal vor dem Rezidiveingriff operiert. 3 Patienten (6 Füße) hatten 2 Voroperationen.

In Gruppe 2 wurden 4 Patienten (4 Füße) 2-mal, 2 Patienten (5 Füße) 3-mal und 1 Patient (1 Fuß) 5-mal voroperiert.

Deutliche Unterschiede in den zwei Gruppen gab es vor allem in Bezug auf die Häufigkeit einzelner Operationsarten beim Primäreingriff (hervorgehobene Felder in der Tabelle 3). Eine peritalare Arthrolyse wurde in Gruppe 1 mit 43,3% (13 Füße) mehr als doppelt so oft durchgeführt wie in Gruppe 2 mit 14,8% (4 Füße). Bei 63,3% (19 Füße) der Patienten in Gruppe 1 wurde die Achillessehne bei der Primäroperation verlängert, bei 20,0% (6 Füße) die Sehne des Musculus tibialis posterior und bei 10,0% (3 Füße) die Sehne des Musculus flexor hallucis longus. In Gruppe 2 erfolgte eine Achillessehnenverlängerung bei 74,1% (20 Füße), bei 14,8% (4 Füße) eine Sehnenverlängerung des Musculus flexor hallucis longus und bei nur 11,1% (3 Füße) eine Verlängerung der Musculus-tibialis-posterior-Sehne.

		<b><u>Gruppe 1</u></b> 30 F (100%)	<b><u>Gruppe 2</u></b> 27 F (100%)
<b><u>OP 1</u></b>	Achillessehnenverlängerung	<b>19 F (63,3%)</b>	<b>20 F (74,1%)</b>
	Dorsales Release	7 F (23,3%)	6 F (22,2%)
	Mediales Release	3 F (10,0%)	3 F (11,1%)
	Laterales Release	1 F (3,3%)	1 F (3,7%)
	Dorsomediales Release	1 F (3,3%)	1 F (3,7%)
	Peritalare Arthrolyse	<b>13 F (43,3%)</b>	<b>4 F (14,8%)</b>
	Verlängerung M. tib. post.	<b>6 F (20,0%)</b>	<b>3 F (11,1%)</b>
	Verlängerung M. flex. hall. long.	3 F (10,0%)	4 F (14,8%)
	Verlängerung M. flex. dig.	3 F (10,0%)	3 F (11,1%)
	Verlängerung M. tib. ant.	1 F (3,3%)	0,0%
<b><u>OP 2</u></b>	Achillessehnenverlängerung	1 F (3,3%)	2 F (7,4%)
	Mediales Release	1 F (3,3%)	2 F (7,4%)
	Laterales Release	1 F (3,3%)	0,0%
	Peritalare Arthrolyse	1 F (3,3%)	0,0%
	Kuboidkeilosteotomie	1 F (3,3%)	0,0%
	Transfer M. tib. ant.	1 F (3,3%)	0,0%
<b><u>OP 3</u></b>	Achillessehnenverlängerung	0,0%	1 F (3,7%)
	Mediales Release	0,0%	2 F (7,4%)
	Peritalare Arthrolyse	1 F (3,3%)	0,0%
	Kuboidkeilosteotomie	0,0%	1 F (3,7%)
	Transfer M. tib. ant.	0,0%	1 F (3,7%)
<b><u>OP 4</u></b>	Mediales Release mit einer Verlängerung M. tib. ant. Und M. tib. post.	0,0%	1 F (3,7%)
<b><u>OP 5</u></b>	Mediales Release und OP nach Grice	0,0%	1 F (3,7%)

*Tabelle 3: Anzahl und Art der Voroperationen im Vergleich der zwei Gruppen*



### 3.2.3.2. Operationsarten beim Revisionseingriff

In der Gruppe 1 bestand die operative Therapie bei der Revision in einer peritalaren Arthrolyse mit vollständiger medialer, dorsaler und lateraler Darstellung des Rück- und Mittelfußes und anschließender Reposition des subtalaren Gelenkkomplexes. Bei 20 Füßen der Gruppe 1 (66,7%) wurde diese Operation mit einer Kuboidkeilosteotomie und bei 15 Füßen (50,0%) mit einem Tibialis-anterior-Sehnentransfer erweitert. 17-mal (17 Füße, 56,7%) wurde zusätzlich zur peritalaren Arthrolyse die Achillessehne verlängert, jeweils 13-mal (13 Füße, 43,3%) die Sehne des M. flexor hallucis longus und des M. tibialis posterior, 12-mal (12 Füße, 40,0%) die Sehne des M. flexor digitorum und bei 4 Füßen (13,3%) wurde die Sehne des M. abductor hallucis abgelöst. Bei einem Patienten (1 Fuß, 3,3%) in der Gruppe 1 wurde zusätzlich eine Exostosenabtragung am medialen Fußrand vorgenommen.

In der Gruppe 2 bestand die operative Therapie bei der Revision bei jeweils 23 Füßen (85,2%) in einer Kuboidkeilosteotomie und einem Sehnentransfer des M. tibialis anterior, bei 18 Füßen (66,7%) wurde ein mediales Release und bei 6 Füßen (22,2%) ein laterales Release durchgeführt. 6-mal (22,2%) wurde die Sehne des M. flexor hallucis longus, 5-mal (18,5%) die Achillessehne und jeweils in einem Fall (je 3,7%) die Sehne des M. flexor digitorum und des M. tibialis posterior verlängert und die Sehne des M. abductor hallucis abgelöst. Bei einem Patienten (1 Fuß, 3,7%) wurde zusätzlich eine Wedgeosteotomie (Jahss-Osteotomie) durchgeführt. Mehrfachnennungen sind in jeder Gruppe möglich. In der **folgenden Tabelle** werden die Operationsarten und die Häufigkeit ihrer Anwendung bei der Revision in den zwei Gruppen dargestellt. Eine Achillessehnenverlängerung und Sehnenverlängerungen des M. flexor hallucis longus, des M. tibialis posterior und des M. flexor digitorum und die Ablösung des M. abductor hallucis wurden tendenziell häufiger in der Gruppe 1 durchgeführt.

		<b><u>Gruppe 1</u></b>	<b><u>Gruppe 2</u></b>
		<b>30 Füße (100%)</b>	<b>27 Füße (100%)</b>
<b><u>Operations-</u></b> <b><u>arten</u></b> <b><u>beim</u></b> <b><u>Revisions-</u></b> <b><u>eingriff</u></b>	Peritalare Arthrolyse	<b>30 F (100%)</b>	<b>0,0%</b>
	Kuboidkeilosteotomie	<b>20 F (66,7%)</b>	<b>23 F (85,2%)</b>
	Tibialis-ant.-Sehnentransfer	<b>15 F (50,0%)</b>	<b>23 F (85,2%)</b>
	Achillessehnenverlängerung	<b>17 F (56,7%)</b>	<b>5 F (18,5%)</b>
	Mediales Release	<b>0,0%</b>	<b>18 F (66,7%)</b>
	Laterales Release	<b>0,0%</b>	<b>6 F (22,2%)</b>
	Verläng. M. fl. hall. long.	<b>13 F (43,3%)</b>	<b>6 F (22,2%)</b>
	Verläng. M. tib. post.	<b>13 F (43,3%)</b>	<b>1 F (3,7%)</b>
	Verläng. M. fl. digitorum	<b>12 F (40,0%)</b>	<b>1 F (3,7%)</b>
	Ablösung M. abd. hall.	<b>4 F (13,3%)</b>	<b>1 F (3,7%)</b>
	Exostoseabtrag. med. Fußband	<b>1 F (3,3%)</b>	<b>0,0%</b>
	Wedgeosteotomie (Jahss-Osteotomie)	<b>0,0%</b>	<b>1 F (3,7%)</b>

*Tabelle 4: Operationsarten beim Revisionseingriff im Vergleich der zwei Gruppen*

### **3.3. Klinische Ergebnisse**

#### **3.3.1. Subjektive Parameter**

##### **3.3.1.1. Schmerzen**

Bei 41 (72,0%) der 57 Rezidivklumpfüße traten im Alltag keine Knöchelschmerzen auf, bei 39 Füßen (68,5%) keine subtalaren Schmerzen. 2 Patienten (2 Füße, 3,5%) hatten bei alltäglicher Belastung gelegentlich Knöchelschmerzen und 1 Patient (2 Füße, 3,5%) hatte gelegentlich subtalare Schmerzen. Häufige subtalare Schmerzen gab ein Patient (1 Fuß, 1,8%) an. 22,8% (13 Füße) der Patienten hatten Knöchelschmerzen, 24,5% (14 Füße) der Patienten subtalare Schmerzen nur nach längerer oder stärkerer Belastung.

Bei 33 Füßen (57,9%) traten keine Schmerzen (Schmerzen allgemein) auf, die durch eventuelle orthopädische Folgeschäden aufgrund des Rezidivklumpfußes hervorgerufen werden können.

Eine detaillierte Auflistung der Schmerzangaben in Prozent bei der Nachuntersuchung in Bezug auf die zwei Patientengruppen ist in **Tabelle 5** dargestellt. Insgesamt war ein Trend dahingehend erkennbar, dass in Gruppe 1 weniger Schmerzen auftraten als in Gruppe 2. Die Zahl der Patienten/Füße, die keine Knöchel-, subtalare oder allgemeine Schmerzen verspürten, war in Gruppe 1 im Durchschnitt ca. 10,0% höher. Dagegen war der Prozentsatz, der häufig auftretenden Schmerzen, v.a. der Schmerzen im Allgemeinen, in Gruppe 2 um 7,8% höher.

		<u>Gruppe 1</u> 30 Füße (100%)	<u>Gruppe 2</u> 27 Füße (100%)
<b><u>Knöchelschmerz</u></b>	<b>Keine</b>	<b>73,3%</b>	<b>70,4%</b>
	Gelegentlich	<b>3,3%</b>	<b>3,7%</b>
	Häufig	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>
	Nach Belastung	<b>20,0%</b>	<b>25,9%</b>
	Keine Angaben	<b>3,3%</b>	<b>0,0%</b>
<b><u>Subtalarer Schmerz</u></b>	<b>Keine</b>	<b>73,3%</b>	<b>63,0%</b>
	Gelegentlich	<b>3,7%</b>	<b>3,7%</b>
	Häufig	<b>0,0%</b>	<b>3,7%</b>
	Nach Belastung	<b>20,0%</b>	<b>29,6%</b>
	Keine Angaben	<b>3,3%</b>	<b>0,0%</b>
<b><u>Schmerzen allgemein</u></b>	<b>Keine</b>	<b>63,3%</b>	<b>51,9%</b>
	Gelegentlich	<b>26,7%</b>	<b>37,0%</b>
	Häufig	<b>3,3%</b>	<b>11,1%</b>
	Nach Belastung	<b>3,3%</b>	<b>0,0%</b>
	Keine Angaben	<b>3,3%</b>	<b>0,0%</b>

*Tabelle 5: Schmerzangaben in Prozent in den zwei Gruppen*

### **3.3.1.2. Funktionelle Einschränkung**

In Gruppe 1 fühlten sich 53,3% der Patienten (16 Füße) im Alltag funktionell nicht eingeschränkt, 9-mal (9 Füße, 30,0%) wurde eine gelegentliche Einschränkung angegeben und 4-mal (4 Füße, 13,3%) gaben die Patienten an, häufig eingeschränkt zu sein. Ein Patient (3,3%) machte keine Angaben.

Im Vergleich fühlten sich in Gruppe 2 mit 48,1% weniger Patienten (13 Füße) im Alltag funktionell nicht eingeschränkt und mit 48,1% waren um 18,1% mehr Patienten/Füße gelegentlich eingeschränkt. Nur ein 1 Fuß (3,7%) in Gruppe 2 war häufig nicht voll funktionsfähig (**Abbildung 17**).

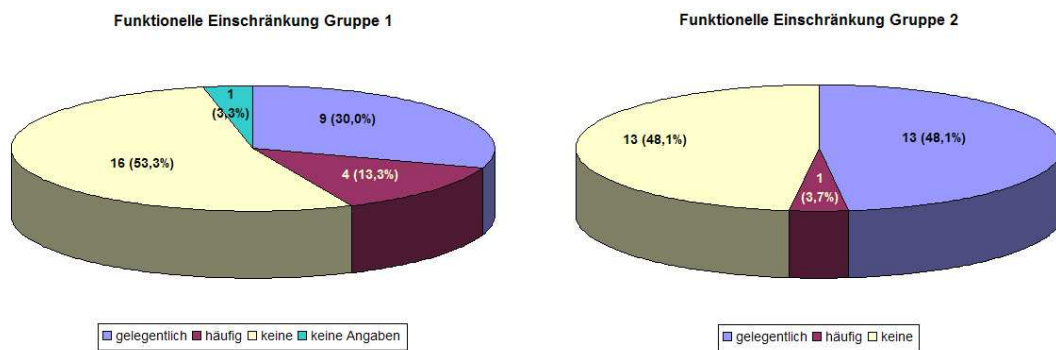


Abbildung 17: Funktionellen Einschränkung in Prozent in den zwei Gruppen

### 3.3.1.3. Zufriedenheit

In Gruppe 1 wurde bei 21 Füßen (70,0%) eine hohe und bei 8 Füßen (26,7%) eine mittlere Zufriedenheit angegeben. Ein Patient (3,3%) machte keine Angaben.

In Gruppe 2 waren die Patienten mit 17 Füßen (63,0%) hochzufrieden, 9-mal (9 Füße, 33,3%) wurde eine mittlere Zufriedenheit angegeben und ein Patient (1 Fuß, 3,7%) war unzufrieden mit dem Ergebnis. Insgesamt herrschte in beiden Gruppen mit dem Ergebnis der Rezidivoperation eine hohe Zufriedenheit (**Abbildung 18**).

