

**Aus der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie  
(Chirurgische Klinik II) der Universität Würzburg**

**Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. R. Meffert**

# **Behandlung und Outcome subtalarer Luxationen**

**Inaugural - Dissertation**

**zur Erlangung der Doktorwürde der**

**Medizinischen Fakultät**

**der**

**Julius-Maximilians-Universität Würzburg**

vorgelegt von

Sebastian Kiesel

aus Würzburg



## **Würzburg, Juli 2015**

**Referent:** Univ.-Prof. Dr. med. R. Meffert

**Korreferent:** Prof. Dr. med. M. Rudert (Orthopädische Klinik König-Ludwig-Haus Würzburg)

**Dekan:** Prof. Dr. M. Frosch

**Tag der mündlichen Prüfung:**

Dienstag, 20.09.2016

**Der Promovend ist Arzt**

*Für meine Eltern*

Inhaltsverzeichnis:	Seite
<b>I. EINLEITUNG</b>	1
<b>1. Die subtalare Luxation</b>	3
1.1 Begriffsbestimmung	3
1.2 Das untere Sprunggelenk – Anatomie und Biomechanik	4
1.2.1 Anatomie	5
1.2.1.1 Knöcherner Gelenkanteile	5
1.2.1.2 Bandapparat	7
1.2.1.3 Blutversorgung	11
1.2.2 Biomechanik	14
1.2.2.1 Bewegungsausmaß des unteren Sprunggelenkes	14
1.2.2.2 Komplexbewegungen des Kombinationsgelenkes	16
1.2.2.3 Die Rolle des Talus	18
1.3 Entstehung und Unfallmechanismus	20
1.4 Begleitverletzungen (lokal)	21
1.5 Klinische Symptome und Diagnostik	23
1.6 Therapie	26
1.7 Nachbehandlung	30
1.8 Komplikationen	31
<b>2. Komplextrauma des Fußes</b>	34
2.1 Funktionell anatomische Ebenen	34
2.2 Therapierichtlinien	35

---

<b>II.</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN</b>	37
3.	<b>Gesamtzahl der subtalaren Luxationen im Untersuchungszeitraum</b>	37
4.	<b>Patientenkollektiv</b>	38
5.	<b>Anamnese und klinische Nachuntersuchung</b>	38
5.1	Der Zwipp – Score	39
5.2	Der VAS – Score	39
5.3	Radiologische Auswertung	40
5.3.1	Radiologische Kriterien der posttraumatischen Arthrose	41
<b>III.</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	42
6.	<b>Patientenkollektiv</b>	42
6.1.	Alters- und Geschlechterverteilung	42
6.2	Art der subtalaren Luxation	43
6.3	Unfallart	43
6.4	Begleitverletzungen	45
7.	<b>Subjektive Ergebnisse</b>	46
7.1	Zufriedenheit	46
7.2	Schmerz	48
7.3	VAS Score Auswertung	49
7.4	Wiederaufnahme sportlicher Aktivität	49
7.5	Wetterfühligkeit	51
8.	<b>Objektive Ergebnisse</b>	52
8.1	Weichteile	52
8.1.1	Haut und Narben	52

8.1.2	Sensibilität	52
8.1.3	Durchblutung	52
8.1.4	Motorik	53
8.1.5	Sonstige Fußprobleme	53
8.1.6	Weichteile insgesamt	53
8.2	Statik	54
8.3	Dynamik	56
8.4	Funktion	57
8.5	Röntgen (CT axial, sagittal und koronar)	61
8.6	Sonstiges	64
8.6.1	Reposition	64
8.6.2	Nachbehandlung	65
8.6.3	Orthopädische Hilfsmittel	66
8.7	Ergebnisse des Scores nach Zwipp	67
<b>9.</b>	<b>Gruppenbezogene Ergebnisse</b>	<b>69</b>
<b>IV.</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>76</b>
<b>V.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>93</b>
<b>VI.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>95</b>
<b>VII.</b>	<b>ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS / SCORES</b>	<b>105</b>
<b>VIII.</b>	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>114</b>
<b>IX.</b>	<b>LEBENS LAUF</b>	<b>117</b>
<b>X.</b>	<b>DANKSAGUNG</b>	<b>119</b>

## I. EINLEITUNG

Die Menschwerdung begann mit der Funktionsumwandlung des Fußes zu einem Stand- und Fortbewegungsorgan. 3,5 Millionen Jahre alte Trittsuren und Skeletteile, die von Mary Leaky gefunden wurden, zeigen, dass der Fuß des Menschen seither keine wesentlichen Änderungen mehr erfahren hat. Die Umwandlungen des Fußes erlaubten so den bipedalen Gang und die Befreiung der Hände – die wichtigsten äußeren Merkmale der Menschwerdung. Trotz der großen Bedeutung des Fußes für die Entwicklung des Menschen ist er doch erst sehr spät Gegenstand spezifischer Forschung geworden.

Nicht nur bei Ärzten allgemein, sondern auch bei Orthopäden blieben Fußprobleme immer am Rande des wissenschaftlichen und klinischen Interesses. So hat sich auch die wichtigste Grundlagenwissenschaft für das Verständnis des Fußes und seiner Erkrankungen, die Biomechanik, erst relativ spät des Fußes angenommen. O. Fischer veröffentlichte erst 1900 seine Studie „Über die Bewegungen des Fußes und die auf denselben einwirkenden Kräfte“, Georg Hohmann war wohl der Erste, der eine umfassende Monographie über den Fuß schrieb.

Die Geringschätzung mag auch daran liegen, dass der Fuß ein sehr komplexes Gebilde mit einer einmaligen, recht schwierig zu verstehenden Funktion ist. Sowohl im deutschsprachigen als auch im internationalen Schrifttum stehen fußbedingte Erkrankungen selten im Vordergrund. Ursächlich hierfür scheint, dass entsprechende Veränderungen bekannt sind und dass sich hinsichtlich der Therapie auch in der letzten Zeit keine wesentlichen neuen Erkenntnisse ergaben. Offensichtlich ist jedoch, dass der Fuß gegenüber anderen Körperteilen eine gewisse Benachteiligung erfährt. [1]

Hektik, physischer und psychischer Stress, Schönheitswahn und die nicht enden wollende Rasanzen der heutigen Zeit belasten den menschlichen Fuß zusätzlich ohne ihm dabei den nötigen Respekt zu zollen.

Subtalare Luxation des Fußes sind Folge einer erheblichen Krafteinwirkung oft im Rahmen eines Hochrasanztraumas. Nicht selten verbleiben

Funktionseinschränkungen bis hin zur posttraumatischen Arthrose. Schmerzhaftes Einschränkung der Geh- und Arbeitsfähigkeit oder der Verlust der Sprunggelenksfunktion können daraus resultieren.

Es ist daher das Ziel der hier vorliegenden Arbeit, heutige Therapieansätze des komplexen Fußtraumas, im Besonderen der subtalaren Luxation, darzustellen und weitere Faktoren, welche die Zufriedenheit und das klinische Ergebnis dieser kleinen Patientengruppe beeinflussen, darzulegen. Die Therapieergebnisse der Patientengruppe werden mittels einer Nachuntersuchung von 22 Patienten nach stattgehabter subtalarer Luxation kontrolliert. Außerdem wird der Einfluss der Art der Nachbehandlung auf das Therapieergebnis überprüft.



# 1. Die subtalare Luxation

Subtalare Luxationen sind selten. [64] Insgesamt machen sie weniger als 2% aller Luxationen der großen Gelenke aus. [60] Die in der Literatur beschriebenen Patientenkollektive sind daher klein [65], [66], [60], [67], [59]. Der erste Fall wurde im Jahre 1811 von Judey [68] und Dufaurest [69] beschrieben. Broca klassifizierte 1852 erstmals subtalare Luxationen und beschrieb als erster mediale, laterale und posteriore Dislokationstypen. [70] Anteriore Luxationen wurden erstmalig 1856 von Malgaigne und Burger postuliert. [71] Quenu (1883) [72], Baumgartner und Huguier (1907) [73] und Moore und Bolling (1923) [74] schrieben über weitere Fälle. Shands (1928) [75], der selbst nur von einem einzigen Fall der medialen subtalaren Luxation zu berichten hatte, analysierte 138 Fälle, über die vor 1927 berichtet wurde, im Bezug auf Luxationstyp, Alter und Geschlecht der Patienten. Seit damals konzentrierten sich die Studien mehr auf die Talusfraktur an sich und die Zahl der Studien, in denen weitere Fälle der subtalaren Luxation diskutiert wurden ([76], [77], [78], [79]) war eher klein. [66] Pennal definierte 1963 die subtalare Luxation, die laut diesem Autor 15% aller Talusverletzungen ausmacht, als simultane Luxation des Talonavicular- und des Talocalcaneargelenkes ohne eine gleichzeitig bestehende Talushalsfraktur.

Die meisten subtalaren Luxationen betreffen junge Männer bei einem Männer/Frauen- Verhältnis von 6/1 [80]. Broca [70] und De Lee [60] beschrieben allerdings ein Altersintervall der hauptsächlich männlichen Patienten, das von 10 bis 70 Jahren reicht. Das Tibiotalgelenk (= oberes Sprunggelenk) und das Calcaneocuboid-Gelenk bleiben bei der rein subtalaren Luxation unverletzt. [80]

In den letzten Jahren lässt sich eine steigende Prävalenz der subtalaren Luxation beobachten. [81]

## 1.1 Begriffsbestimmung

Man unterscheidet drei Typen von **talaren** Luxationen: die monoartikuläre talokrurale Luxation (Luxatio pedis cum talo), die biartikuläre subtalare Luxation (Luxatio pedis sub talo) sowie die sehr seltene triartikuläre, komplette Luxation des Talus (Luxatio

tali totalis). [82], [83], [84] Im Folgenden wird nur die Luxatio pedis sub talo abgehandelt. Diese wird, je nach relativer Stellung des Calcaneus zum Talus, als mediale, laterale, anteriore oder posteriore Luxation bezeichnet. [64] Exzessive Inversion führt zur lateralen Verlagerung, die Hyperpronation verursacht eine mediale Verlagerung der Talus. Mediale subtalare Luxationen repräsentieren die Mehrheit der in der Literatur beschriebenen Fälle (80%) [85], [66], [86], [87], [79], [88]. Sie treten viermal häufiger als laterale subtalare Luxationen auf (17%) [88]. Anteriore und posteriore Luxationen sind noch seltener [89], [88]. Manche Autoren zählen diese zu den medialen und lateralen Typen [90]. Als subtalare Luxationsfraktur wird der Verletzungstyp bezeichnet, der neben der führenden Luxation Frakturen aufweist.

## **1.2 Das untere Sprunggelenk – Anatomie und Biomechanik**

Die Längsachse des menschlichen Fußes steht in Ruhestellung im rechten Winkel zur Längsachse des Beines. Das obere und untere Sprunggelenk als funktionelle Einheit ermöglichen die Beweglichkeit des Fußes gegenüber dem Unterschenkel in der Art eines Kardangelenkes. Das obere Sprunggelenk (Articulatio talocruralis) ermöglicht die Dorsalextension und Plantarflexion des Fußes, das untere Sprunggelenk (Articulatio subtalaris) mit einer schräg gegen die Fußlängsachse gestellten Bewegungsachse die Supination und Pronation. Das Chopart- und die Lisfranc-Gelenke (zusammen auch als vorderes unteres Sprunggelenk oder Articulatio transversa talis bezeichnet) erhöhen noch zusätzlich die Beweglichkeit des Fußes. Sie ermöglichen eine Knickung der Fußlängsachse nach medial und lateral – die Adduktion und Abduktion – sowie die Torsion des Fußes in sich selbst entlang seiner Längsachse – die Inversion und Eversion. Der Fuß kann also einen Bewegungsumfang beschreiben, den man als „Maulschellenbewegung“ [2] bezeichnen kann.

## 1.2.1 Anatomie

### 1.2.1.1 Knöcherne Gelenkanteile

**Der Talus** bildet den Schlussstein der Fußgewölbe. Man unterscheidet von proximal nach distal Corpus, Collum und Caput tali. Der Corpus tali trägt dorsal und seitlich die Gelenkflächen der Gelenkrolle, der Trochlea tali. Diese verschmälert sich von vorne nach hinten etwas und wird von den distalen Unterschenkelknochen umfasst. Am Rand der Trochlea finden sich der Processus lateralis tali und der Processus posterior tali mit einer Rinne (Sulcus tendinis musculi flexoris hallucis longi) für die Sehnen des langen Großzehenbeugers. Sie wird vom Tuberculum mediale et laterale begrenzt.

Der Kopf des Talus, Caput tali, ist durch das sich leicht konisch verjüngende, knorpelfreie Halsstück, Collum tali, vom Körper abgesetzt. Er ist mit einem Knorpelbelag versehen, der weit auf die plantare Fläche übergreift. Der größte Teil dieser Knorpelfläche, die Facies articularis navicularis, fügt sich in die Pfanne des Os naviculare ein. Weitere drei Gelenkflächen finden sich an der Unterseite des Talus zur Artikulation mit dem Calcaneus.

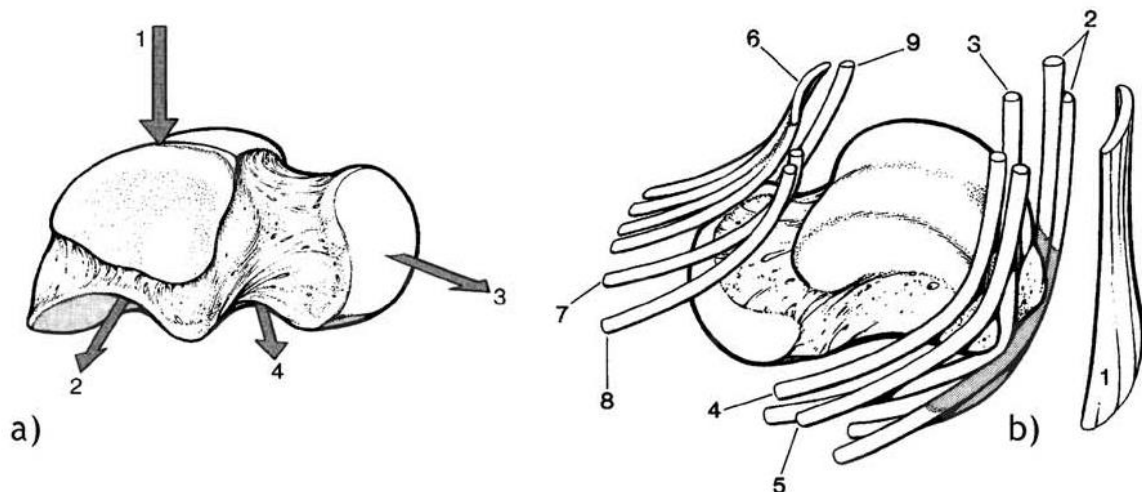


Abbildung 01: DER TALUS a) Vom Talus ausgehende Kraftverteilung auf das Fußskelett; b) Verlauf der peritalaren Sehnen (mit freundlicher Genehmigung aus „Wagner R.: Die subtalare Luxation“ (1995))

**Der Calcaneus** ist der größte Fußwurzelknochen und bildet somit den knöchernen Stützpfiler des Fußgewölbes. Er steht als Teil des Rückfußes mit der Unterfläche des Fersenbeinhöckers, Tuberc calcanei, einem der drei Stützpunkte des Fußes, auf

dem Boden. Der Verbindung mit den Nachbarknochen dienen die dem Talus korrespondierenden Gelenkflächen (siehe unten) sowie ventral die *Facies articularis cuboidea* zur Artikulation mit dem *Os cuboideum*. An der medialen Seite des *Calcaneus* befindet sich unter einem breiten Knochenvorsprung, dem *Sustentaculum tali*, der *Sulcus tendinis musculi flexoris hallucis longi*. An der lateralen Seite findet sich die *Trochlea peronealis* mit dem *Sulcus tendinis musculi peronei longi*. Dieser kleine Knochenvorsprung dient der Sehne des *Musculus peroneus longus* als *Hypomochlion*.

Talus und *Calcaneus* werden durch die so genannte *Chopart-Gelenklinie* von den ventral von ihnen gelegenen Fußwurzelknochen abgegrenzt.

An der proximalen Seite des **Os naviculare** befindet sich die ovaläre, bikonkave Gelenkpfanne für den Taluskopf. Distal liegen die drei Gelenkflächen für die *Ossa cuneiformia*. Medial springt die deutlich tastbare *Tuberositas ossis navicularis* hervor, an der der größte Arm der Sehne des *M. tibialis posterior* und die *cuneo-navikularen* Bänder inserieren. Die laterale Fläche ist quadrilateral, sie artikuliert mehr plantarwärts mit dem *Os cuboideum* und verbindet sich mehr dorsalwärts über den Ansatz des *navikularen* Schenkels des *Lig. bifurcatum* mit dem *Processus anterior calcanei*. Sowohl die dorsale als auch die plantare Fläche ist größtenteils mit den nach proximal und distal gelenkverbindenden Ligamenten besetzt. [3], [4], [5]

Im unteren Sprunggelenk artikuliert der **Talus** mit dem **Os naviculare** und dem **Calcaneus**. Es müssen zwei vollständig getrennte Teilgelenke unterschieden werden: eine hintere (*Articulatio subtalaris*) und eine vordere Gelenkkammer (*Articulatio talocalcaneonavicularis*). Das im *Canalis tarsi* (von *Sulcus tali* und *Sulcus calcanei* gebildeter knöcherner Kanal; Eingang: *Sinus tarsi*) verlaufende *Ligamentum talocalcaneum interosseum* bildet die Grenze zwischen beiden Kammern. [6] In der hinteren Kammer artikuliert die konkave Unterfläche des Taluskörpers, die *Facies articularis calcanea posterior*, mit der konvexen *Facies articularis talaris posterior* des *Calcaneus*. In der vorderen Kammer des unteren Sprunggelenkes artikulieren Talus, *Os naviculare*, *Calcaneus* sowie das Pfannenband (*Ligamentum calcaneonaviculare plantare*; füllt die Lücke zwischen *Os naviculare* und *Calcaneus*) als *Articulatio talocalcaneonavicularis* miteinander. Der Talus ist über seine vordere, konvexe Gelenkfläche, die *Facies articularis navicularis*, mit dem *Os naviculare* verbunden.

Beide Knochen bilden so das Sprungbein-Kahnbein-Gelenk (Articulatio talonavicularis). Talus und Calcaneus sind in der vorderen Kammer des USG durch je zwei Gelenkfacetten verbunden: die konkaven Facies articularis calcanea media und Facies articularis calcanea anterior an der Plantarseite des Talus, die durch eine tiefe Furche, den Sulcus tali, von der hinteren Gelenkfläche getrennt werden, und dementsprechend die Facies articularis talaris anterior und die Facies articularis talaris media des Calcaneus. [4]

Der Talus artikuliert so über insgesamt sieben Gelenkflächen in drei Hauptgelenken (Articulatio talocruralis = oberes Sprunggelenk, Articulatio subtalaris, Articulatio talocalcaneonavicularis) mit vier Knochen. Folglich ist die Oberfläche des Talus zu 60% mit gelenktragendem, hyalinem Knorpel überzogen. Der Rest der Talusoberfläche ist mit Ausnahme der Bandansätze mit Periost bedeckt und ermöglicht so die Gefäßversorgung. [7], [8]

#### 1.2.1.2 Bandapparat

Der Talus hat keinen Muskelsehenansatz. Aus diesem Grund können auf ihn lediglich verschieden gerichtete, von benachbarten Skeletteilen ausgehende Kräfte einwirken, die dann weiter verteilt werden. Seine Stabilität hängt folglich, wenn man von den oben genannten knöchernen Beziehungen absieht, nur von den ansetzenden Bändern ab.

Für die Stabilisierung des Talus spielen die verschiedenen Bandanteile des entsprechenden Bandapparates je nach Art der Stabilisierung und der jeweiligen Ebenen unterschiedliche Rollen. Man unterscheidet deshalb aufgrund der anatomisch-funktionellen Gegebenheiten mehrere Stabilisierungssysteme. Diese, hier nach ihrer Bedeutung geordnet, können folgendermaßen schematisiert werden:

- laterales Stabilisierungssystem
- mediales Stabilisierungssystem
- anteriores Stabilisierungssystem
- posteriores Stabilisierungssystem
- rotatorisches Stabilisierungssystem

Das **laterale Stabilisierungssystem** setzt sich aus Lig. talofibulare anterius, Lig. calcaneofibulare, Lig. talofibulare posterius und Lig. calcaneotalare zusammen. [9] Verletzungen des lateralen Bandapparates infolge von Distorsionen (v.a. Supinationstrauma = Umknicken des Fußes in supinierter Stellung) sind außerordentlich häufig.

Das **mediale Stabilisierungssystem** umfasst Lig. deltoideum, Lig. calcaneocuboideum dorsale, Lig. calcaneocuboideum laterale, den tiefen plantaren Fersenbein-Würfelbein-Teil des Lig. plantare longum, das Lig. talonaviculare dorsale und das Lig. bifurcatum (= Chopart-Y-Band, siehe auch: 2.2.4 Stabilität im unteren Sprunggelenk). Das Lig. deltoideum oder auch Lig. collaterale mediale ist etwa dreieckig. Es strahlt vom Innenknöchel aus mit vier Anteilen, die sich teilweise nach proximal konvergierend überlagern, fächerförmig zum Talus, zum Os naviculare und zum Calcaneus: Pars tibionavicularis, Partes tibiotalaris anterior et posterior, Pars tibio-calcanea zum Sustentaculum tali. Die oberflächennahen Fasern ziehen über das obere und untere Sprunggelenk, die tiefen Fasern ziehen ausschließlich über das obere Sprunggelenk, stabilisieren es und verstärken dessen Gelenkkapsel. [10], [9]

Das **anteriore Stabilisierungssystem** bezieht das Lig. talofibulare anterius, die Pars tibionavicularis und die Pars tibiotalaris anterior des Lig. deltoideum und das Lig. talocalcaneum posterius als Endfortsatz des Lig. talofibulare posterius mit ein.

Der Bandapparat aus Lig. tibiofibulare posterius, Lig. interosseum tibiofibulare, Lig. tibiofibulare anterius, Lig. talofibulare posterius und der Pars tibiotalaris posterior des Lig. deltoideum bildet das **posteriore Stabilisierungssystem**.

Das **rotatorische Stabilisierungssystem** besteht aus dem Lig. talocalcaneum interosseum, dem Lig. talocalcaneum anterius, dem Lig. tibiofibulare anterius, dem Lig. tibiofibulare posterius, dem Lig. interosseum tibiofibulare, der Pars tibiotalaris des Lig. deltoideum und dem Lig. talofibulare anterius. [9] Das Ligamentum talocalcaneum interosseum ist ein kräftiges, schräg gestelltes Band, welches die beiden Kammern des unteren Sprunggelenkes voneinander trennt und für die Stabilität des hinteren unteren Sprunggelenkes von herausragender Bedeutung ist. Es entspringt im Sulcus tali, zieht dann durch den Canalis tarsi um im Sulcus

calcanei anzusetzen, kurz vor der hinteren Talocalcaneare-Gelenkkapsel. Im coronaren Schnittbild beschreibt das Band im Schnitt einen Winkel von 35°, was mit der Orientierung des Sinus tarsi korrespondiert. Die schrägen Faserzüge des Bandes setzen sich aus zwei Faszikeln, dem Fasciculus lateralis et medialis, zusammen. Letzterer wird von den kürzeren Fasern gebildet. Beide Faserzüge sind durch eine Synovialmembran miteinander verbunden, welche manchmal aufgeplatzt ist. [11] Eine der subtilsten Umschreibungen wurde von Schmidt [12] formuliert, der im Bereich des Sinus tarsi und Canalis tarsi insgesamt fünf Anteile des Bandes unterscheidet:

1. Pars lateralis
2. Pars intermedia
3. Pars medialis
4. Ligamentum talocalcaneare obliquum
5. Ligamentum canalis tarsi

Das **Ligamentum calcaneonaviculare plantare**, das die Lücke zwischen Calcaneus und Os naviculare füllt, ist das wichtigste Band der Fußwurzelknochen. Das Pfannenband, wie es auch genannt wird, trägt zusammen mit dem Lig. plantare longum und der Plantaraponeurose wesentlich zur Aufrechterhaltung des Fußlängsgewölbes bei, indem es die passiven Verspannungsstrukturen bildet. Es zieht vom Sustentaculum tali des Calcaneus und dem Corpus tali zur plantaren und medialen Fläche des Os naviculare, wo es einen Teil der Gelenkpfanne für den Taluskopf bildet. Durch das Pfannenband wird verhindert, dass der Talus nach medial unten abgleitet. Besonders beim Stehen und Abrollen des Fußes wird das Band auf Zug und auch auf Druck von oben durch den Taluskopf beansprucht. [10], [6]

Unabhängig von der lateralen Situation sind bei der medialen Stabilisierung des Sprungbeines auch die Ligg. calcaneocuboidea mit von Bedeutung. Die von diesen Bandstrukturen gewährleistete Stabilität wird indirekt über den Calcaneus erreicht. Bei Ausfall dieser Wirkung kommt es auch bei nicht-traumatischen Erkrankungen zu einer medialen Instabilität des Sprungbeines, was in einer dorsalen und plantaren Protrusion resultiert. [9]

Nach klinischer Erfahrung erscheint der mediale Bandapparat am Sprunggelenk kräftiger als der laterale. *Sauer et al. (1978)* konnten nach Belastungstests allerdings feststellen, dass das Innenband nur unwesentlich schwächer ist als die Summe der Fasern des Außenbandkomplexes.

Außerdem konnte *Siegler (1988)* eine deutliche Zunahme der Festigkeit der Bänder des Außenknöchels in anteroposteriorer Reihenfolge feststellen. Das schwächste Außenband ist das Ligamentum talofibulare anterius, gefolgt vom Ligamentum calcaneofibulare und dem Ligamentum talofibulare posterius. Durch ihre kompakte Anordnung und ein anderes Belastungsmuster können die medialen Kollateralbänder regionär stärkeren Widerstand leisten als der fibulare Bandapparat. [14]

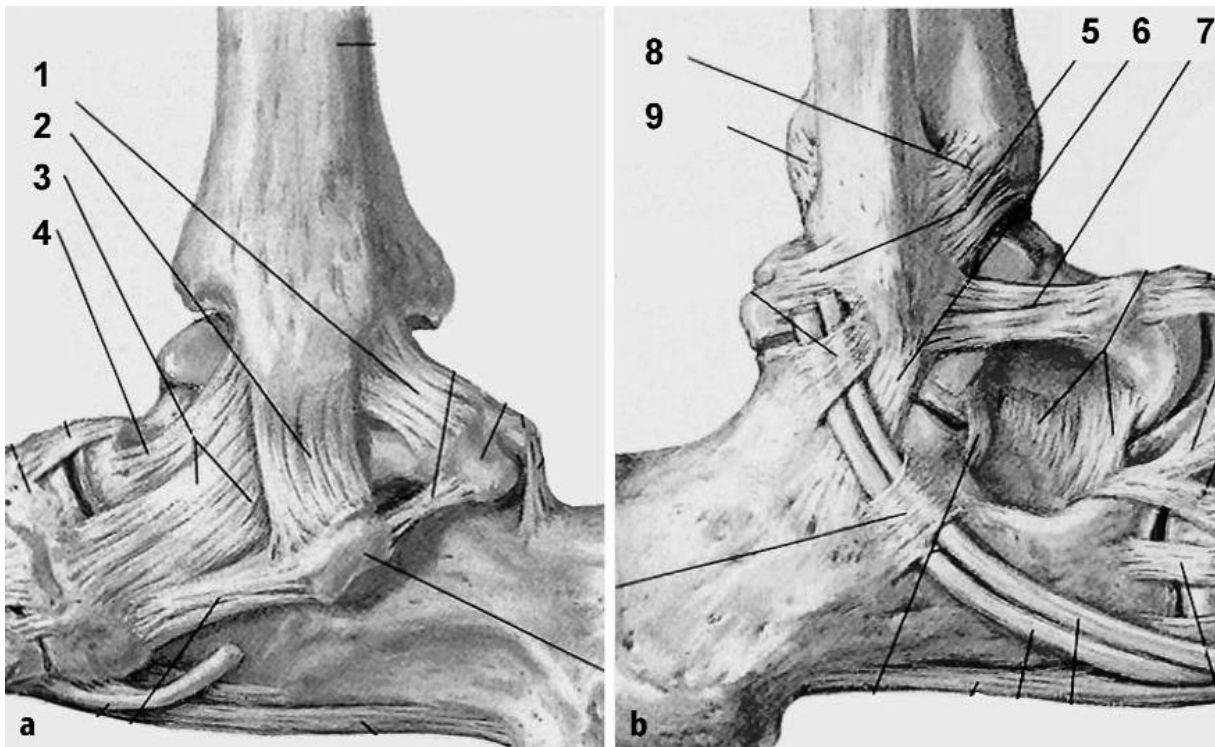


Abbildung 02: DIE KOLLATERALBÄNDER Medialer Kollateralbandapparat (a) mit Lig. tibiotalare posterius (1), Lig. tibiocalcaneare (2), Lig. tibionaviculare (3) und Lig. tibiotalare anterius (4). Lateraler Kollateralbandapparat (b) mit Lig. fibulotalare posterius (5), Lig. fibulocalcaneare (6) und Lig. fibulotalare anterius (7). In dieser Abbildung sind auch die Ligg. Tibiofibulare anterius (8) und posterius (9) erkennbar. (Aus Trauma Berufskrankh 2004 · 6 [Suppl 4] : S384–S392; 2004; S.Rammelt · R. Grass · A.Biewener · H.Zwipp)



### 1.2.1.3 Blutversorgung

#### **TALUS:**

Eine weitere anatomische Besonderheit besteht in der grundsätzlich schlechten Durchblutung des Talus. [7], [15] Kunze und Faupel bestimmten 1983 mit Hilfe der Micropheres-Methode Durchblutungswerte, welche um den Faktor drei unter denen der ohnehin schon minderdurchbluteten Tibia lagen. Zusätzliches Charakteristikum ist das Fehlen von Muskel- und Sehnenansätzen am Talus, so dass über diese Strukturen eine Blutversorgung nicht möglich wird. Auf Grund der Häufigkeit avaskulärer Osteonekrosen nach Talusfrakturen und -luxationen wurde dessen Blutversorgung in zahlreichen Studien eingehend untersucht. [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24]

Lange Zeit bestanden sehr verschiedene Auffassungen über die Blutversorgung des Talus. Durch die systematischen Arbeiten von Wildenauer [24], Haliburton et al. [17], Mulfinger und Trueta [20], Peterson et al. [21], Gelberman und Mortensen [16] und Schwarzenbach et al. [23] kristallisierte sich jedoch allmählich eine einheitliche Meinung über die Vaskularisierung heraus. Lediglich die Häufigkeit der Gefäßvarianten sowie die Bedeutung der einzelnen Versorgungsquellen werden in der Literatur unterschiedlich beurteilt.

Allen oben aufgeführten Studien zielen auf die Erkenntnis, dass die arterielle Versorgung des Talus ausgehend von einem dichten Rete periostale erfolgt, welches von allen drei Hauptarterien des Unterschenkels (A. tibialis anterior, A. tibialis posterior und A. fibularis) gespeist wird.

Ursprünge der extraossären Arterien:

#### **A. tibialis posterior:**

Die Arteria canalis tarsi, der wichtigste Talusast der A. tibialis posterior, entspringt knapp vor deren Aufteilung in die A. plantaris lateralis et medialis. Im weiteren Verlauf zieht die A. canalis tarsi eng dem Talus anliegend durch den Canalis tarsi, wo sie am Übergang zum Sinus tarsi mit der A. sinus tarsi anastomosiert. Beide Arterien bilden eine wichtige Gefäßschlinge unterhalb des Talus. Im Verlauf des Tarsalkanals entspringen aus der A. canalis tarsi größere Gefäße, die zur Mitte des

Talusköpfer ziehen. Vor dem Eintritt der A. canalis tarsi in den gleichnamigen Kanal gibt sie meist mehrere Äste zum Rete periostale tali ab.

**A. tibialis anterior:**

Aus der Fortsetzung der A. tibialis anterior am Fußrücken, der A. dorsalis pedis, ziehen Äste entweder als A. tarsalis medialis oder als Rami anteriores malleolares mediales zur dorsalen Fläche des Talushalses. Diese Arterie ist in ihrem Ursprung sehr variabel, in ihrem Auftreten jedoch sehr konstant. Die Arteria sinus tarsi entspringt meist aus einem Gefäßnetz, welches von der Arteria tarsalis lateralis (aus der A. dorsalis pedis) und dem Ramus perforans (aus der A. fibularis) gespeist wird und sich im Bereich des Sinus tarsi befindet. Nicht selten kann man auch den direkten Ursprung der A. sinus tarsi aus der A. dorsalis pedis beobachten.

**A. fibularis:**

Aus der A. fibularis, dem dritten Hauptast des Unterschenkels, entspringt ein Ramus perforans, der durch die Membrana interossea zwischen Tibia und Fibula zur dorso-lateralen Talusseite zieht. Wie bereits oben beschrieben ist der Ramus perforans an der Bildung der A. sinus tarsi beteiligt. In einigen Fällen stellt er auch dessen direktes Ursprungsgefäß dar. Kleine Äste der A. fibularis verbinden sich mit den kalkanearen Ästen der A. tibialis posterior und versorgen so ein Gefäßnetz über der Region des Processus posterior des Talus.

**CALCANEUS:**

Die Blutversorgung des Calcaneus erfolgt zu 90% über ein periostales Gefäßnetz zu gleichen Teilen aus der Arteria calcanea lateralis und medialis, welche aus der Arteria tibialis posterior stammen und beide mit der Arteria dorsalis pedis anastomosieren. Lediglich etwa 10% der Blutversorgung stammen aus der Arteria sinus tarsi [29].

