

Aus der Klinik für Orthopädie  
in Berlin-Buch  
Chefarzt PD Dr. med. J. Zacher

DISSERTATION

**Die Pseudarthrose nach  
Sprunggelenksarthrodese**  
**eine Analyse von 71 Operationen**  
**im Zeitraum von 1987 bis 1995**  
**an der Klinik für Orthopädie in Berlin-  
Buch**

Zur Erlangung des akademischen Grades

doctor medicinae

( Dr. med. )

vorgelegt der Medizinischen Fakultät Charité  
der Humboldt-Universität zu Berlin

von

Uwe Günter

aus Merseburg

Dekan Prof. Dr. med. Dr. h.c. R. Felix

Gutachter:      1. Prof. Dr. med. G. Weseloh  
                         2. Prof. Dr. med. J. Neidel  
                         3. PD Dr. med. J. Zacher

eingereicht:                      31.08.1999

Datum der Promotion:      18.05.2000

## **Zusammenfassung**

**Die Sprunggelenksarthrodese ist bei therapieresistenter Schmerzsymptomatik einer Sprunggelenksarthrose, nicht beherrschbarer Entzündung im Bereich des Rückfußes, Talusnekrose, schmerzhafter Pseudarthrose nach Arthrodese der Sprunggelenke sowie kontrakter Deformität des Rückfußes mit Gangstörung und Hautkomplikation indiziert. Sie stellt immer noch einen komplizierten Eingriff mit einer hohen Komplikationsrate dar. Dazu trägt neben den häufigen Wundheilungsstörungen die Pseudarthrose bei. Das Risiko für die Entstehung einer solchen Pseudarthrose hängt von klinischen Faktoren wie der sprunggelenksnahen Osteopenie, der Dauermedikation von Kortikoiden sowie dem Nikotinabusus und von operativen Faktoren wie der Komplexität des Verfahrens und Stabilität der Methode ab. Beim parallelen Auftreten dieser Faktoren mit Beeinträchtigung des biologischen und mechanischen Standbeins der Osteoneogenese potenziert sich dieses Risiko. Eine Sonderstellung unter den Risikofaktoren nimmt die sprunggelenksnahe Osteopenie ein. Nach entsprechender Analyse kommt sie hier signifikant vor. Ihre Diagnose beruht auf der nicht zu vernachlässigenden Anamnese, der bereits verordneten Medikation, der aussagefähigen, jedoch nicht standardisierten Knochendichtemessung und der entscheidenden Röntgendiagnostik. In Zukunft sollte präoperativ die bereits standardisierte Röntgendiagnostik mit einer Knochendichtemessung kombiniert werden. Leider ist präoperativ das Risiko, an einer Pseudarthrose nach einer Sprunggelenksarthrodese zu leiden, nur abschätzbar und nicht quantifizierbar. Neben der objektiven Befundung mittels Röntgen kann die subjektive Einschätzung des Patienten bei der Beurteilung der Pseudarthrose hilfreich sein. Somit müssen falsch positive Röntgenbefunde bei klinisch stummer Pseudarthrose im Sinne einer fibrösen Ankylosierung eingestuft und keiner Operation zugeführt werden. Bei einer Pseudarthrose nach der Sprunggelenksarthrodese mit Angabe einer Unzufriedenheit, einem moderaten Schmerz bei leichter Belastung, einem regelmäßigen Analgetikagebrauch, einem VAS-Wert ab 5, einer beschwerdefreien Gehstrecke unter 100m mit Gebrauch von 2 UAGS ist nach Aufklärung des Patienten die Re-Arthrodese zu diskutieren. Es sollten dann die Compliance jedes Patienten verbessert (Abstellen des Nikotinabusus), die präoperative Therapie von Neben- (Osteopenie) und Grunderkrankung (Umsetzung der immunsupprimierenden Therapie) optimiert und das geeignete Vorgehen (z.B. Zweizeitigkeit bei Pantalar-Arthrodese (zuerst talocrural und dann talotarsal) bzw. Nutzung interne Kompressionsmethoden mit autologem Knochenspan bei Knochendefekt) gewählt werden.**

## **Abstract**

**In painful osteoarthritis, arthritis and pseudarthrosis of the ankle joint, in osteonecrosis of the talus and in deformity of the foot with limp and complications of skin the arthrodesis of the hindfoot is indicated. This is a difficult operation with many complications like infection and pseudarthrosis. The risk of a pseudarthrosis depends on clinical factors like osteopenie, corticoid medication, nicotin and operative factors like the stabilisation. These factors injure the biological and mechanic basis of osteoneogenesis. The osteopenie is a significant risk factor. The diagnosis of the osteopenie is based on the anamnesis, the medication, the measurement of the bonemass and the x-ray. In future there must be standard to combined the measurement of bonemass and x-ray. The risk of pseudarthrosis is not to quantify. The x-ray and the pain characterize a pseudarthrosis. So a painless pseudarthrosis don't have to operate. When a patient with a pseudarthrosis is dissatisfied, when the pain is moderate with a value in the visuel analog scale of pain higher as 5, when analgetic medication are regular used, a painless walking less than 100m, a necessary use of supports a new arthrodesis ist indicated. Now the compliance of patient, the therapie of diseases and the operation methodes are improved.**

Schlagwörter:

**Sprunggelenksarthrodese, Methoden, Grunderkrankungen, Pseudarthrose, Risikofaktoren**

Keywords:

**ankle arthrodesis, methods, diseases, pseudarthrosis, risk factors**

## Inhaltsverzeichnis

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 1       | Einleitung  | 6  |
| 1.1     | Zur topographischen Anatomie der Sprunggelenke                  | 6  |
| 1.2     | Zur funktionellen Anatomie des Rückfußes                        | 6  |
| 1.3     | Rückfußkrankungen   | 7  |
| 1.3.1   | Deformitäten  | 8  |
| 1.3.1.1 | Der Spitzfuß  | 8  |
| 1.3.1.2 | Der Knickplattfuß   | 9  |
| 1.3.1.3 | Der Hackenhohlfuß   | 9  |
| 1.3.1.4 | Der Klumpfuß  | 10 |
| 1.3.2   | Entzündlich-rheumatische Affektionen der Sprunggelenke          | 10 |
| 1.3.3   | Metabolische Arthropathien                                      | 11 |
| 1.3.4   | Zur Arthrose der Sprunggelenke                                  | 12 |
| 1.4     | Die Sprunggelenksarthrodese                                     | 13 |
| 1.4.1   | Zur Entwicklung eines Behandlungsverfahrens und seiner Methoden | 13 |
| 1.4.1.1 | Die ersten Anfrischungsarthrodesen                              | 13 |
| 1.4.1.2 | Zur Verriegelungsarthrodese                                     | 14 |
| 1.4.1.3 | Zur Bolzungsarthrodese  | 14 |
| 1.4.1.4 | Zur Spanarthrodese  | 15 |
| 1.4.1.5 | Zu speziellen Korrektur- bzw. Resektionsarthrodesen             | 15 |
| 1.4.1.6 | Zur externen Kompressionsarthrodese                             | 16 |
| 1.4.1.7 | Zu internen Kompressionsarthrodesen                             | 17 |
| 1.4.1.8 | Zur arthroskopisch-assistierten Arthrodese                      | 18 |
| 1.4.2   | Die Pseudarthrose   | 18 |
| 2       | Ziel und Methodik   | 20 |
| 2.1     | Der Erhebungsbogen  | 20 |
| 2.1.1   | Daten   | 20 |
| 2.1.2   | Anamnese  | 20 |
| 2.1.3   | Status  | 20 |
| 2.1.4   | Therapie  | 21 |
| 2.1.5   | Verlauf   | 21 |
| 2.2     | Der Nachuntersuchungsbogen                                      | 22 |
| 2.3     | Der Fragebogen  | 22 |
| 3       | Ergebnisse  | 29 |
| 3.1     | Zur Auswertung der Erhebungs- und Nachuntersuchungsbögen        | 29 |

|         |                               |    |
|---------|-------------------------------|----|
| 3.1.1   | Patientendaten                | 29 |
| 3.1.2   | Klinische Daten               | 31 |
| 3.1.3   | Operationsdaten               | 34 |
| 3.1.3.1 | Zu den Arthrodesetypen        | 34 |
| 3.1.3.2 | Zu den Arthrodeseverfahren    | 35 |
| 3.1.3.3 | Zu den Arthrodesemethoden     | 36 |
| 3.1.3.4 | Zu den Operationszeiten       | 38 |
| 3.1.3.5 | Komplikationen                | 38 |
| 3.1.4   | Zur Pseudarthrose             | 39 |
| 3.1.4.1 | Patientendaten                | 39 |
| 3.1.4.2 | Klinische Daten               | 42 |
| 3.1.4.3 | Operationsdaten               | 44 |
| 3.2     | Zur Auswertung der Fragebögen | 46 |
| 3.2.1   | Patientenzufriedenheit        | 47 |
| 3.2.2   | Schmerz                       | 48 |
| 3.2.2.1 | Zur Schmerzstärke             | 48 |
| 3.2.2.2 | Zum Schmerzauftreten          | 50 |
| 3.2.2.3 | Zum Analgetikaverbrauch       | 50 |
| 3.2.3   | Belastbarkeit                 | 51 |
| 3.2.3.1 | Zur Gehstrecke                | 51 |
| 3.2.3.2 | Zum Gangbild                  | 53 |
| 3.2.3.3 | Zur Gehhilfe                  | 54 |
| 3.3     | Der Sprunggelenk-Score        | 54 |
| 4       | Diskussion                    | 56 |
| 4.1     | Zur Nachuntersuchung          | 56 |
| 4.1.1   | Patientendaten                | 56 |
| 4.1.2   | Klinische Daten               | 57 |
| 4.1.3   | Operationsdaten               | 58 |
| 4.1.3.1 | Zur Nomenklatur               | 58 |
| 4.1.3.2 | Zu den Arthrodesetypen        | 59 |
| 4.1.3.3 | Zu den Arthrodeseverfahren    | 60 |
| 4.1.3.4 | Zu den Arthrodesemethoden     | 61 |
| 4.1.4   | Zur Pseudarthrose             | 64 |
| 4.1.4.1 | Patientendaten                | 65 |
| 4.1.4.2 | Klinische Daten               | 65 |
| 4.1.4.3 | Operationsdaten               | 67 |

|       |                        |    |
|-------|------------------------|----|
| 4.2   | Zum Fragebogen         | 68 |
| 4.2.1 | Patientenzufriedenheit | 68 |
| 4.2.2 | Schmerz                | 69 |
| 4.2.3 | Belastbarkeit          | 69 |
| 4.3   | Der Sprunggelenk-Score | 69 |

Meinen Eltern



## Abkürzungsverzeichnis

|       |  |
|-------|--|
| AA    | allgemeine Anamnese                                  |
| AO    | Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese                |
| AP    | alkalische Phosphatase                               |
| Art.  | Articulatio  |
| Artt. | Articulationes                                       |
| BB    | Blutbild   |
| BSG   | Blutsenkungsgeschwindigkeit                          |
| BU    | Berufsunfähigkeit                                    |
| BZ    | Blutzucker   |
| Ca    | Kalzium  |
| CrP   | C-reaktives Protein                                  |
| EA    | eigene Anamnese                                      |
| FA    | familiäre Anamnese                                   |
| GA    | gynäkologische Anamnese                              |
| Hb    | Hämoglobin   |
| HUSG  | hinteres unteres Sprunggelenk (Subtalar-Gelenk)      |
| I.E.  | internationale Einheit                               |
| KHK   | koronare Herzkrankheit                               |
| Lc    | Leukozyten   |
| Lig.  | Ligamentum   |
| Ligg. | Ligamenta  |
| M.    | Musculus   |
| Mm.   | Musculi  |
| N.    | Nervus   |
| Nn.   | Nervi  |
| NSAR  | nichtsteroidale(s) Antirheumatika(um)                |
| OSG   | oberes Sprunggelenk (Talocrural-Gelenk)              |
| P     | Phosphat   |
| Proc. | Processus  |
| SA    | soziale Anamnese                                     |
| UAGS  | Unterarmgehstütze(n)                                 |
| USG   | untere(s) Sprunggelenk(e)                            |
| VAS   | visuelle Analogskala des Schmerzes                   |
| VUSG  | vorderes unteres Sprunggelenk (Talonavikular-Gelenk) |
| WHS   | Wundheilungsstörung                                  |

## 1 Einleitung

Gelenkversteifende Eingriffe sind im Zeitalter der Endoprothetik nicht entbehrlich (*Tillmann 1995*).

Eine Sprunggelenksarthrodese stellt zwar keine Therapie der ersten Wahl dar. Trotzdem nimmt sie ihren festen Platz bei der operativen Behandlung verschiedener Rückfußkrankungen ein. Sie war (*Lange 1962*) und ist (*Debrunner 1994*) die am meisten angewandte operative Gelenkversteifung. Dominierten zur Jahrhundertwende bei den Rückfußkrankungen noch Hänge- und Schlotterfüße aufgrund neurologischer Leiden wie Poliomyelitis und Myelodysplasie bei Spina bifida mit Gehunfähigkeit sowie schwere Deformierungen bei Knochen- und Gelenkentzündungen wie Tuberkulose (*Hohmann 1948, Lange 1962, Thomann 1994*), sind es Ausgang dieses Jahrtausends vermehrt Schmerzzustände und Belastungsinsuffizienzen bei Fußfehlstellungen und Arthrosen traumatischer, rheumatischer und metabolischer Genese (*Debrunner 1994, Thomann 1994*). Seit 1878 kamen über 100 verschiedene Methoden bzw. Modifikationen zur Anwendung. Der Grund liegt in der hohen Komplikationsrate. Zahlreiche Arthrosen zeigten Pseudarthrosen bzw. mußten zu lang ruhiggestellt werden, um eine Fusion zu erreichen. Die Fixation des Operationsergebnisses war nämlich zunächst nur im Gipsverband übungstabil und erst seit den 50er Jahren durch externe und interne Osteosyntheseverfahren belastungstabil möglich (*Charnley 1951, Böhler 1957, Lange 1962, Imhäuser 1969, Müller et al. 1969, Rütt 1973, Hefti et al. 1980, Scranton Jr. et al. 1980, Wagner und Pock 1982, Thomann 1994, Bauer und Kinzl 1996*). Bei operativen Behandlungen von Erkrankungen des oberen Sprunggelenkes (im weiteren OSG genannt) tritt immer mehr die Endoprothese in Erscheinung. Momentan verspricht man sich beim Rheumatiker mit Osteo-Arthrosen in den unteren Sprunggelenken (im weiteren USG genannt), einer implantierten Knieendoprothese und einer gelenknahen Osteopenie einen Erfolg. Bei unterschiedlicher Bewertung wird gesagt, daß die Indikation hierzu sehr streng zu stellen und die Langzeitergebnisse sowie Kosten abzuwarten sind (*Gschwend 1977, Stauffer 1977, Tillmann 1981, Wagner und Pock 1982, Jäger und Hagena 1986, McGuire et al. 1988, Kitaoka 1991, Thermann et al. 1996, Schill et al. 1998*).

### 1.1 Zur topographischen Anatomie der Sprunggelenke

Topographisch unterteilt man die Sprunggelenke in ein OSG und ein USG, wobei letzteres wiederum aus dem hinteren unteren Sprunggelenk (im weiteren HUSG genannt) und dem vorderen unteren Sprunggelenk (im weiteren VUSG genannt) besteht. Somit kann man nicht von „einem“ Sprunggelenk sprechen. Als Bestandteil der Fußwurzel (Tarsus) befinden sich das HUSG im Rückfuß und das VUSG im anatomischen Übergang zum Mittelfuß (*Hohmann 1942, v.Dorsche 1985*). Das OSG wird von der Rolle des Sprungbeins (Trochlea tali) und von den Knochen des Unterschenkels, welcher aus dem Innenknöchel (Malleolus medialis) und der distalen Gelenkfläche des Schienbeines (Pilon tibial) sowie dem Außenknöchel (Malleolus lateralis) des Wadenbeines (Fibula), die wiederum durch die distale Bandhaft (Syndesmosis tibiofibularis) verbunden sind, gebildet und somit als Art. talocruralis bezeichnet. Das USG liegt als Gesamtheit zwischen dem Sprungbein (Talus) und den übrigen Fußwurzelknochen (Ossa tarsalia). Für alle Kompartimente steht der Begriff der Art. talotarsalis (*Tittel 1997*). Das HUSG entsteht zwischen dem Körper des Talus (Corpus tali) und dem unter ihm gelegenen Fersenbein (Calcaneus) mit seinem Körper (Corpus calcanei) und wird somit Art. subtalaris genannt. Das VUSG wird vom Kopf des Talus (Caput tali), dem Kalkaneus (Sustentaculum tali et Proc. anterior calcanei) und der konkaven Fläche des Kahnbeins (Os naviculare) gebildet und als Art. talocalcaneonavicularis bezeichnet (*Hohmann 1948, v.Dorsche 1985, Tittel 1997, Pisani 1998*). Ventral des Kalkaneus liegt das Würfelbein (Os cuboideum). Durch diese enge gelenkige Verbindung, welche Art. calcaneocuboideum genannt wird, entsteht die funktionell wichtige **Chopart**'sche Gelenklinie (im weiteren als **Chopart**-Gelenk bezeichnet). Sie befindet sich zwischen Rück- und Mittelfuß und entsteht zwischen mediodorsal gelegendem Talus und Navikulare sowie lateroplantar gelegendem Kalkaneus und Kuboid (*v.Dorsche 1985, Debrunner und Hepp 1994, McRae 1995*).

### 1.2 Zur funktionellen Anatomie des Rückfußes

Das OSG ist anatomisch ein Scharniergelenk mit einem relativ großen Bewegungsausmaß eines Kugelgelenkes. Bei der durch den M. tibialis anterior sowie die langen Zehenextensoren bewirkten Dorsalextension des Fußes lateralisiert der Talus mit seiner nach ventral breiter werdenden Talusrolle die Fibula, dehnt die Syndesmose und wird quasi eingeklemmt bzw. fixiert (Standbeinphase). Bei der durch den M. triceps surae, M. tibialis posterior, die Peronealmuskulatur und langen Zehenbeuger bewirkten Plantarflexion erhält der Talus ein höheres Maß an Beweglichkeit, wobei zusätzlich Bewegungen durch unterschiedliches Zusammenwirken der

Muskulatur in der Frontal- und Horizontalebene möglich sind (Spielbeinphase). Das OSG bedarf jetzt einer Führung durch den medialen (Lig. deltoideum mit Pars tibiotalaris anterior, tibiotalaris posterior, tibio calcaneum et tibionavicularis) sowie lateralen (Ligg. fibulotalare anterius, posterius et fibulocalcaneum) Bandapparat (Zwipp 1985, Debrunner 1994, McRae 1995, Tittel 1997).

Im USG bauen mehrere Knochen unterschiedliche Gelenkbeziehungen mit zahlreichen Bandverbindungen (Ligg. talocalcaneum laterale, anterium et interosseum, Lig. talonavikulare dorsale, Lig. calcaneonaviculare plantare (Pfannenband), Ligg. calcaneocuboideum dorsale et laterale, Pars calcaneocuboideum profundum des Lig. plantare longum (Aponeurosis plantaris) sowie Lig. bifurcatum) auf (Pisani 1998). Die limitierten Bewegungsmöglichkeiten im USG sind notwendig, um einen sicheren Stand sowie Fortbewegung auf allen Unebenheiten zu ermöglichen (Debrunner und Hepp 1994, Pisani 1998). Wird die Ferse in Varusstellung gebracht, was hauptsächlich im Subtalar-Gelenk geschieht, folgt ihr der Rest des Fußes mit einer Plantarflexion und Adduktion, da der Vorfuß mit dem Rückfuß über das Kalkaneokuboid-Gelenk verbunden ist. Diese Ausgleichbewegung wird als Inversion bezeichnet. Eine entgegengesetzte Eversion stellt die Valgisierung der Ferse begleitet von Dorsalextension und Abduktion des Fußes dar. (Debrunner und Hepp 1994, McRae 1995). Im **Chopart**-Gelenk sind zusätzlich Rotationsbewegungen um eine Fußlängsachse sowie Plantar- und Dorsalbewegungen um eine Fußquerachse möglich (Lange 1965). Im **Lisfranc**-Gelenk, welches durch die Ossa cuneiformia I bis III und Os cuboideum einerseits sowie Ossa metatarsalia I bis V andererseits gebildet wird und den Übergang zum Vorfuß darstellt, finden vorrangig Vorfußadduktion und Vorfußabduktion statt (McRae 1995). Letztendlich kommt es immer zu einer Verwindung der subtalaren Fußplatte, welche mit Kalkaneus, Navikulare und dem knorpelüberzogenen Pfannenband das „Acetabulum pedis“ bildet, in dem der Taluskopf ruht und eine „Coxa pedis“ entsteht (Pisani 1998). Als Supination des Fußes (Maulschellenbewegung) wird nun die Kombination aus Plantarflexion, Inversion, Innenrotation sowie Adduktion verstanden. Hier wirken M. triceps surae, M. tibialis posterior, die langen Zehenbeuger und nahezu alle Fußsohlenmuskeln synergisch. Als Pronation wird die Kombination aus Dorsalextension, Eversion, Außenrotation und Abduktion verstanden. Hier wirken M. tibialis anterior, die langen und kurzen Zehenstrecker sowie die Peronealmuskulatur gemeinsam (Mann 1980, v.Dorsche 1985, Debrunner und Hepp 1994). Das VUSG bzw. Talo(calcaneo)navikular-Gelenk stellt dabei funktionell ein Kugelgelenk dar (Pisani 1998).

Die Aufgabe des Fußes besteht darin, die Last des Körpers zu tragen und die wirkenden Kräfte bei den verschiedenen Fortbewegungsarten abzufangen. Dabei wird zunächst das Gewicht im OSG abgefangen und dann über das USG verteilt (McRae 1995). Als ideale Form hat sich eine Fußwölbung aus 26 Knochen (2 Rückfuß-, 5 Mittelfuß- (bzw. 7 Fußwurzel-) und 19 Vorfuß- oder Zehenknochen) mit zahlreichen Gelenk- und Bandverbindungen bewährt (Hohmann 1948). Als dorsaler Pfeiler ist der Kalkaneus von hinten unten nach vorn oben gerichtet und Ausgangspunkt der inneren (Talus, Navikulare, Kuneiformia sowie Metatarsalia I - III) und äußeren Längswölbung (Kalkaneus, Kuboid, Metatarsalia IV und V). Der Talus gehört phylogenetisch zum medialen und der Kalkaneus zum lateralen Strahl der Fußwölbung. Im Rückfuß stehen sie übereinander, wobei im Vorfuß alle Strahlen nebeneinander liegen. Es ist zu einer physiologischen Fußtorsion gekommen (Debrunner 1994, Pisani 1998). Die mediale Wölbung wird auch als variabel belastbare Bewegungswölbung (Sprungbeinfuß) und die laterale als konstant belastbare Stützwölbung (Fersenbeinfuß) bezeichnet (Pisani 1998). Im Stand und bei der Fortbewegung unterstützen verschiedene Bindegewebszüge (Pfannenband, Aponeurose, Fascien der Fußloggen) sowie die kurzen und langen Fußmuskeln mit ihren Sehnen diese Wölbung (Pisani 1998). Schlußstein der Fußwölbung ist der Talus (Hohmann 1948, v.Dorsche 1985) und Drehpunkt das HUSG mit dem Lig. talocalcaneum interosseum, welches im Sinus tarsi liegt (Pisani 1998). Während es bei der Pronation zu einer Abnahme der physiologischen Fußtorsion kommt, kann bei der Supination durch Zunahme der Torsion in jeder Unterschenkelposition ein optimaler Bodenkontakt hergestellt werden (Debrunner 1994, Tittel 1997). Da für OSG und USG der muskelansatzfreie Talus als Gelenkpartner fungiert, müssen alle Bewegungen im Fuß gleichzeitig erfolgen (Tittel 1997).

### 1.3 Rückfüßerkrankungen

Die aufrechte Körperhaltung des Menschen ist mit Veränderungen am Skelettsystem verbunden, wobei der Fuß am auffälligsten ist. Der Greiffuß des Primaten hat sich in einen Standfuß des Menschen mit Überwiegen der statischen und Reduktion der dynamischen Komponente gewandelt (Hohmann 1948, Bernbeck und Dahmen 1976, v.Dorsche 1985). Mit Beginn des Laufalters macht der Fuß eine Entwicklung mit Ausbildung seiner Wölbung und somit Belastbarkeit durch. Er ist zum kybernetischen Organ der Fortbewegung geworden (Pisani 1998, Hefti und Brunner 1999). Durch

fehlerhafte Anlagen bzw. strukturelle Erkrankungen kann es nun einerseits zu Veränderungen des dreidimensionalen Gefüges bzw. Bewegungsablaufes im Fuß und damit zur Fortbewegungsstörungen kommen (*Bernbeck und Dahmen 1976, Pisani 1998*). Andererseits rufen unphysiologische Belastungen des Fußes Störungen der Geometrie mit strukturellen Folgen hervor (*Hohmann 1948*). Bei den unterschiedlichen Rückfußkrankungen treffen einzelne pathologische Faktoren in verschiedener Ausprägung aufeinander. Die Pathomorphologie des rheumatischen Fußes vereint beispielsweise kongenitale, mechanische und entzündliche Faktoren. Unterhalten durch inflammatorische Prozesse entsteht eine Fehlstellung schließlich durch Insuffizienz bzw. Ruptur der Muskeln, Sehnen und Bänder, Instabilität der Gelenke und Nekrosen der Knochen (*Tillmann 1981, Tillmann 1984*).

### 1.3.1 Deformitäten

Man unterscheidet zwischen flexiblen Fußfehlstellungen (reponierbar) und kontrakten Deformitäten (irreponibel) in der Sagittal-, in der Frontal- und in der Horizontalebene sowie deren zahlreichen Kombinationen (*Bernbeck und Dahmen 1976, Debrunner 1994*). Dabei kann der Winkel zwischen Unterschenkel und Sprungbein vermindert oder vermehrt (Pes calcaneus oder equinus), die Fußwölbung abgeflacht oder erhöht (Pes planus oder cavus), die Ferse nach außen oder innen abweichen (Pes valgus oder varus), der Fuß nach innen oder außen verbogen sein (Pes adductus oder abductus) oder die Fußstellung kombiniert in Supination oder Pronation stehen (*Rütt und Küsswetter 1986, Debrunner 1994*). Ätiologisch kommen vererbare (hereditäre Fußfehlstellung), ungeklärte (ideopathische Fußfehlstellung) sowie sekundäre Veränderungen bei bekanntem Grundleiden vor (*Bernbeck und Dahmen 1976, Rütt und Küsswetter 1986*). Hierunter findet man neurogene, myogene, osteogene, traumatische, entzündliche und rheumatische Fehlstellungen. Nach der Pathogenese unterscheidet man zwischen angeborenen (genuine bzw. kongenitale Fußfehlstellung) und erworbenen Fußfehlstellungen, wobei sich letztere im Kindesalter (infantile Fußfehlstellung), während des Wachstums (adoleszente Fußfehlstellung) oder nach Abschluß des Wachstums entwickeln können. Neben den myogenen Fußfehlstellungen wurde die Bedeutung einzelner Muskeln, welche insuffizient, verkürzt, hypertroph oder gar überzählig sein können, bei zahlreichen Veränderungen beschrieben (*Hohmann 1948, Kreuz und Stope 1961, Bernbeck und Dahmen 1976, Imhäuser 1984, Rütt und Küsswetter 1986, Debrunner 1994, Pisani 1998, Hefti und Brunner 1999*). Die Pathogenese ist bei den hereditären und ideopathischen Fußfehlstellungen meist durch neuromuskuläre Störungen vor bzw. während der Wachstumsphase oder gar Embryonalphase, welche zu unterschiedlichen Veränderungen der Fußform führen, zu vermuten (*Pisani 1998*). Die kontrakte Deformität entsteht hier infolge primärer Veränderungen der Weichteile (flexible Fehlstellung). Ein insuffizienter Bandapparat und statische Überlastungskräfte führen im Laufe des Lebens zusätzlich zu Störungen der Fußwölbung (*Hohmann 1948, Kreuz und Stope 1961, Bernbeck und Dahmen 1976*). Die Skelettveränderungen sind nur bei Erkrankung der Knochen und Gelenke (traumatische, osteogene und rheumatische Leiden) primärer, ansonsten sekundärer Natur (*Kreuz und Stope 1961, Bono et al. 1993*).

#### 1.3.1.1 Der Spitzfuß

Der Spitzfuß ist eine Plantarflexionsfehlstellung im OSG, wobei der Fuß nicht über die Neutralstellung dorsalextendiert werden kann. Der Spitzfuß kommt meist bei geriatrischen Erkrankungen in Verbindung mit längerer Immobilisation, bei peripheren oder zentralen neurologischen Erkrankungen (neurogener Spitzfuß) und selten bei Erkrankungen der Wadenmuskulatur (Muskeldystrophie, Myositis ossificans u.a.) sowie nach Verletzungen mit Narbenbildung im Bereich der Fußflexoren (myogener bzw. traumatischer Spitzfuß) vor. Bei den Erkrankungen des Zentralnervensystems sind neben der infantilen Cerebralparese und der Fehlbildungen des Rückenmarks bei Spina bifida (von Meningozele bis Myelodysplasie) die Poliomyelitis, die Multiple Sklerose, traumatische sowie ischämische Schäden des Zentralnervensystems und bei den peripheren Nervenerkrankungen Schädigungen des N. peroneus communis bzw. seiner Äste zu erwähnen (*Lange 1965, Bernbeck und Dahmen 1976, Bernau 1977, Rütt und Küsswetter 1986*). Beim neurogenen Spitzfuß kommt es durch Hypo- oder Atonie der Fußextensoren bzw. durch Hypertonus oder gar Kontraktur des M. triceps surae und der Fußflexoren zur Ausbildung einer schlaffen bzw. paralytischen (Hänge- bzw. Dreschfliegelfuß) oder spastischen Fehlstellung (*Bernbeck und Dahmen 1976, Rütt und Küsswetter 1986, Debrunner 1994*). Zusätzlich verhindert eine nach längerer Spitzfußhaltung geschrumpfte Syndesmose die Dorsalextension. Er ist eine der häufigsten Kontrakturen (*Debrunner 1994*).

Wenn der Spitzfuß kontrakt bzw. ossär bedingt, die Beinlängendifferenz zu groß und das Gangbild

gestört ist, kommt man mit der Weichteiloperation (z.B. Verlängerung der Achillessehne) nicht aus. Es ist eine Knochenoperation mit subtalarer Korrektur-Osteotomie erforderlich (*Lambrinudi 1927, Lange 1965, Bernau 1977, Angus und Cowell 1986, Hall und Calvert 1987, Cracchiolo 1991, Sangeorzan et al. 1993*).

### 1.3.1.2 Der Knickplattfuß

Der Knickplattfuß ist eine kombinierte Fehlstellung aus Lateralabweichung des Rückfußes, Abflachung der Längswölbung im Mittelfuß und Lateralabweichung des Vorfußes. Er ist die häufigste Fußfehlstellung (*Hohmann 1948, Hohmann 1961, Hefti und Brunner 1999*) und steht als Sammelbegriff für eine Pronationsdeformität des Fußes (*Rütt und Küsswetter 1986*) mit verminderter Fußtorsion (*Debrunner 1994*). Es kommt bei Dysplasie der subtalaren Fußplatte zu einer valgischen Subluxation im Talonavikular-Gelenk bzw. Protrusion des Taluskopfes (*Lange 1965, Pisani 1998, Hefti und Brunner 1999*). Man unterscheidet den Pseudoplatfuß des Säuglings mit dem Fußsohlenfettpolster nach **Spitzzy** vom kongenitalen Plattfuß mit konvexer Sohlenform (Tintenlöscherfuß), welcher je nach Reponierbarkeit des Talonavikular-Gelenkes in maximaler Plantarflexion als Talus verticalis congenitus oder Talus obliquus congenitus bezeichnet wird (*Hefti und Brunner 1999*). Bei nicht genau geklärt Ätiologie spielen Störungen des Wachstums von Tibia und Fibula eine Rolle (*Pisani 1998*). Weitaus häufiger findet man den physiologischen Knicksenkfuß (*Hohmann 1948, Hackenbroch 1961, Hohmann 1961, Rütt und Küsswetter 1986, Hefti und Brunner 1999*). Er ist bis zum 6. Lebensjahr reversibel, hat einen aktiv und passiv korrigierbaren Fersenvalgus unter 20 Grad und hängt von der Achse des Beines sowie der Torsion des Schenkelhalses, der Tibia und des Talus ab (*Pisani 1998, Hefti und Brunner 1999*). Je nach Wachstumspotenz von Talus und Kalkaneus werden Knickplatt-, Knickhacken- sowie Knickhohlfuß unterschieden (*Pisani 1998*). Der erworbene Knickplattfuß entwickelt sich im Kindesalter (infantiler Knickplattfuß), im Wachstumsalter (adoleszenter Knickplattfuß) oder später aufgrund eines Mißverhältnisses zwischen Belastung und Tragfähigkeit der Fußlängswölbung entweder aus einem kongenitalen Plattfuß oder aus flexiblen Frühformen. Er kann Folge einer zusätzlichen Insuffizienz des Bandapparates, Ruptur der Sehne des M. tibialis posterior, Schwäche der Tibial- und der Hypertonie bzw. Überzähligkeit der Peronealmuskulatur (häufig M. peroneus tertius und selten M. peroneus quartus), Überbelastung durch stehende Berufe (statischer Knickplattfuß) und Übergewichtes (Adipositas) sein. Des weiteren ist diese erworbene Fehlförmigkeit durch neurologische Erkrankungen (neurogener Knickplattfuß), Entzündungen der Knochen und Gelenke des USG (entzündlicher Knickplattfuß), rheumatischen Erkrankungen mit Befall des USG (rheumatischer Knickplattfuß), Frakturen des Kalkaneus und anderer Tarsalknochen (traumatischer Knickplattfuß) oder eine Koalition zwischen Kalkaneus und Talus (osteogener Knickplattfuß) bedingt (*Hohmann 1948, Hackenbroch 1961, Hohmann 1961, Bernbeck und Dahmen 1976, Tillmann 1984, Cracchiolo 1991, Alman et al. 1993, Hefti und Brunner 1999*).

Zahlreiche Eingriffe an den Weichteilen (Sehnenverlagerungen), am lateralen Fußstrahl (Verlängerungsosteotomie des Kuboids) sowie die extraartikuläre Arthrodesese des Subtalar-Gelenkes dienen schon vor dem Wachstumsabschluß zur Stützung der Fußwölbung und Prophylaxe sekundär-arthrotischer Veränderungen (*Grice 1952, Rütt 1973, Huppertz und Kaps 1991, Alman et al. 1993*). Die kontrakte Form (Deformität) mit Hautkomplikationen und arthrotisch veränderten Fußgelenken beim Erwachsenen verlangen die Osteotomie zum Aufbau eines Gewölbes (*Lange 1932, Hohmann 1942, Hohmann 1948, Lange 1962, Rütt 1973, Angus und Cowell 1986, Sangeorzan et al. 1993, Steinhäuser 1994*).

### 1.3.1.3 Der Hackenhohlfuß

Der Hackenhohlfuß ist eine Dorsalextensionsfehlstellung im OSG, wobei der Fuß nicht über die Neutralstellung plantarflektiert werden kann, eine Überhöhung der Fußlängswölbung im Mittelfuß und gelegentlich eine Medialabweichung der Ferse (*Rütt und Küsswetter 1986*) mit erhöhter Fußtorsion (*Debrunner 1994*). Man unterscheidet den kongenitalen Hackenfuß oder Calcaneus verticalis congenitus, dessen Ätiologie unklar ist, von zahlreichen erworbenen Formen mit unterschiedlicher Ausprägung der einzelnen Fehlstellungen (vom Hohlfuß als Normvariante bis zum Chinesinnenfuß bzw. Knickhohl- und Hackenhohlfuß mit Fersenvarus) und zusätzlichen Veränderungen (Hammer- bzw. Krallenzehen bei Ballen- oder Klauenhohlfuß), welche ideopathischer oder sekundärer Natur sind (*Rütt 1961, Steinhäuser 1994*). Häufig ist diese Fehlstellung mit neurologischen Erkrankungen (Spina bifida, Poliomyelitis, Syringomyelie, **Friedreich'sche** Heredoataxie, **Charcot-Marie-Tooth-Hoffmann'sche** Erkrankung u.a.) und

muskulären Leiden (Muskeldystrophie) assoziiert. Selten findet man einen posttraumatischen Hackenfuß nach Achillessehnenruptur bzw. einen iatrogenen Hackenfuß nach Achillotomie (Rütt 1961, Lange 1965, Imhäuser 1969, Bernbeck und Dahmen 1976, Imhäuser 1984, Debrunner 1994, Steinhäuser 1994). Bei den ideopathischen, neurogenen und myogenen Formen ist eine Dysbalance der Fußmuskulatur mit resultierender Verkürzung der Plantaraponeurose wahrscheinlich (Rütt 1961, Imhäuser 1984, Rütt und Küsswetter 1986).

Neben Weichteileingriffen an der Achillessehne bzw. Wadenmuskulatur, unterschiedlichen Sehnenentransfers sowie Durchtrennung der Plantaraponeurose kommt den Eingriffen am Kalkaneus (Osteotomie mit unterschiedlicher Keilentnahme) immer mehr Bedeutung zu (Pisani 1998). Bei therapieresistenten Veränderungen an Knochen und Gelenken sind jedoch gelenkversteifende Eingriffe mit Korrektur der Fußwölbung indiziert (Davis 1912, Dunn 1919, v.Muralt 1951, Lange 1965, Imhäuser 1969, Imhäuser 1984, Steinhäuser 1994).

#### 1.3.1.4 Der Klumpfuß

Der Klumpfuß ist eine kombinierte Fußfehlstellung mit verschiedenen ausgeprägten Komponenten (Ponseti 1992). Im Rückfuß weist er eine Plantarkippung des Talus mit resultierender Spitzfußfehlstellung im OSG sowie eine Einwärtskipfung des Kalkaneus mit resultierender Varusfehlstellung im Subtalar-Gelenk auf. Im Mittel- bzw. Vorfuß kommt es durch eine Einwärts-, und Plantarkippung von Navikulare, Kuboid und Metatarsalia I bis V zu einer Adduktions- und Hohlfußfehlstellung (Kreuz und Stope 1961, Bernbeck und Dahmen 1976, Ponseti 1992, Debrunner 1994). Er steht als Sammelbegriff für ein Supinationsdeformität des Fußes (Kreuz und Stope 1961) sowie vermehrter Fußtorsion (Debrunner 1994). Der kongenitale Klumpfuß ist dabei wahrscheinlich auf eine Dysplasie der subtalaren Fußplatte bzw. Luxation des Talonavikular-Gelenkes zurückzuführen (Pisani 1998). Seine Ätiologie ist multifaktoriell und nicht genau geklärt (Kreuz und Stope 1961, Debrunner 1994). Diskutiert werden Störungen des Wachstums von Tibia und Fibula sowie Rotationsfehler des Talus (Pisani 1998). Charakteristisch ist die horizontale Fehlstellung und die progrediente Deformität des Talus (Ponseti 1992). So kommt er auch im Rahmen einer Arthrogyposis multiplex congenita vor (Debrunner 1994, Pisani 1998). Der erworbene Klumpfuß ist in seiner Ätiologie mit dem Spitzfuß vergleichbar. Hier kommt es durch Dysbalance zwischen dem hypertrophen M. tibialis posterior, dem sogenannten Klumpfußmuskel und dem vom N. peroneus versorgten insuffizienten M. tibialis anterior (spastischer Klumpfuß) oder der ausgefallenen Peronealmuskulatur (schlaffer Klumpfuß) zu einer zusätzlichen Supinationsfehlstellung. Eindrucksvoll ist die Klumpfußwade nach **Joachimsthal**, welche durch den hypoplastischen M. triceps surae zustandekommt (Kreuz und Stope 1961, Bernbeck und Dahmen 1976). Entzündungen der Knochen und Gelenke des USG (entzündlicher Klumpfuß) sowie Frakturen der Tarsalknochen (traumatischer Klumpfuß) bedingen ebenfalls die Ausbildung dieser Deformität (Hohmann 1948, Kreuz und Stope 1961, Bernbeck und Dahmen 1976, Rütt und Küsswetter 1986). Selten rufen rheumatische Erkrankungen bei Kindern eine Varusdeformität der Ferse hervor (Tillmann 1984).

Bei Therapieresistenz angeborener Formen trotz Manipulation bzw. Gipsredression aller 4-6 Wochen, peritalarer Arthrolyse über den Cincinnati-Zugang ab 6. Lebensmonat, Sehnentransfer sowie Kuboid-Osteotomie zur Verkürzung des lateralen Fußstrahles ab 2. Lebensjahr und geschlossene bzw. offene Korrektur im Ilisarov-Ringapparat ab 8. Lebensjahr ist beim Klumpfuß-Rezidiv sowie bei kontrakten Formen eine Korrektur-Osteotomie (Kalkaneus- bzw. Mittelfuß-Osteotomie oder Triple-Arthrodes) angezeigt (Nieny 1905, Müller 1913, Ryerson 1923, Lange 1965, Rütt 1973, Bernbeck und Dahmen 1976, Angus und Cowell 1986, Rütt und Küsswetter 1986, Ponseti 1992, Bono et al. 1993, Steinhäuser 1994, Raab und Krauspe 1999).

#### 1.3.2 Entzündlich-rheumatische Affektionen der Sprunggelenke

Zu den entzündlichen Affektionen der Sprunggelenke werden alle Leiden gezählt, welche die Sprunggelenke bei Systemerkrankungen oder isoliert befallen und eine vom Immunsystem gesteuerte entzündliche Reaktion der Gelenkstrukturen (Schleimhäute) als gemeinsames klinisches Merkmal haben (Kinzl 1986, Bullough und Vigorita 1987). Die unspezifischen oder pyogenen Osteo-Arthritiden der Sprunggelenke entstehen entweder hämatogen (z.B. Tonsillitis und Endocarditis), traumatisch (offene Verletzung), iatrogen (Punktion, Operation) oder per continuitatem (Ostitis, Bursitis u. a. Weichteilinfektionen). Bei den spezifischen oder granulomatösen Osteo-Arthritiden sind die seltener gewordene, jedoch immer noch bei Immunschwäche auftretende Tuberkulose sowie die Arthritis luica, Arthritis gonorrhoeica und die

Brucellose zu nennen (*Jentschura* 1961, *Lance et al.* 1979, *Said et al.* 1980, *Kinzl* 1986, *Bullough und Vigorita* 1987, *Debrunner* 1994). Neben der eigentlichen Schädigung der Schleimhäute kommt es bei einer entzündlichen Gelenkerkrankung zu irreversiblen Knorpelschäden mit chronisch-rezidivierenden Reizzuständen und Zerstörung des gelenknahen Knochens sowie des Kapsel-Band-Apparates. Bei verzögerter oder insuffizienter Kausaltherapie (z.B. Antibiose) kann ein Defektzustand mit chronischer Instabilität oder schmerzhafter Versteifung (Ankylose) in Fehlstellung (postinfektiöse Osteo-Arthrose) die Folge sein (*Kinzl* 1986, *Bullough und Vigorita* 1987, *Debrunner* 1994). Man sollte dann mit einer operativen Therapie (Arthrotomie bzw. Arthrodeese) nicht zu lange warten (*Hohmann* 1948, *Lange* 1962, *Rütt* 1973, *McGuire et al.* 1988, *Cierny 3<sup>rd</sup>* et al. 1989, *Gruen und Mears* 1991, *Mann et al.* 1991, *Kitaoka et al.* 1992).

Die rheumatischen Gelenkerkrankungen sind als Erkrankungen des Rheumatischen Formenkreises Systemerkrankungen mit entzündlicher Beteiligung des Bindegewebes und bevorzugtem Befall der Gelenke (*Schattenkirchner* 1986). Die Rheumatoide Arthritis stellt mit einer Prävalenz von 1 - 3% die häufigste entzündlich-rheumatische Gelenkerkrankung in Mitteleuropa dar (*Schattenkirchner* 1986, *Hettenkofer* 1989). Die Klinik der Rheumatoiden Arthritis ist sehr vielfältig. Neben Finger- und Handgelenk sind die Sprung- und Zehengelenke sehr häufig befallen (*Jentschura* 1961, *Gschwend* 1977, *Schattenkirchner* 1986, *Kaiser* 1988, *Cracchiolo 3<sup>rd</sup>* et al. 1990, *Cracchiolo 3<sup>rd</sup>* et al. 1992). Je nach Auftreten einer Gelenkbeteiligung treten klinisch unterschiedliche Gelenkbefallmuster (Gelenktopologie) zutage. Das OSG ist vor allem beim Typ der juvenilen Arthritis oligoartikulären Typs, bei der seronegativen Spondylarthritis und bei der Rheumatoiden Arthritis im höheren Alter und die USG bei der juvenilen Arthritis polyartikulären Typs und bei der Rheumatoiden Arthritis beteiligt (*Kaiser* 1988). Gelegentlich treten als Erstmanifestation Veränderungen im USG mit Ausbildung eines Knickplattfußes auf (*Jentschura* 1961). **Gschwend** (1977) sah im Rahmen einer Rheumatoiden Arthritis OSG und USG in bis zu 52% der untersuchten Fälle beteiligt. Er verglich dies mit den Raten von **Vainio** (1959), welcher das OSG nur zu 9%, dagegen das USG zu 70% und mit jenen von **Jakobowski** (1967), welcher das OSG zu 40% befallen sah (*Gschwend* 1977). Im Sprunggelenk kommt es wie bei allen anderen befallenen Gelenken zu phasenhaften Veränderungen (makroskopische Stadieneinteilung nach **Wessinghage**), die über Pannusbildung (proliferative Phase) zu Knorpel-, Knochen- und Gelenkkapselzerstörungen (destruktive Phase) und damit zu Sekundär-Arthrosen mit Muskelatrophien und Kontrakturen (degenerative Phase) mit irreparablen Defekten und Subluxationsstellungen (ausgebrannte Phase) und schließlich zur fibrösen und knöchernen Ankylose (stabilisierte Phase) führt (*Wessinghage und Mohr* 1988, *Debrunner* 1994). Die Folge bei Befall des Rückfußes, also mehrerer Sprunggelenke, ist die Entwicklung eines Knickplattfußes, wo bis zu 7 von 8 Patienten mit Osteo-Arthrosen des Talonavikular-Gelenkes betroffen sind (*Tillmann* 1984). Selten ist ein Klumpfuß beim Erwachsenen als Folge eines Einbruches der Talusrolle nach Zystenbildung und beim Kind aufgrund tenosynovitischer Prozesse mit nachfolgenden Wachstumsstörungen und Blockbildungen der Tibia auffällig. Vorfußabduktionen werden durch tenosynovitische Prozesse im Bereich der Peronealsehnen hervorgerufen (*Gschwend* 1977, *Tillmann* 1981, *Tillmann* 1984). Nur selten wird ein rheumatisches Sprunggelenk steif. Es bleibt meist völlig instabil (Phase III und IV nach **Wessinghage**), so daß es bei Fehlstellung und chronischer Insuffizienz des Kapsel-Band-Apparates zu sekundär-arthrotischen Veränderungen mit Belastungsinsuffizienz sowie Knochendestruktionen mit Gehunfähigkeit (Rheumatischer Fuß) kommt (*Debrunner* 1994).

Eine kausale Therapie ist nicht bekannt und eine Heilung praktisch nie möglich (*Debrunner* 1994). Neben der konservativen Therapie (medikamentös und physikalisch) hat sich am OSG als präventiv-palliativer Eingriff die Synovektomie (evtl. in Kombination mit der Tenosynovektomie der Peroneaal-, Tibial- und Extensorsehnen) sowie als rekonstruktive Maßnahme wie auch beim USG die Arthrodeese bewährt (*Gschwend* 1977, *Tillmann* 1981, *Tillmann* 1984, *Jäger und Hagena* 1986, *Cracchiolo 3<sup>rd</sup>* et al. 1990, *Carrier und Harris* 1991, *Cracchiolo* 1991, *Moran et al.* 1991, *Cracchiolo 3<sup>rd</sup>* et al. 1992, *Tillmann* 1995, *Turan et al.* 1995).