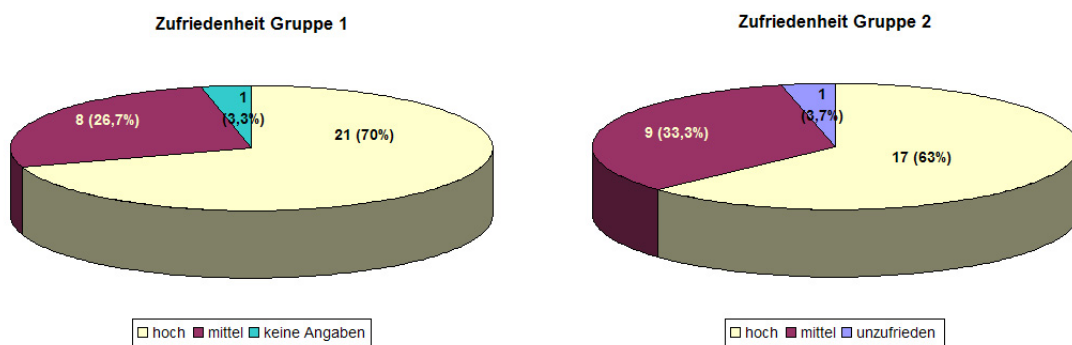


Abbildung 18: Darstellung der Zufriedenheit in Prozent in den zwei Gruppen

Fasst man alle subjektiven Bewertungskriterien zusammen, so konnten wir zwischen den Gruppen keinen statistisch signifikanten Unterschied feststellen. Die Patienten der Gruppe 1 gaben tendenziell weniger Schmerzen an und waren auch funktionell weniger eingeschränkt. Vergleicht man dieses Ergebnis mit dem Durchschnittsalter der Patienten, ist den zum Zeitpunkt der Rezidivoperation und zum Zeitpunkt der

Nachuntersuchung durchschnittlich jüngeren Patienten der Gruppe 1 ein tendenziell besseres Endergebnis zuzuordnen. Der Unterschied war jedoch nicht statistisch signifikant.

### 3.3.2. Objektive Untersuchungsbefunde

#### 3.3.2.1. Beweglichkeit des oberen Sprunggelenks

Im Durchschnitt war bei 56 Rezidivklumpfüßen eine aktive Dorsalextension von 10° möglich. In der Gruppe 1 erreichten die Patienten durchschnittlich 12°. In der Gruppe 2 (27 Füße) betrug der Mittelwert lediglich 7°.

Beide Gruppen zeigten eine aktive Plantarflexion von < 20°, Gruppe 1 durchschnittlich 18° und Gruppe 2 durchschnittlich 20°. Der Mittelwert für alle 56 Füße lag bei 19° (**Tabelle 6**). Die Beweglichkeit des OSG liegt also in beiden Gruppen außerhalb der Normwerte.

		<u>Gesamtkollektiv</u>	<u>Gruppe 1</u>	<u>Gruppe 2</u>
		56 Füße	29 Füße	27 Füße
<u>Beweglichkeit</u>	Dorsalextension	10°	12°	7°
<u>im OSG</u>	Plantarflexion	19°	18°	20°

*Tabelle 6: Beweglichkeit des OSG im Gesamtkollektiv und im Vergleich der zwei Gruppen*

#### 3.3.2.2. Fußstellung

Die Rück- und Vorfußstellung wurden zur Begutachtung der Form des Fußes herangezogen. 43 Füße (75,4%) wiesen eine physiologische Fußvalgusstellung (von 0° bis 10°) auf. Bei 4 Füßen (7,0%) war eine Fußvalgusstellung von >10° festzustellen, bei 9 Füßen (15,8%) eine Rückfußvarusstellung. Bei einem Patienten (1 Fuß, 1,8%) der Gruppe 1 wurde kein Befund erhoben.

68,4% der Patienten (39 Füße) zeigten eine neutrale Vorfußstellung, bei 16 Füßen (28,1%) war der Vorfuß  $\geq 5^\circ$  adduziert. Ein Fuß (1,8%) wies eine Supinationsstellung des Vorfußes auf.

Bei 64,9% (37 Füßen) war die Fuß-Knie-Achse in einer regelrechten Stellung (ca. 15° Außenrotation), bei 29,8% (17 Füße) war eine geringe Innenrotation und bei 3,5% (2 Füße) eine starke Innenrotation feststellbar.

In der **Tabelle 7** werden die Stellungen des Fußes und der Fuß-Knie-Achse im Vergleich der zwei Gruppen dargestellt.

		<b><u>Gruppe 1</u></b> <b>30 Füße (100%)</b>	<b><u>Gruppe 2</u></b> <b>27 Füße (100%)</b>
<b><u>Rückfuß</u></b>	Valgus (0°-10°)	<b>70,0%</b>	<b>81,5%</b>
	Valgus >10°	<b>10,0%</b>	<b>3,7%</b>
	Varus	<b>16,7%</b>	<b>14,8%</b>
	Kein Befund	<b>3,3%</b>	<b>0,0%</b>
<b><u>Vorfuß</u></b>	Neutrale Stellung	<b>76,7%</b>	<b>59,3%</b>
	Add. ≥ 5°	<b>20,0%</b>	<b>37,0%</b>
	Supination	<b>0,0%</b>	<b>3,7%</b>
	Kein Befund	<b>3,3%</b>	<b>0,0%</b>
<b><u>Fuß-Knie-Achse</u></b>	Regelrechte Stellg.	<b>60,0%</b>	<b>70,4%</b>
	Starke IRO	<b>0,0%</b>	<b>7,4%</b>
	Geringe IRO	<b>36,7%</b>	<b>22,2%</b>
	Kein Befund	<b>3,3%</b>	<b>0,0%</b>

*Tabelle 7: Fußstellung in Prozent in den zwei Gruppen*

### **3.3.2.3. Narbenverhältnisse**

Bei 3 Patienten (5 Füße, 8,8%) stellte sich das Operationsgebiet leicht vernarbt dar, in einem Fall (1 Fuß, 1,8%) war die Narbe leicht gerötet. Alle anderen Füße (50 Füße, 87,7%) zeigten ästhetische und kaum sichtbare Narben.

In der **Tabelle 8** werden die Narbenverhältnisse im Vergleich der zwei Gruppen dargestellt. Gruppe 2 wies eine um ca.12,0% häufigere Vernarbung der Haut über dem Operationsgebiet auf.

		<b><u>Gruppe 1</u></b> <b>30 Füße (100%)</b>	<b><u>Gruppe 2</u></b> <b>27 Füße (100%)</b>
<b><u>Narbenverhältnisse</u></b>	unauffällig	<b>90,0%</b>	<b>85,2%</b>
	vernarbt	<b>3,3%</b>	<b>14,8%</b>
	gerötet	<b>3,3%</b>	<b>0,0%</b>
	Kein Befund	<b>3,3%</b>	<b>0,0%</b>

*Tabelle 8: Narbenverhältnisse in Prozent in den zwei Gruppen*

#### **3.3.2.4. Schuhwerk/Orthopädische Hilfsmittel**

Bei der Nachuntersuchung trugen 28 von den 57 Rezidivklumpfüßen (49,1%) normale Konfektionsschuhe. Ein Fußgrößenunterschied/Schuhgrößenunterschied von 1 bis 2 Schuhgrößen wurde bei 11 Füßen (11 Patienten, 19,3%) registriert. In 20 Fällen (20 Füße, 35,1%) mussten Schuheinlagen in den Konfektionsschuhen getragen werden, bei 2 Füßen (3,5%) wurde der Konfektionsschuh mit einer Erhöhung angefertigt und ein Patient (1 Fuß, 1,8%) wurde mit Beidem versorgt. 3 Patienten (5 Füße, 8,8%) mussten dauerhaft orthopädische Maßschuhe tragen.

**Tabelle 9** zeigt das Schuhwerk und Orthopädische Hilfsmittel in den zwei Gruppen. Dabei ist ein Trend dahingehend zu erkennen, dass in Gruppe 1 eine höhere Anzahl der nachuntersuchten Patienten (Füße) normale Konfektionsschuhe ohne Einlagen tragen konnte.



		<b><u>Gruppe 1</u></b> <b>30 Füße (100%)</b>	<b><u>Gruppe 2</u></b> <b>27 Füße (100%)</b>
<b><u>Schuhwerk/</u></b> <b><u>Orthopäd.</u></b> <b><u>Hilfsmittel</u></b>	Konfektionsschuh	<b>60,0%</b>	<b>37,0%</b>
	Einlagen (E)	<b>16,7%</b>	<b>55,6%</b>
	Orthopäd. Schuh	<b>10,0%</b>	<b>7,4%</b>
	Schuerhöhung (S)	<b>6,7%</b>	<b>0,0%</b>
	E und S	<b>3,3%</b>	<b>0,0%</b>
	Kein Befund	<b>3,3%</b>	<b>0,0%</b>

*Tabelle 9: Schuhwerk und Orthopädische Hilfsmittel in Prozent in den zwei Gruppen*

### **3.3.2.5. Kraft und Funktionalität der Fuß- und Unterschenkelmuskulatur**

Die Muskelfunktion wurde bestimmt, indem die Patienten aufgefordert wurden, sich sowohl beid- als auch einbeinig, auf den Vorfußballen zu stellen. Somit konnte die Kraft des Musculus triceps surae, sowie die Funktionalität des Musculus flexor hallucis longus und des Musculus flexor digitorum überprüft werden. Bei 94,7% der Patienten war der Vorfußballenstand möglich, einige an der Hand geführt. Dementsprechend zeigten 54 der 57 Patienten ein gutes Gangbild mit primären Fersenkontakt und gutem Abrollverhalten.

Kraft und Funktionalität des Musculus triceps surae, Musculus flexor hallucis longus und Musculus flexor digitorum waren sowohl in Gruppe 1, als auch in Gruppe 2 im Durchschnitt sehr gut. Die Angaben der muskulären Kraftentfaltung erfolgte nach der Einteilung des British Medical Research Council auf einer Scala von 0-5:

5 Punkte: Volles Bewegungsausmaß (BA) gegen starken Widerstand (R)

4 Punkte: Volles BA gegen leichten R

3 Punkte: Volles BA gegen Schwerkraft

2 Punkte: Volles BA ohne Einwirkung der Schwerkraft

1 Punkt: Sicht-/ tastbare Aktivität, BA nicht vollständig

0 Punkte: Komplette Lähmung, keine Kontraktion

In der **Tabelle 10** wird die durchschnittliche Kraft und Funktionalität in Punkten im Vergleich der zwei Gruppen dargestellt.

		<u>Gruppe 1</u>	<u>Gruppe 2</u>
		29 Füße	27 Füße
<u>Kraft/Funktionalität</u>	M. triceps surae	4,34	4,59
	M flexor hallucis longus	4,56	4,93
	M. flexor digitorum	4,41	4,81

*Tabelle 10: Kraftangabe in Punkten der Unterschenkelmuskulatur in den zwei Gruppen*

Fasst man die Ergebnisse aller objektiv bewerteten Kriterien zusammen, so konnten wir auch hier bei einzelnen Parametern die Tendenz zu einer besseren Gruppe 1 erkennen, ein statistisch signifikanter Unterschied in den beiden Gruppen war jedoch nicht feststellbar. Obwohl die peritalare Arthrolyse einen bestmöglichen Bewegungsumfang im OSG und eine Normalisierung der Fußstellung gewährleisten soll, schnitt Gruppe 1 in diesen Punkten statistisch nicht signifikant besser ab.

### **3.4. Röntgenologische Ergebnisse**

Alle Parameter, die an den Röntgenbildern erhoben wurden, sind unter dem Punkt 2.4. aufgelistet.

#### **3.4.1. Radiologische Ergebnisse in Bezug auf die Rezidivoperation**

**Folgende Ergebnisse beziehen sich auf nur 54 Rezidivklumpfüße, da in 3 Fällen eine röntgenologische Untersuchung nicht erwünscht war.**

**Tabelle 11** und **Tabelle 12** zeigen die Mittelwerte des **Talokalkanearen Winkels**, des **Talus-Metatarsale-I-Winkels** und der **Talonavikularen Zentrierung** sowohl im anteroposterioren als auch im seitlichen Strahlengang vor und nach der Rezidivoperation im oben genannten Kollektiv (54 Rezidivklumpfüße) und im Vergleich der zwei Gruppen.

Bis auf die Mittelwerte des Talokalkanearen Winkels im anteroposterioren Strahlengang nach der Revision und die Mittelwerte des Talokalkanearen Winkels im seitlichen Strahlengang vor und nach der Revision liegen die oben genannten Winkelwerte nach den radiologischen Werten des Würzburger Schemas (**Tabelle 1**) in der Norm.

**Die Werte außerhalb des Normbereichs sind in den Tabellen markiert.**

Der a.p.- Talus-Metatarsale-I-Winkel ist nach dem Rezidiveingriff durchschnittlich um 9° kleiner, in Gruppe 1 um durchschnittlich 14° und in Gruppe 2 um durchschnittlich 5°. Die Messwerte liegen sowohl vor als auch nach der Rezidivoperation im Durchschnitt bei allen nachuntersuchten Patienten im Normbereich. In Bezug auf die Stellung des Vorfußes (a.p.-Talus-Metatarsale-I-Winkel) ist jedoch nach der Revision die Tendenz zu einem besseren Ergebnis erkennbar.