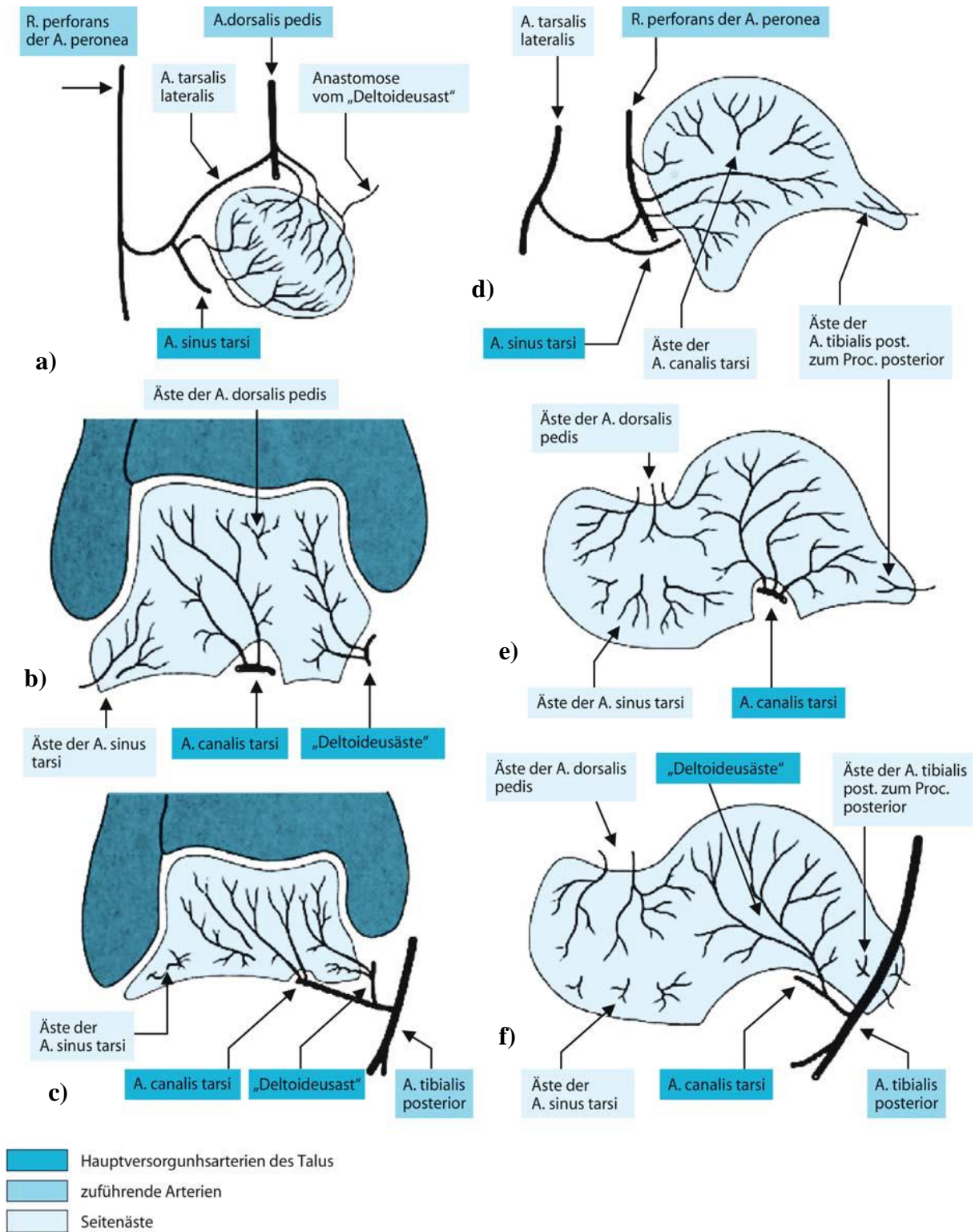


Abbildung 03: BLUTVERSORGUNG DES TALUS. Darstellung der zuführenden Arterien im koronaren (a–c) und sagittalen (d–f) Schnitt: a Taluskopf, b vorderer, c hinterer Taluskörper; d lateraler, e mittlerer und f medialer Anteil. (Nach Mulfinger u. Trueta 1970. Aus Zwipp und Rammelt 2002, Abb. 23.18, S. 559)

## 1.2.2 Biomechanik

„The foot is one of the most complex and highly coordinated mechanism in existence.“

*Hicks, 1955*

Der Talus ist als „knöcherner Meniskus“ [30] der Vermittler von Bewegungen in einem 3-kammerigen Sprunggelenk. Aus diesem Grund können die komplexen 3-dimensionalen Bewegungsabläufe des so genannten heterokinetischen Kardangelenkes [31] der OSG-Fuß-Einheit gedanklich nicht voneinander getrennt werden. Nach Kapandji [31] werden die Gelenkbewegungen nicht von den Gelenkflächen, sondern vom anatomischen Verlauf und der biomechanischen Stabilität der Bändern bestimmt, welche oben beschrieben sind. [5]

### 1.2.2.1 Bewegungsausmaß des unteren Sprunggelenkes

Unter chirurgisch-orthopädischen Aspekten soll geringfügig abweichend von der klassisch-anatomischen Definition zwischen dem

- hinteren unteren Sprunggelenk (Subtalar)

und dem

- vorderen unteren Sprunggelenk (Chopart)

unterschieden werden, wobei nur letzteres durch die Einbeziehung des Calcaneo-Cuboidalgelenkes über die allgemeine Definition des vorderen unteren Sprunggelenkes (Articulatio talocalcaneonavicularis) hinausgeht und die kinematisch-statische Bedeutung der Articulatio transversa tarsi (= Chopart-Gelenk) hervorhebt. Die Begründung hierfür ist in der funktionellen Anatomie, Biomechanik und Kinematik der kombinierten Bewegungsabläufe zu sehen (siehe auch: 2.2.3: Komplexbewegungen des Kombinationsgelenkes). [5]

Im unteren Sprunggelenk kann der Fuß proniert und supiniert werden. Die Pronation, also das Heben des lateralen Fußrandes, ist mit einer Abduktion, die Supination, Heben des medialen Fußrandes, mit einer Adduktion des Fußes verbunden. An diesen Bewegungen sind, wie bereits oben erwähnt, auch die übrigen Fußgelenke in unterschiedlichem Ausmaß beteiligt. Das untere Sprunggelenk wird als atypisches

einachsiges Drehgelenk betrachtet. Man hat sich vereinfachend auf eine mittlere Pro- und Supinationsachse geeinigt, das sich die Achse des USG während der Bewegung verändert. Diese vereinfachte Bewegungsachse verläuft schräg von medial vorne oben (medial-obere Kante des Caput tali) nach lateral hinten unten (seitliche Fläche des Tuber calcanei). Der Bewegungsumfang von Pronation und Supination des Fußes wird letztlich als Summationseffekt aufgefasst. Dieser setzt sich zusammen aus der Pronation/Supination des unteren Sprunggelenkes selbst ( $10^{\circ}$ - $0$ - $40^{\circ}$ ) und der Pronation/Supination der Nebengelenke des Fußes ( $20^{\circ}$ - $0$ - $40^{\circ}$ ). So entsteht, in Abhängigkeit von Alter und Übung, ein Gesamtbewegungsumfang von  $30^{\circ}$ - $0$ - $60^{\circ}$  (für Pronation und Supination nach der Neutral-Null-Methode). [10]

Das Subtalargelenk bezeichnet man auch als hinteres unteres Sprunggelenk oder *Articulatio subtalaris*. Bereits vor über 100 Jahren wurde von Meyer [41], Henke [42] und v. Meyer [43] postuliert, dass die Talusrotation um eine Schrägachse erfolge. 1899 wiesen Charpy et al. [44] besonders darauf hin, dass diese Bewegungsachse durch den calcanearen Ansatz des *Ligamentum talocalcaneare interosseum* verläuft. Manter [45] konnte im Jahre 1941 nachweisen, dass die Bewegungsachse des Subtalargelenkes im Mittel um  $42^{\circ}$  zur Horizontalebene geneigt ist und medial um  $23^{\circ}$  zur Fußachse bzw. um  $16^{\circ}$  zum zweiten Strahl abweicht. Isman und Inman [46] bestätigten im Jahre 1968 diese Voruntersuchungen. Manter [45] konnte außerdem nachweisen, dass die Bewegungsachse und die gemessenen Krümmungsradien der hinteren Calcaneusfacette einer Schraube mit 12 Grad Steigung gleicht. Dadurch ähnelt die Bewegung des rechten Subtalargelenkes einer rechtsdrehenden Schraube, die des linken einer linksdrehenden mit 1,5 mm Talusvorschub je 10 Grad Rotation. Deshalb bezeichnet man diese Bewegung auch als „screw-like motion“.

Das Chopart-Gelenk wird im chirurgischen Sinne auch als vorderes unteres Sprunggelenk oder *Articulatio transversa tarsi* bezeichnet. Henke [42] vermutete bereits 1855 eine Schraubenbewegung im queren Tarsalgelenk, diese konnte allerdings erst 1941 durch Manter [45] nachgewiesen werden. Dieser postulierte eine longitudinale Achse des Chopart-Gelenkes, welche zentral durch den tiefen Anteil des *Ligamentum bifurcatum* verläuft und um  $15^{\circ}$  zur Horizontalebene ansteigt sowie um  $9^{\circ}$  nach medial abweicht. Um diese Achse wird mit  $10^{\circ}$  Steigung eine schraubenförmige Bewegung gegensinnig zur helicalen Bewegungsrichtung des Subtalargelenkes beschrieben, das heißt linksdrehend beim rechten Fuß und

rechtsdrehend beim linken Fuß. Die Eversion des rechten Fußes ist kombiniert mit einer gegen den Uhrzeigersinn gerichteten Drehung des Cuboids, verbunden mit einem leichten Vorschub des Os naviculare. Man kann die Interaktion von Subtalargelenk und Chopart-Gelenk hierbei mit zwei gegensinnig laufenden Zahnrädern vergleichen. Manter [45] wies, neben dieser longitudinalen Achse mit „screw-like motion“, noch eine zweite schräge, nicht schraubenförmige Bewegungsachse im Chopart-Gelenk nach. Auch diese Achse, die zur Horizontalen um  $52^\circ$  ansteigt und zur Fußachse um  $57^\circ$  abweicht, verläuft durch die tiefe Portion des Ligamentum bifurcatum. Dieses Band hat maßgeblichen Einfluss auf die Bewegungsfreiheit. Durch Root et al. [47] wurde 1977 belegt, dass die schräge Achse des Chopart-Gelenkes bei axialer Belastung direkt abhängig ist von der Position des Talus zum Calcaneus, also von der subtalaren Bewegung. Bei Inversion im Subtalargelenk richtet sich die schräge Chopartachse auf und wird zunehmend vertikal. Hierdurch werden die Rotationskräfte im Gelenk verringert, die mechanische Stabilität jedoch erhöht. Bei Eversion des Rückfußes driftet die schräge Chopartachse mehr zur Horizontalen ab, die Rotationskraft nimmt zu, die mechanische Stabilität nimmt ab. Root et al. [47] konnten außerdem herausfinden, dass die Lagebeziehung von Taluskopf und cuboidaler Fersenbeingelenkfläche am belasteten Fuß erheblich variiert.

#### 1.2.2.2 Komplexbewegungen des Kombinationsgelenkes (OSG/USG)

Aus biomechanischer Sicht ist das Talokruralgelenk innerhalb der Gesamtbeinmechanik äußerst komplex. Aber auch im engeren Bereich des Fußes kann dieses Gelenk biomechanisch-funktionell nicht als isoliert betrachtet werden, da seine Biomechanik auf das untere Sprunggelenk und das Chopart-Gelenk übergreift. Diese Gelenke bewegen sich wiederum um unterschiedliche und funktionell-veränderliche Achsen, weshalb man sich, was die Gesamtbewegung betrifft, auf eine Kompromissachse geeinigt hat. Außerdem sollte aus diesen Gründen der Begriff der Biomechanik des Talokruralgelenks auf den weitergefassten Sprungbein- und Talusbereich ausgedehnt werden. Bei der Zergliederung der Gesamtbewegung in quantifizierte Komponenten wie Rotation, Ein- bzw. Auswärtskehrung, sowie in einfache Bewegungen wie Plantar- bzw. Dorsalflexion, handelt es sich immer um

annäherungsweise Bestimmungen. In Wirklichkeit entspricht die Beweglichkeit immer kombinierten und modulierten Bewegungen. Stärke und Richtung dieser Beanspruchungen sind kaum bestimmbar [9].

Oberes und unteres Sprunggelenk gemeinsam sind verantwortlich für die Einstellung des Fußes beim Gehen in unwegsamem Gelände oder auf abschüssigem Untergrund. Außerdem balancieren sie den Körper aus, wenn der Fuß auf den Boden aufgesetzt ist. Inversion und Eversion läuft als Partialbewegung mehr im Rückfuß, Pronation und Supination mehr im Vorfuß (Grenzlinie Chopart-Gelenk) ab. Am unbelasteten Fuß ist die Supinationsbewegung nicht trennbar von einer Inversion des Rückfußes, einer Plantarflexion vorwiegend im OSG und einer Adduktions- und Innenrotationsbewegung des Gesamtfußes. Umgekehrt ist die Pronationsbewegung des Vorfußes untrennbar von der Eversion des Rückfußes, der Dorsalflexion, der Abduktion und der Außenrotation. Hieraus resultiert als Kombination der Bewegungen im oberen und unteren Sprunggelenk eine Zirkumduktion des Fußes, welche nach Fick [2] am besten durch die so genannte „Maulschellenbewegung“ beschrieben wird [3], [5].

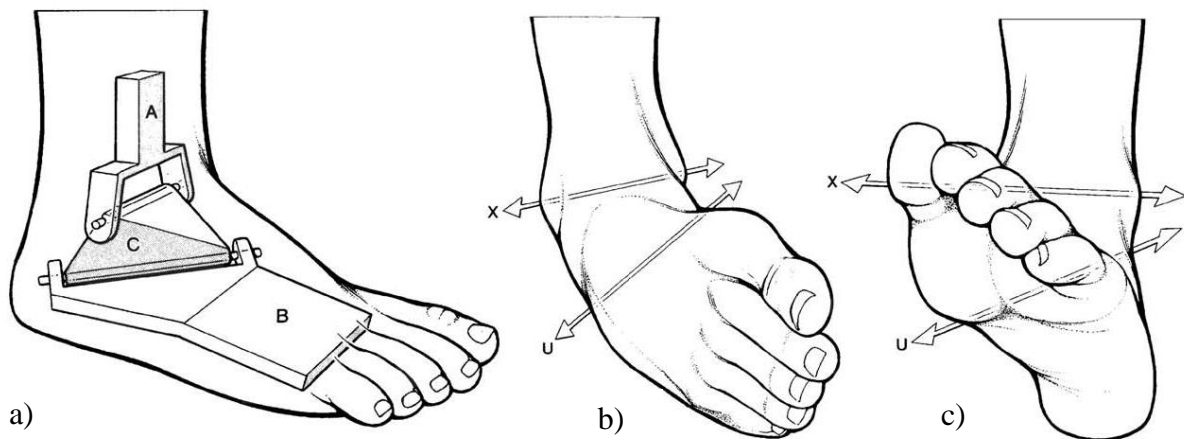


Abbildung 04: KOMBLEXBEWEGUNGEN DES KOMBINATIONSGELENKES a) Heterokinetisches „Cardan-Gelenk“; b, c) Eversion und Inversion, „Maulschellenbewegung“ (Wagner R, Die subtalare Luxation, 1995)

### 1.2.2.3 Die Rolle des Talus

Im Fußwurzelbereich nimmt der Talus eine Schlüsselposition ein (siehe auch 2.1 **Anatomie** → 2.1.1 Knöcherne Gelenkanteile). Als Gipfel des Rückfußskelettes überträgt er allein die gesamte Körperlast auf das Fußskelett. Deshalb wird er, besonders im russischen Sprachgebrauch, auch als „Rammstoßknochen“ bezeichnet. [51] Hierbei wird die auf die Talusrolle axial einwirkende Kraft in drei Richtungen verteilt: nach dorso-plantar über die *Articulatio subtalaris* auf den *Calcaneus*, zum medialen Bogen des Fußgewölbes über das *Talonaviculargelenk* und zum lateralen Bogen der Fußwölbung über das vordere *Talocalcaneargelenk*. [52]

Auch in der von Testut und Jacob [53] in ihrer Abhandlung über anatomische Topographie beschriebenen „*Coxa pedis*“ spielt der Talus eine entscheidende Rolle. Diese entspricht der *Articulatio talocalcaneonavicularis*, die die genannten Autoren als *Enarthrose* bezeichnen. Sie unterscheiden eine Epiphyse, bestehend aus Kopf und Hals des Talus, und eine Gelenkpfanne, die aus einem Faser-Knorpel-Hohlraum gebildet wird. Die entsprechenden Skelettanteile setzen sich zusammen aus der hinteren Gelenkfläche des *Os naviculare* und den Gelenkflächen der kleinen (*Sustentaculum tali*) und der großen *Calcaneusapophyse*. Zwischen *Os naviculare*, *Sustentaculum tali* und der großen *Calcaneusapophyse* liegt eine weitere Gelenkfläche, die durch einen Gelenkgruben-Faserknorpel ergänzt wird, welcher oberflächlich durch das *Lig. calcaneonaviculare plantare* verstärkt wird. Bei diesem Faserknorpel handelt es sich um einen Verstärkungsteil der oberen Sprunggelenkskapsel. Das *Lig. calcaneonaviculare plantare*, das nur künstlich vom Kapselapparat unterschieden werden kann, entspricht dem Boden der Fußgelenkpfanne. Es befindet sich unterhalb einer regelrechten flachen Gelenkgrube, die mit dem unteren medial gelegenen Teil des Taluskopfes ein Gelenk bildet. Aus anatomischer Sicht weist die Fußgelenkpfanne eine Mosaikstruktur auf, die aus Fettgewebe in der Hohlraummitte sowie aus einer Skelett-, Ligament- und Faserknorpelkomponente besteht. Nach außen hin wird der Hohlraum durch die *Pars calcaneonavicularis* und die *Pars calcaneocuboidalis* des *Lig. bifurcatum* ergänzt. Die Anwesenheit von propriozeptiven Korpuskeln im *Lig. calcaneonaviculare plantare* legt die Annahme einer rezeptiven, kybernetischen Funktion der Fußgelenkspfanne nahe. [54]



Die Bedeutung der Bezeichnung „Coxa pedis“ bezieht sich auf die besondere „funktionelle Bedeutung einer Struktur, die auf Grund anatomischer, entwicklungstechnischer und klinischer Gegebenheiten mit dem Hüftgelenk verglichen werden kann.“ [55] Die in der „Gelenkpfanne“ bewegliche Talus- Epiphyse überträgt Belastungskräfte auf unterschiedliche Weise auf den Fuß und richtet sie auf Grund aller durch die Schwerkraft und die entsprechende Abstützreaktion bedingter Schübe aus. [56] Auch Axial-, Torsions- und Rotationsbeanspruchungen spielen hier eine Rolle. Über diesen Kraftausrichtungsmechanismus gliedert sich der Fuß mit der Hüfte und dem Knie in die umfassend variabel belastbare Struktur des Beines ein. [57], [58] Die anatomische Funktion der „Coxa pedis“ als Kugelgelenk (=Enarthrose) muss in biomechanischem Sinne aufgefasst werden. Während beim Hüftgelenk die Kugelgelenk-Funktion für die Gelenkbewegung unbedingt erforderlich ist, ermöglicht die Enarthrose-Struktur der durch die subtalaren Verbindungen eingeschränkten „Coxa pedis“ bei stabilem Fuß die Verteilung der anfallenden Kräfte [9].

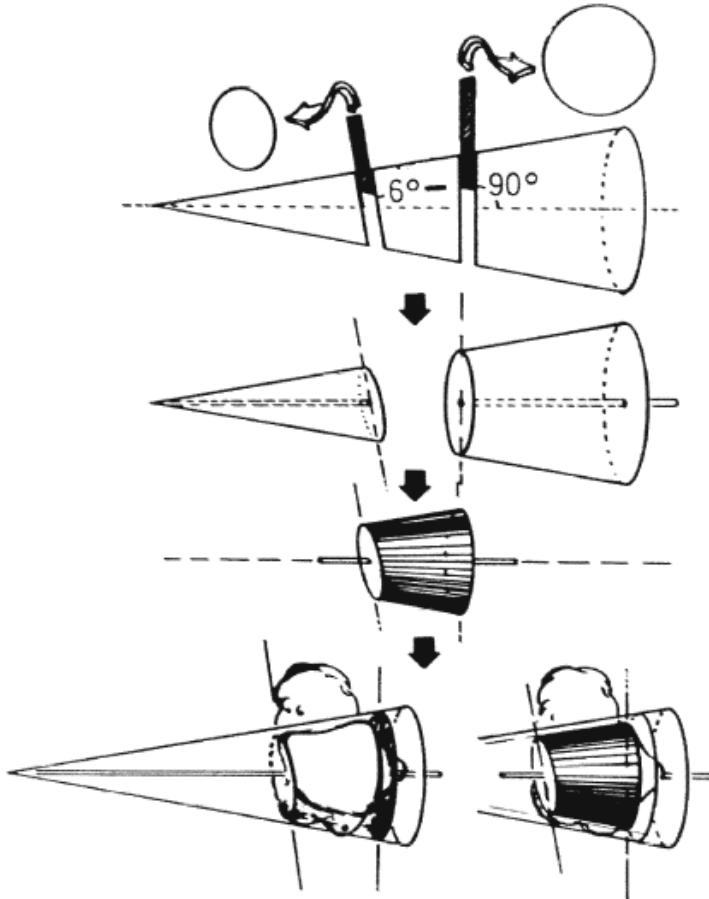


Abbildung 05: BIOMECHANIK DES OBEREN SPRUNGGELENKES  
Der Talus stellt demnach den Ausschnitt eines Kegelmantels dar, dessen Spitze nach medial zeigt. Die mediale Talusfacette bildet eine Kegelfläche, die laterale hingegen eine Ellipse, wodurch sich die „Pseudorotation“ des Talus bei der Plantarflexion erklärt. (Aus Inman 1976, S. 31, Abb. 8.4)

### 1.3 Entstehung und Unfallmechanismus

Der exakte Pathomechanismus, der letztendlich zu einer subtalaren Luxation führt, ist im Detail ungeklärt. Auch die experimentelle Erzeugung einer Luxatio pedis subtalo misslang [64]. Das zur Verletzung führende Trauma ist nach Literaturangaben häufig ein so genanntes „Hochrasanztrauma“ wie zum Beispiel ein Sturz aus großer Höhe (z.B. im Rahmen eines Suizidversuches) oder Verkehrsunfälle [91], [59], [60]. In der amerikanischen Literatur berichten Studien von einem beträchtlichen Patientenanteil, welcher aus Aufpralltraumen nach Sprüngen beim Basketballspiel resultiert. Dieser Verletzungsmechanismus prägte den Begriff des „Basketballfußes“. [92] Giannestras und Sammarco fanden 1975 heraus, dass die Kräfte, die notwendig sind um eine subtalare Luxation hervorzurufen, nicht zwangsläufig hoch sein müssen [93]. Man unterscheidet generell die laterale und die mediale subtalare Luxation.

Laterale subtalare Luxationen resultieren aus forcierter Eversion ([85], [87], [65], [94]) oder Abduktion und Pronation des Fußes [60]. Fahey und Mann gehen von einem Fuß in Plantarflexionsstellung aus, auf den eine eversionale Kraft einwirkt. [90] Aus dieser kraftvollen Eversion resultiert, dass der anterolaterale Anteil des Talus den Processus anterior des Calcaneus als eine Art Angelpunkt verwendet. So wird der Taluskopf medial durch die Kapsel des Talonavicular- Gelenkes gezwungen, der Rest des Fußes disloziert vom Talus aus gesehen nach lateral [86]. Folglich werden nahezu alle Bänder der Subtalar- und Talocalcaneonavicular- Komplexes zerstört. Buckingham fand in Leichenstudien heraus, dass das Lig. deltoideum und das Lig. calcaneofibulare sowohl bei der lateralen als auch bei der medialen Luxation zerrissen werden [65]. In der Literatur herrscht Uneinigkeit darüber, ob die Luxations-Sequenz im Bezug auf die laterale subtalare Luxation mit der Luxation des Talonavicular- oder des Subtalar-Gelenkes beginnt. Eine solche Uneinigkeit gibt es für den Mechanismus der medialen subtalaren Luxation nicht [65], [86], [95], [96].

Mediale subtalare Luxationen resultieren aus einer entlang der Unterschenkelachse einwirkenden Kraft, die den Fuß in Inversionsstellung treffen bzw. eine forcierte, passive Inversion erzeugen muss. Bei diesem Verletzungsmechanismus nimmt das Sustentaculum Tali die Rolle eines Drehpunktes oder Hypomochlions ein, um den die Fußwurzel zunächst aus dem Talonaviculargelenk und dann aus dem Subtalargelenk herausgedreht wird. So lässt sich der Kopf des Talus – nach außen

gedreht – dorsolateral durch die Haut meist gut tasten, das Os naviculare ist dadurch nach medial verdrängt, manchmal befindet es sich auch dorsal des Taluskopfes. Der Calcaneus und der Rest des Fußes ist nach medial verschoben. [95], [80], [97], [98], [66], [60], [92]

#### **1.4 Begleitverletzungen (lokal)**

Patienten mit lateralen subtalaren Luxationen weisen eine hohe Inzidenz an begleitenden Frakturen auf. In der Literatur handelt es sich hier meist um Verletzungen der Malleolen, des posterolateralen Talusfortsatzes, des Taluskopfes, der Taluskuppel, der Basis des Os metatarsale V und des Processus anterior calcanei [89], [66], [87], [60], [94], [99]. Nach De Lee und Curtis gehen 50% – 100% der lateralen Luxationen mit Begleitfrakturen einher. Hier handelt es sich häufig um irreponible Frakturen, die dann oft zu einem schlechten Ergebnis beitragen. In ihren eigenen Untersuchungen stellte sich heraus, dass von den 17 Patienten mit subtalarer Luxation 75% derer mit einem lateralen Luxationstyp Begleitfrakturen aufwiesen, die das Subtalar- oder Talonaviculargelenk betrafen [60].

Bei den meisten medialen subtalaren Luxationen finden sich keine begleitenden Frakturen [65]. Einige Autoren sehen hierfür die limitierte subtalare Eversion, die mit einem unverletzten Fuß durchgeführt werden kann, als ursächlich [100]. In einer von Sands et al. durchgeführten, retrospektiven Studie (1992, 67 Fälle von medialer und lateraler subtalarer Luxation) wiesen 74% der Patienten mit lateralem Luxationstyp (27 Fälle) eine Begleitfraktur auf, hingegen nur 50% der 40 Patienten mit medialer Luxation [101]. Heppenstall fand 1980 in einer Studie mit 20 Patienten ähnliches heraus: alle drei Patienten mit lateraler subtalarer Luxation hatten eine begleitende Fraktur [87]. 1985 untersuchten Zimmer und Johnson die Fälle von 115 Patienten mit subtalarer Luxation aus acht Hauptstudien der vorausgegangenen Jahre. 17% der Patienten wiesen laterale Luxationstypen auf, von denen 72% eine begleitende Fraktur erlitten [88]. Andere Studien von Dunn [102] (sechs von sieben Patienten) und Barber [89] (drei von sechs Patienten) bestätigten die hohe Inzidenz von Begleitfrakturen bei Patienten mit lateraler subtalarer Luxation. Osteochondrale Frakturen kommen erwiesenermaßen häufig bei Patienten mit offenen, lateralen

Luxationen vor. Goldner fand derartige Verletzungen bei 9 von 10 Patienten, die sich initial einer offenen Reposition und einer internen Fixation unterzogen [103]. Selbst bei kleineren Verletzungen kann der Knorpel der Gelenkoberfläche zusammen mit oder unabhängig vom subchondralen Knochen entweder einreißen oder gequetscht werden [100]. Dieses Konzept ist teilweise wichtig im Bezug auf Langzeitfolgen der Verletzung.

Laterale subtalare Luxationen treten häufig in Verbindung mit offenen Frakturen und begleitendem Weichteilschaden auf [79], [88], [60], [104], [103], [67]. Monson und Ryan berichteten 1981 über einen Patienten mit einer offenen lateralen, subtalaren Luxation, der einen ausgedehnten Weichteilschaden aufwies. Zusätzlich ließ sich eine große Risswunde mit Abriss der Sehnen M. tibialis posterior und einer Durchtrennung der A. tibialis posterior beobachten. Auch der Nerv wurde gequetscht. [67] Mattingly und Stern berichteten 1983 von einem ähnlichen Fall. [104] 1995 überprüften Goldner et al. 15 Patienten mit stattgehabter, schwerer, offener subtalärer Luxation (10 Patienten wiesen den lateralen Luxationstyp auf).



Abbildung 06: OFFENE LUXATION Die Abbildung zeigt das klinische Bild einer lateralen, offenen subtalaren Luxation

Neurovaskuläre- und Sehnenverletzungen ließen sich hierbei bei allen lateralen Luxationstypen beobachten, wobei 50% der medialen Luxationen mit vergleichbaren Verletzungen einhergingen. 7 der 10 Patienten mit lateraler Luxation verletzten sich zusätzlich den Nervus tibialis. Hieraus resultierten eine nachfolgende Reflexdystrophie und ein chronisches Schmerzsyndrom des Knöchels und des plantaren Fußes. Die Autoren folgerten daraus, dass der Weichteilschaden verbunden mit lateralen subtalaren Luxationen das klinische Ergebnis genauso beeinflusst wie die Luxation selbst [103].

Infektionen treten laut Wilhelm und Kovanov voraussichtlich in Verbindung mit offenen subtalaren Luxationen gehäuft auf, genauso wie darauf folgende Durchblutungsstörungen [105]. Dunn beschrieb die Inzidenz von zwei tiefen Infektionen [102] und Leitner [85] berichtete von einer Infektion der Sprunggelenksregion mit daraus folgender Ankylosis bei Patienten mit stattgehabter offener subtalarer Luxation. Kenwright und Taylor fanden einheitlich schlechte Ergebnisse bei Patienten mit offener subtalarer Luxation nach Motorradunfällen oder Stürzen aus großer Höhe. Von den 13 von ihnen untersuchten Patienten mit offenen Luxationstypen waren nur zwei im Verlauf symptomfrei und alle wiesen eine mindestens 50%ige Einschränkung des subtalaren Bewegungsumfanges auf. Die Autoren legten fest, dass die Schwere der initialen Verletzung durch das Auftreten von begleitenden intraartikulären Frakturen und Weichteilverletzungen das Langzeitergebnis beeinflusst [79].

## **1.5 Klinische Symptome und Diagnostik**

Larsen beschreibt die posttraumatische Erscheinung eines nach lateral luxierten Fußes als eine Art Plattfuß. [99] Das klinische, posttraumatische Erscheinungsbild des Fußes lässt so auf den erlittenen Luxationstyp schließen. Im Bezug auf die laterale Luxation erscheint der Fuß proniert und in Abduktion [106], die Zehen können auf Grund einer funktionellen Verlängerung der Wegstrecke der Sehnen des M. flexor digitorum longus und des M. flexor hallucis longus in Plantarflexion stehen. [85] Der Taluskopf erscheint medial prominent und meist gut tastbar, das Fersenbein ist bezüglich der langen Achse des Beines nach lateral verdrängt. Bei der medialen

subtalaren Luxation ist der Kopf des Talus dementsprechend nach lateral gerichtet und dort, oder in manchen Fällen auch dorsolateral tastbar.



Abbildung 07: GESCHLOSSENE LUXATION Die Abbildung zeigt das klinische Bild einer geschlossenen, medialen subtalaren Luxation

Nach Barber ist die Hautspannung am betroffenen Fuß auf der der Luxationsrichtung entgegengesetzten Seite am größten [89]. Dies kann zu Blasenbildung führen und in einer Hautnekrose, ausgelöst durch die durch den subkutan liegenden Taluskopf herabgesetzte Durchblutung, resultieren [85], [89], [106], [76], was von Christensen in einer Studie mit 30 subtalaren Luxationen in drei Fällen nachgewiesen werden konnte [66]. Kenwright und Taylor beschreiben zwei Fälle einer Hautnekrose in ihrer Studie über 17 subtalare Luxationen [79]. Deshalb wird die sofortige Reposition empfohlen, um Haut- und neurovaskuläre Schäden zu vermeiden [76], [107], [60].

Bei Mehrfachfrakturen der unteren Extremität sollte auch die Rückfußregion klinisch exakt untersucht werden, da sich wegen der oft verzögert eintretenden Schwellung und der nicht immer auffallenden Fehlstellung eine prima vista Diagnose als schwierig erweist [52].

Neben der klinischen Untersuchung, insbesondere der Beurteilung der Weichteile, umfasst die Diagnostik auch die Anfertigung von Röntgenaufnahmen.



Abbildung 08: MEDIALE SUBTALARE LUXATION I Die Abbildung zeigt konventionelle Röntgenaufnahmen einer medialen subtalaren Luxation in zwei Ebenen

Zur kompletten posttraumatischen Beurteilung der Sprunggelenksregion ist mindestens eine anterior- posterior- Röntgenaufnahme des Fußes in zwei Ebenen (lateral und schräg) erforderlich. Nach Sharit und Cole bietet diese AP-Aufnahme des Fußes den hilfreichsten diagnostischen Überblick [94]. Am Beispiel der lateralen subtalaren Luxation lässt sich auf dieser Aufnahme der Dislokationsgrad zwischen Taluskopf und Os naviculare erkennen (das Os naviculare befindet sich hier lateral des Taluskopfes). De Lee betont die sorgfältige Untersuchung der initialen Röntgenaufnahmen im Hinblick auf Begleitfrakturen. Diese können durch die deutliche Luxationsdeformität des Fußes kaschiert werden [106].