### 1.3.3 Metabolische Arthropathien

Im Rahmen von generalisierten metabolischen Störungen, Stoffwechselerkrankungen und hämatologischen Krankheitsbildern treten pathologische Veränderungen an den Gelenken auf (*Bullough und Vigorita* 1987). Beim Diabetes mellitus kann als Spätmanifestation eine Arthropathie im Bereich der Fußgelenke auftreten. Pathogenetisch ist die diabetische Polyneuropathie mit Störung der Afferenzen und rezidivierender Mikrotraumatisierung für die folgenden Spontanfrakturen, Bandläsionen und Reizergüsse verantwortlich. Die Folge ist der diabetische

Fuß, eine diabetische Neuro-Osteo-Arthropathie mit ausgedehnten Osteolysen und Subluxation bzw. Luxation einzelner Gelenke (**Charcot'sche Gelenke**), die Ausbildung eines Plattfußes, trophischer Ulzera (*Malum perforans*) sowie chronischer Fistelungen als Ausgangspunkt für Osteomyelitiden (*Dorn und Hofer 1986, Kitaoka et al. 1992, Papa et al. 1993, Harnisch und Rütt 1994*). Im Rahmen einer Purinstoffwechselstörung (primäre Gicht oder sekundäre Hyperurikämie bei Leukosen und Niereninsuffizienz), welche vorwiegend bei Männern auftritt, kann es neben dem klinischen Bild einer Arthritis (*Arthritis urica*) bei Chronizität zu einer sekundären Arthrose mit Knorpel- und Knochendestruktion (Gichtarthropathie) kommen. Selten sind die Sprunggelenke betroffen. (*Dorn und Hofer 1986, Bullough und Vigorita 1987, Harnisch und Rütt 1994*). Bei einer Hämophilie (vererbare Blutungsneigung bei Mangel an Gerinnungsfaktoren) kommt es durch rezidivierende Gelenkhämorrhagien zu einer villös-hypertrophen Synovitis mit Zerstörung des Knorpels und anderer Gelenkstrukturen (hämophile Arthropathie). Meist sind Kinder zwischen 2. und 3. sowie 14. und 16. Lebensjahr betroffen. Nach dem Kniegelenk ist das obere Sprunggelenk am häufigsten befallen. Je früher die erste Blutung auftritt, je kürzer die Intervalle sind (Serienblutungen) und je geringer der Auslöser ist (Spontanblutungen), desto schlechter ist die Prognose für die Ausbildung einer sekundären Arthrose (*Morgan et al. 1985, Weseloh 1986, Bullough und Vigorita 1987, Graves et al. 1993, Harnisch und Rütt 1994*). Andere Osteo-Arthropathien kommen bei Chondrokalzinose (Pseudogichtsyndrom), Oxalose, Amyloidose, Ochronose, Hämochromatose bzw. Hämosiderose, Xanthomatose und Lipidose (z.B. Morbus **Gaucher**) vor (*Bullough und Vigorita 1987*).

#### 1.3.4 Zur Arthrose der Sprunggelenke

Die langsam fortschreitende (degenerative) Gelenkdestruktion des Erwachsenen, welche alle Gelenkanteile befällt, wobei die irreparable Knorpelläsion den pathogenetischen Ausgangspunkt und sklerosierende, zystische und deformierende Knochenprozesse den Endzustand darstellen, wird als Arthrose bzw. Osteo-Arthrose bezeichnet (*Hackenbroch 1986*). Die Pathogenese wird dabei immer durch die Knorpelläsion in der Belastungszone, den entstehenden Knorpeldetritus, welcher eine Synovitis mit erneut knorpelschädigender Ergußbildung und Dehnung des Kapsel-Band-Apparates induziert, die subchondrale Sklerosierung, welche wegen der Unfähigkeit der Pufferung zugleich Ursache für weitere Knorpelläsionen ist, die zystischen Knochendefekte und randständige Osteophytenbildung zur Druckverteilung mit eintretender Deformierung und Beteiligung der Sehnen und Muskeln geprägt (*Hohmann 1948, Mau und Mau 1961, Lange 1965, Hackenbroch 1986*). Die ätiologische Klärung der Knorpelläsion in den Sprunggelenken ist in den meisten Fällen möglich, so daß selten ideopathische Arthrosen vorliegen. Dabei sind präarthrotische Deformitäten eruiert (*Hohmann 1948, Zwipp 1985*). Nach **Hackenbroch** werden als Präarthrosen Form- und Funktionsstörungen, die durch Gelenkinkongruenzen mit unphysiologischer Druckverteilung bzw. enzymatischer Degradation zu einer Änderung der Gelenkmechanik bzw. des Knorpelstoffwechsels führen, bezeichnet (*Hackenbroch 1986*). Dazu zählt man Fehlstellungen der Beinachse und des Fußes, gelenknahe Osteochondrosen bzw. Osteonekrosen, Kapsel-Band-Instabilitäten, traumatische Läsionen des Knorpels und Kapsel-Band-Apparates nach Frakturen, Luxationen, Distorsionen und Kontusionen (posttraumatische Arthrose) sowie enzymatische Knorpelzerstörungen nach Hämarthros und Pyarthros bzw. bei entzündlichen Gelenkerkrankungen (postinfektiöse Arthrose), bei metabolischen und neurogenen Grunderkrankungen (z. B. Diabetes mellitus, Gicht, Morbus **Charcot-Marie-Tooth-Hoffmann**) sowie bei Durchblutungsstörungen arterieller und venöser Genese (*Hohmann 1948, Mau und Mau 1961, Lange 1965, Morgan et al. 1985, Hackenbroch 1986, Bullough und Vigorita 1987, Cierny 3<sup>rd</sup> et al. 1989, Gruen und Mears 1991, Kitaoka et al. 1992, Graves et al. 1993, Papa und Myerson 1992, Papa et al. 1993, Harnisch und Rütt 1994, Thermann et al. 1996*).

Das OSG ist das am häufigsten verletzte Gelenk und damit wie kein anderes durch die Entwicklung einer posttraumatischen Arthrose gefährdet. Für die Entwicklung einer Osteo-Arthrose des OSG spielen Luxationsfrakturen bzw. Frakturen mit Gelenkbeteiligung, osteochondrale Frakturen (*flake fractures*), schwere Kapsel-Band-Verletzungen mit kartilaginärer Läsion eine entscheidende ätiologische Rolle (*Hohmann 1948, Mau und Mau 1961, Zwipp 1985, Hackenbroch 1986, Papa und Myerson 1992, Debrunner 1994, McRae 1995, Thermann et al. 1996*). Zusätzlich können chronische Instabilitäten verschiedenster Genese über eine Inkongruenz mit Störungen des Gelenkknorpels zu einer Arthrose führen (*Morgan et al. 1985, Zwipp 1985, Thermann et al. 1996*). Seltener sind eine Osteochondrosis dissecans tali, eine ideopathische Talusnekrose, eine Gichtarthropathie sowie Hämarthrosbildungen bei Hämophilie Ursachen für eine sekundäre Osteo-Arthrose des OSG (*Hohmann 1948, Mau und Mau 1961, Morgan et al. 1985, Weseloh 1986, Bullough und Vigorita 1987, Graves et al. 1993, Debrunner 1994, Harnisch und Rütt 1994*).



Infektarthritiden, die nach offenen Verletzungen (traumatische Infektarthritis), chirurgischen Eingriffen (postoperative Infektarthritis), Punktionen und Injektionen (iatrogene Infektarthritis), als Superinfektion bei rheumatischen und degenerativen Erkrankungen sowie hämatogen entstehen können, begünstigen ebenfalls eine sekundäre Arthrose (postinfektiöse Arthrose) des OSG (Hohmann 1948, Lange 1962, Rütt 1973, Gschwend 1977, Tillmann 1981, Tillmann 1984, Jäger und Hagena 1986, McGuire et al. 1988, Cierny 3<sup>rd</sup> et al. 1989, Cracchiolo 3<sup>rd</sup> et al. 1990, Carrier und Harris 1991, Cracchiolo 1991, Gruen und Mears 1991, Mann et al. 1991, Cracchiolo 3<sup>rd</sup> et al. 1992, Kitaoka et al. 1992, Debrunner 1994, Turan et al. 1995).

Arthrosen der USG kommen vor allem sekundär bei Fußfehlstellungen sowie posttraumatisch vor (Debrunner 1994). Am häufigsten kommt dabei die Arthrose des Subtalar-Gelenkes vor (Mau und Mau 1961, Rehn und Griebel 1979). Sie ist überwiegend Folge von Fersenbeinfrakturen mit Gelenkbeteiligung und Zusammenbruch des hinteren Pfeilers der Fußwölbung im Sinne eines Knickplattfußes (posttraumatische Subtalar-Arthrose), entzündlicher Erkrankungen (postinfektiöse Subtalar-Arthrose) sowie nichttraumatischer Rückfußfehlstellungen, wobei in erster Linie der Adoleszentenplattfuß zu nennen ist (Lange 1932, Hohmann 1942, Hohmann 1948, Mau und Mau 1961, Rehn und Griebel 1979, Hackenbroch 1986, Wülker und Flamme 1996). Arthrosen im Talonavikular-Gelenk finden sich häufig beim Knickplattfuß, wobei hier wiederum der Adoleszentenplattfuß zu nennen ist. Deswegen wird es auch als das eigentliche Plattfußgelenk bezeichnet (Ogston 1884, Hohmann 1948, Mau und Mau 1961). Eine talonavikuläre Arthrose kann auch bei kleineren Traumata (posttraumatische Talonavikular-Arthrose) sowie entzündlichen Erkrankungen (postinfektiöse Talonavikular-Arthrose) isoliert vorkommen. Selten ist eine aseptische Nekrose des Navikulare (Morbus **Köhler** I) sowie eine Koalition der Tarsalknochen die Ursache (Hohmann 1948, Mau und Mau 1961, Angus und Cowell 1986, Sangeorzan et al. 1993, Steinhäuser 1994, Wülker und Flamme 1996). Eine kalkaneokuboidale Arthrose ist selten isoliert und meist durch Fersenbeinfrakturen mit Gelenkbeteiligung sowie schweren Plattfuß bedingt (Hohmann 1948, Wülker und Flamme 1996). Bei der nach dem 60. Lebensjahr auftretenden ideopathischen Arthrosis deformans der Sprunggelenke spielen neben dem komplizierten Gelenkspiel Überlastung (Adipositas, stehende Berufe, Sport) sowie ungeklärte genetische Faktoren (familiäre Häufung) eine Rolle (Hohmann 1948, Mau und Mau 1961, Hackenbroch 1986, Bullough und Vigorita 1987). Je nach Ätiologie und Pathogenese kommt es zu einer isolierten oder kombinierten Osteo-Arthrose eines oder mehrerer Sprunggelenke (Hohmann 1948). Kausal kann nur der Gelenkersatz aber auch die Arthrodesen helfen (Debrunner 1994).

## 1.4 Die Sprunggelenksarthrodese

Der Begriff „Arthrodesen“ kommt aus dem Griechischen und bedeutet Gelenkversteifung. Er wurde 1878 von dem Innsbrucker Chirurg **Eduard Albert** eingeführt, als er bei einem Kind beide Knie- und Fußgelenke versteifte. Zusammenfassend verstehen wir darunter die operative knöcherner Versteifung eines Gelenkes in einer bestimmten gewollten Stellung (Hohmann 1948). Das Ziel einer Arthrodesen ist also die absolute Ruhigstellung eines erkrankten Gelenkes (Lange 1955, Lange 1962). Die Arthrodesen kann dabei je nach Grunderkrankung auch in Kombination mit anderen operativen Eingriffen (z.B. Sehnenrepositionen) durchgeführt werden (Lange 1962, Imhäuser 1969, Rütt 1973, Huppertz und Kaps 1991). Im Vordergrund stehen die Wiederherstellung der Belastbarkeit des Fußes aber auch die Beseitigung einer erkrankungsbedingten Gangstörung (Hefti et al. 1980, Cracchiolo 1991, Bauer und Kinzl 1996). Ein krankes, schmerzhaftes Gelenk wird praktisch immer schmerzfrei und stabil, sobald es knöchern durchgebaut ist. Die Knochenflächen müssen dabei ohne jeden Zwischenraum fest aufeinanderstehen und wie ein Knochenbruch heilen. Voraussetzung für eine erfolgreiche Sprunggelenksarthrodese ist also neben der richtigen Indikation die richtige Methode, mit der die Knochenflächen in korrekte Stellung gebracht und der exakte Kontakt hergestellt wird. Sonst droht eine schmerzhaftes Pseudarthrose (Lange 1955, Lange 1962, Debrunner 1994).

### 1.4.1 Zur Entwicklung eines Behandlungsverfahrens und seiner Methoden

#### 1.4.1.1 Die ersten Anfrischungarthrodese

1877 berichtete **Albert** in Wien über „Eine Kniegelenksresektion mit vollständiger Naht und primärer Vereinigung“ (Albert 1877). **Ogston** (1884) gab beim adoleszenten Plattfuß rachitischer Genese eine Astragalo-Scaphoid-Arthrodesen an (Ogston 1884). **Samter** (1895) kritisierte die Methode nach **Karewski** (Fusion von OSG und **Chopart**-Gelenk) und betonte beim Schlotterfuß nach dorsalem Querschnitt die gleichzeitige Fusion des Talocrural- und des Talokalkaneal-

Gelenkes, die notwendige Korrektur des Fersenbeines bei Fehlstellung sowie die postoperative Versorgung mit einem Schnürstiefel (*Samter* 1895). **Nieny** (1905) setzte sich bei Fußdeformitäten paralytischer Genese kritisch mit der Tenodese nach **Vulpius** auseinander und fusionierte beim Klumpfuß von einem lateralen Zugang nach **Kocher** das Talokalkaneal- und das Talokal-kaneonavikular-Gelenk (*Nieny* 1905). **Müller** (1913) lehnte bei paralytischen Fußfehlstellungen die Talocrural-Arthrodese ab und führte eine Talotarsal-Arthrodese mit Fusion des Kalkaneokuboidal-, des Talonavikular- und des Talokalkaneal-Gelenkes durch (*Müller* 1913). Weitere Sprunggelenksarthrosen gaben **v.Lesser** (1879), **Nicoladoni** (1881), **v.Rydgier** (1883), **Ducroquet** und **Launay** (1902), **Goldthwait** (1908), **Van Stockum** (1911) sowie **Biesalski** (1912) an (*Ducroquet* und *Launay* 1902, *Goldthwait* 1908, *Biesalski* 1912, *Lange* 1932, *Hohmann* 1948, *Grice* 1952, *Böhler* 1957, *Giuliani* 1961, *Lange* 1962, *Kägi* 1979, *Scranton Jr.* 1991, *Thomann* 1994, *Bauer* und *Kinzi* 1996, *Thermann et al.* 1996, *Wülker* und *Flamme* 1996).

Nach anfänglicher Kritik regten schließlich die guten Ergebnisse bei Fußlähmungen vor allem französische Operateure zur Weiterentwicklung des Verfahrens an (*Thomann* 1994). Die durch **Lorthioir** (1911) durchgeführte Arthrodese im Talocrural-, Talokalkaneal- und Talonavikular-Gelenk nach temporärer Talusresektion fand in **Hackenbroch** (1923), **Mau** (1925) und **Brandes** (1933), welcher die Arthrodese modifizierte und zusätzlich das Kalkaneokuboidal-Gelenk fusionierte, Verfechter dieser Methode (*Lorthioir* 1911, *Hackenbroch* 1923, *Mau* 1925, *Brandes* 1933). Auf **Ombredanne** (1921) geht die Arthrodese des Talokalkaneonavikular-Gelenkes ohne temporäre Talusentfernung zurück (*Ombredanne* 1921). Weitere Arthrosen wurden durch **Nové-Josserand** (1925), **Rocher** (1937), **Bertrand** (1947) und **Merle D'Aubigné** (1956) durchgeführt (*Lange* 1932, *Hohmann* 1948, *Wachsmuth* 1956, *Giuliani* 1961, *Lange* 1962, *Steinhäuser* 1994, *Thomann* 1994).

#### 1.4.1.2 Zur Verriegelungsarthrodese

Die erste Verriegelungsarthrodese (*onlay graft arthrodesis*) führte wahrscheinlich **Lexer** 1907 durch. Seine Methode beruhte auf der Verriegelung des Talocrural- und des Subtalar-Gelenkes durch einen aus der kontralateralen Tibia entnommenen Knochenspan (5-7 x 1-2 cm). Dieser wurde durch einen kleinen Hautschnitt im Bereich der Ferse von caudal nach vorheriger Aufbohrung durch den Kalkaneus sowie Talus in die distale Tibia eingebolzt. **Rehn** (1927) modifizierte den Eingriff und trieb den Span nach vorheriger talocruraler Anfrischung von mediocranial und **Hatt** (1940) einen aus der ipsilateralen Tibia gewonnenen Span von anterocranial ein (*Lexer* 1907, *Hatt* 1940, *Wachsmuth* 1956, *Rütt* 1973, *Lance et al.* 1979, *Ahlberg* und *Henricson* 1981). Das Verfahren nach **Cramer** (1910) beinhaltete die Arthrodese des Talocrural-Gelenkes durch das Herunterklappen eines Periostknochenlappens der Tibia auf den Talus nach Anfrischung des Gelenkspaltes und der Fixierung bis zur knöchernen Konsolidierung. **Hass** (1924) bolzte einen Span (ca. 6 x 2 x 1 cm), welcher aus der ventralen Kortikalis der distalen Tibia entnommen und nach distal verschoben (Tibiaverschiebespan) wurde, in eine vorgefertigte Nute in der Talusrolle ein, wodurch die Fusion mehr Festigkeit gewann. **Blair** (1943) führte mit der Einbolzung dieses Spans in den belassenen Taluskopf erfolgreich Arthrosen bei posttraumatischen Talusdeformitäten bzw. Talusnekrosen durch (*Cramer* 1910, *Hass* 1924, *Blair* 1943, *Wachsmuth* 1956, *Lange* 1962, *Smith* 1963, *Morris et al.* 1971, *Rütt* 1973, *Lionberger et al.* 1982). **Horwitz** (1942) führte über die Anlagerung eines Spans, welcher aus der osteotomierten Fibula (ca. 5 - 8 cm) gefertigt und durch Knochenstifte befestigt wurde, eine Talocrural-Arthrodese herbei. **Watson-Jones** (1943) gab Talocrural- sowie Rückfuß-Arthrosen nach Anlagerung eines anterioren bzw. lateralen Verriegelungsspan an. **Marquardt** (1951) bereitete vor Anlagerung des Fibula-spans ein Bett im Talus bzw. Kalkaneus vor und standardisierte eine Verriegelungsarthrodese des Talocrural-Gelenkes und des Rückfußes. (*Horwitz* 1942, *Marquardt* 1951, *Wachsmuth* 1956, *Lange* 1962, *Lance et al.* 1979). Neben **Anderson** (1945) und **Adams** (1948) wendeten **Barr** und **Records** (1953) bei posterioren Rückfuß-Arthrosen und **Wilson** (1969) bei bilateralen Tibiotalar-Arthrosen weitere Späne an (*Barr* und *Records* 1953, *Wilson* 1969, *Lance et al.* 1979).

#### 1.4.1.3 Zur Bolzungsarthrodese

In den 20er Jahren dieses Jahrhunderts gewann das Knochen-Interponat zur Überbrückung der Fusion bzw. eines Knochendefektes an Bedeutung (*Thomann* 1994). **Pitzen** (1926) interponierte Knochenbrei in den Arthrosespalt und bezeichnete diese Bolzungsarthrodese (*dowel graft arthrodesis*) als die schonenste Plombierung des OSG (*Wachsmuth* 1956, *Giuliani* 1961). Die Drehverriegelungsarthrodese nach **Roeren** (1930) basierte auf der antero-posterioren

Ausstanzung eines Dübels aus distaler Tibia und Talusrolle, der Drehung dieses Dübels um 90 Grad und der Reimplantation und damit Fusion in fixierter Stellung (Roeren 1930, Lange 1962, Bauer und Kinzl 1996). **Hoffmann-Kuhnt** (1949) stanzte hier einen auf der Spitze stehenden Würfel antero-posterior aus und drehte ihn vor der Reimplantation um 90 Grad (Wachsmuth 1956). **Scherblicher** (1955) stellte eine Drehverriegelungsarthrodese am USG vor, bei der ein Dübel aus den jeweiligen gelenkbildenden Gelenkpartnern von dorsal (Subtalar-Gelenk) bzw. lateral (Talonavikular- und Kalkaneokuboidal-Gelenk) ausgebohrt, um 90 Grad gedreht und reimplantiert wurde. Modifikationen gaben **Baciu** und **Filibiu** (1979) für das OSG und **Cracchiolo** (1991) für die USG an, wobei nur der Zugang sowie technische Details nicht jedoch das Prinzip geändert wurde (Scherblicher 1955, Baciu und Filibiu 1979, Cracchiolo 1991). Das von **Grice** (1952) veröffentlichte Verfahren einer extraartikulären Subtalar-Arthrodese, welches sein Mentor **Green** (1945) erstmals durchführte, stellte eine Versteifung ohne Gelenkeröffnung dar. Hier wurde ein Knochendübel zwischen Kalkaneus und Talus in den Sinus tarsi plaziert und eine Valgusstellung korrigiert. Diese Methode dient zur Stützung des deformierten Gelenkes ohne Beeinflussung der Wachstumszonen und kann als Sonderform zwischen die Verriegelungs- und die Bolzungsarthrodesen eingeordnet werden. Sie ist quasi eine der letzten extraartikulären Formen und kommt beim teilkontrakten Knickplattfuß zur Anwendung. Auch hier sind zahlreiche Modifikationen durch **Seymour** und **Evans** (1968), **Dennyson** und **Fulford** (1976) sowie **Russotti** et al. (1988) veröffentlicht worden, wobei in unterschiedlicher Art und Weise das Gelenk teilweise oder vollständig eröffnet, der Bolzen gewonnen, geformt sowie implantiert und somit die Fusion fixiert wurde (Grice 1952, Seymour und Evans 1968, Dennyson und Fulford 1976, Russotti et al. 1988, Mallon und Nunley 1989, Cracchiolo 1991, Huppertz und Kaps 1991, Alman et al. 1993).

#### 1.4.1.4 Zur Spanarthrodese

**Hohmann** (1942) osteotomierte das Subtalar-Gelenk, interponierte den entnommenen Knochenkeil so, daß eine Fehlstellung korrigiert werden konnte und führte somit eine Spanarthrodese (*sliding graft arthrodesis*) durch. Die Fusion wurde durch einen 12-wöchigen Gipsverband realisiert. **Gallie** (1943) interponierte einen quaderförmigen Span in das Subtalar-Gelenk. **Kalamchi** und **Evans** (1977) entnahmen diesen Span aus dem Kalkaneus und interponierten ihn in das dafür vorbereitete und entknorpelte Gelenkbett (Hohmann 1942, Gallie 1943, Kalamchi und Evans 1977, Hefti et al. 1980, Ahlberg und Henricson 1981, Mallon und Nunley 1989). **Chuinard** und **Petersen** (1963) erzeugten eine Arthrodese im Talocrural-Gelenk durch Interposition eines Knochenspans aus dem Beckenkamm. Dabei wurden die Knochenenden je nach gewollter Stellungskorrektur planparallel osteotomiert, auseinandergezogen und der vorher zurechtgearbeitete flache Knochenspan interponiert. Durch das „Zurückgleiten“ der Knochenenden entstand ein gewisser „Druck“, welcher den Span festhielt. **Campbell** (1990) sicherte das Ergebnis durch einen zusätzlichen Draht. Neben der Beinverkürzung kann eine Schädigung der Wachstumsfugen vermieden und diese Methode auch bei Kindern angewendet werden (Chuinard und Petersen 1963, Campbell 1990, Mazur et al. 1991, Bauer und Kinzl 1996). Nachdem **Whitman** (1922) die Talus-Exstirpation (Astragalektomie) bei Rückfußfehlstellungen ohne eigentliche Arthrodese einführte, führten **Smith** (1963) eine tibiokalkaneale Fusion nach Astragalektomie, Anfrischung der Gelenkflächen und Interposition eines Knochenspans sowie **Morris** et al. (1971) und **Lionberger** et al. (1982) eine Modifikation der Operation nach **Blair** mit Astragalektomie und Tibiaverschiebespan bei Talusnekrosen durch (Whitman 1922, Blair 1943, Hohmann 1948, Lange 1962, Smith 1963, Morris et al. 1971, Lionberger et al. 1982).

#### 1.4.1.5 Zu speziellen Korrektur- bzw. Resektionsarthrodesen

Im angelsächsischen und amerikanischen Raum wurden als erstes die Indikationen auf degenerative Gelenkerkrankungen sowie Fehlstellungen anderer Genese erweitert und isolierte Arthrodesen der einzelnen Kompartimente des USG veröffentlicht (Thomann 1994). **Davis** (1912) führte beim Hohlfuß eine Arthrodese des Talokalkaneal-, des Talonavikular- und des Kalkaneokuboidal-Gelenkes durch. **Dunn** (1919) gab beim Hackenhohlfuß eine Arthrodese des Talokalkaneal-, des Talonavikular- und des Kalkaneokuboidal-Gelenkes mit Entfernung des Navikulare zur Verbesserung der Hebelverhältnisse des Fußes an. **Hoke** (1921) betonte bei der Arthrodese des Talokalkaneal-, des Talonavikular- und des Kalkaneokuboidal-Gelenkes zur Korrektur der einzelnen Fehlstellungen die zentrale Bedeutung des Talus. **Ryerson** (1923) faßte die Indikationen für diese Arthrodesen bei Fußfehlstellungen zusammen und führte den Begriff der Triple-Arthrodese ein (Davis 1912, Dunn 1919, Hoke 1921, Ryerson 1923, Hohmann 1948, Grice 1952, Wachsmuth 1956, Giuliani 1961, Lange 1962, Imhäuser 1969, Rütt 1973, Angus und Cowell

1986, *Wülker und Flamme* 1996). **Campbell** (1923) gab u.a. eine subtalare Arthrodesis nach Scaphoid-Entfernung mit zusätzlicher Arthrorise des OSG durch den Scaphoid-Span beim Fallfuß an (*Campbell* 1923, *Hohmann* 1948, *Wachsmuth* 1956, *Lange* 1962). **Lambrinudi** (1927) bezog sich auf die Verfahren nach **Dunn** sowie **Campbell** und löste die alleinige Arthrorise durch eine Arthrodesis im Talokalkaneal-Gelenk nach Keilosteotomie im Talus beim Spitzfuß ab. Seine Methode beruhte auf der Beseitigung der Spitzfußfehlstellung und gleichzeitigen Stabilisierung des Fußes bei Erhalt der Funktion des OSG. Eine Pause des seitlichen Röntgenbildes des Fußes wurde um einen Drehpunkt, welcher sich am dorsalen Punkt des talokalkanealen Gelenkspaltes befand, nach dorsal verdreht, bis der Mittel- bzw. Vorfuß (**Chopart**-Gelenk) in Normalstellung stand. Die talare Fläche des Kalkaneus, welche osteotomiert wurde, bildete nun die Osteotomiefläche des Talus. Das Navikulare mußte mit einer Nute am unteren Pol so vorbereitet werden, daß die Vorderkante des osteotomierten Talus am Navikulare plantarwärts glitt und in diese Nute einrasten konnte. In dieser Stellung fusionierte das Subtalar-Gelenk (*Lambrinudi* 1927, *Wachsmuth* 1956, *Lange* 1962, *Bernau* 1977, *Wagner und Pock* 1982, *Hall und Calvert* 1987). **Max Lange** (1932) gab eine isolierte Fusion des Talokalkaneal-Gelenkes (Subtalar-Arthrodesis) an. Er modifizierte nicht nur die Methode nach **Lambrinudi**, indem er bei höhergradigen Fehlstellungen zusätzlich das Talonavikular- und das Kalkaneokuboidal-Gelenk, wobei diesmal am oberen Pol des Kuboid eine Nute vorbereitet wurde, sondern auch die Methode nach **Goldthwait** (1908) und **Spitzzy** (1921), indem er den Talus trapezförmig und die Malleolen dachziegelartig entknorpelte und paßgerecht ineinanderfügte, sowie die Methode nach **Horwitz** (1942) und **Marquardt** (1951), indem er den Fibulaspan um 180 Grad drehte, in den Kalkaneus einbolzte und durch Bohrdrähte und Schrauben fixierte (*Lange* 1932, *Wachsmuth* 1956, *Böhler* 1957, *Lange* 1962, *Rütt* 1973). Je nach vorliegender Fehlstellung in den einzelnen unteren Sprunggelenken osteotomierte **Hallgrimsson** (1942) diese Gelenke keilförmig, entfernte den Keil und stellte die Fusion mittels 12-wöchigem Gipsverband sicher. Dabei betonte er, daß die Basis der einzelnen Keile beim Knickplattfuß medial, beim Klump- und Sichelfuß lateral am Subtalar- sowie **Chopart**-Gelenk und beim Hackenhohlfuß dorsal am **Chopart**-Gelenk sein muß (*Hallgrimsson* 1942, *Hohmann* 1948, *Wachsmuth* 1956, *Lange* 1962). Die von **Bertrand** (1947) beim Hackenfuß angegebene Operation stellte eine subtalare Triple-Arthrodesis mit gezielter Korrektur der Fehlstellungen im Subtalar-, Talonavikular- und Kalkaneokuboidal-Gelenk dar. Als „umgekehrter Lambrinudi“ wurde eine Operation bezeichnet, welche **v.Muralt** (1951) beschrieb. Sie beinhaltete die Drehung des Fußes um einen Drehpunkt, welcher sich am ventralen Punkt des talokalkanealen Gelenkspaltes befand, nach plantar bis zur Normalstellung. Die talare Fläche des Kalkaneus bildete erneut die Osteotomiefläche des Talus. Das Navikulare und das Kuboid mußten diesmal so vorbereitet werden, daß nach Drehung des Mittel- bzw. Vorfußes der Talus am Navikulare sowie der Kalkaneus am Kuboid Kontakt hatten. In dieser Stellung konnten alle drei unteren Sprunggelenke fusionieren (*v.Muralt* 1951, *Wachsmuth* 1956, *Lange* 1962, *Rütt* 1973, *Wagner und Pock* 1982, *Steinhäuser* 1994). **Imhäuser** (1969) modifizierte für die Korrektur des Hohlfußes die Methoden nach **Davis**, **Dunn** und **Hallgrimsson**, in dem er eine Mittelfuß-Arthrodesis mit Navikular-Exstirpation durchführte und die Fusion durch **Blount**-Klammern erreichte (*Imhäuser* 1969, *Imhäuser* 1984, *Steinhäuser* 1994).

#### 1.4.1.6 Zur externen Kompressionsarthrodesis

Es gab zwar seit der Jahrhundertwende Versuche, frühzeitig Druck auf die Resektionsfläche zu bringen, jedoch stellte erst in den 20er Jahren die Ruhigstellung des Gelenkes mit **Schanz**'schen Nägeln, welche im Gipsverband fixiert waren, einen qualitativen Fortschritt dar (*Thomann* 1994). Dieses Prinzip wurde durch **Key** (1932) und **Best** (1940) am Kniegelenk und schließlich durch **Greifensteiner** (1947) und **Maxen** (1951) am Sprunggelenk mittels **Kirschner**-Drähten und Spannbügel, welches sich nicht durchsetzten, aufgegriffen. Die Grundlage dieser Methode schuf **Sir John Charnley** (1951) durch die Anfrischung der Gelenkflächen des OSG, die einmalige Durchbohrung der distalen Tibia und des Talus mit **Steinmann**-Nägeln sowie die Verschraubung der Enden der Nägel an je einem seitlichen Längsgestänge unter Druckwirkung auf den Fusionsspalt (*Charnley* 1951, *Wachsmuth* 1956, *Rütt* 1973, *Mittelmeier et al.* 1975, *Wagner und Pock* 1982, *Thomann* 1994, *Bauer und Kinzl* 1996). Dieses Verfahren stellte die Ausgangsbasis für zahlreiche externe Modifikationen, bei denen die Osteosynthesematerialien bzw. der dreidimensionale Angriff zur Verbesserung der Stabilität korrigiert und die Indikationen auf andere Sprunggelenke erweitert wurden. Durch die **Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese** (im weiteren **AO** genannt) wurde in den 60er Jahren der Fixateur externe, eine standardisierte Rahmenkonstruktion, eingeführt und zusätzlich die distale Fibula osteotomiert. Weiterhin wurde eine zeltförmige Rahmenkonstruktion dreier **Steinmann**-Nägel für eine Pan-Arthrodesis des

Talocrural-, des Subtalar-, des Talonavikular- und des Kalkaneokuboidal-Gelenkes, bei der jeweils ein Nagel in Tibia, Kalkaneus und Navikular-Kuboid-Komplex eingebracht wurde, angegeben. **Stuhler** et al. (1984) modifizierten die Anzahl der in die Tibia sowie in den Talus eingebrachten **Steinmann-Nägeln**. Der Triangel-Fixateur nach **Calandruccio** (1985) sah eine zweimalige Durchbohrung der Tibia (vertikal) und des Talus (horizontal) mit **Steinmann-Nägeln** sowie einer „Y“-artigen Verschraubung des Spanners zwischen dem distalen Tibia-Nagel und den beiden Talus-Nägeln und Erzeugung eines Drucks auf den tibiotalaren Gelenkspalt vor. **Willms** und **Gotzen** (1990) reduzierten die äußere Verspannung, bohrten einseitig (medial bzw. tibial) **Schanz-Schrauben** in Tibia (zwei) und Talus (eine) ein und erzeugten somit eine monolaterale externe Kompressionsarthrodese des OSG. **Johnson** et al. (1992) nutzten den **Ilisarow**-Apparat zur Erzeugung einer Arthrodese im Tibiotalar- bzw. im Tibiotalar- und Subtalar-Gelenk, wobei mindestens vier **Rush-Pins** in der Tibia, zwei im Talus bzw. im Kalkaneus und zwei in den Köpfchen der Metatarsalknochen befestigt waren (*Müller et al. 1969, Stuhler et al. 1984, Calandruccio 1985, Hagen 1986, Willms und Gotzen 1990, Johnson et al. 1992, Thordarson et al. 1992, Blömer et al. 1994, Hawkins et al. 1994, Thordarson et al. 1994, Bauer und Kinzl 1996*).

#### 1.4.1.7 Zu internen Kompressionsarthrodesen

Aufgrund der bestehenden Gefahr der Pin-Infektionen wurden zahlreiche interne Kompressionsarthrodesen entwickelt. So gab es in den 50er und 60er Jahren erste Bemühungen zur internen Nagelung und Verschraubung des Subtalar-Gelenkes bei posttraumatischen Zuständen. **Böhler** (1957) gab eine Subtalar-Arthrodese mit einem Laschen-Nagel, welcher von caudo-dorsal nach vorheriger Aufbohrung eingebracht wurde und die Versteifung herbeiführte, an (*Böhler 1957, Wagner und Pock 1982*). **Imhäuser** (1969) und **Verhelst** et al. (1976) wendeten **Blount-Klammern** zur Erzielung einer Arthrodese im Mittelfuß bzw. Tibiotalar-Gelenk an (*Imhäuser 1969, Verhelst et al. 1976, Imhäuser 1984, Steinhäuser 1994*). **Mittelmeier** et al. (1975) verwendeten für eine Arthrodese des OSG Autokompressions-Winkelplatten mit einem Winkel von 80 Grad und einem H-Profil. Dabei wurde zunächst eine Fibula-Osteotomie durchgeführt und im Talus von lateral her mit einem H-Meißel eine Höhle für die Lasche der Winkelplatte vorbereitet. Nach Anpassung der Platte konnte diese nach standardisierter Reihenfolge in der Tibia verschraubt werden. Zum Schluß wurde der Fibulaspan tibial und talar angeschraubt (*Mittelmeier et al. 1975*). Nachdem **Zimmermann** (1973) die erste direkte Verschraubung der Tibia und des Talus im OSG nach vorheriger intraartikulärer Anfrischung der zu fusionierenden Gelenkflächen durchgeführt, eine interfragmentäre Kompression erzeugt und die Konsolidierungszeit verkürzt hatte, zeigten **Wagner** und **Pock** (1982), daß man bei einer Arthrodese durch Zugschrauben in jedem Sprunggelenk eine Kompression erzeugen und sehr gute Resultate erreichen kann. Dabei erweiterten sie die Indikationen, bezogen das USG mit ein und standardisierten dieses Verfahren. Beim OSG wurde mittels Resektion des Gelenkspaltes ohne Osteotomie der Malleoli bis zur trapezförmigen Konfiguration (mit gegebenenfalls notwendiger Korrektur-Osteotomie, Talusrückverlagerung und Knochenspan-Interposition) begonnen. Nach temporärer Fixation mit **Kirschner**-Drähten konnte die Platzierung einer ersten Spongiosaschraube vom Sinus tarsi (von caudal-lateral-ventral nach cranial-medial-dorsal) in die Tibia erfolgen. Schließlich konnten eine zweite Spongiosaschraube von der anterolateralen Fläche der distalen Tibiametaphyse (von cranial-lateral-ventral nach caudal-medial-dorsal) in den ventralen Teil des Taluskörpers und eine dritte Spongiosaschraube mittels Hilfsinzision von der anteromedialen Fläche der Tibia (von cranial-medial-ventral nach caudal-lateral-dorsal) in den dorsalen Teil des Taluskörpers plaziert werden. Beim Subtalar-Gelenk wurde eine Resektion des Gelenkspaltes (mit gegebenenfalls notwendiger Korrektur-Osteotomie und Knochenspan-Interposition), fakultativ die temporäre Fixation mit **Kirschner**-Drähten und schließlich die Platzierung zweier Spongiosaschrauben vom Kalkaneus (von caudal-lateral nach cranial-medial) divergierend in den Talus empfohlen. Bei der Rückfuß-Arthrodese kombinierten **Wagner** und **Pock** die beiden oben genannten Verfahren und plazierten 3 - 4 entsprechende Schrauben vom Talus in die Tibia, von der Tibia in den Kalkaneus und vom Kalkaneus in den Talus bzw. die Tibia. Weiterhin wurden Fixationen mit Korrektur- bzw. Resektionsarthrodesen nach **Lambrinudi** und **v.Murali** angegeben (*Wagner und Pock 1982, Holz 1990, Bauer und Kinzl 1996*). Die talocrurale Arthrodese mit medial platzierter T-Platte nach **Scranton Jr.** et al. (1980) beinhaltete neben der Anfrischung und Korrektur des tibiotalaren Gelenkspaltes die Osteotomie und Verkürzung der Fibula, die Ausarbeitung einer Nute am Malleolus medialis zur Platzierung der Platte, die Anschraubung der Platte am Talus sowie die dynamische Verschraubung der Platte in der Tibia (*Scranton Jr. et al. 1980, Scranton Jr. 1985*). **Braly** et al. (1994) führten diese Methode über einen lateralen Zugang durch (*Braly et al. 1994*). **Gruen** und **Mears** (1989) zeigten, daß man durch eine **Wolf**-Platte das Talocrural- und das

Subtalar-Gelenk über einen dorsalen Zugang versteifen kann (Gruen und Mears 1991). Dabei wurde nach Anfrischung der Gelenke und Aufbohrung des Kalkaneus die Platte plziert und am Talus sowie an der Tibia unter Druck angeschraubt. Zusätzlich mußte die zuvor tenotomierte Achillessehne wieder am Kalkaneus verschraubt werden. **Sowa** und **Krackow** (1989) führten dieses Verfahren am Tibiotalar-Gelenk über einen lateralen und **Weltmer** et al. (1991) am Talocrural-Gelenk über einen vorderen Zugang durch (Sowa und **Krackow** 1989, **Weltmer** et al. 1991). Angeregt durch experimentelle Untersuchungen externer (**Scranton Jr.** et al. 1980, **Stuhler** et al. 1984, **Blömer** et al. 1994, **Thordarson** et al. 1994) und interner Kompressionsarthrosen (**Wagner** und **Pock** 1982, **Thordarson** et al. 1990) sowie durch biomechanische Vergleiche untereinander (**Scranton Jr.** et al. 1980, **Moeckel** et al. 1991, **Thordarson** et al. 1992) wurden zahlreiche Modifikationen dieser Kompressionsarthrosen angegeben (**Morgan** et al. 1985, **Dennis** 1990, **Holz** 1990, **Holt** et al. 1991, **Maurer** et al. 1991, **Ogilvie-Harris** 1994, **Thermann** et al. 1996).

#### 1.4.1.8 Zur arthroskopisch-assistierten Arthrodese

**Schneider** (1983) führte wahrscheinlich die erste Arthrodese des OSG mit Zugschrauben arthroskopisch assistiert durch. Neben **Morgan** (1991), welcher dieses neuartige Verfahren in den 80er Jahren standardisierte, führten **Myerson** und **Quill** (1991), **Dent** et al. (1993), **Ogilvie-Harris** et al. (1993) sowie **Ogilvie-Harris** et al. (1994) weitere Arthrosen dieser Art durch und gaben Vergleiche zur externen und offenen Methoden an. (**Morgan** 1991, **Myerson** und **Quill** 1991, **Dent** et al. 1993, **Ogilvie-Harris** et al. 1993, **Ogilvie-Harris** et al. 1994).

#### 1.4.2 Die Pseudarthrose

Der Erfolg einer Arthrodese steht und fällt mit der eingetretenen stabilen Fusion. Die Pseudarthrose stellt als Falsch- oder Scheingelenk den Endzustand einer nicht eingetretenen Knochen(bruch)heilung dar (**Böhler** 1928, **Witt** 1952, **Rehn** und **Lies** 1981, **Randolph** und **Vogler** 1985, **Jäger** und **Wirth** 1986, **Debrunner** 1994, **Vecsei** et al. 1995). Man unterscheidet eine verzögerte Knochenheilung (*delayed union*), bei der ohne weitere operative Maßnahmen eine Fusion erwartet werden kann, von einer nicht eingetretenen Heilung (*non union*), welche selten durch konservative (Elektro-, Magnet- und Extrakorporale Stoßwellentherapie) und in 86 bis 94% durch operative Maßnahmen behoben werden kann. Trotz bekannter fließender Übergänge spricht man bis zu 6 Monaten von einer verzögerten Heilung und darüber hinaus von einer nicht eingetretenen Knochen(bruch)heilung (**Morrey** und **Wiedeman** 1980, **Randolph** und **Vogler** 1985, **Jäger** und **Wirth** 1986, **Schleberger** und **Senge** 1992, **Vecsei** et al. 1995, **Vogel** et al. 1997). Von einer *mal union* spricht man, wenn postoperativ eine schmerzhafte Fehlstellung vorliegt. Nach Sprunggelenksarthrodese ist hier ein Schmerzhinken auffällig (**Morrey** und **Wiedeman** 1980). Je nach klinischem Befund kann man nach einer Sprunggelenksarthrodese eine schmerzhafte oder eine klinisch stumme Pseudarthrose vorfinden. Bei ersterer kann ein Dauer-, Belastungs- bzw. Druckschmerz vorliegen. Die Schmerzangabe fehlt bei der klinisch stummen Pseudarthrose. Charakteristisch ist eine unterschiedliche Belastungsinsuffizienz mit verkürzter beschwerdefreier Gehstrecke. Eine abnorme Beweglichkeit bzw. Instabilität kann je nach in situ liegendem Osteosynthesematerial vorliegen (**Jäger** und **Wirth** 1986, **Debrunner** 1994). Der röntgenologische Befund ist durch einen fehlenden knöchernen Durchbau gekennzeichnet. Korreliert solch ein Röntgenbefund mit einer klinisch stummen Pseudarthrose, spricht man von einer fibrösen Ankylosierung. Je nach Klinik, Paraklinik und Szintigraphie unterscheidet man zwischen infizierten und aseptischen sowie hypervaskularisierten, hypertrophen, biologisch reaktionsfähigen oder vitalen und avaskulären, hypo- oder atrophischen, biologisch reaktionslosen oder avitalen Pseudarthrosen, wobei es unterschiedliche Kombinationen und fließende Übergänge gibt (**Weber** und **Cech** 1973, **Jäger** und **Wirth** 1986). Die Häufigkeit dieser Komplikation wird nach operativer Frakturbehandlung mit 0,5 bis 10% angegeben (**Böhler** 1928, **Jäger** und **Wirth** 1986). Nach Sprunggelenksarthrosen wurden Pseudarthrosen in bis zu 65% der Fälle angegeben (**Johnson** und **Boseker** 1968, **Bernau** 1977, **Lance** et al. 1979, **Morrey** und **Wiedeman** 1980, **Scranton Jr.** et al. 1980, **Boobbyer** 1981, **Angus** und **Cowell** 1986, **Hagen** 1986, **Lynch** et al. 1988, **McGuire** et al. 1988, **Cracchiolo 3<sup>rd</sup>** et al. 1990, **Kirpatrick** et al. 1991, **Kitaoka** 1991, **Mann** et al. 1991, **Kitaoka** et al. 1992, **Papa** und **Myerson** 1992, **Papa** et al. 1993, **Eingartner** et al. 1994 sowie **Wülker** und **Flamme** 1996). Als Ursachen, welche über die Störung der primären und sekundären Knochen(bruch)heilung die Entstehung einer Pseudarthrose begünstigen, werden mechanische und biologische Faktoren diskutiert. Am häufigsten sind es mangelnde Gefäßversorgung mit Osteonekrose (**Stürmer** 1996), insuffiziente Ruhigstellung (lokale Instabilität) mit Mikrobewegungen (**Böhler** 1928, **Witt** 1952, **Rehn** und **Lies** 1981, **Randolph** und **Vogler** 1985, **Jäger** und **Wirth** 1986,

*Debrunner* 1994, *Vecsei et al.* 1995, *Stürmer* 1996) sowie eine zu große Distanz der Knochenenden (Fragmentdeviation) durch Distraction, Fehlstellung und Spaltinterponate (*Rehn* und *Lies* 1981, *Randolph* und *Vogler* 1985, *Jäger* und *Wirth* 1986, *Vecsei et al.* 1995, *Stürmer* 1996). Es wird aber auch eine mangelnde Kompensation von Zug- und Druckkräften erwähnt (*Debrunner* 1994). Bei der Sprunggelenksarthrodese sind zusätzlich Scherkräfte und Rotationsbewegungen, welche aufgrund der ungünstigen Hebelverhältnisse zwischen Tibia und Tarsus vorkommen, zu nennen (*Kirpatrick et al.* 1991, *Eingartner et al.* 1994). Auch präoperativ bestehende Fehlstellungen, welche korrigiert werden müssen, gehen mit einem erhöhten Risiko einher (*Scranton Jr. et al.* 1980). Weiterhin sind es Störungen des Stoffwechsels der an der Knochen(bruch)heilung beteiligten Zellen (Mesenchymzelle Fibroblast Osteoblast Osteozyt) sowie des Fließgleichgewichtes zu den knochenabbauenden Zellen (Osteoklast). Beispiele hierfür sind der Mangel an knochenbildenden und/ oder Überschuß an knochenabbauenden Zellen (Osteopenie), verschiedene Stoffwechselerkrankungen (Diabetes mellitus u.a. Endokrinopathien), eine Immunopathie bzw. Suppression durch Kortikoide (*Cracchiolo 3<sup>rd</sup> et al.* 1992) und andere Dauermedikamente sowie Infektionen mit Deviation und Sequestration des Knochens (*Scranton Jr. et al.* 1980, *Jäger* und *Wirth* 1986, *Kirkpatrick et al.* 1991, *Kitaoka et al.* 1992, *Eingartner et al.* 1994). Bei fibrösen Ankylosierungen und gesicherten reaktionsfähigen Pseudarthrosen bzw. *delayed union* ohne Infektzeichen kann innerhalb von 6 Monaten eine ausreichende Re-Immobilisation versucht werden. Bei allen anderen Formen ist auch nach einer Sprunggelenksarthrodese die Re-Operation Therapie der Wahl.

## 2 Ziel und Methodik

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, die Pseudarthrose nach einer Sprunggelenksarthrodese im Hinblick auf ihre Ursachen zu untersuchen. Dabei soll ihre Häufigkeit in Bezug zu klinischen und operativen Faktoren gesetzt und die einzelnen Risiken erarbeitet werden. Hierzu erscheint es notwendig, eine Systematik der Nomenklatur, der Topographie sowie der Methodik der Sprunggelenksarthrodesen zu erstellen. Schließlich werden das Outcome dieser Pseudarthrosen anhand objektiver Befunde und subjektiver Einschätzungen in Scores verglichen.

### 2.1 Der Erhebungsbogen

#### 2.1.1 Daten

Alle notwendigen Patientendaten konnten in den archivierten Krankenblättern gesichtet und in einem Erhebungsbogen (Abb. 1) dokumentiert werden.

#### 2.1.2 Anamnese

Bei der Dokumentation der Anamnese (hier als jetzige Anamnese bzw. JA bezeichnet) wurde auf angeborene Erkrankungen, Unfallereignisse, Voroperationen sowie bisher stattgefundene Therapien geachtet und bei der Zuordnung zur Grundkrankheit genutzt.