Nach Simons (1977) liegt bei einem Talus-Metatarsale-I-Winkel  $>15^\circ$  und einem Talokalkanearen Winkel  $<15^\circ$  ein Rückfußvarus und somit eine pathologische Inversion des Os naviculare vor. Die gemessenen Normwerte des Talokalkanearen Winkels im a.p. Strahlengang vor der Rezidivoperation schließen nach Simons jedoch eine pathologische Navikularstellung aus.

Auch bei der Talonavikularen Zentrierung ist die Tendenz zu besseren Messwerten nach der Revision feststellbar, obgleich die Werte auch schon vor der Rezidivoperation im Normbereich lagen. Die Talonavikulare Zentrierung im a.p.- Strahlengang hat sich nach der Revision im Durchschnitt um 0,9 Punkte (von -0,9 auf 0,0) verbessert, in Gruppe 1 um 1,1 (von -1 auf 0,1) und in Gruppe 2 um 0,5 (von -0,7 auf -0,2). Die präoperativ bestehende leichte Medialverschiebung des Os naviculare (talonavikulare Subluxation) wurde durch die Revision im Durchschnitt aufgehoben. (Os naviculare lag in Bezug auf den Talus nach der Revision durchschnittlich noch zentraler.) Die Mittelwerte der übrigen Winkel in den folgenden zwei Tabellen brachten in Bezug auf den Rezidiveingriff keine statistisch signifikante Aussage.

**Betrachtet man diese sechs Winkel im Gesamten, hat sich das Ergebnis nach der Revision im Durchschnitt nicht statistisch signifikant verändert. Lediglich die Tendenz zu einer verbesserten Vorfußstellung und zu einer verbesserten Lage des Os naviculare in Bezug auf den Talus war nach der Revision erkennbar.**

	<b><u>Mittelwerte der Winkel</u></b> vor/nach Rezidiv OP (54 Füße)	<b><u>Normwerte der Winkel</u></b> nach Würzburger Schema
<b><i>Anterior-posteriorer Strahlengang</i></b>		
Talokalkaneärer Winkel	22°/19°	20-45°
Talus-Metatarsale-I-Winkel	20°/11°	-5-25°
Talonavikuläre Zentrierung	-0,9/ 0,0	-1-1
<b><i>Lateraler Strahlengang</i></b>		
Talokalkaneärer Winkel	25°/26°	30-55°
Talus-Metatarsale-I-Winkel	16°/13°	-5-20°
Talonavikuläre Zentrierung	0,5/ 0,4	0-1

*Tabelle 11: Mittelwerte der Winkel vor und nach der Rezidivoperation im reduzierten Kollektiv und im Vergleich mit den Normwerten nach Wü-Schema*

**Tabelle 12** zeigt die im Punkt 3.4.1. genannten Winkel im Vergleich der zwei Gruppen in Bezug auf die Revision. Dabei konnten wir keinen statistisch signifikanten Unterschied erkennen.

	<b><u>Gruppe 1</u></b> Vor (28 F)/ Nach Rezidivop (27 F)	<b><u>Gruppe 2</u></b> Vor (26 Füße)/ Nach Rezidivop (27 F)	<b><u>Normwerte</u></b> Nach Würzburger Schema
<b><i>Anterior-posteriorer Strahlengang</i></b>			
Talokalkaneärer Winkel	23°/23°	22°/15,0°	20-45°
Talus-Metatarsale-I-Winkel	23°/9°	17°/12°	-5-25°
Talonavikuläre Zentrierung	-1,0/0,1	-0,7/-0,2	-1-1
<b><i>Lateraler Strahlengang</i></b>			
Talokalkaneärer Winkel	24°/26°	26°/26°	30-55°
Talus-Metatarsale-I-Winkel	18°/15°	13°/12°	-5-20°
Talonavikuläre Zentrierung	0,6/ 0,5	0,4/ 0,4	0-1

*Tabelle 12: Mittelwerte der Winkel vor und nach der Rezidivoperation im Vergleich der zwei Gruppen und im Vergleich der Normwerte nach Wü-Schema*

### 3.4.2. Radiologische Bewertung nach Simons

In die Bewertung wurden dabei folgende Winkel miteinbezogen: **Talokalkaneärer Winkel, Talokalkaneare Divergenz, Talonavikuläre Zentrierung** und **Kalkaneus-Metatarsale-II-Winkel** im anteroposterioren Strahlengang; **Talokalkaneärer Winkel, Kalkaneus-Metatarsale-II-Winkel, Tibiokalkaneärer Winkel, Tibiotalarer Winkel** und **Talonavikuläre Zentrierung** im seitlichen Strahlengang.

Das radiologische Gesamtergebnis nach Simons fällt sowohl vor als auch nach der Rezidivoperation im Gesamtkollektiv und jeweils in beiden Gruppen unbefriedigend aus (**Tabelle 13**). Die Ergebnisse in den zwei Gruppen wiesen keinen statistisch signifikanten Unterschied auf.

Dieses objektiv schlechte Ergebnis lässt sich dadurch erklären, dass nach Simons die Gesamtbeurteilung als unbefriedigend gewertet wird, sobald einer dieser oben genannten Winkelwerte nicht im Normbereich liegt.

		<b>Gruppe 1</b>		<b>Gruppe 2</b>	
		Vor (28F)/ Nach (27F)		Vor (27F)/ Nach (27F)	
		Zufrieden stellend/Unbefriedigend		Zufrieden stellend/Unbefriedigend	
	<b>Vor der Rezidivoperation</b>	<b>3,3%</b>	<b>90,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>100%</b>
	<b>Nach der Rezidivoperation</b>	<b>0,0%</b>	<b>90,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>100%</b>

*Tabelle 13: Radiologisches Gesamtergebnis nach Simons in Prozentangaben*

### 3.4.3. Radiologische Bewertung nach Würzburger Schema

Im Rahmen des radiologischen Bewertungssystems (**Anhang 7**) der Orthopädischen Klinik, König-Ludwig-Haus, gingen folgende Messdaten in die Bewertung ein: **Talokalkaneärer Winkel, Talus-Metatarsale-I-Winkel, Talonavikuläre Zentrierung** sowohl im anteroposterioren als auch im seitlichen Strahlengang, **Talokalkaneare Divergenz, Kalkaneus-Metatarsale-II-Winkel** und **Kalkaneokuboidales Alignment** im anteroposterioren Strahlengang und **Kalkaneus-Metatarsale-I-Winkel, Tibiokalkaneärer Winkel** und **Tibiotalarer Winkel** im seitlichen Strahlengang.

Nach unserem Bewertungsschema erreichten vor der operativen Therapie der residuellen Deformität 1,8% (1 Fuß) ein sehr gutes, 1,8% (1 Fuß) ein gutes, 19,3% (11 Füße) ein befriedigendes, 33,3% (19 Füße) ein mäßiges und 38,6% (22 Füße) ein schlechtes Ergebnis. Nach der Rezidivoperation erreichten 1,8% (1 Fuß) ein sehr gutes, 7,0% (4 Füße) ein gutes, 38,6% (22 Füße) ein befriedigendes, 29,8% (17 Füße) ein mäßiges und 17,5% (10 Füße) ein schlechtes Ergebnis.

Im Durchschnitt wurden bei 54 bewerteten Rezidivklumpfüßen vor der Rezidivoperation 95,6 Punkte (40-170) und nach erfolgter Therapie 112,7 Punkte (45-175) erreicht. Beide Punktezahlen entsprechen einem mäßigen Ergebnis. Im Gesamtkollektiv hat sich folglich das radiologische Ergebnis im Durchschnitt nach unserem Bewertungsschema nach der Rezidivoperation nicht statistisch signifikant verändert.

In **Gruppe 1** stieg die erreichte Punktezahl nach der peritalaren Arthrolyse mit Zusatzeingriffen als Rezidivoperation von 94,3 (range:40-170; mäßiges Ergebnis) auf 121,5 (range:75-175; befriedigendes Ergebnis). Somit fand sich in Gruppe 1 eine Verbesserung von einer Kategorie.

In **Gruppe 2** erreichten die Patienten vor der Rezidivoperation 97,1 Punkte (50-140; mäßiges Ergebnis), danach 103,9 Punkte (45-145; mäßiges Ergebnis). In Gruppe 2 wurde nach der Revision kein statistisch signifikant besseres Ergebnis erreicht.

**Tabelle 14** zeigt die durchschnittliche Gesamtpunktzahl und **Tabelle 15** die Einzelergebnisse in Prozent im reduzierten Kollektiv und in den zwei Gruppen nach unserem Bewertungsschema vor und nach der Rezidivoperation.

	<u>Gesamt-</u> <u>kollektiv</u>	<u>Gruppe 1</u>	<u>Gruppe 2</u>
<b>Vor der Rezidivoperation</b>	<b>95,6</b>	<b>94,3</b>	<b>97,1</b>
<b>Nach der Rezidivoperation</b>	<b>112,7</b>	<b>121,5</b>	<b>103,9</b>

*Tabelle 14: Gesamtpunktzahl im reduzierten Kollektiv und in den zwei Gruppen nach Wü-Schema vor/nach der Rezidiv-OP*

	<b><u>N = 54</u></b>	<b><u>Gruppe 1</u></b>	<b><u>Gruppe 2</u></b>
<b>Vor der Rezidivoperation</b>			
Sehr gut (170-180 Pkt.)	<b>1,8%</b>	<b>3,3%</b>	<b>0,0%</b>
Gut (150-169 Pkt.)	<b>1,8%</b>	<b>3,3%</b>	<b>0,0%</b>
Befriedigend (120-149 Pkt.)	<b>19,3%</b>	<b>20,0%</b>	<b>18,5%</b>
Mäßig (90-119 Pkt.)	<b>33,3%</b>	<b>26,7%</b>	<b>44,4%</b>
Schlecht (< 90 Pkt.)	<b>38,6%</b>	<b>40,0%</b>	<b>33,3%</b>
Nicht erfasst	<b>5,3%</b>	<b>6,7%</b>	<b>3,7%</b>
<b>Nach der Rezidivoperation</b>			
Sehr gut (170-180 Pkt.)	<b>1,8%</b>	<b>3,3%</b>	<b>0,0%</b>
Gut (150-169 Pkt.)	<b>7,0%</b>	<b>13,3%</b>	<b>0,0%</b>
Befriedigend (120-149 Pkt.)	<b>38,6%</b>	<b>40,0%</b>	<b>37,0%</b>
Mäßig (90-119 Pkt.)	<b>29,8%</b>	<b>23,3%</b>	<b>37,0%</b>
Schlecht (< 90 Pkt.)	<b>17,5%</b>	<b>10,0%</b>	<b>25,9%</b>
Nicht erfasst	<b>5,3%</b>	<b>10,0%</b>	<b>0,0%</b>

*Tabelle 15: Einzelergebnisse in Prozent im reduzierten Kollektiv und in den zwei Gruppen nach dem Wü-Schema vor/nach der Rezidiv-OP*

### **3.5. Ergebnisse der Bewertungsschemata**

#### **3.5.1. Klinische Bewertung nach Mc Kay**

Die Verwendung des annähernd gleich subjektiv und objektiv gewichteten Scores nach Mc Kay ergab in der Beurteilung der Rezidivoperation für über die Hälfte der Patienten mit Rezidivklumpfüßen ein „befriedigendes“ Ergebnis (33 Füße, 57,9%). 18 Füße (31,6%) wurden als „mäßig“ beurteilt, 4 Füße (7,0%) als „gut“. 1 Fuß (1,8%) erreichte eine „sehr gute“ Punktezahl. 1 Fuß (1,8%) fiel in die „schlechte“ Kategorie. Bei einer maximal zu erreichenden Punktzahl von 180 kamen die nachuntersuchten Rezidivklumpfüße im Durchschnitt auf 129,4 Punkte (befriedigend). Ein Patient (1 Fuß) erreichte die maximale Punktezahl von 180, die geringste Punktezahl von 75 wurde auch nur an 1 Patienten (1 Fuß) vergeben.

Die durchschnittliche Punktzahl für die Gruppe 1 (30 Füße) betrug 134 Punkte und für die Gruppe 2 (27 Füße) 124,3 Punkte. In Gruppe 1 erreichte 1 Fuß (3,3%) ein sehr gutes Ergebnis, 4 Füße (13,3%) erreichten ein gutes Ergebnis, 19 Füße (63,3%) ein befriedigendes Ergebnis und 6 Füße (20,0%) fielen in die schlechte Kategorie. In Gruppe 2 erreichten 14 Füße (51,9%) ein befriedigendes Ergebnis, 12 Füße (44,4%) ein mäßiges und nur 1 Fuß (3,7%) fiel in die schlechte Kategorie.

Das Gesamtergebnis wurde nach Mc Kay in Gruppe 1 als „befriedigend“ und in Gruppe 2 als „mäßig“ klassifiziert (**Tabelle 16**). Somit war die Tendenz zu einem besseren Ergebnis in Gruppe 1 erkennbar.

Anhand des Mc Kay Scores wurden die Patienten erneut in 2 Gruppen eingeteilt.

**Gruppe I:** Patienten (Füße), die nach Mc Kay nur 0-90 Punkte erreichten („Schlechte Gruppe“).

**Gruppe II:** Patienten (Füße), die nach Mc Kay mehr als 90 Punkte erreichten („Gute Gruppe“).

Nur 4 Patienten (4 Füße) haben einen Score  $\leq 90$  Punkte, 53 Füße haben einen Score über 90 Punkte.

#### Anzahl Operationen:

Von den 7 Füßen, die mehr als zwei Voroperationen hatten, erreichten 4 ein befriedigendes und 3 ein mäßiges Ergebnis nach Mc Kay. Es wurden keine sehr guten Ergebnisse erzielt, aber auch keine sehr schlechten. Außerdem ist die Anzahl der Patienten (Füße) mit mehreren Voroperationen in der „Guten Gruppe“ nach Mc Kay höher als in der „Schlechten Gruppe“.