In allen Fällen kann hierbei neben der Nativaufnahme eine Computertomographie in zwei Ebenen (Coronar: d.h. in der Frontalebene parallel zur Unterschenkelachse; Axial: d.h. in der Horizontalebene parallel zur Fußsohle) hilfreich sein. Diese kann entweder postoperativ, nach primär offener Reposition zur Dokumentation der korrekten Stellung des Subtalargelenkes und zum Ausschluss von übersehenen Gelenkinterponaten, oder nach Reposition bei geschlossen einrenkbaren Luxationen zur Beurteilung des Subtalargelenkes, angefertigt werden. Die konsequente Erstellung eines CT dokumentiert in hohem Prozentsatz eine Kompromittierung der

Subtalarregion, die in der Nativ-Aufnahme des Rückfußes stets unterschätzt wird. Besonderes Augenmerk sollte hierbei auf osteochondrale Fragmente der talaren Gelenkunterseite und auf calcaneare und talare Abschlagfragmente gelegt werden. Mithilfe des CT wird, je nach Größe und Dislokationsgrad, über einen Sekundäreingriff entschieden, bei dem knöcherne oder osteochondrale Fragmente größenabhängig refixiert oder excidiert, Gelenkinterponate entfernt und zerrissene Bänder genäht werden [52].

Laut Bibbo et al. (2001) wurden bei all seinen Patienten durch ein zusätzliches CT weitere begleitende Verletzungen entdeckt, welche bei 45% der Patienten therapeutische Konsequenzen hatten [108].

## 1.6 Therapie

Eine umgehende, notfallmäßige Reposition ist anzustreben, um jeglichen durch Druck und Spannung ausgelösten neurovaskulären Schäden oder Hautnekrosen vorzubeugen. Diese sollte, falls kein Repositionshindernis vorliegt, beim relaxierten Patienten in aller Regel mühelos gelingen. Um den Fuß zu reponieren muss bei flektiertem Knie [76] (Triceps surae entspannt) mit dem „Stiefelgriff“ die Umkehr des Luxationsmechanismus vollzogen werden: hierzu wird Zug auf den Fuß und das Fersenbein in Richtung der Deformität ausgeübt, während ein Assistent am Oberschenkel einen Gegenzug aufrechterhält. Einige Autoren empfehlen eine zusätzliche Dorsalflexion des oberen Sprunggelenkes [86], [95], [60]. Der auf den Fuß ausgeübte Zug mindert die talocalcaneare Dislokation. Die Reposition des Talonaviculargelenkes erfolgt durch manuellen Druck auf den Taluskopf, während der Fuß in Pronationsstellung gehalten wird. Ersatzweise empfehlen De Lee und Curtis einen in Deformitätsrichtung ausgeübten Zug, gefolgt von einer geführten Adduktions- und Dorsalextensionsbewegung des Fußes [60]. Nach der Reposition sollte eine Computertomographie erfolgen um den Erfolg der Reposition zu kontrollieren und um eventuell übersehene Begleitfrakturen zu dokumentieren [106]. Bei Irreponibilität sollten keinesfalls mehrfache Repositionsversuche unter Brachialgewalt erfolgen, sondern zügig das offene Vorgehen angeschlossen werden [52].



Laterale subtalare Luxationen lassen sich aufgrund eines Repositionshindernisses häufig nicht geschlossen reponieren [90], [60]. Das Misslingen der Reposition bei lateralen Luxationstypen ergibt sich häufig aus einer oder mehreren interponierenden Strukturen. Hierbei spielen osteochondrale Fragmente des Talonaviculargelenkes, die Knopflochinterposition des Taluskopfes durch das Retinaculum extensorum, die Sehnen des M. tibialis posterior und des M. flexor digitorum longus oder die Interposition des M. extensor digitorum brevis eine Rolle [85], [109], [60], [110]. Bei drei von vier irreponiblen subtalaren Luxationen in einer Studie von De Lee und Curtis (insgesamt 17 Patienten) handelte es sich um laterale Luxationstypen. Hier fand sich in zwei Fällen die Sehne des M. tibialis posterior und im dritten Fall ein Taluskopffragment als Repositionshindernis [60]. Leitner beschrieb in einer Studie über 42 subtalare Luxationen vier Fälle der misslungenen geschlossenen Reposition durch die Sehne des M. tibialis posterior [85]. Er und Mulroy stellten die beiden Haupttheorien im Bezug auf die Interposition der Sehne des M. tibialis posterior auf [85], [111]. Leitner erklärte, dass eine irreponible subtalare Luxation mit einer Ruptur des Retinaculum flexorum einhergeht, wodurch eine Subluxation der M.-tibialis-posterior- Sehne um den medialen Knöchel und den Taluskopf ermöglicht wird [85]. Mulroys behauptete hingegen, dass das Retinaculum flexorum intakt bleibt und so die Subluxation der Sehne über den medialen Malleolus verhindern kann, wodurch sie allerdings in ihre eingeschlossene Position superolateral über dem Talushals gezwungen wird [111]. Seltener stellen die Sehnen der Mm. flexor digitorum longus und flexor hallucis longus ein Repositionshindernis dar.

Unabhängig vom Repositionshindernis bzw. vom Luxationstyp muss sich der Patient bei missglückter geschlossener Reposition dem offenen Verfahren unterziehen [81]. Stellt die Sehne des M. tibialis posterior beim lateralen Luxationstyp das Repositionshindernis dar, kann eine extreme Dorsalflexion eine forcierte mediale Verlagerung des Fußes dazu beitragen die Sehne zu befreien und so eine offene Reposition zu verhindern. Sollte auch dieser Hilfsmechanismus fehlschlagen muss auch hier eine offene Reposition erfolgen [85]. Bei medialer Luxation empfiehlt sich ein lateraler Zugang über dem tastbaren Taluskopf, der meist wie ein Knopf im Knopfloch zwischen den Muskelbäuchen des M. extensor digitorum brevis eingeklemmt ist [52]. Shelton und Pedowitz bevorzugen bei der lateralen subtalaren Luxation eine schräge, anterolaterale Inzision über dem Sinus tarsi [112]. Dieser Einschnitt erstreckt sich von der Sehnenscheide M. extensor digitorum longus bis zur

Sehnenscheide der Peronealsehnengruppe. Durch diese Inzision werden sowohl das Subtalar- als auch die Mittelfußgelenke freigelegt, was dem Chirurgen erlaubt, den Talushals aus sämtlichen Obstruktionen zu befreien. So kann der Taluskopf behutsam in die konkave Gelenkfläche des Os naviculare abgesenkt werden [112]. Als Alternative schlagen Mac und Kleiger [113] die Exploration des medialen Fußes vor. De Lee empfiehlt eine Inzision über dem Sustentaculum tali, welche die Freilegung des Subtalargelenkes und der Mittelfußgelenke erlaubt und direkten Blick auf den Talushals ermöglicht. So kann ein Zugang zur üblicherweise eingeklemmten Sehne des M. tibialis posterior geschaffen werden [106]. Laut Merianos et al. ist die offene Reposition mit Subtalararthrodese das Mittel der Wahl, da die subtalare Bewegung beim beschriebenen Patientengut häufig mit starken Schmerzen einhergeht [98]. Bei Reluxationsneigung ist, auch bei geschlossenen reponierbaren Luxationen, eine (perkutane) talonavikulare Kirschner-Draht-Transfixation erforderlich. Bei der Auswahl des Osteosynthesematerials sollte auf die nochmalige Schnittbildkontrolle, ggf. auch in Form einer Magnetresonanztomographie, Rücksicht genommen werden und in der Regel Titanimplantate verwendet werden [114].

Die Art der anschließenden Gelenkimmobilisation (Gips oder Fixateur externe) hängt vom evidenten oder zu erwartenden Weichteilschaden ab [52].

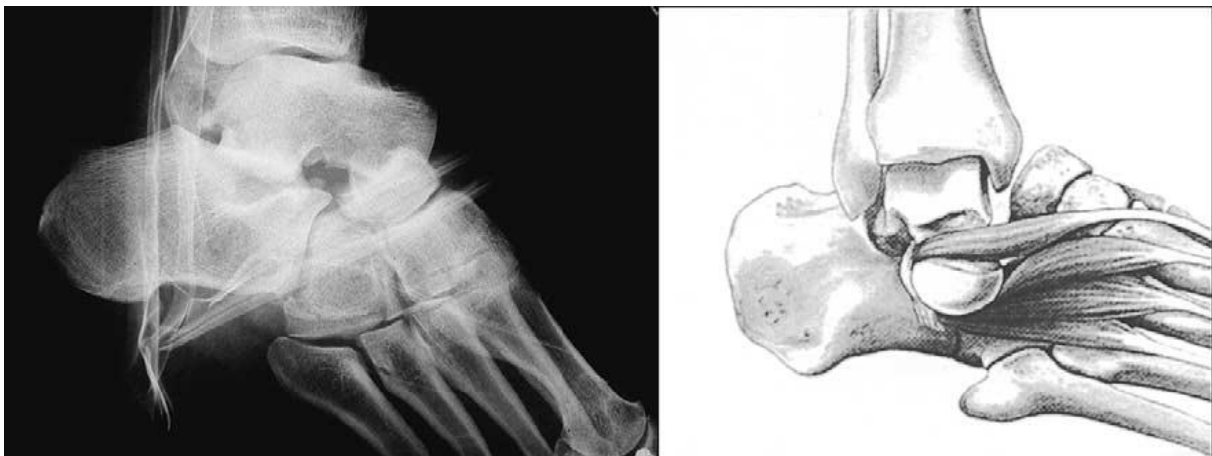


Abbildung 09: MEDIALE SUBTALARE LUXATION II Taluskopf, der wie ein Knopf im Knopfloch zwischen den Muskelbäuchen des M. extensor digitorum brevis eingeklemmt ist (aus Wagner R, Die subtalare Luxation, 1995)

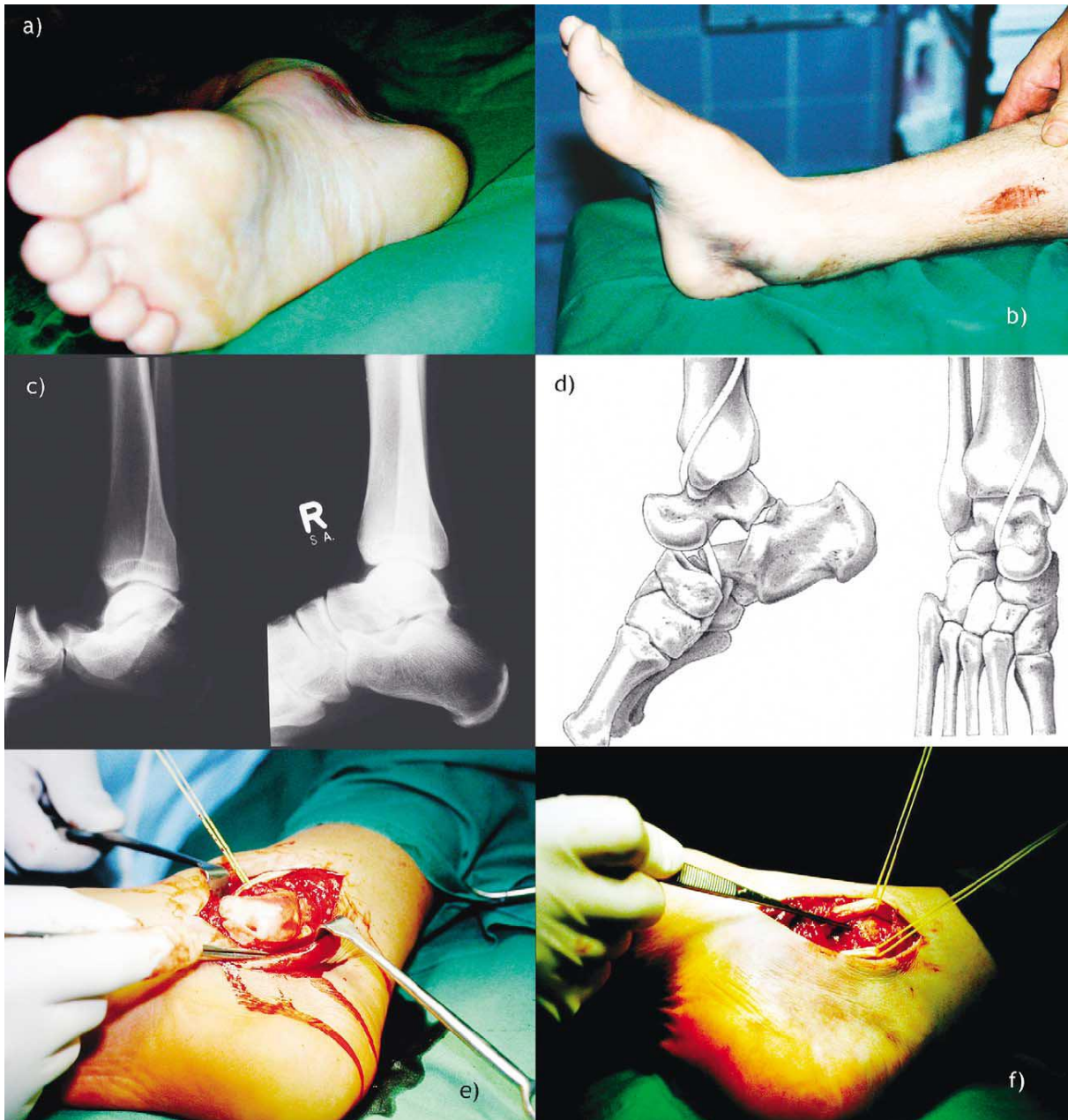


Abbildung 10: DIE LATERALE SUBTALARE LUXATION (a, b) Laterale subtalare Luxation, klinisches Bild mit klar erkennbarem Taluskopf, (c) Röntgenbilder: Trauma- und post- Replicationsaufnahme, (d) Sehne des M. tibialis posterior als Replicationshindernis, (e) Intraoperativer Situs: Sehne des M. tibialis posterior angezügelt an einem Gummiband, (f) Situs nach Reposition (aus Wagner R, Die subtalare Luxation, 1995)

## 1.7 Nachbehandlung

Nach offener oder geschlossener Reposition sind subtalare Luxationen üblicherweise stabil. [106] Empfehlungen für eine Ruhigstellung des betroffenen Fußes in einem nicht belastbaren Kurz-Gips bewegen sich von drei Wochen bis zu vier Monaten [115], [106], [76]. Viele Autoren empfehlen eine Gipsruhigstellung für 6 Wochen, gefolgt von frühzeitigen dem Bewegungsbereich angepassten Übungen, um einer Fibrosierung des Subtalargelenkes vorzubeugen [89], [90], [65], [76]. De Lee und Curtis sind der Ansicht, dass subtalare Luxationen ohne Begleitfrakturen äußerst stabil sind. Sie postulieren deshalb eine frühe Gipsentfernung und frühzeitige aktiv-assistierte Bewegungsübungen des Subtalar- und der Mittelfußgelenke ohne die Gefahr einer rezidivierenden Luxation. Sie empfehlen dabei die Metatarsophalangeal-Gelenke offen im Gips zu belassen um einer Sehnenvernarbung und einer zurückbleibenden Steife der Gelenke vorzubeugen [60]. Buckingham fand heraus, dass die Mehrheit der Patienten mit sechswöchiger Gipsruhigstellung einen limitierten Bewegungsumfang im Subtalargelenk entwickelten [65]. Heppenstall konnte bei 80% der Patienten mit lateraler subtalärer Luxation und sechswöchiger Gipsruhigstellung signifikante Einschränkungen der subtalaren Beweglichkeit feststellen. 30% dieser Patienten entwickelten eine subtalare Arthritis [87]. Neuerlich wurde auf Grund der angeborenen Stabilität des Subtalargelenkes und der mutmaßlichen Morbiditätsrate einer verminderten subtalaren Beweglichkeit ein größerer Schwerpunkt auf kürzere Immobilisierungszeiträume gelegt [88]. Spielen begleitende Frakturen eine Rolle, bevorzugt De Lee eine Ruhigstellung für 3-4 Wochen in einem nicht belastbaren Gips, gefolgt von frühzeitigen Bewegungsübungen. Sollte das Subtalargelenk z.B. durch die Exzision von Frakturfragmenten instabil erscheinen, wird die Immobilisation auf 6 Wochen ausgeweitet [106]. Zimmer und Johnson individualisieren ihre Vorgehensweise bei der Ruhigstellung indem sie Begleitfrakturen, Alter und Aktivitätsansprüche des Patienten berücksichtigen. Sie postulieren eine vierwöchige Gipsruhigstellung als Minimum für ältere Patienten ohne Begleitfrakturen oder exzessive Aktivitätsansprüche. Jüngere, aktivere Patienten oder diejenigen mit begleitenden Frakturen sollten für 6 Wochen immobilisiert werden [88]. Nach De Lee benötigen Patienten mit offenen subtalaren Luxationen ein offenes Debridement mit anschließender Reposition und einer Gipsruhigstellung für 3-8 Wochen, abhängig

vom Grad der Wundheilung und der Präsenz von begleitenden Verletzungen. Stützstrümpfe und orthopädisches Schuhwerk sollten mindesten ein Jahr im Anschluss an die Gipsruhigstellung getragen werden [103].

## 1.8 Komplikationen

Die meisten Komplikationen nach stattgehabter subtalarer Luxation sind abhängig vom Luxationstyp, dem Grad des Weichteilschadens sowie von begleitenden Frakturen. Laterale und offene Luxationen sind häufig mit einer höheren Krafteinwirkung im Rahmen des Traumas verknüpft und bringen deshalb ein größeres Komplikationsrisiko mit sich. Frühe Komplikationen von subtalaren Luxationen sind Hautnekrosen, tiefe Infektionen und neurovaskuläre Störungen. Die Häufigkeit dieser Komplikationen variiert von 0-10%. Die meisten Fälle von Infektionen finden sich bei offenen Luxationen oder in Fällen mit begleitenden Hautnekrosen [95]. Leitner beschreibt eine Sprunggelenksinfektion mit anschließender knöcherner Gelenksteife [85]. Dunn berichtet von zwei Patienten mit tiefen Infektionen des Talus, ein Patient benötigte infolge dessen ein offenes Debridement, der zweite Patient musste taletomiert werden [102]. Zur Vermeidung früher Komplikationen ist eine zeitnahe Diagnostik sowie eine korrekte und frühe Reposition unerlässlich [95], [139], [97].

Die avaskuläre Nekrose (AVN) des Talus und der anderen tarsalen Knochen, Osteoporose, posttraumatische Arthritis sowie subtalare Instabilität zählen zu den Spätkomplikationen nach subtalarer Luxation. Osteoporose tritt häufig nach Langzeit-Immobilisierung auf, die avaskuläre Talusnekrose ist eher selten [95], [97]. Christensen beschrieb nur zwei Fälle von AVN unter den von ihm nachuntersuchten 30 Patienten [66]. Laut Grantham entdeckten Edmunds et al. einen Fall von AVN in Verbindung mit einer Talushalsfraktur in einer Studie von zehn Fällen mit offener subtalarer Luxation [92]. Die Seltenheit der avaskulären Talusnekrose lässt sich durch die von Kelly und Sullivan beschriebene exzellente Blutversorgung des Talus (siehe auch 1.2.1.3: Blutversorgung) erklären [18].

Subtalare Instabilität, definiert als vermehrte subtalare Bewegungsfreiheit, lässt sich in vereinzelt Fällen beobachten. Zimmer und Johnson beschrieben einen Fall mit objektiv gesteigertem subtalarem Bewegungsausmaß und einer moderaten Subluxation des Subtalargelenkes während der Inversion. Vier weitere Patienten der selben Untersuchungsreihe beschrieben ein „Nachgeben“ des Rückfußes bei verschiedenen Bewegungen. Die Autoren empfehlen eine Anpassung des Schuhwerks oder eine Versteifung der betroffenen Gelenke und begründen die subtalare Instabilität mit der vergleichsweise verkürzten posttraumatischen Immobilisationsdauer von vier Wochen bei diesen Patienten [88].

Die häufigste Spätkomplikation nach subtalärer Luxation ist die posttraumatische Arthrose, welche häufig Schmerzen und subtalare Bewegungseinschränkungen verursacht. Luxationen mit begleitenden intraartikulären Frakturen sind häufig mit arthrotischen Veränderungen vergesellschaftet, welche oft in einer subtalaren Steifheit verschiedener Schweregrade resultieren. In verschiedenen Studien wurde dargelegt, dass besonders Frakturen des Talocalcanear- sowie des Talonaviculargelenkes eine signifikante subtalare Arthrose verursachen können [81], [95]. Um den Steifheitsgrad des Subtalargelenkes sowie die damit verbundenen Symptome zu vermindern sollte die unkomplizierte mediale subtalare Luxation nicht länger als vier Wochen, und Luxationen mit Begleitfrakturen nicht länger als sechs Wochen immobilisiert werden. An die Immobilisierung sollte eine umgehende Mobilisierung mit Physiotherapie und Vollbelastung angeschlossen werden [95], [97]. Für Patienten mit progressiver posttraumatischer Arthrose und hindernden Schmerzen trotz adäquater Physiotherapie und antiinflammatorischer Medikation empfehlen die meisten Autoren eine Tripel- Arthrodese [60], [76], [89]. Hierbei wird im unteren Sprunggelenk und den beiden benachbarten Gelenken der Knorpel entfernt um anschließend die nun offenen Gelenkflächen der drei beteiligten Knochen miteinander zu verschrauben. Merianos berichtete von zwei Patienten, die auf Grund einer schmerzhaften subtalaren Gelenksteife mittels Arthrodese behandelt wurden. Hier konnte eine bemerkenswerte Linderung der Symptome erreicht werden. Er schlug vor bei symptomatischen Patienten nach lateraler subtalärer Luxation eine frühe Arthrodese in Erwägung zu ziehen [98].



## 2. Komplextrauma des Fußes

Im Folgenden soll kurz auf Komplexverletzungen des Fußes eingegangen werden, da die subtalare Luxation häufig mit lokalen Begleitverletzungen im Rahmen eines Polytraumas (Sturz aus großer Höhe, 30% [60] bis 90% [59], Verkehrsunfälle, 50% [60]) einhergeht.

### 2.1 Funktionell anatomische Ebenen

Die chirurgische Definition eines komplexen Fußtraumas basiert auf einem 5-Punkte-System, welches zum einen die fünf anatomischen Ebenen des Fußes als auch den Weichteilschaden berücksichtigt. Dieses System hat sich im Hinblick auf Einteilung, Therapieplanung und Prognoseabschätzung komplexer Fußverletzungen bewährt. Die fünf Etagen des Fußes umfassen:

1. OSG-Ebene
2. Talus
3. Calcaneus
4. Chopart-Lisfranc-Gelenk
5. Mittelfuß

Die Definition des komplexen Fußtraumas ergibt sich sowohl aus der regionalen Ausdehnung (ein Punkt für jede verletzte Fußebene) als auch aus dem Ausmaß des Weichteilschadens. Dieser berücksichtigt erst- bis drittgradig offene/geschlossene Frakturen mit jeweils einem Punkt des Schweregrades oder vier Punkten bei viertgradigen Quetschtraumen im Sinne des Überrolltraumas, des degloving injury oder der subtotalen Amputation [61]. Ergibt die Addition aus der Anzahl der betroffenen Etagen und der Punktzahl des Weichteilschadens fünf oder mehr als fünf Punkte kann definitionsgemäß von einem Komplextrauma gesprochen werden [5].



## 2.2 Therapierichtlinien

### Erhaltungsversuch versus Amputation

Das Ziel der Wiederherstellung eines gebrauchsfähigen, plantigraden Fußes wird an zahlreichen Kriterien der Erhaltbarkeit gemessen. Die Entscheidung zum primären Erhaltungsversuch wird nicht unwesentlich von der Schwere der Begleitverletzungen mitbestimmt [5]. Ein komplexes Fußtrauma ist häufig die „pars pro toto“ beim mehrfachverletzten oder polytraumatisierten Patienten. Nach Tscherne [61] empfiehlt sich der Erhaltungsversuch bei einem PTS (Hannoveraner Polytraumaschlüssel nach Regel et al, 1993 [62]) von 1, sowie eine primäre Amputation bei einem PTS von 3 und 4. Das Prinzip „life before limb“ hat hier absolute Priorität: es besagt, dass die größten Fehler bei Komplextraumen des Fußes dann eingegangen werden, wenn man primär Erhaltungsversuche erzwingt, das heißt beim Polytraumatisierten initial aufwendige Rekonstruktionen durchführt, die quo ad vitam besser durch eine primäre Amputation zum Lebenserhalt durchgeführt worden wären. Bei einem PTS von 2 ist ein individueller Therapieentscheid laut Tscherne von weiteren Begleitfaktoren abhängig. Hierzu werden prädiktive Score-Systeme wie der Mangled Extremity Severitiy Score (MESS) sowie der um nervale Verletzungen erweiterte NISSA-Score diskutiert. Diese können dem Chirurgen beim schwerwiegenden Entschluss über Extremitätenerhalt oder Amputation zumindest eine zusätzliche Entscheidungshilfe geben [63].

Fällt die Entscheidung zum Extremitätenerhalt, besteht das Ziel der Behandlung darin, Durchblutung und Sensibilität, besonders aber die plantare Haut und Fersenpolsterung zu erhalten und die passive und aktive Bewegung wiederherzustellen. Außerdem sollten Infektionen verhütet und, falls unvermeidbar, kontrolliert werden und die knöchernen Heilung erzielt werden [5].

---

## II. MATERIAL UND METHODEN

### 3. Gesamtzahl der subtalaren Luxationen im Untersuchungszeitraum

Im Zeitraum von 1987 bis 2009 wurden in der Klinik für Unfall-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Universität Würzburg 34 Patienten mit subtalaren Luxationen behandelt. 21 Patienten wiesen eine medial geschlossene, 11 eine lateral geschlossene, ein Patient eine anterior offene und ein Patient eine laterale, offene Luxation auf.

Medial geschlossen	Lateral geschlossen	Anterior offen	Lateral offen
n= 21	n= 11	n= 1	n= 1
62%	32%	3%	3%

Tabelle 01: LUXATIONSARTEN Die Tabelle zeigt die aufgetretenen Luxationsarten im Untersuchungszeitraum

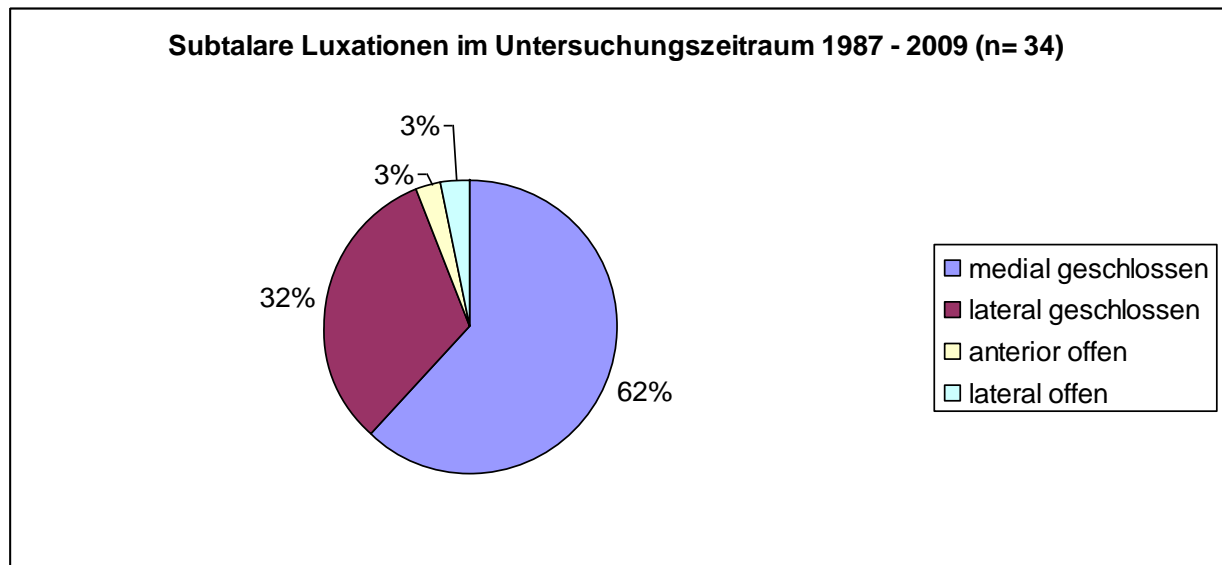


Abbildung 11: LUXATIONSARTEN Die Abbildung zeigt die aufgetretenen Luxationsarten im Untersuchungszeitraum

Die Verteilung des vorhandenen Patientenkollektivs entspricht den in der Literatur beschriebenen Häufigkeiten. [66, 85], [86], [87], [88], [79] (siehe auch Kapitel 4: DIE SUBTALARE LUXATION)

#### **4. Patientenkollektiv**

Im Rahmen einer klinischen Studie werden 22 Patienten mit subtalaren Luxation (Zeitraum nach Trauma: 3 Jahre – 22 Jahre) zur radiologischen und klinischen Nachuntersuchung einbestellt. Zwei Patienten waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bereits verstorben, ein Pat. war unbekannt in die USA zurückgekehrt, drei Pat. waren trotz wiederholtem Kontakt mit Meldeämtern und Verwandten nicht ermittelbar. Diese Patienten wurden aus dem Nachuntersuchungskollektiv ausgeschlossen, es verblieben somit für unser Kollektiv **n=28**. Drei Pat. haben die Nachuntersuchung verweigert, weitere drei erschienen nicht zum vereinbarten Nachuntersuchungstermin und waren anschließend nicht mehr kontaktierbar. Für das Nachuntersuchungskollektiv ergab sich somit eine Rücklaufquote von 78,6%.

#### **5. Anamnese und klinische Nachuntersuchung**

Um spätere Ergebnisse untereinander vergleichen zu können werden die zur Nachuntersuchung erschienenen Patienten nach einem standardisierten Schema befragt und klinisch nachuntersucht.

Zunächst werden Untersuchungsdatum, Name, Geburtsdatum, Alter und Beruf des Patienten dokumentiert. Zum Unfallereignis werden das Unfalldatum, die Art des Unfalls (Privat-, Sport-, Arbeitsunfall), die betroffene Seite (links/rechts), der Luxationstyp sowie der Unfallhergang festgehalten. Außerdem werden im Rahmen des Traumas aufgetretene, lokale Begleitverletzungen, der Zeitpunkt und die Art der Reposition (offen/geschlossen) und die Art der Nachbehandlung (Gips/Fixateur externe) ermittelt.

Der klinische Befund umfasste eine eingehende Inspektion, Funktionsprüfungen der differenzierten Gangarten sowie eine Bewegungsanalyse im oberen und unteren Sprunggelenk. Zur genaueren funktionellen Bewertung wurde das 200 Punkte Schema für Calcaneus Frakturen in Anlehnung an Zwipp zugrunde gelegt und dementsprechend modifiziert.

## 5.1 Der Zwipp- Score

Das 200 Punkte Schema für Calcaneus Frakturen nach Zwipp ist in drei Gruppen unterteilt:

- 1.) Klinik (subjektiv)
- 2.) Klinik (objektiv)
- 3.) Radiologische Diagnostik

Der Score wurde von uns auf subtalare Luxationen angepasst und in der Gruppe 3 (Röntgen) nach Rücksprache mit einem erfahrenen Radiologen so modifiziert, dass 20 zu vergebende Punkte aus dem ursprünglichen Zwipp Score nicht in unsere Bewertung einfließen. So ergaben sich folgende Bewertungsstufen:

<b>Note:</b>	<b>Ergebnis:</b>
Sehr gut	180 – 135 Punkte
Gut	134 – 91 Punkte
Befriedigend	90 – 45 Punkte
Mangelhaft	< 45 Punkte

*Tabelle 02: PUNKTEINTERVALLE Die Tabelle zeigt die Verteilung der Punkte im Zwipp Score mit der korrespondierenden Note*

## 5.2 Der VAS- Score

Zur besseren Beurteilung der subjektiven Schmerzwahrnehmung der nachuntersuchten Patienten wurden diese angehalten einen VAS Score (visual analogue score) auszufüllen, um das subjektive Schmerzempfinden in verschiedenen Lebenslagen der Patienten zu eruieren.

Bei beiden Scores (Zwipp Score/VAS Score) ist zu beachten, dass die Ergebnisse in einem nicht unerheblichen Ausmaß von der Kooperation des Patienten, von der subjektiven Bewertung und Erfahrung des Untersuchers sowie von den erlittenen

Begleitverletzungen an der ipsilateralen unteren Extremität, aber auch an Wirbelsäule und Rückenmark beeinflusst werden.

### 5.3 Radiologische Auswertung

Die radiologische Nachuntersuchung erfolgte mittels einer Computertomographie des oberen und unteren Sprunggelenkes sowohl der betroffenen als der kontralateralen Extremität in axialer, sagittaler und koronarer Schichtung. Bezüglich der Auswertung wurden die Schichtbilder auf persistierende Luxations-, bzw. Gelenkfehlstellung sowie auf Arthrose- und Nekrosezeichen überprüft. Mit Hilfe des PACS Systems wurden die betroffenen Tali in Höhe, Breite und Länge vermessen, um eventuelle Höhenminderung, Längenminderung/Verlängerungen oder Verbreiterungen der Sprunggelenksrollen aufzudecken. Die Beurteilung der Arthrosegrade sowie die Auswertung der Vermessungen der betroffenen Tali erfolgte unter Einbezug von Herrn Prof. Dr. W. Kenn (Institut für Röntgendiagnostik, Universitätsklinik Würzburg).