Als angeborene Fußfehlstellungen wurden jene definiert, die zur Geburt klinisch faßbar waren und jene, die zur Geburt bekannt waren, sich erst im Laufe des Lebens entwickelten und schließlich Sekundärkomplikationen (von einer Gangstörung bis zur Gehunfähigkeit sowie von einer blanden Hautschwiele bis zur chronischen Hautfistelung) hervorriefen. Als Unfallereignisse wurden Frakturen der sprunggelenksnahen Knochen mit den zur Arthrodese führenden Folgen (Sekundär-Arthrose, Pseudarthrose, Talusnekrose, Osteomyelitis etc.) gewertet und als posttraumatische Osteo-Arthrosen mit und ohne Komplikationen bezeichnet. Alle Altersklassen bzw. Formen von Rheumatoider Arthritis (exacerbierte Osteo-Arthritis, Knochendestruktion, Sekundär-Arthrose, Fehlstellung u.a. Komplikationen am Rückfuß) konnten in die entsprechende Gruppe geordnet werden. Ideopathische Arthrosen und Osteo-Arthritiden wurden als andere Erkrankungen deklariert. In dieser Gruppe befanden sich auch reaktive und metabolische Arthropathien bei Systemerkrankungen.

Zu den Voroperationen wurden Operationen an den Knochen des ipsilateralen Rückfußes zur Behandlung der Grundkrankheit in Form von Osteosynthesen bei Sprunggelenksfrakturen, Korrekturosteotomien bei Fußdeformitäten, einer Arthroskopie des OSG und natürlich den Arthrodesen an einem oder mehreren Sprunggelenken gezählt. Als weitere zu beachtende Kriterien der Eigenanamnese (hier als EA bezeichnet) sollten sich weitere Faktoren herausstellen. Dabei wurden Nebenerkrankungen erfaßt, die eine Auswirkung auf die Durchblutung und den Heilungsprozeß aller Gewebe haben und zu folgenden Gruppen zugeordnet:

- kardiovaskuläre Erkrankungen (z.B. periphere arterielle Verschlusskrankheit, arterieller Hypertonus, koronare Herzkrankheit und postthrombotische Syndrome),
- urogenitale Infektionen (z.B. chronische Zystitiden und Pyelonephritiden),
- Endokrinopathien (Diabetes mellitus und Schilddrüsenerkrankungen)
- osteopenische Erkrankungen (z.B. Osteoporose)

Diese Erkrankungen wurden entweder auswärts festgestellt, durch entsprechende Dokumentation untermauert oder erst im Rahmen des perioperativen Verlaufs diagnostiziert. Weiterhin konnten gynäkologische (GA) und familiäre Erkrankungen (FA), berufliche Belastungen und sportliche Betätigungen (soziale Anamnese bzw. SA) und schließlich tägliche Gewohnheiten (allgemeine Anamnese bzw. AA) herausgearbeitet werden. Hierbei kam es vor allem auf den Nikotinabusus und die Dauermedikation an. Als Raucher wurden alle Patienten eingestuft, welche angaben, 10 oder mehr Zigaretten täglich zu konsumieren. Neben den opioiden Analgetika und nichtsteroidalen Antirheumatika (im weiteren NSAR genannt) wurde die genaue Dosis der perioperativ eingenommenen Kortikoide (Prednisolon) und Immunsuppressiva (Azathioprin, Methotrexat, Mesalazin und Gold) registriert. Nicht nur bei der Grunderkrankung einer Fußfehlstellung, sondern auch bei allen anderen Indikationen wurde die Stellung des Vor- und Rückfußes definiert.

#### 2.1.3 Status

Parallel zur Paraklinik (Laborbefunde, Szintigraphie u.a.) wurde der Lokalbefund tabellarisch



dokumentiert und ausgewertet. Die wichtigste Säule der präoperativen Diagnostik und Dokumentation war der röntgenologische Befund. Das stets in zwei Ebenen angefertigte Röntgenbild des OSG bzw. Fußes diente zur Feststellung des Grades der degenerativen Veränderung einzelner Gelenke sowie osteopenischen Veränderungen einzelner Knochen und der Winkelverhältnisse der Fußabschnitte. Die Ergebnisse ergänzten die bereits erwähnte tabellarische Dokumentation.

#### 2.1.4 Therapie

Anhand der vorliegenden Röntgenaufnahmen und Operationsberichte ließ sich eine Übersicht der angewandten Arthrodesen der Sprunggelenke im Hinblick auf die Lokalisation bzw. den Typ, das Verfahren, die Methode und die stabilisierenden Materialien erstellen. Es erschien sinnvoll, die Arthrodesetypen in Arthrodesen des OSG (im weiteren talocrurale Arthrodesen genannt), Arthrodesen des USG (im weiteren talotarsale Arthrodesen genannt) und Arthrodesen beider Kompartimente (im weiteren pantalare Arthrodesen genannt) einzuteilen. Zusätzlich wurden die Arthrodesetypen in die einzelnen Verfahren eingeteilt, um biomechanische Aspekte isolierter und kombinierter Arthrodesen am Rückfuß zu beachten. Als Tibiotalar-Arthrodesen wurden Fusionen zwischen Tibia und Talus ohne zusätzliche Resektion der Malleoli bzw. Fibula und als Talocrural-Arthrodesen die komplette Fusion aller am OSG beteiligten Knochenabschnitte definiert. Triple-, **Chopart**- und Mittelfuß-Arthrodesen gehen aus den Darstellungen von **Ryerson** (1923), **Hallgrimsson** (1942) und **Dunn** (1919) bzw. **Imhäuser** (1969) hervor. Der Begriff der Rückfuß-Arthrodesese steht für die Fusion des OSG sowie des Subtalar-Gelenkes und geht auf die Aufzeichnungen von **Samter** (1895) zurück. Erst wenn alle Gelenke des Rückfußes also OSG, Subtalar-, Talonavikular- und Kalkaneokuboidal-Gelenk wie bei **Biesalski** (1912), **Brandes** (1933) sowie **Papa** und **Myerson** (1992) fusioniert waren, wurde der Begriff der Pantalar-Arthrodesese verwendet. Alle anderen Verfahren mußten entweder als kombinierte oder isolierte Eingriffe mit den versteiften Gelenken betitelt werden (z.B. tibiokalkaneale Fusion). Bei den Arthrodesemethoden kamen in unterschiedlicher Kombination die Anfrischungarthrodese im Gipsverband sowie mit **Kirschner**-Draht-Osteosynthese, die temporäre Talusexstirpation nach **Lorthioir**, die Verriegelungsarthrodese des Rückfußes (OSG und Subtalar-Gelenk) nach **Marquardt/ Lange** (Fibula- bzw. Fibulaumkehrspan) mit und ohne **Chevron**-Osteotomie bzw. die Verriegelungsarthrodese des OSG nach **Hass** (Tibiaspan), die Bolzungsarthrodese des OSG nach **Hoffmann-Kuhnt** (Würfelspan), die modifizierte Span-Arthrodesese des OSG bzw. Rückfußes (oder tibiokalkaneale Fusion) nach **Chuinard** und **Petersen/ Smith/ Stranks** (Beckenkamm), die Korrektur- bzw. Resektionsarthrodesen der USG nach **Dunn/ Ryerson/ Hallgrimsson**, die Kompressionsarthrodesen nach **Zimmermann/ Rehn** und **Griebel/ Wagner** und **Pock/ Cierny 3<sup>rd</sup>/ Holz** (Zugschrauben) sowie nach **Imhäuser/ Verhelst** mit verschiedenen Klammersystemen (**Blount, Shapiro** u.a.) und der modifizierte Fixateur externe nach **Charnley** sowie nach **AO** zur Anwendung. Zusätzlich wurden ab 1991 die Dauer der Operation sowie der intraoperativ angelegten Blutsperre dokumentiert.

#### 2.1.5 Verlauf

Neben einer ab 1993 durchgeführten intravenösen Single-Shot-Antibiose (1,5 g Cefuroxim) und einer Thromboseprophylaxe (entweder 3 x 5000 I.E. Heparin oder 40 I.E. niedermolekulares Heparin subkutan pro Tag) wurden alle Füße postoperativ hochgelagert, für ca. 2 Tage drainiert (System nach **Redon**) und bis auf jene Operationen mit einem Fixateur externe in einem Unterschenkelgips immobilisiert. Die Registrierung der Wundheilung, wobei zwischen primärer Wundheilung (Abschluß der Wundheilung ohne Komplikationen nach 2 Wochen), verzögerter Wundheilung (kein Abschluß der Wundheilung nach 2 Wochen mit Auftreten von Rötung, Ödem, Schwellung, Blasen, Serom, Hämatom und Nekrose) und sekundärer Wundheilung (notwendiges Entfernen des Nahtmaterials zur Entleerung von Wundeiter bzw. Einleitung einer offenen Wundbehandlung sowie systemische Antibiose bei Nachweis von bakteriellen Erregern) unterschieden wurde, war beim Fixateur externe täglich und beim Gipswechsel je nach Klinik bzw. 2 Wochen postoperativ möglich. Nach einer Röntgenkontrolle erfolgte nun bei internen Verfahren die Anlage eines Unterschenkelgipses für weitere 4 Wochen mit individueller Entscheidung zur ambulanten (Gehen an 2 UAGS ohne Belastung unter Thromboseprophylaxe) oder stationären (zusätzlicher Verbandwechsel und systemische bzw. lokale Therapie je nach Lokalbefund) Weiterbehandlung. 6 Wochen postoperativ wurde bei abgeschlossener Wundheilung und einer Röntgenkontrolle mit dem Befund einer beginnenden Durchbauung der Fusion (röntgenologisch sichtbare Trabekel bzw. Kallus) für die internen Verfahren ein Unterschenkelgips angelegt und die Thromboseprophylaxe weitergeführt. Nach ca. 12 Wochen konnte bei eingetretener Fusion (Röntgenkontrolle) der Fixateur externe bzw. Gips abgenommen und ein orthopädischer

Abrollschuh für talocrurale und pantalare Arthrodesen sowie eine Schuhzurichtung am Normalschuhwerk in Form einer Abrollsohle bei talotarsalen Arthrodesen angepaßt werden. Bei nicht eingetretener Fusion wurde je nach Klinik entweder die Gipsimmobilisation erneuert und individuell verlängert oder die Indikation zu einer Re-Arthrodesese gestellt. Weiterhin wurden Ostitiden der Tarsalknochen, Nervenläsionen durch Operation oder Gipsimmobilisation mit resultierenden Paresen sowie Sensibilitätsstörungen, Frühlockerung und Dislokation von Osteosynthesematerial beachtet und entsprechend behandelt.

## 2.2 Der Nachuntersuchungsbogen

Schließlich wurden alle Patienten zu einer Nachuntersuchung eingeladen und die Operationsergebnisse klinisch und röntgenologisch begutachtet. Alle anamnestische Daten wurden in einem Nachuntersuchungsbogen (Abb. 2) komplettiert. Die klinische Untersuchung beinhaltete die Erfassung des Gangbildes mit und ohne notwendige Gehhilfen (Rollstuhl, Rollator, UAGS, Stock etc.) sowie Einlage, Schuhzurichtung und orthopädisches Schuhwerk, die Ausmessung einer neu aufgetretenen Beinlängendifferenz mit und ohne Beinlängenausgleich, die Inspektion Narbenbefundes, die Palpation von Schmerz- sowie Instabilitätsbefunden sowie der Stellungen der Fußkompartimente, die Erfassung des neuromuskulären Befundes und schließlich die Registrierung der Bewegungsbefunde aller Fußgelenke mit Angaben von Funktionsschmerzen. Die radiologische Untersuchung war zur Bestätigung der Fusion bzw. einer Pseudarthrose sowie anderer postoperativ aufgetretenen Komplikationen (z.B. Spätlockerung und Dislokation von Osteosynthesematerial, Frakturen und Arthrosen von Nachbargelenken) notwendig.

## 2.3 Der Fragebogen

Zur Ergänzung der klinischen und röntgenologischen Daten wurde ein spezieller Fragebogen (Abb. 3) konzipiert und allen Patienten gemeinsam mit der Einladung zur Nachuntersuchung zugesandt. Neben dem Grund zum Einverständnis zu einer Sprunggelenksarthrodese wurde nach der globalen Zufriedenheit nach der Sprunggelenksversteifung und der Akzeptanz zum orthopädischen Schuhwerk gefragt. Auf zwei gegenüberzustellenden Seiten mit identischen Aufbau der einzelnen Fragen vor und nach der Operation konnten der Schmerz im betroffenen Gelenk bzw. Fußabschnitt mit genauer Angabe von Stärke, welche mittels einer modifizierten visuellen Analogskala für Schmerz (im weiteren VAS genannt) klassifiziert wurde, Intensität und zeitlichem Auftreten registriert werden. Weiterhin waren Schmerzmittelverbrauch, Gehbehinderung, Länge der beschwerdefreien Gehstrecke und Notwendigkeit einer Gehhilfe von Interesse. Als Abschluß konnte jeder Fuß nach den Sprunggelenk-Scores von **Mazur** et al. (1979), **McGuire** et al. (1988) sowie **Kitaoka** (1991) bewertet werden.

# KLINIKUM BUCH

Orthopädische Klinik  
 Chefarzt PD Dr. med. J. Zacher  
 ERHEBUNGSBOGEN  
 SPRUNGGELENKSARTHROSE

## 1. Patientendaten

Name: \_\_\_\_\_ Geschlecht: \_\_\_\_\_  
 Vorname: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_  
 geboren am: \_\_\_\_\_ Diagnose: \_\_\_\_\_  
 Telefon: \_\_\_\_\_ Gelenk: \_\_\_\_\_  
 Adresse: \_\_\_\_\_ Seite: \_\_\_\_\_

## 2. Anamnese

JA:  Fehlstellung  angeboren bei:  erworben durch:  
 Spitzfuß  Klumpfuß  Hackenfuß  Hohlfuß  
 Knickfuß  Plattfuß  Sichelfuß  anderes  
 Unfall am:  mit geschlossener Fraktur  mit offener Fraktur  
 OSG  Talus  USG  Kalkaneus

Operationen am:  
 Rheumatoide Arthritis seit:  
 Arthritis/ Ostitis  bei Rheumatoider Arthritis  
 posttraumatisch/ postoperativ  
 andere Genese

Arthrose  primär  bei Rheumatoider Arthritis  
 sekundär  posttraumatisch  
 postinfektiös

andere Arthropathien der Sprunggelenke  
 bisherige Therapie  Operationen am:  
 Punktionen  Injektionen  
 physikalische und  medikamentöse Behandlungen  
 Schuh- und  Einlagenversorgung seit:

|              | OSG | Rückfuß | USG | Vorfuß |
|--------------|-----|---------|-----|--------|
| Schmerz      |     |         |     |        |
| Fehlstellung |     |         |     |        |
| Instabilität |     |         |     |        |
|              |     |         |     |        |

EA:  Nebenerkrankungen  KHK etc.  arterielle Verschlusskrankheit  
 Hypertonus  Varikosis und Folgen  
 Endokrinum  Diabetes mellitus  
 Osteoporose  urogenitale Infektionen

GA:  osteopenische Risikofaktoren  hormonelle Kontrazeption/ Substitut ion

FA:  Rheumatoide Arthritis bei:  Neurologische Erkrankungen bei:  
 anderes

SA:  Altersrente  EU  BU  berufstätig  Einschränkung im Sport

AA:  Dauermedikation  opioide Analgetika  nichtsteroidale Antirheumatika  
 Kortikoide  Immunsuppressiva  
 andere

Nichtraucher  unter 10  10- 20  über 20 Zigaretten pro Tag  
 Alkohol  Kaffee  andere Risikofaktoren

## 3. Status

pathologische Paraklinik  BSG  CrP  Lc  Hb  BZ  
 Protein  Ca  P  AP  Urin  Szintigraphie

| präoperativer Lokalbefund           |                                      |  |  |                                       |               |
|-------------------------------------|--------------------------------------|--|--|---------------------------------------|---------------|
|                                     | OSG                                  |  | USG                                      |                                       |               |
|                                     | tibiotalar                           | talocalcaneal                          | calcaneocuboidal                         | talonavikular                         |               |
| Schmerz                             |                                      |  |  |                                       |               |
| Schwellung                          |                                      |  |  |                                       |               |
| Rötung                              |                                      |  |  |                                       |               |
| Funktion                            | Extension/ Flexion<br>/ /            |  | Eversion/ Inversion<br>/ /               |                                       |               |
|                                     |                                      |  | Pronation/ Supination<br>/ /             |                                       |               |
|                                     | Rückfuß                              |  | Vorfuß                                   |                                       |               |
| Stellung                            |                                      |  |  |                                       |               |
| präoperativer radiologischer Befund |                                      |  |  |                                       |               |
| Stellung/ Winkel                    |                                      |  |  |                                       |               |
| Arthrose/ Grad                      |                                      |  |  |                                       |               |
| Osteopenie etc.                     |                                      |  |  |                                       |               |
| anderes                             |                                      |  |  |                                       |               |
| 4. Therapie                         |                                      |  |  |                                       |               |
|                                     | talocrural                           |  | pantalar                                 |                                       | talotarsal    |
| Arthodesesetyp                      |                                      |  |  |                                       |               |
|                                     | talocrural                           | tibiocalcaneal                         | talocalcaneal                            | calcaneocuboidal                      | talonavikular |
| Methode                             |                                      |  |  |                                       |               |
| - Gips                              |                                      |  |  |                                       |               |
| - Draht                             |                                      |  |  |                                       |               |
| - Verriegelung                      |                                      |  |  |                                       |               |
| - Bolzung                           |                                      |  |  |                                       |               |
| - Span                              |                                      |  |  |                                       |               |
| - Schraube                          |                                      |  |  |                                       |               |
| - Klammer                           |                                      |  |  |                                       |               |
| - Fixateur externe                  |                                      |  |  |                                       |               |
| Verfahren                           |                                      |  |  |                                       |               |
| Operationsdauer:                    |                                      |  |  |                                       |               |
| Dauer der Bluteleere:               |                                      |  |  |                                       |               |
| intraoperative Komplikationen:      |                                      |  |  |                                       |               |
| 5. Verlauf                          |                                      |  |  |                                       |               |
| Wundheilung                         | <input type="checkbox"/> primär      | <input type="checkbox"/> verzögert     | <input type="checkbox"/> sekundär        |                                       |               |
| Lokalbefund                         | <input type="checkbox"/> unauffällig | <input type="checkbox"/> Rötung        | <input type="checkbox"/> Schwellung      | <input type="checkbox"/> Serom        |               |
|                                     |                                      | <input type="checkbox"/> oberflächlich | <input type="checkbox"/> tief            | <input type="checkbox"/> Hämatom      |               |
| Komplikation                        | <input type="checkbox"/> Infektion   | <input type="checkbox"/> Lähmung       | <input type="checkbox"/> per operationem | <input type="checkbox"/> durch Gips   |               |
|                                     |                                      | <input type="checkbox"/> Fraktur       | <input type="checkbox"/> traumatisch     | <input type="checkbox"/> pathologisch |               |
|                                     |                                      | <input type="checkbox"/> Pseudarthrose |  |                                       |               |
|                                     |                                      | <input type="checkbox"/> andere:       |  |                                       |               |
| 6. weitere Maßnahmen                |                                      |  |  |                                       |               |

Abb. 1: Erhebungsbogen für Patienten zur Sprunggelenksarthrodese

# KLINIKUM BUCH

Orthopädische Klinik  
 Chefarzt PD Dr. med. J. Zacher  
 NACHUNTERSUCHUNGSBOGEN  
 SPRUNGGELENKSARTHRODESE

## 1. Patientendaten

Name: \_\_\_\_\_ Geschlecht: \_\_\_\_\_  
 Vorname: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_  
 geboren am: \_\_\_\_\_ Diagnose: \_\_\_\_\_  
 Telefon: \_\_\_\_\_ Gelenk: \_\_\_\_\_  
 Adresse: \_\_\_\_\_ Seite: \_\_\_\_\_  
 Operationsdatum: \_\_\_\_\_  
 Nachuntersuchungsdatum: \_\_\_\_\_  
 Zeitraum: \_\_\_\_\_

## 2. Anamnese

## 3. Status

Gangbild

Hinken  mit Schuhszurichtung  ohne Schuhszurichtung  
 Beinlängendifferenz  mit Beinlängenausgleich  ohne Beinlängenausgleich  
 Gehhilfe

Motorik/ Sensibilität/ Durchblutung

| postoperativer Lokalbefund           |                           |                |                            |                  |                              |
|--------------------------------------|---------------------------|----------------|----------------------------|------------------|------------------------------|
|                                      | OSG                       |                | USG                        |                  |                              |
|                                      | tibiotalar                | tibiocalcaneal | talocalcaneal              | calcaneocuboidal | talonavikular                |
| Instabilität                         |                           |                |                            |                  |                              |
| Schmerz                              |                           |                |                            |                  |                              |
| Schwellung                           |                           |                |                            |                  |                              |
| Rötung                               |                           |                |                            |                  |                              |
| Wundheilung/<br>Narbe                |                           |                |                            |                  |                              |
| Funktion                             | Extension/ Flexion<br>/ / |                | Eversion/ Inversion<br>/ / |                  | Pronation/ Supination<br>/ / |
|                                      | Rückfuß                   |                |                            | Vorfuß           |                              |
| Stellung                             |                           |                |                            |                  |                              |
| postoperativer radiologischer Befund |                           |                |                            |                  |                              |
| Fusion/<br>Pseudarthrose             |                           |                |                            |                  |                              |
| Stellung/ Winkel                     |                           |                |                            |                  |                              |
| Arthrose/ Grad                       |                           |                |                            |                  |                              |
| Fraktur/ Nekrose                     |                           |                |                            |                  |                              |
| anderes                              |                           |                |                            |                  |                              |

Score nach - Punkte  
 klinisches Ergebnis  sehr gut  gut  befriedigend  schlecht

4. weitere Maßnahmen

5. Bemerkungen

Abb. 2: Nachuntersuchungsbogen für Patienten mit Sprunggelenksarthrodeose

# KLINIKUM BUCH

Orthopädische Klinik  
 Chefarzt PD Dr. med. J. Zacher  
 FRAGEBOGEN  
 SPRUNGGELENKSARTHRODESE

Name:  
 Vorname:  
 geboren am:  
 Telefon:  
 Adresse:

Name/ Adresse            Hausarzt:  
  
    Orthopäde:  
  
    Rheumatologe:

Warum haben Sie sich das Sprunggelenk bzw. den Fuß operativ versteifen lassen?

- wegen der Schmerzen im Sprunggelenk bzw. Fuß
- wegen der Gehbehinderung
- wegen der Fehlhaltung des Fußes
- wegen des Unsicherheitsgefühls im Sprunggelenk bzw. Fuß
- wegen des Aussehens des Fußes
- andere Gründe

Sind Sie mit dem Operationsergebnis zufrieden?

- ja, die Schmerzen sind geringer geworden
- ja, ich kann besser laufen
- ja, andere Gründe
- nein, die Schmerzen sind noch vorhanden
- nein, die Gehbehinderung ist noch vorhanden
- nicht richtig, das kosmetische Ergebnis ist nicht so, wie ich es erhoffte
- zusätzliche Bemerkungen

Gab es mit der Wundheilung nach der Versteifungsoperation Probleme?

- nein
- ja, geringe (Wundrötung, Bluterguß)
- ja, mittlere (Heilungsdauer mehrere Wochen)
- ja, große (Wundinfektion, Eiterung, Nachoperationen)
- andere Probleme (Lähmungen, Taubheit)

Wie lange trugen Sie Ihren orthopädischen Schuh?

- gar nicht
- nur wenige Wochen
- ein halbes Jahr
- ich trage ihn noch

Wie waren Sie mit diesen Schuhen zufrieden?

- ich trug ihn bzw. es gab keine Probleme
- ich trug ihn nicht wie verordnet, da mir sein Aussehen nicht gefiel
- ich trug ihn nicht wie verordnet, da es Probleme gab

Litten Sie vor der Versteifungsoperation unter Schmerzen im betroffenen Sprunggelenk/ Fuß?

- nein
- ja, unter leichten bzw. gelegentlichen Schmerzen
- ja, unter mäßigen bzw. häufigeren Schmerzen
- ja, unter starken bzw. ständigen Schmerzen

Wann traten damals die Schmerzen auf?

- nur morgens
- besonders nachts
- ständig bzw. dauernd
- im Ruhezustand
- schon bei leichten Belastungen
- erst bei extremen Belastungen

Wo würden Sie Ihre damaligen Schmerzen einordnen?

0    1    2    3    4    5    6    7    8    9    10  
 0 = kein Schmerz...10 = unerträglicher Schmerz

Mußten Sie vor der Versteifungsoperation Schmerzmedikamente einnehmen?

- nein
- ja, selten bzw. gelegentlich
- ja, regelmäßig

War vor der Versteifungsoperation das Gehen bzw. Laufen beeinträchtigt?

- nein
- ja, beim normalen Gehen bzw. auf ebenem Boden
- ja, beim Treppensteigen
- ja, beim Gehen auf unebenem Boden
- ja, beim Bergaufgehen bzw. beim Bergabsteigen
- ja, beim schnellen Laufen bzw. Rennen

Wie lange konnten Sie vor der Versteifungsoperation beschwerdefrei gehen?

- es bestanden keine Beschwerden
- sehr lang, etwa über 500 m
- mäßig lang, zwischen ca. 100 und ca. 500 m
- kurz, unter 100 m
- eigentlich gar nicht, es bestanden immer Beschwerden

Benötigten Sie vor der Versteifungsoperation eine Gehhilfe?

- nein
- ja, einen Gehstock
- ja, eine Unterarmgehstütze
- ja, einen Gehwagen
- ja, einen Rollstuhl

Mußten Sie vor der Versteifungsoperation Ihren Freizeitsport bzw. Beruf aufgeben?

- nein
- ja, ich konnte keinen Sport mehr treiben
- ja, ich konnte meinen Beruf nicht mehr ausüben
- ja, ich mußte sogar den Rentenantrag stellen bzw. wurde invalidisiert
- andere Gründe

Leiden Sie nach der Versteifungsoperation an Schmerzen im betreffenden Sprunggelenk/ Fuß?

nein

ja, unter leichten bzw. gelegentlichen Schmerzen

ja, unter mäßigen bzw. häufigeren Schmerzen

ja, unter starken bzw. ständigen Schmerzen

Wann treten jetzt die Schmerzen auf?

nur morgens

besonders nachts

ständig bzw. dauernd

im Ruhezustand

schon bei leichten Belastungen

erst bei extremen Belastungen

Wo würden Sie Ihre momentanen Schmerzen einordnen?

|  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 0  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 0 = kein Schmerz...10 = unerträglicher Schmerz |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

Müssen Sie deswegen jetzt noch Schmerzmedikamente einnehmen?

nein

ja, selten bzw. gelegentlich

ja, regelmäßig

Ist nach der Versteifungsoperation jetzt das Gehen bzw. Laufen noch beeinträchtigt?

nein

ja, beim normalen Gehen bzw. auf ebenem Boden

ja, beim Treppensteigen

ja, beim Gehen auf unebenem Boden

ja, beim Bergaufgehen bzw. beim Bergabsteigen

ja, beim schnellen Laufen bzw. Rennen

Können Sie nach der Versteifungsoperation jetzt eine längere Strecke ohne Beschwerden zurücklegen?

ja, es bestehen keine Beschwerden mehr

ja, eine längere Strecke

ja, aber nur wenige Meter mehr

nein, etwa genauso lang

nein, sie ist sogar kürzer geworden

Benötigen Sie auch nach der Versteifungsoperation eine Gehhilfe?

nein

ja, einen Gehstock

ja, eine Unterarmgehstütze

ja, einen Gehwagen

ja, einen Rollstuhl

Können Sie wieder Ihrer beruflichen Tätigkeit bzw. Freizeitbeschäftigung nachgehen?

nein

ja, ich kann wieder Sport treiben?

ja, ich kann meinen Beruf wieder ausüben

ja, ich kann wenigstens einer anderen Tätigkeit nachgehen

Abb. 3: Fragebogen für Patienten nach Sprunggelenksarthrodese



### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Zur Auswertung der Erhebungs- und Nachuntersuchungsbögen

Von 1987 bis 1995 wurden an der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch 99 Sprunggelenksarthrodesen bei 79 Patienten durchgeführt. Nach Auswertung des Krankenblattmaterials sowie der Röntgenunterlagen wurden diese Patienten zu einer Nachuntersuchung gebeten. 55 Patienten folgten dieser Einladung. Da 9 Patienten beiderseits operiert und 7 Arthrodesen an einem Fuß zweimal durchgeführt wurden, konnten 71 Operationsergebnisse an 64 Füßen (36 rechte und 28 linke Füße) klinisch und röntgenologisch nachuntersucht werden. Der Nachuntersuchungszeitraum (*follow up*) betrug durchschnittlich 32,6 Monate bzw. 2,7 Jahre (5,9 Monate bzw. 0,5 Jahre - 101,9 Monate bzw. 8,5 Jahre).

##### 3.1.1 Patientendaten

Unter den nachuntersuchten Patienten befanden sich 33 Frauen und 22 Männer (Abb. 4).

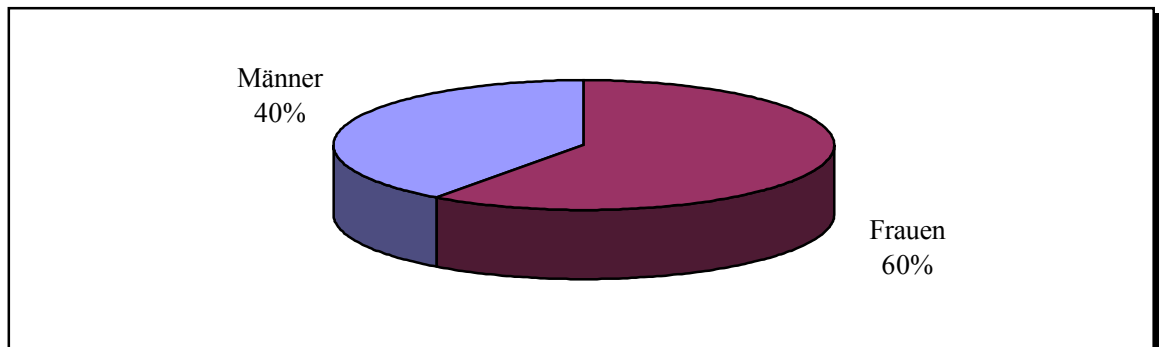


Abb. 4: Geschlechtsverteilung aller nachuntersuchter Patienten

Zum Operationszeitpunkt betrug das Alter aller nachuntersuchter Patienten durchschnittlich 38,1 Jahre (7,8 - 77,3 Jahre). In Abb. 5 ist auch das Durchschnittsalter der Frauen, welches 39,6 Jahre (10,1 - 77,3 Jahre) und das der Männer, welches 35,5 Jahre (7,8 - 68,9 Jahre) betrug, dargestellt.

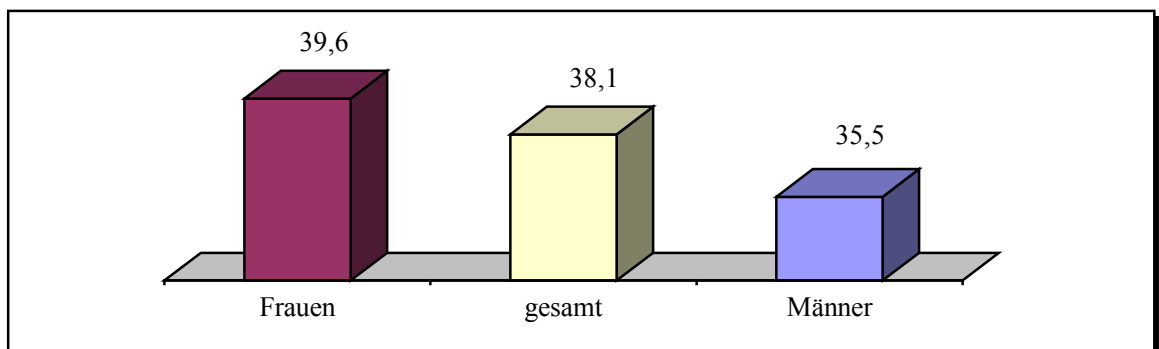


Abb. 5: Durchschnittsalter aller nachuntersuchter Patienten (in Jahren)

Es bot sich eine Einteilung der zugrundeliegenden Sprunggelenkserkrankung der Patienten an:

- Rheumatoide Arthritis mit Sekundär-Arthrose, Talusnekrose, Osteo-Arthritis und Deformität im Sinne eines rheumatischen Fußes
- posttraumatische Arthrose nach geschlossenen und offenen Frakturen mit Sekundär-Arthrose, Pseudarthrose oder Osteomyelitis
- angeborene oder erworbene Fußfehlstellung unterschiedlicher Form und Genese mit einer Sekundär-Komplikation (von Gangstörung bis Gehunfähigkeit bzw. von Schwielen bis Fisteln)
- andere Erkrankung (z.B. ideopathische Arthrose, unspezifische Osteo-Arthritis sowie Arthropathie bei einer systemischen Erkrankung mit Ausbildung einer Sekundär-Arthrose)

Tab. 1 zeigt alle nachuntersuchten Patienten einschließlich einer Aufteilung in Frauen und Männer,

alle operierten Gelenke einschließlich einer Seitenaufteilung sowie alle nachuntersuchten Sprunggelenksarthrosen und ihre Zuordnung zu den einzelnen Hauptgruppen.

Tab. 1: Verteilung aller nachuntersuchter Patienten, Gelenke und Sprunggelenksarthrosen bei den Grunderkrankungen

| Grunderkrankung           | Anzahl der Patienten | davon Frauen | davon Männer | Anzahl der Gelenke | davon rechts | davon links | Anzahl der Operationen |
|---------------------------|----------------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|-------------|------------------------|
| Rheumatoide Arthritis     | 15                   | 12           | 3            | 17                 | 6            | 11          | 18                     |
| posttraumatische Arthrose | 13                   | 3            | 10           | 13                 | 8            | 5           | 16                     |
| Fußfehlstellung           | 21                   | 12           | 9            | 28                 | 17           | 11          | 31                     |
| andere Erkrankung         | 6                    | 6            | 0            | 6                  | 5            | 1           | 6                      |
| <b>gesamt</b>             | <b>55</b>            | <b>33</b>    | <b>22</b>    | <b>64</b>          | <b>36</b>    | <b>28</b>   | <b>71</b>              |

Daraus ergibt sich folgende Verteilung der Grunderkrankungen bei allen nachuntersuchten Patienten (Abb. 6).

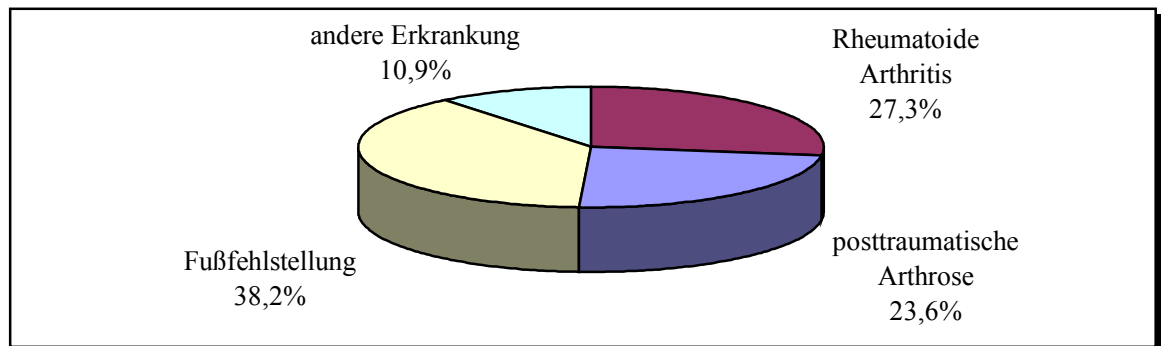


Abb. 6: Verteilung der Grunderkrankungen aller nachuntersuchter Patienten

Unter den 33 nachuntersuchten Frauen litten 12 an einer Rheumatoiden Arthritis, 3 an einer posttraumatischen Arthrose, 12 an einer Fußfehlstellung und 6 an einer anderen Sprunggelenkerkrankung. Unter den 22 nachuntersuchten Männern litten 3 an einer Rheumatoiden Arthritis, 10 an einer posttraumatischen Arthrose und 9 an einer Fußfehlstellung (Abb. 7).

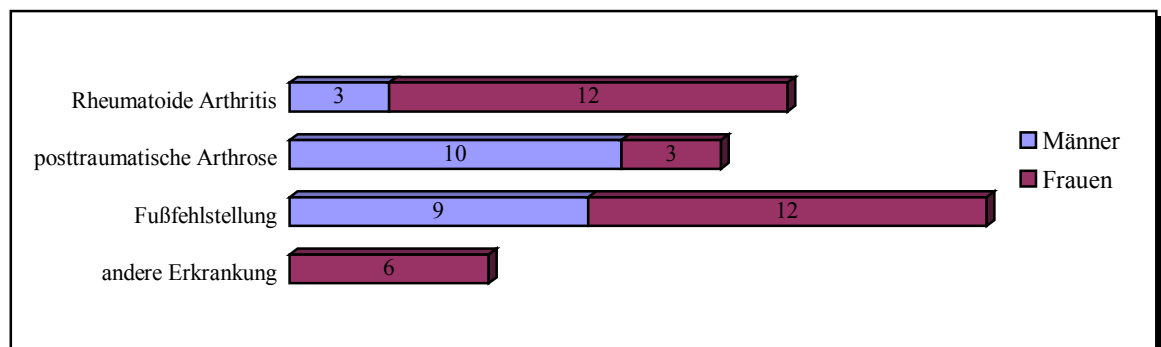


Abb. 7: Geschlechtsverteilung aller nachuntersuchter Patienten bei den Grunderkrankungen

Aus Abb. 8 geht das Durchschnittsalter der Patienten mit einer rheumatischen Erkrankung von 49,8 Jahren (30,1 - 69,7 Jahre), das der Patienten mit einer Sprunggelenkerkrankung traumatischer Genese von 46,5 Jahren (24,6 - 69,7 Jahre), das der Patienten mit Fußfehlstellungen von 23,3 Jahren (7,8 - 42,2 Jahre) und das der Patienten mit ideopathischen Arthrosen sowie metabolischen Arthropathien von 57,3 Jahren (42,8 - 77,3 Jahre) hervor.

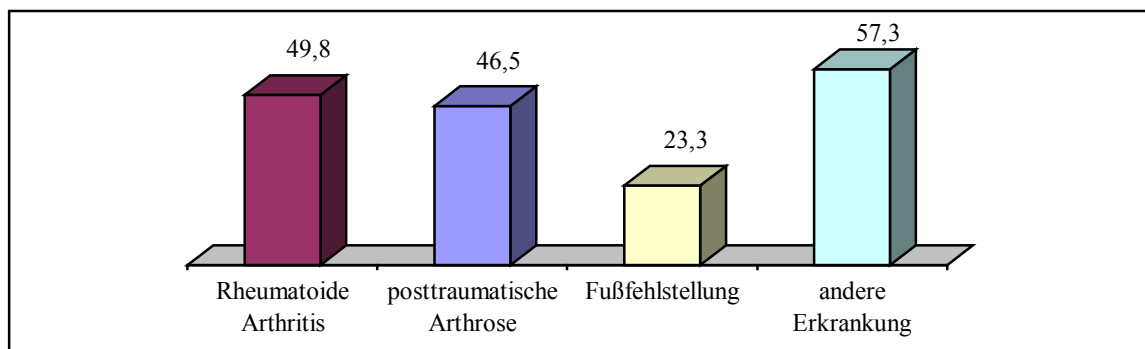


Abb. 8: Durchschnittsalter aller nachuntersuchter Patienten bei den Grunderkrankungen (in Jahren)

### 3.1.2 Klinische Daten

Da oftmals mehrere Symptome bzw. Komplikationen bei einer Grundkrankheit vorlagen und gleichartige Symptome bzw. Komplikationen bei unterschiedlichen Grundkrankheiten auftraten, wurde folgende Einteilung der zur Sprunggelenksarthrodese führenden Indikation gewählt:

- therapieresistente Schmerzsymptomatik bei Sprunggelenksarthrose
- exacerbierter Entzündung der Gelenke und Knochen des Rückfußes (Osteo-Arthritis)
- Talusnekrose
- schmerzhafte Pseudarthrose nach Fraktur bzw. vorausgegangener Arthrodese
- Komplikation durch eine Deformität (Gangstörung bzw. Hautproblematik)

Wie die einzelnen Indikationen zu den Grunderkrankungen zuzuordnen sind, soll Tab. 2 zeigen.

Tab. 2: Verteilung aller Indikationen zur Sprunggelenksarthrodese bei den Grunderkrankungen

| Indikation      | Rheumatoide Arthritis | posttraumatische Arthrose | Fußfehlstellung | andere Erkrankung | gesamt    |
|-----------------|-----------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|-----------|
| Arthroseschmerz | 12                    | 6                         | 1               | 1                 | <b>20</b> |
| Entzündung      | 3                     | 2                         | 0               | 4                 | <b>9</b>  |
| Talusnekrose    | 2                     | 1                         | 0               | 0                 | <b>3</b>  |
| Pseudarthrose   | 1                     | 7                         | 2               | 1                 | <b>11</b> |
| Deformität      | 0                     | 0                         | 28              | 0                 | <b>28</b> |
| <b>gesamt</b>   | <b>18</b>             | <b>16</b>                 | <b>31</b>       | <b>6</b>          | <b>71</b> |

Daraus ergibt sich die in Abb. 9 ersichtliche Verteilung der Indikationen bei allen nachuntersuchten Patienten.

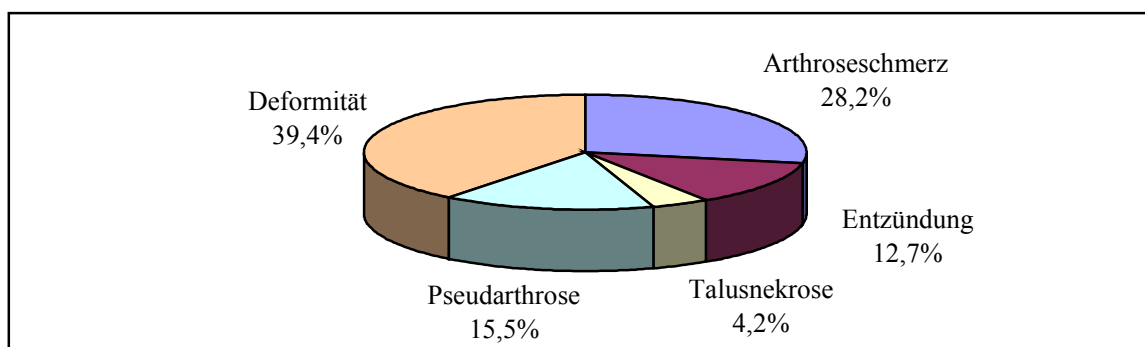


Abb. 9: Verteilung aller Indikationen zur Sprunggelenksarthrodese

Neben einer ideopathischen Sprunggelenksarthrose waren 12 sekundär-arthrotische Veränderungen rheumatischer, 6 Sekundär-Arthrosen traumatischer Genese sowie eine Nachbargelenksarthrose nach vorausgegangener Arthrodese bei einer Fußfehlstellung zu finden. Die Osteo-Arthritiden waren unterschiedlicher Genese und Ausprägung. So konnten 3

rheumatische Fälle als Superinfektionen und 2 posttraumatische Fälle nach offener bzw. komplizierter Fraktur mit z.T. mehrfacher Osteosynthese und längerer Immobilisation gewertet werden. Unter den anderen Erkrankungen waren eine Ostitis unklarer Genese, eine Infekt-Arthritis unklarer Genese, eine Arthritis nach einer Arthroskopie des OSG bei einer Patientin mit diabetischer Neuro-Osteo-Arthropathie und eine reaktive Arthritis bei Enteritis regionalis (Morbus **Crohn**) zu finden. Die Talusnekrosen (2 rheumatischer und eine traumatischer Genese) wurden als selbständige Indikationsgruppe gewertet. Unter den präoperativ vorliegenden Pseudarthrosen waren eine dieser Komplikation nach einer Fraktur und 10 nach einer vorausgegangenen Arthrodeese zu verzeichnen. Darunter befanden sich ein Fall bei einer Rheumatoiden Arthritis, 6 Fälle nach einem Trauma, 2 Fälle bei einer Fußfehlstellung und ein ungeklärter Fall. Bei den 28 Deformitäten ergibt sich folgende Konstellation (Abb. 10):

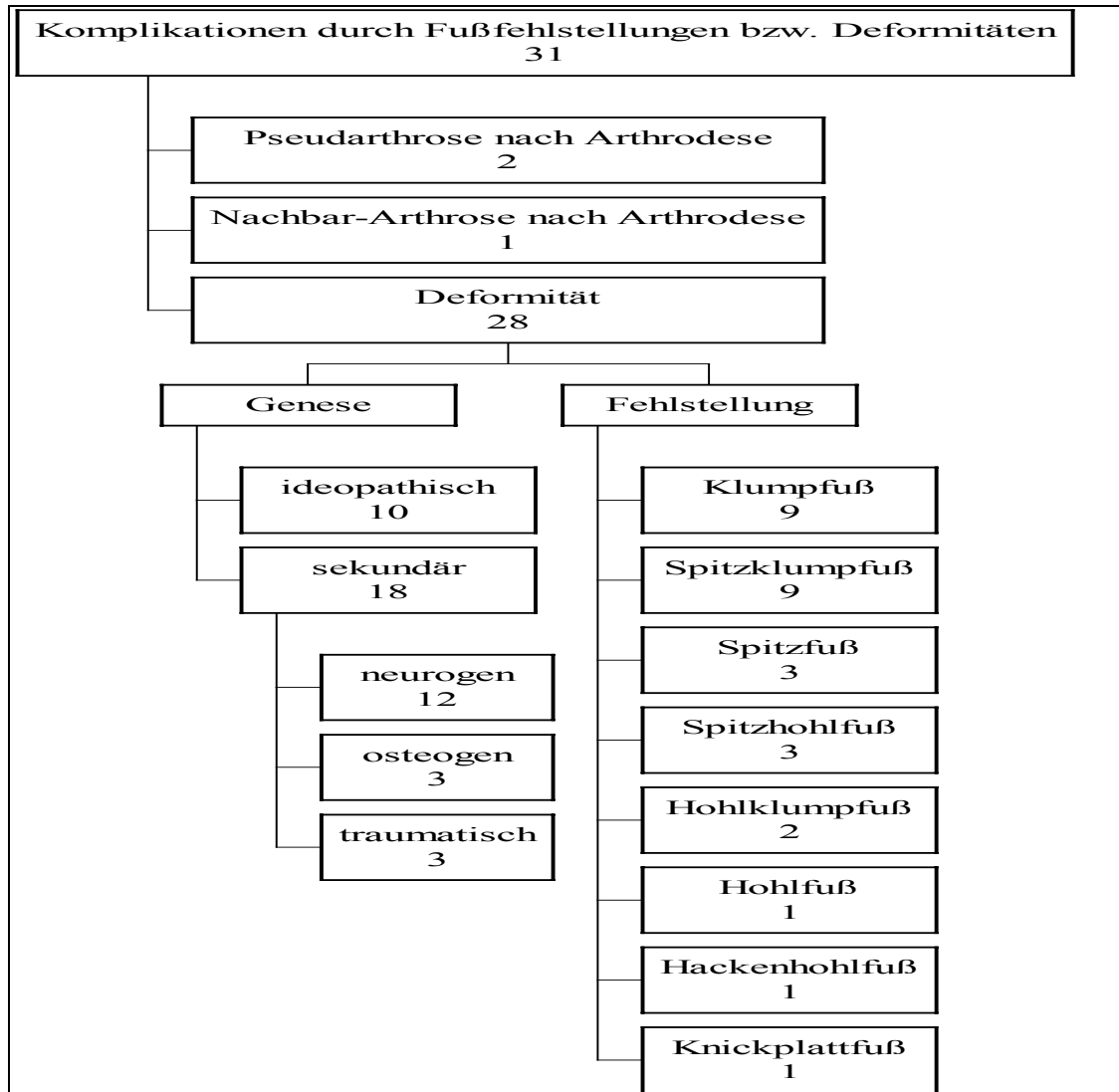


Abb. 10: Verteilung aller nachuntersuchter Fußfehlstellungen bzw. Deformitäten

Neben den 10 ideopathischen Deformitäten befanden sich unter den sekundären 12 neurogene unterschiedlichen Grades und Alters (5 Fälle bei einer Spina bifida mit Myelodysplasie, 2 Fälle bei einer infantilen Cerebralparese, ein Fall bei Multipler Sklerose, 2 hereditäre Hohlklumpfüße bei einem Morbus **Friedreich** und 2 Peroneuspareesen nach vorausgegangenen Eingriffen und resultierender Spitzfußstellung), 3 osteogene Fehlstellungen bei einer beidseitigen Arthrogryposis multiplex congenita und einer unilateralen kongenitalen Fibulaaplasie und 3 komplexe Fußtraumata mit resultierender Deformität (Abb. 11).