Folglich hatte die Anzahl der Voroperationen in dem untersuchten Kollektiv keinen Einfluss auf das Operationsergebnis.



### 3.5.2. Klinische Bewertung nach Simons

Anhand des klinischen Bewertungssystems nach Simons (**Anhang 6**) erreichten im Gesamtkollektiv (57 Rezidivklumpfüße) nur 15 Füße (26,3%), in Gruppe 1 nur 10 Füße (33,3%) und in Gruppe 2 nur 5 Füße (18,5%) ein zufrieden stellendes Ergebnis.

Im Vergleich der Gruppen schnitt Gruppe 1 erneut tendenziell besser ab als Gruppe 2. Mit 33,3% in Gruppe 1 konnten 14,8% mehr die Kategorie „zufrieden“ erreichen.

Das Gesamtergebnis nach Simons war im Vergleich zur Bewertung nach Mc Kay oder Lehman durchschnittlich am schlechtesten (**Tabelle 16** und **Tabelle 17**).

	<u>Simons</u>				<u>Mc Kay</u>		
	Gesamt-kollektiv	Gruppe 1	Gruppe 2		Gesamt-kollektiv	Gruppe 1	Gruppe 2
				<b>Mittelwert</b>	<b>129,4</b>	<b>134</b>	<b>124,3</b>
				<b>Pkt</b>	<b>Pkt</b>	<b>Pkt</b>	
<b>Ergebnis:</b>				<b>Ergebnis:</b>			
<b>zufrieden</b>	<b>26,3%</b>	<b>33,3%</b>	<b>18,5%</b>	<b>Sehr gut</b>	<b>1,8%</b>	<b>3,3%</b>	<b>0,0%</b>
<b>unzufrieden</b>	<b>71,9%</b>	<b>63,3%</b>	<b>81,5%</b>	<b>gut</b>	<b>7,0%</b>	<b>13,3%</b>	<b>0,0%</b>
<b>1 Fuß nicht erfasst</b>	<b>1,8%</b>	<b>3,3%</b>		<b>befriedigend</b>	<b>57,9%</b>	<b>63,3%</b>	<b>51,9%</b>
				<b>mäßig</b>	<b>31,6%</b>	<b>20,0%</b>	<b>44,4%</b>
				<b>schlecht</b>	<b>1,8%</b>	<b>0,0%</b>	<b>3,7%</b>

*Tabelle 16: Ergebnisse nach Simons und Mc Kay im Vergleich*

### 3.5.3. Klinische und radiologische Bewertung nach Lehman

Neben den klinischen Kriterien geht der Talokalkaneare Index und der Metatarsale-I-Winkel im anteroposterioren Strahlengang in die Bewertung nach Lehman mit ein.

Von 57 nachuntersuchten Rezidivklumpfüßen erreichten 35,1% (20 Füße) ein sehr gutes, 42,1% (24 Füße) ein gutes, 8,8% (5 Füße) ein mäßiges und 14% (8 Füße) ein schlechtes Ergebnis. Die durchschnittliche Punktezahl im Gesamtkollektiv betrug 76,7 Punkte (35-100), was nach Lehman als „gut“ klassifiziert wird.

In **Gruppe 1** kamen die Patienten im Durchschnitt auf 76,9 Punkte (35-96), in **Gruppe 2** auf 76,4 Punkte (47-100). Es gab keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen.

Das Gesamtergebnis nach Lehman fiel im Vergleich mit den Ergebnissen nach Simons und Mc Kay am besten aus (**Tabelle 16** und **Tabelle 17**).

	<u>Simons</u>				<u>Lehman</u>		
	Gesamt-kollektiv	Gruppe 1	Gruppe 2		Gesamt-kollektiv	Gruppe 1	Gruppe 2
				<b>Mittelwert</b>	<b>76,7</b>	<b>76,9</b>	<b>76,4</b>
				<b>Pkt</b>	<b>Pkt</b>	<b>Pkt</b>	
<b>Ergebnis:</b>				<b>Ergebnis:</b>			
<b>zufrieden</b>	<b>26,3%</b>	<b>33,3%</b>	<b>18,5%</b>	<b>Sehr gut</b>	<b>35,1%</b>	<b>36,6%</b>	<b>33,3%</b>
<b>unzufrieden</b>	<b>71,9%</b>	<b>63,3%</b>	<b>81,5%</b>	<b>gut</b>	<b>42,1%</b>	<b>50,0%</b>	<b>33,3%</b>
<b>1 Fuß nicht erfasst</b>	<b>1,8%</b>	<b>3,3%</b>		<b>mäßig</b>	<b>8,8%</b>	<b>0,0%</b>	<b>18,5%</b>
				<b>schlecht</b>	<b>14,0%</b>	<b>13,3%</b>	<b>14,8%</b>

*Tabelle 17: Ergebnis nach Simons und Lehman im Vergleich*

## 4. Diskussion

Die Behandlung des Klumpfußrezidivs bzw. der residuellen Deformität ist ein nicht seltenes und schwieriges Problem in der Kinderorthopädie. Atar et al. berichteten 1992 von einer Rezidivrate von ca. 25% (13-50%) nach operativer Therapie der primären Fußfehlstellung [1].

Bezüglich des Operationszeitpunktes berichtete Turco 1994 über eine höhere Inzidenz an Rezidiven bei Primäroperationen vor dem 6. Lebensmonat [65], wohingegen Tarraf und Carroll 1992 aufzeigen konnten, dass bei Rezidiven mit Primäroperation vor dem 6. Lebensmonat signifikant weniger knöcherne Eingriffe zur sekundären Korrektur notwendig waren [60]. Als häufigste residuelle Deformitäten zeigen sich nach Tarraf und Carroll eine Vorfußadduktion, eine Supination und ein Rückfußvarus. Zu diesem Ergebnis kamen die Autoren aufgrund einer retrospektiven Beurteilung von 159 teilweise mehrfach operierten Klumpfüßen. Der Grund für eine 2. oder 3. Operation war meist eine erneut auftretende Vorfußfehlstellung [60].

Die besten Ergebnisse nach einem Revisionseingriff wiesen nach Turco (1979) die Füße auf, bei denen als Primäroperation nur ein limitierter Eingriff (z.B. Achillessehnenverlängerung) durchgeführt wurde [64].

43 Patienten mit 57 Rezidivklumpfüßen wurden in der vorliegenden Arbeit evaluiert. Bei einer durchschnittlichen Nachbeobachtungszeit von 6,6 Jahren (10 Monate-20 Jahre) nach der Rezidivoperation erzielten nach der Auswertung des klinischen Anamnesebogens (subjektive und objektive Bewertungskriterien) der Orthopädischen Klinik, König-Ludwig-Haus, die Patienten im Gesamtkollektiv nach der Revision ein gutes Ergebnis. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung war bei keinem Patienten eine zusätzliche operative Behandlung notwendig.

Obwohl die radiologischen Ergebnisse nach dem eigenen Bewertungssystem und nach Simons im Durchschnitt nicht gut waren und insgesamt die Mittelwerte des Bewegungsumfanges der Rezidivklumpfüße alle außerhalb der normalen Beweglichkeit lagen, fühlten sich die Patienten nicht sehr stark in ihrer Funktionalität eingeschränkt und stufen ihre Beweglichkeit und ihre Funktionalität als gut ein. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass bei einer alltäglichen Belastung nur ein geringerer Bewegungsumfang des oberen Sprunggelenks genutzt wird [59].

Aufgrund der Tatsache, dass die Patienten mit dieser Einschränkung im Alltag gut zu recht kamen, herrschte im Gesamtkollektiv auch eine große subjektive Zufriedenheit.

#### **4.1. Klinische Ergebnisse/Bewertungsschemata**

Für die Bewertung eines Behandlungsergebnisses bei Klumpfüßen/Rezidivklumpfüßen findet man heute zahlreiche Bewertungsschemata. Mehr als 50 Scores sind für wissenschaftlich vergleichende Untersuchungen publiziert. Die Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und orthopädische Chirurgie empfiehlt aktuell folgende Scores in der Originalfassung: Score nach Wynne-Davis (1964), nach Laaveg und Ponseti (1980), nach McKay (1983), nach Simons (1985), nach Magone (1989) und Score nach Atar und Lehman (1990) [11]. Diese enthalten jeweils eine unterschiedliche Anzahl objektiver und subjektiver Kriterien, teilweise auch röntgenologische Parameter. Für eine objektive Befunderhebung und für den Vergleich der operativen Ergebnisse aus verschiedenen Arbeitsgruppen sollten jedoch einheitliche Kriterien verwendet werden. In der vorliegenden Arbeit wurden die klinischen Parameter nach Lehman, Mc Kay und Simons erhoben. Aufgrund nur minimaler Unterschiede in wenigen einzelnen Punkten, lassen sich die Ergebnisse dieser 3 Scores gut miteinander vergleichen.

Lehman et al. schlagen 1994 in Ihrer Publikation eine altersabhängige Vorgehensweise für die operative Behandlung des Rezidivklumpfußes [37] vor. Bei einer Anzahl von 29 Füßen konnten dabei nach einem eigens erstellten Bewertungssystem 8 Füße ein exzellentes (27,5%), 11 ein gutes (37,9%) und 8 Füße (27,5%) ein befriedigendes Ergebnis erreichen, bei 2 Therapieversagern (6,9%) [1].

Von den 57 im Rahmen unserer Arbeit nachuntersuchten Rezidivklumpfüßen wiesen nach Lehmans Bewertungsschema 20 Füße (35,1%) ein sehr gutes und 24 Füße (42,1%) ein gutes Ergebnis auf. Dies ist mit Lehmans Resultat vergleichbar, fiel im untersuchten Kollektiv jedoch leicht besser aus. Mit 8,8% (5 Füße) befriedigenden und 14 % (8 Füße) schlechten Ergebnissen weicht das Ergebnis in diesen Bereichen allerdings von Lehmans Untersuchung ab. Lehman et al. veröffentlichten 1999 erneut eine Arbeit über die Nachuntersuchung von 20 Patienten mit 27 Rezidivklumpfüßen, die im Alter von 4-8 Jahren bei der Revision mit einem kompletten Weichteileingriff in Kombination mit einer kalkaneokuboidalen Fusion therapiert wurden [38]. Nach dem Bewertungsschema

der Autoren wiesen alle 27 Füße vor diesem Eingriff ein nicht zufrieden stellendes Ergebnis auf. Bei einer minimalen Nachbeobachtungszeit von 5 Jahren und einer maximalen von 14 Jahren erzielten nach der Revision 8 Füße (29,6%) ein exzellentes, 14 Füße (51,6%) ein gutes, 4 Füße (14,8%) ein befriedigendes und nur ein Fuß (3,7%) ein schlechtes Ergebnis. Somit konnte bei den 27 Rezidivklumpfüßen in den ersten 2 Kategorien im Durchschnitt ein ähnliches Ergebnis erreicht werden, in der befriedigenden und schlechten Kategorie weichen die Zahlen von Lehman's Ergebnissen von 1992 ab. Bei dieser Untersuchung von 1999 gab es deutlich weniger befriedigende und schlechte Ergebnisse. Beim nachuntersuchten Kollektiv der vorliegenden Arbeit fanden sich ebenso deutlich weniger befriedigende, jedoch etwas mehr schlechte Resultate [38].

Bei der Gegenüberstellung der Ergebnisse der einzelnen Bewertungsschemata im Rahmen der vorliegenden Arbeit war das klinische Gesamtergebnis nach Simons im Vergleich zur Gesamtbewertung nach Mc Kay oder Lehman durchschnittlich schlechter. Auch das radiologische Ergebnis nach Simons war fast immer nicht zufrieden stellend. Nach Simons können die einzelnen Kriterien nur nach 2 Möglichkeiten (zufrieden stellend oder nicht zufrieden stellend) bewertet werden. Somit fielen „mäßige“ oder „befriedigende“ Ergebnisse nach Mc Kay oder Lehman bei Simons in die Kategorie „Unzufrieden“. Dies erklärt die relativ hohe Anzahl an Füßen, die nach Simons ein nicht zufrieden stellendes Ergebnis aufwiesen. Dies sollte man bei der Beurteilung und im Vergleich der einzelnen Ergebnisse miteinander berücksichtigen.

## **4.2. Radiologische Ergebnisse**

Bei der Auswertung der sechs einzelnen Winkelwerte (Talokalkaneärer Winkel, Talus-Metatarsale-I-Winkel und die Talonavikuläre Zentrierung jeweils im anteroposterioren und im seitlichen Strahlengang) konnte sowohl vor als auch nach dem Revisionseingriff ein gutes radiologisches Ergebnis erzielt werden. Die Mittelwerte des Talokalkaneären Winkels im anteroposterioren Strahlengang nach der Revision und die Mittelwerte des Talokalkaneären Winkels im seitlichen Strahlengang vor und nach der Revision wichen nur geringfügig von den Normwerten des Würzburger Schemas ab. Die übrigen Messwerte lagen alle im Normbereich.

Im Gegensatz dazu war das Ergebnis im Gesamtkollektiv nach den oben genannten radiologischen Bewertungssystemen (Wü-Schema, Simons) sowohl vor als auch nach der Revision durchschnittlich nicht gut. Nach Simons bewertet, fielen nur einzelne radiologische Parameter zufrieden stellend aus. Nach der Auswertung des Würzburger Schemas erreichten nach der Revision ca. 40% ein befriedigendes, ca. 50% der Patienten ein mäßiges oder schlechtes Ergebnis. Zu erklären ist dieser Unterschied dadurch, dass den einzelnen Winkeln der Bewertungsschemata je nach ihrer Wichtigkeit eine unterschiedliche Punktezahl zugeordnet wird. Liegt einer mit einer höheren Punktezahl bewerteter Parameter nur gering außerhalb der Norm, wirkt sich dies auf das Gesamtergebnis nach Simons wie auch auf das Gesamtergebnis nach dem Würzburger Schema sehr negativ aus [55; 56].