Abbildung 12: TALUSVERMESSUNG Die beiden Abbildungen zeigen Beispiele für die Talusvermessung in koronarer und sagittaler CT- Schichtung

### 5.3.1 Radiologische Kriterien der posttraumatischen Arthrose

Die Beurteilung der röntgenologisch erkennbaren arthrotischen Veränderungen in den Sprunggelenken erfolgte in Anlehnung an das Einteilungsschema nach Bargon [116]. Die ursprünglich für das obere Sprunggelenk erarbeitete Klassifikation wurde in dieser Arbeit auf die arthrotischen Veränderungen des Talo- Calcanear-, sowie des Talo- Navicular- Gelenkes übertragen. So wurden die Arthrosezeichen in drei Grade eingeteilt: Als Grad I wurden folgende Zeichen klassifiziert: Sklerosezone ohne oder mit geringer Gelenkspaltverschmälerung, Randwulstbildung. Patienten mit zusätzlichen Schliffurchen oder Aufrauungen der subchondralen Knochenlamelle wurden in Grad II eingeteilt, während Patienten mit Sklerosierung, deutlicher Gelenkspaltverschmälerung, Defekten im subchondralen Knochen und zystischen Aufhellungen den Arthrosegrad III erhielten.

### III. ERGEBNISSE

#### 6 Patientenkollektiv

Von den in einem 22jährigen Zeitraum zwischen 1987 und 2009 behandelten 34 Patienten mit subtalärer Luxation wurden 28 ins Nachuntersuchungskollektiv eingeschlossen, hiervon konnten 22 (78,6%) nachuntersucht werden.

##### 6.1. Alters- und Geschlechterverteilung

Der Altersdurchschnitt zum Unfallzeitpunkt betrug 34,7 Jahre, wobei der jüngste Patient 17 Jahre und der älteste Patient 67 Jahre alt war. Die Gliederung in dekadische Altersgruppen ergab ein Maximum bei der Gruppe der 20-30jährigen (n = 8 / 36,4%). Der Anteil der unter 20jährigen Patienten lag bei 18,2% (n = 4), die Altersgruppe über 60 Jahre ist mit 9,1% (n = 2) eher gering vertreten.

Innerhalb des Patientenkollektivs überwiegt der Anteil der Männer gegenüber dem der Frauen mit 4,5:1. Bei insgesamt 22 nachuntersuchten Patienten handelt es sich um 18 Männer (81,8%) und 4 Frauen (18,2%).

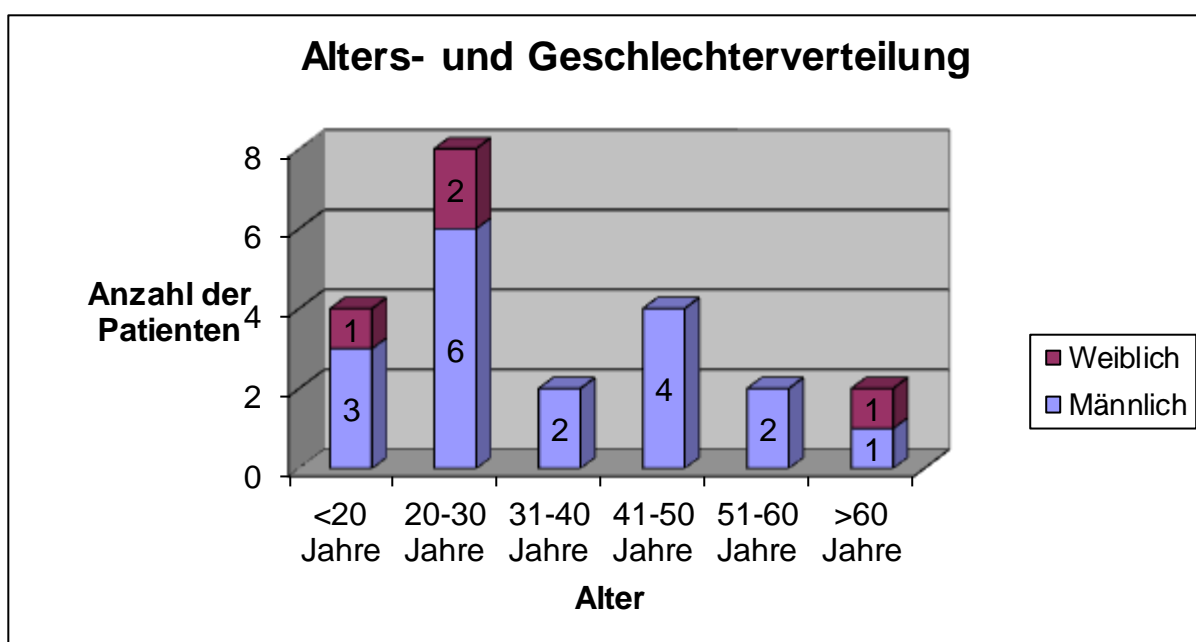


Abbildung 13: ALTER UND GESCHLECHT Die Abbildung zeigt die Alters- und Geschlechterverteilung zum Unfallzeitpunkt im Patientenkollektiv



## 6.2 Art der subtalaren Luxation

Von den 22 nachuntersuchten Patienten erlitten 54% (n = 12) eine medial, geschlossene Luxation und 41% (n = 8) eine lateral, geschlossene Luxation. Bei einem Patienten wurde eine laterale, offene subtalare Luxation diagnostiziert, bei einem weiteren eine anterior offene Luxation (jeweils 5%).

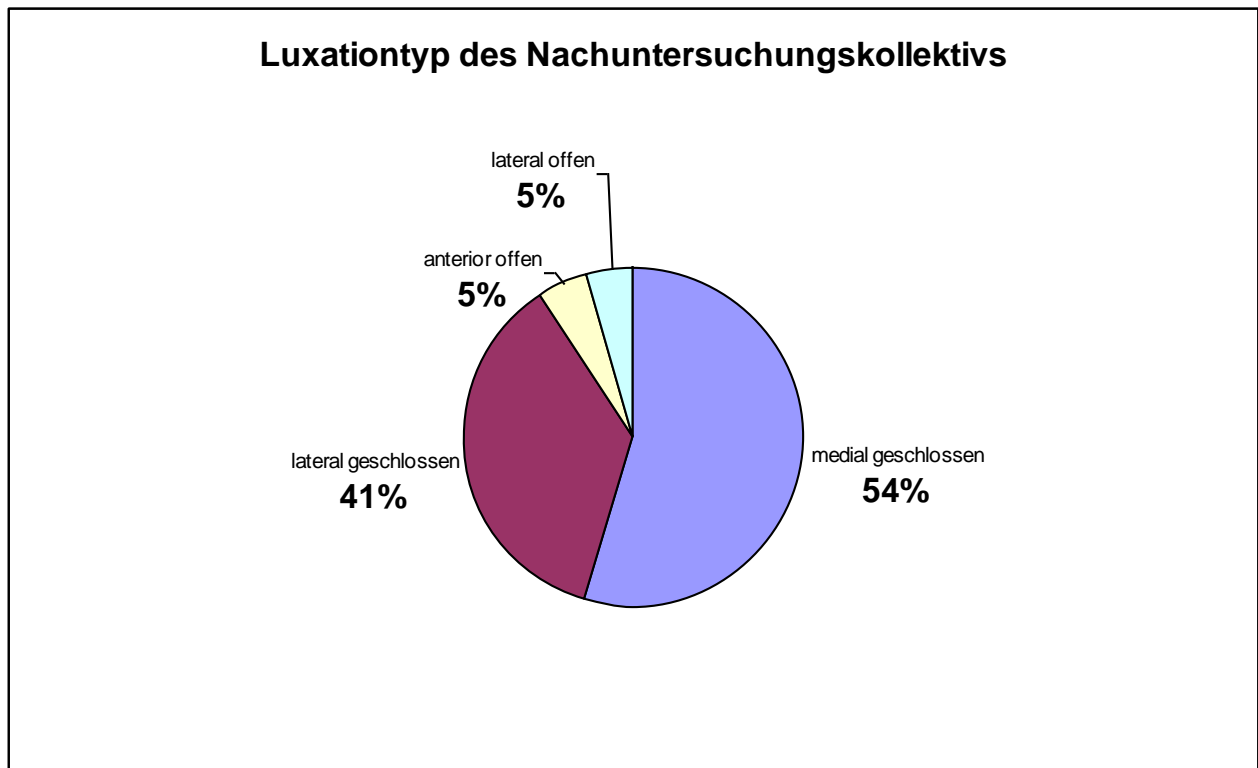


Abbildung 14: LUXATIONSTYP Die Abbildung zeigt den jeweiligen Luxationstyp des Nachuntersuchungskollektivs

## 6.3 Unfallart

Die Unfallursachen waren stets Folge großer Krafteinwirkung und lassen sich in zwei Gruppen unterteilen: an deren Spitze stehen mit 64% (n = 14) die **Verkehrsunfälle** (VU). Unter diesen waren 10 Verkehrsteilnehmer Fahrer oder Beifahrer eines PKW (72%), acht waren angeschnallt, zwei verzichteten auf den Sicherheitsgurt. Zwei Patienten (14%) verunglückten als Fahrer eines Motorrades, eine Patientin stürzte vom Fahrrad (7%) und ein Patient verunglückte als Pilot eines Kleinflugzeuges (7%).

Die zweithäufigste Unfallursache war ein **Sturz** (36%, n = 8). Hierbei stürzten zwei Patienten aus einer Höhe <1,5m, vier Patienten stürzten aus einer Höhe > 2m, ein weiterer Pat. erlitt einen Stolpersturz an einer Treppe. Ein Pat. wurde von umstürzenden Bauteilen am Fuß getroffen,

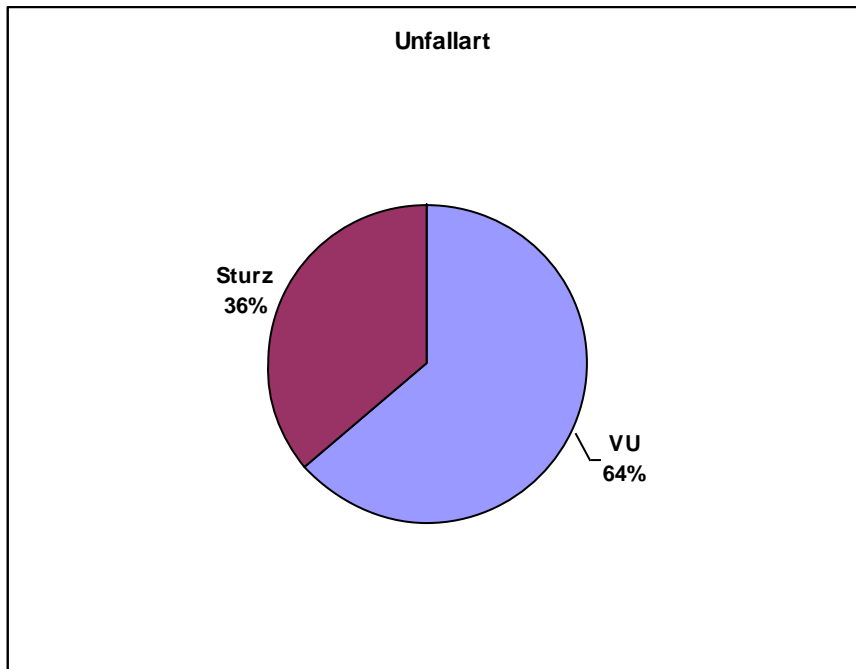


Abbildung 15: UNFALLART Die Abbildung zeigt die Verteilung der zur Luxation führenden Unfallart

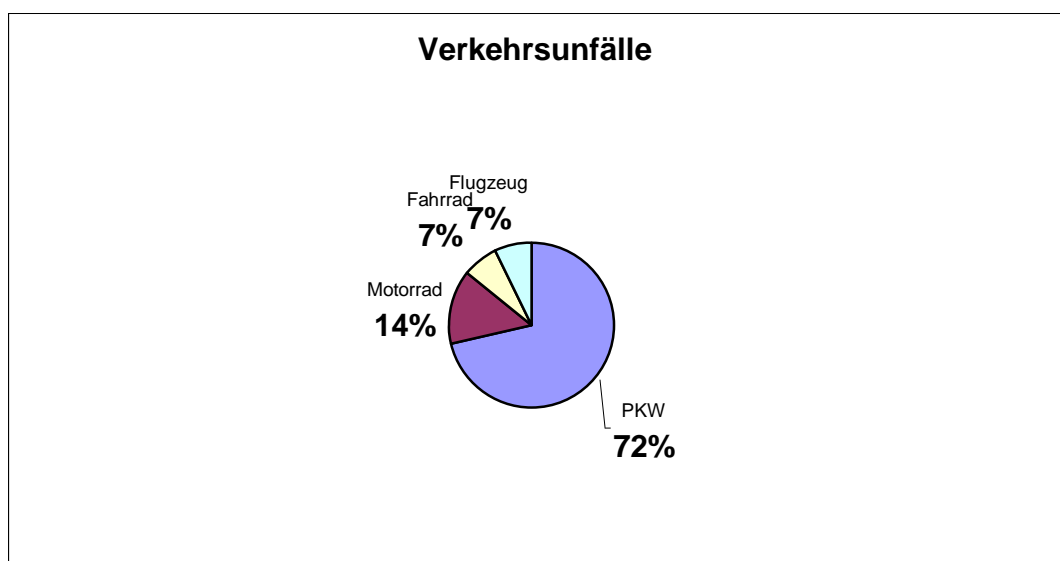


Abbildung 16: VERKEHRSUNFÄLLE Die Abbildung zeigt die Verteilung der Verkehrsunfälle nach benutztem Verkehrsmittel

## 6.4 Begleitverletzungen

Zu knöchernen Begleitverletzungen kam es bei 20 von 22 Patienten (91%). Insgesamt wurden bei diesen 22 subtalaren Luxationen 40 zusätzliche Knochenbrüche gezählt. Am häufigsten fanden sich knöchernerne Begleitverletzungen an der ipsilateralen unteren Extremität (n = 31 / 77,5%).

Acht der 22 nachuntersuchten Patienten mit subtalarer Luxation erlitten, zum Teil zusätzlich zu knöchernen Verletzungen, Weichteilschäden, die sich wie folgt verteilen: zweimal ließ sich eine II.-bzw. III.gradig offene Luxation beobachten, zwei Patienten wiesen offene Frakturen an der gleichseitigen Extremität auf. Zu einer Bandruptur am kontralateralen Unterschenkel kam es in einem der Fälle, zwei Patienten hatten eine Bandruptur am gleichseitigen Oberschenkel zu beklagen.

Eine isoliert subtalare Luxation ohne knöchernerne Begleitverletzung oder Weichteilschaden trat nur in einem der 22 nachuntersuchten Fälle auf (4,5%).

Um die Art der Begleitverletzungen direkt mit dem Outcome der nachuntersuchten Patienten zu verknüpfen wird das Patientenkollektiv in Anlehnung an den Zwipp-Score in vier Gruppen unterteilt: **Gruppe 1:** sehr gutes Outcome (180-135 Punkte), **Gruppe 2:** gutes Outcome (134-90 Punkte), **Gruppe 3:** mäßiges Outcome (89-45 Punkte) sowie **Gruppe 4:** schlechtes Outcome (< 44 Punkte).

Der ersten Gruppe konnten vier Patienten zugeordnet werden. Hier konnte in zwei Fällen eine Luxationsfraktur des Talus sowie eine Subluxation des ipsilateralen Os naviculare und begleitende Frakturen des Os cuneiforme, des Os cuboideum und der Ossa metatarsalia diagnostiziert werden. Bei einem Patienten wurde eine Femurschaftfraktur der gleichen Extremität festgestellt. Alle Begleitfrakturen in der ersten Gruppe fanden sich an der ipsilateralen Extremität und waren vom geschlossenen Typ. Weichteilschäden traten in dieser Gruppe nicht auf.

Zwei Patienten konnten der zweiten Gruppe (gutes Outcome: 134-90 Punkte) zugeordnet werden. Hier wurden begleitend eine Calcaneusfraktur, eine Fraktur der MFK V-Basis, eine Talusfraktur und eine Patellatrümmerfraktur – jeweils an der ipsilateralen Extremität – diagnostiziert. Beim zweiten Patienten wurden im Rahmen

eines Polytraumas eine Fraktur des Os metatarsale V sowie ein Thoraxtrauma mit Lungenkontusion festgestellt.

Insgesamt neun Patienten wurden in die dritte Gruppe (mäßiges Outcome: 89-45 Punkte) eingeteilt. Hier fanden sich in vier Fällen Frakturen des Talus, in jeweils zwei Fällen wurden Frakturen des Oberschenkelchaftes, der Patella sowie der ipsilateralen Ossa metatarsalia festgestellt. Ein Patient erlitt eine begleitende Fraktur des medialen und des lateralen Malleolus. In dieser Gruppe traten vermehrt Weichteilschäden auf: eine Patientin erlitt eine offene subtalare Luxation mit begleitendem Weichteilschaden, drei weitere erlitten zum Teil offene Begleitfrakturen mit Weichteilbeteiligung. In einem Fall wurde eine zusätzliche Bandruptur an der ipsilateralen Extremität diagnostiziert. Zwei Patienten dieser Gruppe erlitten zusätzlich ein Schädelhirntrauma.

Sieben Patienten erzielten ein schlechtes Ergebnis (<44 Punkte) und wurden somit der vierten Gruppe zugeteilt. Hier fanden sich in jeweils drei Fällen Frakturen des Talus, des Calcaneus und des Os naviculare, ein Patient erlitt eine begleitende Pilon-Tibial-Fraktur, ein weiterer eine Fraktur des Os metatarsale V. Bei zwei Patienten wurde zusätzlich eine Fraktur des medialen Malleolus festgestellt. Auch in dieser Gruppe fand sich vermehrt eine Weichteilbeteiligung: so erlitt ein Patient eine III° offene Luxation, ein weiterer eine Bandruptur im Außenknöchelbereich. Ein Patient entwickelte einen postoperativen Wundinfekt.

## **7. Subjektive Ergebnisse**

### **7.1 Zufriedenheit**

Bei der Befragung der Patienten zu ihrer subjektiven Zufriedenheit mit dem Ergebnis der Behandlung machten die Patienten im Rahmen des Zipp Scores folgende Angaben.

Zwei Patienten bewerteten das Ergebnis als „sehr gut“ und gaben die Note 1 (9,1%) während sechs Patienten das Ergebnis als „gut“ (Note 2) bewerteten (27,3%). Drei Patienten sprachen sich für ein „befriedigendes“ Ergebnis aus (Note 3 / 13,5%).

Neun Patienten, und somit mit 41% der größte Teil, bewerteten das Therapieergebnis als „ausreichend“ (Note 4) und 2 beklagten einen „mangelhaften“ Therapieausgang und gaben die Note 5 (9,1%). Keiner der Patienten bezeichnete sein Ergebnis als „schlecht“ (Note 6).

Die Bewertung erfolgte nach dem Schulnotensystem, wobei die Note 1 für ein sehr gutes, die Note 6 für ein schlechtes Ergebnis steht.

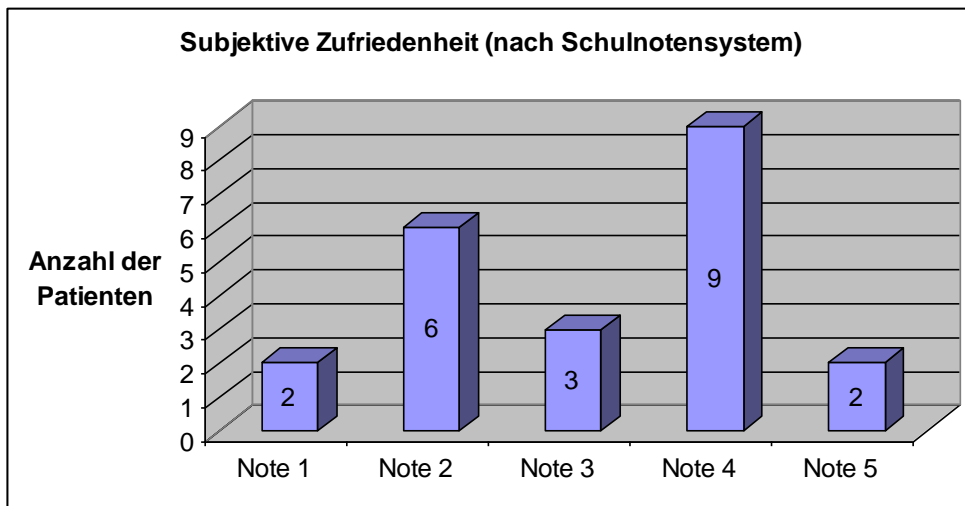


Abbildung 17: SUBJEKTIVE ZUFRIEDENHEIT Die Abbildung zeigt die subjektive Zufriedenheit der Patienten des Nachuntersuchungskollektives nach Schulnotensystem

Im Zwipp Score wird für jede Schulnote die dementsprechende Plus- oder Minuspunktzahl mit in die Gesamtpunktzahl eingerechnet. Die Punkteverteilung ist der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Schulnote	Zwipp Score Punktzahl
Note 1	+3
Note 2	+2
Note 3	+1
Note 4	+/-0
Note 5	-2
Note 6	-3

Tabelle 03: SUBJEKTIVES ERGEBNIS „ZWIPP SCORE“ Die Tabelle zeigt die entsprechende Punktevergabe im Zwipp Score nach Schulnote

Hieraus errechnet sich eine durchschnittliche Zufriedenheit von **3,14 (Schulnote)**. Der entsprechende Wert im Zwipp Score beträgt 0,95.

## 7.2 Schmerz

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren vier von 22 Patienten schmerzfrei (18%). Diese gaben an, zu keiner Zeit, auch nicht während oder nach sportlicher Aktivität, Schmerzen im Bereich der Sprunggelenke und des Fußes zu verspüren. Über Schmerzen nach Belastung, wie zum Beispiel Wanderungen, längeren Spaziergängen oder sportlicher Betätigung, klagten zwei Patienten (9%), ständige Schmerzen beim Gehen auch schon kurzer Strecken, ohne jedoch Schmerzen in Ruhe zu haben, beklagten insgesamt 15 Patienten, bei sechs Patienten begrenzte sich die schmerzfreie Gehstrecke auf 1 – 4 km (1-3h), ebenfalls sechs Patienten klagten über Schmerzen nach 0,5 – 1 km (0,5 – 1 h) Gehstrecke, drei Patienten konnten nicht länger als eine halbe Stunde (oder 0,5 km) schmerzfrei gehen (14%). Dauerschmerzen, also Ruheschmerzen sowie nächtlicher Schmerz, wurden lediglich von einer Patientin angegeben (5%).

Hier fiel auf, dass das Schmerzempfinden der Patienten untergrundabhängig stark variierte. So gab die Mehrheit der Patienten zum Beispiel beim Gehen auf unebenem oder weichem Untergrund stärkere Schmerzen an als auf ebenem, hartem Geläuf.

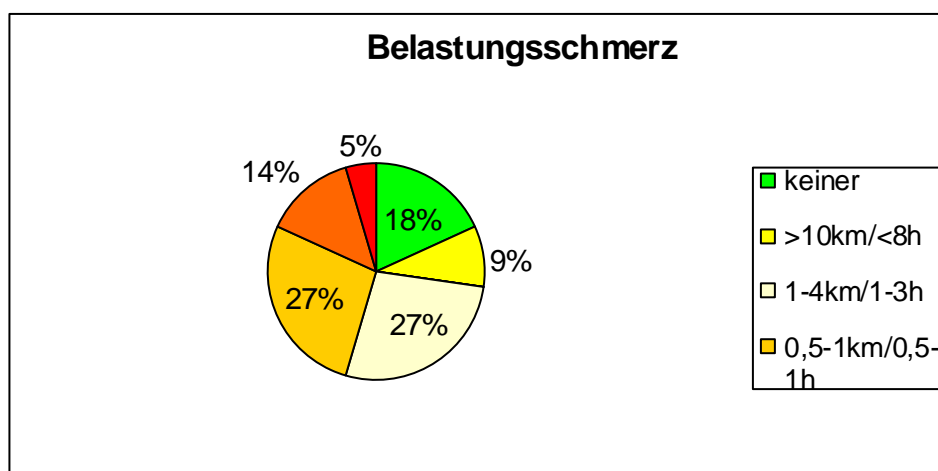


Abbildung 18: BELASTUNGSSCHMERZ Die Abbildung zeigt das Auftreten eines Belastungsschmerzes der verletzten Extremität nach Gehstrecke

Im Rahmen der Schmerzanamnese wurden die Patienten auch nach dem Gebrauch von Schmerzmedikamenten befragt.

Eine Patientin (5%) bestätigte die tägliche Einnahme nichtsteroidaler Antirheumatika (NSAR) zur medikamentösen Schmerzbekämpfung. Weitere drei Patienten gaben

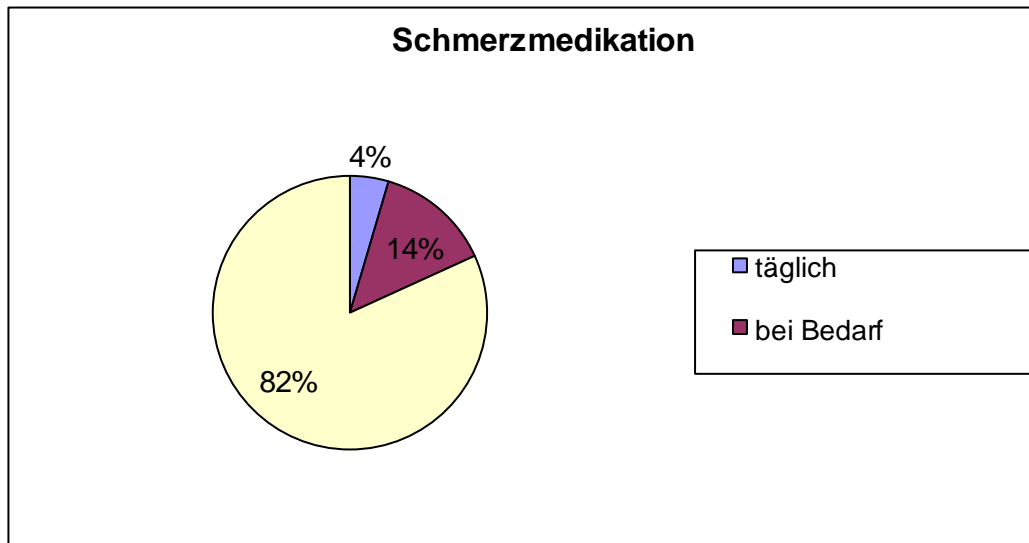


Abbildung 19: SCHMERZMEDIKATION Die Abbildung zeigt die prozentuale Verteilung des Schmerzmittelbedarfs der Pat. des Nachuntersuchungskollektives

an, gelegentlich bei Bedarf NSAR einzunehmen (14%). Die übrigen 18 Patienten (81%) gaben an keine Schmerzmedikamente einzunehmen.

### 7.3 VAS Score Auswertung

Bei 15 von 22 nachuntersuchten Patienten konnte die subjektive Schmerzwahrnehmung zusätzlich durch einen VAS Score (siehe auch: 5.3.2 Der VAS- Score) erhoben werden. Hierzu wurde die visuelle Analogskala gedrittelt, um so einen groben Eindruck des Schmerzempfindens während verschiedener Alltagstätigkeiten der Patienten zu bekommen.

**VAS SCORE**

ständig/immer

gelegentlich

nie/sehr selten

Wie oft stören Fußschmerzen Ihren Schlaf?	2	2	11
Wie oft haben Sie in körperlicher Ruhe Fußschmerzen?	2	1	12
Wie stark sind dann in körp. Ruhe die Fußschmerzen?	3	2	10
Wie oft haben Sie bei körp. Belastung Fußschmerzen?	5	2	8
Wie stark sind dann bei körp. Belastung die Fußschmerzen?	4	5	6
Wie oft nehmen Sie Schmerzmittel gegen Fußschmerzen ein?	1	1	13
Wie lange können Sie ohne Fußschmerzen sitzen?	1	0	14
Wie stark schränken Fußschmerzen das Vorbeugen ein?	4	1	10
Wie stark schränken Fußschmerzen Ihren Beruf ein?	3	4	8
Wie stark schränken Fußschmerzen das Hochheben ein?	5	2	8
Wie stark schränken Fußschmerzen Hausarbeiten ein?	2	5	8
Wie lange können Sie ohne Fußschmerzen stehen?	2	2	11
Wie lange können Sie ohne Fußschmerzen gehen?	4	2	9
Wie stark schränken Fußschmerzen das Laufen ein?	8	3	4
Wie stark schränken Fußschmerzen Alltagsaktivitäten ein?	2	2	11
Wie lange könne Sie ohne Fußschmerzen reisen?	1	2	12
Wie stark schränken Fußschmerzen Ihr Sexualleben ein?	0	2	13
Wie stark schränken Fußschmerzen das Tragen ein?	3	5	7

Tabelle 04: VAS SCORE Die Tabelle zeigt die Auswertung des VAS Score

Auffällig bei der Auswertung des VAS Scores ist die Tatsache, dass 53 % der befragten Patienten Schmerzen beim Laufen (z.B. Jogging, Waldlauf) angaben, so dass auch das Laufen von kurzen Strecken nahezu unmöglich erscheint. Das Gehen hingegen bereitet nur 26 % der Befragten Probleme, so dass es nur kurz oder mit Hilfsmitteln möglich ist. Beim Stehen gaben noch 13 % der Patienten Schmerzen an, diese treten vor allem bei längerem Stehen auf.

Eine Beeinträchtigung der Aktivitäten des alltäglichen Lebens (z.B. Essen, Waschen, etc.) durch die Fußschmerzen beklagten 13 % der Patienten, der Großteil des Patientenkollektives allerdings gibt keine Einschränkungen im Alltag an (73 %).



20 % der Befragten gaben an, auf Grund von Fußschmerzen ihren alten Beruf nicht mehr ausüben zu können. Weitere 26,6 % fühlen sich durch Schmerzen während der Ausübung des Berufes eingeschränkt, 53,3 % gaben keine Einschränkung beim Ausüben des Berufes an.

#### 7.4 Wiederaufnahme sportlicher Aktivität

Im Rahmen der Anamnese wurden alle nachuntersuchten Patienten zur Wiederaufnahme sportlicher Aktivitäten nach dem Unfallereignis befragt. Zwei Patienten (9 %) betreiben auch nach dem Unfall uneingeschränkt Sport wie z.B. Laufen, Radfahren, Schwimmen und Fußball. Sechs Patienten gaben an, geringgradig eingeschränkt zu sein, hier seien vor allem Sportarten wie Schwimmen

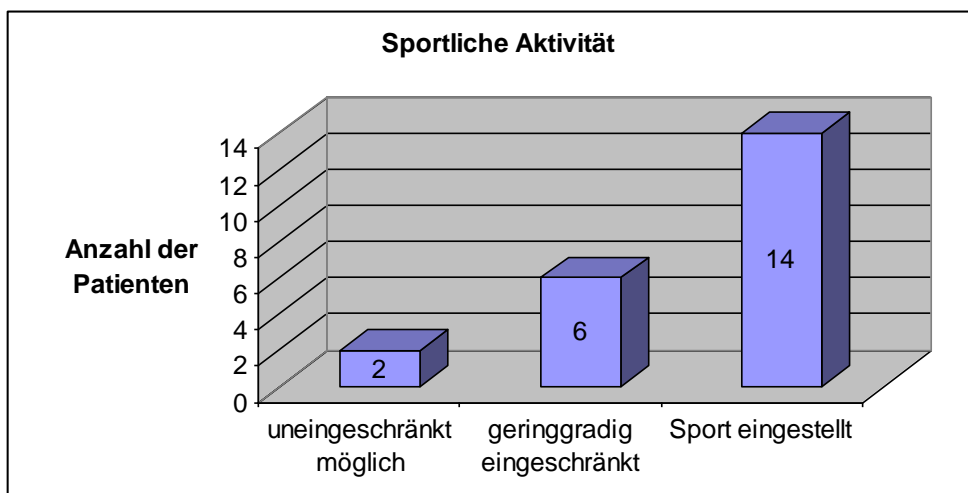


Abbildung 20: SPORTLICHE AKTIVITÄT Die Abbildung zeigt die Verteilung der Wiederaufnahme der sportlichen Aktivität der Patienten des Nachuntersuchungskollektives

und Radfahren möglich. Die verbleibenden 14 Patienten (63,3 %) mussten auf Grund der erlittenen Verletzungen die sportlichen Aktivitäten einstellen.

#### 7.5 Wetterfühligkeit

Alle Patienten werden nach Schmerzen oder Missempfinden im Bereich der ausgeheilten Luxation bei Wetterumschwung befragt. Mit 50 % (n = 11) gibt exakt die Hälfte der Patienten an wetterfühlig zu sein.

## **8. Objektive Ergebnisse**

### **8.1 Weichteile**

Der jeweils betroffene Fuß wurde auf verschiedene Gesichtspunkte hin untersucht. Haut und Narbenverhältnisse wurden beurteilt, außerdem wurde sowohl die Sensibilität als auch die Durchblutung des Fußes untersucht.

#### **8.1.1 Haut und Narben**

Die Haut- und Narbenverhältnisse waren in allen 22 Fällen reizlos und stabil. Es konnten weder eine vermehrte Keloidbildung noch eine instabile Spalthaut festgestellt werden. Auch sezernierende Fisteln ließen sich nicht finden.