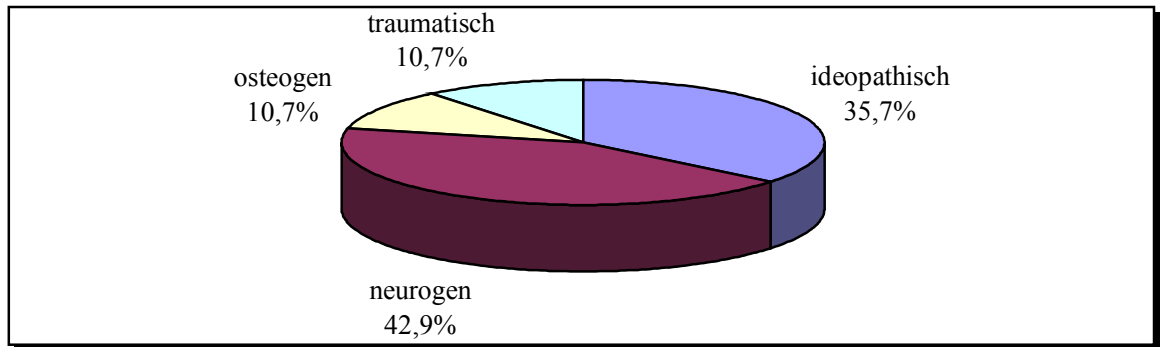


Abb. 11: Verteilung der Genese aller Deformitäten

Unter den Fußfehlstellungen dominierten die Spitz- und die Klumpfüße sowie deren Kombination. Die Verteilung aller Fehlstellungen geht aus Abb. 12 hervor.

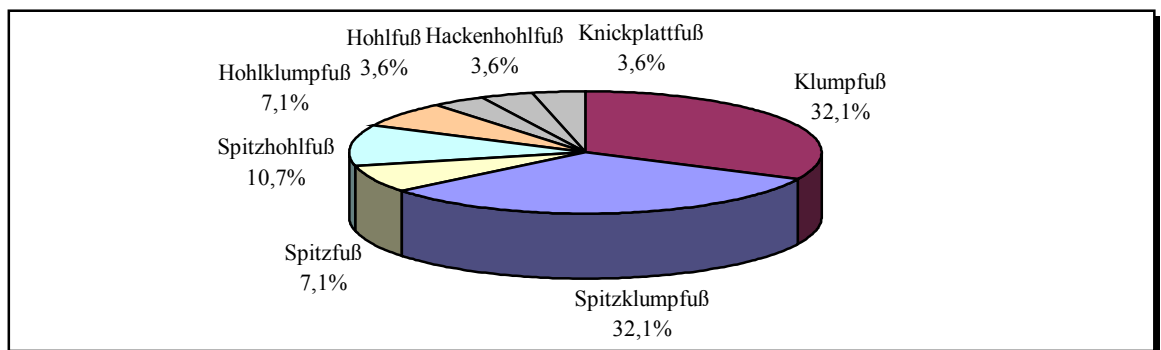


Abb. 12: Verteilung der Fehlstellungen aller Deformitäten

Bei den Nebenerkrankungen waren 21 kardiovaskuläre Erkrankungen, 10 Fälle mit rezidivierenden Urogenital-Infektionen, 4 Fälle eines Diabetes mellitus und 19 sprunggelenknahe Osteopenien erwähnenswert. Natürlich kamen bei einigen Patienten mehrere Erkrankung in unterschiedlicher Ausprägung vor. Eine vorausgegangene Knochenoperation am ipsilateralen Rückfuß wurde in 18 von 71 Fällen registriert. Als weiterer Risikofaktor wurden der Nikotinverbrauch ermittelt. In 28 Fällen wurde ein täglicher Nikotinkonsum von 10 und mehr Zigaretten angegeben (Durchschnitt: 21 Zigaretten täglich). Unter der Dauermedikation war die immunsupprimierende Medikation von Interesse. Diese wurde in 19 von 71 Fällen eingenommen. In unterschiedlicher Kombination wurde 17 x Prednisolon, 4 x Azathioprin, 4 x Methotrexat, 2 x Mesalazin und einmal ein Gold-Präparat eingenommen. Prednisolon-Präparate wurden 8 x allein, 4 x in Kombination mit Azathioprin, 3 x mit Methotrexat und 2 x mit Mesalazin eingenommen (Abb. 13).

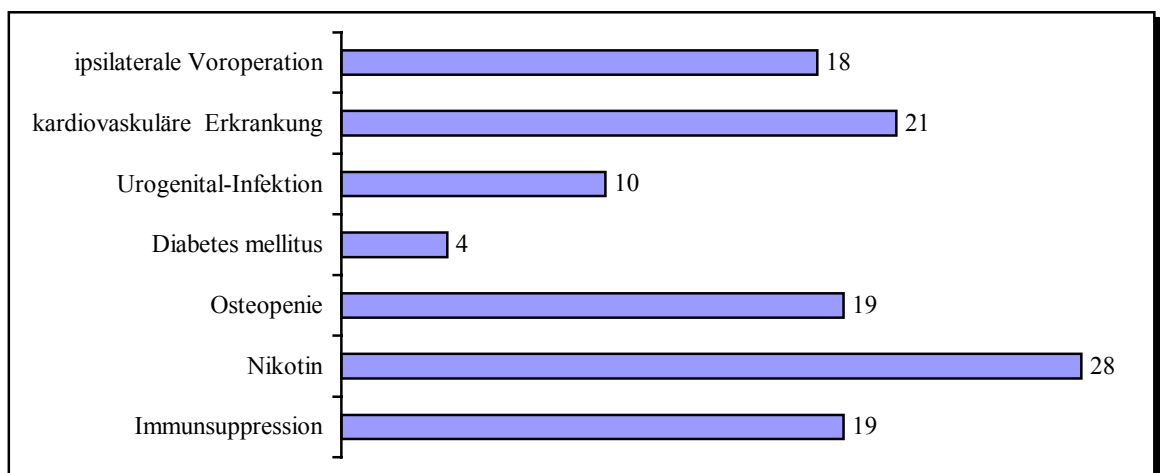


Abb. 13: Risikofaktoren aller nachuntersuchter Fälle

### 3.1.3 Operationsdaten

#### 3.1.3.1 Zu den Arthrodesetypen

Unter den 71 nachuntersuchten Arthrodesen befanden sich 13 talocrurale Arthrodesen (also Arthrodesen des OSG), 37 talotarsale Arthrodesen (also Arthrodesen der USG) und 21 pantalare bzw. kombinierte Arthrodesen des OSG und USG (Abb. 14).

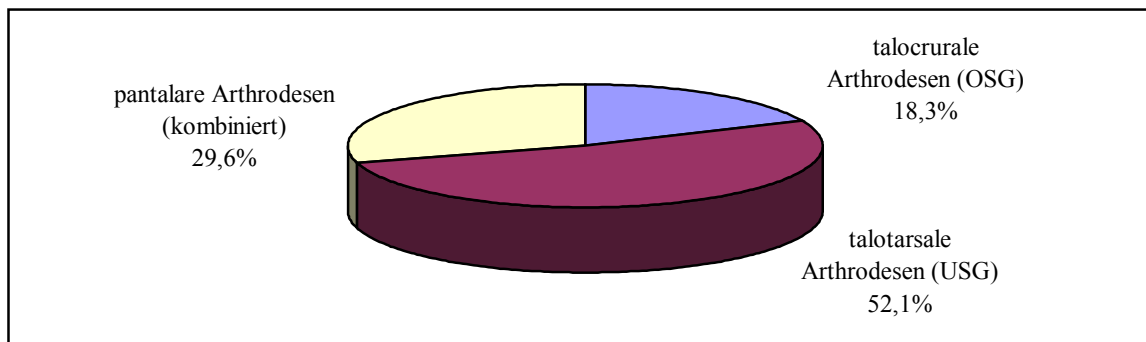


Abb. 14: Verteilung aller nachuntersuchter Arthrodesetypen

Tab. 3 zeigt die Aufteilung der Indikationen zu den einzelnen Arthrodesetypen.

Tab. 3: Verteilung aller Indikationen zur Sprunggelenksarthrodese bei den Arthrodesetypen

| Indikationen    | talocrural | talotarsal | pantalar  |
|-----------------|------------|------------|-----------|
| Arthroseschmerz | 6          | 9          | 5         |
| Entzündung      | 2          | 1          | 6         |
| Talusnekrose    | 0          | 0          | 3         |
| Pseudarthrose   | 3          | 0          | 7         |
| Deformität      | 2          | 27         | 0         |
| <b>gesamt</b>   | <b>13</b>  | <b>37</b>  | <b>21</b> |

Wie in Abb. 15 zu sehen ist, wurden talocrurale Arthrodesen bei 6 schmerzhaften Arthrosen traumatischer und rheumatischer Genese, bei 2 infektiösen Erkrankungsbildern, bei 3 Pseudarthrosen nach vorausgegangener Arthrodese sowie bei 2 Deformitäten durchgeführt.

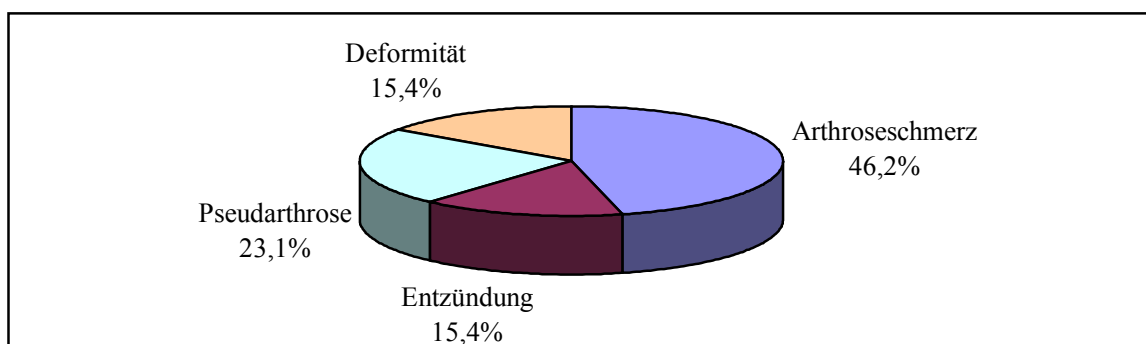


Abb. 15: Verteilung aller Indikationen zur talocruralen Arthrodese

Talotarsale Eingriffe waren bei 9 Arthrosen rheumatische, traumatische sowie ungeklärter Genese, bei einer entzündlichen Rückfußkrankung und bei 27 Deformitäten indiziert (Abb. 16).

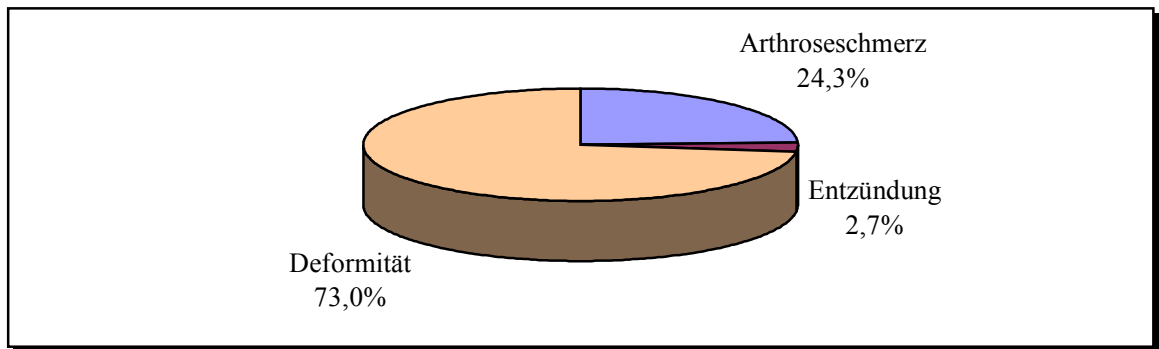


Abb. 16: Verteilung aller Indikationen zur talotarsalen Arthrodesese

Die Aufteilung der pantalaren Arthrodesen gliedert sich in 5 Arthroden bei rheumatischen Knochendestruktionen, 6 exacerbierte Osteo-Arthritiden rheumatischer, traumatischer und ungeklärter Genese, 3 Talusnekrosen sowie 7 Pseudarthrosen nach vorausgegangenen Arthrodesen bei rheumatischen und posttraumatischen Grundleiden sowie Fußfehlstellungen (Abb. 17).

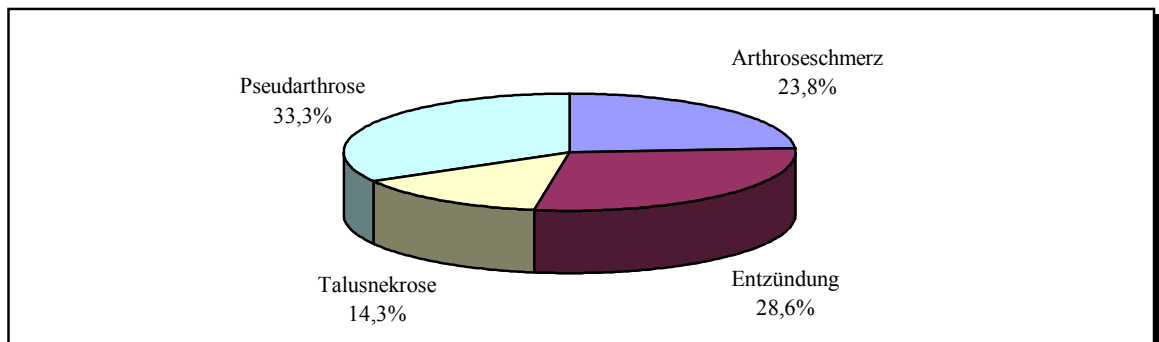


Abb. 17: Verteilung aller Indikationen zur pantalaren Arthrodesese

### 3.1.3.2 Zu den Arthrodeseverfahren

Die Eingriffe am OSG teilen sich in 6 Tibiotalar- und 7 Talocrural-Arthrodesen auf (Abb. 18).

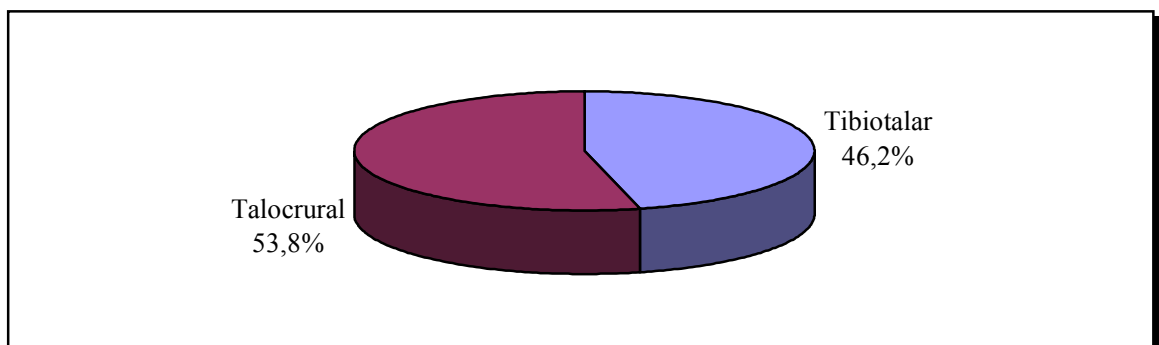


Abb. 18: Verteilung aller nachuntersuchter talocruraler Verfahren

Bei den in Abb. 19 verteilten Arthrodesen des USG kamen 22 Triple-, 11 **Chopart**-, eine Mittelfuß- und je eine Subtalar-, Talonavikular- und Kalakaneokuboidal-Arthrodesese zur Anwendung.

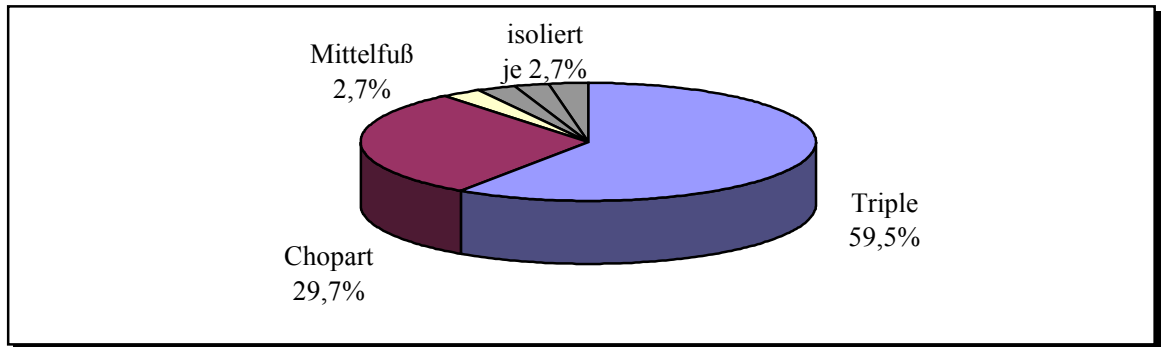


Abb. 19: Verteilung aller nachuntersuchter talotarsaler Verfahren

Bei den pantalaren bzw. kombinierten Eingriffen an OSG und USG wurden 5 Rückfuß-Arthrodesen (also OSG und Subtalar-Gelenk), 12 klassische Pantalar-Arthrodesen (also alle 4 Sprunggelenkskompartimente), 2 Arthrodesen des Rückfußes und des Kalkaneokuboidal-Gelenkes, eine tibiokalkaneale Fusion und eine Fusion des Tibiokalkaneal-Komplexes in Kombination mit dem **Chopart**-Gelenk nach Astragalektomie durchgeführt (Abb. 20).

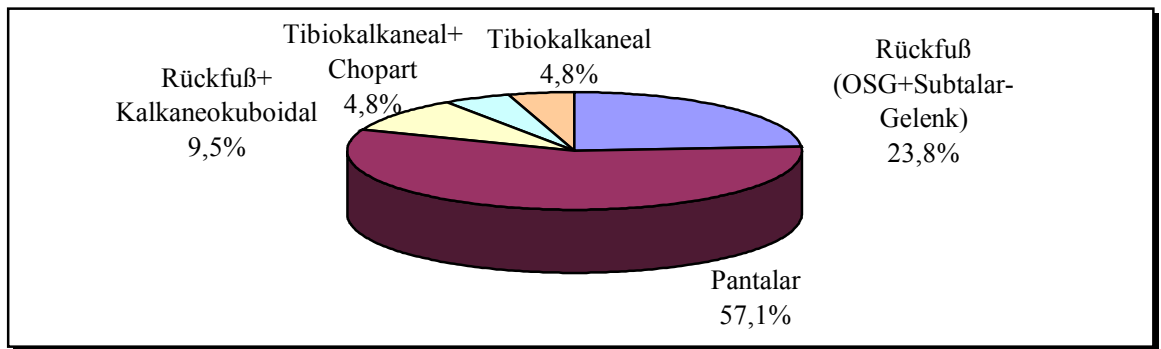


Abb. 20: Verteilung aller nachuntersuchter pantalarer Verfahren

### 3.1.3.3 Zu den Arthrodesemethoden

Tab. 4 zeigt alle nachuntersuchten Methoden bei den einzelnen Arthrodesetypen.

Tab. 4: Verteilung aller Methoden bei den Arthrodesetypen

| Methoden  | talocrural | talotarsal | pantalar  |
|---|------------|------------|-----------|
| einfach (Anfrischung, Verriegelung, Bolzung, Draht) | 4          | 6          | 6         |
| kombiniert (einfach und Osteosynthese)              | 2          | 1          | 3         |
| Kompression (interne und externe Osteosynthese)     | 7          | 30         | 12        |
| <b>gesamt</b>                                       | <b>13</b>  | <b>37</b>  | <b>21</b> |

Bei den 13 Arthrodesen des OSG kamen

- 4 einfache Arthrodesen (eine Anfrischungarthrodese durch **Kirschner**-Draht-Fixation, 2 Verriegelungsarthrodesen durch Tibiaverschiebespan nach **Hass**, eine Bolzungsarthrodese durch Würfelspan nach **Hoffmann-Kuhnt**)
- 2 kombinierte Arthrodesen (Kombinationen aus Verriegelungsarthrodese durch Fibulaumkehrspan nach **Marquardt/ Lange** und interner Verschraubung nach **Holz**)
- 7 Kompressionsarthrodesen (ein Fixateur externe nach **Charnley**, 4 interne Verschraubungen nach **Zimmermann/ Wagner** und **Pock** (wobei eine Arthrodesen mit einer **Chevron**-Osteotomie durchgeführt wurde), eine Span-Arthrodesen nach **Chuinaud** und **Petersen** mit interner Verschraubung nach **Stranks** et al. , eine Tibiotalar-Arthrodesen mit Fibula-Exstirpation nach **Cierny 3<sup>rd</sup>** et al.)

zur Anwendung (Abb. 21).



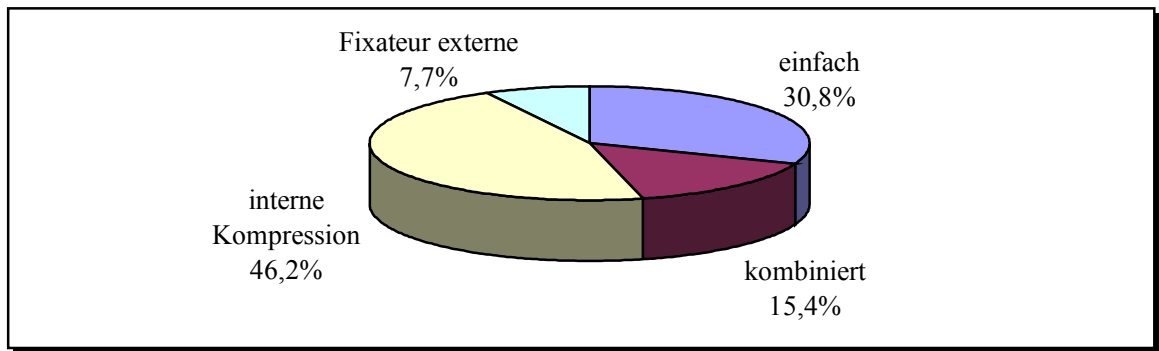


Abb. 21: Verteilung aller nachuntersuchter talocruraler Methoden

Wie in Abb. 22 ersichtlich ist, befanden sich unter den 37 Arthrodesen des USG

- 6 einfache Arthrodesen (eine Mittelfuß-Arthrodesese mit Navikular-Exstirpation durch Gipsfixation nach **Dunn**, 4 Triple-Arthrodesen durch **Kirschner**-Draht-Fixation nach **Ryerson**, eine Subtalar-Arthrodesese durch **Kirschner**-Draht-Fixation nach **Hallgrimsson**)
- eine kombinierte Arthrodesese (Kombination aus Triple-Arthrodesese durch **Kirschner**-Draht-Fixation nach **Ryerson** und interner Klammerung nach **Imhäuser**)
- 30 interne Kompressionsarthrodesen (10 **Chopart**-Arthrodesen durch interne Klammerung nach **Imhäuser**, 12 Triple-Arthrodesen durch interne Klammerung nach **Imhäuser** und interne Verschraubung nach **Rehn** und **Griebel**, 5 Triple-Arthrodesen durch interne Klammerung nach **Imhäuser** und **Shapiro**, eine Triple-Arthrodesese durch interne Verschraubung nach **Wagner** und **Pock**, 2 isolierte Arthrodesen durch interne Klammerung)

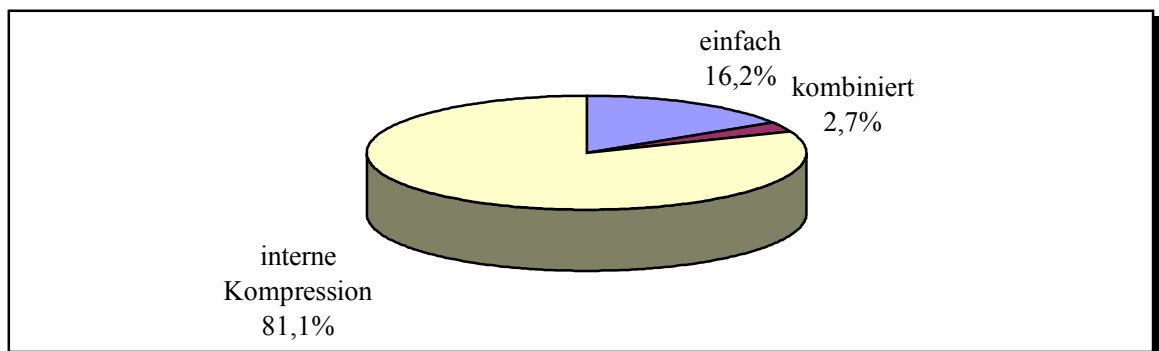


Abb. 22: Verteilung aller nachuntersuchter talotarsaler Methoden

Bei den 21 pantalaren Eingriffen kamen

- 6 einfache Arthrodesen (eine tibiokalkaneale Anfrischungarthrodesese durch Gipsfixation, eine Verriegelungarthrodesese des Rückfußes durch Fibulaumkehrspan nach **Marquardt/ Lange**, 4 Verriegelungarthrodesen des Rückfußes durch Fibulaumkehrspan nach **Marquardt/ Lange** mit **Kirschner**-Draht-Fixation des **Chopart**-Gelenkes (wobei 2 Eingriffe mit einer temporären Talus-Exstirpation nach **Lorthioir** kombiniert wurden)
- 3 kombinierte Arthrodesen (eine Kombination aus Verriegelungarthrodesese des Rückfußes durch Fibulaumkehrspan nach **Marquardt/ Lange** und interner Verschraubung des Subtalar-Gelenkes nach **Rehn** und **Griebel**, eine Kombination aus Verriegelungarthrodesese des Rückfußes durch Fibulaumkehrspan nach **Marquardt/ Lange** und interner Verschraubung des Subtalar-Gelenkes nach **Rehn** und **Griebel** sowie internen Klammerung des **Chopart**-Gelenkes nach **Imhäuser**, eine Kombination aus Verriegelungarthrodesese des Rückfußes durch Fibulaumkehrspan nach **Marquardt/ Lange** und interner Klammerung des OSG nach **Verhelst** et al.)
- 12 Kompressionsarthrodesen (2 Pantalar-Arthrodesen durch interne Verschraubung nach **Zimmermann/ Rehn** und **Griebel/ Wagner** und **Pock**, 2 Pantalar-Arthrodesen durch interne Verschraubung des Rückfußes nach **Zimmermann/ Rehn** und **Griebel/ Wagner** und **Pock** und interne Klammerung des **Chopart**-Gelenkes nach **Imhäuser**, eine Arthrodesese durch

interne Verschraubung des Rückfußes nach **Zimmermann/ Rehn** und **Griebel/ Wagner** und **Pock** und Klammerung des Kalkaneokuboidal-Gelenkes, eine tibiokalkaneale Span-Arthrode nach **Smith** und interne Klammerung des **Chopart**-Gelenkes nach **Imhäuser**, eine Pantalar-Arthrode durch interne Verschraubung nach **Zimmermann/ Wagner** und **Pock** und Fixateur externe nach **AO**, 5 Fixateur externe nach **AO**)

zum Einsatz (Abb. 23).

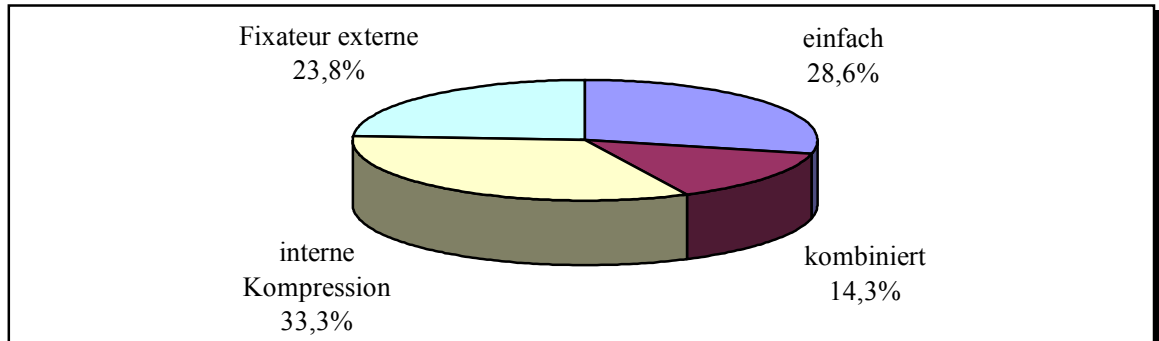


Abb. 23: Verteilung aller nachuntersuchter pantalarer Methoden

### 3.1.3.4 Zu den Operationszeiten

Die Operationszeit von 28 registrierten Operationen betrug durchschnittlich 97 Minuten (45 - 155 Minuten) und die Dauer der angelegten Blutleeren durchschnittlich 95 Minuten (37 - 144 Minuten). Die Zeiten der einzelnen Verfahren sind in Abb. 24 nachzuvollziehen.

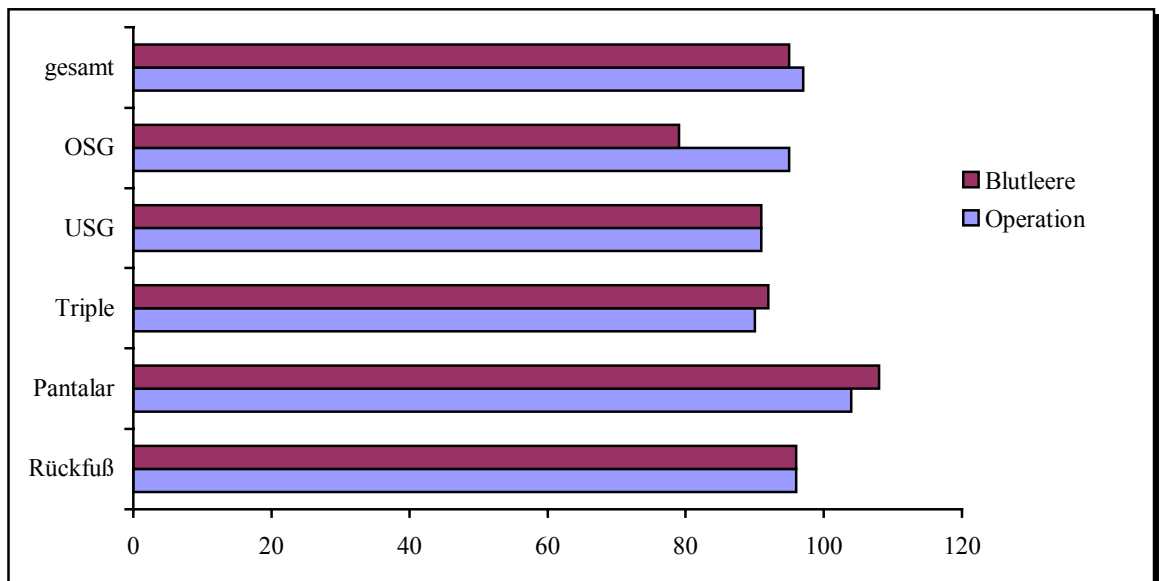


Abb. 24: Zeiten der Operation sowie Blutleere bei einzelnen Verfahren (in Minuten)

### 3.1.3.5 Komplikationen

Nach 30 Sprunggelenksarthrodesen konnte ein komplikationsloser postoperativer Verlauf registriert werden. Bei den anderen 41 Operationen traten entweder Wundheilungsstörungen, Pseudarthrosen oder andere noch zu bezeichnende Komplikationen auf (Abb. 25).

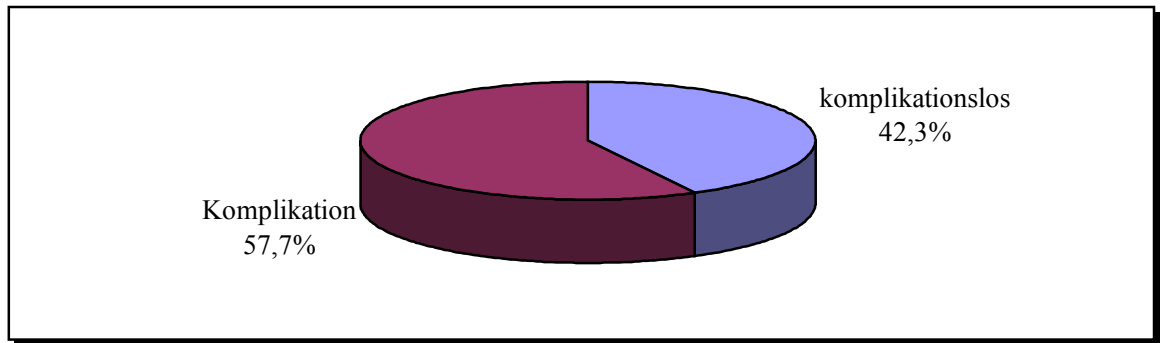


Abb. 25: Komplikationen aller nachuntersuchter Sprunggelenksarthrodesen

Zu diesen Komplikationen zählen

- 3 Läsionen des N. peroneus bzw. seiner Äste mit resultierenden Fußheberpareesen und/ oder Sensibilitätsstörungen,
- 3 Frakturen der distalen Tibia,
- 3 Lockerungen bzw. Dislokation von Osteosynthesematerial sowie
- 3 Arthrosen der Nachbargelenke.

Es ist zu bemerken, daß bei einigen Patienten mehrere dieser Komplikationen gleichzeitig auftraten. Leider mußte nach wiederholten Eingriffen eine Amputation des Unterschenkels bei nichtbeherrschbarer Osteomyelitis auswärts erfolgen. Bei dieser Patientin wurde nach mehrmaliger Nachamputation eine Immunopathie mit Antikörpermangel diagnostiziert und entsprechend substituiert, so daß schließlich bei abgeschlossener Wundheilung eine Prothese angepaßt werden konnte.

Die Wundheilung verlief bei 71 nachuntersuchten Sprunggelenksarthrodesen 40 x primär, 24 x verzögert und 7 x sekundär (Abb. 26).

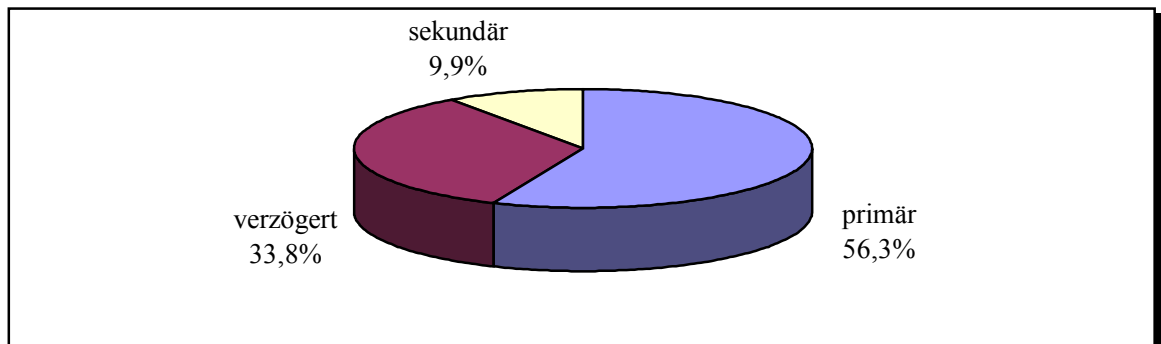


Abb. 26: Verteilung der Formen der Wundheilung aller nachuntersuchter Sprunggelenksarthrodesen

### 3.1.4 Zur Pseudarthrose

#### 3.1.4.1 Patientendaten

Unter 71 nachuntersuchten Sprunggelenksarthrodesen bei 55 Patienten mußten 20 Pseudarthrosen (12 x rechts und 8 x links) bei 15 Patienten festgestellt werden. Darunter litten 2 Patienten an einer beiderseitigen Pseudarthrose. Bei 3 Patienten handelte es sich um eine klinisch stumme Pseudarthrose, welche keine Schmerzen verursachte, jedoch röntgenologisch diagnostiziert werden mußte. Somit ergibt sich eine Pseudarthrosenrate von 28,2%.

Die Geschlechtsverteilung dieser 11 weiblichen und 4 männlichen Patienten ist in Abb. 27 dargestellt.

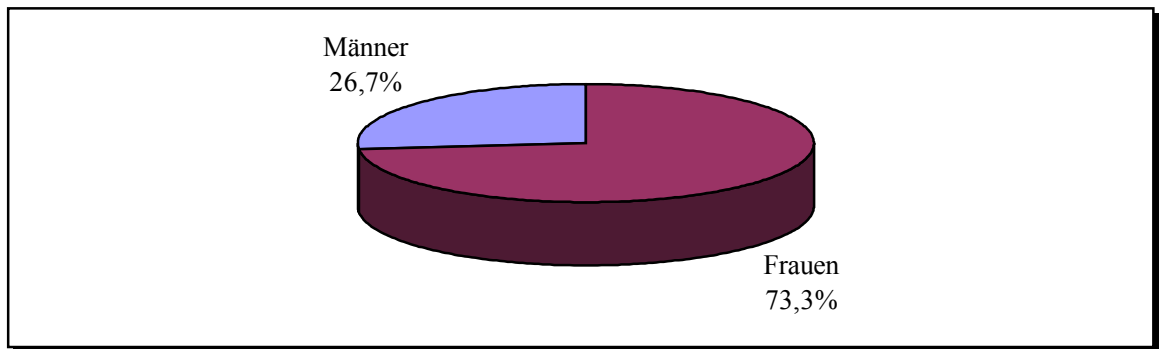


Abb. 27: Geschlechtsverteilung aller nachuntersuchter Patienten mit Pseudarthrose

Hierbei ist festzustellen, daß 11 von 33 Frauen und 4 von 22 Männern eine Pseudarthrose erlitten. In Abb. 28 sind neben der globalen Pseudarthroserate diese Raten noch einmal verdeutlicht.

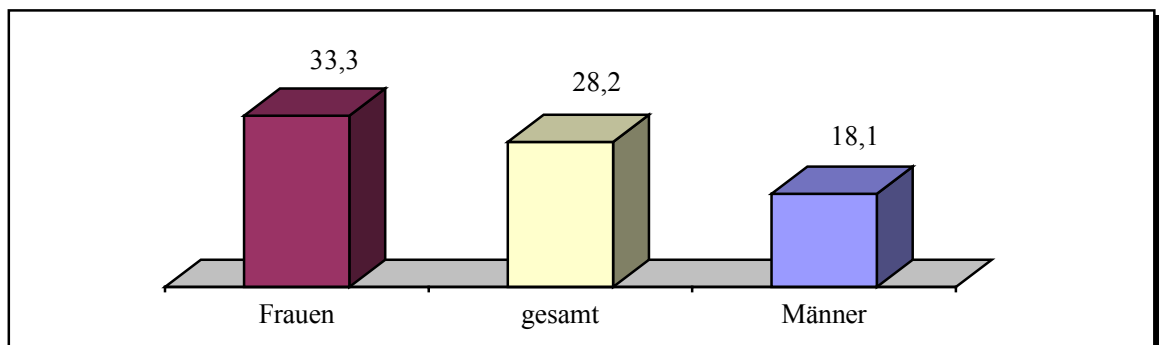


Abb. 28: Pseudarthrosraten beim Geschlecht (in %)

Zum Operationszeitpunkt betrug das Alter aller Patienten mit einer Pseudarthrose durchschnittlich 42,3 Jahre (19,6 - 69,7 Jahre). Das Durchschnittsalter dieser Frauen betrug 46,2 Jahre (24,6 - 69,7 Jahre) und das dieser Männer 26,9 Jahre (19,6 - 33,6 Jahre). Ein Vergleich des Durchschnittsalters aller nachuntersuchter Patienten mit jenen, welche an einer Pseudarthrose litten, geht aus Abb. 29 hervor.

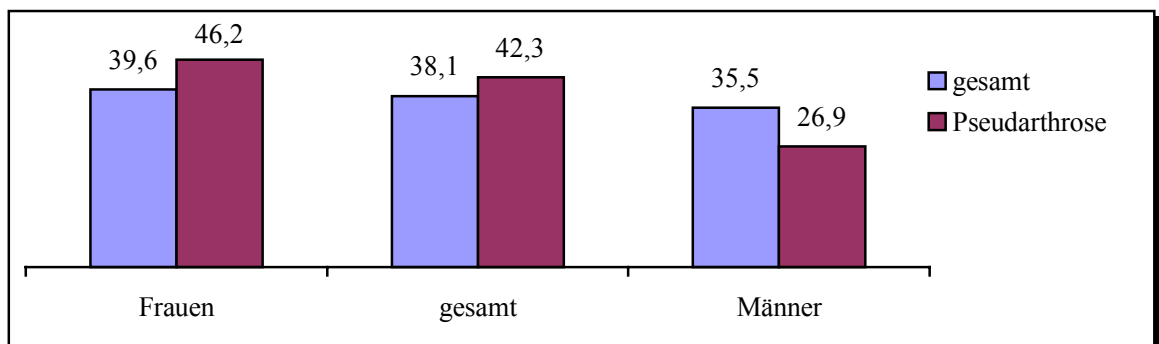


Abb. 29: Vergleich der Durchschnittsalter aller nachuntersuchter Patienten und jener mit Pseudarthrose (in Jahren)

Des weiteren soll Abb. 30 die Altersverteilung der Gesamtpopulation und jener Patienten, welche an einer Pseudarthrose litten, zeigen.

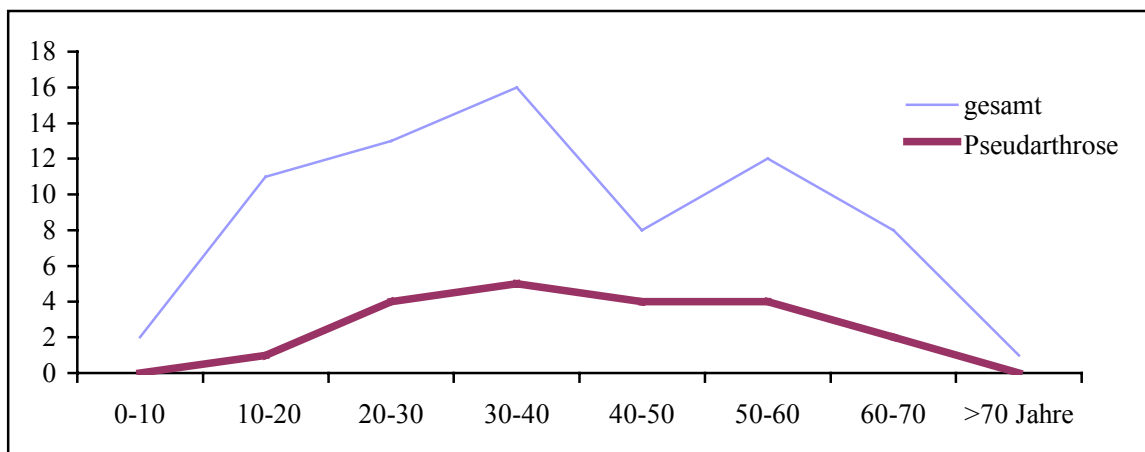


Abb. 30: Vergleich der Altersverteilung aller nachuntersuchter Patienten und jener mit Pseudarthrose

Tab. 5 zeigt alle nachuntersuchten Patienten einschließlich einer Aufteilung in Frauen und Männer, alle operierten Gelenke einschließlich einer Seitenaufteilung sowie alle nachuntersuchten Sprunggelenksarthrosen mit einer Pseudarthrose und ihre Zuordnung zu den einzelnen Hauptgruppen.

Tab. 5: Verteilung der Grunderkrankungen bei Patienten, Gelenken und Sprunggelenksarthrosen mit Pseudarthrose

| Grunderkrankung           | Anzahl der Patienten | davon Frauen | davon Männer | Anzahl der Gelenke | davon rechts | davon links | Anzahl der Operationen |
|---------------------------|----------------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|-------------|------------------------|
| Rheumatoide Arthritis     | 6                    | 6            | 0            | 8                  | 4            | 4           | 8                      |
| posttraumatische Arthrose | 4                    | 1            | 3            | 4                  | 3            | 1           | 5                      |
| Fußfehlstellung           | 3                    | 2            | 1            | 3                  | 2            | 1           | 4                      |
| andere Erkrankung         | 2                    | 2            | 0            | 2                  | 2            | 0           | 3                      |
| <b>gesamt</b>             | <b>15</b>            | <b>11</b>    | <b>4</b>     | <b>17</b>          | <b>11</b>    | <b>6</b>    | <b>20</b>              |

Daraus ergibt sich folgende Verteilung der Grunderkrankungen bei diesen Patienten (Abb. 31).

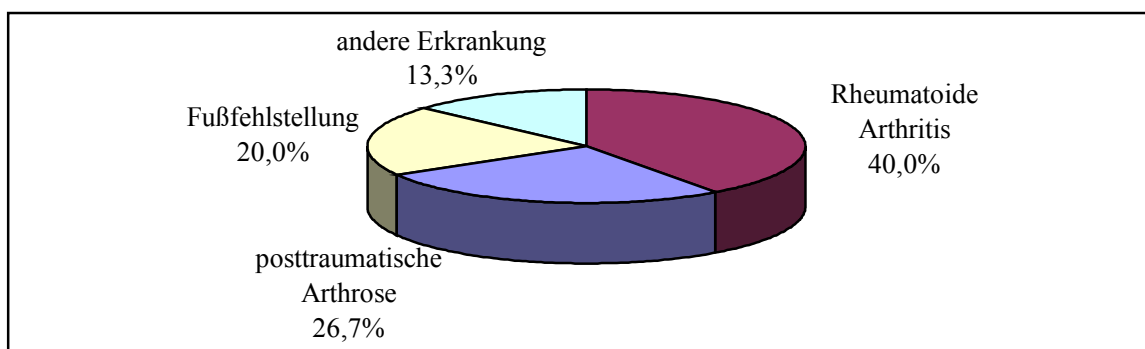


Abb. 31: Verteilung der Grunderkrankungen aller nachuntersuchter Patienten mit Pseudarthrose

Eine Pseudarthrose ist bei 8 von 18 Fällen mit einer Rheumatoiden Arthritis, bei 5 von 16 Fällen mit einer posttraumatischen Arthrose, bei 4 von 31 Fällen mit einer Fußfehlstellung und bei 3 von 6 Fällen mit anderen Erkrankungen zu verzeichnen (Abb. 32).

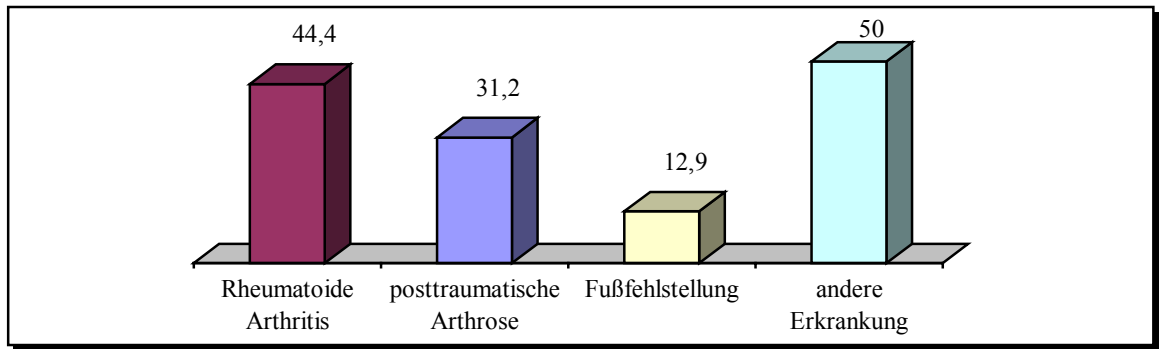


Abb. 32: Pseudarthrosenraten bei den Grunderkrankungen (in %)

Es fällt weiterhin auf, daß bei 6 von 12 weiblichen Rheumatikern, bei 3 von 10 männlichen und bei einer von 3 weiblichen Patienten mit einer posttraumatischen Arthrose, bei 2 von 6 weiblichen Patienten mit einer postinfektiösen Arthrose fehlgeschlagene Eingriffe resultierten. Somit ergeben sich folgende Raten bei dieser Komplikation (Abb. 33).