Zwischen den radiologischen Ergebnissen nach dem Würzburger- und Simons Bewertungsschema und unseren klinischen Ergebnissen fand sich keine Korrelation. Die subjektive Zufriedenheit der Patienten war insgesamt sehr hoch. Diese Diskrepanz zwischen objektiver (radiologischer) und subjektiver Einschätzung der Ergebnisse deutet darauf hin, dass eine gewisse Deformität mit einer Funktionseinschränkung vom Patienten als nicht so störend empfunden wird. Auch Thompson et al. (1982) stellten fest, dass Füße mit einem zufrieden stellenden Endergebnis relativ normal aussahen und eine normale Funktion aufwiesen, trotzdem in der Regel von der Norm abweichende radiologische Messwerte zeigten [62]. Ebenso konnte festgestellt werden, dass die subjektive Einschätzung des Ergebnisses durch den Patienten bedeutsamer ist als die Verbesserung radiologischer Winkel. Für Cooper und Dietz (1995) waren bei einer Nachuntersuchung mehr als 30 Jahre nach Erstbehandlung der Klumpfußpatienten die Kriterien Schmerzen und funktionelle Einschränkung die Wichtigsten für die Patienten [5].

Hervorzuheben ist, dass sich die radiologischen Werte im Gesamtkollektiv im Durchschnitt weder nach Auswertung der Scores noch nach Auswertung der sechs einzelnen Winkelwerte durch den Rezidiveingriff statistisch signifikant verändert haben.

In der Arbeit von Raab und Krauspe (1999) konnten bei einem vergleichbaren Patientengut die vor der Revision bestandenen pathologischen Winkelverhältnisse in

altersentsprechende Normalwerte überführt werden [52]. Im nachuntersuchten Kollektiv konnte dies nicht bestätigt werden.

Simons Studie von 1985 zeigte eine statistisch signifikante Verbesserung zwischen prä- und postoperativen radiologischen Messwerten, allerdings bezogen auf die Primäroperation bei idiopathischen Klumpfüßen [57], wobei die postoperative radiologische Messung in einem sehr kurzen Abstand nach der Operation (innerhalb des ersten postoperativen Jahres) erfolgte. Ob diese radiologischen Veränderungen Bestand hatten, konnte in dieser Studie daher nicht aufgezeigt werden. Unsere Patienten waren dahingegen bei der radiologischen Messung vor der Rezidivoperation schon mindestens einmal, teilweise sogar mehrfach voroperiert. Dies ist ein möglicher Grund dafür, dass der Revisionseingriff radiologisch keine statistisch signifikante Veränderung brachte, zumal die beurteilten Röntgenbilder im Durchschnitt erst zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung und nicht direkt nach der Revision erstellt und ausgewertet wurden.

### **4.3. Operative Therapie**

Raab und Krauspe erarbeiteten im Jahre 1999 einen Algorithmus für die operative Therapie des Rezidivklumpfußes, nach dem unser Kollektiv therapiert wurde [52].

- **Im Alter von 6 Monaten bis 2 Jahre** steht vor allem die Durchführung einer peritalaren Arthrolyse mit einer exakten Reposition des subtalaren Gelenkkomplexes im Vordergrund. Lehman und Mitarbeiter (1994) bevorzugen in dieser Altersgruppe bei der Revision, lediglich eine Lösung der an der Deformität beteiligten Weichteile und eine Lösung der plantaren Strukturen. Kommt es dabei zu keiner ausreichenden Korrektur des Vorfußes, wird eine distale Arthrolyse des Metatarsale-I/Kuneiforme-I- und Kuneiforme-I/Navikulare- Gelenk angeschlossen [37].

- **Bei den 2- bis 4- jährigen Kindern** wird nach Raab und Krauspe beim Vorliegen einer ausreichenden Restbeweglichkeit der peritalaren Arthrolyse eine Kuboidkeilosteotomie angeschlossen, um die Balance zwischen der medialen und lateralen Säule wiederherzustellen. Außerdem sollte zusätzlich ein Tibialis-anterior-Sehnentransfer erfolgen, da sich in den meisten Fällen der Rezidive eine pathologische Supination des Vorfußes zeigt, hervorgerufen durch eine pathologische Zugrichtung des M. tibialis anterior. Hierzu heben Hui et al. (1998) in einer experimentellen

Untersuchung an Kadaverfüßen (ausgewachsene Füße) die Achse des Metatarsale III als die optimale Insertionsstelle für einen vollständigen Tibialis-anterior-Transfer hervor, da so eine maximale Dorsalflexion mit minimaler Pro- oder Supination möglich war [26]. Nach Raab und Krauspe ist immer eine sorgfältige intraoperative Bestimmung der Knie-Fuß-Achse nach Korrektur der Fußfehlstellung nötig, um die definitive Insertionsstelle der Sehne festzulegen. Ezra und Wientroub (2000), die bei Versetzung in Verlängerung des 3. Strahles hervorragende funktionelle Ergebnisse aufweisen konnten, berichten über den positiven Effekt des Tibialis-anterior-Sehnentransfer in 25 Fällen bei residualer Supinationsfehlstellung und sehen den Tibialis-Sehnen-Transfer als ein ausgezeichnetes additives Verfahren zur Wiederherstellung einer adäquaten Muskelbalance an [16]. Auch Kuo et al. (2001) konnten mit dem Tibialis-anterior-Sehnentransfer eine Verbesserung des klinischen Erscheinungsbildes erreichen, wobei in 42 Fällen die gesamte Sehne und in 29 Fällen nur die Hälfte der Sehne transferiert wurde. Letztere wiesen eine verbesserte Inversionsfunktion auf [36].

Lehman et al. schlagen im Vergleich zu Raab und Krauspe **bei den 2-4- Jährigen** eine Exzision des Gelenkknorpels des Kalkaneokuboidgelenks oder eine Herausschälung des Knochenkerns aus dem Kuboid vor, um die laterale Säule zu verkürzen, falls durch das soft tissue Release und die Lösung der plantaren Strukturen keine ausreichende Vorfußkorrektur erreicht wurde.

- **Bei über 4-jährigen Kindern** wird ein mediales und laterales Release mit talonavikularer Reposition, eine Kuboidkeilosteotomie sowie einen Sehnentransfer des M. tibialis anterior propagiert. Bei mehrfach frustran voroperierten Klumpfüßen wird eine Korrektur sämtlicher Komponenten der Deformität über einen Fixateur extern in der Technik nach Ilizarov empfohlen.

Lehman et al. geben in dieser Altersgruppe verschiedene Verfahren an: Eine Fusion des Kalkaneokuboidgelenk nach keilförmiger Gelenkresektion (Operation nach Evans), eine Entfernung des distalen Kalkaneus (Operation nach Lichtblau), eine Entfernung des kuboidalen Knochenkerns, eine „Open-wedge“-Osteotomie des 1. Os cuneiforme, tarsometatarsale Kapsulotomien oder metatarsale Osteotomien. Ebenso wird bei einem muskulären Ungleichgewicht zwischen dem M. tibialis anterior und der Peronealmuskulatur ein Tibialis-anterior-Sehnentransfer befürwortet.



Im Gegensatz zu Lehman et al. bevorzugen Raab und Krauspe gelenkerhaltende Verfahren, um vor Wachstumsabschluss versteifende Operationen oder eine schwer zu kontrollierende Verkürzung der lateralen Säule des Fußes im Verlauf zu vermeiden.

- **Jenseits des 8. Lebensjahres** stimmt die Vorgehensweise nach Raab und Krauspe weitgehend mit der von Lehman überein. In dieser Altersgruppe werden Mittelfußosteotomien, subtalare Korrekturarthrodesen oder Korrekturen mit dem Fixateur externe nach Ilizarov empfohlen. Galdino et al. berichteten über 19 schwere, vor allem den Rückfuß betreffende Deformitäten, bei denen durch eine subtalare Arthrodese in 68% der Fälle „exzellente und gute Ergebnisse“ erzielt werden konnten. Das Durchschnittsalter dieser Patienten betrug bei der Operation 8,4 Jahre [19].

Alle 94 von Raab und Krauspe 1999 in ihre Studie eingeschlossenen Rezidivklumpfüße zeigten präoperativ nach den gängigen Bewertungssystemen von Mc Kay (1983) und Simons (1985) vor der Revision mäßige (Mc Kay) und unbefriedigende (Simons) Resultate. Bei einem durchschnittlichen Nachbeobachtungszeitraum von 5,3 Jahren (4 Monate-12 Jahre) konnte mit diesem altersabhängigen operativen Vorgehen in jedem Fall eine gute klinische und funktionelle Verbesserung erzielt werden [52].

Häufig besteht bei der Klumpfußdeformität eine Innenrotation des Fußes. **Bis zum 4. Lebensjahr** kann diese Rotationsstörung durch ein subtalares komplettes Release nach Mc Kay-Simons korrigiert werden. **Ab dem 5. Lebensjahr** müssen Eingriffe wie die supramalleolare Tibiarotationsosteotomie oder eine Überkorrektur im Chopartgelenk überlegt werden [23]. Für die Tibiaosteotomie gibt es nur selten eine Indikation, da der Unterschenkel im Laufe des Wachstums kompensatorisch nach außen rotiert und eine Derotationsosteotomie die Malleolengabel noch weiter nach außen drehen würde. Aufgrund einer Nachuntersuchung von 14 Kindern hat nach Napiontek (1994) die Tibiaosteotomie als kompensatorische operative Maßnahme bei persistierender oder wiederkehrender Klumpfußdeformität mit Einwärtsrotation des Fußes (medial malalignment syndrome) bei älteren Kindern mit Zeichen eines sekundären Gelenkverschleißes nach mehrfachen Voroperationen eine eingeschränkte Berechtigung [45]. Vizkelety und Szepesi (1989) sehen ebenso eine Indikation für eine außenrotierende Tibiaosteotomie in Ausnahmefällen, wenn bei persistierendem „Toeing-in“ eine weitere operative Verkürzung des lateralen Strahles nicht vertretbar ist [67].

Dierauer et al. beschrieben 1999 zwei Osteotomien, die eine Korrektur der häufigsten Rezidivformen des Klumpfußes ermöglichen. Zum einen ist das die kombinierte zuklappende Kuboid- und aufklappende Kuneiformeosteotomie zur Korrektur des Vorfußadduktus und –supinatus ab dem 4. Lebensjahr nach Mc Hale, zum anderen die Kalkaneusosteotomie nach Dwyer zur Berichtigung des Rückfußvarus ab dem 3. bis 4. Lebensjahr. Bei einer Nachuntersuchung von 19 Kindern (26 Füße) 1994 nach kombinierter Mittelfußosteotomie nach Mc Hale beim Klumpfußrezidiv berichten die Autoren, dass bei allen Patienten mit der Erstdiagnose eines idiopathischen Klumpfußes keine Reoperation mehr nötig gewesen sei. Bei normaler Länge des Kalkaneus führten die von lateral durchgeführten Kalkaneusosteotomien nach Dwyer meist zu einer befriedigenden Korrektur des Rückfußvarus [12].

Schon 1991 konnten Mc Hale und Lenhart an einer kleinen Serie bei 4 bis 10-jährigen Kindern mit 7 so genannten „Bean-shaped“ Füßen nach Klumpfußoperation durch den kombinierten Eingriff einer Kuboidkeilosteotomie mit additiver Kuneiformeosteotomie (kombiniert mit einer experimentellen Untersuchung an Leichenfüßen) eine reproduzierbare Korrektur der residuellen Vorfußadduktion und Mittelfußsupination aufzeigen und betonten, dass dadurch meistens eine exzessive Dissektion der durch die Voroperationen stark vernarbten Weichteile unterbleiben kann [41]. Schäfer und Hefti (2000) berichten über vorwiegend befriedigende Ergebnisse mit dieser Operationstechnik, konnten jedoch im Langzeitverlauf Korrekturverluste feststellen [53].

Nach Gordon (2003) und Lourenco (2001) sollte eine kombinierte Mittelfußosteotomie frühestens ab dem 4. Lebensjahr durchgeführt werden, da es aufgrund des Entwicklungsstandes der Ossifikationszentren der beteiligten Fußwurzelknochen bei jüngeren Kindern zu einer hohen Rate an Dislokationen des medialseitigen Transplantates kommt [20, 40].

Pohl und Nicol (2003) konnten anhand von 13 Füßen in einer klinischen und radiologischen Nachuntersuchung bestätigen, dass zur Korrektur einer neben der Vorfußadduktion zusätzlich bestehenden Supinationsfehlstellung die kombinierte Mittelfußosteotomie durch die Osteotomie sämtlicher Ossa cuneiformia erweitert werden sollte. So könne auf die Supination des Fußes durch Rotation um die Fußlängsachse Einfluss genommen werden [48].

Trotz unterschiedlicher altersabhängiger operativer Vorgehensweisen wurde bei den oben genannten Studien im Durchschnitt durch den Revisionseingriff eine klare Verbesserung des klinischen Ergebnisses und der Funktionalität der Rezidivklumpfüße erzielt. Die 57 nachuntersuchten Rezidivklumpfüße aus unserem Kollektiv erreichten nach Lehmans Bewertungsschema bei einer Durchschnittspunktezahl von 76,7 ein „gutes“ Ergebnis, nach Mc Kays Auswertung wurde das Ergebnis der nachuntersuchten Patienten mit einer Durchschnittspunktezahl von 129,4 als „befriedigend“ klassifiziert.