#### **8.1.2 Sensibilität**

Die Sensibilität des betroffenen Fußes wurde, im Vergleich mit dem nicht verletzten Fuß, durch Betasten des medialen und lateralen Fußrandes, der Plantarfläche sowie des Fußrückens und der Zehen überprüft. Bei 18 Patienten (82 %) ließ sich eine intakte und seitengleiche Sensibilität feststellen. Ein Patient (4,5 %) beklagte eine Hypästhesie des verletzten Fußes, bei drei Patienten (13,6 %) konnte eine Dysästhesie der betroffenen Seite festgestellt werden. Ein Neurinom ließ sich in keinem Fall diagnostizieren.

#### **8.1.3 Durchblutung**

Die Durchblutung beider Füße wurde durch das Tasten der Fußpulse (A. dorsalis pedis und A. tibialis posterior) kontrolliert. In 21 von 22 Fällen war die Durchblutung des betroffenen Fußes intakt und in Vergleich konvergent. Dystrophien oder eine Occlusion der A. tibialis posterior ließen sich nicht beobachten.

#### 8.1.4 Motorik

Die grobe Motorik der Füße wurde durch eine Plantarflexion und eine Extension gegen einen Widerstand wieder im Seitenvergleich geprüft. In 18 Fällen (82 %) ließ sich keine Seitendifferenz feststellen, hier war die Motorik als intakt zu beurteilen. Bei vier Patienten (18 %) ließ sich eine Muskelschwäche des M. Triceps surae der betroffenen Seite beobachten.

#### 8.1.5 Sonstige Fußprobleme

Des Weiteren wurden die betroffenen Füße auf zusätzliche Fußprobleme untersucht. Hierbei wurde besonderes Augenmerk auf ossäre, muskuläre und tendinöse Veränderungen gelegt.

Ein Knöchel- Abutement ließ sich in fünf Fällen beobachten, ein Patient wies eine Plantarfasciitis auf, ein weiterer klagte über eine Zehenkontraktur. Bei zwei Patienten konnte eine Achillodynie diagnostiziert werden. Bei den verbleibenden 13 Patienten konnten keine zusätzlichen Veränderungen festgestellt werden.

#### 8.1.6 Weichteile insgesamt

Um einen besseren Eindruck über die Weichteilsituation der betroffenen Extremitäten zu bekommen wurden die im Zwipp Score maximal in der Kategorie „Weichteile“ erreichbaren 35 Punkte in einzelne Stufen eingeteilt und dementsprechend dem Schulnotensystem zugeordnet. Folgende Einteilung wurde vorgenommen:

sehr gut	35-29 Punkte
gut	28-23 Punkte
befriedigend	22-17 Punkte
ausreichend	16-11 Punkte
mangelhaft	10-5 Punkte
schlecht	<5 Punkte

*Tabelle 05: WEICHTEILE INSGESAMT Die Tabelle zeigt die entsprechenden Punkteintervalle des Abschnittes „Weichteile insgesamt“ im Zwipp Score*

14 Patienten erzielten in dieser Kategorie ein sehr gutes Ergebnis (63,6 %), bei vier Patienten konnte ein gutes Ergebnis attestiert werden (18,2 %). Die Note „befriedigend“ erhielten zwei Patienten. Ein Patient erzielte ein ausreichendes Ergebnis und nur ein Patient erhielt die Note „mangelhaft“ (4,5 %). Ein ungenügendes Ergebnis konnte in keinem der Fälle beobachtet werden.

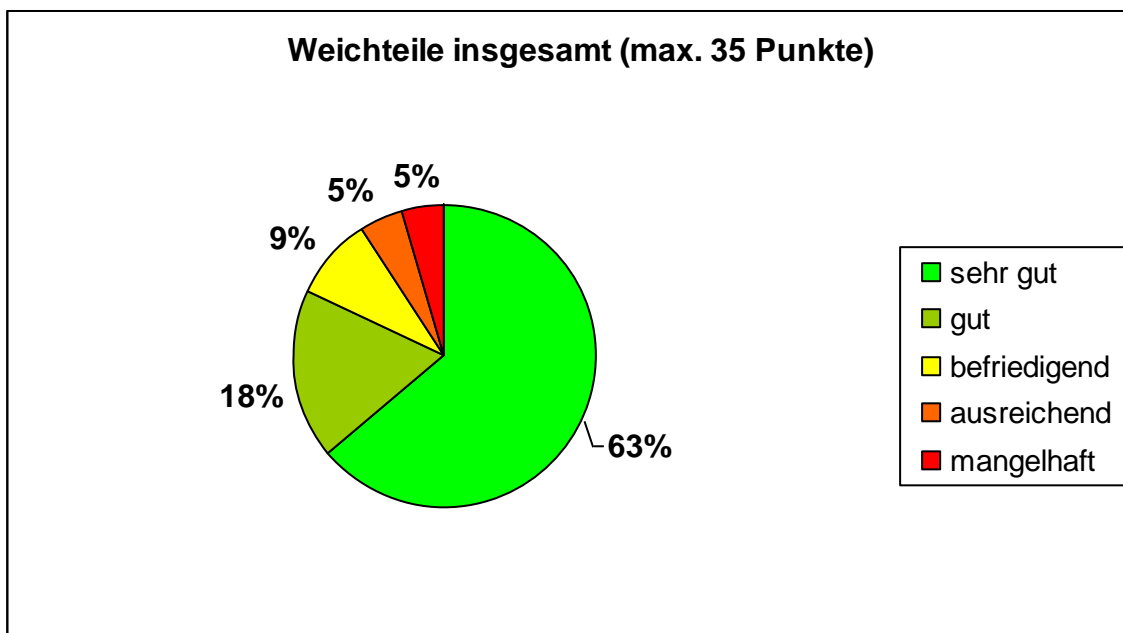


Abbildung 21: WEICHTEILE INSGESAMT Die Abbildung zeigt die prozentuelle Verteilung des Ergebnisses der Pat. des Nachuntersuchungskollektives in Bezug auf die Weichteilsituation der verletzten Extremität

## 8.2 Statik

Statische Probleme traten gehäuft auf. So ließ sich in 59 % der Fälle (n = 14) eine Rückfuß- Verplumpung beobachten. Acht Patienten (36 %) wiesen einen Rückfuß-Varus bzw. Valgus auf, der mehr als 5° betrug, bei sieben Patienten trat ein Vorfuß-Varus bzw. Valgus (>5°) auf.

Auch im Bereich Statik wurden die von den Patienten im Zwipp- Score erreichten Punktzahlen wieder dem Schulnotensystem zugewiesen. Bei maximal erreichbaren 15 Punkten gab es für das Punkteintervall 15-6 Punkte die Note „sehr gut“, 6-0

erreichte Punkte lassen auf ein „gutes“ Ergebnis schließen. Erzielten die Patienten einen negativen Punktwert (<0 Punkte) wurde ihr Ergebnis als „mangelhaft“ eingestuft.

Ein sehr gutes Ergebnis im Bereich Statik erreichten sieben Patienten (32 %), acht Patienten bekamen die Note „befriedigend“ (36 %). Bei weiteren sieben Patienten wurde die Fußstatik mit „schlecht“ bewertet.

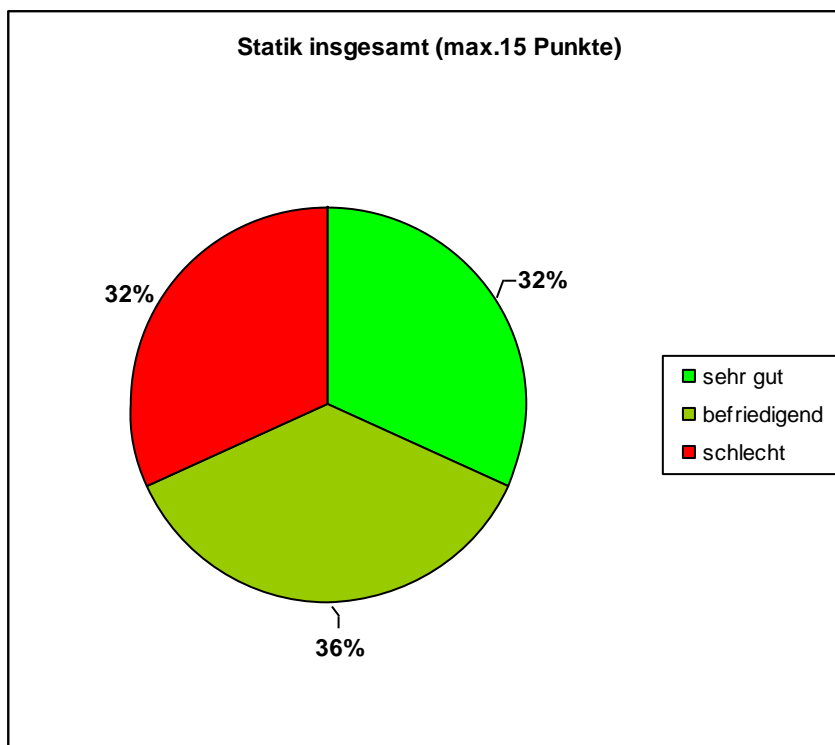


Abbildung 22: STATIK INSGESAMT Die Abbildung zeigt die prozentuelle Verteilung des Ergebnisses der Pat. des Nachuntersuchungskollektives in Bezug auf die Statik der verletzten Extremität

### 8.3 Dynamik

Im Bereich Dynamik wurde die Fähigkeit des Zehen- und Hackengangs der Patienten mit „gut“ oder „schlecht“ beurteilt. Außerdem wurde noch der laterale und mediale Kantengang bewertet.

Während bei den meisten Patienten der Zehen- und Hackengang gut möglich war bereitete der laterale und mediale Kantengang vielen Nachuntersuchten große Probleme. So war bei 14 Patienten (64 %) der Zehengang gut möglich, 8 Patienten erzielten hier ein schlechtes Ergebnis. Auf den Hacken einige Meter ohne Probleme gehen konnten 16 der 22 nachuntersuchten Patienten (73 %). Der laterale Kantengang war bei 9 Patienten mühelos möglich (41 %), 13 Patienten konnten nicht auf dem lateralen Fußrand gehen. Ein gutes Ergebnis im medialen Kantengang erzielten 10 Patienten (45 %).

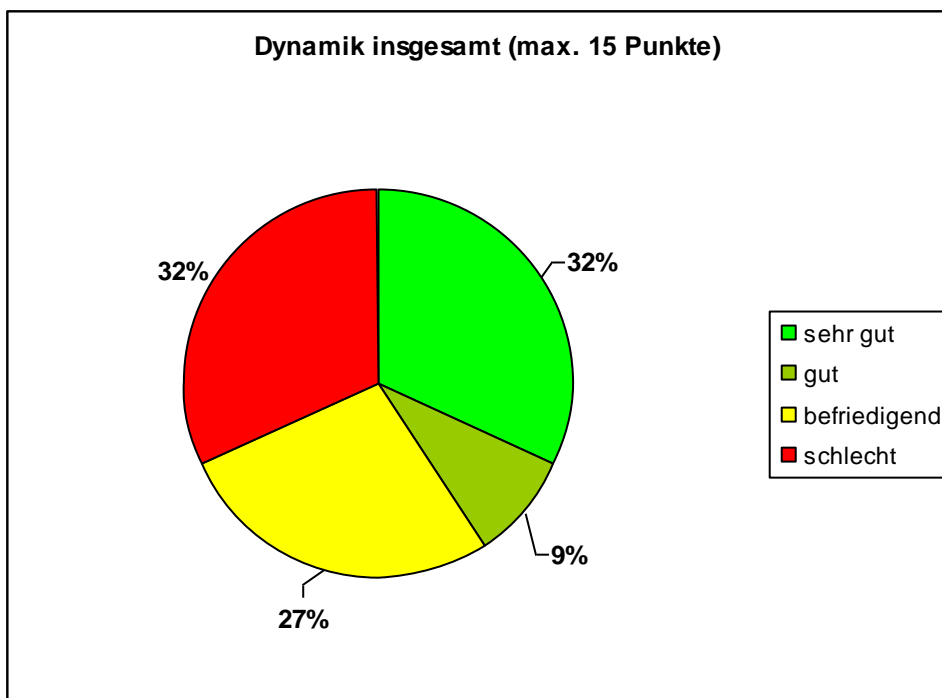


Abbildung 23: DYNAMIK INSGESAMT Die Abbildung zeigt die prozentuelle Verteilung des Ergebnisses der Pat. des Nachuntersuchungskollektives in Bezug auf die Dynamik der verletzten Extremität

## 8.4 Funktion

Im Bereich Funktion wurden die Sprunggelenke der nachuntersuchten Patienten auf ihre Beweglichkeit hin untersucht. Das Bewegungsausmaß ergibt sich aus folgenden Einzelbewegungen:

- OSG- Extension
- OSG- Flexion
- USG- Pronation
- USG- Supination
- USG- Eversion
- USG- Inversion

Zusätzlich wurde die **Zehenfunktion** des betroffenen Fußes beurteilt, **Muskelumfangsdifferenzen** dokumentiert, der **Schwellungszustand** des Knöchels anamnestisch erfragt, sowie die **Propriozeption** mittels des Romberg- Tests überprüft. Außerdem wurde das vom Patienten getragene **Schuhwerk** erfasst.

Aus der Neutral- Null- Stellung (plantigrade Fußstellung) kann der nicht belastete Fuß im oberen Sprunggelenk um etwa 40-50° nach plantar flektiert und um etwa 20-30° nach dorsal extendiert werden. Im unteren Sprunggelenk wird die Drehbewegung des Calcaneus nach innen (Inversion) und nach außen (Eversion) gemessen. Hierbei wird der Unterschenkel fixiert und das Fersenbein hin und her bewegt. Das Ausmaß der In- und Eversion wird am Fersenbein mit Hilfe der Calcaneusachse abgeschätzt.

- Eversion: 10°
- Inversion: 20°

Im Chopart- und Lisfranc- Gelenk erfolgt die Bewegungsprüfung bei fixiertem Rückfuß. Die Vorfußverwringung wird überprüft durch Drehen des Vorfußes gegenüber dem Rückfuß nach innen (Heben des inneren Fußrandes) und außen (Heben des äußeren Fußrandes).

- Pronation: 20°
- Supination: 40°

Aus den oben genannten Einzelbewegungen ergibt sich der Gesamtbewegungsumfang im Vor- und Rückfuß. Da die Bewegungen in den Gelenken komplex und mechanisch nahezu immer miteinander gekoppelt sind, kann das Bewegungsausmaß aller Bewegungen abgeschätzt werden, indem der Unterschenkel fixiert und der gesamte Fuß nach innen und außen angehoben wird.

- Eversion + Pronation: 30°
- Inversion + Supination: 60°

Bei der Untersuchung des oberen Sprunggelenkes wiesen 5 von 22 Patienten eine normale OSG- Extension auf. Bei 4 Patienten ließ sich ein 5°- Bewegungsdefizit beobachten, 10 weitere hatten eine 10gradige Bewegungseinschränkung. Bei 3 Patienten betrug das Maß des Defizits mehr als 10°.

Die OSG- Flexion befand sich bei 8 Patienten im normalen Bewegungsintervall. Sieben Patienten wiesen ein Defizit von 10° auf, bei 3 Patienten war die Bewegung um 20° eingeschränkt. Bei vier Patienten konnte ein Bewegungsdefizit von mehr als 20° beobachtet werden.

Im unteren Sprunggelenk konnten 6 von 22 Patienten regelrecht pronieren, 7 wiesen ein 5° Defizit und 5 Patienten ein 10° Defizit auf. Bei 4 Nachuntersuchten war die Beweglichkeit um mehr als 10° eingeschränkt.

Die USG-Supination war bei 5 Patienten normal. Ein 5gradiges Defizit lies sich bei 5 Patienten beobachten, 5 weitere wiesen eine 10gradige Bewegungseinschränkung auf. Bei 7 Patienten war das normale Bewegungsintervall um mehr als 10° vermindert.

Die USG- Eversion war bei 5 Patienten ohne Einschränkung möglich. Vier Patienten wiesen ein 5gradiges Defizit auf, 8 ein 10gradiges. Bei weiteren 5 nachuntersuchten Patienten war das Bewegungsausmaß um mehr als 20° eingeschränkt.



Schließlich wurde noch die Inversion im unteren Sprunggelenk geprüft. Die Untersuchung fiel bei 4 von 22 Patienten ohne Auffälligkeiten aus, 5 Patienten hatten ein 5gradiges, 8 Patienten ein 10gradiges Defizit zu verzeichnen. Bei 5 Patienten konnte eine Bewegungsminderung von mehr als 20° beobachtet werden.

Die Zehen des betroffenen Fußes wurden auf ihre Beweglichkeit hin untersucht. Hierbei konnte bei 18 von 22 nachuntersuchten Patienten eine normale Zehenfunktion nachgewiesen werden. Ein < 50% Defizit konnte bei 3 Patienten festgestellt werden, ein Patient hatte ein Funktionsminderung von mehr als 50 % zu beklagen.

Die Umfänge sowohl der betroffenen als auch der unverletzten unteren Extremität wurden gemessen und auf Differenzen hin untersucht. Hierzu wurden mit Hilfe eines flexiblen Maßbandes jeweils der Umfang des linken und des rechten Oberschenkels 20 cm oberhalb des oberen Patellapoles gemessen. Zur Messung der Umfänge der Unterschenkel wurde das Maßband 15 cm unterhalb des oberen Patellapoles angelegt.

Bei 13 Patienten ließ sich keine Seitendifferenz der Oberschenkel nachweisen, 9 Patienten wiesen eine Muskelumfangsdifferenz von mindestens 1 cm auf.

Bei der Messung der Unterschenkel fanden sich bei 10 Patienten seitengleiche Umfänge. Bei 12 Patienten differierten die Umfänge beider Unterschenkel um mindestens 1 cm.

Auf die Frage nach dem Schwellungszustand der Knöchel antworteten 12 Patienten, dass nie eine Schwellung der Knöchel festzustellen sei, auch nicht am Abend oder nach längerer Belastung. Bei 8 Patienten könne gelegentlich eine leichte Schwellung bis 1 cm beobachtet werden, 2 Patienten gaben an, ihre Knöchel würden häufig über 1 cm anschwellen.

Die Propriozeption der Patienten wurde mit Hilfe des Romberg- Versuches untersucht, einem neurologischen Verfahren zur Unterscheidung zwischen einer Störung des Gleichgewichtssinnes auf zerebellärer, spinaler oder vestibulärer Ebene. Bei dem Test wird die Person aufgefordert, mit zusammenstehenden Füßen und nach vorne ausgestreckten Armen aufrecht zu stehen. Tritt bereits bei geöffneten

Augen ein Schwanken oder eine Fallneigung ein, spricht dies für eine Kleinhirn-Ursache. Kann aber die Haltung unter Blickkontakt kontrolliert werden und tritt eine Schwankung oder Fallneigung erst bei geschlossenen Augen auf, spricht dies für eine spinale oder vestibuläre Störung, also für eine Erkrankung des Rückenmarks oder des Gleichgewichtsorgans. Erst dann ist der Test positiv (positives **Romberg-Zeichen**). Zusätzlich können vom Arzt noch leichte Schübe in alle Richtungen gegeben werden, um zu überprüfen, inwieweit der Patient diese ausgleichen kann. Bei einer Fallneigung nach einer Richtung deutet dies auf eine Störung der Tiefensensibilität oder auf eine Störung des Gleichgewichtsorgans hin.

Bei 16 von 22 Patienten fiel der Romberg- Versuch negativ aus, 6 Patienten entwickelten bei geschlossenen Augen ein positives Romberg- Zeichen.

Abschließend wurden die Patienten nach dem im Alltag getragenen Schuhwerk befragt. 16 Patienten (73 %) gaben an stets Konfektionsschuhe zu tragen, 3 Patienten fühlten sich in Spezialschuhen und in Schuhen mit Abrollhilfe sicherer. Die 3 verbleibenden Patienten benötigten orthopädisch angepasstes Spezialschuhwerk.

Wie bereits weiter oben geschehen werden auch die im Teilbereich FUNKTION maximal erreichbaren 50 Punkte in einzelne Notenstufen unterteilt, um das funktionelle Outcome der Patienten mit einer Schulnote bewerten zu können. Die einzelnen Punkteintervalle ergaben sich wie folgt:

Note	Punkte
sehr gut	50-40 Punkte
gut	39-30 Punkte
befriedigend	29-15 Punkte
mangelhaft	14-0 Punkte
schlecht	<0 Punkte

*Tabelle 06: PUNKTEVERTEILUNG „FUNKTION“ Die Tabelle zeigt die Punkteverteilung im Zwipp Score entsprechend der jeweiligen Schulnote*

Ein sehr gutes Ergebnis erzielten 4 von 22 Patienten, kein Patient kam auf ein gutes Outcome. Ein Patient erhielt die Note „befriedigend“. Mit „mangelhaft“ wurden 6 Patienten bewertet, 11 Patienten hatten laut Zwipp- Score ein schlechtes funktionelles Ergebnis.

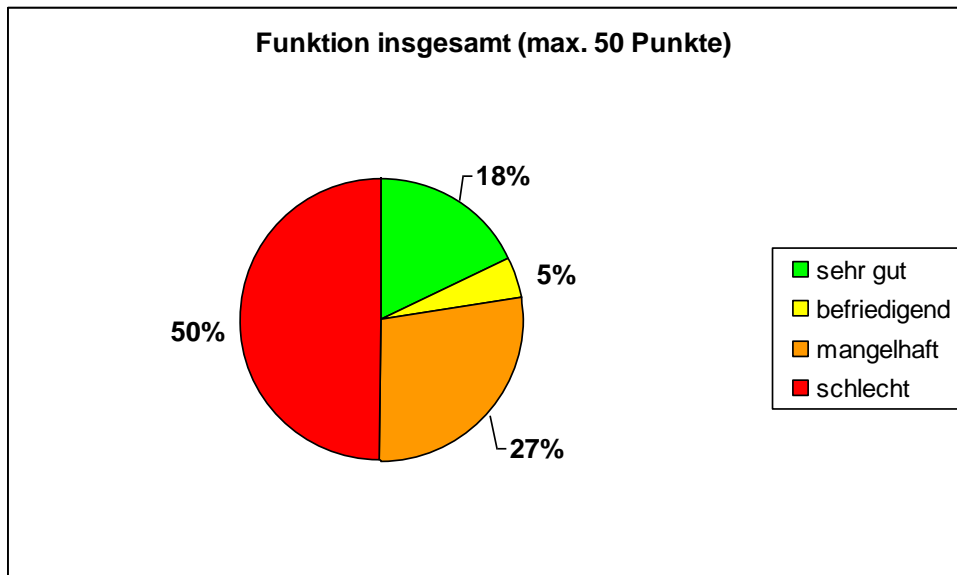


Abbildung 24: FUNKTION INSGESAMT Die Abbildung zeigt die prozentuelle Verteilung des Ergebnisses der Pat. des Nachuntersuchungskollektives in Bezug auf die Funktion der verletzten Extremität

## 8.5 Röntgen (CT axial, sagittal und koronar)

Das radiologische Gesamtergebnis setzt sich aus verschiedenen, an den Zwipp-Score angelehnten, Komponenten zusammen. So wurde unter Zuhilfenahme der angefertigten Computertomographie- Bilder der Arthrosegrad im oberen Sprunggelenk, dem Talo- Calcaneal- Gelenk und dem Talo- Navicular- Gelenk des betroffenen Fußes ermittelt. Außerdem wurden die einzelnen Tali mit Hilfe der axialen und koronaren Schichtbilder in Höhe, Länge und Breite vermessen und so im Falle einer Höhenminderung, Längenminderung/Verlängerung oder Verbreiterung in dementsprechende Punkteklassen eingeteilt. Abschließend wurde peritalar nach osteochondralen Fragmenten gesucht. Die Beurteilung der Arthrosegrade sowie die Auswertung der Vermessungen der betroffenen Tali erfolgte unter Einbezug von Herrn Prof. Dr. W. Kenn (Institut für Röntgendiagnostik, Universitätsklinik Würzburg).

Es ergaben sich folgende Ergebnisse:

Im **oberen Sprunggelenk** ließen sich bei 13 Patienten (59%) keine bzw. nur geringgradige Arthrosezeichen feststellen. Sieben Patienten (32%) wiesen eine mittelgradige Arthrose auf. Bei zwei Patienten (9%) konnten im oberen Sprunggelenk des betroffenen Fußes deutliche Arthrosezeichen nachgewiesen werden.

Das **Talo- Calcaneal- Gelenk** war bei elf Patienten nicht oder nur geringgradig arthrotisch verändert (50%), vier Patienten zeigten mittelgradig arthrotische Veränderungen (18%). Bei weiteren fünf Patienten (23%) ließen sich deutliche Arthrosezeichen beobachten. Bei zwei Patienten musste das Talo- Calcaneal- Gelenk sekundär operativ durch eine Arthrodese versteift werden (9%).

Zehn Patienten zeigten im **Talo- Navicular- Gelenk** keine oder nur geringgradige Arthrosezeichen (46%). Sechs Patienten (47%) wiesen hingegen mittelgradige und weitere sechs (47%) deutliche arthrotische Veränderungen im Talo- Navicular- Gelenk auf.

Zusätzlich wurden die betroffenen Tali mit Hilfe der axialen und coronaren Schichtbilder in Höhe, Länge und Breite vermessen. Als vergleichbare Richtwerte wurden die Maße der unverletzten Seite der einzelnen Patienten herangezogen. Hierfür wurden beide Tali an denselben Stellen vermessen. Es ergaben sich folgende Auffälligkeiten:

Eine **Höhenminderung** des betroffenen Talus ließ sich bei zwei Patienten beobachten (9%). Die Höhe des verletzten Talus war im Vergleich zur unverletzten Seite in beiden Fällen um ca. 10-20% vermindert. 20 Patienten (91%) wiesen keine Höhenminderung auf.

Eine **Längenminderung** bzw. eine **Verlängerung** des Talus ließ sich in neun Fällen aufzeigen (42%). Hiervon war in drei Fällen die Länge des Talus um weniger als 10% verringert. Zwei Patienten zeigten eine 10-20%ige Verminderung der Taluslänge, drei Patienten eine Reduktion der Taluslänge um 20-30%. Bei einem Patienten war die Länge des Talus um mehr als 30% verringert. In den verbleibenden 13 Fällen ließ sich keine Längenminderung bzw. Verlängerung des Talus aufzeigen.

Die Breite des Talus war in 15 von 22 Fällen (68%) im Seitenvergleich normwertig. Bei fünf Patienten (23%) war der Talus im Seitenvergleich um 10-20% verbreitert, zwei Patienten wiesen eine 20-30%ige **Verbreiterung** des Talus auf (siehe auch Abbildung 5a: Beispiele für die Talusvermessung in coronarer und sagittaler Schichtung).

Schließlich wurden die peritalaren Gelenkspalt-Regionen noch auf osteochondrale Fragmente hin untersucht. Fünf Patienten wiesen keine Fragmente auf, in 12 Fällen (54%) konnten wir vereinzelt osteochondrale Fragmentabsprengungen beobachten. Fünf Patienten zeigten peritalar einen hohen Fragmentanteil.

In der Zusammenschau aller radiologischer Komponenten ergab sich folgendes radiologisches Gesamtergebnis: 13 Patienten erzielten im Bereich „Radiologie“ des Zwipp- Scores hohe Punktzahlen (50-40 Punkte) und erhielten so die Schulnote „sehr gut“. Ein Patient erzielte mit einer Punktzahl zwischen 39 und 30 Punkten ein gutes radiologisches Ergebnis, ein weiterer erhielt im Punkteintervall 29-20 Punkte die Note „befriedigend“. Vier Patienten konnten zwischen 19 und 10 Punkten erreichen (Note „ausreichend“). In drei Fällen wurden weniger als zehn Punkte erzielt, diese Patienten erhielten die Note „mangelhaft“.

Die folgenden Abbildungen zeigen die nach Notenstufen gestaffelten Ergebnisse in der Computertomographie:



Abbildung 25: COMPUTERTOMOGRAPHIE ERGEBNIS „SEHR GUT“ Die Abbildung zeigt in coronarer, axialer und sagittaler CT Schichtung ein Beispiel für ein sehr gutes Ergebnis

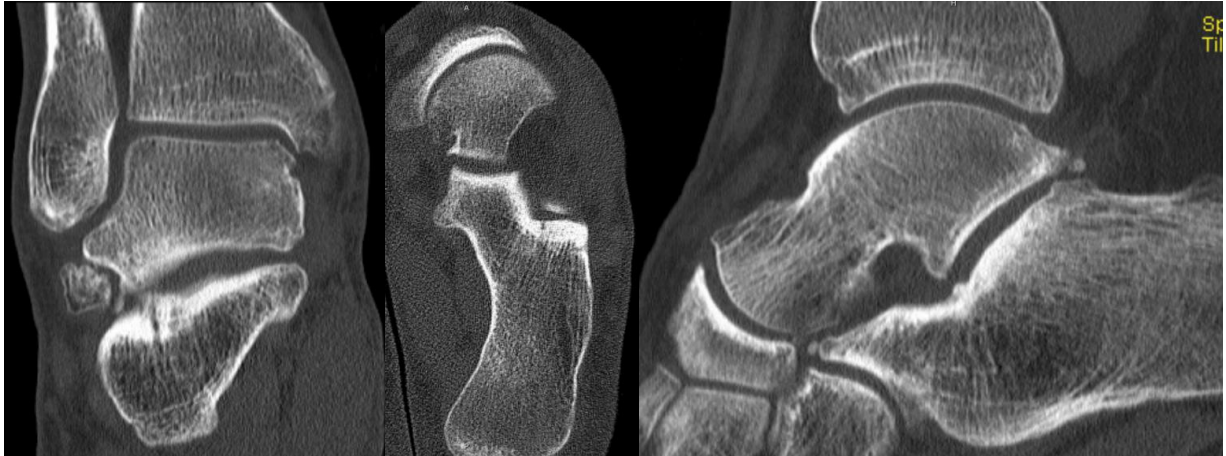


Abbildung 26: COMPUTERTOMOGRAPHIE ERGEBNIS „GUT“ Die Abbildung zeigt in coronarer, axialer und sagittaler CT Schichtung ein Beispiel für ein gutes Ergebnis



Abbildung 27: COMPUTERTOMOGRAPHIE ERGEBNIS „MANGELHAFT“ Die Abbildung zeigt in coronarer, axialer und sagittaler CT Schichtung ein Beispiel für ein mangelhaftes Ergebnis

## 8.6 Sonstiges

### 8.6.1 Reposition

Als Repositionsdauer wird das Zeitfenster zwischen Unfallzeitpunkt und Reposition des luxierten Gelenkes bzw. der luxierten Gelenke bezeichnet. Hierfür wurde der genaue Unfallzeitpunkt von den Patienten erfragt und der Repositionszeitpunkt mit Hilfe der Klinikdokumentation (Schockraumeingangszeit/ OP- Eingang) erarbeitet.

In zehn von 22 Fällen lag die Repositionsdauer bei weniger als fünf Stunden (45%). Neun Patienten (41%) konnten in <24 Stunden reponiert werden, bei zwei Patienten lag das Zeitintervall zwischen Unfallzeitpunkt und Reposition bei mehr als 24 Stunden (9%). Bei einem Patienten konnte das Zeitintervall auf Grund der Erstversorgung im Ausland nicht ermittelt werden.

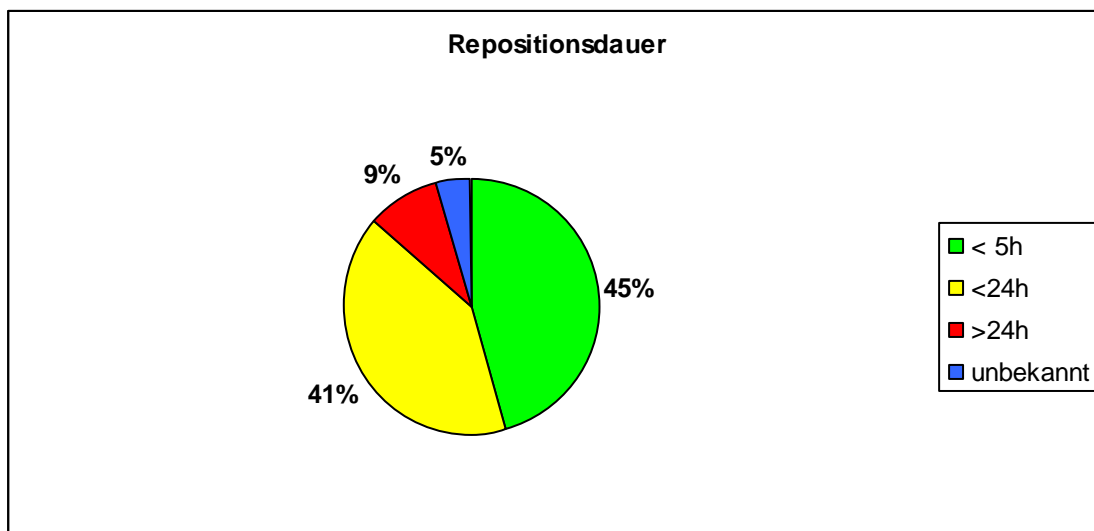


Abbildung 28: REPOSITIONSDAUER Die Abbildung zeigt die prozentuale Verteilung der Repositionsdauer der Pat. des Nachuntersuchungskollektives nach Stunden

### 8.6.2 Nachbehandlung

Nach erfolgreicher Reposition des betroffenen Gelenkes bzw. der betroffenen Gelenke erfolgte die Nachbehandlung. 13 Patienten wurden durch sechswöchige Anlage einer Unterschenkelgipsschiene ausbehandelt (59%). Vier Patienten erhielten auf Grund der kritischen Weichteilsituation einen Fixateur externe. In zwei Fällen wurden beide Verfahren kombiniert. Bei zwei Patienten erfolgte die Nachbehandlung durch eine Vacoped- Schiene. Ein Patient erhielt einen Algöwer- Gehapparat.