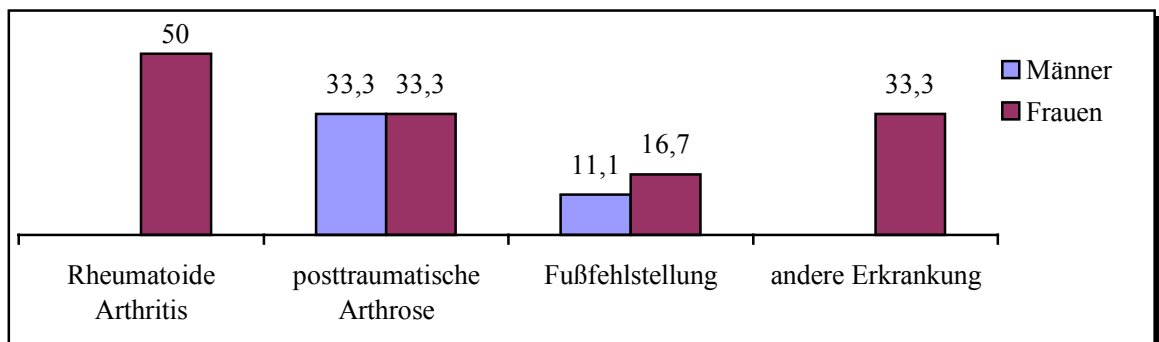


Abb. 33: Pseudarthrosenraten bei Grunderkrankung und Geschlecht (in %)

Das Durchschnittsalter dieser Patienten betrug in der Gruppe der rheumatischen Erkrankungen 48,8 Jahre (36,2 - 69,7 Jahre), in der Gruppe der Sprunggelenkerkrankungen traumatischer Genese 35,3 Jahre (24,6 - 44,6 Jahre), in der Gruppe der Fußfehlstellung 28,9 Jahre (19,6 - 42,2 Jahre) und in der anderen Gruppe 54,9 Jahre (53,8 - 55,7 Jahre). Ein Vergleich mit der Gesamtpopulation geht aus Abb. 34 hervor.

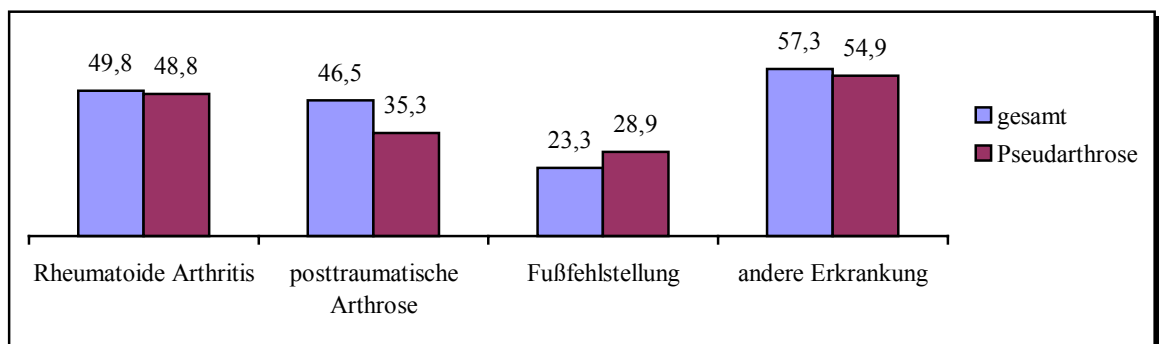


Abb. 34: Altersvergleich aller nachuntersuchter Patienten und jener mit Pseudarthrose bei den Grunderkrankungen (in Jahren)

### 3.1.4.2 Klinische Daten

Auch unter den Pseudarthrosen wurden die Indikationen ausgewertet (Tab. 6).

Tab. 6: Verteilung aller Indikationen zu fehlgeschlagenen Sprunggelenksarthrodesen bei den Grunderkrankungen

| Indikation      | Rheumatoide Arthritis | posttraumatische Arthrose | Fußfehlstellung | andere Erkrankung | gesamt    |
|-----------------|-----------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|-----------|
| Arthroseschmerz | 3                     | 0                         | 0               | 0                 | 3         |
| Entzündung      | 3                     | 1                         | 0               | 2                 | 6         |
| Talusnekrose    | 2                     | 1                         | 0               | 0                 | 3         |
| Pseudarthrose   | 0                     | 3                         | 1               | 1                 | 5         |
| Deformität      | 0                     | 0                         | 3               | 0                 | 3         |
| <b>gesamt</b>   | <b>8</b>              | <b>5</b>                  | <b>4</b>        | <b>3</b>          | <b>20</b> |

Abb. 35 zeigt die Verteilung der Indikationen bei den Patienten mit einer Pseudarthrose.

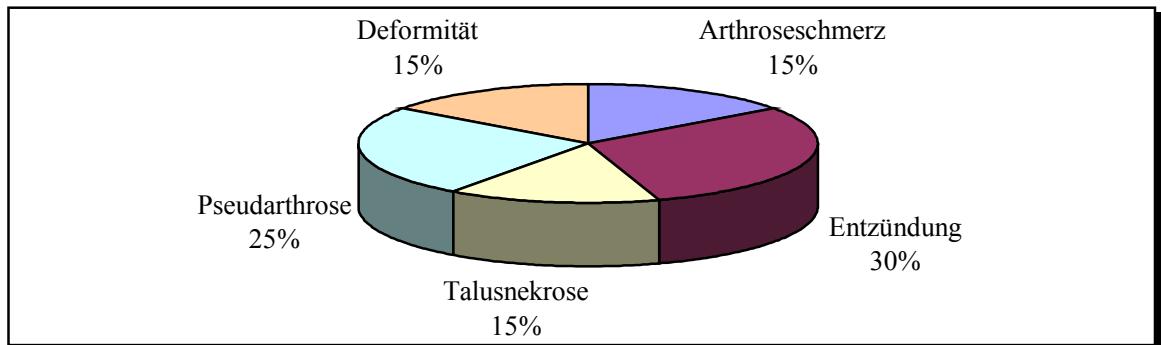


Abb. 35: Verteilung aller Indikationen zu fehlgeschlagenen Sprunggelenksarthrodesen

Betrachtet man erneut alle Fallzahlen, so ist bei 3 von 20 Sprunggelenksarthrodesen wegen eines Arthroseschmerzes, bei 6 von 9 Entzündungen, bei allen 3 Talusnekrosen, bei 5 von 11 noch einmal zu operierenden Pseudarthrosen und bei 3 von 28 Fehlstellungen eine Pseudarthrose zu verzeichnen. Somit ergeben sich die in Abb. 36 ersichtlichen Pseudarthroseraten.

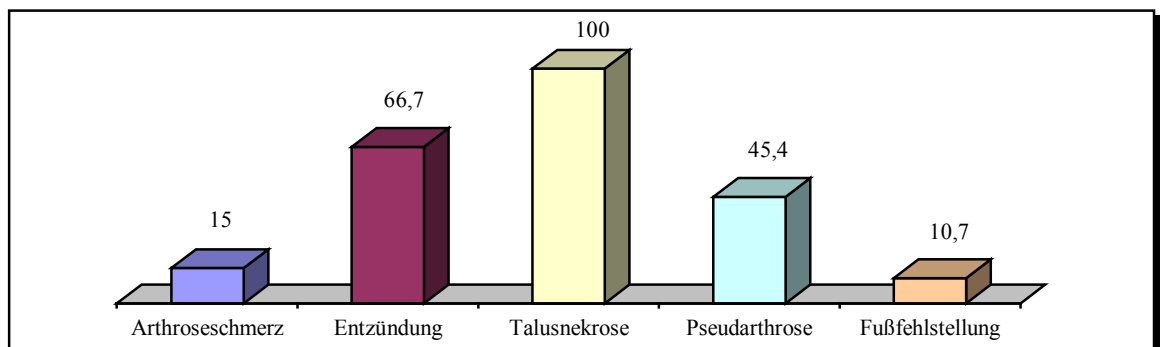


Abb. 36: Pseudarthroseraten bei den Indikationen (in %)

Die Pseudarthroserate der Risikofaktoren ist in Abb. 37 dargestellt. Sie ergibt sich, da in 8 von 18 Fällen mit einer Voroperation an den Knochen und Gelenken des ipsilateralen Rückfußes, in 7 von 21 Fällen mit einer kardiovaskulären Erkrankung, in 5 von 10 Fällen mit einer chronischen Urogenital-Infektion, in 2 von 4 Fällen eines Diabetes mellitus und in 10 von 19 sprunggelenksnahen Osteopenien Pseudarthrosen nach einer Sprunggelenksarthrodese registriert werden mußten. Der Nikotinverbrauch der 13 von insgesamt 28 Rauchern bewegte sich durchschnittlich bei 13 Zigaretten pro Tag. Eine immunsupprimierende Dauermedikation wurde in 9 von 19 Fällen und dabei 9 x Prednisolon, 3 x Azathioprin und einmal Mesalazin eingenommen. Prednisolon-Präparate wurden dabei 5 x allein, 3 x in Kombination mit Azathioprin und einmal mit Mesalazin verabreicht.

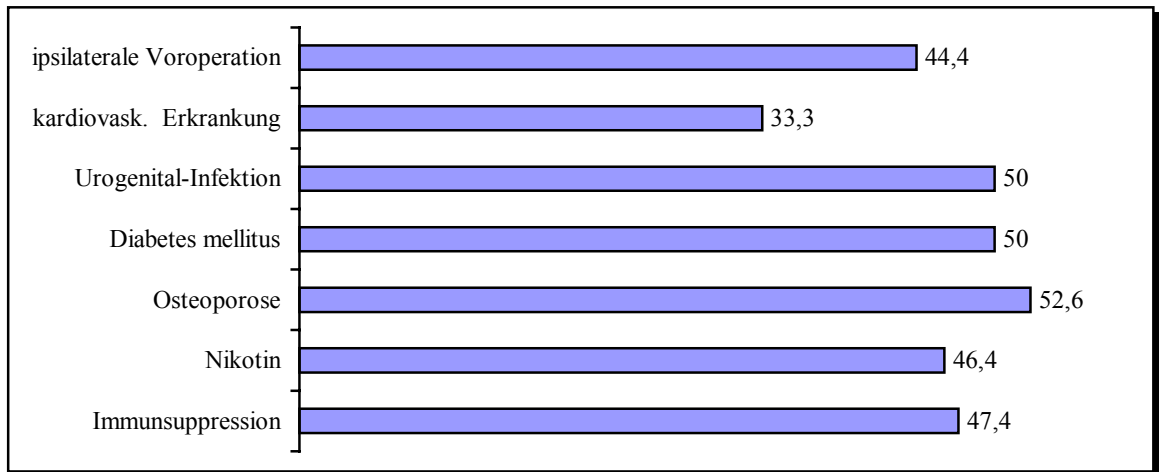


Abb. 37: Pseudarthrosenraten der Risikofaktoren (in %)

### 3.1.4.3 Operationsdaten

Unter den 20 fehlgeschlagenen Arthrodesen befanden sich 2 talocrurale Arthrodesen (also Arthrodesen des OSG), 4 talotarsale Arthrodesen (also Arthrodesen der USG) und 14 pantalare bzw. kombinierte Arthrodesen des OSG und USG (Abb. 38).

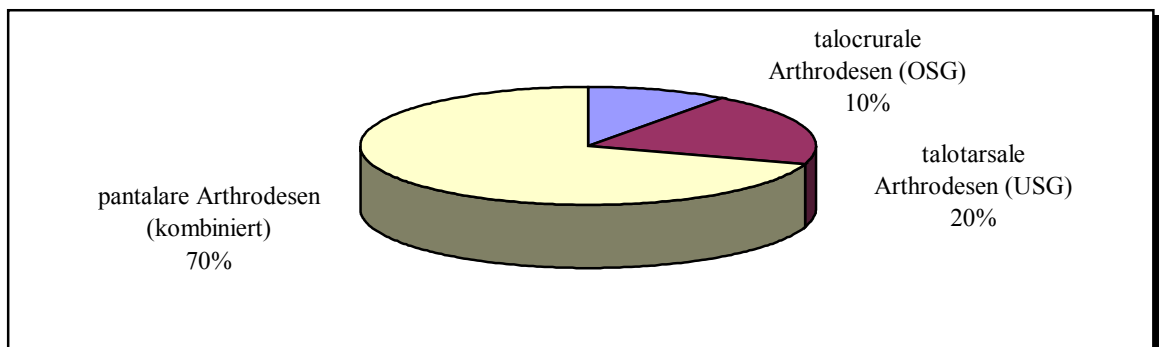


Abb. 38: Verteilung der fehlgeschlagenen Arthrodesentypen

Da also 2 von 13 talocruralen, 4 von 37 talotarsalen und 14 von 21 pantalaren Eingriffen fehlschlugen, ergeben sich die in Abb. 39 zu erkennenden Pseudarthrosenraten.

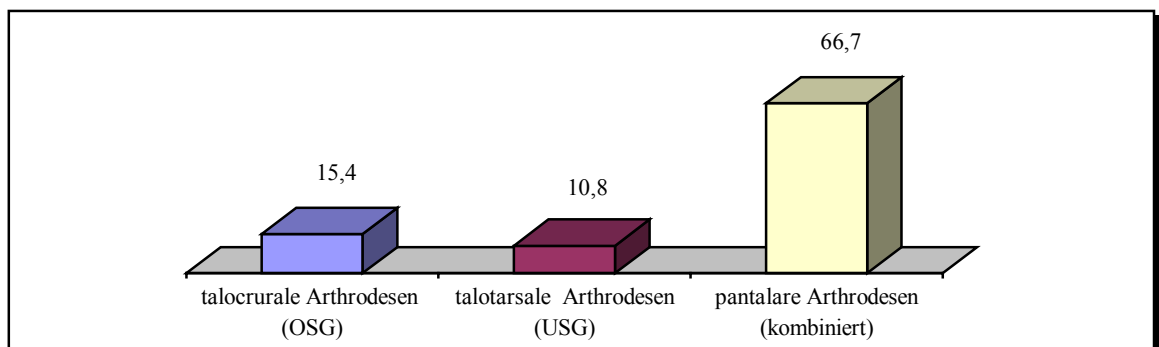


Abb. 39: Pseudarthrosenraten bei den Arthrodesentypen (in %)

Aufgrund der erhöhten Pseudarthrosenrate der kombinierten Eingriffe an OSG und USG sollen diese genauer betrachtet und die Fehlerquoten der einzelnen Verfahren und Methoden betrachtet werden.

Unter den 14 in Abb. 40 dargestellten fehlgeschlagenen pantalaren Verfahren befanden sich 4



Rückfuß-Arthrodesen (also Arthrodesen des OSG und des Subtalar-Gelenkes), 7 klassische Pantalar-Arthrodesen (also Arthrodesen aller 4 Sprunggelenkskompartimente), 2 kombinierte Arthrodesen des Rückfußes und des Kalkaneokuboidal-Gelenkes sowie eine Fusion des Tibiokalkaneal-Komplexes und des **Chopart**-Gelenkes nach Astragalektomie.

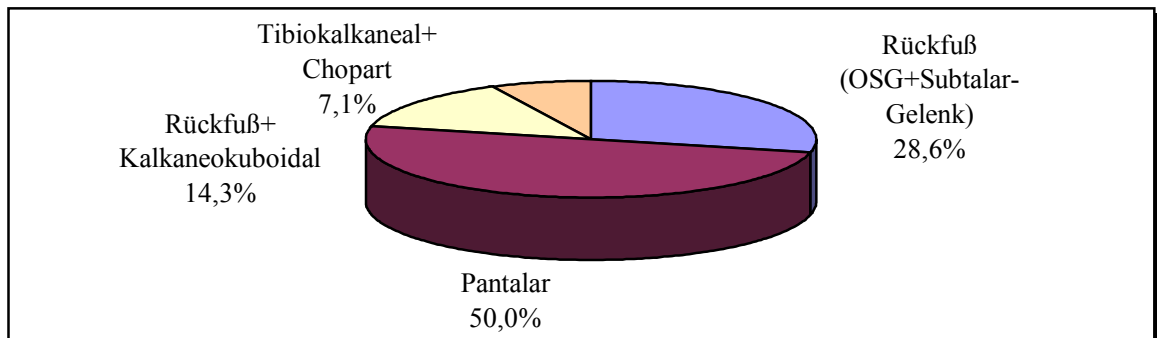


Abb. 40: Verteilung der fehlgeschlagenen pantalaren Arthrodeseverfahren

Bezogen auf die Verfahren innerhalb der pantalaren bzw. kombinierten Sprunggelenksarthrodesen schlugen 4 von 5 Rückfuß-Arthrodesen, 7 von 12 Pantalar-Arthrodesen, alle Arthrodesen des Rückfußes und des Kalkaneokuboidal-Gelenkes und die Arthrodesen des Tibiokalkaneal- und des **Chopart**-Gelenkes fehl (Abb. 41).

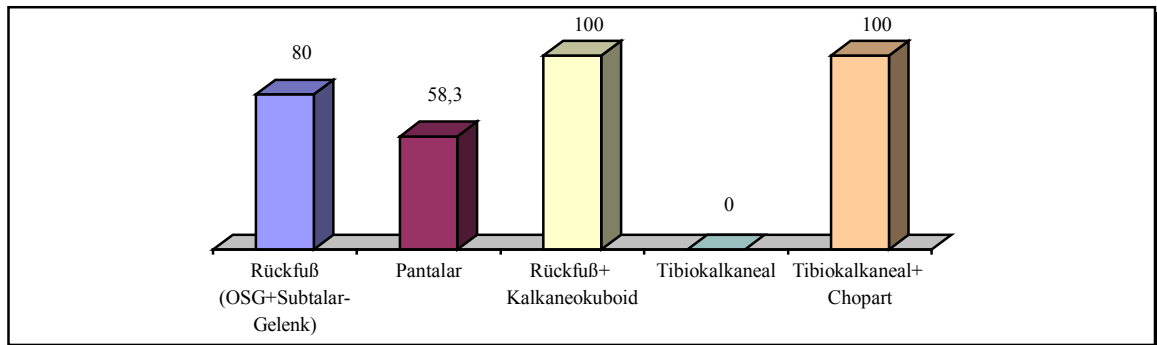


Abb. 41: Pseudarthrosenraten bei den pantalaren Verfahren (in %)

Bei den 14 fehlgeschlagenen pantalaren Eingriffen kamen

- 4 einfache Arthrodesen (eine Verriegelungsarthrodese des Rückfußes durch Fibulaumkehrspan nach **Marquardt/ Lange**, 3 Verriegelungsarthrodesen des Rückfußes durch Fibulaumkehrspan nach **Marquardt/ Lange** mit **Kirschner**-Draht-Fixation des **Chopart**-Gelenkes (wobei 2 Eingriffe mit einer temporären Talus-Exstirpation nach **Lorthioir** kombiniert wurden)
- eine kombinierte Arthrodesen (Kombination aus Verriegelungsarthrodese des Rückfußes durch Fibulaumkehrspan nach **Marquardt/ Lange** und interner Verschraubung des Subtalar-Gelenkes nach **Rehn** und **Griebel**)
- 9 Kompressionsarthrodesen (2 Pantalar-Arthrodesen durch interne Verschraubung des Rückfußes nach **Zimmermann/ Rehn** und **Griebel/ Wagner** und **Pock** und interne Klammerung des **Chopart**-Gelenkes nach **Imhäuser**, eine Arthrodesen durch interne Verschraubung des Rückfußes nach **Zimmermann/ Rehn** und **Griebel/ Wagner** und **Pock** und Klammerung des Kalkaneokuboidal-Gelenkes, eine tibiokalkaneale Span-Arthrodesen nach **Smith** und interne Klammerung des **Chopart**-Gelenkes nach **Imhäuser**, eine Pantalar-Arthrodesen durch interne Verschraubung nach **Zimmermann/ Wagner** und **Pock** und Fixateur externe nach **AO**, 4 Fixateur externe nach **AO**)

zum Einsatz. Somit ergeben sich hier folgende Pseudarthrosenraten (Abb. 42).

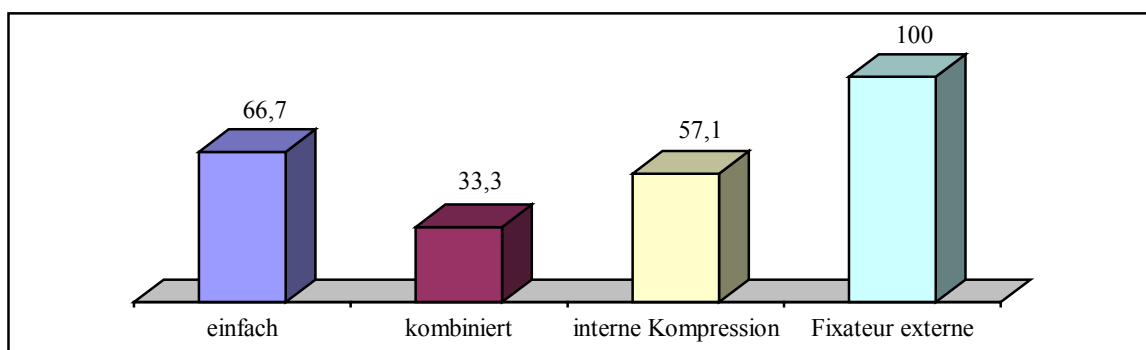


Abb. 42: Pseudarthrosenraten bei den pantalaren Methoden (in %)

Schließlich soll die Aufteilung der Indikationen zu den 14 fehlgeschlagenen pantalaren bzw. kombinierten Arthrodesen, welche in Abb. 43 dargestellt ist, betrachtet werden. Sie gliedert sich neben 2 schmerzhaften Osteo-Arthrosen bei rheumatischen Knochendestruktionen in 6 exacerbierte und nichtbeherrschbare Osteo-Arthritiden rheumatischer, traumatischer und ideopathischer Genese, 3 Talusnekrosen rheumatischer und traumatischer Genese sowie 3 Pseudarthrosen nach vorausgegangenen Arthrodesen bei rheumatischem und posttraumatischem Grundleiden.

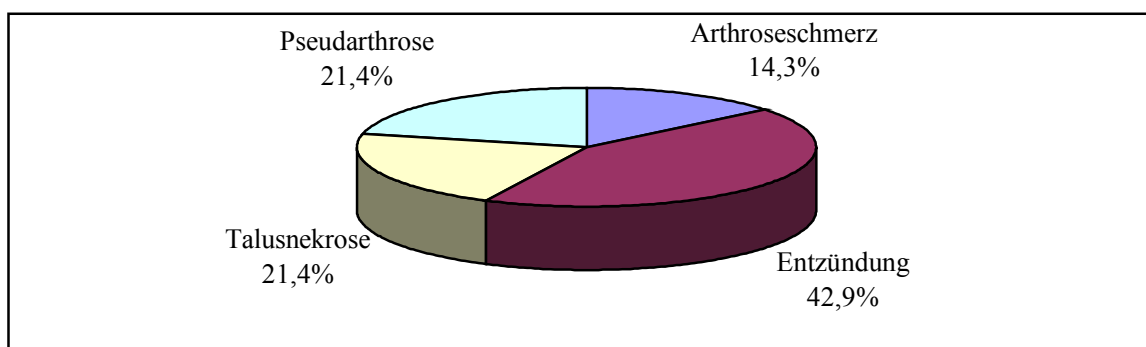


Abb. 43: Verteilung aller Indikationen zu fehlgeschlagenen pantalaren Arthrodesen

Hierbei schlugen 40% der Eingriffe wegen eines Arthroseschmerzes, **alle** Eingriffe wegen einer Talusnekrose und einer Entzündung sowie 42,9% der Eingriffe wegen einer zu versorgenden Pseudarthrose fehl (Abb. 44).

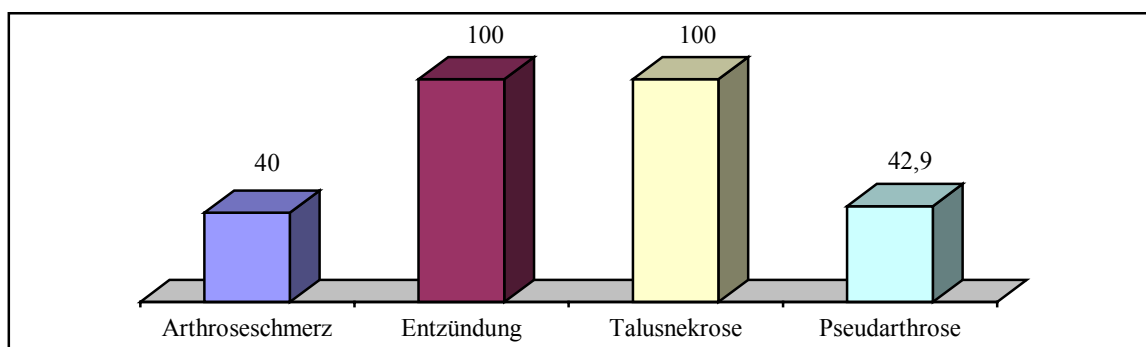


Abb. 44: Pseudarthrosenraten aller Indikationen zu pantalaren Arthrodesen (in %)

### 3.2 Zur Auswertung der Fragebögen

Von den 79 Patienten, deren Sprunggelenk im Zeitraum von 1987 bis 1995 an der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch operativ versteift wurde, waren 40 bereit, einen Fragebogen auszufüllen. Somit existieren subjektive Patientenangaben über 44 Sprunggelenke bzw. Füße nach einer Arthrodesese.

Als entscheidende Gründe zur Einwilligung in die Sprunggelenksversteifung wurden 33 mal der therapieresistente Schmerz im betroffenen Sprunggelenk bzw. Rückfuß, 27 mal eine Gehbehinderung, 24 mal die Fußfehlstellung, 13 mal ein Instabilitätsgefühl und 9 mal andere Gründe angegeben. Dabei wurden mehrere Gründe gleichzeitig angegeben (Abb. 45).

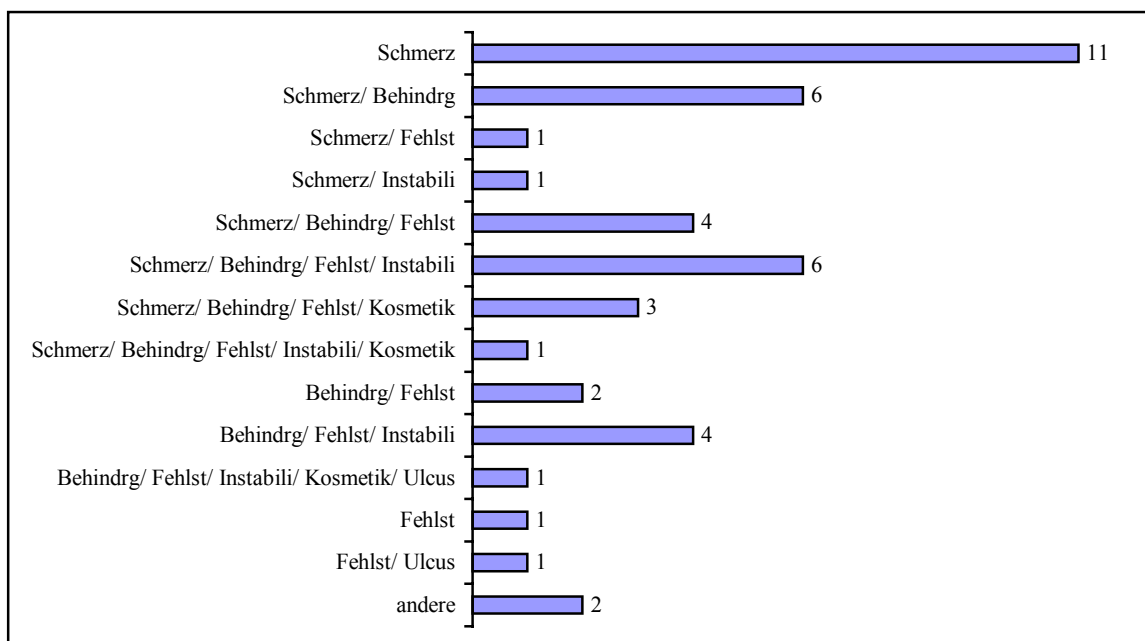


Abb. 45: Einwilligungsgrund zur Sprunggelenksarthrodese bei allen befragten Patienten

### 3.2.1 Patientenzufriedenheit

In 24 Fällen (12 Frauen und 12 Männer) war der Patient mit dem Operationsergebnis ohne Einschränkungen zufrieden. In 11 Fällen (9 Frauen und 2 Männer) war der Patient mit Einschränkungen und in 9 Fällen (7 Frauen und 2 Männer) gar nicht zufrieden.

Somit waren 79,5% unserer Patienten mit dem Operationsergebnis vollständig oder teilweise zufrieden (Abb. 46).

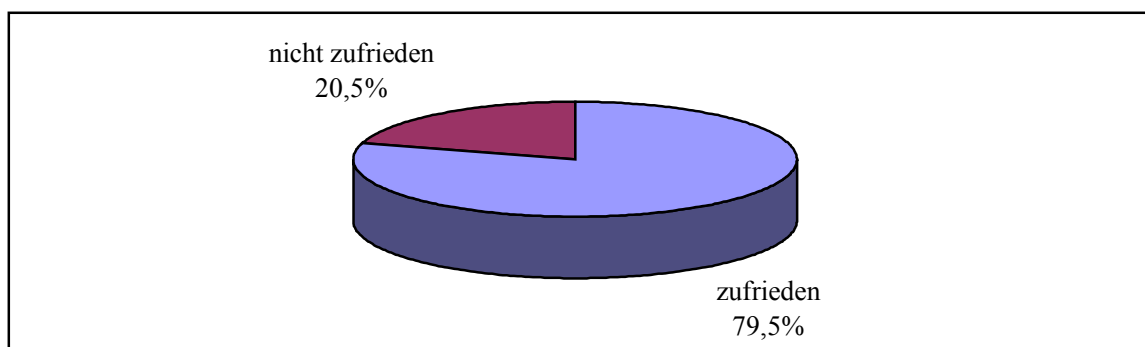


Abb. 46: Verteilung der Zufriedenheit nach Sprunggelenksarthrodese bei allen befragten Patienten

Von den 11 bedingt zufriedenen Patienten gaben 4 Patienten (3 Frauen und ein Mann) den Schmerz und die Gehbehinderung, eine Frau die Fehlstellung, 3 Frauen das kosmetische Resultat sowie 3 Patienten (2 Frauen und ein Mann) keine Gründe für ihre nicht eingetretene präoperative Erwartung an. Von den 9 nicht zufriedenen Patienten waren 2 Frauen wegen der nicht eingetretenen Fusion bzw. den dadurch bedingten Komplikationen und anstehenden Maßnahmen, 3 Frauen wegen der verbliebenen Schmerzsymptomatik, Gehbehinderung und kosmetischem Resultat, 2 Patienten (eine Frau und ein Mann) mit Schmerz und Behinderung sowie 2 Patienten (eine Frau und ein Mann) ohne Angabe eines Grundes unzufrieden. Die folgende Abb. 47 versucht dies zu systematisieren.

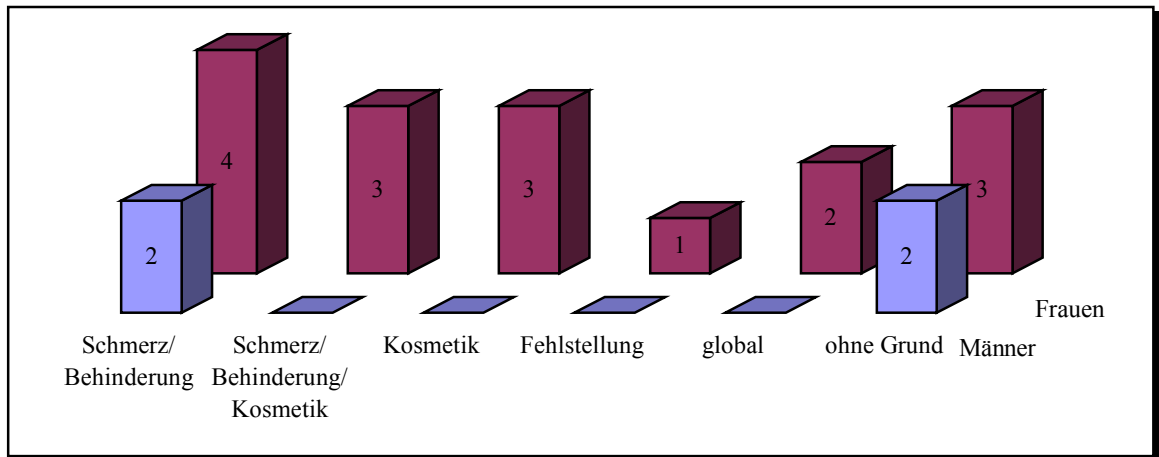


Abb. 47: Gründe für Unzufriedenheit nach Sprunggelenksarthrodese bei allen befragten Patienten

Von den 10 befragten Patienten, welche an einer Pseudarthrose litten, waren nur 2 Patienten ohne Einschränkungen, 2 Patienten mit Einschränkungen zufrieden und 6 gar nicht zufrieden. Erwähnenswert ist, daß die 2 zufriedenen Patienten an einer schmerzlosen Pseudarthrose litten. Somit ergibt sich in Abb. 48 folgender postoperativer Vergleich.

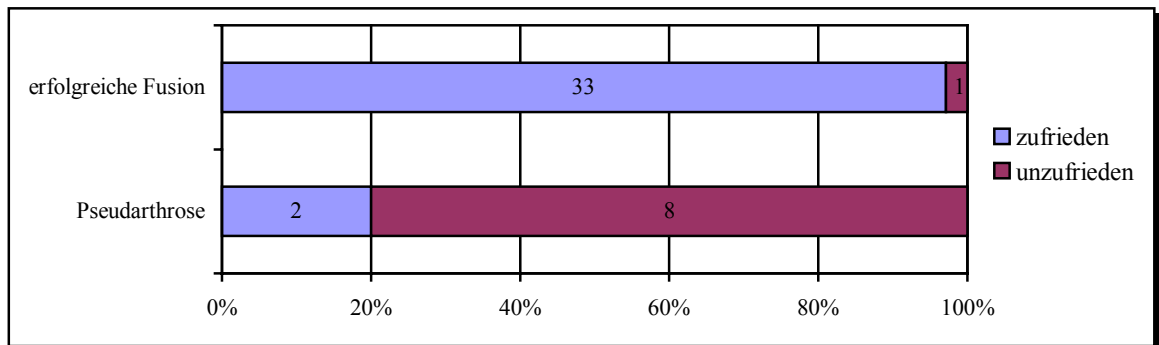


Abb. 48: postoperativer Vergleich der Zufriedenheit bei erfolgreicher Fusion und bei Pseudarthrose

### 3.2.2 Schmerz

#### 3.2.2.1 Zur Schmerzstärke

Alle befragten Patienten wurden gebeten, ihren im erkrankten bzw. versteiften Sprunggelenk empfundenen Schmerz in einer modifizierten visuellen Analogskala für Schmerzen (VAS), wobei die Stärke „0“ keinem Schmerz und die Stärke „10“ einem unerträglichen Schmerz entsprach, einzuordnen (Abb. 49).

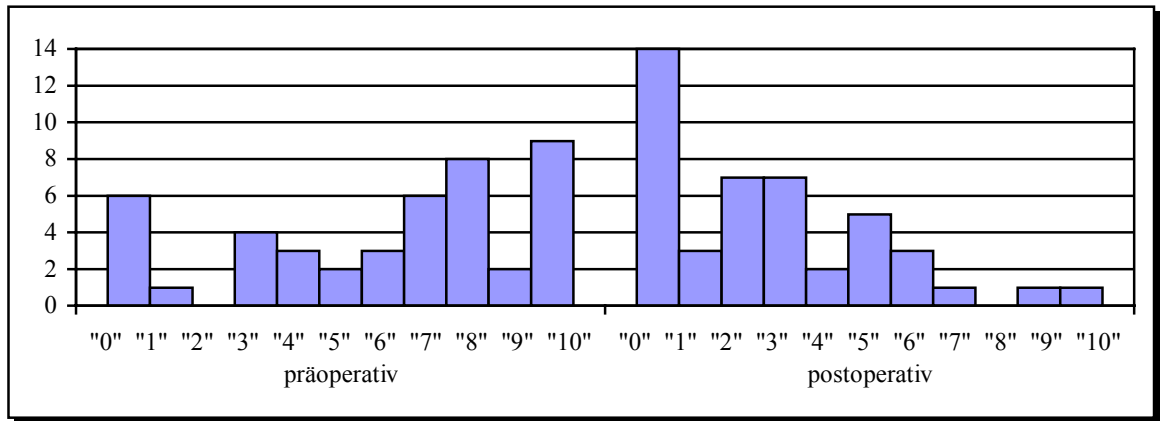


Abb. 49: Verteilung der VAS-Werte vor und nach Sprunggelenksarthrodese

Präoperativ wurde ein Schmerz der durchschnittlichen Stärke von 6,1 und postoperativ von 2,8 angegeben. Bei den befragten Patienten mit einer Pseudarthrose nach Sprunggelenksarthrodese fallen präoperativ durchschnittliche Werte von 7,6 und postoperativ von 4,5 auf.

Vor der Operation wurde von den Patienten 24 mal ein starker, 9 mal ein mäßiger, 3 mal ein leichter und 8 mal kein Schmerz angegeben. Nach der Operation waren es 3 mal ein starker, 9 mal ein mäßiger, 18 mal ein leichter und 14 mal kein Schmerz im Bereich des versteiften Sprunggelenkes (Abb. 50).

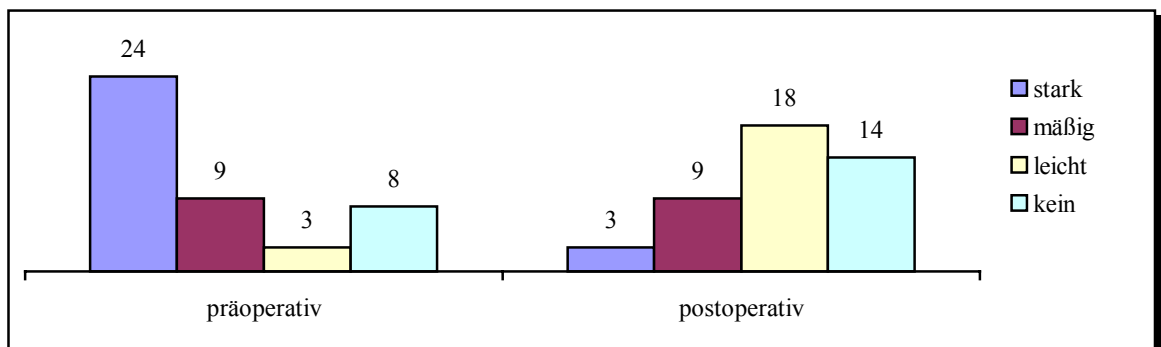


Abb. 50: Schmerzstärke vor und nach Sprunggelenksarthrodese

In der Gruppe der 10 befragten Fälle mit einer Pseudarthrose waren es präoperativ 6 mal ein starker Schmerz, 3 mal ein mäßiger Schmerz und 1 mal kein Schmerz angegeben. Hier wurden postoperativ einmal ein starker, 4 mal ein mäßiger, 2 mal ein leichter und 3 mal kein Schmerz angegeben. Auch hier ergibt sich folgender postoperativer Vergleich (Abb. 51).

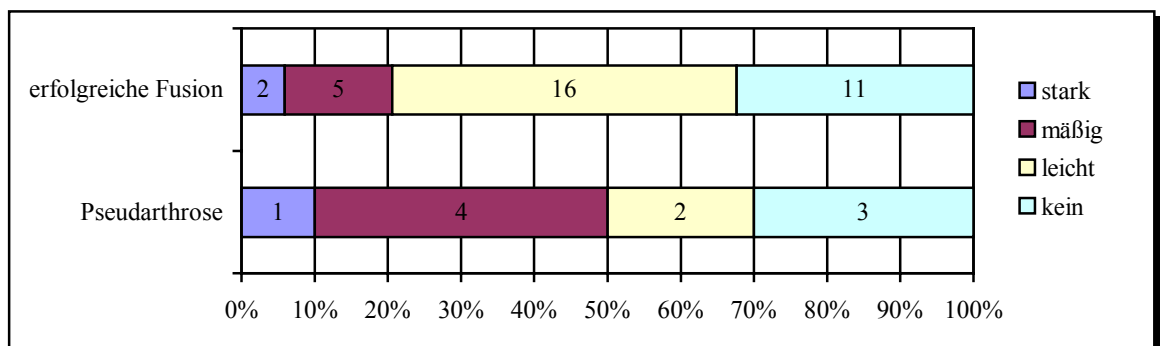


Abb. 51: postoperativer Vergleich der Schmerzstärke bei erfolgreicher Fusion und bei Pseudarthrose

### 3.2.2.2 Zum Schmerzaufreten

Die befragten Patienten gaben vor der Operation 20 mal einen Dauerschmerz, 10 mal einen Schmerz bei leichter Belastung, 6 mal einen Schmerz bei starker Belastung, und 8 mal keinen Schmerz im Bereich des erkrankten Sprunggelenkes an. Nach der Operation waren es 7 mal ein Dauerschmerz, 6 mal ein Schmerz bei leichter Belastung, 14 mal ein Schmerz bei starker Belastung und 17 mal kein Schmerz im Bereich des versteiften Sprunggelenkes (Abb. 52).

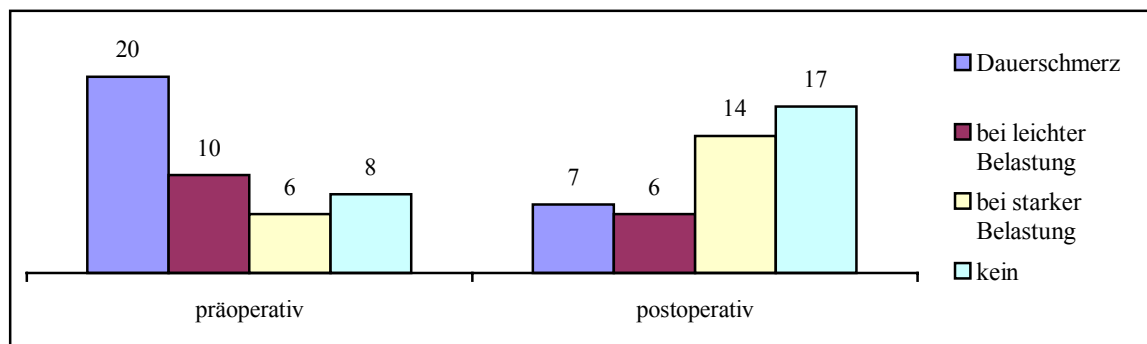


Abb. 52: Schmerzaufreten vor und nach Sprunggelenksarthrodese

Die 10 Patienten mit einer Pseudarthrose gaben präoperativ 8 mal einen Dauerschmerz, einmal einen Schmerz bei leichter Belastung und einmal einen Schmerz bei starker Belastung sowie postoperativ 3 mal einen Dauerschmerz, 4 mal einen Schmerz bei leichter Belastung und 3 mal keinen Schmerz im betroffenen Gelenk an (Abb. 53).

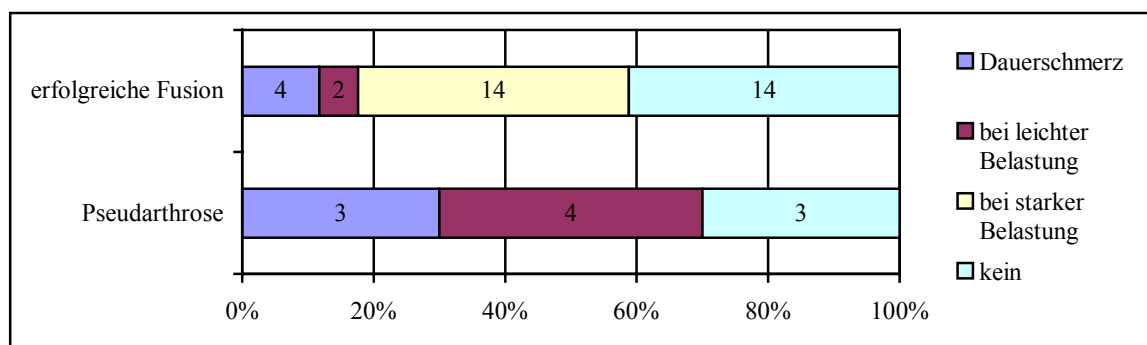


Abb. 53: postoperativer Vergleich des Schmerzaufretens bei erfolgreicher Fusion und bei Pseudarthrose

### 3.2.2.3 Zum Analgetikaverbrauch

Vor der Operation nahmen 19 Patienten regelmäßig, 4 gelegentlich und 17 keine Analgetika ein. Postoperativ wurden Analgetika von 12 Patienten regelmäßig, von 3 Patienten gelegentlich und von 25 nicht mehr eingenommen (Abb. 54).

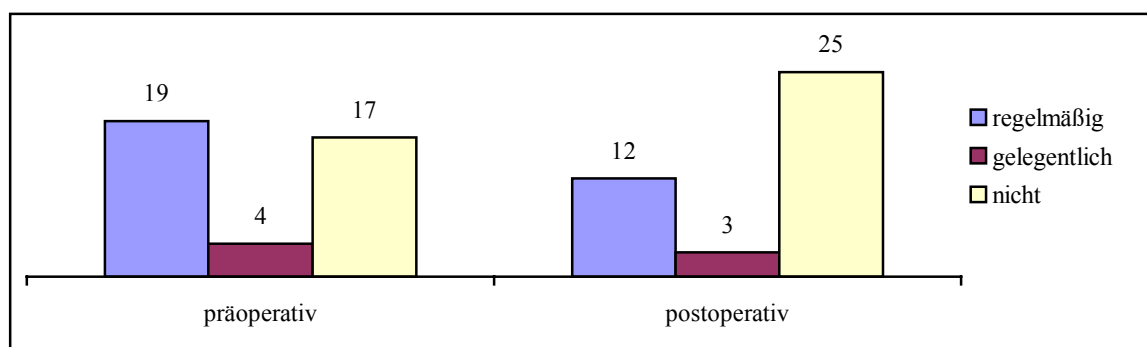


Abb. 54: Analgetikaverbrauch vor und nach Sprunggelenksarthrodese

In der Pseudarthrose-Gruppe nahmen präoperativ 7 Patienten regelmäßig, 2 Patienten gelegentlich und ein Patient keine Analgetika zur Dauertherapie des Schmerzes im betroffenen Sprunggelenk ein. Nach der Operation wurden hier Analgetika von 5 Patienten regelmäßig, von einem Patienten gelegentlich und von 4 nicht mehr eingenommen (Abb. 55).

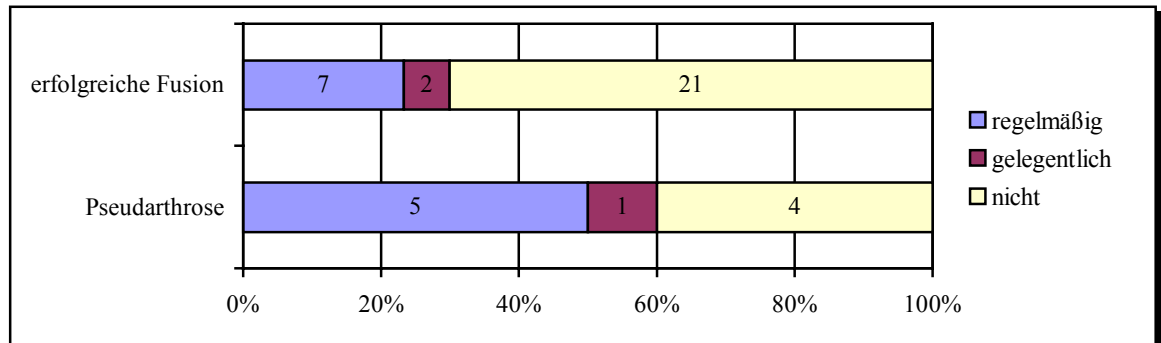


Abb. 55: postoperativer Vergleich des Analgetikaverbrauches bei erfolgreicher Fusion und bei Pseudarthrose

Abb. 56 zeigt die Gegenüberstellung aller Schmerzparameter in den Gruppen der Patienten mit erfolgreicher Sprunggelenksarthrodese und mit einer Pseudarthrose.