#### **4.4. Gruppenvergleich**

Bei den Patienten der Gruppe 1 wurde als Rezidivoperation eine peritalare Arthrolyse durchgeführt, die Patienten der Gruppe 2 erhielten im Rahmen der Rezidivoperation keine peritalare Arthrolyse.

In unserem Gruppenvergleich konnte weder bei der Auswertung der Bewertungsschemata noch bei den einzelnen subjektiven und objektiven klinischen Untersuchungsparametern ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden. Es kristallisierte sich lediglich die Tendenz zu einem durchschnittlich besseren Ergebnis in der Gruppe 1 heraus. Dabei spielt die Optimierung der Therapie von Rezidivklumpfüßen in den letzten Jahren eine Rolle [23], ferner waren die Patienten der Gruppe 1 zum Zeitpunkt der Rezidivoperation und der Nachuntersuchung tendenziell jünger. In Gruppe 2 hatten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 10 Patienten das Alter von 15 Jahren erreicht, 5 Patienten davon sogar bereits das Alter von 20 Jahren. Bei 80% dieser 10 Patienten erfolgte die Rezidivoperation im Zeitraum zwischen 1982 und 1992. Damals wurde die peritalare Arthrolyse als Operationsverfahren bei der Revision noch nicht so häufig eingesetzt.

Auch bei der radiologischen Auswertung war zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 kein statistisch signifikanter Unterschied erkennbar. Nach dem Würzburger Schema zeigte sich wie bei den subjektiven und objektiven Bewertungskriterien im Durchschnitt lediglich die Tendenz zu einem besseren Abschneiden der Gruppe 1. Dass sich eine pathologische Narbenbildung im Operationsgebiet in Gruppe 1 seltener zeigte, kann auf das durchschnittlich jüngere Alter in Gruppe 1 zurückgeführt werden.

## **4.5. Fazit**

Unter Verwendung eines altersabhängigen Therapiealgorithmus konnten im Rahmen unserer Nachuntersuchung in der schwierigen Situation der Rezidivklumpfußdeformität klinisch und funktionell gute postoperative Ergebnisse erreicht werden. Diese Resultate entsprechen den Ergebnissen von Lehmans Untersuchungen aus den Jahren 1994 und 1999.

In der Literatur finden sich leider nur wenige Veröffentlichungen über die operative Therapie des Rezidivklumpfußes, die mit dem Ergebnis dieser Arbeit vergleichbar wären. In der Vergangenheit gab es kein klares therapeutisches Konzept in Bezug auf das operative Vorgehen, vor allem fehlen Langzeitergebnisse von Untersuchungen nach Revisionseingriffen.

Aufgrund der geringen Anzahl an Rezidivklumpfüßen werden die einzelnen operativen Eingriffe relativ selten durchgeführt und sind daher nur schlecht miteinander vergleichbar. Zudem stellen sich die Deformitäten in einer Vielzahl an Variationen dar, was wiederum eine Vielzahl an unterschiedlichen Operationsarten erfordert. Deshalb ist es von großer Wichtigkeit, jeden Patienten bzw. Rezidivklumpfuß individuell zu betrachten, das Alter des Patienten, die bestehende Funktionseinschränkung und die schon durchgeführten Primäroperationen in die geplante Therapie mit einzubeziehen und eine deformitätenspezifische, genau für den einzelnen Patienten adaptierte operative Korrektur, vorzunehmen.

Da der radiologische Befund nicht immer mit dem klinischen Befund übereinstimmt [62], ist eine systematische Untersuchung ausgewählter Röntgenwinkel in standardisierter Technik nach Simons (Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen) für die genaue Befunderfassung, für die Indikationsstellung einer erneuten Operation, für das Ausmaß des operativen Vorgehens, für den weiteren Verlauf und für den Vergleich mit anderen Autoren von großer Wichtigkeit [55].

## 5. Zusammenfassung

**Einleitung:** Der idiopathische Klumpfuß ist die häufigste angeborene Fehlbildung der Extremitäten. Bei ca. 25% der Patienten tritt nach initialer operativer Korrektur ein Klumpfußrezidiv auf. In der vorliegenden Arbeit werden anhand einer retrospektiven klinischen Studie die Ergebnisse der operativen Korrektur residueller Deformitäten an diesem Krankengut dargestellt.

**Patienten und Methoden:** Es wurden 43 Patienten mit 57 Rezidivklumpfüßen, die in der Zeit von 1986-2001 in der orthopädischen Klinik, König-Ludwig-Haus, operativ behandelt wurden, nach einem standardisierten Protokoll klinisch und radiologisch nachuntersucht. Die operative Behandlung erfolgte nach einem standardisierten Schema unter Berücksichtigung der individuellen Deformität der Patienten.

Das Durchschnittsalter der Patienten mit einer residuellen Deformität betrug bei der Rezidivoperation 5,1 Jahre, bei der Nachuntersuchung 12,05 Jahre. Die durchschnittliche Nachuntersuchungszeit betrug 6,6 Jahre.

Die konservative Vorbehandlung erfolgte bei den in dieser Arbeit evaluierten Patienten nicht einheitlich. Die Patienten wurden primär und bei der Revision nach unterschiedlichen Methoden operiert. Auch die Anzahl der Operationen vor der Revision variierte, wobei 87,7% der Füße nur einmal voroperiert waren.

Die klinischen und radiologischen Ergebnisse wurden anhand verschiedener Bewertungssysteme (Simons, Mc Kay, Lehman und Würzburger Schema) ausgewertet und in Bezug auf das gesamte nachuntersuchte Patientenkollektiv und einer als Rezidivoperation durchgeführten peritalaren Arthrolyse dargestellt.

### **Ergebnisse:**

#### Klinische Ergebnisse:

Im Gesamtkollektiv der Rezidivklumpfüße wurde nach der Auswertung des klinischen Anamnesebogens durchschnittlich ein gutes Ergebnis erzielt. Im Vergleich der beiden Gruppen (Gruppe 1: Patienten mit einer peritalaren Arthrolyse als Rezidivoperation; Gruppe 2: Patienten, die keine peritalare Arthrolyse als Rezidivoperation hatten) zeigte sich sowohl bei den subjektiven als auch bei den objektiven Parametern der Trend zu einem besseren Ergebnis in der Gruppe 1, ein statistisch signifikanter Unterschied in den beiden Gruppen konnte nicht festgestellt werden.

#### Bewertungsschemata:

Die 57 nachuntersuchten Rezidivklumpfüße erreichten nach der Auswertung nach Lehman und nach Mc Kay ein zufrieden stellendes Ergebnis, im Gegensatz dazu fiel das Gesamtergebnis nach Simons' Bewertungsschema bei 71,7% der nachuntersuchten Patienten nicht zufrieden stellend aus.

Im Gruppenvergleich zeigt sich bei den Ergebnissen nach Simons und nach Mc Kay der Trend dahingehend, dass die Patienten (Füße) der Gruppe 1 besser abschnitten als die Patienten (Füße) der Gruppe 2.

#### Radiologische Ergebnisse:

Nach der Auswertung aller radiologischen Ergebnisse, war nach dem Rezidiveingriff im Durchschnitt keine statistisch signifikante Verbesserung der gemessenen Winkelwerte festzustellen.

#### **Schlussfolgerung:**

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass es kein Operationsverfahren gibt, welches im Vergleich zu anderen Verfahren zu einem statistisch signifikant besseren Ergebnis führt. Jeder Patient - jeder Fuß - muss individuell betrachtet werden. Eine sorgfältige klinische Untersuchung eines erfahrenen Operateurs und die Auswertung standardisierter Röntgenbilder im a.-p. und seitlichen Strahlengang sind außerdem für die Entscheidung über die weitere operative Therapie und für das Erreichen eines funktionell guten Ergebnisses von großer Wichtigkeit. Die beste Behandlung eines Rezidiv- bzw. Residualklumpfußes ist jedoch die Prophylaxe durch eine adäquate Primärbehandlung und Nachsorge.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Korrektur der Klumpfüsse im 18. Jh. nach André Venel [10]	1
Abbildung 2: Standardisierte Rö-Aufnahmen nach der Methode von Simons aus [55]	7
Abbildung 3: Blick von plantar auf einen typischen Rezidivklumpfuß auf der linken Seite mit einer deutlichen pathologischen Beschwielung über dem Fußaußenrand	16
Abbildung 4: Erläuterung des Patientenkollektivs von 1986-2001	23
Abbildung 5: Geschlechts- und Seitenverteilung	24
Abbildung 6: Arten und Häufigkeiten der Primäroperation	26
Abbildung 7: Arten und Häufigkeiten der OP2	27
Abbildung 8: Arten und Häufigkeiten der OP3	28
Abbildung 9: Talokalkaneare Divergenz nach Simons [57]	31
Abbildung 10: Talonavikulare Zentrierung im a.p.-Bild nach Simons [57]	31
Abbildung 11: Kalkaneokuboidale Gradeinteilung im a.p.-Röntgenbild	32
Abbildung 12: Talokalkanearwinkel (A) und Talus-Metatarsale-I-Winkel (B)	33
Abbildung 13: Talokalkanearwinkel (a), Tibiotalarwinkel (b) und Tibiokalkanearwinkel (c)	34
Abbildung 14: Gruppenaufteilung, durchschnitt. Nachbeobachtungszeit und Durchschnittsalter bei Revision	38
Abbildung 15: Familiäre Vorbelastung bei Patienten, die im KLH oder extern vorbehandelt wurden	40
Abbildung 16: Anzahl der Voroperationen	41
Abbildung 17: Funktionellen Einschränkung in Prozent in den zwei Gruppen	48
Abbildung 18: Darstellung der Zufriedenheit in Prozent in den zwei Gruppen	48

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Winkelwerte für die Beurteilung von Therapieergebnissen	35
Tabelle 2: Zeitliche Charakteristika in den zwei Gruppen	39
Tabelle 3: Anzahl und Art der Voroperationen im Vergleich der zwei Gruppen	43
Tabelle 4: Operationsarten beim Revisionseingriff im Vergleich der zwei Gruppen	45
Tabelle 5: Schmerzangaben in Prozent in den zwei Gruppen	47
Tabelle 6: Beweglichkeit des OSG im Gesamtkollektiv und im Vergleich	49
Tabelle 7: Fußstellung in Prozent in den zwei Gruppen	50
Tabelle 8: Narbenverhältnisse in Prozent in den zwei Gruppen	51
Tabelle 9: Schuhwerk und Orthopädische Hilfsmittel in Prozent in den zwei Gruppen	52
Tabelle 10: Kraftangabe in Punkten der Unterschenkelmuskulatur in den zwei Gruppen	53
Tabelle 11: Mittelwerte der Winkel vor und nach der Rezidivoperation im reduzierten Kollektiv und im Vergleich mit den Normwerten nach Wü-Schema	55
Tabelle 12: Mittelwerte der Winkel vor und nach der Rezidivoperation im Vergleich der zwei Gruppen und im Vergleich der Normwerte nach Wü-Schema	55
Tabelle 13: Radiologisches Gesamtergebnis nach Simons in Prozentangaben	56
Tabelle 14: Gesamtpunktzahl im reduzierten Kollektiv und in den zwei Gruppen nach Wü-Schema vor/nach der Rezidiv-OP	57
Tabelle 15: Einzelergebnisse in Prozent im reduzierten Kollektiv und in den zwei Gruppen nach dem Wü-Schema vor/nach der Rezidiv-OP	58
Tabelle 16: Ergebnisse nach Simons und Mc Kay im Vergleich	60
Tabelle 17: Ergebnis nach Simons und Lehman im Vergleich	61

## Literaturverzeichnis

1. Atar B., Lehman W. B., Grant A. D., and Strongwater A. M.: Revision Surgery in Clubfeet. Clin Orthop 283: 223-230, 1992
2. Baumgartner R., Stinus H.: Die orthopädiotechnische Versorgung des Fußes. Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 2001
3. Beatson T. R., Pearson J. R.: A Method of Assessing Correction in Club Feet. J Bone and Surg. 48B (1): 40-50, 1966
4. Bernbeck R. und Dahmen G.: Kinderorthopädie. Thieme Verlag, 1983
5. Cooper D. M. und Dietz S. R.: Treatment of Idiopathic Clubfoot. Thirty-Year Follow-up. J Bone and Joint Surg [AM] Vol 77: 1477-1498, 1995
6. Crawford A. H., Marxen J. L., and Osterfeld D. L.: The Cincinnati Incision: A Comprehensive Approach for Surgical Procedures of the Foot and Ankle in Childhood. J Bone and Joint Surg, Vol. 64-A 9: 1355-1358, 1982
7. Debrunner H. U.: Der angeborene Klumpfuß. Enke-Verlag, Stuttgart, 1936
8. Debrunner H. U.: Zur Geschichte der Klumpfußbehandlung. Arch. Orthop. 36: 101, 1936
9. Debrunner H.U.: Die Therapie des angeborenen Klumpfusses. Beilageheft zur Zeitschrift für Orthopädie. Band 88, 1957
10. Debrunner A. M.: Orthopädie/ Orthopädische Chirurgie. Bern, Hans Huber Verlag, 1994
11. Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und orthopädische Chirurgie: Leitlinien der Orthopädie. Köln, Dt. Ärzte-Verlag, 2. Auflage, 2002
12. Dierauer S., Schäfer D., Hefti F.: Osteotomien am Mittel- und Rückfuß beim Klumpfußrezidiv. Der Orthopäde, 28: 117-124, 1999
13. Dimeglio A., Bensahel H., Souchet Ph., Mazeau Ph., and Bonnet F.: Classification of Clubfoot. J Pediatr Orthop, Part B, Vol. 4: 129-136, 1995
14. Doederlein L., Wenz W., Schneider U.: Fußdeformitäten – Der Klumpfuß. Berlin, Heidelberg, Springer Verlag, 1999
15. Evans D.: Relapsed Club Foot. J Bone and Joint Surg, Vol. 43-B 4: 722-733, 1961