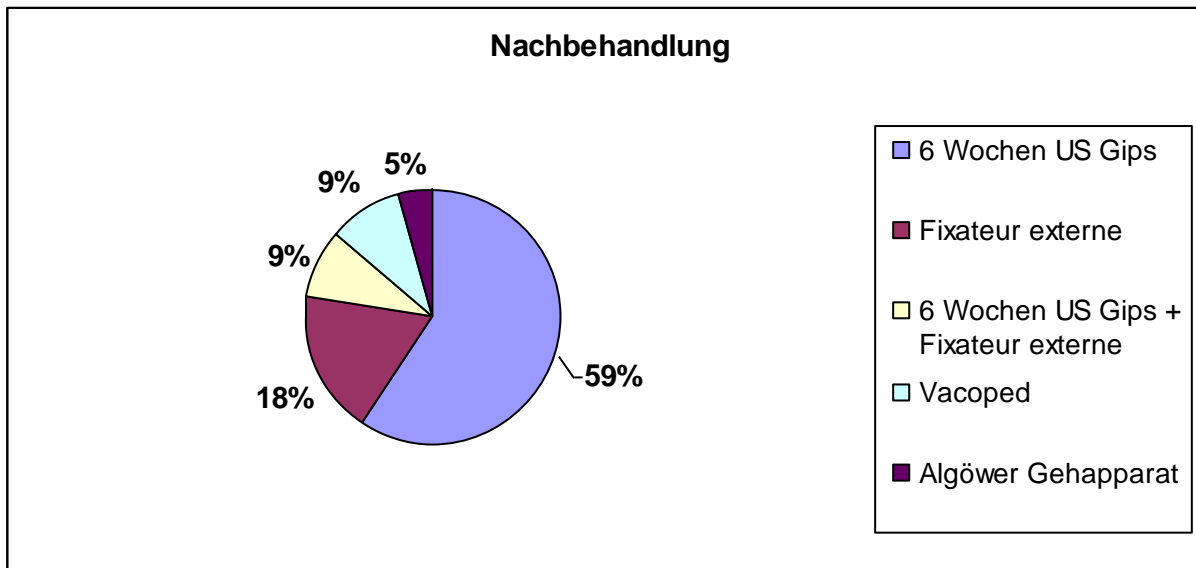


Abbildung 29: NACHBEHANDLUNG Die Abbildung zeigt die prozentuale Verteilung der Arten der Nachbehandlung nach stattgehabter Reposition der Pat. des Nachuntersuchungskollektives

### 8.6.3 Orthopädische Hilfsmittel

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren 15 von 22 Patienten ohne orthopädische Hilfsmittel beschwerdefrei. Drei Patienten benötigten orthopädische Schuheinlagen, zwei Patienten trugen speziell angefertigtes orthopädisches Schuhwerk. Ein Patient benutzte zur Schwellungsprophylaxe einen Kompressionsstrumpf, eine weiterer benötigte eine Schuh- Abrollhilfe.



## 8.7 Ergebnisse des Scores nach Zwipp

Unter Berücksichtigung aller oben aufgeführter Komponenten ließ sich schließlich im Zwipp- Score eine Gesamtpunktzahl berechnen, welche dann der entsprechenden Notenstufe zugeordnet wurde. Die einzelnen Punkteintervalle ergaben sich wie folgt:

Punktzahl	Note
180 – 135 Punkte	1
134 – 91 Punkte	2
90 – 45 Punkte	3
< 45 Punkte	5

*Tabelle 07: PUNTEVERTEILUNG GESAMTERGEBNIS Die Tabelle zeigt die einzelnen Intervalle der vergebenen Punkte im Zwipp Score und die korrespondierende Schulnote bezüglich des Gesamtergebnisses*

Ein sehr gutes Gesamtergebnis erzielten vier Patienten und erhielten somit die Note 1 (18%). Mit der Note „gut“ wurden zwei Patienten bewertet (9%). Die größte Gruppe ließ sich dem Punkteintervall „befriedigend“ zuordnen, so erzielten hier neun Patienten eine Punktzahl zwischen 90 und 45 Punkten (41%). Auf Grund der Umverteilung der Punkte im Zwipp Score wurde auf die Note 4 (ausreichend) verzichtet. Sieben Patienten kamen nicht über 44 Punkte hinaus und wurden so mit der Note 5 (mangelhaft) bewertet (32%). Abbildung 30 zeigt das Zwipp- Score Gesamtergebnis im Überblick:

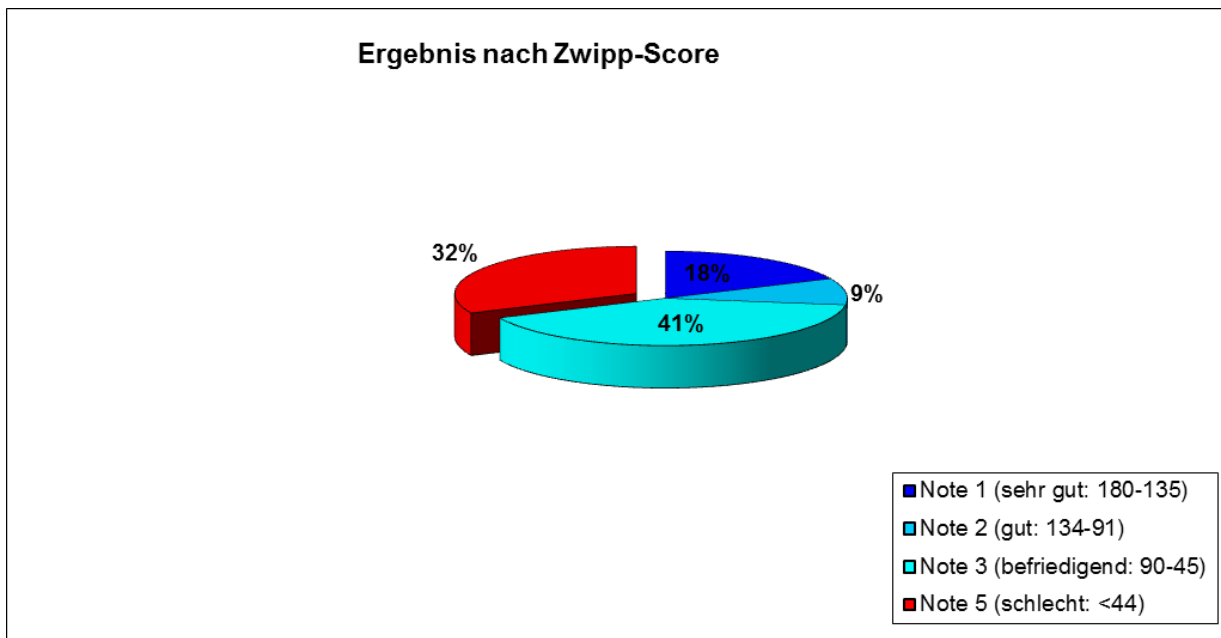


Abbildung 30: ERGEBNISS NACH ZWIPP SCORE Die Abbildung zeigt die prozentuale Verteilung der einzelnen Schulnoten bezüglich des Gesamtergebnisses im Zwipp Score

## 9. Gruppenbezogene Ergebnisse

In Anlehnung an den Zwipp- Score wird das Patientenkollektiv in vier Gruppen unterteilt: sehr gutes Outcome (180-135 Punkte), gutes Outcome (134-90 Punkte), mäßiges Outcome (89-45 Punkte) sowie schlechtes Outcome (< 44 Punkte).

**Vier Patienten** ließen sich in die **erste Gruppe** einordnen (180-135 Punkte) und erreichten somit sehr hohe Punktzahlen (163-179 Punkte). Subjektiv gaben diese Patienten ein sehr gutes Endergebnis an, im alltäglichen Leben hätten diese Patienten nach eigener Aussage keine Einschränkungen hinzunehmen, so gaben zwei der vier Patienten nur gelegentliche Schmerzen beim Joggen oder beim Waldlauf im VAS-Score an, alle übrigen Fragen zu alltagsbezogenen Schmerzen wurden von allen vier Patienten dieser Gruppe mit „nie“ beantwortet. In den objektiven klinischen Nachuntersuchungsschritten ergaben sich folgende Resultate: im Bereich WEICHTEILE erzielten alle vier die maximale Punktzahl (35 Punkte), im Unterpunkt STATIK erhielten zwei von vier volle Punktzahl (15 Punkte), bei den anderen beiden konnten wir eine Rückfußverplumpung beobachten. Im Bereich DYNAMIK traten in dieser Gruppe keine Probleme auf, so war hier der Zehengang, der Hackengang, der laterale als auch der mediale Kantengang ohne Einschränkung und Schmerzereignis möglich. Das Bewegungsausmaß des Talo- Calcaneal- Gelenkes und des Talo- Navicular- Gelenkes (FUNKTION) war bei zwei Patienten normal (50 von max. 50 Punkten), ein Patient zeigte leichte Defizite in der OSG-Extension, ein anderer erhielt Punktabzug auf Grund der Muskelumfangsdifferenz und auf Grund der gestörten Propriozeption. Dennoch erzielten alle vier noch sehr gute Funktionsergebnisse. In der Computertomographie ließen sich in den beurteilten Gelenken (OSG, Talo- Calcaneal- Gelenk, Talo- Navicular- Gelenk) in drei Fällen keine Arthrosezeichen nachweisen, in einem Fall fanden wir geringgradige Arthrosehinweise im Talo- Navicular- Gelenk. Peritalar konnten wir in drei Fällen geringgradige osteochondrale Fragmente erkennen, ein Patient wies keine osteochondralen Fragmente auf. Bei zwei Patienten dieser Gruppe ließ sich eine begleitende Fraktur des luxierten Talus sowie in einem Fall eine Subluxation des ipsilateralen Os naviculare beobachten. Bei einem Patienten wurde zusätzlich eine Femurschaftfraktur der gleichen Extremität diagnostiziert, ein weiterer Patient wies Begleitfrakturen des Mittelfußes auf. In dieser Gruppe fanden sich keine Weichteilschäden. Die laterale subtalare Luxation konnte bereits eine Stunde nach

dem Trauma geschlossen reponiert werden. In den übrigen drei Fällen erfolgte zweimal eine zeitnahe, geschlossene Reposition, in einem Fall musste auf Grund eines Repositionshindernisses offen reponiert werden. Die Repositionsdauer lag in drei von vier Fällen unter 5 Stunden, ein Patient konnte posttraumatisch nach ca. sieben Stunden (< 24 Stunden) reponiert werden. Alle Luxationen waren nach der Reposition stabil und konnten durch normale Gips- Immobilisation (6 Wochen Unterschenkel- Gips/ 6 Wochen Vacoped) ausbehandelt werden.

In eine **zweite Gruppe** (134-90 Punkte) ließen sich **zwei Patienten** einordnen, sie erzielten mit Punktzahlen von 125 und 101 Punkten ein gutes Endergebnis. Subjektiv wurde das Endergebnis in einem der Fälle vom Patienten selbst mit „sehr gut“ bewertet, im anderen Fall mit „ausreichend“, dennoch wurden auch in diesem Fall sehr gute objektive Untersuchungsergebnisse erzielt (45 von 50 Punkten im Zwipp-Score: Objektive Ergebnisse). Auch in dieser Gruppe trat keine Weichteilproblematik auf, so konnte von beiden Patienten hier die volle Punktzahl erreicht werden. In beiden Fällen konnten wir Rückfußdeformitäten feststellen, auch das Bewegungsausmaß war bei beiden Patienten besonders im Bereich der USG-Supination/Pronation und der USG- Inversion/Eversion eingeschränkt. Hier ließen sich Defizite von 5° bis maximal 10° beobachten. In der dynamischen Ganganalyse erzielten die Patienten dieser Gruppe jedoch gute bis sehr gute Ergebnisse, in einem Fall konnte die volle Punktzahl vergeben werden, der andere Patient hatte lediglich Probleme beim lateralen Kantengang. Die Computertomographie zeigte in dieser Gruppe keine Deformation des Talus, sowohl das obere als auch das Talo-Calcaneal- Gelenk zeigten keine arthrotischen Veränderungen. Im Talo- Navicular- Gelenk konnten wir in beiden Fällen mittelgradige Arthrosezeichen feststellen, außerdem fanden sich peritalar vereinzelt osteochondrale Fragmente. In beiden Fällen handelte es sich um mediale subtalare Luxationen, welche beide in weniger als 24 Stunden reponiert werden konnten. In einem der Fälle musste eine offene Reposition durchgeführt werden, im anderen Fall wurde geschlossen reponiert. Bei einem Patienten konnten wir eine posttraumatische Degeneration des lateralen Talus beobachten, was am ehesten auf die begleitende Talusfraktur zurückzuführen ist. Bei diesem Patienten konnten zusätzlich eine Calcaneusfraktur, eine Fraktur der MFK-V-Basis sowie eine Patellafraktur festgestellt werden. Im anderen Fall trat begleitend eine Fraktur des Os metatarsale V sowie eine Lungenkontusion im Rahmen eines

Polytraumas auf. In beiden Fällen wurde die reponierte Luxation durch sechswöchige Gips- Immobilisation nachbehandelt.

In der Gruppe mit **mäßigem Endergebnis** (89-45 Punkte) wurden **neun Patienten** zusammengefasst. Sie erzielten Punktzahlen von 49 bis maximal 85 Punkte. Subjektiv bewerteten drei Patienten ihr persönliches Endergebnis mit der Note „gut“, ein Patient sah sein Outcome als „befriedigend“ an. In vier Fällen wurde das Ergebnis noch mit „ausreichend“ bewertet während ein Patient von einem „mangelhaften“ Ergebnis sprach. Subjektiv sei nach den einzelnen Patientenaussagen der Belastungsschmerz das größte Defizit. So trat in einem Fall bereits nach weniger als 500 Metern Gehstrecke belastungsabhängiger Schmerz auf, in vier Fällen belief sich die schmerzfreie Gehstrecke auf 0,5 – 1,0 km. Drei Patienten könnten nach eigener Aussage eine Strecke von 1-4 km schmerzfrei bewältigen, nur in einem Fall trat kein Belastungsschmerz auf. Im Bereich Weichteile ergab sich ein Mittelwert von 28,3 Punkten, was bei einer maximal zu erreichenden Punktzahl von 35 Punkten auch hier auf keine schwerere Weichteilproblematik hindeutet. Die Computertomographie zeigte größtenteils nur gering- bis mittelgradige Veränderungen wie zum Beispiel geringe subchondrale Zeichnungsvermehrung oder geringe Gelenkspaltverschmälerungen im Talo- Calcaneal- und im Talo- Navicular-Gelenk. Zeichen einer schweren Gelenksarthrose konnten nicht gefunden werden, in einem Fall erfolgte eine sekundär operative Arthrodese des Talo- Calcaneal-Gelenkes. Talus- Deformationen fanden sich in vier von neun Fällen. Mit einem Mittelwert von 35,6 Punkten bei maximal erreichbaren 50 Punkten erzielten die Patienten dieser Gruppe noch relativ gute radiologische Ergebnisse. Gegensätzlicherweise war das Bewegungsausmaß in den untersuchten Gelenken deutlich reduziert und auch die dynamische Ganganalyse zeigte schlechte Ergebnisse. Bei sieben von neun Patienten war die USG- Pronation mittel- bis hochgradig eingeschränkt (Defizit  $>10^\circ$ ), acht von neun Patienten zeigten  $5^\circ$  bis  $10^\circ$ ige Defizite im Bereich der USG- Supination. Sowohl die USG- Inversion als auch die USG- Eversion waren in keinem der Fälle normal und zeigten in drei von neun Fällen Defizite von mehr als  $20^\circ$ . Der mediale und laterale Kantengang konnten von nur drei Patienten durchgeführt werden, der Zehengang war in sechs von neun Fällen möglich. Klinisch erschien der betroffene Rückfuß deformiert und geschwollen, in der Computertomographie konnte hierfür allerdings kein radiologisches Korrelat wie zum Beispiel Ossifikationen gefunden werden. Die

Repositionsdauer in dieser Gruppe überschritt die der Patienten in Gruppe 2 nicht. So konnte die Luxation in fünf von neun Fällen in weniger als fünf Stunden reponiert werden, die Reposition der übrigen vier Patienten erfolgte in weniger als 24 Stunden. Die schlechtesten Ergebnisse im Bezug auf Bewegungsausmaß und Gangdynamik wurden bei den Patienten gefunden, welche zusätzlich schwere Begleitfrakturen des Talus (vier Fälle) sowie Frakturen des oberen und unteren Sprunggelenkes erlitten und noch zusätzliche Weichteilschäden aufwiesen. So erlitt ein Patient dieser Gruppe eine offene Luxation, drei weitere erlitten zum Teil offene Begleitfrakturen mit Weichteilbeteiligung. Zusätzlich wurde bei diesen Patienten häufig ein Schädel- Hirn-Trauma diagnostiziert.

In einer **vierten Gruppe** finden sich die Fälle mit schlechtem Endergebnis (<44 Punkte). Die **sieben Patienten** dieser Gruppe erreichten Punktzahlen von -52 bis 35 Punkten im Zwipp- Score. Jeder der sieben Patienten gab belastungsabhängige Schmerzen an, in 71% der Fälle ging die schmerzfreie Gehstrecke nicht über 1 km hinaus, eine Patientin litt unter einem immer präsenten Dauerschmerz. Das persönliche Endergebnis wurde in dieser Gruppe bestenfalls mit „ausreichend“ bewertet. In sechs von sieben Fällen ließ sich klinisch eine Deformierung des Rückfußes beobachten, welche in zwei speziellen Fällen besonders schwer ausfiel: in einem Fall wurde die mediale subtalare Luxation durch einen Sturz aus großer Höhe verursacht, welche initial in Thailand offen reponiert wurde. Anschließend erfolgte eine Transfixation des unteren und oberen Sprunggelenkes durch einen Steinmann- Nagel. Zurück in Deutschland entwickelte der Patient eine schwere Infektion des betroffenen Fußes. Durch Entfernen des Implantates und das Anbringen eines Fixateur externe für sechs Wochen heilte die Infektion unter antibiotischer Therapie aus. Im zweiten Fall trat eine anteriore offene Luxation auf. Auch hier musste eine offene Reposition erfolgen gefolgt von einer sechswöchigen Transfixation mittels Fixateur externe.

In dieser Gruppe wurden die schlechtesten Ergebnisse im Bezug auf das Bewegungsausmaß im oberen Sprunggelenk, aber auch in den Teilgelenken des unteren Sprunggelenkes erzielt. So ließ sich in dieser Gruppe in zwei Fällen ein OSG- Extensions- Defizit von mehr als 10° beobachten, auch die OSG- Flexion war hier in zwei Fällen um mehr als 20° eingeschränkt. Die USG- Pronation war in 43% der Fälle um mehr als 10° eingeschränkt, das USG- Supinations- Defizit lag in 71%

der Fälle bei mehr als 10°. Die Eversions- und Inversionsbewegung war in allen sieben Fällen um mindestens 10° reduziert. Drei der sieben Patienten benötigten ständig spezielles orthopädisches Schuhwerk. Die Computertomographie zeigte in allen Fällen deutliche Arthrosezeichen mit massiven Gelenkspaltverschmälerungen und multiplen Osteophyten im Bereich des oberen Sprunggelenkes sowie im Bereich des Talo- Calcaneal- und des Talo- Navicular- Gelenkes. In einem Fall wurde das Talo- Calcaneal- Gelenk sekundär operativ mittels Arthrodese versteift. In allen Fällen ließen sich Talus- Deformierungen beobachten, welche in vier Fällen mäßig, in drei Fällen deutlich ausfielen. Deutliche osteochondrale Fragmentanlagerungen fanden sich in drei Fällen. In dieser Gruppe traten vermehrt Begleitfrakturen der großen Fußwurzelknochen auf, insgesamt wurden drei Talus-, drei Calcaneus- und drei Frakturen des Os naviculare gezählt. Bei zwei Patienten frakturierte der mediale Malleolus, einmal im Rahmen einer Pilon-Tibial Fraktur der distalen Tibia. Auch in dieser Gruppe fanden sich vermehrt Weichteilschäden: ein Patient erlitt eine III° offene Luxation, eine weitere eine Bandruptur im Außenknöchelbereich. In sechs von sieben Fällen dieser Gruppe musste eine offene Reposition erfolgen. Die Reposition der betroffenen Gelenke erfolgte in zwei Fällen nach mehr als 24 Stunden Luxationsstellung. In zwei Fällen konnte nach weniger als 5 Stunden reponiert werden, bei zwei weiteren erfolgte die Reposition innerhalb der ersten 24 Stunden nach Trauma. Bei einem Patienten konnte die Repositionsdauer auf Grund der Primärversorgung im Ausland nicht ermittelt werden. Die Nachbehandlung wurde in drei Fällen auf Grund der kritischen Weichteilsituation mittels Fixateur externe durchgeführt, in drei weiteren Fällen wurde die betroffene Extremität für sechs Wochen mit einem Unterschenkelgips immobilisiert.

Die folgende Tabelle fasst alle relevanten Ergebnisse abschließend zusammen:

Ergebnisse GRUPPEN												
Parämeternoten	Note Radiologie	Note Funktion	Note Dynamik	Note Statik	Note Gesamt	Luxationstyp	Mechanismus	Reposition	Repositionsdauer	Nachbehandlung	Begleitverletzungen	Sonstiges
<b>GRUPPE 1 "Sehr gut" (180-135 Punkte)</b>												
M.S.	1	1	1	3	1	medial geschossen	VU (PKW)	geschlossen	<5h	6 Wochen US Gips	Talus, Os puds, Os Ilium	
H.S.A.	1	1	1	3	1	lateral geschossen	VU (PKW)	geschlossen	<5h	6 Wochen US Gips	Os subdorm, Os cuneiforme med., Osse metatarsale 3,4	
S.M.	1	1	1	1	1	lateral geschossen	VU (PKW)	geschlossen	<24h	Vacoped	Femur, Patella	Lg. coll. lat.
H.M.	1	1	1	1	1	medial geschossen	VU (PKW)	offen	<5h	6 Wochen US Gips	Talus	
<b>GRUPPE 2 "Gut" (134-90 Punkte)</b>												
G.E.	1	5	1	3	2	medial geschossen	Sturz aus großer	offen	<24h	6 Wochen US Gips	Talus, Calcaneus, NFK V Bass, Patella	
S.M.	1	5	2	3	2	medial geschossen	VU (PKW)	geschlossen	<24h	6 Wochen US Gips	Os metatarsale V	Thoraxtrauma, Lungenkontusion
<b>GRUPPE 3 "Mäßig" (88-45 Punkte)</b>												
K.R.	1	6	3	1	3	lateral geschossen	Sturz aus 1,5m	geschlossen	<5h	6 Wochen US Gips	Malleolus med lat.	
R.L.	1	5	6	3	3	medial geschossen	VU (lateral)	geschlossen	<24h	6 Wochen US Gips	Talus, Femur	Hinteres Kreuzband
S.J.	1	3	3	6	3	lateral offen	VU (Farnrad)	offen	<5h	Fixateur externe		Weichteilschaden III
K.H.	3	6	3	1	3	lateral geschossen	VU (lateral)	geschlossen	<24h	6 Wochen US Gips		Weichteilschaden
E.C.	2	6	3	6	3	lateral geschossen	VU (PKW)	offen	<5h	Vacoped	Talus	SHT, SAB
F.C.	4	6	3	1	3	lateral geschossen	VU (PKW)	offen	<5h	Algotier-Gerätparat	Femur	SHT
M.L.	4	6	1	6	3	lateral geschossen	VU (PKW)	offen	<24h	6 Wochen US Gips	Talus, Patella	I* offene Patellafraktur
V.A.	1	6	1	1	3	medial geschossen	VU (PKW)	offen	<5h	6 Wochen US Gips	Talus, Metatarsale V, Patella	
S.W.	1	6	2	6	3	medial geschossen	Sturz aus großer	geschlossen	<24h	Fix. ext. + 6 Wo. Gips	Os metatarsale IV, V	Weichteilschaden III
<b>GRUPPE 4 "Schlecht" (&lt;44 Punkte)</b>												
Z.K.H.	4	6	6	6	5	medial geschossen	Sturz aus großer	offen	>24h	Fixateur externe	Calcaneus, Pilon-Tibia, Os naviculare	
K.C.	5	5	6	3	5	medial geschossen	VU (PKW)	offen	<5h	Fix. ext. + 6 Wo. Gips	Talus	OS-G-Außenband
P.E.	5	6	6	6	5	anterior offen	Achsenverletzung (Ba)	offen	<5h	Fixateur externe	Talus	Weichteilschaden III
S.F.	4	6	6	1	5	medial geschossen	Flügelgelenksturz	geschlossen	<24h	6 Wochen US Gips	Calcaneus, Os naviculare, Malleolus med.	
M.K.	4	5	3	3	5	medial geschossen	Teppichsturz	offen	>24h	6 Wochen US Gips	Os metatarsale V	
K.A.	5	6	6	6	5	lateral geschossen	Sturz aus 1,5m	offen	<24h	6 Wochen US Gips	Talus, Calcaneus	
O.B.	5	5	6	3	5	medial geschossen	Sturz aus großer	offen	unbekannt	Fixateur externe	Malleolus med.	Mundtrauma

Tabelle 08: ERGEBNISSE IM ÜBERBLICK Die Tabelle zeigt eine Zusammenschau aller ermittelten Ergebnisse





## IV. DISKUSSION

Subtalare Luxationen sind selten. Sie sind in den meisten Fällen Folge einer großen Gewalteinwirkung. Eine umgehende Reposition der betroffenen Gelenke innerhalb der ersten sechs Stunden posttraumatisch reduziert das Risiko einer Hautnekrose und führt zu einem besseren Endergebnis [117], [118], [119]. Mediale Luxationen können häufig geschlossen reponiert werden, laterale Luxationen lassen sich häufig auf Grund eines Repositionshindernisses wie zum Beispiel der Sehne des M. tibialis posterior, der Sehne des M. flexor digitorum longus oder durch eine Interposition des Taluskopfes in das Retinaculum extensorum nicht geschlossen reponieren. In solchen Fällen muss das betroffene Gelenk offen reponiert werden. Wir folgen allgemein anerkannten Behandlungswegen, welche eine schnelle Reposition und eine sechswöchige Immobilisierung der betroffenen Extremität durch einen Unterschenkel- Gips (oder in speziellen Fällen das Anbringen eines Fixateur externe) beinhaltet [60], [117], [118], [119].

In dieser Studie wurde das klinische Langzeitergebnis der Patienten untersucht und schließlich den durch die Computertomographie aufgezeigten Arthrosegraden und Deformierungen des knöchernen Rückfußes gegenübergestellt. Das Patientenkollektiv ist repräsentativ, so wurde in vergleichbaren Studien eine ähnliche Zahl an Patienten mit vergleichbarem Trauma- Nachuntersuchungsintervall und mit ähnlichem Alterdurchschnitt nachuntersucht [88], [95], [117], [123]. Die in der Literatur beschriebene Dominanz des männlichen Geschlechts kann in unserer Untersuchung ebenfalls bestätigt werden (männliche Pat. : weibliche Pat 4,5:1), der Anteil der männlichen Patienten ist allerdings im Literaturvergleich nur etwa halb so groß wie in zuvor beschriebenen Kollektiven (ca. 9:1) [123], [88], [95]. Die große Mehrheit unseres Kollektivs war zum Unfallzeitpunkt erwachsen (> 18. Lebensjahr), lediglich ein Patient war zum Unfallzeitpunkt 17 Jahre alt. In der Literatur finden sich in den letzten 25 Jahren nur neun Artikel mit insgesamt 14 beschriebenen Fällen von Pat. mit subtalaren Luxationen unter 16 Jahren [120]. Die Ergebnisse und damit verbundenen Empfehlungen beziehen sich somit auf den erwachsenen Patienten.

Der rechte Fuß ist mit 64% häufiger betroffen als der linke, auch dies entspricht in der Zusammenschau den in den letzten Jahren untersuchten Kollektiven (61%) [120].

In der Literatur wird ein starker Zusammenhang zwischen subtalaren Luxationen und einem Hochrasanztrauma- Mechanismus, wie z.B. Verkehrsunfall oder Sturz aus großer Höhe, beschrieben [121], [123], [117]. Es wird postuliert, dass klinisches Ergebnis und Outcome direkt mit dem Grad der Gewalteinwirkung korreliert. Laut Biswas et al. erzielen somit Patienten nach einer erheblichen Gewalteinwirkung ein schlechteres Outcome [122]. Auch in unserer Untersuchung waren Hochrasanztraumata in den meisten Fällen ursächlich für die stattgehabten Luxationen (64% Verkehrsunfälle mit hohen Geschwindigkeiten, 18% Sturz aus großer Höhe). Ein direkter Rückschluss vom stattgehabten Trauma auf das Langzeitergebnis gelingt in den von uns beschriebenen Fällen allerdings nicht. Somit finden sich in der Gruppe mit sehr gutem Langzeitergebnis ausschließlich Patienten nach Verkehrsunfällen mit hohen Geschwindigkeiten. Umgekehrt fanden sich in unserem Kollektiv vier Patienten (18,2%) nach „Niedrig-Energie-Traumata“ (Treppensturz, Sturz aus < 1,5 m Höhe, Anprall von Arbeitsmaterial). Drei von den beschriebenen vier Patienten erzielten in der Langzeitbetrachtung schlechte Ergebnisse und fanden sich somit in Gruppe 4 (< 44 Punkte). Die in der Literatur beschriebenen Fälle von „Niedrig-Energie-Mechanismen“ belaufen sich zwischen 9,4% und 19,2% [123],[120]. Ein schlechtes Outcome kann somit nicht in direkten Zusammenhang mit dem stattgehabten Trauma gebracht werden. Vielmehr scheinen andere indirekte Faktoren wie zum Beispiel begleitende Frakturen oder höhergradige Weichteilverletzungen das Langzeitergebnis zu beeinflussen

In unserer Nachuntersuchung erlitten 54% der Patienten mediale, 46% laterale (hiervon 5% offen) und 5% anteriore subtalare Luxationen (siehe auch ERGEBNISSE). Die Inzidenz der einzelnen Luxationssubtypen beläuft sich nach einer Literaturzusammenschau nach Hoexum et al. [120] in einem Beobachtungszeitraum von 25 Jahren wie folgt: mediale Luxationen 71,5%, laterale Luxationen 26%, posteriore Luxationen 1,6% und anteriore Luxationen 0,8%. Das von de Palma et al. (2007) nachuntersuchte Patientenkollektiv beinhaltete 30 Pat., hiervon 20 Pat. mit medialen (66%) und 10 Pat. mit lateralen Luxationen (33%), bei Jungbluth et al. fanden sich 2010 von 23 untersuchten Patienten 70% mit medialen, 26% mit lateralen sowie 4% mit posterioren Luxationen [124], [125]. Dies lässt vermuten, dass der Anteil der lateralen Luxationen höher ausfällt als noch in historischeren Veröffentlichungen beschrieben [85]. Auch in unserer Nachuntersuchung ist der Anteil der lateralen Luxationen mit 46% hoch.

Die meisten Autoren unterschieden nicht zwischen isolierten subtalaren Luxationen ohne begleitende Frakturen oder Weichteilschäden und komplexeren Luxationen. Auch wird angenommen, dass laterale Luxationen wohl auf Grund einer benötigten höheren Gewalteinwirkung und dem daraus resultierenden komplexeren anatomischen Schaden schlechtere Langzeitergebnisse nach sich ziehen. Betrachtet man isoliert geschlossene subtalare Luxationen ohne Begleitfrakturen finden sich in jüngerer Zeit von der Literatur abweichende Ergebnisse bezüglich Luxationsrichtung und klinischem Ergebnis. So erzielten 21 der von Jungbluth et al. nachuntersuchten Patienten (n= 23) gute funktionelle Ergebnisse (gemessen mit dem AOFAS ankle-hindfoot score) unabhängig davon, ob bei den Pat. eine mediale oder eine laterale subtalare Luxation auftrat [124]. Auch in anderen Studien, welche sich mit unkomplizierten subtalaren Luxationen befassten, fanden sich keine signifikanten Unterschiede nach medialer oder lateraler Luxation, zumindest wenn man das Bewegungsausmaß im Tibiotalar- Gelenk und im Subtalargelenk betrachtet [125]. De Palma et al. konnte unter zu Hilfenahme des AOFAS Scores allerdings Unterschiede zwischen dem Outcome nach medialen und lateralen Luxationen herausarbeiten. Hierbei erzielten Pat. nach lateralen subtalaren Luxationen schlechtere Ergebnisse, was die Autoren auf komplexere anatomische Schäden nach lateralen Luxation zurückführen. Jungbluth et al. führt die guten Ergebnisse beider Luxationsarten auf das Fehlen von peritalaren Frakturen und komplexeren Weichteilschäden zurück. Auch in einer Studie von Perugia et al. [126] fanden sich bei allen Patienten gute klinische Ergebnisse unabhängig von der Luxationsrichtung. Die Autoren postulieren, dass die Luxationsrichtung kein entscheidender Faktor für das klinische Outcome nach isolierter subtalarer Luxation zu sein scheint, dies wurde bis dato in der Literatur behauptet. Schwächen der beiden Studien von Jungbluth und de Palma sind nach eigenen Angaben die kleinen Patientenkollektive sowie die Schwierigkeit des Vergleichs mit älteren Studien, in denen kein Unterschied zwischen einfachen und komplexeren Luxationen gemacht wurde. Auch scheint der AOFAS Score kein geeigneter Outcome Score zu sein [124].