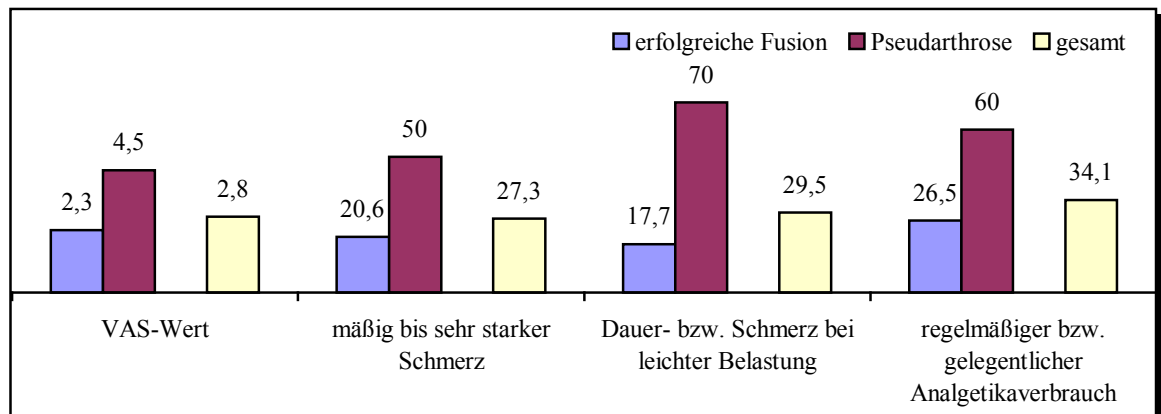


Abb. 56: postoperativer Vergleich der VAS-Werte sowie der Häufigkeit von Schmerzparametern und Analgetikaverbrauch (in %) bei erfolgreicher Fusion und bei Pseudarthrose

### 3.2.3 Belastbarkeit

#### 3.2.3.1 Zur Gehstrecke

Vor der Arthrodese des erkrankten Sprunggelenkes gaben 19 Patienten keine beschwerdefreie Gehstrecke („0 m“) an. Bei 4 Patienten betrug die beschwerdefreie Gehstrecke unter 100 m, bei 10 Patienten zwischen 100 und 500 m und bei 7 Patienten über 500 m. 4 Patienten gaben eine uneingeschränkte Gehstrecke („unendlich“) präoperativ an. Nach der Arthrodese gaben 7 Patienten keine beschwerdefreie Gehstrecke („0 m“) an. Bei 2 Patienten betrug die beschwerdefreie Gehstrecke unter 100 m, bei 5 Patienten zwischen 100 und 500 m und bei 21 Patienten über 500 m. 9 Patienten gaben eine uneingeschränkte Gehstrecke („unendlich“) postoperativ an (Abb. 57).

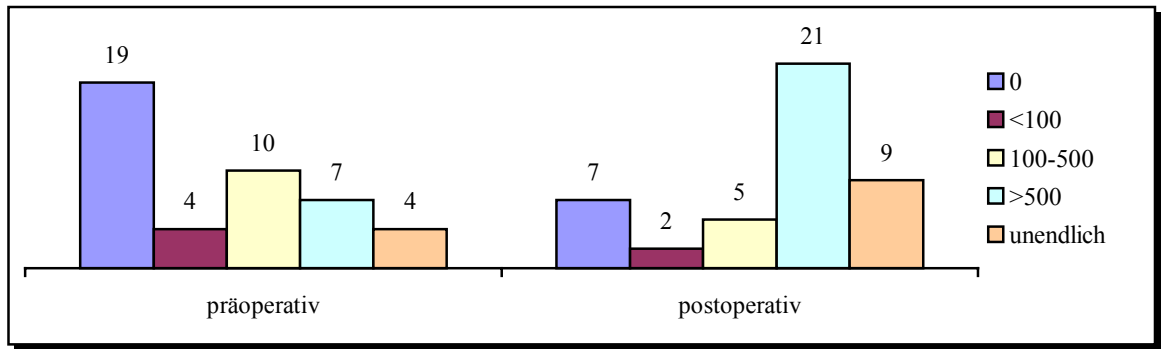


Abb. 57: beschwerdefreie Gehstrecke vor und nach Sprunggelenksarthrodese (in Meter)

Unter den befragten Patienten mit einer Pseudarthrose gaben postoperativ ein Patient keine beschwerdefreie Gehstrecke, 2 eine beschwerdefreie Gehstrecke unter 100 m, 2 zwischen 100 und 500 m, 4 über 500 m und ein Patient eine unbegrenzte Gehstrecke an (Abb. 58).

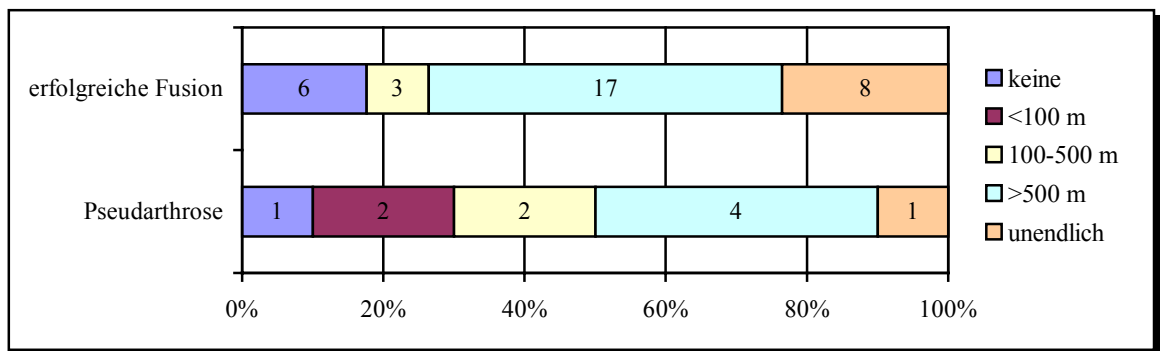


Abb. 58: postoperativer Vergleich der beschwerdefreien Gehstrecke bei erfolgreicher Fusion und bei Pseudarthrose

In 27 Fällen gaben die befragten Patienten nach der Sprunggelenksarthrodese eine Verlängerung der zuvor existierenden beschwerdefreien Gehstrecke an. Bei 13 Patienten waren die Gehstrecken vor und nach der Sprunggelenksarthrodese ohne Beschwerden etwa gleich lang. Bei 4 Patienten verkürzte sich diese Strecke (Abb. 59).

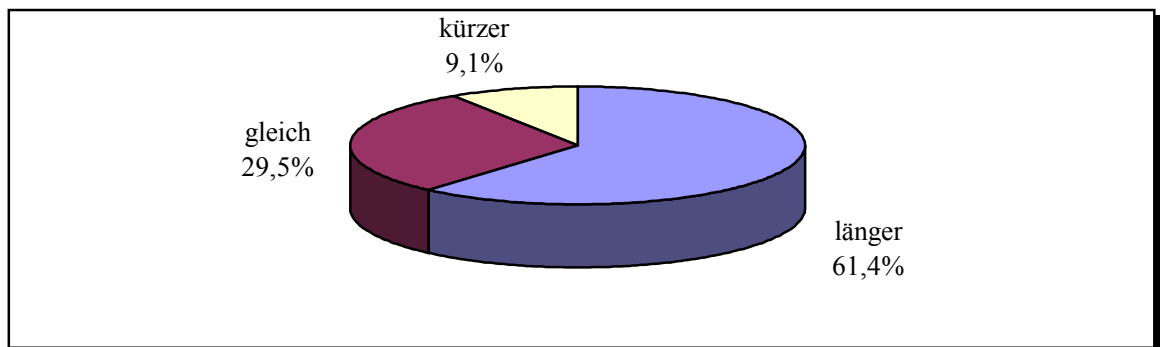


Abb. 59: Differenz der postoperativen zur präoperativen Gehstrecke ohne Beschwerden bei allen befragten Patienten

7 von 10 befragten Patienten, welche eine Pseudarthrose nach Sprunggelenksarthrodese hatten, gaben postoperativ eine Verlängerung ihrer beschwerdefreien Gehstrecke an. Bei 2 Patienten waren prä- und postoperative Gehstrecke ohne Beschwerden etwa gleich lang. Ein Patient verzeichnete eine Verkürzung seiner Strecke. Die Abb. 60 stellt dazu einen Vergleich dar.



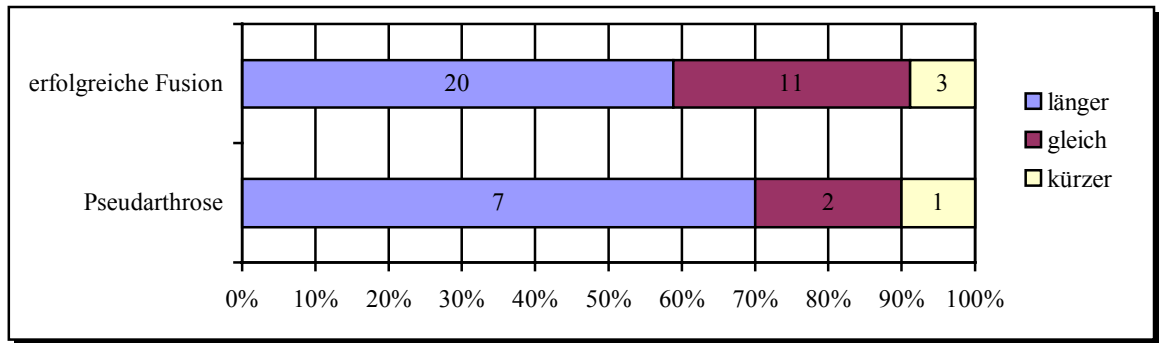


Abb. 60: postoperativer Vergleich der Gehstreckendifferenz bei erfolgreicher Fusion und bei Pseudarthrose

### 3.2.3.2 Zum Gangbild

34 Patienten gaben vor der Sprunggelenksarthrodese eine Gangstörung beim Gehen auf ebenem Boden, 40 beim Gehen auf unebenem Boden, 32 beim Treppensteigen und 38 beim Bergsteigen an. Nach der Arthrodese zeigten 17 Patienten beim Gehen auf ebenem Boden, 24 beim Gehen auf unebenem Boden, 22 beim Treppensteigen und 27 beim Bergsteigen ein Schmerzhinken bzw. Belastungsinsuffizienz (Abb. 61).

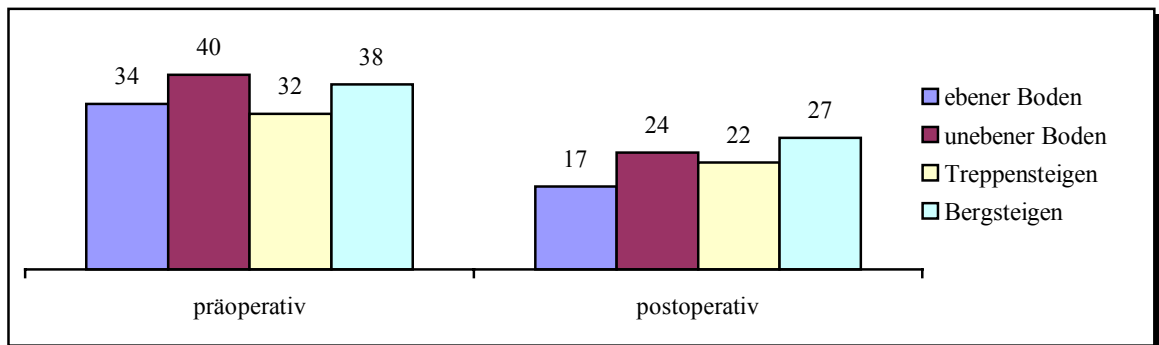


Abb. 61: Gangstörung vor und nach Sprunggelenksarthrodese

Von den Patienten mit einer Pseudarthrose nach der Sprunggelenksarthrodese litten präoperativ 9 Patienten an einer Gangstörung auf ebenem Untergrund, alle 10 Patienten bei einem unebenem Untergrund, 8 Patienten beim Treppensteigen und 9 Patienten beim Bergsteigen. Postoperativ waren es hier 6 Patienten bei ebenem Boden, 8 Patienten bei unebenem Boden, 8 Patienten beim Treppensteigen und 8 Patienten beim Bergsteigen. Abb. 62 verdeutlicht noch einmal einen entsprechenden Vergleich mit der Gesamtpopulation.

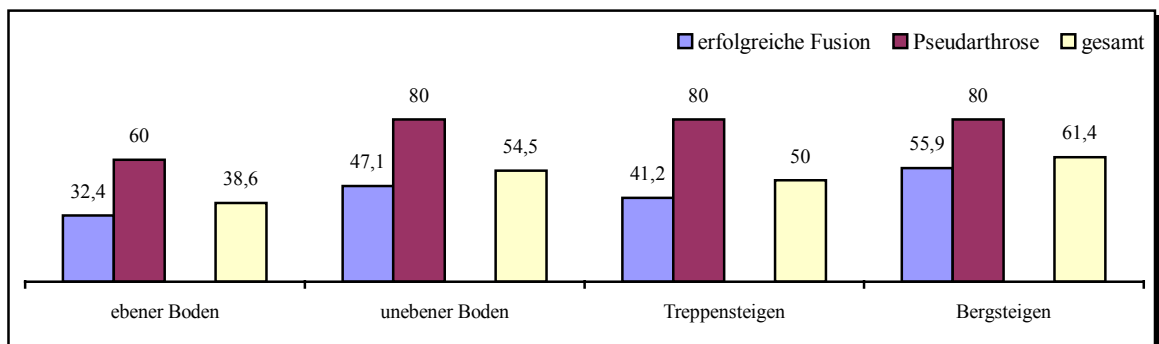


Abb. 62: Vergleich der Häufigkeit von Gangstörungen bei erfolgreicher Fusion und bei Pseudarthrose (in %)

### 3.2.3.3 Zur Gehhilfe

Vor der Sprunggelenksversteifung mußten 21 der 44 befragten Patienten eine Gehhilfe nutzen. Darunter waren 14 Unterarmgehstützen (UAGS), 4 Gehstöcke, eine Orthese und 2 Rollstühle notwendig. Postoperativ sind 14 Hilfen (9 UAGS, 2 Stöcke, ein Rollator und 2 Rollstühle) notwendig (Abb. 63).

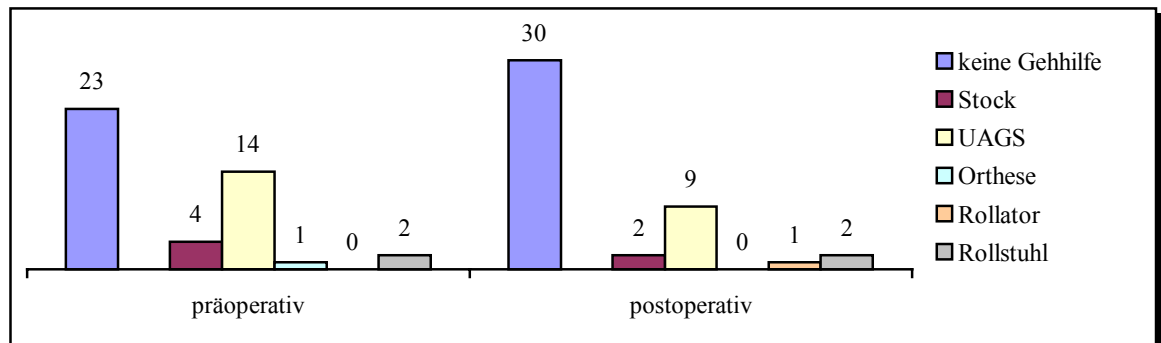


Abb. 63: Gehhilfe vor und nach Sprunggelenksarthrodese

Es fällt auf, daß 71,4% aller Patienten, welche eine Pseudarthrose nach Sprunggelenksarthrodese erlitten, eine beschwerdefreie Gehstrecke unter 500 m angeben und daß je 57,1% dieser Patienten postoperativ ein Ganghinken vorweisen und eine Gehhilfe benötigen (Abb. 64).

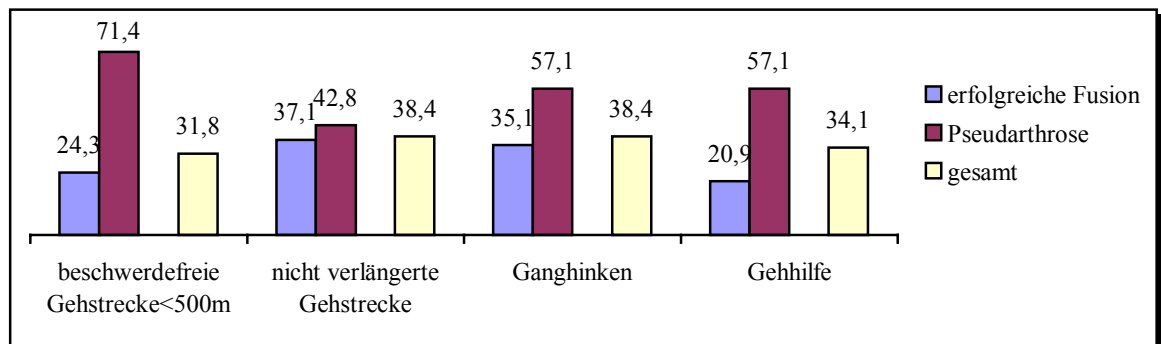


Abb. 64: postoperativer Vergleich einzelner Belastungsparameter bei erfolgreicher Fusion und bei Pseudarthrose (in %)

### 3.3 Der Sprunggelenk-Score

Schließlich wurden alle Gelenke postoperativ mittels der Sprunggelenk-Scores nach **Mazur** et al. (1979), nach **McGuire** et al. (1988) sowie nach **Kitaoka** (1991) bewertet.

Die durchschnittlichen Werte aller operierten Füße der befragten Patienten gehen aus der Abb. 65 hervor.

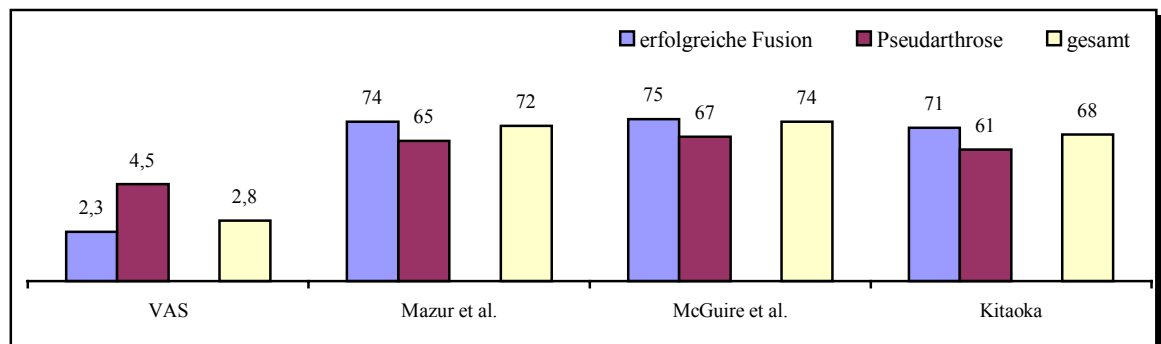


Abb. 65: postoperativer Vergleich der VAS-Werte sowie der Scores nach **Mazur** et al. , **McGuire** et al. und **Kitaoka** bei erfolgreicher Fusion und bei Pseudarthrose

Sehr gute bzw. exzellente Ergebnisse waren nach dem **Mazur**-Score bei 20 Füßen, nach dem **McGuire**-Score bei 18 Füßen und nach dem **Kitaoka**-Score bei 2 Füßen zu verzeichnen. Gute postoperative Resultate waren nach **Mazur** et al. bei 6 Füßen, nach **McGuire** et al. bei 10 Füßen und nach **Kitaoka** bei 18 Füßen vorzufinden. Ein befriedigendes bzw. moderates Ergebnis lag nach **Mazur** et al. bei 12 Füßen, nach **McGuire** et al. bei 3 Füßen und nach **Kitaoka** bei 11 Füßen vor. Demzufolge sind nach dem **Mazur**-Score 6, nach dem **McGuire**-Score 13 und nach dem **Kitaoka**-Score ebenfalls 13 schlechte Resultate zu verzeichnen.

Daraus ergibt sich die in Abb. 66 dargestellte Übersicht aller postoperativer Ergebnisse bei den befragten 44 Patienten.

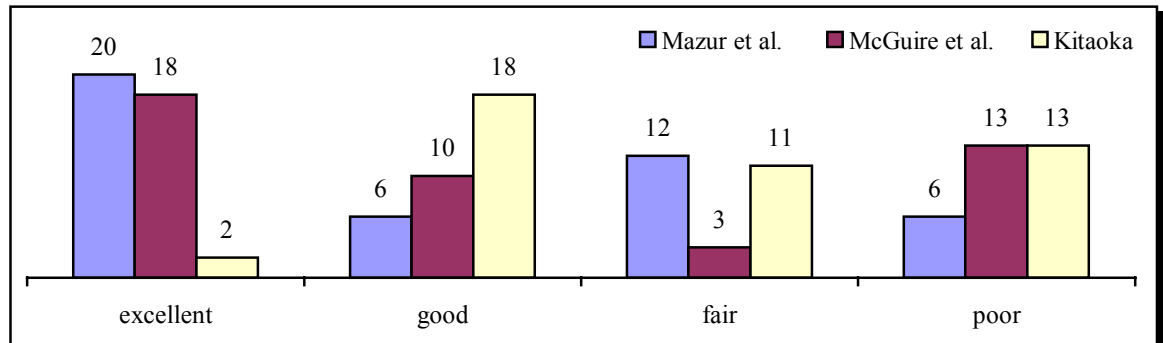


Abb. 66: Vergleich der Ergebnisse nach Sprunggelenksarthrodesen mit den einzelnen Scores

## 4 Diskussion

Die Analyse der Faktoren, die nach der Sprunggelenksarthrodese zu einer Pseudarthrose führen, verlangt ein systematisches Vorgehen bei der Erfassung aller anamnestischer, klinischer und paraklinischer Daten, welche Grund- und Nebenerkrankungen, tägliche Gewohnheiten sowie den sozialen Status widerspiegeln. Dazu kommt die Sprunggelenksarthrodese als operativer Eingriff, welche durch Typ, Verfahren und Methodik charakterisiert ist. Schließlich sind es der postoperative Verlauf einschließlich Wundheilung, Nachbehandlung bzw. Ruhigstellung und Komplikationen, welche die Genese der Pseudarthrose komplettieren können.

### 4.1 Zur Nachuntersuchung

Um eine verzögerte Heilung (*delayed union*) auszuschließen und gegenüber einer definitiven Pseudarthrose (*non union*) abzugrenzen, ist ein Nachuntersuchungszeitraum (*follow up*) von mehr als 6 Monaten notwendig. Unser Nachuntersuchungszeitraum erscheint insgesamt mit durchschnittlichen 2,7 Jahren relativ gering. Er ermöglichte jedoch, alle betroffenen Patienten zur einer Nachuntersuchung einzuladen. Immerhin folgten 55 der 79 angeschriebenen Patienten einer solchen Einladung. Somit konnten 71 von 99 Operationsergebnissen klinisch und röntgenologisch nachuntersucht werden. Diese Nachuntersuchungszahl ist mit Veröffentlichungen, bei denen über 70 Füße nachuntersucht wurden, vergleichbar (*Lance et al. 1979, Morgan et al. 1985, Angus und Cowell 1986, Moeckel et al. 1991, Wülker et al. 1997*). Die Rücklaufquote von 69,6% liegt sogar über denen von **Morgan et al. (1985)** mit 56,9%, von **Wülker und Flamme (1996)** mit 53,7% sowie von **Angus und Cowell (1986)** mit ca. 20%.

#### 4.1.1 Patientendaten

Dadurch, daß sich in der nachuntersuchten Patientenpopulation Kinder und Erwachsene befinden, liegt das Durchschnittsalter unserer Population zum Operationszeitpunkt bei 38,1 Jahren (von 7,8 bis 77,3 Jahren) und ist mit den meisten Arbeiten vergleichbar (*Scranton Jr. et al. 1980, Cierny 3<sup>rd</sup> et al. 1989, Schaap et al. 1990, Sangeorzan et al. 1993, Harnisch und Rütt 1994, Wülker und Flamme 1996*) Es weicht natürlich von den Arbeiten über Kinder, so von **Hall und Calvert (1987)** mit 15,5 Jahren, **Huppertz und Kaps (1991)** mit 7,1 Jahren sowie **Alman et al. (1993)** mit 7,6 Jahren aber auch von denen über ältere Patienten, so von **Graves et al. (1993)** mit 66 Jahren ab. Zur Altersverteilung der nachuntersuchten Patienten mit ihren Erkrankungen und Operationen findet man in der Literatur über Sprunggelenksarthrodese wenige Angaben. Einige Quellen lassen nur indirekt einen Überblick zur Altersverteilung aus Tabellen zu. Hier ist zwar das Alter eines jeden Patienten, jedoch nicht die Häufung in einzelnen Gruppen bzw. Abhängigkeit des Erfolges einer Sprunggelenksarthrodese zum Alter ersichtlich (*Morrey und Wiedeman 1980, Myerson und Quill 1991, Kitaoka et al. 1992, Papa und Myerson 1992, Alman et al. 1993, Papa et al. 1993, Turan et al. 1995*).

Auch die Geschlechtsverteilung der operierten bzw. nachuntersuchten Patientenpopulation wird meist nur als globale Zweiteilung (weiblich : männlich) angegeben (*Scranton Jr. et al. 1980, Cierny 3<sup>rd</sup> et al. 1989, Cracchiolo 1991, Myerson und Quill 1991, Kitaoka 1991, Moeckel et al. 1991, Bono et al. 1993*). Lediglich **Alman et al. (1993)**, **Papa et al. (1993)** und **Turan et al. (1995)** zeichneten die Alters- und Geschlechtsstruktur ihrer Patienten bei einer Grunderkrankung (**Alman et al.** bei Fußfehlstellungen, **Papa et al.** bei posttraumatischen Arthrosen und **Turan et al.** bei rheumatischen Osteo-Arthrosen) tabellarisch auf und lassen somit einen indirekten Schluß über die Alters- und Geschlechtsabhängigkeit ihrer Ergebnisse zu.

Unterschieden **Scranton Jr. et al. (1980)**, **Boobbyer (1981)**, **Lynch et al. (1988)**, **Moeckel et al. (1991)**, **Myerson und Quill (1991)**, **Wülker und Flamme (1996)** sowie **Wülker et al. (1997)** ebenfalls zwischen den Gruppen der Rheumatoiden Arthritis, der posttraumatischen Arthrose, der Fußfehlstellung sowie anderer Erkrankungen, beschäftigten zahlreiche Autoren nur mit rheumatischen Rückfüßerkrankungen (*Gschwend 1977, Cracchiolo 3<sup>rd</sup> et al. 1990, Carrier und Harris 1991, Moran et al. 1991, Cracchiolo 3<sup>rd</sup> et al. 1992, Turan et al. 1995*), mit unfallbedingten Sprunggelenkerkrankungen (*Rehn und Griebel 1979, Morrey und Wiedeman 1980, Hagen 1986, Helm 1990, Papa und Myerson 1992, Thermann et al. 1996*) oder mit Fußfehlstellungen bzw. Deformitäten (*Bernau 1977, Hall und Calvert 1987, Huppertz und Kaps 1991, Alman et al. 1993, Bono et al. 1993, Steinhäuser 1994*).

Ein Vergleich der Häufigkeitsverteilung der Grunderkrankungen in den literarischen Quellen, welche alle 4 Hauptgruppen erwähnten bzw. operierten und nachuntersuchten, zeigt aber noch

deutliche Unterschiede (Tab. 7).

Tab. 7: Vergleich der Häufigkeitsverteilung der Grunderkrankungen bei Sprunggelenksarthrosen in der Literatur (in %)

| Autoren/ Klinik                      | Rheumatoide Arthritis | posttraumatische Arthrose | Fußfehlstellung | andere Erkrankung |
|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
| <b>Scranton Jr.</b> et al. 1980      | <b>2,4</b>            | <b>88,1</b>               | <b>4,8</b>      | 4,8               |
| <b>Boobbyer</b> 1981                 | 16,2                  | 58,9                      | 16,2            | 5,4               |
| <b>Lynch</b> et al. 1988             | 15,4                  | 74,3                      | 7,7             | <b>2,6</b>        |
| <b>Moeckel</b> et al. 1991           | <b>27,9</b>           | 60,3                      | 5,9             | 5,9               |
| <b>Myerson</b> und <b>Quill</b> 1991 | 6,1                   | 60,6                      | 15,2            | 18,2              |
| <b>Wülker</b> und <b>Flamme</b> 1996 | 4,7                   | 40,6                      | 30,2            | 24,5              |
| <b>Wülker</b> et al. 1997            | 6,5                   | 41,3                      | 27,1            | <b>25,1</b>       |
| Berlin-Buch                          | 27,3                  | <b>23,6</b>               | <b>38,2</b>     | 10,9              |

Im Gegensatz zu **Scranton Jr.** et al. (1980), **Boobbyer** (1981), **Lynch** et al. (1988), **Moeckel** et al. (1991) sowie **Myerson** und **Quill** (1991), welche nur talocrurale Arthrosen, also Arthrosen des OSG sowie **Wülker** und **Flamme** (1996), welche nur talotarsale Arthrosen, also Arthrosen der USG untersuchten, gaben **Wülker** et al. (1997) eine Darstellung aller Arthrosentypen bei den genannten Grunderkrankungen an.

#### 4.1.2 Klinische Daten

Die Indikationen zur Sprunggelenksarthrose einzuteilen, ist schwierig, da oftmals mehrere Symptome bzw. Komplikationen bei einer Grunderkrankung vorlagen (z.B. ein kontrakter Knickplattfuß mit Sekundär-Arthrose, therapieresistentem Schmerzsyndrom und Gangstörung rheumatischer Genese). So wurde sich bei der Auswertung der Operationsergebnisse auf jene Indikation konzentriert, welche die Symptomatik am Gelenk bestimmte bzw. eine Komplikation hervorrief. Vertreten sind also der durch eine Versteifung zu behebende therapieresistente Schmerz bei Sprunggelenksarthrose, die schmerzhafte Pseudarthrose aus vorausgegangenen Operationen und Frakturen, die konservativ nicht beherrschbare Entzündung der Knochen und Gelenke des Rückfußes, die Talusnekrose und schließlich die Fußfehlstellung mit Gangstörung und Hautproblematik. Ein Vergleich mit der Literatur über Sprunggelenksarthrosen fällt hier noch schwerer, da lediglich **Lance** et al. (1979), **Morgan** et al. (1985), **Harnisch** und **Rütt** (1994), **Wülker** und **Flamme** (1996) sowie **Wülker** et al. (1997) zwischen ähnlichen Indikationen unterschieden. Dazu kommt, daß wiederum **Lance** et al. (1979), **Morgan** et al. (1985) sowie **Harnisch** und **Rütt** (1994) nur talocrurale und **Wülker** und **Flamme** (1996) nur talotarsale Eingriffe durchführten. Auch hier kann die Arbeit von **Wülker** et al. (1997) verglichen werden.

Andere Autoren gaben zwar zahlreiche präoperativ vorliegende Komplikationen (z.B. exacerbierter bzw. nichtbeherrschbarer und chronischer Osteo-Arthritiden, Osteonekrosen, Pseudarthrosen nach Arthrosen und Fußdeformitäten mit Gangstörungen und Hautkomplikationen) an, beschränkten sich jedoch oft nur auf eine Grunderkrankung, so **Hagen** (1986), **Mann** et al. (1991), sowie **Thermann** et al. (1996) auf posttraumatische Sprunggelenksarthrosen als auch **Cracchiolo 3<sup>rd</sup>** et al. (1990), **Moran** et al. (1991) sowie **Cracchiolo 3<sup>rd</sup>** et al. (1992) auf rheumatische Sprunggelenkerkrankungen. Schließlich gaben einige Autoren auch nur eine Indikation bei ihrer Arbeit an, so **Bernau** (1977) den Spitzfuß bei Poliomyelitis, **Rehn** und **Griebel** (1979) die posttraumatische Subtalar-Arthrose, **Imhäuser** (1984) den Hohlklumpfuß bei neuraler Muskelatrophie, **Cierny 3<sup>rd</sup>** et al. (1989) die Ostitis der Knochen des OSG, **Helm** (1990) die posttraumatische Arthrose des OSG, **Stuart** und **Morrey** (1990) die diabetische Neuro-Osteo-Arthropathie, **Gruen** und **Mears** (1991) entzündliche Rückfüßerkrankungen, **Kitaoka** (1992) die Lockerung bzw. das Fehlschlagen einer Sprunggelenkstotalendoprothese, **Alman** et al. (1993) den Knickplattfuß bei infantiler Cerebralparese, **Papa** et al. (1993) die diabetische Neuro-Osteo-Arthropathie sowie **Turan** et al. (1995) die Osteo-Arthrose bei Rheumatoider Arthritis.

Einige Erkrankungen bzw. Indikationen kommen im Rahmen der Nachuntersuchung an der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch gar nicht vor, so die oft beschriebene Fußfehlstellung bei Poliomyelitis (**Bernau** 1977, **Lance** et al. 1979, **Boobbyer** 1981, **Angus** und **Cowell** 1986, **Hall** und **Calvert** 1987, **Sangeorzan** et al. 1993, **Wülker** und **Flamme** 1996), die seltenere Fußfehlstellung bei neuraler Muskelatrophie bzw. **Charcot-Marie-Tooth-Hoffmann'sche** Erkrankung (**Lance** et al. 1979, **Imhäuser** 1984, **Hall** und **Calvert** 1987, **Sangeorzan** et al. 1993), die Sekundär-Arthrosen

bzw. Osteo-Arthropathien bei Gicht (*Harnisch und Rütt 1994*), Hämophilie (*Graves et al. 1993, Harnisch und Rütt 1994*), Kollagenosen (*Moeckel et al. 1991, Kitaoka et al. 1992*), Tuberkulose (*Lance et al. 1979, Said et al. 1980*), Tumoren (*Lance et al. 1979, Harnisch und Rütt 1994*) sowie Koalitionen der Fußwurzelknochen (*Angus und Cowell 1986, Sangeorzan et al. 1993, Steinhäuser 1994, Wülker und Flamme 1996*).

Die Einteilung der Deformitäten erwähnten **Angus** und **Cowell** (Spitzklump-, Spitzhohlklump-, Hohlklump-, Knickplatt-, Spitzknick- und Sichelfuß) sowie **Steinhäuser** (Spitz-, Klump-, Hackenhohl-, Ballenhohl-, Klauenhohl-, Knickplatt- und Plattfuß) in ähnlicher Weise (*Angus und Cowell 1986, Steinhäuser 1994*).

Die Indikationen eines Klumpfußes bei Multipler Sklerose, eines Spitzfußes bei kongenitaler Fibulaaplasie und einer konservativ nichtbeherrschbaren Osteo-Arthropathie bei Morbus **Crohn** wurden in der Literatur über Sprunggelenksarthrodesen nicht gefunden.

#### 4.1.3 Operationsdaten

##### 4.1.3.1 Zur Nomenklatur

Eine komplette Übersicht über die Nomenklatur der Sprunggelenksarthrodesen läßt sich nicht herausarbeiten. Es soll hier versucht werden, verschiedenartige Arthrodesetypen (talocrurale, talotarsale und pantalare Arthrodesen) mit unterschiedlichen Methoden (Anfrischungs-, Verriegelungs-, Bolzungs-, Span- und Korrektur- bzw. Resektionsarthrodesen einerseits sowie Arthrodesen mittels interner Osteosynthese und Fixateur externe andererseits) bei Erkrankungen und Indikationen, die in Gruppen eingeteilt wurden, miteinander zu vergleichen und die Ursachen einer Pseudarthrose zu erörtern. Ein Vergleich der einzelnen Sprunggelenksarthrodesen ist natürlich nur bei einheitlicher Nomenklatur möglich. Sie war und ist international leider nicht einheitlich. Ein historischer und aktueller Überblick soll dies belegen.

Im deutschsprachigen Raum wurden zunächst Arthrodesen zur Fusion des OSG und des Subtalar-Gelenkes als „Arthrodesese im Fuße“ (*Samter 1895*), zur Fusion im OSG als „Talocrural-Arthrodesese“ (*Cramer 1910*) bzw. als „Arthrodesese des Fußgelenkes“ (*Hackenbroch 1923, Mau 1925*), zur Fusion in allen USG als „Talotarsal-Arthrodesese“ (*Müller 1913*) und zur Fusion aller Sprunggelenke als „Fuß-Arthrodesese“ (*Brandes 1933*) bezeichnet. **Max Lange** verwendete für die Fusion im Subtalar-Gelenk den Begriff der „Arthrodesese im hinteren Sprunggelenk“ (*Lange 1932*), für die Fusion des Subtalar- und Kalkaneokuboidal-Gelenkes den Begriff der „subtalaren Arthrodesese“ und zur Fusion aller Sprunggelenke den der „Trippel-Arthrodesese“ (*Lange 1962*). Derzeit wird die Fusion des **Chopart**-Gelenkes als „Doppel-Arthrodesese“ (*Wülker und Flamme 1996*), die Fusion im Subtalar- und **Chopart**-Gelenk als „Double-Arthrodesese“ (*Gschwend 1977, Debrunner 1994*), aber auch als „Trippel-Arthrodesese“ (*Wagner und Pock 1982*) sowie „T-Arthrodesese“ (*Jäger und Wirth 1986*) bezeichnet. „Total-, Pantalar- bzw. Panastragal-Arthrodesese“ stehen für eine Fusion aller Sprunggelenke (*Rütt 1973*).

Aus dem französischen Sprachraum kommen die Begriffe „l'arthrodèse du pied“ zur Fusion von OSG, Subtalar- sowie Talonavikular-Gelenk (*Lorthioir 1911*) sowie zur Fusion von Subtalar- und Talonavikular-Gelenk (*Ombredanne 1921*), „l'arthrodèse partielle“ bei Arthrodesen der USG (*Ducroquet und Launay 1902*), sowie „l'arthrodèse sous-astragaliennne“ bei Subtalar-Arthrodesen (*Nové-Josserand 1925*).

Im angloamerikanischen Sprachraum wurde der Begriff der „astragalectomy“ eingeführt (*Whitman 1922*). Ohne genaue Angabe der zu fusionierende Knochen wurde zur Arthrodesese des OSG der Begriff der „ankle arthrodesis“ bzw. „arthrodesis of the ankle“ aber auch „ankle fusion“ verwendet (*Charnley 1951, Chuinard und Petersen 1963, Verhelst et al. 1976, Mazur et al. 1979, Scranton Jr. et al. 1980, Ahlberg und Henricson 1981, Boobbyer 1981, Marcus et al. 1983, Hagen 1986, McGuire et al. 1988, Cierny 3<sup>rd</sup> et al. 1989, Campbell 1990, Carrier und Harris 1991, Holt et al. 1991, Kitaoka 1991, Mann et al. 1991, Maurer et al. 1991, Mears et al. 1991, Moeckel et al. 1991, Braly et al. 1994, Hawkins et al. 1994*). Weiterhin wurde der Begriff der „tibiotalar Arthrodesis“ geprägt (*Morgan et al. 1985*). Zur Arthrodesese des Rückfußes gebrauchte man schließlich „hindfoot Arthrodesis“ (*Cracchiolo 3<sup>rd</sup> et al. 1990*), „arthrodesis of the ankle and subtalar joints“ (*Gruen und Mears 1991*) und „pantalar“ bzw. „tibiotalarcalcaneal arthrodesis“ (*Russotti et al. 1988, Papa und Myerson 1992*). Fusionen im Subtalar-Gelenk nannte man „subastragal arthrodesis“ (*Grice 1952*), „subtalar arthrodesis“ aber auch „subtalar fusion“ (*Gallie 1943, Dennyson und Fulford 1976, Kalamchi und Evans 1977, Mallon und Nunley 1989, Alman et al. 1993*) bzw. „talocalcaneal

arthrodesis“ (*Russotti et al. 1988*). Der Begriff der „triple arthrodesis“ wurde für Arthrodesen in den drei Kompartimenten des USG eingeführt (*Ryerson 1923, Hall und Calvert 1987, Cracchiolo 1991*). Sogar der Begriff der „quadruple arthrodesis“ wurde für Fusionen der vier Knochen im **Chopart-Gelenk** angegeben (*Jahss et al. 1980*).

Zunächst scheint eine allgemeingültige Systematisierung der Nomenklatur bzw. Topographie zur gemeinsamen Verständigung notwendig. Dabei sollte auf die Definition und Zuordnung verschiedener Verfahren zu den einzelnen Typen bzw. Lokalisationen geachtet werden. Ein Vorschlag zur topographischen Einteilung der Sprunggelenksarthrodese geht aus Tab. 8 hervor.

Tab. 8: Nomenklatur und topographische Einteilung der Sprunggelenksarthrodese

| Arthrodesetyp                      | fusionierte Knochen (Gelenke)   | Arthrodeseverfahren  |
|------------------------------------|---|--|
| talocrurale Arthrodesen (OSG)      | Pilon tibial und Trochlea tali ohne Osteotomie bzw. Anfrischung der Malleoli oder nach Exstirpation der distalen Fibula   | Tibiotalar-Arthrodesese ( <i>tibiotalar-arthrodesis</i> )  |
|                                    | Trochlea tali, Pilon tibial und beide Malleoli nach Osteotomie der distalen Fibula (Art. talocruralis bzw. OSG)   | Talocrural-Arthrodesese ( <i>talocrural-arthrodesis</i> )  |
| talotarsale Arthrodesen (USG)      | Corpus tali und Corpus calcanei (Art. subtalaris bzw. Subtalar-Gelenk)  | Subtalar-Arthrodesese ( <i>subtalar-arthrodesis</i> )  |
|                                    | Caput tali und Os naviculare (Art. talonavicularis)   | Talonavikular-Arthrodesese ( <i>talonavicular-arthrodesis</i> )  |
|                                    | Caput calcanei und Os cuboideum (Art. calcaneocuboidalis)   | Kalkaneokuboidal-Arthrodesese ( <i>calcaneocuboidal-arthrodesis</i> )  |
|                                    | Caput tali und Os naviculare sowie Caput calcanei und Os cuboideum (Artt. talonavicularis et calcaneocuboidalis bzw. Chopart-Gelenk)  | Chopart-Arthrodesese ( <i>chopart-arthrodesis</i> )  |
|                                    | Caput tali und Ossa cuneiformia I, II oder III sowie Caput calcanei und Os cuboideum nach Exstirpation des Navikulare   | Mittelfuß-Arthrodesese ( <i>midfoot-arthrodesis</i> )  |
|                                    | Subtalar-Gelenk und Chopart-Gelenk  | Triple-Arthrodesese ( <i>triple-arthrodesis</i> )  |
| pantalare Arthrodesen (kombiniert) | Pilon tibial und Corpus calcanei bzw. zusätzlich Tibiametaphyse und Os naviculare nach Exstirpation des Talus   | Astragalektomie und Tibiokalkaneo(navikular)-Arthrodesese ( <i>astragalectomy and tibiocalcaneo(navicular)-arthrodesis</i> ) |
|                                    | Pilon tibial und Trochlea tali ohne Osteotomie bzw. Anfrischung der Malleoli oder nach Exstirpation der distalen Fibula (OSG) sowie Corpus tali und Corpus calcanei (Subtalar-Gelenk) | Rückfuß-Arthrodesese ( <i>hindfoot-arthrodesis</i> )   |
|                                    | OSG, Subtalar- und Chopart-Gelenk   | Pantalare-Arthrodesese ( <i>pantalare-arthrodesis</i> )  |

#### 4.1.3.2 Zu den Arthrodesetypen

An der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch wurden alle Typen der Sprunggelenksarthrodese, also talocrurale, talotarsale und pantalare Arthrodesen durchgeführt. Neben **Gschwend** (1977), welcher ebenfalls alle Typen der Sprunggelenksarthrodese bei Rheumatikern durchführte, konzentrierten sich **Stuart** und **Morrey** (1990) sowie **Papa et al.** (1993) auf alle Typen der Sprunggelenksarthrodese bei der diabetischen Neuro-Osteo-Arthropathie. **Wülker et al.** (1997) untersuchten talocrurale, talotarsale und pantalare, also alle Typen bei allen genannten Indikationsgruppen nach.

Die meisten Autoren beschäftigten sich mit Arthrodesen des OSG. Das liegt sicherlich in der Klinik sowie Diagnostik bei ansteigender Anzahl an traumatisch und metabolisch bedingten Arthrosen im Bereich des OSG. Führten einerseits **Ahlberg** und **Henricson** (1981) sowie **Boobbyer** (1981) noch verschiedene Methoden einer talocruralen Arthrodesese bei unterschiedlichen Erkrankungen

durch, findet man zunehmend Arbeiten über eine Methode am OSG bei unterschiedlichen Erkrankungen, so **Morgan** et al. (1985) sowie **Dennis** et al. (1990) über die Kompressionsarthrodese des OSG durch interne Verschraubung. Andererseits existieren Angaben über verschiedene Verfahren bei einer Grunderkrankung, so **Hagen** (1986) bei posttraumatischen Leiden am OSG, **Kirkpatrick** et al. (1991) bei Pseudarthrosen nach vorausgegangener Arthrodese des OSG sowie **Cracchiolo 3<sup>rd</sup>** et al. (1992) bei rheumatischen Affektionen des OSG. Weiterhin gibt es vergleichende Darstellungen über zwei verschiedene Verfahren am OSG bei einer oder mehreren Grunderkrankungen, so **McGuire** et al. (1988) über Arthrosen und Sprunggelenkstotalendoprothesen, **Moeckel** et al. (1991) über interne und externe Methoden am OSG sowie **Myerson** und **Quill** (1991) über offene und arthroskopisch assistierte Arthrosen des OSG. Weiterhin konzentrierten sich **Helm** (1990), **Kitaoka** et al. (1992), **Eingartner** et al. (1994) sowie **Thermann** et al. (1996) auf eine Methode am OSG bei einer Grunderkrankung.

Über Arthrosen im Bereich der USG findet man meist Arbeiten über eine Methode bzw. eine Grunderkrankung. Der Entschluß zur talotarsalen Arthrodese liegt in der Natur dieser Veränderungen, welche zwar in ihrer dreidimensionalen Deformität nicht einfach zu verstehen, jedoch in ihrer Pathogenese meist in den sub- bzw. prätalaren Gelenken zu korrigieren sind (**Bernau** 1977, **Kägi** 1979, **Imhäuser** 1984, **Hall** und **Calvert** 1987, **Cracchiolo 3<sup>rd</sup>** et al. 1990, **Huppertz** und **Kaps** 1991, **Alman** et al. 1993, **Sangeorzan** et al. 1993, **Steinhäuser** 1994). Dominieren also Veröffentlichungen über Fußfehlstellungen bzw. Deformitäten (**Bernau** 1977, **Imhäuser** 1984, **Hall** und **Calvert** 1987, **Huppertz** und **Kaps** 1991, **Alman** et al. 1993, **Steinhäuser** 1994), liegen auch Daten über Arthrosen im Bereich des USG bei rheumatischen Erkrankungen (**Cracchiolo 3<sup>rd</sup>** et al. 1990) sowie anderen Arthropathien (**Sangeorzan** et al. 1993) vor. Zu erwähnen ist die posttraumatische Subtalar-Arthrose, die im Gegensatz zu Arbeiten über die häufigeren fehlstellungs- bzw. rheumatisch-entzündlich bedingten Osteo-Arthrosen der anderen Gelenke im Fuß zum Teil gesondert betrachtet wurde (**Kägi** 1979, **Rehn** und **Griebel** 1979, **Wülker** und **Flamme** 1996).

Pantalare Arthrosen, also Fusionen im OSG und einem oder mehreren USG zählen zu den schwierigsten Eingriffen. Dies liegt einmal an den zugrundeliegenden Indikationen, an den zu erwartenden biomechanischen Veränderungen und damit an den postoperativen Ergebnissen. Sie werden deswegen seltener und nur bei gezielten Indikationen durchgeführt. Führten **Angus** und **Cowell** (1986), **Schaap** et al. (1990) sowie **Wülker** und **Flamme** (1996) verschiedene pantalare Eingriffe als nicht zu umgehende Erweiterungen geplanter Arthrosen des OSG oder USG bei der Behandlung unterschiedlicher Erkrankungen durch, konzentrierten sich **Cierny 3<sup>rd</sup>** et al. (1989) auf entzündliche Knochenerkrankungen, **Kitaoka** (1991) auf fehlgeschlagene Sprunggelenksendoprothesen sowie **Bono** et al. (1993) auf neurogene Fußdeformitäten. Dabei wurden diese Eingriffe im Rahmen geplanter Talocrural-Arthrosen (**Cierny 3<sup>rd</sup>** et al. 1989, **Schaap** et al. 1990, **Kitaoka** 1991) bzw. Talotarsal-Arthrosen (**Angus** und **Cowell** 1986, **Bono** et al. 1993, **Wülker** und **Flamme** 1996) durchgeführt. Ausschließlich Pantalar-Arthrosen gaben **Carrier** und **Harris** (1991), **Gruen** und **Mears** (1991) sowie **Papa** und **Myerson** (1992) an. Führten **Carrier** und **Harris** (1991) diese Eingriffe bei Rückfußkrankungen rheumatischer Genese, **Gruen** und **Mears** (1991) bei entzündlichen Erkrankungen durch, behandelten **Papa** und **Myerson** (1992) nur posttraumatische Komplikationen.