16. Ezra E., Hayek S., Gilai AN., Khermosh O., Wientroub S.: Tibialis Anterior Tendon Transfer (TATT) for Residual Dynamic Supination Deformity in Treated Club Feet. *J Pediatr Orthop* 9: 207-211, 2000.
17. Feldbrin Z., Gilai A. N., Ezra E., Kermosh O., Kramer U., Wientroub S.: Muscle Imbalance and the Aetiology of Idiopathic Clubfoot. *J Bone and Joint Surg (Br)* 77-B: 596-601, 1995
18. Fukuhara K., Schollmeier G., Uthof H. K.: The Pathogenesis of Clubfoot. *J Bone and Joint Surg (Br)* 76-B: 450-457, 1994
19. Galdino M. J., Siff S. J., Butler J. E. et al.: Triple Arthrodesis in Young Children: A Salvage Procedure after Failed Release in Severly Affected Feet. *Foot Ankle* 7: 319-321, 1987
20. Gordon J. E., Luhmann S. J., Dobbs M. B., Szymanski D. A., Rich M., Anderson D. J., Schoenecker P. L.: Combined Midfoot Osteotomy for Severe Forefoot Adductus. *J Pediatr Orthop* Vol. 23(1): 74-78, 2003
21. Grice D. S.: An Extra-Articular Arthrodesis of the Subastragalar Joint for Correction of Paralytic Flat Feet in Children. *J Bone and Joint Surg*, Vol. 34-A 4: 927-940, 1952
22. Grill F., Franke J.: The Ilizarov Distractor for the Correction of Relapsed or Neglected Clubfoot. *J Bone and Joint Surg (Br)* 69-B: 593-597, 1987
23. Grill F.: Der Klumpfuß. *Der Orthopäde*, 25: 364-378, 1996
24. Harrold A., Walker C.: Treatment and Prognosis in Congenital Clubfoot. *J Bone and Surg* B65: 8-11, 1983
25. Hefti F.: *Kinderorthopädie in der Praxis*. Springer; Berlin, Heidelberg, New York, 1997
26. Hui J. H., Goh J. C., Lee E. H.: Biomechanical Study of Tibialis Anterior Tendon Transfer. *Clin Orthop* 349: 249-255, 1998
27. Imhäuser G.: *Die Behandlung des idiopathischen Klumpfußes*. Stuttgart, Enke-Verlag, 1984
28. Ippolito E., Ponseti I. V.: Congenital Clubfoot in the Human Fetus: A Histological Study. *J Bone and Joint Surg*, Vol. 62-A: 8-22, 1980
29. Irani R. N. and Sherman M. S.: The Pathological Anatomy of Club Foot. *J Bone and Joint Surg*, Vol. 45-A 1: 45-52, 1963

30. Isaacs H., Handelsmann J. E.: The Muscle in Clubfoot – A Histological, Histochemical and Electron Microscopic Study. *J Bone and Joint Surg (Br)* 59-B: 465, 1977
31. Kite J. H.: Principles Involved in the Treatment of Clubfoot. *J Bone and Joint Surg*, 21: 595, 1939
32. Kite J. H.: Conservative Treatment of the Resistant Recurrent Clubfoot. *Clin Orthop*, 70: 93-110, 1970
33. Krauspe R., Parsch K.: Die peritalare Arthrolyse zur Klumpfußkorrektur über den sogenannten Cincinnati-Zugang. *Operat. Orthop. Traumatol.*, Heft 2: 125-140, 1995
34. Krauspe R., Vispo Seara J. L., and Löhr J. F.: Long-term Results after Surgery for Congenital Clubfoot. *Foot and Ankle Surgery*, 2: 77-82, 1996
35. Krauspe R., Westhoff B., Wild A.: „Der Klumpfuß“ aus Praxiswissen Halte- und Bewegungsorgane, Hrsg. Grifka J.. Thieme Verlag, 2005
36. Kuo K. N., Hennigan S. P. and Hastings M. E.: Anterior Tibial Tendon Transfer in Residual Dynamic Clubfoot Deformity. *J Pediatr Orthop*, Vol. 21: 35-41, 2001
37. Lehman W.B., Atar D., Grant A. D. and Strongwater A. M.: Treatment of Failed Clubfoot Surgery. *J Pediatr Orthop*, Part B 3: 168-170, 1994
38. Lehman W. B., Atar D., Bash J., Grant A., Feldmann D., Kissin Y., Gutman J. and Lindsey J.: Results of Complete Soft Tissue Clubfoot Release Combined With Calcaneocuboid Fusion in the 4-Year Age Group Following Failed Clubfoot Release. *J Pediatr Orthop*, Part B 8: 181-186, 1999
39. Lichtblau S.: A Medial and Lateral Release Operation for Club Foot. *J Bone and Joint Surg*, Vol. 55-A 7: 1377-1384, 1973
40. Lourenco A. F., Dias L. S., Zoellick D. M., Sodre H.: Treatment of Residual Adduction Deformity in Clubfoot: The Double Osteotomy. *J Pediatr Orthop*, Vol. 21(6): 713-718, 2001
41. Mc Hale K. A. and Lenhart M. K.: Treatment of Residual Clubfoot Deformity – the “Bean-Shaped” Foot – by Opening Wedge Medial Cuneiform Osteotomy and Closing Wedge Cuboid Osteotomy. Clinical review and cadaver correlations. *J Pediatr Orthop*, Vol. 11, 374-81, 1991

42. Mc Kay D. W.: New Concept of and Approach to Clubfoot Treatment: Section I – Principles and Morbid Anatomy. *J Pediatr Orthop*, Vol. 2: 347-356, 1982
43. Mc Kay D. W.: New Concept of and Approach to Clubfoot Treatment: Section III – Evaluation and Results. *J Pediatr Orthop*, Vol. 3: 141-148, 1983
44. Morcuende J. A., Weinstein S. L., Dietz F. R. and Ponseti V.: Plaster Cast Treatment of Clubfoot: The Ponseti Method of Manipulation and Casting. *J Pediatr Orthop*, Part B, Vol. 3: 161-167, 1994
45. Napiontek M., Nazar J.: Tibial Osteotomy as a Salvage Procedure in the Treatment of Congenital Talipes Equinovarus. *J Pediatr Orthop* Vol. 6: 763-767, 1994
46. Niethard F.: *Kinderorthopädie*. Stuttgart, Georg Thieme Verlag, 1997
47. Parsch K.: Die primäre Behandlung des Klumpfußes. *Der Orthopäde*, 28:100-109, 1999
48. Pohl M. und Nicol R. O.: Transcuneiform and Opening Wedge Medial Cuneiform Osteotomy with Closing Wedge Cuboid Osteotomy in Relapsed Clubfoot. *J Pediatr Orthop*, Vol. 23: 70-73, 2003
49. Ponseti I. V., El Khuory G. YE., Weinstein S. L.: A Radiograph Study of Skeletal Deformities in Treated Club Foot. *Clin Orthop* 160: 30-42, 1981
50. Ponseti I. V.: *Der angeborene Klumpfuß, Grundlagen der Behandlung*. OXFORD UNIVERSITY PRESS, Oxford, S. 3-7, 1996
51. Pryor G. A., Villar R. N., Ronen A. and Scott P. M.: Seasonal Variation in the Incidence of Congenital Talipes Equinovarus. *J Bone and Joint Surg (Br)*, Vol. 4, 73: 632-634, 1991
52. Raab P., Krauspe R.: Das Klumpfußrezidiv. *Der Orthopäde*, 28: 110-116, 1999
53. Schäfer D., Hefti F.: Combined Cuboid/Cuneiform Osteotomy for Correction of Residual Adductus Deformity in Idiopathic and Secondary Clubfeet. *J Bone and Joint Surg*, Vol. 82-B: 881-884, 2000
54. Scheel P. F.: Beobachtungen bei der Behandlung des kongenitalen Klumpfußes. *Z. Orthop.* 79: 546-552, 1950
55. Simons G. W.: Analytical Radiography of Club Feet. *J Bone and Joint Surg*, Vol. 59-B 4:485-489, 1977
56. Simons G. W.: A Standardized Method for the Radiographic Evaluation of Clubfeet. *Clin Orthop*, 135: 107-118, 1978

57. Simons G. W.: Complete Subtalar Release in Club Feet, Part II – Comparison with Less Extensive Procedures. *J Bone and Joint Surg*, Vol. 67-A 7: 1056-1065, 1985
58. Sodre H., Bruschini S., Magalhaes A. A. C., Lourenco A.: Anomalous Muscles in Clubfeet. In: Simon G. W. ed. *The Clubfoot: The Present and View of the Future*. 42-2, New York, Springer Verlag, 1994
59. Stauffer R. N., Edward Y. S., Chao C., Robert C. Brewster: Force and Motion Analysis of the Normal, Diseased and Prosthetic Ankle Joint. *Clin Orthop* 127: 189-196, 1977
60. Tarraf Y. N. and Carroll N. C.: Analysis of the Components of Residual Deformity in Clubfeet Presenting for Reoperation. *J Pediatr Orthop*, Vol. 12: 207-216, 1992
61. Thometz J. G. and Simons G. W.: Deformity of Calcaneocuboid Joint in Patients Who Have Talipes Equinovarus. *J Bone and Joint Surg*, 190-195, 1993
62. Thompson G. H., Richardson A. B. and Westin G. W.: Surgical Management of Resistant Congenital Talipes Equinovarus Deformities. *J Bone and Joint Surg*, Vol. 64-A 5: 652-665, 1982
63. Turco V. J.: Surgical Correction of the Resistant Club Foot. *J Bone and Joint surg*, Vol. 53-A 3: 477-497, 1971
64. Turco V. J.: Resistant Congenital Club Foot – One-Stage Posteromedial Release with Internal Fixation. *J Bone and Joint Surg*, Vol. 61-A 6: 805-814, 1979
65. Turco V. J.: Present Management of Idiopathic Clubfoot. *J Pediatr Orthop*, Part B 3:149-154, 1994
66. Vanderwilde R., Staheli L. T., Chew D. E. and Malagon V.: Measurements on Radiographs of the Foot in Normal Infants and Children. *J Bone and Joint Surg*, Vol. 70-A 3: 407-415, 1988
67. Vizkelety T. and Szepesi K.: Reoperation in Treatment of Clubfoot. *J Pediatr Orthop*, Vol. 9: 144-147, 1989
68. Wirth C. J. and Jäger M.: *Praxis der Orthopädie*. Stuttgart, Thieme Verlag, 1992
69. Zeifang F., Thomsen M.: Konservative und funktional orientierte Behandlung des idiopathischen Klumpfußes. *Der Orthopäde*, 32:157-163, 2003

# Anhang 1

## ANAMNESEBOGEN REZIDIVKLUMPFÜSSE

Name:

Geburtsdatum:

Alter:

Diagnose: primär/sekundär

Familiäre Vorbelastung (Klumpfußkinder  
in Familie, i.e.: Geschwister, Eltern):

li./re./bds.

Besonderheiten in der Schwangerschaft:

Besonderheiten bei der Geburt:

sonstige Grunderkrankungen:

Würden Sie Ihr Kind wieder operieren lassen: Ja / Nein

*sonstige orthopädische Erkrankungen:*

<i>Kopf</i>	<i>Wirbelsäule</i>	<i>obere Extremität</i>	<i>untere Extremität</i>

*Konservative Therapie:*

	<i>Beginn</i>	<i>Dauer</i>	<i>Frequenz</i>	<i>Art</i>
<i>Redressions- Behandlung</i>				
<i>Kranken- gymnastik</i>				
<i>sonstiges</i>				

Korrekturoperationen(vor Rezidivklumpfußkorrektur):

	<i><b>OP I</b></i>	<i><b>OP II</b></i>	<i><b>OP III</b></i>	<i><b>OP IV</b></i>
<i><b>nicht bekannt</b></i>				
<i><b>Datum</b></i>				
<i><b>Klinik</b></i>				
<i><b>Achillessehnen-Verlängerung</b></i>				
<i><b>dorsales Release</b></i>				
<i><b>dorsomediales Release</b></i>				
<i><b>peritales Release</b></i>				
<i><b>Tibialis-post.-Verlängerung</b></i>				
<i><b>Flexoren-Verlängerung</b></i>				
<i><b>Tibialis-ant.-Verlängerung</b></i>				
<i><b>Tibialis-ant. Transfer</b></i>				
<i><b>Kalkaneokuboidales Release</b></i>				
<i><b>Kuboidkeil-osteotomie</b></i>				
<i><b>Plantarfaszien-release</b></i>				
<i><b>Zeitpunkt der Materialentfernung</b></i>				
<i><b>Dauer der Gipsbehandlung</b></i>				

Nachversorgung nach PrimärOP:

	<i>Kranken- gymnastik</i>	<i>Nacht- lagerungs- schienen</i>	<i>Schienen (Kopen- hagener)</i>	<i>Innen- schuh</i>	<i>Orthopä- discher Maßschuh</i>	<i>Drei- Backen- Einlagen</i>
<i>Dauer der Behandlung</i>						

Zeitpunkt des Auftretens der residuellen Deformität:

Rezidiv: re./li./bds.