Im Patientenkollektiv von Jungbluth et al. [124] nahmen alle Pat, welche vor dem stattgehabten Unfall sportlich aktiv waren, nach Ausheilung der Verletzung die sportliche Aktivität uneingeschränkt wieder auf. In unseren Untersuchungen war dies bei nur zwei Patienten der Fall (9%). 14 Patienten (63,6%) mussten nach stattgehabtem Unfall zuvor ausgeübte sportliche Aktivitäten komplett einstellen. Das

Problem scheint somit mit der Komplexität der Begleitverletzungen zusammenzuhängen.

Es wird generell angenommen, dass mediale subtalare Luxationen durch eine forcierte Inversion des Fußes - mit dem Sustentaculum tali als Drehpunkt für den posterioren Anteil des Corpus tali – entstehen [130], [81]. Die laterale subtalare Luxation ist Folge einer forcierten Eversion des Fußes, hierbei dient der Processus anterior calcanei als Drehpunkt für den anterolateralen Anteil des Talus [130]. In beiden Fällen luxiert das Talonavicular-Gelenk – zumindest nach Bohay et al und Heck et al. - zuerst, gefolgt von der Luxation des Talocalcaneal-Gelenkes. Hier finden sich in der Literatur allerdings unterschiedliche Angaben. So beschreiben Mori et al. die beiden Luxationstypen chronologisch wie folgt: die mediale subtalare Luxation als Talo-navicular-calcaneare Luxation (mit Zerreißung des dorsalen talonavicularen Bandes, externer Rotation des Talus und anschließender Luxation des hinteren Talocalcaneal-Gelenkes) und die laterale Luxation als Talo-calcaneal-naviculare Luxation (mit Zerreißung des vorderen Bündels des Lig. deltoideum, Ruptur der interossären talocalcanearen Bänder mit subtalärer Luxation und anschließender Luxation des Talonavicular-Gelenkes) [127]. Unabhängig von der Chronologie der einzelnen Luxationen verursachen die waltenden Kräfte in einem Großteil der Fälle Begleitverletzungen (Frakturen, Weichteilschäden), welche für das Langzeitergebnis von Bedeutung zu sein scheinen.

Die Inzidenzen für begleitende knöcherne Verletzungen nach subtalärer Luxation schwanken in der Literatur zwischen 50% und 100% [60], [81], [108], [126]. Nach Jungbluth et al. wiesen von allen Pat. mit subtalaren Luxationen, welche in zwei großen Traumazentren in einem Zeitraum von 13 Jahren behandelt wurden, 76% knöcherne Verletzungen auf. Diese wurden durch eine nach stattgehabter Reposition und primärer Versorgung durchgeführte Computertomographie aufgedeckt.

In unserer Untersuchung kam es bei 20 von 22 Patienten (91%) zu knöchernen Begleitverletzungen. Schließt man Knochenbrüche an der kontralateralen Extremität aus, erlitten 77,5% der von uns untersuchten Patienten knöcherne Verletzungen am von der subtalaren Luxation betroffenen Fuß oder Unterschenkel. Dies geht konform mit den von Jungbluth et al. veröffentlichten Zahlen.

Vergleicht man die Pat. mit medialer und lateraler Luxation im Hinblick auf die knöchernen Verletzungen, so wiesen von den von uns nachuntersuchten Patienten mit medialer subtalarer Luxation (n=12) 100% knöcherne Begleitverletzungen am ipsilateralen Fuß (bis einschließlich Sprunggelenk) auf. Auffällig ist in dieser Gruppe, dass vor allem die großen Fußwurzelknochen (6x Talus, 3x Calcaneus, 2x Os naviculare), das Os metatarsale 5 (4x) sowie die Malleoli (2x) frakturierten. Ein komplexerer Weichteilschaden fand sich hier nur bei einem Patienten. Offene Luxationen wurden in der Gruppe der medialen Luxationen nicht beobachtet.

Bei den Patienten unseres Kollektives mit lateraler subtalarer Luxation (n=9) konnten in 55,5% der Fälle knöcherne Begleitverletzungen am ipsilateralen Fuß (bis einschließlich Sprunggelenk) gefunden werden. Hier fanden sich weniger Frakturen der großen Fußwurzelknochen (3x Talus, 1x Cuboid, 1x Os cuneiforme med., 1x MT 3 und 4, 1x Malleoli). In dieser Gruppe häufte sich allerdings die Anzahl der Patienten mit erheblichem Weichteilschaden (3x II-III° Weichteilschaden), außerdem erlitten zwei Patienten in dieser Gruppe Schädel-Hirn-Traumata, ein Pat. mit zusätzlicher Subarachnoidalblutung. Ein Patient erlitt außerdem eine offene laterale Luxation (11,1%).

Hier finden sich Unterschiede zu den Ergebnissen in der Literatur. Nach Hoexum et al [120] weisen 78,6% aller behandelten lateralen Luxationen knöcherne Begleitverletzungen auf. Der Anteil der offenen Luxationen beläuft sich auf 31,7%. Mediale Luxationen betreffend ist der Anteil mit knöchernen Begleitverletzungen in der Literatur mit 55,3% deutlich geringer als in unserem Kollektiv (100%). Offene Luxationen erleiden 19,3% der Patienten mit medialen Luxationen.

Bezüglich des klinischen Outcome im Vergleich zwischen medialen und lateralen subtalaren Luxationen lassen sich anhand unserer Zahlen nur bedingt Aussagen treffen. Sicher scheint, dass bei isolierten subtalaren Luxationen ohne Begleitverletzungen und gelungener geschlossener Reposition kein Unterschied im klinischen Outcome im Hinblick auf die Luxationsrichtung zu erkennen ist [124], [125], [126]. Bei komplexeren Luxationen finden sich in der Literatur in der Patientengruppe mit lateralen Luxationen mehr Begleitfrakturen und kritische Weichteilschäden als nach medialen Luxationen. Im Hinblick auf offene Luxationen können unsere Zahlen die Literaturangaben bestätigen, somit finden sich offene

Luxationen vermehrt nach lateralen Luxationen. Zusätzlich fand sich bei 33,3% der Pat. unserer Untersuchung nach lateralen Luxationen ein kritischer Weichteilschäden.

Bezüglich des klinischen Langzeitergebnisses erzielten 4 von 12 Pat. (33,3%) mit medialen Luxationen sehr gute und gute Ergebnisse (Gruppen 1 und 2), 3 Patienten mäßige (25%) und 7 Patienten schlechte Ergebnisse (58,3%).

In der Gruppe der lateralen Luxationen (n=9) erreichten 22,2% sehr gute und gute Ergebnisse. Der Großteil der Patienten in dieser Gruppe fand sich in Gruppe 3 (mäßige Ergebnisse), nämlich 66,6%, unter ihnen die Patientin mit stattgehabter offener Luxation. 11,1% der Pat. mit lateralen Luxationen erzielten schlechte Gesamtergebnisse. Auffällig ist hier, dass 1/3 der Pat. nach medialer Luxation gute und sehr gute Ergebnisse erzielten, in der Gruppe der lateralen Luxationen sind es weniger als ¼. Zusätzlich fällt auf, dass 5 von 6 Patienten mit mäßigem Gesamtergebnis nach lateraler Luxation im Unterpunkt FUNKTION schlechte Werte zeigen (Note 6).

In der Literatur finden sich mehrere Studien, welche das Gesamtergebnis im Hinblick auf die Luxationsrichtung darstellen. So erzielen bei Spechulli et al. [128] 72,7% der Patienten mit medialen Luxationen gute, 18% mäßige und 9% schlechte Langzeitergebnisse. Die Pat. nach stattgehabter lateraler Luxation zeigen zu 100% schlechte Ergebnisse. Garofalo et al. gibt bezüglich der medialen Luxationen ähnliche Werte wieder (Gut: 76%, mäßig 15%, schlecht 8%), nach lateralen Luxationen erzielen 20% mäßige und 80% schlechte Ergebnisse [129]. Im Patientenkollektiv von Valdivieso et al. können bei 42,8% der Pat. nach medialer Luxation gute Ergebnisse, bei 28,6% mäßige und bei 28,6% schlechte Ergebnisse gemessen werden. Nach lateraler Luxation finden sich 66,6% der Pat. mit mäßigem und 33,3% mit schlechtem Langzeitergebnis [130].

Im Vergleich mit den vorausgegangenen Studien erscheint die Gruppe der Patienten mit guten Ergebnissen nach medialer Luxation unseres Kollektivs klein, auch findet sich keine Übereinstimmung mit der Literatur bei der Anzahl der schlechten Ergebnisse nach medialer Luxation. Kein Patient in den oben genannten drei Studien erreichte nach lateraler Luxation gute Ergebnisse, in unserer Untersuchung fanden sich hierbei 2 von 9 Patienten (22,2%).

Eine klare Linie bezüglich des Unterschiedes zwischen medialen und lateralen Luxationen im Hinblick auf das Langzeitergebnis lässt sich anhand unserer Zahlen nicht treffen. Übereinstimmungen mit der Literatur lassen sich nur in dem Punkt finden, dass nach lateralen Luxationen weniger gute und sehr gute Ergebnisse erzielt werden können als nach medialen.

Die allgemein bevorzugte Behandlung geschlossener subtalarer Luxationen besteht in der sofortigen geschlossenen Reposition, da – wie bereits weiter oben erwähnt – eine prolongierte Luxationsstellung ein signifikantes Risiko für einen etwaigen Weichteilschaden oder eine Durchblutungsproblematik darstellt [93],[117]. Die geschlossene Reposition am sedierten Patienten ist, sofern kein Repositionshindernis vorliegt, meist erfolgreich [80], [93], [108], [127]. In unserem Patientenkollektiv gelang eine geschlossene Reposition in 41% der Fälle. Bei 13 von 22 nachuntersuchten Patienten musste offen reponiert werden. Teilt man die Luxationen nach Luxationsrichtung so ließen sich 41,6% der medialen Luxationen und 44,4% der lateralen Luxationen geschlossen reponieren. Unsere Zahlen können somit die in der Literatur gängige Meinung, laterale Luxationen würden auf Grund einer frustranen geschlossenen Reposition eher zu offenen Verfahren neigen, nicht bestätigen [60], [93], [108]. Auch scheint bei Patienten mit unkomplizierten Luxationen ohne Begleitverletzungen die Erfolgsrate einer geschlossenen Reposition höher [124].

Bei Versagen der geschlossenen Reposition unter Sedierung sollte die Entscheidung für ein offenes Verfahren ohne Verzögerung getroffen werden, ohne dass zuvor mehrfach mit Gewalt versucht wird, geschlossen zu reponieren. Die offene Reposition sollte dann im OP stattfinden [120], [124].

Bei fehlgeschlagener geschlossener Reposition finden sich intraoperativ Repositionshindernisse, hierbei spielen osteochondrale Fragmente des Talonaviculargelenkes, die Knopflochinterposition des Taluskopfes durch das Retinaculum extensorum, die Sehnen des M. tibialis posterior und des M. flexor digitorum longus oder die Interposition des M. extensor digitorum brevis eine Rolle [85], [109], [60], [110]. Auch in unseren Untersuchungen waren oben genannte Repositionshindernisse verantwortlich für ein Misslingen der geschlossenen Reposition. In unserem Kollektiv fällt außerdem auf, dass 66,6% der Patienten mit



gutem und sehr gutem Gesamtergebnis geschlossen reponiert werden konnten. In den Patientengruppen mit mäßigem und schlechtem Ergebnis gelang die geschlossene Reposition in nur 31,25% der Fälle. Die Art der Reposition scheint somit relevante Auswirkungen auf das Langzeitergebnis zu haben.

Das Zeitintervall vom Trauma bis zur Reposition betreffend gibt es in der Literatur wenig Angaben. Im Patientenkollektiv von de Palma konnten alle 30 Patienten innerhalb der ersten 4-6h nach Trauma reponiert werden. Hier ließen sich keine Unterschiede im Gesamtergebnis in Abhängigkeit vom Repositionszeitpunkt herausarbeiten [125]. Bei Lasanianos et al. [121] betrug die Zeitspanne bis zur Reposition zwischen 90 und 180 Minuten. Interessant ist hier, dass die drei Patienten mit dem größten Zeitintervall zwischen Trauma und Reposition (150-180 Minuten) im Vergleich zu den übrigen Patienten in Bezug auf das Bewegungsausmaß ein schlechteres Ergebnis erzielen. Auch in unserem Kollektiv fällt auf, dass sich in der Gruppe mit sehr guten Ergebnissen ausnahmslos kurze Repositionszeiten finden. So konnte die Reposition bei 3 von 4 Patienten in weniger als 5h, bei einem Patienten nach 7h erfolgen. Die Gruppe mit gutem und mäßigem Gesamtergebnis ist im Blick auf die Repositionsdauer inhomogen, so konnten von insgesamt 11 Patienten 5 in weniger als 5h, die übrigen 6 in weniger als 24h reponiert werden. Zusätzlich auffällig ist, dass sich alle Pat. mit länger als 24h bestehenden Luxationsstellungen in der Gruppe mit schlechten Langzeitergebnissen befinden. Somit scheint die Dauer vom Trauma bis zur erfolgreichen Reposition das Gesamtergebnis zu beeinflussen.

Die Dauer der Ruhigstellung zeigt in der Literatur eine große Spannweite und reicht von 10 Tagen bis zu 5 Monaten [131], [132]. Zimmer et al. berichtet über eine höhere Inzidenz von subtalarer Instabilität bei Patienten, welche nur eine vierwöchige Ruhigstellung erfuhren [88]. Außerdem wurde festgestellt, dass eine verlängerte Ruhigstellung ein Funktionsdefizit im Hinblick auf das Bewegungsausmaß nach sich ziehen kann [98], [121]. Die meisten Autoren empfehlen nach einer unkomplizierten subtalaren Luxation eine Ruhigstellung im Unterschenkelgips für 3-5 Wochen, im Falle von knöchernen Begleitverletzungen und/oder ausgedehnten Weichteilschäden sollte die Ruhigstellung 6-8 Wochen betragen [120]. Im Allgemeinen ist die Dauer der Ruhigstellung nach Reposition ein kontroverses Thema. So klagten z.B. 21 von 30 Patienten, welche von Christensen et al. [66] nach Reposition für acht Wochen im Oberschenkelgips ruhiggestellt wurden, über

Schmerzen bei Belastung der betroffenen Extremität. Buckingham et al. berichtete von 5 Patienten mit deutlich herabgesetztem Bewegungsausmaß nach 6-wöchiger Ruhigstellung [65]. In anderen vorausgegangenen Studien über unkomplizierte subtalare Luxationen [125] mit 5-wöchiger Ruhigstellung konnte eine Reduktion des Bewegungsausmaßes des betroffenen Subtalargelenkes von 30-50% im Vergleich zum unverletzten Fuß festgestellt werden. Lange Ruhigstellung wird außerdem mit einem hohen Prozentsatz (50-80%) von Arthritis/Arthrose und herabgesetzter Funktion in Verbindung gebracht [65], [66], [125]. Mc Keever et al. [76] fand bereits 1963 heraus, dass eine frühe Mobilisation bei Pat. mit nach Reposition stabilen Verhältnissen möglich sei und diese eine fortschreitende Fibrose verhindern könne. Er begann mit Bewegungsübungen, bestehend aus aktiv- assistierten Bewegungen der Subtalar- und Mittelfußgelenke, nach 3-wöchiger Ruhigstellung. 5 seiner 8 Patienten hatten normale subtalare Bewegungsausmaße und keine Beschwerden unter Belastung. Die Untersuchungen von Lasanianos et al. bestätigen ebenfalls den Vorteil einer frühen Mobilisation nach unkomplizierten subtalaren Luxationen. Hier wurde bereits 16 Tage nach Reposition mit ROM- Übungen begonnen, nach 23 Tagen gingen die Patienten zu einer Teilbelastung der betroffenen Extremität, nach im Mittel 36 Tagen zur Vollbelastung über. Die mittlere Beweglichkeit des betroffenen Sprunggelenkes betrug im Vergleich zur unverletzten Seite 92,5% [121].

Wie bereits weiter oben erwähnt finden sich in unserem Kollektiv keine unkomplizierten Luxationen. Bei unseren Patienten gab es keine Unterschiede die Dauer der Ruhigstellung betreffend, alle Patienten erfuhren eine 6-wöchige Ruhigstellung unter Entlastung der betroffenen Extremität. 27,3% der Patienten wurden im Fixateur externe ruhiggestellt, was allerdings einem komplexen Weichteilschaden oder ausgedehnten Frakturen und der damit verbundenen Schwellung geschuldet war. Bei drei Patienten kamen alternative Verfahren wie z.B. VacoPed, oder Algöwer- Gehapparat zum Einsatz. Alle übrigen Patienten wurden im Unterschenkelgips ruhiggestellt.

Im Hinblick auf das Langzeitergebnis können anhand unserer Zahlen keine Erkenntnisse zur Dauer der Ruhigstellung getroffen werden, die Komplexität der von uns untersuchten Luxationen machte in allen Fällen eine 6-wöchige Ruhigstellung erforderlich. Die Literaturrecherche macht deutlich, dass eine kürzere Ruhigstellung bei Pat. nach unkomplizierten Luxationen sowie frühe Bewegungsübungen und

Teilbelastung bessere Ergebnisse erzielt als längere Ruhigstellungszeiträume. Die Dauer der Ruhigstellung ist immer auch eine individuelle Entscheidung, hierbei scheint auch das Patientenalter zum Zeitpunkt des Unfalles eine Rolle zu spielen. In unseren Beobachtungen fällt auf, dass 5 von 6 Patienten mit guten und sehr guten Ergebnissen zum Zeitpunkt des Unfalls jünger als 25 Jahre waren. Somit kann man schlussfolgern, dass jüngere Patienten mit vergleichbaren Begleitverletzungen nach 6-wöchiger Ruhigstellung bessere Ergebnisse erzielen als ältere.

Komplikationen nach subtalarer Luxation können in Früh- und Spätkomplikationen unterteilt werden. Frühkomplikationen wie zum Beispiel osteochondrale Begleitverletzungen werden in der Literatur auf Grund einer höheren erforderlichen Traumaenergie lateralen Luxationen zugeschrieben und wurden hier bereits eingehend diskutiert [80], [139]. Unsere Zahlen konnten diese Aussage nicht bestätigen. Das Auftreten von Infekten findet sich gehäuft bei offenen Luxationen und Frakturen des Talus [133], [134]. Insgesamt finden sich wenige Quellen, welche Infektionen und Outcome nach subtalaren Luxationen vergleichen. Karampinas et al. [135] untersuchte neun Patienten nach offenen Talus- Luxationen. Hierunter entwickelte ein Patient (11%) einen Infekt, welcher sich durch i.v. Antibiose und lokales Debridement nicht sanieren ließ. Schließlich erfolgten in genanntem Fall eine Talektomie sowie eine Arthrodesse. Eine Untersuchung des Bewegungsausmaßes kam somit nicht in Betracht. Zusätzlich fanden sich bei Karampinas et al. drei Fälle von Pin-Infektionen.

In unserem Kollektiv finden sich zwei Patienten mit offenen Luxationen (1x anterior offen, 1x lateral offen) und 5 Patienten mit ausgedehnten Weichteilverletzungen. Insgesamt fand sich ein Patient mit im Verlauf entwickeltem Wundinfekt. Alle Patienten mit offenen Luxationen und/oder Weichteilverletzung blieben infektfrei. Der oben beschriebene Fall wurde initial im Ausland versorgt, die geschlossene Reposition verlief frustan, somit wurde offen reponiert und ein Fixateur externe angelegt. Zum Zeitpunkt der Reposition nach Trauma ist nichts bekannt. Der aufgetretene Infekt ist somit mutmaßlich als iatrogen Infekt zu werten. Der Patient nach Infekt erzielte schlechte Ergebnisse. Ob dies allerdings ausschließlich dem Infekt zu schulden ist, ist aus unseren Ergebnissen nicht zu erkennen.

Spätkomplikationen nach subtalarer Luxation sind die posttraumatische Arthrose, Talusnekrose und Gelenksteifigkeit [66]. Die Arthrose bezieht sich hauptsächlich auf das Subtalargelenk und seltener auf das Tibiotalar- oder das Talonavicular- Gelenk [66], [95], [127]. Posttraumatische arthrotische Veränderungen betreffen laut Christensen et al. bis zu 63% der Patienten. Sie werden häufiger nach subtalaren Luxationen mit intraartikulären Frakturen gefunden [66], finden sich aber auch nach isolierten Luxationen ohne Begleitverletzungen [95], [108]. Die subtalare Arthrose verursacht Schmerzen, verringert das talocalcaneare Bewegungsausmaß und ist auch verantwortlich für eine schmerzhaft Rückfuß- Instabilität, welche meist die subtalare Fusion nach sich zieht. Andere Autoren beschreiben ähnliche Inzidenzen von posttraumatischer Arthrose, so finden sich bei Bibbo et al. 89% der Patienten mit oben genannten Veränderungen [108]. Ruiz Valdivieso et al. beschreiben schwere degenerative Veränderungen bei 57,9% der von ihm nachuntersuchten Patienten [130]. Untersuchungen von isolierten unkomplizierten Luxationen zeigen nur milde, asymptomatische Veränderungen im Bereich der Subtalar-/Tibiotalar- und Talonaviculargelenke und gute Gesamtergebnisse. Dies wird mit dem Fehlen osteochondraler Begleitverletzungen begründet [124].

In unserem Kollektiv ließen sich am oberen Sprunggelenk bei 13 Patienten (59%) keine bzw. nur geringgradige Arthrosezeichen feststellen. Sieben Patienten (32%) wiesen eine mittelgradige Arthrose auf. Bei zwei Patienten (9%) konnten im oberen Sprunggelenk des betroffenen Fußes deutliche Arthrosezeichen nachgewiesen werden. Das Talo-Calcanear-Gelenk war bei elf Patienten nicht oder nur geringgradig arthrotisch verändert (50%), vier Patienten zeigten mittelgradig arthrotische Veränderungen (18%). Bei weiteren fünf Patienten (23%) ließen sich deutliche Arthrosezeichen beobachten. Bei zwei Patienten musste das Talo-Calcanear- Gelenk sekundär operativ durch eine Arthrodese versteift werden (9%). Zehn Patienten zeigten im Talo- Navicular- Gelenk keine oder nur geringgradige Arthrosezeichen (46%). Sechs Patienten (47%) wiesen hingegen mittelgradige und weitere sechs (47%) deutliche arthrotische Veränderungen im Talo- Navicular- Gelenk auf.

Im Hinblick auf die hohe Zahl an Begleitverletzungen erscheinen die arthrotischen Veränderungen in unserem Kollektiv insgesamt eher milder auszufallen. Vergleichen

wir nochmals die einzelnen Gruppen bezüglich der radiologischen Auswertung und des Gesamtergebnisses:

Die Patienten der ersten Gruppe zeigten in der Computertomographie keine Arthrosezeichen oder Rückfußdeformierungen. In der klinischen Untersuchung fanden sich dementsprechend keine Bewegungseinschränkung und keine Defizite in der dynamischen Ganganalyse, so ist hier das radiologische Ergebnis deckungsgleich mit dem Gesamtoutcome.

In der zweiten Gruppe konnten wir klinisch bereits Bewegungseinschränkungen beobachten, die radiologischen Ergebnisse waren dennoch sehr gut. Die Funktionsdefizite hatten keinen Einfluss auf das dynamische Gangbild der Patienten, wo sehr gute und gute Ergebnisse erzielt wurden. Vergleicht man das radiologische Ergebnis mit der Bewegungsfunktion in den beteiligten Gelenken lässt sich hier keine Zusammenhang herstellen.

Im Bezug auf den Belastungsschmerz gaben in den ersten beiden Gruppen 3 von 6 Patienten keinen Schmerz, die übrigen 3 Patienten Schmerzen nach längerer Belastung (5-10 km Laufstrecke) an. Im Unterpunkt Radiologie des Zwipp Scores erzielten alle 6 Patienten die Note 1. Schmerzempfinden und radiologische Veränderungen stehen somit in direktem Zusammenhang.

Die Patienten der dritten Gruppe zeigten radiologisch nur leichte Arthrosezeichen, gegensätzlicherweise traten hier Bewegungseinschränkungen im unteren Sprunggelenk und Defizite im dynamischen Gangbild auf. Sechs von neun Patienten erreichten gute bis sehr gute radiologische Ergebnisse, bei zwei Patienten konnten vermehrt peritalar osteochondrale Fragmente erkannt werden. Auffällig ist auch hier das durchweg schlechte Ergebnis im Bereich „Funktion“ (acht von neun Patienten Note 5/6), welches in dieser Gruppe – im Unterschied zu Gruppe 2 – auch von schlechten Ergebnissen in den Bereichen Gangdynamik und Statik begleitet wird.

Betrachtet man das Schmerzempfinden der Patienten aus Gruppe 3, lässt sich hier kein Zusammenhang mit dem radiologischen Ergebnis herstellen. Von den 6 Patienten mit gutem und sehr gutem radiologischen Ergebnis gibt nur ein Patient keinen Belastungsschmerz an, die schmerzfreien Gehstrecken der übrigen Patienten

rangieren zwischen 0,5 km und 4 km (siehe Zwipp Score) und sind vergleichsweise kurz.

In der vierten Gruppe (Pat. mit schlechtem Ergebnis) wurde im Bereich „Radiologie“ viermal die Note „mangelhaft“ und dreimal die Note „ausreichend“ vergeben. In fünf von sieben Fällen konnten im Bereich des Talo- Navicular- Gelenkes deutliche Arthrosezeichen festgestellt werden, alle Patienten zeigten außerdem im Talo- Calcaneal- Gelenk mittel- bis schwergradige arthrotische Veränderungen. Zusätzlich fanden sich bei drei Patienten peritalar deutlich osteochondrale Fragmente. Außerdem war in fünf Fällen eine Längenminderung sowie eine Verbreiterung des betroffenen Talus auffällig. Auch das Bewegungsausmaß des betroffenen Fußes war bei allen Patienten dieser Gruppe hochgradig eingeschränkt. Viermal Note 6 („schlecht“) sowie dreimal Note 5 („mangelhaft“) sprechen für eine deutliche Beeinträchtigung. Auch im Bereich Gangdynamik erzielten sechs von sieben Patienten schlechte Ergebnisse: bei fünf Patienten waren weder Zehen-, Hacken-, medialer Kanten- noch lateraler Kantengang möglich, zwei Patienten konnten eine kurze Strecke auf den Zehenspitzen gehen, wobei auch bei diesen Patienten weder Hacken- noch medialer und lateraler Kantengang möglich waren.

Vergleicht man auch hier die schmerzfreie Gehstrecke mit dem radiologischen Ergebnis, klagen 4 von 5 Patienten mit schlechten radiologischen Werten über Schmerzen ab einer Gehstrecke von > 500 Metern, eine Patientin gibt dauerhaftes Schmerzempfinden an (Ruhe- und Belastungsschmerz). Ein Patient kann nach eigenen Angaben bis zu 4 km schmerzfrei laufen.

Unsere Untersuchungen bestätigen besonders in den Gruppen mit guten/ sehr guten und schlechten Ergebnissen einen Zusammenhang zwischen den radiologischen Veränderungen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung und dem Gesamtergebnis. Außerdem scheinen Schmerzempfinden und schmerzfreie Gehstrecke mit den radiologischen Veränderungen zu korrelieren. Dieser Zusammenhang findet sich in unseren Untersuchungen nach komplexen subtalaren Luxationen. Im Kollektiv von Jungbluth et al. [124] fanden sich bei neun von 23 Patienten nach isolierten Luxationen ohne Begleitverletzungen leichte degenerative Veränderungen, diese konnten in keinen Zusammenhang mit den Beschwerden der Patienten oder dem Gesamtergebnis gebracht werden.

Auch die im Rahmen der Nachuntersuchung durchgeführte Computertomographie beider Füße scheint zunächst sinnvoll. So kann im Seitenvergleich eine bessere Beurteilbarkeit im Bezug auf Ausmaß der Arthrose, Heilungsgrad von Begleitverletzungen sowie eine korrekte Stellung der beteiligten Gelenkflächen und dem Vorhandensein von osteochondralen Fragmenten erfolgen. Die Computertomographie fand bis jetzt bei der Untersuchung von Langzeitverläufen unseres Wissens nach keine Anwendung. Ob die CT einen entscheidenden Vorteil gegenüber konventionell- radiologischen Aufnahmen in der Beurteilung des Langzeitergebnisses erbringt bleibt offen. Sicher scheint, dass die Morphologie des Talus selbst (Verbreiterung, Höhenminderung) durch die CT besser beurteilt werden kann.

In der Literatur finden sich Empfehlungen zur CT beispielsweise direkt nach Reposition um okkulte, im konventionellen Röntgen nicht zu erkennende Frakturen aufzudecken [108].

Die avaskuläre Talusnekrose ist eine seltene Spätkomplikation nach subtalarer Luxation und findet sich nahezu nie nach isolierten subtalaren Luxationen. In den Kollektiven von de Palma et al., Jungbluth et al. und Lopez et al. konnte somit kein Fall einer avaskulären Talusnekrose untersucht werden [124], [125], [136]. Nach anderen Autoren beläuft sich die Inzidenz zwischen 10% und 29% [137], [138]. Das Risiko eine talare Nekrose zu entwickeln ist laut Literatur nach offenen Luxationen und Luxationen mit begleitenden Frakturen höher. Karampinas et al. [135] untersuchte ein Kollektiv bestehend aus neun Patienten nach offenen Talusluxationen, unter ihnen entwickelte ein Patient eine AVN (11,1%).

In unserem Kollektiv konnte ein Patient mit AVN, allerdings nach geschlossener lateraler Luxation, gefunden werden (4,5%). Die Nekrose in diesem Fall konnten wir am ehesten auf eine im Rahmen des Traumas aufgetretene 180° Drehung des Talus zurückführen. Der Patient erzielte mäßige Langzeitergebnisse mit schlechter Funktion, im Verlauf erfolgte eine sekundär operative Arthrodesse des Talo-Calcaneal- Gelenkes.

Eine weitere Spätkomplikation stellt die subtalare Gelenksteife dar. Diese ist hauptsächlich mit posttraumatischen arthrotischen Veränderungen in Verbindung zu bringen und wurde im Hinblick auf komplexere Luxationen mit Begleitfrakturen

bereits weiter oben diskutiert. Auch die Ruhigstellungsdauer nach Reposition spielt eine Rolle (siehe oben). Die Gelenksteife nach isolierten Luxationen ohne osteochondrale Verletzungen wird durch schwere Weichteilschäden nach Hochrasanztraumata verursacht, auch hiernach kann sich eine schwere Gelenkfibrose entwickeln. Die Induktion signifikanter degenerativer Veränderungen bleibt hiernach allerdings aus [125]. Die Gelenksteife nach einfachen Luxationen kann vermindert werden, indem die Ruhigstellungsdauer auf 4 Wochen begrenzt wird [88], [95], [98], [126].

Der Zwipp-Score, welcher ursprünglich zur Nachuntersuchung nach Calcaneus-Frakturen entwickelt wurde, erwies sich auch in unserer Nachuntersuchung als geeignet, um sowohl die subjektive Meinung des Patienten zu erfassen, als auch objektive Ergebnisse in den Bereichen Statik, Dynamik und Funktion festzuhalten. Auch der von uns leicht abgewandelte Teil „Radiologie“ im Score erwies sich als sehr geeignet zur Beurteilung des posttraumatischen radiologischen Outcomes. Der VAS-Score bot uns zusätzlich ein subjektives Beschwerdebild der Patienten in verschiedenen Alltagssituationen. Auf Grund der Punkteverteilung im Zwipp-Score konnten wir die nachuntersuchten Patienten in vier Gruppen unterteilen. In den Gruppen 1,2 und 4 waren die klinischen und radiologischen Ergebnisse homogen.

Es scheint, dass nicht die Luxationsart (medial oder lateral) Einfluss auf das Langzeit- Ergebnis hat, sondern dass dieses vielmehr durch andere Faktoren beeinflusst wird: in unseren beschriebenen Fällen litten die Patienten unter einem nicht zufrieden stellenden Outcome, welche ein schweres Weichteiltrauma (Grad III), Talus/Calcaneus- oder/und OSG/USG- Frakturen, Infektionen und ein begleitendes Schädel- Hirntrauma erlitten oder die ein langes Zeitintervall bis zur erfolgreichen Reposition (> 6 Stunden) aufwiesen. Außerdem scheint eine offene Reposition mit einem mäßigen bis schlechten Endergebnis zusammenzuhängen, was man besonders in Gruppe 4 beobachten konnte. Ferner können wir zwischen Faktoren, welche mehr die klinische Funktion beeinflussen, wie zum Beispiel Weichteiltrauma und isolierte Rückfußfrakturen unterscheiden. Interessant ist, dass diese klinischen Erkenntnisse auch bei Patienten mit schwerem Schädel- Hirntrauma gefunden



wurden, auch wenn in diesen Fällen keine zusätzlichen lokalen Begleitverletzungen auftraten. Vielleicht haben proinflammatorische Faktoren, welche als Ursache für schwere heterotopische Ossifikation verschiedener Gelenke bei Patienten mit Schädel- Hirntrauma diskutiert werden, und ein langer stationärer Aufenthalt auf der Intensivstation einen größeren Einfluss auf den Fuß als bisher erwartet. Ossifikationen konnten in den Computertomographien unserer Fälle jedoch nicht gefunden werden. Faktoren, welche zusätzlich Einfluss auf die klinische Funktion und das radiologische Ergebnis haben, sind komplexe Frakturen des Rückfußes und des oberen/unteren Sprunggelenkes sowie Infektionen. Außerdem scheinen Gangdynamik und Statik des Fußgewölbes einen größeren Einfluss auf das Gesamtergebnis zu haben als die isolierte Funktion des Fußes gemessen in den Bewegungsausmaßen der einzelnen Gelenke: dies lässt sich an den mäßig bis schlechten Ergebnissen im Bereich „Funktion“ der Gruppen 2, 3 und 4 erkennen. Wie bereits in der Literatur beschrieben [118] sind auch in unseren Fällen offene subtalare Luxationen ein negativer Faktor für das Outcome des Patienten. Bei guten Langzeitergebnissen wurde häufig geschlossen reponiert. Dies scheint ein positiver präventiver Faktor zu sein.