#### 4.1.3.3 Zu den Arthrodeseverfahren

Am OSG kamen an der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch tibiotalare und talocrurale Arthrosen zum Einsatz. Bei einem tibiotalarem Eingriff wurde einmal die tibiotalare Fixation nach Exstirpation der distalen Fibula ansonsten die Arthrodese ohne Resektion der Malleoli entweder als Verriegelung, als Bolzung oder als Fixation mittels Osteosynthesematerial durchgeführt. Bei den talocruralen Eingriffen wurde die Fusion als Verriegelung bzw. als Fixation mittels Osteosynthesematerial (einmal nach Interposition eines Knochenspanns) erreicht. In der Literatur wurden die Verfahren am OSG entweder als Arthrodese ohne Osteotomie der Malleolen (Tibiotalar-Arthrodese) angegeben (**Cramer** 1910, **Hass** 1924, **Hatt** 1940, **Charnley** 1951, **Wagner** und **Pock** 1982, **Holt** et al. 1991, **Maurer** et al. 1991, **Morgan** et al. 1985, **Morgan** 1991, **Ogilvie-Harris** et al. 1994, **Turan** et al. 1995 und **Thermann** et al. 1996) oder als Arthrodese nach Osteotomie und Wiederanlagerung der Malleoli bzw. distalen Fibula (Talocrural-Arthrodese) durchgeführt (**Lexer** 1907, **Horwitz** 1942, **Marquardt** 1951, **Lange** 1962, **Chuinard** und **Petersen** 1963, **Müller** et al. 1969, **Dennis** et al. 1990, **Holz** 1990, **Stranks** et al. 1994). Einige Autoren stellten dieses Verfahren als Talocrural- und Tibiotalar-Arthrodese vor, ohne auf die Bedeutung der Malleoli bzw. distalen Fibula hinzuweisen (**Lance** et al. 1979, **Ahlberg** und **Henricson** 1981,



*Boobbyer* 1981, *Lynch* et al. 1988). Andere untersuchten ihre Ergebnisse unter den Gesichtspunkten der Malleolusresektion (*Johnson* und *Boseker* 1968) bzw. betonten die Notwendigkeit der Resektion der Malleoli bzw. distalen Fibula je nach Zustand des OSG und der Fibula (*Cierny 3<sup>rd</sup>* et al. 1989, *Eingartner* et al. 1994). Schließlich wird eine Arthrodeese des OSG ohne Angabe der Osteotomie der Malleoli bzw. distalen Fibula angegeben (*Mann* et al. 1991, *Wülker* et al. 1997). **Morrey** und **Wiedeman** (1980) verglichen Tibiotalar-Arthrodesen mit unterschiedlichen Zugängen, jedoch ohne Angabe der Resektion bzw. Anlagerung der Malleoli, **Helm** (1990) die Arthrodeese zwischen Tibia und Talus über einen anterioren Zugang mit der Talocrural-Arthrodeese nach bimalleolärer Resektion sowie **Kirkpatrick** et al. (1991) die einzelnen Zugänge und Fixationen bei unterschiedlichen Verfahren der Arthrodeese des OSG (*Morrey* und *Wiedeman* 1980, *Helm* 1990, *Kirkpatrick* et al. 1991). **Myerson** und **Quill** (1991) stellten beim Vergleich der arthroskopisch-assistierten Tibiotalar- und der offenen Talocrural-Arthrodeese signifikante Unterschiede in der postoperativen Zufriedenheit und Stellung des Fußes fest (*Myerson* und *Quill* 1991).

Bei den Verfahren am USG wurden an der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch vorwiegend Triple- und **Chopart**-Arthrodesen, dagegen nur je eine Mittelfuß-, Subtalar- und Kalkaneokuboidal-Arthrodeese durchgeführt. In der Literatur kamen vorwiegend die Triple-Arthrodeese (*Bernau* 1979, *Kägi* 1979, *Angus* und *Cowell* 1986, *Bono* et al. 1993, *Papa* et al. 1993, *Sangeorzan* et al. 1993, *Wülker* und *Flamme* 1996, *Wülker* et al. 1997), die Subtalar-Arthrodeese (*Rehn* und *Griebel* 1979, *Hall* und *Calvert* 1987, *Huppertz* und *Kaps* 1991, *Alman* et al. 1993, *Bono* et al. 1993, *Wülker* und *Flamme* 1996) sowie die **Chopart**-Arthrodeese (*Imhäuser* 1969, *Imhäuser* 1984, *Bono* et al. 1993, *Steinhäuser* 1994) zum Einsatz. Über weitere isolierte Arthrodesen berichten nur **Papa** et al. (1993), **Wülker** und **Flamme** (1996), **Wülker** et al. (1997) in Form der Talonavikular-Arthrodeese sowie **Hall** und **Calvert** (1987) bzw. **Wülker** und **Flamme** (1996) in Form der Kalkaneokuboidal-Arthrodeese. Es gibt unterschiedliche Auffassungen über die Indikation zur den einzelnen Verfahren am USG. Bei isolierten Arthrosen bzw. einfachen Fehlstellungen ist die isolierte Arthrodeese indiziert. Unstrittig sind hier die Subtalar-Arthrodeese bei posttraumatischer Subtalar-Arthrose nach Fersenbeinfrakturen (*Rehn* und *Griebel* 1979, *Wülker* und *Flamme* 1996) sowie beim teilkontrakten Knickplattfuß (*Hall* und *Calvert* 1987, *Huppertz* und *Kaps* 1991, *Alman* et al. 1993, *Bono* et al. 1993). Bei kombinierten bzw. komplexen Osteo-Arthrosen mehrerer Sprunggelenke bzw. kontrakten Fußfehlstellungen ist zu überlegen, welche der Verfahren für das Leiden, das Gangbild sowie die Nachbargelenke am günstigsten sind. So hat sich hier die **Chopart**- oder Mittelfuß-Arthrodeese zum Ausgleich eines Platt- oder Hohlfußes bewährt. Sie bewirkt sogar bei teilkontrakten Fußfehlstellungen im Sinne eines Pes valgus oder varus die spontane Korrektur des Kalkaneus im Subtalar-Gelenk (*Imhäuser* 1969, *Imhäuser* 1984, *Steinhäuser* 1994). Dagegen stehen Resultate, daß bei kontrakten und kombinierten Fußfehlstellungen bzw. Deformitäten (z.B. Spitzklump- oder Hackenhohlfuß) größeren Korrekturen am Fuß notwendig sind und somit die Fusion mehrerer Gelenke ein besseres Korrekturergebnis hervorruft (*Lange* 1962, *Kägi* 1979, *Angus* und *Cowell* 1986, *Sangeorzan* et al. 1993). Somit soll die Triple-Arthrodeese bei komplexen Osteo-Arthrosen aller drei USG bzw. kombinierten Fußfehlstellungen, z.B. Klump-, Spitzklump-, Spitzhohl-, Hackenhohl- und Knickplattfuß zur Anwendung kommen (*Angus* und *Cowell* 1986, *Bono* et al. 1993, *Papa* et al. 1993, *Sangeorzan* et al. 1993, *Wülker* und *Flamme* 1996, *Wülker* et al. 1997).

Unter den durchgeführten pantalaren Arthrodesen am Rückfuß sind an der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch neben der Fusion des OSG, des Subtalar-, des Talonavikular- und des Kalkaneokuboidal-Gelenkes (klassische Pantalar-Arthrodeese), die Fusion des OSG und des Subtalar-Gelenkes (Rückfuß-Arthrodeese), die Fusion des OSG, des Subtalar- und des Kalkaneokuboidal-Gelenkes sowie eine tibiokalkaneale Fusion nach Astragalektomie mit und ohne zusätzliche Arthrodeese des **Chopart**-Gelenkes zum Einsatz gekommen. Klassische Pantalar-Arthrodesen führten **Angus** und **Cowell** (1986), **Papa** und **Myerson** (1992), **Papa** et al. (1993), **Wülker** und **Flamme** (1996) sowie **Wülker** et al. (1997), Rückfuß-Arthrodesen immerhin **Cierny 3<sup>rd</sup>** et al. (1989), **Carrier** und **Harris** (1991), **Gruen** und **Mears** (1991), **Papa** und **Myerson** (1992) sowie **Bono** et al. (1993) und tibiokalkaneale Fusionen nach Astragalektomien **Russotti** et al. (1988), **Cierny 3<sup>rd</sup>** et al. (1989), **Kitaoka** (1991), **Papa** und **Myerson** (1992) sowie **Papa** et al. (1993) durch.

#### 4.1.3.4 Zu den Arthrodesemethoden

Bei über 100 verschiedenen Methoden bzw. Modifikationen der Sprunggelenksarthrodeese, welche seit 1878 zur Anwendung kamen, ist selbst ein Vergleich ausgewählter Methoden schwierig. Will

man eine Methode weiterentwickeln, ist ein solcher Vergleich jedoch unumgänglich. Deswegen soll zuvor neben dem bereits erwähnten Vorschlag zur einheitlichen Nomenklatur und Topographie eine methodische Einteilung erfolgen. Nur so ist eine allgemeine Systematisierung sowie indikationsgerechte Anwendung, Auswertung und Verbesserung erreichbar (Abb. 67).

|  |
|--|
| <p><b>1. einfache Arthrodesen</b></p> <p><b>1.1. Anfrischungsarthrodesen</b><br/>(jede intraartikuläre Arthrodesen in Kombination mit anderen Verfahren)</p> <p><b>1.2. Verriegelungsarthrodesen (<i>onlay graft arthrodesis</i>)</b><br/>Rückfuß-Arthrodesen durch Span nach <b>Lexner/ Rehn</b> (Lexner 1907, Wachsmuth 1956)<br/>Tibiotalar-Arthrodesen durch Tibiaverschiebespan nach <b>Hass</b> (Hass 1924, Wachsmuth 1956, Rütt 1973)<br/>Arthrodesen durch Fibulaspan (ggf. umgekehrt) nach <b>Horwitz/ Marquardt/ Lange</b> (Horwitz 1942, Marquardt 1951, Wachsmuth 1956, Lange 1962)</p> <p><b>1.3. Bolzungsarthrodesen (<i>dowel graft arthrodesis</i>)</b><br/>talocrurale Drehverriegelungsarthrodesen nach <b>Roeren</b> (Roeren 1930, Wachsmuth 1956)<br/>talocrurale Würfel-Arthrodesen nach <b>Hoffmann-Kuhnt</b> (Wachsmuth 1956)<br/>subtalare Drehverriegelungsarthrodesen nach <b>Scherblicher</b> (Scherblicher 1955, Baciu und Filibiu 1979)<br/><b>Sonderform:</b> extraartikuläre Subtalar-Arthrodesen durch Bolzen nach <b>Grice</b> (Grice 1952, Seymour und Evans 1968, Dennyson und Fulford 1976, Hall und Calvert 1987, Russotti et al. 1988, Mallon und Nunley 1989, Huppertz und Paps 1991, Alman et al. 1993)</p> <p><b>1.4. Span-Arthrodesen (<i>sliding graft arthrodesis</i>)</b><br/>Subtalar-Arthrodesen durch Span nach <b>Hohmann/ Gallie</b> (Hohmann 1942, Gallie 1943, Kalamchi und Evans 1977)<br/>talocrurale Distractions-Kompressions-Arthrodesen durch Span nach <b>Chuinard</b> und <b>Petersen</b> (Chuinard und Peterson 1963, Campbell 1990, Mazur et al. 1991)</p> <p><b>1.5. spezielle Korrektur- bzw. Resektionsarthrodesen</b><br/>Pantalar-Arthrodesen nach <b>Lorthioir/ Biesalski/ Brandes</b> (Lorthioir 1911, Biesalski 1912, Hackenbroch 1923, Mau 1925, Brandes 1933)<br/>Mittelfuß-Arthrodesen mit Navikular-Exstirpation nach <b>Dunn</b> (Dunn 1919, Imhäuser 1969, Steinhäuser 1994)<br/>Triple-Arthrodesen nach <b>Hoke/ Ryerson</b> (Hoke 1921, Ryerson 1923, Angus und Cowell 1986, Cracchiolo 3<sup>rd</sup> et al. 1990, Sangeorzan et al. 1993, Wülker und Flamme 1996)<br/>Subtalar-Arthrodesen mit Keil-Osteotomie nach <b>Lambrinudi</b> (Lambrinudi 1927, Giuliani 1961, Lange 1962, Rütt 1973, Bernau 1977, Wagner und Pock 1982, Hall und Calvert 1987)<br/>Subtalar- bzw. <b>Chopart</b>-Arthrodesen mit Keil-Osteotomie nach <b>Hallgrimsson</b> (Hallgrimsson 1942, Imhäuser 1969, Imhäuser 1984, Cracchiolo 1991, Bono et al. 1993, Steinhäuser 1994)<br/>Triple-Arthrodesen mit Keil-Osteotomie nach <b>Bertrand/ v.Muralt</b> (Bertrand 1947, v.Muralt 1951, Lange 1962, Rütt 1973, Wagner und Pock 1982, Steinhäuser 1994)<br/>Astragalektomie nach <b>Whitman</b> mit tibiokalkanealer Fusion nach <b>Blair/ Smith</b> (Whitman 1922, Blair 1943, Smith 1963, Morris et al. 1971, Lionberger et al. 1982, Russotti et al. 1988)</p> <p><b>2. Kompressionsarthrodesen</b><br/>(jede Form der Arthrodesen mit Erzeugung eines interfragmentären Druckes)</p> <p><b>2.1. externe Fixation</b><br/>Arthrodesen durch äußere Verspannung mit <b>Steinmann-Nägeln</b> nach <b>Charnley</b> (Charnley 1951, Lance et al. 1979, Scranton Jr. et al. 1980, Morrey und Wiedeman 1980, Said 1980, Ahlberg und Henricson 1981, Hagen 1986, Lynch et al. 1988, Helm 1990, Moeckel et al. 1991)<br/>Arthrodesen durch Fixateur externe nach <b>AO</b> (Müller et al. 1969, Stuhler et al. 1984, Helm 1990)<br/>Arthrodesen durch Triangel-Fixateur nach <b>Calandruccio</b> (Calandruccio 1985, Hagen 1986, Thordarson et al. 1992, Thordarson et al. 1994)<br/>Arthrodesen durch monolateralen Fixateur nach <b>Willms</b> und <b>Gotzen</b> (Willms und Gotzen 1990)<br/>Arthrodesen durch <b>Ilisarow</b>-Ringapparat (Johnson et al. 1992, Hawkins et al. 1994)</p> <p><b>2.2. interne Fixation</b><br/>Subtalar-Arthrodesen durch Laschennagel nach <b>Böhler</b> (Böhler 1957)<br/><b>Chopart</b>-Arthrodesen durch <b>Blount</b>-Klammern nach <b>Imhäuser</b> (Imhäuser 1969, Imhäuser 1984, Cracchiolo 1991, Bono et al. 1993, Steinhäuser 1994)<br/>Arthrodesen durch Zugschrauben nach <b>Zimmermann/ Rehn</b> und <b>Griebel/ Wagner</b> und <b>Pock</b> (Rehn und Griebel 1979, Wagner und Pock 1982, Morgan et al. 1985, Dennis et al. 1990, Holz 1990, Holt et al. 1991, Maurer et al. 1991, Ogilvie-Harris et al. 1993, Ogilvie-Harris et al. 1994, Thermann et al. 1996)<br/>Talocrural-Arthrodesen durch Autokompressions-Winkelplatten nach <b>Mittelmeier</b> (Mittelmeier et al. 1975)<br/>Talocrural-Arthrodesen durch <b>Blount</b>-Klammern nach <b>Verhelst</b> (Verhelst et al. 1976)<br/>subtalare Arthrodesen durch Staples nach <b>Shapiro</b> (Cracchiolo 1991)<br/>Talocrural-Arthrodesen durch T-Platte nach <b>Scranton Jr./ Braly</b> (Scranton Jr. et al. 1980, Braly et al. 1994)<br/>Talocrural-Arthrodesen durch <b>Wolf</b>-Platte nach <b>Gruen</b> und <b>Mears/ Sowa</b> und <b>Krackow/ Weltmer</b> (Gruen und Mears 1989, Sowa und Krackow 1989, Weltmer et al. 1991)</p> <p><b>3. Arthroskopisch Assistierte Arthrodesen (AAA)</b><br/>talocrurale AAA durch Zugschrauben nach <b>Schneider</b> (Morgan 1991, Ogilvie-Harris et al. 1993, Ogilvie-Harris et al. 1994)</p> <p><b>4. andere Verfahren</b><br/>Arthrodesen durch intramedullären <b>Steinmann-Nagel</b> nach <b>Lance/ Carrier</b> und <b>Harris</b> (Lance et al. 1979, Carrier und Harris 1990)<br/>Tibiotalar-Arthrodesen nach Fibula-Exstirpation durch Osteosynthese nach <b>Cierny 3<sup>rd</sup></b> (Cierny 3<sup>rd</sup> et al. 1989)<br/>Arthrodesen durch Seilzuggürtung nach <b>Upmeyer</b> und <b>Labitzke</b> (Upmeyer und Labitzke 1990)<br/>Arthrodesen durch Plattenzuggürtung nach <b>Mears</b> (Mears et al. 1991)<br/>Arthrodesen durch resorbierbare Zugschrauben nach <b>Partio</b> (Partio et al. 1992)</p> <p><b>5. Kombinationen</b><br/>Talocrural-Arthrodesen nach <b>Chevron</b>-Osteotomie und Malleolus-Resektion durch Osteosynthese nach <b>Marcus</b> (Marcus et al. 1983)<br/>Talocrural-Arthrodesen durch bimalleolären Spänen und Fixateur externe nach <b>Stewart</b> (Stewart et al. 1983)<br/>Talocrural-Arthrodesen nach Fibula-Osteotomie durch Zugschrauben nach <b>Holz</b> (Holz 1990)<br/>Talocrural-Arthrodesen mit Span durch Zugschrauben nach <b>Swärd/ Stranks</b> (Swärd et al. 1992, Stranks et al. 1994)</p> |
|--|

Abb. 67: methodische Einteilung ausgewählter Sprunggelenksarthrodesen

Natürlich kamen an der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch nicht alle Methoden zum Einsatz. Dies liegt zum einen an der medizinischen Ausbildung und Erfahrung der Operateure und zum anderen an der politischen und ökonomischen Entwicklung des Gesellschaftssystems bzw. der Wirtschaft. Aus Tab. 9 geht nicht nur eine Übersicht der zur Anwendung gekommenen Methoden, sondern auch ihre Entwicklung hervor.

Tab. 9: Ein Vergleich aller in Berlin-Buch angewandter Methoden zur Sprunggelenksarthrodese vor 1992 und ab 1993

| Arthrodesemethode für jedes Gelenk<br>(unterteilt in einfache und Kompressionsarthrodese)              | bis '92   | ab '93    |
|--|-----------|-----------|
| <b>1. einfache Arthrodese</b>  | <b>23</b> | <b>9</b>  |
| Subtalar-Arthrodesese mit <b>Kirschner-Draht-Osteosynthese</b> nach <b>Hallgrimsson</b>                | 1         | 0         |
| Mittelfuß-Arthrodesese mit Navikular-Exstirpation nach <b>Dunn</b>                                     | 1         | 0         |
| Triple-Arthrodesese mit <b>Kirschner-Draht-Osteosynthese</b> nach <b>Ryerson</b>                       | 9         | 0         |
| tibiotalare Arthrodesese mit <b>Kirschner-Draht-Osteosynthese</b>                                      | 1         | 0         |
| talocrurale Würfel-Arthrodesese nach <b>Hoffmann-Kuhnt</b>   | 1         | 0         |
| Tibiotalar-Arthrodesese durch Tibiaverschiebespan nach <b>Hass</b>                                     | 1         | 0         |
| tibiokalkaneale Fusion mit Gipsimmobilisation  | 0         | 1         |
| Pantalar-Arthrodesese mit temporärer Talus-Exstirpation nach <b>Lorthioir</b>                          | 2         | 0         |
| talocrurale Distraktions-Kompressions-Arthrodesese durch Span nach <b>Chuinard</b> und <b>Petersen</b> | 1         | 0         |
| Rückfuß-Arthrodesese durch Fibulaspan nach <b>Marquardt</b>  | 5         | 3         |
| Rückfuß-Arthrodesese durch umgekehrten Fibulaspan nach <b>Lange</b>                                    | 1         | 5         |
| <b>2. Kompressionsarthrodese</b>   | <b>14</b> | <b>69</b> |
| isolierte talotarsale Arthrodese durch <b>Blount-Klammern</b>  | 1         | 1         |
| <b>Chopart-Arthrodesese</b> durch <b>Blount-Klammern</b> nach <b>Imhäuser</b>                          | 7         | 25        |
| Subtalar-Arthrodesese durch Zugschrauben nach <b>Rehn</b> und <b>Griebel</b>                           | 2         | 16        |
| Subtalar-Arthrodesese durch Staples nach <b>Shapiro</b>  | 2         | 3         |
| Talocrural-Arthrodesese durch Zugschrauben nach <b>Zimmermann</b>                                      | 1         | 8         |
| Arthrodesese durch Zugschrauben nach <b>Wagner</b> und <b>Pock</b>                                     | 0         | 4         |
| Tibiotalar-Arthrodesese nach Fibula-Exstirpation durch Osteosynthese nach <b>Ciorny 3<sup>rd</sup></b> | 0         | 1         |
| Talocrural-Arthrodesese durch <b>Blount-Klammern</b> nach <b>Verhelst</b>                              | 0         | 1         |
| Talocrural-Arthrodesese nach Fibula-Osteotomie durch Zugschrauben nach <b>Holz</b>                     | 0         | 2         |
| Talocrural-Arthrodesese mit Span durch Zugschrauben nach <b>Stranks</b>                                | 0         | 1         |
| Astragalektomie mit tibiokalkanealer Fusion nach <b>Smith</b>  | 0         | 1         |
| Arthrodesese durch äußere Verspannung mit <b>Steinmann-Nägeln</b> nach <b>Charnley</b>                 | 1         | 0         |
| Arthrodesese durch Fixateur externe nach <b>AO</b>   | 0         | 6         |

Werden die im Rahmen einer Arthrodesese am OSG angewandten einfachen Arthrodese durch die Verriegelung nach **Hass** sowie durch Bolzung nach **Hoffmann-Kuhnt** in der aktuellen Literatur nicht mehr angegeben, findet man die Verriegelung nach **Lange** sowie die Span-Interposition nach **Chuinard** und **Petersen** modifiziert bzw. im Original vor (*Lance et al. 1979, Said et al. 1980, Scranton Jr. et al. 1980, Ahlberg und Henricson 1981, Boobbyer 1981, Lynch et al. 1988, Campbell 1990, Mann et al. 1991, Mazur et al. 1991*).

Die am OSG angewandte Kompressionsarthrodese nach **Zimmermann** wird dagegen sehr oft, aber meist modifiziert durchgeführt (*Lance et al. 1979, Morrey und Wiedeman 1980, Said et al. 1980, Scranton Jr. et al. 1980, Ahlberg und Henricson 1981, Boobbyer 1981, Hagen 1986, Helm 1990, Schaap et al. 1990, Moeckel et al. 1991, Kitaoka 1991, Cracchiolo 3<sup>rd</sup> et al. 1992, Kitaoka et al. 1992, Eingartner et al. 1994, Harnisch und Rütt 1994, Wülker und Flamme 1996, Wülker et al. 1997*). Seit den 80er Jahren wurden zahlreiche Modifikationen und neue Techniken veröffentlicht. Nachdem **Wagner** und **Pock** (1982) für alle Gelenke des Rückfußes eine standardisierte Verschraubungsarthrodese nach eventuell notwendiger Korrektur-Osteotomie angaben und diese sogar untereinander kombinierten, verwendeten **Morgan et al.** (1985) zwei gekreuzte Schrauben talocrural von proximal, **Maurer et al.** (1991) zwei gekreuzte Schrauben talocrural von proximal und distal eingebracht, **Dennis** (1990) zwei Schrauben tibiotalar nach Fibula-Osteotomie, **Holz** (1990) zwei Schrauben tibiotalar nach Fibula-Osteotomie und zusätzlicher Talusrückverlagerung und **Holt et al.** (1991) eine dritte transversale Schraube fibulotalar. **Ogilvie-Harris et al.** (1994) zeigten, daß durch die Anzahl und Reihenfolge der Verschraubung eine höhere Stabilität erreicht werden kann.

**Thermann** et al. (1996) nutzten eine vierte Schraube zur Verbesserung des anterioren Zuggurtungseffektes tibiotalar und einen Stiefel zur sofortigen Nachbehandlung (*Morgan* et al. 1985, *Dennis* 1990, *Holz* 1990, *Holt* et al. 1991, *Maurer* et al. 1991, *Ogilvie-Harris* et al. 1994, *Thermann* et al. 1996). Die Methoden nach **Cierny 3<sup>rd</sup>** et al., nach **Holz** sowie nach **Stranks** et al. wurden bisher nur von den Erstautoren durchgeführt und veröffentlicht (*Cierny 3<sup>rd</sup>* et al. 1989, *Holz* 1990, *Stranks* et al. 1994).

Die am USG genutzten Methoden nach **Dunn**, nach **Ryerson** bzw. **Hallgrimsson** werden nur noch sehr selten im Original angegeben (*Angus* und *Cowell* 1986).

Die internen Verschraubungen nach **Rehn** und **Griebel** bzw. **Wagner** und **Pock** findet man dagegen relativ häufig in der aktuellen Literatur (*Bono* et al. 1993, *Papa* et al. 1993, *Sangeorzan* et al. 1993, *Wülker* und *Flamme* 1996). Die Methode nach **Imhäuser** wird zwar selten original, aber sehr häufig modifiziert bzw. in Kombination mit anderen Methoden genutzt (*Imhäuser* 1969, *Imhäuser* 1984, *Steinhäuser* 1994). Neben einer zusätzlich möglichen Achillessehnenplastik tritt diese Methode als Arthrodesen des **Chopart**-Gelenkes mittels **Blount**-Klammern bzw. **Shapiro**-Staples und einer zusätzlichen Arthrodesen des Subtalar-Gelenkes mittels Zugschrauben nach **Rehn** und **Griebel** bzw. Klammersystemen in Erscheinung (*Cracchiolo* 1991, *Bono* et al. 1993, *Papa* et al. 1993, *Steinhäuser* 1994, *Wülker* und *Flamme* 1996).

Die pantalaren Methoden zu vergleichen, ist sehr schwierig, da an der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch unterschiedliche Kombinationen bei eher komplikationsträchtigen Erkrankungen zur Anwendung kamen. Die temporäre Talus-Exstirpation nach **Lorthioir** wird wegen der zusätzlichen Gefahr der Progredienz einer schon bestehenden Talusnekrose als obsolet bezeichnet und nicht mehr angewandt. Die durchgeführten Verriegelungen nach **Marquardt** und **Lange** in Kombination mit der Kompressionsarthrodesen der anderen Gelenke werden in der Literatur nur noch selten durchgeführt (*Kitaoka* 1991).

Eine weitere zur Anwendung kommende Methode stellt bei uns der Fixateur externe nach **Charnley** bzw. **AO** in den unterschiedlichen Modifikationen dar. Die Erfolge bzw. Mißerfolge der externen Kompressionsarthrodesen ist zum einen von der Operationstechnik aber auch von der Genese der Erkrankung abhängig (*Cierny 3<sup>rd</sup>* et al. 1989, *Kitaoka* 1991). Der Fixateur externe wird wegen der Erfolgsquote bei Rezidiv-Eingriffen, der einfacheren Operationstechnik, der Weichteilschonung sowie der Vermeidung des Fremdkörperimplantates bei entzündlichen Erkrankungen positiv (*Stuhler* et al. 1984, *Calandruccio* 1985, *Hagen* 1986, *Helm* 1990, *Willms* und *Gotzen* 1990, *Johnson* et al. 1992, *Kitaoka* et al. 1992, *Eingartner* et al. 1994), aber wegen der schlechteren Mobilisierbarkeit, der täglichen Pflege zur Prophylaxe der Pin-Infektionen, der Notwendigkeit eines zweiten Eingriffes sowie der Lockerungsrate bei Osteoporose auch negativ (*Scranton Jr.* et al. 1980, *Wagner* und *Pock* 1982, *Morgan* et al. 1985, *Dennis* et al. 1990, *Schaap* et al. 1990, *Holt* et al. 1991, *Maurer* et al. 1991, *Cracchiolo 3<sup>rd</sup>* et al. 1992, *Papa* und *Myerson* 1992, *Bono* et al. 1993, *Papa* et al. 1993, *Ogilvie-Harris* et al. 1994, *Wülker* und *Flamme* 1996, *Thermann* et al. 1996, *Wülker* et al. 1997) beurteilt.

Je nach Grunderkrankung kommen bei pantalaren Eingriffen immer häufiger interne Verfahren zur Anwendung (*Papa* und *Myerson* 1992, *Bono* et al. 1993, *Papa* et al. 1993, *Wülker* und *Flamme* 1996). Zahlreiche Neuentwicklungen sind die Folge der immer noch hohen Komplikationsrate bisheriger pantalarer Arthrodesen vor allem bei entzündlichen Erkrankungen und Osteonekrosen. Eine solche Methode stellt die modifizierte Astragalektomie mit Knochenspan-Interposition und anschließender tibiokalkanealer Fusion nach **Smith** (1963) dar. Sie kam an der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch einmal zur Anwendung und wurde durch einige Autoren bei der Talusnekrose empfohlen (*Smith* 1963, *Morris* et al. 1971, *Lionberger* et al. 1982, *Russotti* et al. 1988). Weiterhin sind die Rückfuß-Arthrodesen mittels **Steinmann**-Nagel (*Carrier* und *Harris* 1991) sowie durch eine **Wolf**-Platte (*Gruen* und *Mears* 1991) zu erwähnen.

#### 4.1.4 Zur Pseudarthrose

Die meisten Autoren geben die Zahl der fehlgeschlagenen Sprunggelenksarthrodesen bzw. eine Pseudarthrosenrate an. Da sich aber nur wenige Arbeiten mit allen Sprunggelenksarthrodesen bzw. Indikationen auseinandersetzen, ist ein Vergleich der globalen Pseudarthrosenrate schwierig. Man muß feststellen, daß zahlreiche Quellen eine Rate von lediglich 4 bis 16% angeben (*Bernaui* 1977 mit 4%, *Morgan* et al. 1985, *Mann* et al. 1991, *Harnisch* und *Rütt* 1994 mit je 5%, *Dennis* et al. 1990 mit 6%, *Schaap* et al. 1990 mit 6,9%, *Thermann* et al. 1996 mit 8%, *Bono* et al. 1993 mit 9%, *Johnson* und *Boseker* 1968 mit 11%, *Lance* et al. 1979 mit 11,1%, *Lynch* et al. 1988 mit 14%,

*Papa* und *Myerson* 1992 mit 14,3%, *Helm* 1990 mit 14,9% sowie *Stuart* und *Morrey* 1990 mit 15,4%).

Die Rate an Pseudarthrosen nach Sprunggelenksarthrosen an der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch von 28,2% kann durchaus mit denen von **Moran** et al. (1991) mit 20%, **Boobbyer** (1981) mit 21,6%, **Kitaoka** (1991) mit 22%, **Morrey** und **Wiedeman** (1980), **Angus** und **Cowell** (1986) mit 22,5%, **Kitaoka** et al. (1992) mit 23%, **McGuire** et al. (1988) mit 33%, **Papa** et al. (1993) mit 34% sowie **Hagen** (1986) und **Cracchiolo 3<sup>rd</sup>** et al. (1990) mit je 35% verglichen werden. Betrachtet man nun die Population jener Patienten, welche nach einer Sprunggelenksarthrose eine Pseudarthrose erlitten, stößt man auf die Frage nach den möglichen Ursache für das Entstehen einer solchen Komplikation. Retrospektiv läßt sich natürlich nur ein wahrscheinlicher Zusammenhang zu ursächlichen Faktoren erschließen.

#### 4.1.4.1 Patientendaten

Kein Zusammenhang konnte zwischen dem Auftreten einer Pseudarthrose nach Sprunggelenksarthrose und dem Alter des Patienten gefunden werden. Dazu wurden die kontinuierlichen Variablen (hier das Alter des jeweiligen Patienten zum Operationszeitpunkt) mit dem T-Test statistisch geprüft. Es wurde auch keine Quelle gefunden, die einen solchen Zusammenhang aufdeckte. Somit hängt die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten bzw. Entstehen einer Pseudarthrose nach Sprunggelenksarthrose nicht vom Alter des Patienten, sondern von anderen Faktoren ab.

Anders verhält es sich mit dem Geschlecht des Patienten. An der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch befanden sich in der Gruppe der Patienten mit einer Pseudarthrose nach Sprunggelenksarthrose deutlich mehr Frauen als Männer. Trotz der Tatsache, daß mehr weibliche Patienten operiert wurden, fällt auf, daß die Pseudarthrosenrate dieser Frauen (33,3%) deutlich höher als die der Männer (18,2%) ist. Die hierzu mit dem Chi-Quadrat-Test nach **Pearson** statistisch ausgewerteten kategorialen Variable (Geschlecht des Patienten) ergab zwar keine asymptotische Signifikanz ( $p > 0,05$ ), jedoch eine Tendenz, so daß man an Faktoren denken muß, die bei Frauen häufiger vorkommen als bei Männern. Die Literatur über Sprunggelenksarthrosen bietet dazu keinen ausreichenden Diskussionsstoff.

So stößt man bei der Untersuchung der Ursache einer Pseudarthrose natürlich auf die Grunderkrankung des Sprunggelenkes bzw. Rückfußes. Hierbei fällt die Gruppe der Rheumatoiden Arthritis mit einer Pseudarthrosenrate von 44,4% auf ( $p > 0,05$ ). **Moran** et al. (1991) und **Cracchiolo 3<sup>rd</sup>** et al. (1992) veröffentlichten bei ausschließlich rheumatischen Gelenken Pseudarthrosenraten von 20 bzw. 21 bis 23%. Sind in hier 18 rheumatische Sprunggelenke versteift worden, berichten die beiden Autoren über 30 bzw. 32 Operationen. Im Unterschied zu **Moran** et al. (1991), welche nur Arthrosen des OSG bei dekompensierten Osteo-Arthrosen durchführten, beinhaltet die Gruppe der an der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch durchgeführten Eingriffe vorwiegend pantalare Verfahren (55,5%). Nur 3 von 12 Sekundär-Arthrosen bei Rheumatoider Arthritis fusionierten nicht. Diese Rate von 25% deckt sich mit den Angaben von **Moran** et al. (1991) und **Cracchiolo 3<sup>rd</sup>** et al. (1992). Somit muß zunächst die Genese der Pseudarthrose in der entzündlichen und nekrotischen Gelenk- bzw. Knochenpathologie gesucht werden. Leider schlugen 5 Eingriffe bei 6 Osteo-Arthritiden bzw. Knochendestruktionen, was einer Rate von 83,3% entspricht, fehl.

#### 4.1.4.2 Klinische Daten

Die Diskussion über die Grunderkrankungen führt uns neben den Osteo-Arthritiden bzw. Knochendestruktionen bei der Rheumatoiden Arthritis zur Gruppe der anderen Erkrankungen, welche vorwiegend ideopathische und metabolische Osteo-Arthritiden beinhaltet. In Anlehnung an **Scranton Jr.** et al. (1980) kann man diese sogenannten komplizierten Rückfußerkrankungen (Entzündungen, Nekrosen und Pseudarthrosen), bei denen in Berlin-Buch 14 von 23 (60,9%) nicht fusionierten somit den einfachen, bei denen 6 von 48 (12,5%) nicht fusionierten, gegenüberstellen.

Es fusionierten nur 3 von 9 Osteo-Arthritiden des Rückfußes nach einer Arthrose ( $p < 0,05$ ). Diese bei uns signifikante Pseudarthrosenrate der entzündlichen Rückfußerkrankungen (66,7%) wurde in der aktuellen Literatur über Sprunggelenksarthrosen nicht gefunden. Meistens wird nur die postoperative Entzündung im Zusammenhang mit einer Pseudarthrose nach Sprunggelenksarthrose diskutiert. Schon **Morrey** und **Wiedeman** (1980) zählten diese

Komplikation auf und machten auf die Notwendigkeit einer Revision mit Methodenwechsel aufmerksam. **McGuire** et al. (1988) wiesen neben einer allgemeinen Komplikationsrate von 62% auf eine postoperative Infektionsrate von 28% sowie **Cracchiolo 3<sup>rd</sup>** et al. (1992) auf 5 postoperative Entzündungen bei 7 Pseudarthrosen, was einer Quote von 71,5% entsprach, hin. Präoperativ bestehende und zu fusionierende Entzündungen des Rückfußes wurden zwar erwähnt (*Hagen* 1986, *Gruen* und *Mears* 1991 *Myerson* und *Quill* 1991, *Moeckel* et al. 1991 sowie *Mann* et al. 1991), jedoch lediglich durch **Kirkpatrick** et al. (1991), **Kitaoka** et al. (1992) sowie **Eingartner** et al. (1994) charakterisiert und von **Cierny 3<sup>rd</sup>** et al. (1989) durch eine Arthrodesese mit 69%igem Erfolg behandelt. Dies wurde hier durch eine präoperative Einteilung der Osteo-Arthritis im Bereich des Rückfußes in Typ I bis IV, der Klassifikation der Rückfußsäule (*Ankle Column Index* bzw. ACI), der Beachtung aller Nebenfaktoren (Allgemein- und Ernährungszustand sowie Zustand wichtiger Organe und des Immunsystems) und einer indikationsgerechten Methodik gewährleistet. Sicherlich stellt die Kausaltherapie eines entzündlichen Leidens einen wichtigen Schlüssel zur Vermeidung eines wichtigen Risikofaktors zur Pseudarthrose dar.

Der komplette Mißerfolg bei den an der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch versorgten 3 Talusnekrosen ist nicht nur auf die zuvor erörterten Faktoren zurückzuführen. Zwar wurde diese Diagnose im Hinblick auf eine erhöhte Pseudarthrosenrate von **Angus** und **Cowell** (1986), **Kirkpatrick** et al. (1991) und **Eingartner** et al. (1994) erwähnt, jedoch muß bei uns neben einer präoperativen Fehldiagnostik die falsche Arthrodesemethodik (zweimal temporäre Talus-Exstirpation nach **Lorthioir** sowie einmal Fixateur externe nach **AO**) verantwortlich gemacht werden. In allen Fällen wurde nämlich durch einen Methodenwechsel eine Fusion erreicht.

Fusionierten in unserem Krankengut 5 der 11 präoperativ vorliegenden schmerzhaften Pseudarthrosen nicht, was einer Rate von 45,4% entspricht ( $p > 0,05$ ), weisen andere Arbeiten Zahlen von 18,2% (*Kirkpatrick* et al. 1991) bzw. 23% (*Kitaoka* et al. 1992), obwohl letztgenannt Arbeit auch Raten von 12 bis 45% zitiert, auf.

Bevor die Gründe für ein Fehlschlagen der Eingriffe bei o.g. Indikationen in der Operationsmethodik gesucht wird, sollen zunächst wichtige Begleiterkrankungen erörtert werden. Bei ihren Ausführungen erwähnten **Kitaoka** (1991), **Kirkpatrick** et al. (1991), **Cracchiolo 3<sup>rd</sup>** et al. (1992), **Kitaoka** et al. (1992) sowie **Eingartner** et al. (1994) mehrere Risikofaktoren für das Entstehen einer Pseudarthrose nach Sprunggelenksarthrodese. Neben der bereits diskutierten Rheumatoiden Arthritis, der vorliegenden Osteo-Arthritis im Bereich des Rückfußes sowie einer Talusnekrose wurden eine neuropathische Fußkrankung (*Lance* et al. 1979, *Scranton Jr.* et al. 1980, *Dennis* et al. 1990, *Kirkpatrick* et al. 1991, *Kitaoka* et al. 1992, *Bono* et al. 1993, *Graves* et al. 1993), ein arterieller Hypertonus (*Kitaoka* et al. 1992), eine periphere arterielle Durchblutungsstörung (*Eingartner* et al. 1994) bzw. kardiovaskuläre Erkrankungen (*Cierny 3<sup>rd</sup>* et al. 1989), der Diabetes mellitus mit diabetischer Neuro-Osteo-Arthropathie (*Lance* et al. 1979, *Cierny 3<sup>rd</sup>* et al. 1989, *Stuart* und *Morrey* 1990, *Kitaoka* et al. 1992, *Graves* et al. 1993, *Papa* et al. 1993, *Eingartner* et al. 1994), eine Osteoporose (*Kitaoka* et al. 1992, *Eingartner* et al. 1994), ein Nikotinabusus (*Cierny 3<sup>rd</sup>* et al. 1989, *Kitaoka* 1991, *Kitaoka* et al. 1992) sowie die Einnahme von Kortikoiden (*Cracchiolo 3<sup>rd</sup>* et al. 1992, *Kitaoka* et al. 1992, *Eingartner* et al. 1994) diskutiert.

In dieser Arbeit können aus den Nebenerkrankungen kardiovaskulärer, urogenitaler und endokrinologischer Natur keine signifikanten Daten für eine erhöhte Pseudarthrosequote gefunden werden. Dagegen zeigt der Zustand nach einer ipsilateralen Voroperation an den Knochen des Rückfußes in Form einer Osteosynthese, Osteotomie oder gar Arthrodesese eine Tendenz ( $p > 0,05$ ) für ein erhöhtes Risiko der Entstehung einer Pseudarthrose nach Sprunggelenksarthrodese. Unter den genannten Grund- und Nebenerkrankungen weisen die sprunggelenksnahe Osteopenie ( $p < 0,005$ ), die Dauermedikation mit Prednisolon ( $p < 0,01$ ) sowie der tägliche Konsum von mehr als 10 Zigaretten ( $p < 0,01$ ) eine asymptotische Signifikanz auf.

Bei der univariaten Varianzanalyse kristallisiert sich schließlich die Osteopenie als entscheidender klinischer Risikofaktor heraus.

Das stützt den Gedanken, daß neben der entzündlichen Pathologie, welche ja das biologische Standbein der Osteoneogenese gefährdet, der Mangel oder die Unterfunktion der Osteozyten bzw. Osteoblasten sowie der Überschuß oder Überfunktion der Osteoklasten, ein vom Hormon- und Immunsystem geregeltes Gleichgewicht, ebenfalls das Entstehen einer Pseudarthrose nach einer Sprunggelenksarthrodese begünstigt.

Es muß aber eingeräumt werden, daß zur Diagnosestellung jeder dieser osteopenischen

Nebenerkrankungen außer der Anamnese (auswärtige Diagnose dieser Erkrankung mittels Röntgen bzw. Knochendichtemessung sowie laufende antiosteoporotische Therapie), lediglich die Anamnese, die Symptomatik und der Befund (z.B. rheumatischer Fuß in der Postmenopause) sowie der perioperative röntgenologische Verlaufsbefund vorlagen.

Diese Risikofaktoren können sich natürlich nicht nur summieren, sondern potenzieren (z.B. bei einer mehrfach knöchern voroperierten und rauchenden Rheumatikerin in der Postmenopause mit einer exacerbierten Osteo-Arthritis unter laufender Prednisolon-Therapie).

#### 4.1.4.3 Operationsdaten

Nachdem die klinischen Risikofaktoren für das Entstehen einer Pseudarthrose erörtert wurden, muß man schließlich die Operation mit ihren Typen, Verfahren und Methoden analysieren. Sehr stark weichen die Angaben über Pseudarthrosen bei talotarsalen Eingriffen in der Literatur über Sprunggelenksarthrosen voneinander ab. Gab **Bernau** (1977) lediglich 4% an, waren es bei **Angus** und **Cowell** (1986) 22,5% sowie bei **Wülker** und **Flamme** (1996) zwischen 49 und 65% an unvollständigem röntgenologischem Knochendurchbau innerhalb der USG nach Arthrosen. Unsere Quote von 10,8% nach 37 ausgewerteten Eingriffen reiht sich zwischen die beiden erstgenannten Zahlen ein.

Spätestens jetzt ist zu diskutieren, daß eine Pseudarthrose klinisch manifest, also schmerzhaft sein kann oder lediglich röntgenologisch verifiziert und als fibröse Ankylosierung deklariert werden muß. Bei der Beurteilung des Erfolges, also der Fusion einer Sprunggelenksarthrose ist diese Form als Pseudarthrose (auch wenn klinisch stumm) einzuordnen. Sie hat allerdings keine Bedeutung bzw. Konsequenz, wenn es um die subjektive Schmerzbeurteilung geht bzw. die Indikation zur Re-Operation gestellt wird.

Bei den talocruralen Arthrosen geben zahlreiche Autoren Raten von 5 bis 42,8% an (*Morgan et al.* 1985, *Mann et al.* 1991, *Harnisch* und *Rütt* 1994 mit je 5%, *Dennis et al.* 1990 mit 6%, *Thermann et al.* 1996 mit 8%, *Lance et al.* 1979 mit 11,1%, *Eingartner et al.* 1994 mit 12%, *Lynch et al.* mit 14%, *Helm* 1990 mit 14,9%, *Boobbyer* 1981 mit 21,6%, *Moeckel et al.* mit bis zu 22%, *Kitaoka et al.* 1992 sowie *Morrey* und *Wiedeman* mit je 23%, *McGuire et al.* 1988 mit 33%, *Hagen* 1986 mit 35% und *Scranton et al.* 1980 mit bis zu 42,8%). Erneut ist unsere Angabe von 15,4% vergleichbar. Allerdings sind keine Signifikanzen herauszuarbeiten.

Schließlich kann die Pseudarthroserate unserer pantalareren Eingriffe von 66,7% diskutiert werden. Diesmal decken sich unsere Werte mit denen von **Wülker** und **Flamme** (1996) bzw. **Wülker et al.** (1997) von 54%. Zusätzlich weisen die in Berlin-Buch durchgeführten Rückfuß- und Pantalar-Arthrose eine asymptotische Signifikanz ( $p < 0,05$ ) auf. In allen Fällen ist das OSG mindestens beteiligt. Aus biomechanischer Sicht ist dies durch die einwirkenden Kräfte und Hebelverhältnisse auf eine solche Arthrose erklärbar und bestätigt die Aussagen von **Kirkpatrick et al.** (1991) und **Eingartner et al.** (1994). Nur muß man sich fragen, warum andere Operateure, so **Cierny 3<sup>rd</sup>** et al. (1989) mit 8-17%, **Kitaoka** (1991) mit 22%, **Stuart** und **Morrey** (1990), **Papa** und **Myerson** (1992) sowie **Papa et al.** (1993) mit ca. 15% niedrigere Pseudarthrosen vorweisen konnten. **Carrier** und **Harris** (1991) berichteten sogar über einen 100%igen Erfolg ihrer 5 durchgeführten Rückfuß-Arthrosen bei Sekundär-Arthrosen rheumatoider Genese. Bis auf **Papa et al.** (1993), welche nur posttraumatische Arthrosen behandelten, wurde ansonsten bei komplizierten Rückfußkrankungen (Entzündungen, Pseudarthrosen, diabetische Neuro-Osteo-Arthropathie u.a.) dieser Arthrosentyp durchgeführt. Die Indikationen zu diesen Eingriffen in Berlin-Buch waren zwar vorwiegend komplizierte Erkrankungen (16 von 21), von denen 75% nicht fusionierten. Bei den übrigen 5 Fällen waren immerhin 40% erfolglos. Obwohl die Zahlen nur als Stichproben zu werten sind, kommt neben der Tatsache, daß pantalarere Eingriffe meist bei komplizierteren Rückfußkrankungen mit höherem Risikopotential angewandt wurden und aus biomechanischer Sicht eine schlechtere Prognose als talocrurale oder talotarsale Eingriffe haben, der Arthrosenmethodik mit Auswahl des Fixationsmaterial entscheidende Bedeutung zu.