Zeitlicher Abstand zur OP:

Re-OP:

	<i>Rechter Fuß</i>	<i>Linker Fuß</i>
<i>Datum</i>		
<i>Peritales Release</i>		
<i>Mediales Release</i>		
<i>Laterales Release</i>		
<i>Kuboidkeil- Osteotomie</i>		
<i>Tibialis-ant.- Transfer</i>		
<i>Plantarfaszienrelease</i>		
<i>Verlängerung FHL</i>		
<i>Verlängerung FD</i>		
<i>Sonstiges</i>		

## Anhang 2

### KLINISCHER UNTERSUCHUNGSBOGEN REZIDIVKLUMPFÜSSE

	<i>klinischer Befund</i>		<i>Punktzahl nach McKay</i>		<i>Punktzahl nach Simons</i>		<i>Punktzahl nach Lehmann</i>	
	re. Fuß	li. Fuß	re.	li.	re.	li.	re.	li.
<i>Narbenverhältnisse</i>								
<i>Fußlänge</i>								
<i>Wadenumfang</i>								
<i>Schwielenbildung</i>								
<i>Schuhwerk</i>								
<i>Rückfußstellung</i>	Varus: Valgus:	Varus: Valgus:						
<i>Fersenhochstand</i>								
<i>Fuß-Knie-Achse</i>								
<i>Vorfußstellung</i>	Neutral: Pro.: Sup.:	Neutral: Pro.: Sup.:						
<i>Winkel Bimalleolar-longitudinalebene Fuß</i>								
<i>Beweglichkeit oberes Sprunggelenk</i>	DEx/PFlex.	DEx/PFlex.						
<i>Knöchelschmerz</i>								
<i>subtalare Beweglichkeit</i>	Inv./Ev.	Inv./Ev.						
<i>subtalarer Schmerz</i>								



	<i>klinischer Befund</i>		<i>Punktzahl nach McKay</i>		<i>Punktzahl nach Simons</i>		<i>Punktzahl nach Lehmann</i>	
	re. Fuß	li. Fuß	re.	li.	re.	li.	re.	li.
<i>Kraft des triceps surae</i>								
<i>Vorfußballenst. einb.</i>								
<i>Vorfußballenst. zweib.</i>								
<i>Vorfußballenst. nicht möglich</i>								
<i>Funktionalität des Flexor hallucis longus</i>								
<i>Funktionalität des Flexor digitorum longus</i>								
<i>Symptome</i>								
<i>Gangbild</i>								
<i>Funktionelle Einschränkung</i>	Keine Gelegentlich Häufig	Keine Gelegentlich Häufig						
<i>Zufriedenheit</i>	Hoch Mittel Unzufrieden	Hoch Mittel Unzufrieden						
<i>Schmerz</i>	Nie Gelegentlich Häufig	Nie Gelegentlich Häufig						
<i>zusätzliche Behandlung</i>								
<i>Komplikationen</i>								
<i>Sport</i>								
<i>Gesamtpunktzahl</i>								

# Anhang 3

## RADIOLOGISCHER UNTERSUCHUNGSBOGEN

Vor Re-OP: Nach Re-OP:	<i>radiologischer Befund</i>		<i>Punktzahl nach Simons</i>		<i>Punktzahl Würzburger Schema</i>		<i>Punktzahl nach Lehmann</i>	
<b>1. ap.-Röntgenbild</b>								
	re.Fuß	li. Fuß	re.	li.	re.	li.	re.	li.
<i>Talokalkaneärer Winkel</i>								
<i>Talokalkaneare Divergenz</i>								
<i>Talo-Metatarsale-I-Winkel</i>								
<i>Kalkaneus-Metatarsale-II-Winkel</i>								
<i>Talnavikulare Zentrierung</i>								
<i>Kalkaneokuboidale Ausrichtung</i>								
<b>2. laterales Röntgenbild</b>								
<i>Talokalkaneärer Winkel</i>								
<i>Kalkaneus-Metatarsale-I-Winkel</i>								
<i>Talus-Metatarsale-I-Winkel</i>								
<i>Tibiokalkaneärer Winkel</i>								
<i>Tibiotalarer Winkel</i>								
<i>Talonavikulare Zentrierung</i>								
<b>Gesamtpunktzahl</b>								

## Anhang 4

### Bewertungssystem nach McKay

Kategorie	Abzug von 180 Punkten		
<b>I. Schmerzen im oberen Sprunggelenk</b>			
Keine	0		
Schmerzen nur beim Laufen	- 5		
Hinken nach ganztägiger Belastung	- 10		
Tolerabel bei täglicher Aktivität	- 20		
Konstant funktionsbehindert	- 30		
<b>II. Schmerzen im unteren Sprunggelenk</b>			
Keine	0		
Schmerzen nur beim Laufen	- 5		
Hinken nach ganztägiger Belastung	- 10		
Tolerabel bei täglicher Aktivität	- 15		
Konstant funktionsbehindert	- 20		
<b>III. Schuhwerk</b>			
Konfektionsschuhe	0		
Nur ausgewählter Konfektionsschuh	- 5		
Fußdefundierte Schuhe	- 10		
Konfektionsschuhe unpassend	- 15		
<b>IV. Stellung des Rückfußes</b>			
Valgus 0° - 5°	0		
Valgus 5° - 10°	- 5		
> 10° Valgus	- 10		
Varus	- 20		
<b>V. Stellung des Vorfußes</b>			
Neutralstellung	0		
Ab-/Adduktion 0° - 5°	- 5		
> 10° Ab-/Adduktion	- 10		
<b>VI. Beweglichkeit im oberen Sprunggelenk</b>			
DE	PF	Gesamt	
0°	≥ 40°	50°	0
≥ 10°	≥ 30°	40°	- 10
≥ 10°	≥ 25°	30°	- 20
< 10°	< 25°	< 35°	- 30
<b>VII. Funktion des Musculus Flexor Hallucis</b>			
Normal	0		
Funktionslos	- 10		
<b>VIII. Kraft des Musculus Triceps Surae</b>			
Vorfußballenstand einseitig	0		
Vorfußballenstand beidseitig	- 10		
Vorfußballenstand nicht möglich	- 20		
<b>IX. Winkel: Bimalleolarebene und Fußachse</b>			
83° - 90°	0		
76° - 82°	- 10		
50° - 75°	- 20		
<b>X. Sport</b>			
Schul-/ Wettkampfsport	0		
Wettkampfsport wegen Fußproblemen nicht möglich	- 15		
<b>Gesamtpunktzahl</b>	<b>Ergebnis</b>		
175 - 180 Punkte	sehr gut		
160 - 174 Punkte	gut		
125 - 159 Punkte	befriedigend		
90 - 124 Punkte	mäßig		
< 90 Punkte	schlecht		

## Anhang 5

### Bewertungsschema nach Lehman

Functional Rating System for Clubfoot Surgery			
Criteria	Level	Points	
1. Ankle dorsiflexion (passive motion)	>90°	15	
	90°	5	
2. Subtalar joint (passive motion)	<90°	0	
	≥15°	10	
	<15°	5	
3. Position of heel when standing	Stiff	0	
	0–5° valgus	10	
	>5° valgus	5	
4. Appearance of forefoot	Varus	0	
	Neutral	10	
	<5° ADD/ABD	5	
5. Gait	>5° ADD/ABD	0	
	Normal	6	
	Heel walk	2	
	Toe walk	2	
6. Roentgenogram	Abnormal heel/toe sequence	0	
	Talocalcaneal index*	≥40°	5
	Talus-first metatarsal angle	<40°	0
7. Shoe type	≤10°	5	
	>10°	0	
	Regular	No pain	5
8. Functional limitations	Orthopedic	With discomfort	2
	—	—	0
	None	None	15
9. Pain	Occasional	Occasional	8
	Frequent	Frequent	0
	Never	Never	10
10. Satisfaction	Occasional	Occasional	5
	Frequent	Frequent	0
	High	High	5
	Partial	Partial	3
	Unsatisfied	Unsatisfied	0

\*The talocalcaneal index is the sum of the lateral and anteroposterior measurements of the talocalcaneal angle.  
ADD, adduction; ABD, abduction.

## Anhang 6

### Klinisches Bewertungssystem nach Simons

Kategorie	Zufriedenstellend	Unbefriedigend
I. Symptome	Keine	Geringe bis starke Schmerzen bei normaler Aktivität
II. Erscheinungsbild des Rückfußes	Normal oder geringe Deformität	Mäßige bis signifikante Restdeformität
III. Stellung des Vorfußes	Keine bis geringe Adduktion	Mäßige bis signifikante Adduktion
IV. Knie-Fuß-Achse	Normal	Fuß-Knie-Malalignment
V. Funktionelle Schwäche der Wadenmuskulatur	Vorfußballenstand möglich	Vorfußballenstand nicht möglich
VI. Beweglichkeit im oberen Sprunggelenk	DE $\geq 10^\circ$ , PF $\leq 15^\circ$	DE $< 10^\circ$ , PF $< 15^\circ$
VII. Beweglichkeit im unteren Sprunggelenk	Geringe bis Beweglichkeit	Keine Beweglichkeit
VIII. Notwendigkeit einer zusätzlichen Therapie	Keine, Gips, minimale operative Korrektur des Vorfußes	Längere Gipstherapie, ausgedehnte Operation
IX. Komplikationen	Keine oder zwei kleinere Komplikationen	Eine oder mehrere größere Komplikationen

#### Gesamtergebnis:

Zufriedenstellend:

Keine Kategorie unbefriedigend

Unbefriedigend:

Eine oder mehrere Kategorien unbefriedigend

# Anhang 7

## RADIOLOGISCHES BEWERTUNGSSYSTEM KÖNIG-LUDWIG-HAUS

### I. ANTEROPOSTERIORES RÖNTGENBILD

WINKEL	KATEGORIE	PUNKTE
I. TALOKALKANEARER WINKEL	20° - 45°	20
	< 20°	0
	> 45°	0
II. TALOKALKANEARE DIVERGENZ	-1 BIS +2	20
	-4 BIS -2	0
	+3 BIS +4	0
III. TALO-METATARSALE-I-WINKEL	- 5° - 25°	5
	< - 5°	0
	> 25°	0
IV. CALCANEUS-METATARSALE-II-WINKEL	5° - 30°	5
	< 5°	0
	> 30°	0
V. TALO-NAVICULARE-ZENTRIERUNG	-1 BIS +1	20
	- 4 BIS - 2	0
	+2 BIS +3	0
VII. CALCANEO-CUBOIDALES ALIGNMENT	NORMAL	10
	GRAD I	5
	GRAD II	0

## II. LATERALES RÖNTGENBILD

WINKEL	KATEGORIE	PUNKTE
VII. TALOKALKANEARER WINKEL	30° - 55°	20
	< 30°	0
	> 55°	0
VIII. CALCANEUS-METATARSALE-I-WINKEL	135° - 170°	10
	< 135°	0
	> 170°	0
IX. TALO-METATARSALE-I-WINKEL	- 5° - 20°	10
	< - 5°	0
	> 20°	0
X. TIBIOKALKANEARER WINKEL	35° - 70°	20
	< 35°	0
	> 70°	0
XI. TIBIOTALARER WINKEL	70° - 100°	20
	< 70°	0
	> 100°	0
XII. TALO-NAVICULARE-ZENTRIERUNG	-0 BIS + 1	20
	+ 2 BIS + 3	0

### BEWERTUNG:

170 - 180	PUNKTE: SEHR GUT
150 - 169	PUNKTE: GUT
120 - 149	PUNKTE: BEFRIEDIGEND
90 - 119	PUNKTE: MÄSSIG
< 90	PUNKTE: SCHLECHT

Mein Dank gilt

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. P. Raab für die Überlassung dieses Themas, für die Betreuung und die Übernahme des Referats.

Herrn Prof. Dr. med. H.-M. Straßburg für die freundliche Übernahme des Koreferates .

Herrn Dr. med. V. Ettl für die Betreuung.

Für die geduldige Hilfe am Computer danke ich meinem Ehemann aufs Herzlichste.



# Lebenslauf

## Persönliche Angaben

Vorname, Name      Susanne Zvada , geborene Bauer  
Geburtsdatum      04.04.1975  
Geburtsort          Wasserburg/Inn  
Staatsangehörigkeit      Deutsch  
Familienstand      Verheiratet, 1 Kind

## Schulbildung

09/1981 – 12/1982      Grundschule Wasserburg/Inn  
01/1983 – 07/1985      Grundschule Gars/Inn  
09/1985 – 07/1994      Gymnasium Gars/Inn, Neusprachlicher Zweig  
07/1994                  Allgemeine Hochschulreife

## Ausbildung

10/1994 – 03/1995      Pflegepraktikum im Bezirkskrankenhaus Gabersee  
                                    (Fachklinik für Psychiatrie, Psychotherapie und Neurologie)  
04/1995 – 03/1998      Ausbildung zur Krankenschwester im Bezirkskrankenhaus Gabersee,  
                                    Abschluss: Staatlich geprüfte Krankenschwester

## Hochschulbildung

05/1998 - 10/2003      Studium der Humanmedizin an der Bayrischen Julius-Maximilians-Universität  
                                    Würzburg  
03/2000                  Ärztliche Vorprüfung  
03/2001                  1. Abschnitt der ärztlichen Prüfung  
03/2003                  2. Abschnitt der ärztlichen Prüfung  
10/2003                  Wechsel an die Universität Regensburg  
10/2004                  3. Abschnitt der ärztlichen Prüfung

## Beruflicher Werdegang

Seit 15.02.2006      Assistenzärztin, Gemeinschaftspraxis für Anästhesie in Nürnberg

Susanne Zvada