Die Kompressionsarthrose erbringt seit ihrer Erstveröffentlichung durch **Sir John Charnley** (1951), welcher 15 von 19 OSG erfolgreich versteifte, bessere Resultate als einfache Eingriffe durch Gipsfixation, Verriegelungs- und Interpositionsspäne bzw. **Kirschner**-Draht-Osteosynthese. Dies wurde durch **Lance et al.** (1979) mittels Pseudarthrosen von 6% gegenüber 11-36% bei den anderen Eingriffen bestätigt. Natürlich wurden auch die Nachteile dieser externen Methode erörtert und durch **Scranton Jr.** et al. (1980), welcher vor allem die Rotationsinstabilität bemängelte, durch **Ahlberg** und **Henricson** (1981), **Boobbyer** (1981) sowie **Lynch et al.** (1988),

welche vermehrt Wundheilungsstörungen und Pin-Infektionen sahen, offenbart. Man muß schließlich von jenen Autoren ausgehen, die den Fixateur befürworteten (*Lance et al. 1979, Morrey und Wiedeman 1980, Helm 1990, Kitaoka et al. 1992, Eingartner et al. 1994*) und von solchen, die ihm kritisch gegenüberstehen (*Scranton Jr. et al. 1980, Kirkpatrick et al. 1991, Moeckel et al. 1991*). **Moeckel et al. (1991)** zeigten sogar, daß trotz signifikant gleicher Ausgangspositionen die Pseudarthrosenrate der externen Methode mit 21% deutlich höher ist, als die der internen mit 5%. Noch größer fiel die Differenz bei Hinzunahme aller Komplikationen (auch Pin-Infektionen, Wundheilungsstörungen, verzögerte Knochenheilungen) aus (61 zu 28%). **Cierny 3<sup>rd</sup> et al. (1989)** sowie **Cracchiolo 3<sup>rd</sup> et al. (1992)** nutzten wiederum externe und interne Verfahren gleichzeitig bei entzündlichen bzw. rheumatoiden Rückfußkrankungen.

An der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch zeigten neben den Verriegelungs- bzw. Span-Arthrodesen mit 5 von 8 Pseudarthrosen (62,5%) der äußere Spannapparat bzw. Fixateur externe sehr schlechte Resultate. 5 von 6 äußeren Spannapparaten nach **Charley** bzw. Fixateur externe nach **AO** (83,3%) führten eine Pseudarthrose in den zu fusionierenden Gelenken herbei. Gerade beim OSG fand sich für den Fixateur externe eine asymptotische Signifikanz von  $p < 0,001$ . Dem stehen 8 von 45 internen Verfahren (17,8%) gegenüber. Dabei wurden externe Methoden bei 7 komplizierten Erkrankungen (3 Entzündungen, eine Talusnekrose und 3 Pseudarthrosen) in Form einer talocruralen und 6 pantalarer Eingriffen durchgeführt. Trotz eines nicht zu verachtenden Lernprozesses an der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch, was durch Pseudarthrosenraten aller Eingriffe bis 1992 (40 %) und ab 1993 (20 %) belegbar ist, muß man Fehler bei der Operationstechnik kritisieren. Zwar werden einfache Methoden nicht mehr allein, sondern nur in Kombination mit Kompression angewandt, was eine Senkung der Pseudarthrosenrate dieser Methodik von 52,4 % (bis 1992) auf 22,2 % (ab 1993) bewirkte, jedoch ist neben einer konstant guten Pseudarthrosenrate aller Kompressionsmethoden von 21,4 % (bis 1992) bzw. 19,7 % (ab 1993) eine schlechte Rate beim Fixateur externe zu verzeichnen (100 bzw. 80 %).

Die Verriegelungs- und Span-Arthrodesen sind sicherlich allein bzw. ohne zusätzliche Fixation nur noch selten bzw. bei ausgewählten Indikationen zu empfehlen, stellen aber bei der Problematik des avaskulären Knochens bzw. Knochendefektes avaskulärer und infektiöser Genese als Zusatzeingriff einen wertvollen Gewinn dar. **Cierny 3<sup>rd</sup> et al. (1989)** wendeten bei Entzündungen des Rückfußes mit stabilen Pfeilern medial und lateral stets eine interne Fixation und bei erst bei Defekt des lateralen Pfeilers einen Fixateur nach Fibula-Exstirpation an. Bei größeren Defekten (Osteomyelitis, Knochendestruktion bzw. Talusnekrose) kam neben der Besserung des Allgemein- und

Ernährungszustandes sowie des Zustandes wichtiger Organe und des Immunsystems dem Knochentransplantat eine zentrale Bedeutung zu.

Zu erwähnen ist, daß die Zeiten der Operationen bzw. intraoperativ angelegten Blutleeren oder Blutsperrern sowie der Wundheilungsverlauf keine signifikante Auswirkung auf das Entstehen einer Pseudarthrose nach Sprunggelenksarthrodesen haben.

## 4.2 Zum Fragebogen

### 4.2.1 Patientenzufriedenheit

Trotz einer globalen Komplikationsrate von 57,7%, welche aus postoperativen Problemen wie Wundheilungs- und Sensibilitätsstörungen, Tibiafrakturen, Materiallockerungen, Nachbargelenksarthrosen und einer Amputation hervorgeht, sowie einer globalen Pseudarthrosenrate von 28,2% waren nur 20,5% der Patienten nach einer Sprunggelenksarthrodesen in Berlin-Buch unzufrieden. Die Zufriedenheitsquote von 79,5% korreliert mit zahlreichen Literaturangaben, so von **Kägi (1979)** mit 63 bis 100%, von **Boobbyer (1981)** mit 67,5%, von **Angus und Cowell (1986)** mit 91,5%, von **Lynch et al. (1988)** mit ca. 83%, von **McGuire et al. (1988)** mit 72%, von **Wülker und Flamme (1996)** sowie **Wülker et al. (1997)** mit über 80%.

In Berlin-Buch waren unter den Patienten, bei denen eine erfolgreiche Fusion nach der Sprunggelenksarthrodesen festzustellen war, nur ein Patient unzufrieden und unter denen mit einer Pseudarthrose immerhin 2 Patienten mit geringen Einschränkungen zufrieden.

Der einzige signifikante Zusammenhang wurde darin gesehen, daß der Patient, der sein erfolgreiches Operationsergebnis erfährt, global zufrieden ist bzw. daß ein Patient, dem sein mißlungenes Ergebnis kundgetan wird, unzufrieden ist.



Der wichtigste Grund für die Unzufriedenheit war dann der Schmerz, welcher insgesamt in 9 unzufriedenen Fällen postoperativ angegeben wurde.

#### 4.2.2 Schmerz

In der Literatur über Sprunggelenksarthrosen konnte bis auf die detaillierten Angaben des Schmerzes in den noch zu erörternden Scores keine Angabe über den Zusammenhang zwischen Pseudarthrose nach einer Sprunggelenksarthrodese und Schmerz im betroffenen Gelenk gefunden werden. In Berlin-Buch litten nach einer Sprunggelenksarthrodese immerhin 20,6% der Patienten mit einer erfolgreichen Fusion und sogar 50% der Patienten mit einer Pseudarthrose an mäßigen bis starken Schmerzen im betroffenen Sprunggelenk bzw. Fuß. 17,7% der Patienten mit erfolgreicher Operation und 70% derer mit einer Pseudarthrose gaben dabei einen dauernden Schmerz bzw. einen Schmerz bei leichter Belastung an. Analgetika mußten postoperativ noch 26,5% der Patienten mit erfolgreicher Fusion und 60% der Patienten, welche an einer Pseudarthrose litten, einnehmen. Der durchschnittliche Wert auf der VAS betrug in der erfolgreichen Gruppe postoperativ 2,3 und in der Pseudarthrosegruppe immerhin 4,5.

Es existiert kein signifikanter Zusammenhang zwischen Schmerzstärke, Schmerzaufreten, Analgetikaverbrauch und Angabe auf der VAS und einem Erfolg oder Mißerfolg nach einer Sprunggelenksarthrodese ( $p > 0,05$ ). Lediglich der Unterschied beim dauernden Schmerz bzw. Schmerz bei leichter Belastung (17,7% der erfolgreichen Gruppe gegenüber 70% der Pseudarthrosegruppe) läßt eine Tendenz erkennen, daß ein Rückfuß somit unterschiedlich belastbar ist.

#### 4.2.3 Belastbarkeit

Über den Zusammenhang zwischen Pseudarthrose nach einer Sprunggelenksarthrodese und Belastbarkeit im betroffenen Rückfuß bietet die Literatur über Sprunggelenksarthrosen bis auf die noch zu erörternden Scores auch keinen ausreichenden Diskussionsstoff. Signifikanzen zwischen der Belastbarkeit und der Pseudarthrose nach einer Arthrodese im betroffenen Gelenk des Rückfußes waren in Berlin-Buch nicht zu finden. Es liegt jedoch die Tendenz vor, daß ein Patient, der an einer Pseudarthrose und Schmerzen im Sprunggelenk leidet, Beschwerden beim Gehen auf allen Untergründen angibt und diese Strecke unter 500m beträgt ( $p > 0,05$ ).

### 4.3 Der Sprunggelenk-Score

Die zuvor erörterten subjektiven Angaben der Patienten nach einer Sprunggelenksarthrodese, welche keinen signifikanten Schluß über den Erfolg einer solchen Arthrodese zulassen, machen neben der objektiven Untersuchung des Operationsergebnisses (Röntgen etc.) eine semiobjektive Bewertung notwendig. Hierunter sollten neben der Zufriedenheit und der Beschwerden nach einer Operation auch die Belastung charakterisiert und klassifiziert werden.

Zahlreiche Autoren bezeichneten ihre Ergebnisse als „sehr gut“ (*excellent*), „gut“ (*good*), „befriedigend“ (*fair*) und „schlecht“ (*poor* oder *failed*), wobei sie keine bekannte Klassifikation (*Score*) zur Beurteilung des Sprunggelenkes bzw. Fußes nutzten (*Johnson und Boseker 1968, Bernau 1977, Said et al. 1980, Boobbyer 1981* sowie *Morgan et al. 1985*). Die meisten Literaturquellen über Sprunggelenksarthrosen verwendeten den Score nach **Mazur et al. (1979)**, welcher auch *Boston children's Hospital ankle scoring system* genannt wird (*Mazur et al. 1979, Lynch et al. 1988, Dennis et al. 1990, Helm 1990, Schaap et al. 1990, Mann et al. 1991, Mazur et al. 1991, Moeckel et al. 1991, Myerson und Quill 1991, Papa und Myerson 1992, Krämer und Maichl 1993*). Darüber hinaus entwarfen einigen Autoren eigene Bewertungsschemata (*Angus und Cowell 1986, McGuire et al. 1988, Gruen und Mears 1991, Kitaoka 1991, Moran 1991, Thermann et al. 1996* sowie *Wülker und Flamme 1996*).

In Berlin-Buch kamen der Score nach **Mazur et al. (1979)** sowie die Scores nach **McGuire et al. (1988)** und **Kitaoka (1991)** zur Anwendung. Sie ergaben bei allen befragten Patienten (mit und ohne erfolgreiche Sprunggelenksarthrodese) ähnliche Werte ohne signifikanten Zusammenhang mit dem Auftreten einer Pseudarthrose. Jedoch fielen bei der detaillierten Betrachtung der o.g. sehr guten, guten, befriedigenden sowie schlechten Ergebnisse deutliche Abweichungen bei den Scores untereinander auf. Des weiteren ließen alle diese an der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch zur Anwendung gekommenen Scores die Angabe der globalen Zufriedenheit sowie eines numerischen Schmerzwertes (z.B. VAS) vermissen.

Somit wurde an der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch versucht, zu den Qualitäten „sehr gut“,

„gut“, „befriedigend“ und „schlecht“ quantitative Kriterien zuzuordnen und daraus die Entscheidung für weiteres Handeln abzuleiten. Dies geht aus der folgenden Tab. 10 hervor.

Tab. 10: Einschätzung der Ergebnisse nach Sprunggelenksarthrodese in Berlin-Buch

|                    | <b>sehr gut<br/>(<i>excellent</i>)</b> | <b>gut<br/>(<i>good</i>)</b>                        | <b>befriedigend<br/>(<i>fair</i>)</b>                | <b>schlecht<br/>(<i>poor</i>)</b>                         |
|--------------------|--|---|--|---|
| Zufriedenheit      | ja/ mit Einschränkungen (Kosmetik)     | ja/ mit Einschränkung (Hinken)                      | nur mit Einschränkungen                              | Unzufriedenheit   |
| Schmerzstärke      | nicht bis leicht                       | nicht bis mäßig                                     | leicht bis mäßig                                     | mäßig bis stark   |
| Schmerzaufreten    | nie/ starke Belastung                  | nie/ starke Belastung                               | starke und leichte Belastung                         | leichte Belastung bis dauernd                             |
| Analgetikagebrauch | kein                                   | kein/ gelegentlich                                  | gelegentlich/ regelmäßig                             | regelmäßig  |
| VAS-Wert           | <2                                     | 1-4   | 3-6  | >5  |
| Gehstrecke         | >500m                                  | 100 bis unendlich                                   | 0-500m   | <100m   |
| Gehhilfe           | keine                                  | gelegentlich (Stock)                                | meist UAGS   | UAGS bis Rollstuhl  |
| Komplikation       | keine/ geringe WHS                     | keine/ mäßige WHS/ Materiallockerung/ delayed union | WHS/ Materiallockerung/ Parese/ stumme Pseudarthrose | WHS/ Parese/ klinische Pseudarthrose/ Ostitis/ Amputation |

## Literaturverzeichnis

- Ahlberg, A., A.S. Henricson: Late results of ankle fusion. *Acta Orthop. Scand.* 52 (1981) 103-5
- Albert, E.: Eine Kniegelenkresektion mit vollständiger Naht und primärer Vereinigung. *Wien. Med. Press.* 18 (1877) 1129-30
- Alman, B.A., C.L. Craig, S. Zimble: Subtalar Arthrodesis for Stabilization of Valgus Hindfoot in Patients with Cerebral Palsy. *J. Ped. Orthop.* 13 (1993) 634-41
- Angus, P.D., H.R. Cowell: Triple Arthrodesis. *J. Bone Joint Surg.* 68-B (1986) 260-5
- Baciu, C.C., E. Filibiu: Rapid Arthrodesis of the Ankle Joint via Verticalisation of the Space. *Arch. Orthop. Traumat. Surg.* 93 (1979) 261-4
- Barr, J.S., E.E. Records: Arthrodesis of the ankle joint. *N. Engl. Med.* 248 (1953) 53-6
- Bauer, G., L. Kinzl: Arthrodesen des oberen Sprunggelenks. *Orthopäde.* 25 (1996) 158- 65
- Bernau, A.: Long-term results following Lambrinudi arthrodesis. *J. Bone Joint Surg.* 59-A (1977) 473-9
- Bernbeck, R., G. Dahmen: *Kinderorthopädie.* 2. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1976) 44-94
- Biesalski, K.: Zur Technik und Indikation der Fußarthrodese und Sehnenauswechslung. *Verh. Dtsch. Orthop. Ges.* 11 (1912) 248-52
- Blair, H.C.: Comminuted fractures and fracture dislocations of the body of the astragalus. *Am. J. Surg.* 59 (1943) 37-43
- Blömer, W., M. Ungethüm, T. Stuhler: Vergleichende mechanische Untersuchungen verschiedener Fixateur-externe-Montagen bei Sprunggelenksarthrodesen. In: Stuhler, T. (Hrsg.): *Arthrodesen.* Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1994) 228-36
- Böhler, L.: Die Ursachen der Pseudarthrose-Bildung und ihre Behandlung. *Klin. Wschr.* 7 (1928) 1332-4
- Böhler, L.: Die Technik der Knochenbruchbehandlung. Bd. II/2. 12. und 13. neubearb. Aufl. W. Maudrich Verlag, Wien, Bonn, Bern (1957) 2202-6
- Bono, J.V., J.R. Douglas, R.L. Jacobs: Surgical Arthrodesis of the Neuropathic Foot. *Clin. Orthop.* 296 (1993) 14-20
- Boobbyer, G.N.: The long-term Results of Ankle Arthrodesis. *Acta Orthop. Scand.* 52 (1981) 107-10
- Braly, W.G., J.K. Baker, H.S. Tullos: Arthrodesis of the Ankle with lateral plating. *Foot Ankle Int.* 15 (1994) 649-53
- Brandes, M.: Resultate der Fußarthrodese nach Lorthioir im Röntgenbilde. *Arch. Klin. Chir.* 177 (1933) 101-6
- Bullough, P.G., V.J. Vigorita: *Orthopädische Krankheitsbilder.* Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1987) 77-186
- Calandruccio, R.: *Triangular Compression Device.* Richards Medical Company (1985)
- Campbell, W.C.: An Operation for the Correction of Drop Foot. *J. Bone Joint Surg.* 5 (1923) 815-25
- Campbell, P.: Arthrodesis of the Ankle with Modified Distraction-Compression and Bone-Grafting. *J. Bone Joint Surg.* 72 (1990) 552-6
- Carrier, D.A., C.M. Harris: Ankle Arthrodesis With Vertical Steinmann's Pins in Rheumatoid Arthritis. *Clin. Orthop.* 268 (1991) 10-4
- Charnley, J.: Compression Arthrodesis of the Ankle and Shoulder. *J. Bone Joint Surg.* 33-B (1951) 180-91

- Chuinard, E.G., R.E. Petersen: Distraction-Compression Bone-Graft Arthrodesis of the Ankle. *J. Bone Joint Surg.* 45 (1963) 481-90
- Cierny 3rd, G., W.G. Cook, J.T. Mader: Ankle Arthrodesis in the Presence of Ongoing Sepsis. *Orthop. Clin. North. Am.* 20 (1989) 709-21
- Cracchiolo, A.: Arthrodesetechnik bei posttraumatischen Fußleiden. *Orthopäde.* 20 (1991) 86-94
- Cracchiolo 3rd, A., S. Pearson, H.B. Kitaoka, D. Grace: Hindfoot Arthrodesis in Adults Utilizing a Dowel Graft Technique. *Clin. Orthop.* 257 (1990) 193-203
- Cracchiolo 3rd, A., W.R. Cimino, G. Lian: Arthrodesis of the ankle in patients who have rheumatoid arthritis. *J. Bone Joint Surg.* 74-A (1992) 903-9
- Cramer, K.: Beiträge zur Arthrodesese des Talocruralgelenkes. *Z. Orthop. Chir.* 4 (1910) 3
- Davis, G.G.: The Treatment of the hollow foot (pes cavus). *Am. J. Orthop. Surg.* 2 (1912)
- Debrunner, A.M.: Orthopädie. 3. vollst. überarb. Aufl. Hans Huber Verlag, Bern, Göttingen, Toronto, Seattle (1994) 64-73, 512-9
- Debrunner, H.U., W.R. Hepp: Orthopädisches Diagnostikum. 6. überarb. und erw. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1994) 203-22
- Dennis, D.A., M.L. Clayton, D.A. Wong, R.P. Mack, M.H. Susman: Internal Fixation Compression Arthrodesis of the Ankle. *Clin. Orthop.* 253 (1990) 212-20
- Dent, C.M., M. Patil, J.A. Fairclough: Arthroscopic Ankle Arthrodesis. *J. Bone Joint Surg.* 75 (1993) 830-2
- Dennyson, W.G., G.E. Fulford: Subtalar Arthrodesis by Cancellous Grafts and metallic internal Fixation. *J. Bone Joint Surg.* 58 (1976) 507-10
- Dorn, U., H. Hofer: Stoffwechselbedingte Arthropathien. In: Jäger, M., C.J. Wirth (Hrsg.): Praxis der Orthopädie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1986) 605-12
- v.Dorsche, H.H.: Untere Extremität. In: Voss, H., R. Herlinger (Hrsg.): Taschenbuch der Anatomie. Bd. I, 18. Aufl. Gustav Fischer Verlag, Jena (1985) 211-43
- Ducroquet, C., L. Launay: Paralysie infantile des muscles du pied plat, son traitement par l'arthrodèse partielle. *Presse. Med.* 17 (1902) 467
- Dunn, N.: Calcaneo Cavus and its Treatment. *J. Orthop. Surg. Am.* 1 (1919) 711-21
- Eingartner, C., R. Volkmann, E. Winter, S. Weller: Die Spanplastik bei Pseudarthrosen nach Arthrodesese des oberen Sprunggelenkes. *Akt. Traumatol.* 24 (1994) 155-60
- Gallie, W.E.: Subastragal Arthrodesis in Fractures of the Os calcis. *J. Bone Joint Surg.* 25 (1943) 731-6
- Giuliani, K.: Lähmungen. In: Hohmann, G., M. Hackenbroch, K. Lindemann (Hrsg.): Handbuch der Orthopädie Bd. IV/2. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1961) 850-93
- Goldthwait, J.E.: An operation for the stiffening of the ankle joint in infantile paralysis. *Am. J. Orthop. Surg.* 5 (1908) 271
- Graves, S.C., R.A. Mann, K.O. Graves: Triple Arthrodesis in Older Adults. *J. Bone Joint Surg.* 75 (1993) 355-62
- Grice, D.S.: An Extra-Articular Arthrodesis of the Subastragalar Joint for Correction of paralytic flat Feet in children. *J. Bone Joint Surg.* 34 (1952) 927-40
- Gruen, G.S., D.C. Mears: Arthrodesis of the Ankle and Subtalar Joints. *Clin. Orthop.* 268 (1991) 15-20
- Gschwend, N.: Die operative Behandlung der chronischen Polyarthrit. 2.Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart. (1977) 269-75

- Hackenbroch, M.: Zur Arthrodesese des Fußgelenkes mittels temporärer Talusexstirpation. Arch. Orthop. Chir. 22 (1923) 298
- Hackenbroch, M.: Der Plattfuß. In: Hohmann, G., M. Hackenbroch, K. Lindemann (Hrsg.): Handbuch der Orthopädie Bd. IV/2. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1961) 998-1065
- Hackenbroch, M.H.: Periphere Arthrosen. In: Jäger, M., C.J. Wirth (Hrsg.): Praxis der Orthopädie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1986) 638-44
- Hagen, R.J.: Ankle arthrodesis. Clin. Orthop. 202 (1986) 152-62
- Hall, J.E., P.T. Calvert: Lambrinudi Triple Arthrodesis: A Review with Particular Reference to the Technique of Operation. J. Ped. Orthop. 7 (1987) 19-24
- Hallgrímsson, S.: Arthrodesis of the Foot in Poliomyelitis. Acta Chir. Scand. 87 (1942) 145-53
- Harnisch, E., J. Rütt: Unsere Erfahrungen mit der Arthrodesese des oberen Sprunggelenkes 1979-1990. In: Stuhler, T. (Hrsg.): Arthrodesen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1994) 265- 73
- Hass, J.: Verriegelung der Gelenke. Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 19 (1924) 301
- Hatt, R.N.: The central bone graft in joint arthrodesis. J. Bone Joint Surg. 22 (1940) 393-402
- Hawkins, B.J., R.J. Langerman, D.M. Anger, J.H. Calhoun: The Ilizarov Technique in Ankle Fusion. Clin. Orthop. 303 (1994) 217-25
- Hefti, F.L., J.U. Baumann, E.W. Morscher: Ankle joint fusion - determination of optimal position by gait analysis. Arch. Orthop. Trauma. Surg. 96 (1980) 187-95
- Hefti, F., R. Brunner: Das abgeflachte Fußgewölbe. Orthopäde. 28 (1999) 159-72
- Helm, R.: The Results of Ankle Arthrodesis. J. Bone Joint Surg. 72 (1990) 141-3
- Hettenkofer, H.J.: Chronische Arthritiden und Spondarthritiden. In: Hettenkofer, H.J.: Rheumatologie: Diagnostik - Klinik - Therapie. 2. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1989) 52-98
- Hohmann, G.: Zur operativen Technik der Arthrodesese des sog. hinteren unteren Sprunggelenks. Z. Orthop. (1942) 74
- Hohmann, G.: Fuß und Bein. 4. Aufl. von J. F. Bergmann Verlag, München (1948) 1-31, 38-145, 209- 45, 337-50, 387-406
- Hohmann, G.: Pes plano-valgus. In: Hohmann, G., M. Hackenbroch, K. Lindemann (Hrsg.): Handbuch der Orthopädie Bd. IV/2. Georg Thieme Verlag, Stuttgart. (1961) 831-43
- Hoke, M.: An Operation for Stabilizing paralytic Feet. J. Orthop. Surg. 19 (1921) 494-507
- Holt, E.S., S.T. Hansen, K.A. Mayo, B.J. Sangeorzan: Ankle Arthrodesis Using Internal Screw Fixation. Clin. Orthop. 268 (1991) 21-8
- Holz, U.: Die Arthrodesese des oberen Sprunggelenkes mit Zugschrauben. Operative Orthopädie und Traumatologie 2 (1990) 131
- Horwitz, T.: The use of the transfibular approach in arthrodesis of the ankle joint. Am. J. Surg. 55 (1942) 550-2
- Huppertz, R., H.P. Kaps: Subtalare Arthrodesese nach Grice, Langzeitergebnisse von 63 Operationen. Z. Orthop. 129 (1991) 57-61
- Imhäuser, G. Die operative Behandlung des starken Hohlfußes und des Ballenhohlfußes. Z. Orthop. 106 (1969) 488-94
- Imhäuser, G. Die Behandlung des schweren Hohlklumpfußes bei der neuralen Muskeltrophie. Z. Orthop. 122 (1984) 827-34
- Jäger, M. F.W. Hagena: Operative Therapie der Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises.

- In: Jäger, M., C.J. Wirth (Hrsg.): Praxis der Orthopädie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1986) 592-604
- Jäger, M., C.J. Wirth: Pseudarthrosen In: Jäger, M., C.J. Wirth (Hrsg.): Praxis der Orthopädie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1986) 338-45
- Jahss, M.H., P.A. Godsick, H. Levin: Quadruple Arthrodesis with iliac bone graft. In: Bateman, J., A.W. Trott (Hrsg.): The foot and ankle. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1980) 93-102
- Jentschura, G.: Akute und chronische Entzündungen. In: Hohmann, G., M. Hackenbroch, K. Lindemann (Hrsg.): Handbuch der Orthopädie Bd. IV/2. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1961) 896-923
- Johnson, E.E., J. Weltmer, G.J. Lian, A. Cracchiolo 3rd: Ilizarow Ankle Arthrodesis. Clin. Orthop. 280 (1992) 160-9
- Johnson, E.W., E.H. Boseker: Arthrodesis of the ankle. Arch. Surg. 97 (1968) 766-73
- Kägi, F.: Langzeitresultate der kombinierten Arthrodesese des unteren Sprunggelenkes und des Chopart'schen Gelenkes nach Ducroquet-Launay. Orthopäde. 8 (1979) 169-71
- Kalamchi, A., J.G. Evans: Posterior Subtalar Fusion. A preliminary Report On A Modified Gallie's Procedure. J. Bone Joint Surg. 59 (1977) 287-9
- Kaiser, H.: Chronische Polyarthritiden. Differentialdiagnose und Therapie. 2. neu bearb. und erw. Aufl. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart (1988)
- Kinzl, L.: Entzündliche Knochen- und Gelenkerkrankungen. In: Jäger, M., C.J. Wirth (Hrsg.): Praxis der Orthopädie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1986) 618-638
- Kirkpatrick, J.S., J.L. Goldner, R.D. Goldner: Revision arthrodesis for tibiotalar pseudarthrosis with fibular onlay-inlay graft and internal screw fixation. Clin. Orthop. 268 (1991) 29-36
- Kitaoka, H.B.: Salvage of Nonunion Following Ankle Arthrodesis for Failed Total Ankle Arthroplasty. Clin. Orthop. 268 (1991) 37-43
- Kitaoka, H.B., P.J. Anderson, B.F. Morrey: Revision of ankle arthrodesis with external fixation for non-union. J. Bone Joint Surg. 74-A (1992) 1191-200
- Krämer, K.L., F.P. Maichl: Scores, Bewertungsschemata und Klassifikationen in Orthopädie und Traumatologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1993) 418-44
- Kreuz, L., H. Stope: Pes equino-varus congenitus... In: Hohmann, G., M. Hackenbroch, K. Lindemann (Hrsg.): Handbuch der Orthopädie Bd. IV/2. Georg Thieme Verlag, Stuttgart. (1961) 788-820
- Labitzke, R., M. Upmeyer: Die Seilzuggurtungsarthrodesese am Fuß. Fortschritte in Orthopädie und Traumatologie. 1 (1990) 147-55
- Lambrinudi, C.: New Operation on Drop-Foot. Brit. J. Surg. 15 (1927) 193-200
- Lance, E.M., A. Paval, I. Fries, I. Larsen, R.L. Patterson Jr.: Arthrodesis of the ankle joint. Clin. Orthop. 142 (1979) 146-58
- Lange, M.: Die Arthrodesese im unteren Sprunggelenk (Talokalcanealgelenk) zur Behandlung der Plattfüße mit Arthritis deformans. Z. Orthop. Chir. 57 (1932) 106-17
- Lange, M.: Die Arthrodesesen. Wien. Med. Wschr. 105 (1955) 256-66
- Lange, M.: Orthopädisch- chirurgische Operationslehre. 2. Aufl. von J. F. Bergmann Verlag, München (1962) 88-104, 769-888
- Lange, M. Lehrbuch der Orthopädie und Traumatologie. Bd. II/2. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart (1965) 311-36
- Lexer, E.: Versteifung paralytischer Gelenke mittels Knochenbolzen. Dt. Med. Wschr. 33 (1907)

- Lionberger, D.R., J.O. Bishop, H.S. Tullos: The modified Blair fusion. *Foot Ankle.* 3 (1982) 60-2
- Lorthioir, J.: Huit cas d'arthrodèse du pied avec exstirpation temporaire d'astragale. *Ann. Soc. Belge. Chir.* 10 (1911) 184
- Lynch, A.F., R.B. Bourne, C.H. Rorabeck: The long term results of the ankle arthrodesis. *J. Bone Joint Surg.* 70-B (1988) 113-6
- Mallon, W.J., J.A. Nunley: The Grice Procedure- Extra-Articular Subtalar Arthrodesis. *Orthop. Clin. North. Am.* 20 (1989) 649-54
- Mann, R.A.: Surgical implications of biomechanics of the foot and ankle. *Clin. Orthop.* 146 (1980) 111-8
- Mann, R.A., J.W. Van-Manen, K. Wapner, J. Martin: Ankle fusion. *Clin. Orthop.* 268 (1991) 49-55
- Marcus, R.E., G.M. Balourdas, K.G. Heiple: Ankle Arthrodesis by Chevron Fusion with Internal Fixation and Bone-Grafting. *J. Bone Joint Surg.* 65-A (1983) 833-8
- Marquardt, W.: Zur Technik der Arthrodese des oberen Sprunggelenkes. *Z. Orthop.* 80 (1951) 477-80
- Mau, C.: Arthrodese des Fußgelenkes durch temporäre Talusexstirpation. *Münch. Med. Wschr.* 72 (1925) 11
- Mau, C., H. Mau: Degenerative Erkrankungen des Fußes. In: Hohmann, G., M. Hackenbroch, K. Lindemann (Hrsg.): *Handbuch der Orthopädie Bd. IV/2.* Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1961) 923-97
- Maurer, R.C., W.R. Cimino, C.V. Cox, G.K. Satow: Transarticular cross-screw fixation. A technique of ankle arthrodesis. *Clin. Orthop.* 268 (1991) 56-64
- Mazur, J.M., E. Schwartz, S. Simon: Ankle arthrodesis. Long-Term Follow-up with Gait Analysis. *J. Bone Joint Surg.* 61-A (1979) 964-75
- Mazur, J.M., R.J. Cummings, W.P. McCluskey, W.W. Lovell: Ankle Arthrodesis in Children. *Clin. Orthop.* 268 (1991) 65-9
- McGuire, M.R., R.F. Kyle, R.B. Gustilo, R.F. Premer: Comparative Analysis of Ankle Arthroplasty Versus Ankle Arthrodesis. *Clin. Orthop.* 226 (1988) 174-81
- McRae, R.: *Klinisch-orthopädische Untersuchung.* 3. Aufl. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York (1995) 213-60
- Mears, D.C., R.G. Gordon, S.E. Kann, J.N. Kann: Ankle Arthrodesis With an Anterior Tension Plate. *Clin. Orthop.* 268 (1991) 70-7
- Mittelmeier, H., W. Hort, K. Diehl: Interne Kompressionsarthrodese des oberen Sprunggelenkes. *Arch. Orthop. Unfallchir.* 81 (1975) 57-64
- Moeckel, B.H., B.M. Patterson, A.E. Inglis, T.P. Sculco: Ankle arthrodesis. A comparison of Internal and External Fixation. *Clin. Orthop.* 268 (1991) 78-83
- Moran, C.G., I.M. Pinder, S.R. Smith: Ankle arthrodesis in rheumatoid arthritis. *Acta Orthop. Scand.* 62 (1991) 538-43
- Morgan, C.D., J.A. Henke, R.W. Bailey, H. Kaufer: Long-Term Results of Tibiotalar Arthrodesis. *J. Bone Joint Surg.* 67-A (1985) 546-50
- Morgan, C.D.: Arthroskopische Arthrodese des oberen Sprunggelenks. *Orthopäde.* 20 (1991) 99-103
- Morrey, B.F., G.P. Wiedeman Jr.: Complications and Long-Term Results of Ankle Arthrodeses following Trauma. *J. Bone Joint Surg.* 62-A (1980) 777-84
- Morris, H.D., W.L. Hand, A.W. Dunn: The modified Blair Fusion for Fractures of the Talus. *J. Bone*

- Joint Surg. 53-A (1971) 1289-97
- Müller, E. Beitrag zur Operation gelähmter Füße. Zbl. Chir. 21 (1913) 812-4
- Müller, M.E., M. Allgöwer, R. Schneider, H. Willenegger: Manual der Osteosynthese - AO-Technik. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York (1969) 392-5
- v.Muralt, R.H.: Richtlinien zur Behandlung des Hackenfußes. Acta Orthop. Scand. 20 (1951) 300-6
- Myerson, M.S., G. Quill: Ankle Arthrodesis. A comparison of an Arthroscopic and an Open Method of Treatment. Clin. Orthop. 268 (1991) 84-95
- Nieny, K.: Zur Behandlung der Fussdeformitäten bei ausgedehnten Lähmungen. Arch. Orthop. Unfallchir. 3 (1905) 60-4
- Nové-Josserand, G.: Arthrodèse sous-astragalienne avec butée osseuse dans le pied paralytique. Rev. Orthop. 4 (1925) 719
- Ogilvie-Harris, D.J., I. Lieberman, D. Fitsialos: Arthroscopically Assisted Arthrodesis for Osteoarthrotic Ankles. J. Bone Joint Surg. 75-A (1993) 1167-74
- Ogilvie-Harris, D.J., D. Fitsialos, T.P. Hedman: Arthrodesis of the Ankle. A Comparison of two versus three Screw Fixation in a Crossed Configuration. Clin. Orthop. 304 (1994) 195-9
- Ogston, A.: On Flat-foot, and its Cure by Operation. Brit. Med. J. 1 (1884) 110-1
- Ombredanne, L.: Les arthrodése du pied. Rev. Orthop. 8 (1921) 515
- Papa, J.A., M.S. Myerson: Pantalar and Tibiotalocalcaneal Arthrodesis for Post-Traumatic Osteoarthrosis of the Ankle and Hindfoot. J. Bone Joint Surg. 74-A (1992) 1042-9
- Papa, J., M. Myerson, P. Girard: Salvage, with Arthrodesis, in Intractable Diabetic Neuropathic Arthropathy of the Foot and Ankle. J. Bone Joint Surg. 75-A (1993) 1056-66
- Partio, E.K., E. Hirvensalo, E. Partio, S. Pelttari, K. Jukkala-Partio, O. Bostman, A. Hanninen, P. Tormala, P. Rokkanen: Talocrural arthrodesis with absorbable screws, 12 cases followed for 1 year. Acta Orthop. Scand. 63 (1992) 170-2
- Pisani, G.: Fußchirurgie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1998) 2-96, 127-231
- Ponseti, I.V.: Current Concepts Review – Treatment of Congenital Club Foot. J. Bone Joint Surg. 74-A (1992) 448-52
- Raab, P., R. Krauspe: Das Klumpfußrezidiv. Orthopäde. 28 (1999) 110-6
- Randolph, T., H. Vogler: Nonunions and delayed unions. J. Foot. Surg. 24 (1985) 62-7
- Rehn, J., W. Griebel: Die Sofort-, Früh- und Spätharthrodese des unteren Sprunggelenkes nach Fersenbeinfrakturen. Z. Orthop. 117 (1979) 565-69
- Rehn, J., A. Lies: Die Pathogenese der Pseudarthrose, ihre Diagnostik und Therapie. Unfallheilk. 84 (1981) 1-13
- Roeren, L.: Die Drehversteifung. Z. Orthop. Chir. 52 (1930) 271-5
- Rütt, A.: Der Hohlfuß. In: Hohmann, G., M. Hackenbroch, K. Lindemann (Hrsg.): Handbuch der Orthopädie Bd. IV/2. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1961) 1068-96
- Rütt, A.: Fuß. In: Hackenbroch, M., A.N. Witt (Hrsg.): Orthopädisch- chirurgischer Operationsatlas. Bd. V. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1973) 88-200
- Rütt, A., W. Küsswetter: Angeborene und erworbene Fußfehlformen (Deformitäten). In: Jäger, M., C.J. Wirth (Hrsg.): Praxis der Orthopädie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1986) 994-1023
- Russotti, G.M., K.A. Johnson, J.R. Cass: Tibiotalocalcaneal arthrodesis for arthritis and deformity of the hind part of the foot. J. Bone Joint Surg. 70-A (1988) 1304-7
- Russotti, G.M., J.R. Cass, K.A. Johnson: Isolated Talocalcaneal Arthrodesis. J. Bone Joint Surg.



70-A (1988) 1472-8

- Ryerson, E.W.: Arthrodesing Operations on the Feet. *J. Bone Joint Surg.* 5 (1923) 453-71
- Said, E., L. Hunka, T.N. Siller: Ankle fusion, a current study. In: Bateman, J., A.W. Trott (Hrsg.): *The foot and ankle*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1980) 131-6
- Samter, O.: Über die Arthrodesese im FuÙe. *Zbl. Chir.* 32 (1895) 737-40
- Sangeorzan, B.J., D. Smith, R. Veith, S.T. Hansen: Triple Arthrodesis Using Internal Fixation in Treatment of Adult Foot Disorders. *Clin. Orthop.* 294 (1993) 299-307
- Schaap, E.J., J. Huy, A.J. Tonino: Long-term results of arthrodesis of the ankle. *Int. Orthop.* 14 (1990) 9-12
- Schattenkirchner, M.: Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises. In: Jäger, M., C.J. Wirth (Hrsg.): *Praxis der Orthopädie*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1986) 573-81
- Scherblicher, R.: Arthrodesen des Fußes. *Wien. Med. Wschr.* 105 (1955) 342-5
- Schill, S., C. Biehl, H. Thabe: Prothetische Versorgung des Sprunggelenkes. *Orthopäde.* 27 (1998) 183-7
- Schleberger, R., T. Senge: Non-invasive treatment of long bone pseudarthrosis by shock waves (ESWL). *Arch. Orthop. Trauma Surg.* (1992) 111: 224-7
- Scranton Jr., P.E., F.H. Fu, T.D. Brown: Ankle arthrodesis. *Clin. Orthop.* 151 (1980) 234-43
- Scranton Jr., P.E.: Use of Internal Compression in Arthrodesis of the Ankle. *J. Bone Joint Surg.* 67-A (1985) 550-5
- Scranton Jr., P.E.: An Overview of Ankle Arthrodesis. *Clin. Orthop.* 268 (1991) 96-101
- Seymour, N., D.K. Evans: A modification of the Grice subtalar arthrodesis. *J. Bone Joint Surg.* 50-B (1968) 372-5
- Smith, H.: Fractures of Talus. In: Campbell (Hrsg.): *Operative Orthopedics*. Vol I. 4th ed. Chapter 6. C.V. Mosby & Co. St. Louis (1963) 393-8
- Sowa, D.T., K.A. Krackow: Ankle Fusion: A New Technique of Internal Fixation Using a Compression Blade Plate. *Foot Ankle.* 9 (1989) 305-8
- Stauffer, R.N.: Total Ankle Replacement. *Arch. Surg.* 112 (1977): 1105-9
- Stewart, M.J., T.C. Beeler, J.C. McConnell: Compression Arthrodesis of the Ankle. *J. Bone Joint Surg.* 65-A (1983) 219-25
- Stranks, G.J., T. Cecil, I.T. Jeffery: Anterior ankle arthrodesis with cross-screw fixation. *J. Bone Joint Surg.* 76-B (1994) 943-6
- Stuart, M.J., B.F. Morrey: Arthrodesis of the Diabetic Neuropathic Ankle Joint. *Clin. Orthop.* 253. (1990) 209-12
- Stürmer, K.M.: Pathophysiologie der gestörten Knochenheilung. *Orthopäde.* 25 (1996) 386-93
- Stuhler, T., M. Ungethüm, W. Blömer: Biomechanische Untersuchungen bei Sprunggelenksarthrodesen mittels Fixateur externe. In: Hackenbroch, M.H., H.J. Refior, M. Jäger, W. Plitz (Hrsg.): *Funktionelle Anatomie und Pathomechanik des Sprunggelenkes*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1984): 184-8
- Swärd, L., J.S. Hughes, C.J. Howell, C.L. Colton: Posterior internal compression arthrodesis of the Ankle. *J. Bone Joint Surg.* 74-B (1992) 752-6
- Thermann, H., T. Hüfner, A. Roehler, H. Tscherne: Schraubenarthrodese des oberen Sprunggelenks. *Orthopäde.* 25 (1996) 166-76
- Thomann, H.D.: Die künstliche Gelenkversteifung, Zur Geschichte eines therapeutischen Verfahrens. In: Stuhler, T.(Hrsg.): *Arthrodesen*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York

(1994) 2-22

- Thordarson, D.B., K.L. Markolf, A. Cracchiolo 3rd: Arthrodesis of the Ankle with Cancellous-Bone Screws and Fibular Strut Graft. *J. Bone Joint Surg.* 72-A (1990) 1359-63
- Thordarson, D.B., K. Markolf, A. Cracchiolo 3rd: Stability of an Ankle Arthrodesis Fixed by Cancellous-Bone Screws Compared with That Fixed by an External Fixator. *J. Bone Joint Surg.* 74-A (1992) 1050-5
- Thordarson, D.B., K. Markolf, A. Cracchiolo 3rd: External fixation in Arthrodesis of the Ankle. *J. Bone Joint Surg.* 76-A (1994) 1541-4
- Tillmann, K.: Surgical Treatment of the Foot in Rheumatoid Arthritis. In: Chapchal, G.: *Reconstruction Surgery and Traumatology*. S. Karger Verlag, Basel. 18 (1981) 195-204
- Tillmann, K.: Zur Pathomechanik des rheumatischen Sprunggelenkes. In: Hackenbroch, M.H., H.J. Refior, M. Jäger, W. Plitz (Hrsg.): *Funktionelle Anatomie und Pathomechanik des Sprunggelenkes*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1984) 208-10
- Tillmann, K.: Operative Maßnahmen bei entzündlich- rheumatischen Krankheiten. *Dt. Ärzteblatt.* 92 (1995) 2574-9
- Tittel, K.: *Funktionelle Anatomie und Biomechanik der Sprunggelenke*. TW Sport und Medizin 9. (1997) 172-8
- Vecsei, V., H.C. Nonnemann, K. Klemm, I. Kempf: Heilungskomplikationen und Infektionen. Sonderausgabe aus *Knochenbruchheilung*. Empfehlung des Gerhard-Küntschler-Kreises. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1995) 139-46
- Verhelst, M.P., J.C. Mulier, M.J. Hoogmartens, F. Spaas: Arthrodesis of the ankle joint with complete removal of the distal part of the fibula. *Clin. Orthop.* 118 (1976) 93-9
- Vogel, J., J.D. Rompe, C. Hopf, J. Heine, R. Bürger: Die Hochenergetische Extrakorporale Stoßwellentherapie (ESWT) in der Behandlung von Pseudarthrosen. *Z. Orthop.* 135 (1997) 145-9
- Wachsmuth, W.: Die Operationen an der unteren Extremität. In: Guleke, N., R. Zenker: *Allgemeine und spezielle chirurgische Operationslehre*. 2. Aufl. Bd. X/2 (1956) 350-84
- Wagner, H., H.G. Pock: Die Verschraubungsarthrodese der Sprunggelenke. *Unfallheilk.* 85 (1982) 280-300
- Weber, B.G., O. Cech: *Pseudarthrosen*. Pathophysiologie, Biomechanik, Therapie, Ergebnisse. Hans Huber Verlag, Bern (1973)
- Weltmer Jr., J.B., S.H. Choi, A. Shenoy, V. Schwartzman: Wolf Blade Plate Ankle Arthrodesis. *Clin. Orthop.* 268 (1991) 107-11
- Weseloh, G.: Hämophile Arthropathie. In: Jäger, M., C.J. Wirth (Hrsg.): *Praxis der Orthopädie*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York (1986) 613-7
- Wessinghage, D., W. Mohr: Entwicklung chronischer Polyarthritiden mit typischen Veränderungen. *Schattauer Verlag, Stuttgart* (1988) 1-79
- Whitman, A.: Astragalectomy and backward Displacement of the foot. *J. Bone Joint Surg.* 4 (1922) 266-78
- Willms, R., L. Gotzen: Monolaterale externe Kompressionsarthrodese des oberen Sprunggelenkes. *Unfallchirurg.* 93 (1990) 115-9
- Wilson Jr., H.J.: Arthrodesis of the Ankle. *J. Bone Joint Surg.* 51-A (1969) 775-7
- Witt, A.N.: *Die Behandlung von Pseudarthrosen*. Walter de Gruyter Verlag, Berlin (1952)
- Wülker, N., C.H. Flamme: Rückfußarthrosen. *Orthopäde.* 25 (1996) 177-86
- Wülker, N., C.H. Flamme, A. Müller, C.J. Wirth: 10-Jahres-Verläufe nach Arthrosen der Rückfußgelenke und des oberen Sprunggelenks. *Z. Orthop.* 135 (1997) 509-13

Zwipp, H.: Die antero- laterale Rotationsinstabilität des oberen Sprunggelenkes. Unfallheilk. 177 (1985)

## **Danksagung**

Mein besonderer Dank gilt Herrn Privatdozent Dr. med. Josef Zacher für die Überlassung des Themas dieser Arbeit.

Weiterhin danke ich Herrn Dr. med. Christian Roggenbuck und Herrn Dr. med. Henry Völzke für die fachliche Kritik und allen Mitarbeitern der Klinik für Orthopädie in Berlin-Buch für die Unterstützung.

Mein Dank gilt außerdem meiner Lebensgefährtin Frau Ulrike Karberg für die zahlreichen Anregungen.

**Lebenslauf**

|               |  |
|---------------|--|
| 09/74 - 08/84 | Oberschule Merseburg   |
| 09/84 - 08/86 | Erweiterte Oberschule Merseburg<br>Abschluß: Abitur (Prädikat: mit Auszeichnung)                                 |
| 09/86 - 08/87 | Berufspraktikum<br>Medizinische Akademie Bad Saarow<br>Abschluß: Krankenpfleger                                  |
| 09/87 - 09/93 | Medizinstudium<br>Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald<br>Abschluß: Ärztliches Staatsexamen (Prädikat: Gut) |
| 10/93 - 06/94 | Arzt im Praktikum<br>Abteilung für Orthopädie<br>Krankenhaus Bad Freienwalde/Wriezen                             |
| 07/94 - 03/96 | Arzt im Praktikum/ Assistenzarzt<br>Klinik für Neurochirurgie<br>Klinikum Buch in Berlin                         |
| 06/96 – 02/99 | Assistenzarzt<br>Klinik für Orthopädie<br>Humaine-Klinikum Bad Saarow  |
| 03/99 – 09/99 | Assistenzarzt<br>Klinik für Chirurgie<br>Humaine-Klinikum Bad Saarow   |
| seit 10/99    | Assistenzarzt<br>Abteilung für Chirurgie<br>Caritas-Kliniken Pankow in Berlin                                    |

### **Eidstattliche Erklärung**

Ich erkläre hiermit eidesstattlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch nicht in dieser Form veröffentlicht. Ich bin mir bewußt, daß eine unwahre Erklärung rechtliche Folgen haben kann.

Berlin, 31.08.1999