Aus unserer Nachuntersuchung und der damit verbundenen Literaturrecherche ergeben sich folgende für die Praxis relevante Empfehlungen und Erkenntnisse:

- subtalare Luxationen sind selten, der Anteil der lateralen Luxationen scheint höher als in der Literatur vermutet
- der Anteil der männlichen Patienten ist geringer als bisher angenommen
- vom stattgehabten Trauma selbst kann kein direkter Schluss auf das Langzeitergebnis gezogen werden
- die Luxationsrichtung hat nach isolierten unkomplizierten Luxationen keinen Einfluss auf das Gesamtergebnis
- offene Luxationen und höhergradige Weichteilverletzungen finden sich vermehrt nach lateralen Luxationen

- nach komplexen lateralen Luxationen können weniger gute und sehr gute Langzeitergebnisse erzielt werden als nach medialen
- die Erfolgsrate einer geschlossenen Reposition ist bei Patienten mit unkomplizierten Luxationen ohne Begleitverletzungen höher als nach komplexen Luxationen
- das Zeitintervall vom Trauma bis zur Reposition und die Art der Reposition haben direkten Einfluss auf das Langzeitergebnis
- nach isolierten subtalaren Luxationen sollte die Dauer der Ruhigstellung 4 Wochen nicht überschreiten, frühzeitige Bewegungsübungen und Teilbelastung wirken sich hierbei positiv auf das Langzeitergebnis aus
- der Unterschenkelgips ist das Mittel der Wahl, nach komplexen subtalaren Luxationen sollte eine 6-wöchige Ruhigstellung erfolgen. Bei kritischen Weichteilverhältnissen kann im Fixateur externe ausbehandelt werden
- jüngere Patienten erzielen nach subtalaren Luxationen mit vergleichbaren Begleitverletzungen und identischem Ruhigstellungsintervall bessere Ergebnisse als ältere
- nach komplexen subtalaren Luxationen haben Patienten mit deutlichen radiologischen Veränderungen mehr Schmerzen, können kleine Strecken schmerzfrei gehen und erzielen schlechtere Gesamtergebnisse als Patienten, bei denen keine degenerativen Veränderungen gefunden werden können
- die Computertomographie sollte initial nach Reposition der subtalaren Luxation durchgeführt werden um okkulte Frakturen zu erkennen, die CT in der Langzeituntersuchung ist nützlich
- Infektionen sowie begleitende Schädel-Hirntraumata wirken sich negativ auf das Gesamtergebnis aus

## V. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden klinischen Studie wurden die Langzeitergebnisse von Patienten nach subtalarer Luxation vorgestellt und mit der aktuellen Literatur verglichen. Hierfür wurden 22 Patienten im Zeitraum September 2008 bis April 2009 klinisch und radiologisch (Computertomographie) nachuntersucht. Die klinische Nachuntersuchung erfolgte mit Hilfe zweier Scores, des Zwipp- Scores sowie des VAS- Scores, wodurch das subjektive Empfinden der Patienten im Bezug auf Schmerz, Wetterfühligkeit und Zufriedenheit sowie objektive Ergebnisse aus den Bereichen Weichteile, Statik, Dynamik sowie Funktion dokumentiert wurden. Zur Erfassung des radiologischen Ergebnisses wurde eine Computertomographie beider Füße mit OSG angefertigt, welche im Bezug auf den Arthrosegrad im Talonavicular- sowie im Talo- Calcaneal- Gelenk beurteilt wurden. Zur besseren Beurteilung und Vergleichbarkeit der Ergebnisse wurden die Patienten entsprechend ihrer Gesamtnoten in vier Gruppen eingeteilt. Hiernach erzielten 18% der Patienten ein sehr gutes, 9% ein gutes und 41% ein befriedigendes Langzeitergebnis nach subtalarer Luxation. 32% der Patienten erreichten weniger als 44 Punkte im Zwipp-Score und wurden somit in die Gruppe 4 (schlechtes Langzeitergebnis) eingeteilt. Eine umgehende, idealerweise geschlossene Reposition nach subtalarer Luxation erscheint günstig für ein gutes Outcome der Patienten, die Luxationsrichtung hat nach isolierten unkomplizierten Luxationen keinen Einfluss auf das Gesamtergebnis. Offene Luxationen und höhergradige Weichteilverletzungen finden sich vermehrt nach lateralen Luxationen, hiernach können weniger gute und sehr gute Langzeitergebnisse erzielt werden als nach medialen Luxationen. Nach isolierten subtalaren Luxationen sollte die Dauer der Ruhigstellung 4 Wochen nicht überschreiten, frühzeitige Bewegungsübungen und Teilbelastung wirken sich hierbei positiv auf das Langzeitergebnis aus. Unsere Nachbehandlungsstrategie mit 6 Wochen Unterschenkelgips und Fixateur externe bei kritischen Weichteilverhältnissen erscheint sinnvoll und entspricht den Empfehlungen der Literatur. Als ungünstige Kriterien lassen sich begleitende Frakturen der großen Fußwurzelknochen (Calcaneus/Talus) sowie höhergradige Weichteilschäden nennen. Außerdem scheinen Patienten mit begleitendem Poly- bzw. Schädelhirntrauma ein schlechteres Ergebnis zu erzielen.



## VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. Palme, E., *Der Fuß: Anatomie, Untersuchung, Erkrankung, orthopädische Versorgung*. 1993, Stuttgart, Berlin, Köln: Kohlhammer GmbH.
2. Fick, R., *Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke*. Mechanik des oberen Sprunggelenkes. 1911, Jena: Fischer.
3. Schiebler, T.H., *Anatomie, 9., vollständig überarbeitete Auflage*. 2005. 316-319, 341-343.
4. Drenckhahn, D., Zenker, W., *Benninghoff Anatomie. Makroskopische Anatomie, Embryologie und Histologie des Menschen*. Vol. 1. 1994, München, Wien, Baltimore: Urban & Schwarzenberg.
5. Zwipp, H., *Chirurgie des Fußes*. Vol. 1. 1994, Wien: Springer Verlag. 406.
6. Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U., *Prometheus, LernAtlas der Anatomie*. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. 2005, Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag. 542.
7. Faupel, L., K. Kunze, and P. Kaps, *[Talus injuries]*. Unfallchirurgie, 1985. **11**(1): p. 37-42.
8. Sandbach, G., et al., *[Anatomical peculiarities of the talus]*. Hefte Unfallheilkd, 1979. **134**: p. 1-5.
9. Pisani, G., *Fußchirurgie*. 1998, Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag. 472.
10. Schiebler, T.H., *Anatomie, 9., vollständig überarbeitete Auflage*. 2005. 316-319, 341-350.
11. Mabit, C., et al., *Anatomic and MRI study of the subtalar ligamentous support*. Surg Radiol Anat, 1997. **19**(2): p. 111-7.
12. Schmidt, H.M., *[Form and attachment of the human sinus tarsi and canalis tarsi ligaments]*. Acta Anat (Basel), 1978. **102**(2): p. 184-94.
13. Sauer, H.D., E. Jungfer, and K.H. Jungbluth, *[Experimental studies on tensile strength of the ligamental apparatus of the human ankle joint]*. Hefte Unfallheilkd, 1978(131): p. 37-42.
14. Siegler, S., J. Block, and C.D. Schneck, *The mechanical characteristics of the collateral ligaments of the human ankle joint*. Foot Ankle, 1988. **8**(5): p. 234-42.
15. Kunze, K., Faupel, L., *Durchblutung der Knochen der hinteren Extremität mit der microsphere-Methode*. Hefte Unfallheilkd, 1983. **65**: p. 57-59.

16. Gelberman, R.H. and W.W. Mortensen, *The arterial anatomy of the talus*. Foot Ankle, 1983. **4**(2): p. 64-72.
17. Haliburton, R.A., et al., *The extra-osseous and intra-osseous blood supply of the talus*. J Bone Joint Surg Am, 1958. **40-A**(5): p. 1115-20.
18. Kelly, P.J. and C.R. Sullivan, *Blood supply of the talus*. Clin Orthop Relat Res, 1963. **30**: p. 37-44.
19. Larson, R.L., Sullivan, C.R., Janes, J.M., *Trauma, surgery and circulation of the talus - where are the risks of avascular necrosis?* J Trauma, 1961. **1**: p. 13-21.
20. Mulfinger, G.L. and J. Trueta, *The blood supply of the talus*. J Bone Joint Surg Br, 1970. **52**(1): p. 160-7.
21. Peterson, L., I. Goldie, and D. Lindell, *The arterial supply of the talus*. Acta Orthop Scand, 1974. **45**(2): p. 260-70.
22. Peterson, L. and I.F. Goldie, *The arterial supply of the talus. A study on the relationship to experimental talar fractures*. Acta Orthop Scand, 1975. **46**(6): p. 1026-34.
23. Schwarzenbach, B., et al., *Blood vessels of the sinus tarsi and the sinus tarsi syndrome*. Clin Anat, 1997. **10**(3): p. 173-82.
24. Wildenauer, E., *Die Blutversorgung des Talus*. Z. Anat., 1950. **115**: p. 32-36.
25. Hawkins, L.G., *Fractures of the neck of the talus*. J Bone Joint Surg Am, 1970. **52**(5): p. 991-1002.
26. Schulitz, K.P., *[Significance of vascularization for talus necroses following fractures]*. Z Orthop Ihre Grenzgeb, 1975. **113**(4): p. 699-701.
27. Sperner, G., et al., *Der Einfluss der Operationstechnik auf die postoperative Talusnekrose*. Hefte zu Der Unfallchirurg, 1993. **230**: p. 406-410.
28. Schulze, W., et al., *[Functional outcome of surgical therapy of talus fractures]*. Chirurg, 1998. **69**(11): p. 1207-13.
29. Andermahr, J., et al., *The vascularization of the os calcaneum and the clinical consequences*. Clin Orthop Relat Res, 1999(363): p. 212-8.
30. Strasser, H., *Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik*. Vol. III. 1917, Berlin: Springer Verlag.
31. Kapandji, J.A., *Funktionelle Anatomie der Gelenke*. Untere Extremität. Vol. 2. 1984, Stuttgart: Enke.
32. Bromfeild, W., *Chirurgical observations and cases*. Vol. 2. 1773, Cadell, London: William Bromfeild.

33. Lazarus, S.P., *Zur Morphologie des Fußskelettes*. Morphologisches Jahrbuch, 1886. **24**(1).
34. Barnett, C.H. and J.R. Napier, *The axis of rotation at the ankle joint in man; its influence upon the form of the talus and the mobility of the fibula*. J Anat, 1952. **86**(1): p. 1-9.
35. Hicks, J.H., *The mechanics of the foot. I. The joints*. J Anat, 1953. **87**(4): p. 345-57.
36. Close, J.R., *Some applications of the functional anatomy of the ankle joint*. J Bone Joint Surg Am, 1956. **38-A**(4): p. 761-81.
37. Inman, V.T., *The joints of the ankle*. 1976, Baltimore: Williams and Wilkins.
38. Reimann, R. and F. Anderhuber, *[Compensatory movements of the fibula necessitated by the wedge shape of the trochlea tali]*. Acta Anat (Basel), 1980. **108**(1): p. 60-7.
39. Singh, A.K., et al., *Kinematics of the ankle: a hinge axis model*. Foot Ankle, 1992. **13**(8): p. 439-46.
40. Reimann, R., F. Anderhuber, and J. Gerold, *[Models of the geometry of the human ankle bone pulley: two series of geometric models for demonstrating the biomechanics of the ankle joint]*. Gegenbaurs Morphol Jahrb, 1988. **134**(3): p. 351-80.
41. Meyer, H., *Das aufrechte Gehen. Zweiter Beitrag zur Mechanik des menschlichen Knochengerüstes*. Arch Anat Physiol Wissensch Med, 1853.
42. Henke, J.W., *Die Bewegung des Fußes am Sprungbein*. Z Rationelle Med, 1855. **7**.
43. Meyer, v.H., *Der Plattfuß*. Ursache und Mechanismus der Entstehung des erworbenen Plattfußes, nebst Hinweisung auf Mechanismus des Fußes in normalen und abnormen Verhältnissen. Vol. 1. 1883, Jena: Fischer.
44. Charpy, A., et al., *Traite d'anatomie humaine*, ed. P. Poirier, Charpy, A. Vol. 1. 1899, Paris: Masson.
45. Manter, J.T., *Movements of the subtalar and transverse tarsal joints*. Anat Rec, 1941. **80**(4).
46. Isman, R.E. and V.T. Inman, *Biomechanics laboratory*. Anthropometric studies of the human foot and ankle. 1968, San Francisco: University of California.
47. Root, M., W.P. Orien, and J.H. Weed, *Clinical biomechanics*. Normal and abnormal function of the foot. Vol. 2. 1977, Los Angeles, CA: Clinical biomechanics publishers.

48. Platzer, W., *Die Sprunggelenke*. Österr Journal Sportmedizin, 1977(3): p. 17-21.
49. Schmidt, H.M. and E. Grünwald, *Untersuchungen an den Bandsystemen der talocruralen und intertarsalen Gelenke des Menschen*. Gegenbaurs Morphol Jahrb, 1981. **127**: p. 792-831.
50. Volkmann, R.V., *Ein Ligamentum "neglectum" pedis (Lig. calcaneonaviculare mediodorsale seu sustentaculonaviculare)*. Verh Anat Ges, 1970. **64**: p. 483-490.
51. Weismann, J.A. and A.K. Lazis, *Normale und posttraumatische Röntgenmorphologie der Articulatio subtalaris*. RöFo, 1983. **139**: p. 143.
52. Wagner, R. and A. Weckbach, *[Subtalar dislocation]*. Chirurg, 1995. **66**(11): p. 1126-33.
53. Testut, L. and O. Jacob, *Trattato di anatomia topographica*. 1946, Torino: Ed. UTET.
54. Marcacci, M., et al., *Ruolo dei meccanoceffori del seno del tarso*. Chir. del piede. Vol. Tav. Rot. XIII. 1982, Alba.
55. Pisani, G., *The concept of the "Coxa pedis"*. 1987, München: Rel. XVI Congr. Sicot.
56. Pisani, G., *La "coxa pedis" e i momenti torsionali astragalici*. Chir. Piede, 1988. **XI**(35).
57. Pisani, G., *Fonction astragaliennne et fonction calcanéenne du membre inférieur*. Chir. Piede, 1985. **IX**: p. 407.
58. Pisani, G., *Funzione integrate dell'arto inferiore*. Giorn. Scient. di Primavera, 1988. **Nota**: p. 13-15.
59. Schontag, H., et al., *[Late results in the treatment of subtalar dislocations]*. Zentralbl Chir, 1984. **109**(22): p. 1436-40.
60. DeLee, J.C. and R. Curtis, *Subtalar dislocation of the foot*. J Bone Joint Surg Am, 1982. **64**(3): p. 433-7.
61. Tscherne, H., *[Management of injuries of the distal tibia and foot]*. Langenbecks Arch Chir, 1986. **369**: p. 539-42.
62. Regel, G., et al., *[Results of treatment of polytraumatized patients. A comparative analysis of 3,406 cases between 1972 and 1991]*. Unfallchirurg, 1993. **96**(7): p. 350-62.
63. Zwipp, H. and S. Rammelt, *Orthopädie und orthopädische Chirurgie. Frakturen und Luxationen*, ed. C.J. Wirth and L. Zichner. 2002, Stuttgart, New York: Thieme Verlag.



64. Leitner, B., *Behandlung und Behandlungsergebnisse von 42 frischen Fällen von Luxatio pedis sub talo im Unfallkrankenhaus Wien 1925-1950*. *Ergebn Chir Orthop*, 1952. **37**.
65. Buckingham, W.W., Jr. and I. LeFlore, *Subtalar dislocation of the foot*. *J Trauma*, 1973. **13**(9): p. 753-65.
66. Christensen, S.B., et al., *Subtalar dislocation*. *Acta Orthop Scand*, 1977. **48**(6): p. 707-11.
67. Monson, S.T. and J.R. Ryan, *Subtalar dislocation*. *J Bone Joint Surg Am*, 1981. **63**(7): p. 1156-8.
68. Judey, P., *Observation d'une luxation métatarsienne*. *Bull. fac. med. Paris*, 1811. **11**: p. 81-86.
69. Dufaurest, P., *Luxation du pied en dehors, compliquée de l'issue de l'astragale à travers la capsule et les téguments déchirés*. *J. med. chir. pharm.*, 1811. **22**: p. 348-355.
70. Broca, P., *Memoire sur les luxations sous-astragaliennes*. *Mem. Soc. Chir.*, 1853. **3**: p. 566-656.
71. Malgaigne, J.F. and D.C. Burger, *Die Knochenbroche und Verrenkungen*. 1856, Stuttgart: Rieger.
72. Quenu, E., *Luxation sous-astragalienne en avant et dehors*. *Progres. Med.*, 1883. **10**: p. 187.
73. Baumgartner, A. and A. Huguier, *Les luxations sous-astragaliennes*. *Rev. Chir.*, 1907. **36**: p. 230.
74. Bolling, R.W., *Subastralgoid dislocation of the foot backward and downward*. *Surg Clin North Am*, 1923. **3**: p. 365.
75. Shands, A.R., *The incidence of subastralgoid dislocation of the foot with a report of one case of the inward type*. *J Bone Joint Surg Am*, 1928. **10**: p. 306-313.
76. McKeever, F.M., *Treatment of complications of fractures and dislocations of the talus*. *Clin Orthop Relat Res*, 1963. **30**: p. 45-52.
77. Pennal, G.F., *Fractures of the talus*. *Clin Orthop Relat Res*, 1963. **30**: p. 53-63.
78. Mindell, E.R., et al., *Late results of injuries to the talus*. *J Bone Joint Surg Am*, 1963. **45-A**: p. 221.
79. Kenwright, J. and R.G. Taylor, *Major injuries of the talus*. *J Bone Joint Surg Br*, 1970. **52**(1): p. 36-48.

80. Kinik, H., et al., *Medial subtalar dislocation*. Int Orthop, 1999. **23**(6): p. 366-7.
81. Bohay, D.R. and A. Manoli, 2nd, *Subtalar joint dislocations*. Foot Ankle Int, 1995. **16**(12): p. 803-8.
82. Amon, K. and A. Janssen, [*Dislocations of the talus joints*]. Unfallchirurg, 1989. **92**(7): p. 335-45.
83. Hendrich, V., [*Fractures and dislocations of the talus*]. Unfallchirurg, 1989. **92**(3): p. 110-6.
84. Höntzsch, D., P. Meeder, and S. Weller, *Talusluxation, Therapie und Prognose*. Langenbecks Arch Chir, 1988. **Suppl. II**: p. 620.
85. Leitner, B., *Obstacles to reduction in subtalar dislocation*. J Bone Joint Surg Am, 1954. **36-A**: p. 299-306.
86. France, R., *Lateral subtalar dislocation. A case report*. J Am Podiatr Med Assoc, 1990. **80**(11): p. 602-6.
87. Heppenstall, R.B., et al., *Evaluation and management of subtalar dislocations*. J Trauma, 1980. **20**(6): p. 494-7.
88. Zimmer, T.J. and K.A. Johnson, *Subtalar dislocations*. Clin Orthop Relat Res, 1989(238): p. 190-4.
89. Barber, J.R., J.D. Bricker, and R.A. Haliburton, *Peritalar dislocation of the foot*. Can J Surg, 1961. **4**: p. 205-10.
90. Fahey, J. and J.D. Murphy, *Dislocations and fractures of the talus*. Surg Clin North Am, 1982. **45**: p. 433-437.
91. Tucker, D.J., G. Burian, and J.P. Boylan, *Lateral subtalar dislocation: review of the literature and case presentation*. J Foot Ankle Surg, 1998. **37**(3): p. 239-47; discussion 262.
92. Grantham, S.A., *Medical Subtalar Dislocation: Five Cases with a Common Etiology*. J Trauma, 1964. **4**: p. 845-9.
93. Giannestras, N.J. and G.J. Sammarco, *Fractures in Adults*. Fractures and dislocations of the foot, ed. C.A. Rockwood, D.P. Green, and J.B. Lippincott. Vol. 2. 1975, Philadelphia.
94. Sharit, F.E. and L.F. Cole, *Subtalar dislocation. Literature review and case report*. J Am Podiatry Assoc, 1984. **74**(8): p. 386-9.
95. Freund, K.G., *Subtalar dislocations: a review of the literature*. J Foot Surg, 1989. **28**(5): p. 429-32.

96. Marotte, J.H., et al., [*Subtalar dislocations with medial or lateral displacement (author's transl)*]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 1979. **65**(7): p. 377-85.
97. Marcinko, D.E. and C.C. Zenker, *Peritalar dislocation without fracture*. J Foot Surg, 1991. **30**(5): p. 489-93.
98. Merianos, P., et al., *Peritalar dislocation: a follow-up report of 21 cases*. Injury, 1988. **19**(6): p. 439-42.
99. Larsen, H.W., *Subastragalar dislocation (luxatio pedis sub talo); a follow-up report of eight cases*. Acta Chir Scand, 1957. **113**(5): p. 380-92.
100. Kleiger, B., *Injuries of the talus and its joints*. Clin Orthop Relat Res, 1976(121): p. 243-62.
101. Sands, C.L., et al., *Lateral subtalar dislocation. A literature review and unusual case report*. J Am Podiatr Med Assoc, 1992. **82**(3): p. 162-6.
102. Dunn, A.W., *Peritalar dislocation*. Orthop Clin North Am, 1974. **5**(1): p. 7-18.
103. Goldner, J.L., et al., *Severe open subtalar dislocations. Long-term results*. J Bone Joint Surg Am, 1995. **77**(7): p. 1075-9.
104. Mattingly, D.A. and P.J. Stern, *Bilateral subtalar dislocations. A case report*. Clin Orthop Relat Res, 1983(177): p. 122-4.
105. Wilhelm, B. and I. Komanov, [*Subtalus luxation of the foot*]. Lijec Vjesn, 1972. **94**(6): p. 283-6.
106. DeLee, J.C., *Surgery of the Foot and Ankle. Fractures and dislocations of the foot.*, ed. M.J. Coughlin, R.A. Mann, and C.V. Mosby. Vol. 6th Edition. 1993, St. Louis.
107. Horer, D.I. and J. Fishman, *The early treatment of peritalar dislocation*. Int Orthop, 1984. **7**(4): p. 263-6.
108. Bibbo, C., et al., *Missed and associated injuries after subtalar dislocation: the role of CT*. Foot Ankle Int, 2001. **22**(4): p. 324-8.
109. Plewes, L.W. and K.G. McKelvey, *Subtalar dislocation*. J Bone Joint Surg Am, 1944. **26**: p. 585-588.
110. Waldrop, J., et al., *Anatomical considerations of posterior tibialis tendon entrapment in irreducible lateral subtalar dislocation*. Foot Ankle, 1992. **13**(8): p. 458-61.
111. Mulroy, R.D., *The tibialis posterior tendon as an obstacle to reduction of a lateral anterior subtalar dislocation*. J Bone Joint Surg Am, 1955. **37-A**(4): p. 859-63.

112. Shelton, M.L. and W.J. Pedowitz, *Disorders of the Foot and Ankle*. Injuries of the talar dome, subtalar joint and midfoot., ed. M.H. Jahss and W.B. Saunders. Vol. 2nd Edition, Vol. 2. 1991, Philadelphia. 2274-2292.
113. Mac, S.S. and B. Kleiger, *The early complications of subtalar dislocation*. Foot Ankle, 1981. **1**(5): p. 270-4.
114. Quirini, W., *Luxationen des Fußes*. Trauma und Berufskrankheit, 2005. **7**(1): p. 167-171.
115. Smith, H.H., *Subastralgar dislocation. A report of seven cases*. J Bone Joint Surg Am, 1937. **19**: p. 373-380.
116. Bargon, G., *Röntgenmorphologische Gradeinteilung der posttraumatischen Arthrose im oberen Sprunggelenk*. Hefte Unfallheilkd, 1978. **133**: p. 20-34.
117. Wagner, R., T.R. Blattert, and A. Weckbach, *Talar dislocations*. Injury, 2004. **35 Suppl 2**: p. SB36-45.
118. Milenkovic, S., M. Mitkovic, and M. Bumbasirevic, *External fixation of open subtalar dislocation*. Injury, 2006. **37**(9): p. 909-13.
119. Tucker, D.J., G. Burian, and J.P. Boylan, *Lateral subtalar dislocation: review of the literature and case presentation*. J Foot Ankle Surg, 1998. **37**(3): p. 239-47; discussion 262.
120. Hoexum, F. and M.J. Heetveld, *Subtalar dislocation: two cases requiring surgery and a literature review of the last 25 years*. Arch Orthop Trauma Surg, 2014. **134**(9): p. 1237-49.
121. Lasanianos, N.G., et al., *Early mobilization after uncomplicated medial subtalar dislocation provides successful functional results*. J Orthop Traumatol, 2011. **12**(1): p. 37-43.
122. Biswas S, M.M., *Subtalar Dislocation*. Internet J Orthopedic Surg, 2006. **2:3**.
123. Byrd, Z.O., et al., *Isolated subtalar dislocation*. Orthopedics, 2013. **36**(9): p. 714-20.
124. Jungbluth, P., et al., *Isolated subtalar dislocation*. J Bone Joint Surg Am, 2010. **92**(4): p. 890-4.
125. de Palma, L., et al., *Clinical outcome of closed isolated subtalar dislocations*. Arch Orthop Trauma Surg, 2008. **128**(6): p. 593-8.
126. Perugia, D., et al., *Conservative treatment of subtalar dislocations*. Int Orthop, 2002. **26**(1): p. 56-60.
127. Mori F, G.M., Lacalendola GB, Patella V, *La luzzazione sub talo pedis*. Chir. Piede, 1982. **6**: p. 117-125.

128. Specchiulli F, G.R., Di Carlo V, *Peritalar dislocations*. Foot, 2007. **17**: p. 10-14.
129. Garofalo, R., et al., *Peritalar dislocations: a retrospective study of 18 cases*. J Foot Ankle Surg, 2004. **43**(3): p. 166-72.
130. Ruiz Valdivieso T, d.M.V.J., Hernandez Garcia C, *Subtalar dislocation. A study of nineteen cases*. Int Orthop, 1996. **20**(2): p. 83-86.
131. Edmunds, I., D. Elliott, and S. Nade, *Open subtalar dislocation*. Aust N Z J Surg, 1991. **61**(9): p. 681-6.
132. Yi, S. and C.J. Chang, *Subtalar dislocation in a female gymnast*. Curr Sports Med Rep, 2003. **2**(5): p. 265-6.
133. Marsh, J.L., et al., *Major open injuries of the talus*. J Orthop Trauma, 1995. **9**(5): p. 371-6.
134. Smith, C.S., S.E. Nork, and B.J. Sangeorzan, *The extruded talus: results of reimplantation*. J Bone Joint Surg Am, 2006. **88**(11): p. 2418-24.
135. Karampinas, P.K., et al., *Open talar dislocations without associated fractures*. Foot Ankle Surg, 2014. **20**(2): p. 100-4.
136. Jorda Lopez E, E.S.E., *Las luxaciones astragalo-escafoidea-calcanea. Las ilamadas luxaciones subastragalinas*. Chir. Piede, 1981. **5**: p. 257-264.
137. Butel J, W.J., *Les fractures et luxations de l'astragale*. Rev Chir Orthop, 1967. **53**: p. 494-498.
138. Decoulx P, R.J., *La necrose aseptique post-traumatique de l'astragale*. Ann Chir, 1960. **14**: p. 771-775.
139. Heck, B.E., Ebraheim, N.A., Jackson, W.T., *Anatomical considerations of irreducible medial subtalar dislocation*. Foot Ankle Int., 1996. **17** (2): p. 103-6

---

## VII. ABBILDUNGS-UND TABELLENVERZEICHNIS / SCORES

### Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 01:	DER TALUS
Abbildung 02:	DIE KOLLATERALBÄNDER
Abbildung 03:	BLUTVERSORGUNG DES TALUS
Abbildung 04:	KOMPLEXBEWEGUNGEN DES KOMBINATIONSGELENKES
Abbildung 05:	BIOMECHANIK DES OBEREN SPRUNGGELENKES
Abbildung 06:	OFFENE LUXATION
Abbildung 07:	GESCHLOSSENE LUXATION
Abbildung 08:	MEDIALE SUBTALARE LUXATION I
Abbildung 09:	MEDIALE SUBTALARE LUXATION II
Abbildung 10:	DIE LATERALE SUBTALARE LUXATION
Abbildung 11:	LUXATIONSARTEN
Abbildung 12:	TALUSVERMESSUNG
Abbildung 13:	ALTER UND GESCHLECHT
Abbildung 14:	LUXATIONSTYP
Abbildung 15:	UNFALLART
Abbildung 16:	VERKEHRSUNFÄLLE
Abbildung 17:	SUBJEKTIVE ZUFRIEDENHEIT
Abbildung 18:	BELASTUNGSSCHMERZ
Abbildung 19:	SCHMERZMEDIKATION
Abbildung 20:	SPORTLICHE AKTIVITÄT
Abbildung 21:	WEICHTEILE INSGESAMT

Abbildung 22:	STATIK INSGESAMT
Abbildung 23:	DYNAMIK INSGESAMT
Abbildung 24:	FUNKTION INSGESAMT
Abbildung 25:	COMPUTERTOMOGRAPHIE ERGEBNIS „SEHR GUT“
Abbildung 26:	COMPUTERTOMOGRAPHIE ERGEBNIS „GUT“
Abbildung 27:	COMPUTERTOMOGRAPHIE ERGEBNIS „MANGELHAFT“
Abbildung 28:	REPOSITIONSDAUER
Abbildung 29:	NACHBEHANDLUNG
Abbildung 30:	ERGEBNISSE NACH ZWIPP SCORE

**Tabellenverzeichnis:**

Tabelle 01:	LUXATIONSARTEN
Tabelle 02:	PUNKTEINTERVALLE
Tabelle 03:	SUBJEKTIVES ERGEBNIS „ZWIPP SCORE“
Tabelle 04:	VAS SCORE
Tabelle 05:	WEICHTEILE INSGESAMT
Tabelle 06:	PUNKTEVERTEILUNG „FUNKTION“
Tabelle 07:	PUNKTEINTERVALLE GESAMTERGEBNIS
Tabelle 08:	ERGEBNISSE IM ÜBERBLICK



**Scores:****Zwipp Score (mod. nach Doht/Kiesel); 180 Punkte Schema: Subtalare Luxation****I. Klinik (subjektiv)****1. Schmerzen****Belastungsschmerz:**

Keiner	+10
>10km/<8 h	+8
5-10km/4-8 h	+5
1-4km/1-3 h	+/-0
0,5-1km/0,5-1 h	-5
<0,5km/0,5 h	-8
Dauerschmerz	-10

**Wetterfühligkeit:**

Nein/Ja	+/-1
---------	------

**Narbenschmerzen:**

Nein/Ja	+/-1
---------	------

**2. Patientenurteil:****Subjektives Ergebnis:**

Sehr gut:	+3
Gut:	+2
Befriedigend:	+1
Ausreichend:	+/-0
Mangelhaft:	-2
Schlecht:	-3

+/-15 Punkte

**II. Klinik (objektiv)****3. Weichteile****Haut/Narben:**

reizlos/stabil	+5
breites Keloid	-1
instabile Spalthaut	-3
sezernierende Fistel	-5

**Sensibilität:**

intakt:	+5
---------	----

Hypästhesie:	-1
Dysästhesie:	-3
Neurinom:	-5

**Durchblutung:**

intakt:	+5
Dyshydrosis:	-1
Dystrophie:	-3
A. tib. post. Occlusion	-5

**Motorik:**

intakt:	+5
Muskelschwäche:	-1
Muskelkontraktur:	-3

**Ossäre Fußprobleme:**

keine:	+5
irritierende Exostose:	-5
plantarer Fersensporn:	-1
Knöchel- Abutement	-3

**Muskuläre Fußprobleme:**

keine:	+5
Plantarfasciitis:	-1
Riegel funktion, gestört:	-3
Zehenkontraktur:	-5

**Tend. Fußprobleme:**

keine:	+5
Achillodynie:	-1
Impingement Fl. hall. I.:	-3
Impingement Peron. Sehen:	-5

---

 +/- 35 Punkte
**4. Statik:****Rückfuß verplumt >10%:**

Nein/Ja:	+/-5
----------	------

**Rückfuß >5° Varus/Valgus:**

Nein/Ja:	+/-5
----------	------

**Vorfuß >5° Varus/Valgus:**

Nein/Ja:	+/-5
----------	------

---

 +/- 15 Punkte

**5. Dynamik**

<b>Zehengang:</b>	
gut/schlecht:	+/-5
<b>Hackengang:</b>	
gut/schlecht:	+/-5
<b>lateraler Kantengang:</b>	
gut/schlecht:	+/-3
<b>medialer Kantengang:</b>	
gut/schlecht:	+/-2

---

 +/- 15 Punkte
**6. Funktion**

<b>OSG-Extension:</b>	
normal:	+5
Defizit: 5°/10°/>10°:	-1/-3/-5

<b>OSG-Flexion:</b>	
normal:	+5
Defizit: 10°/20°/>20°:	-1/-3/-5

<b>USG-Pronation:</b>	
normal:	+5
Defizit: 5°/10°/>10°:	-1/-3/-5

<b>USG-Supination:</b>	
normal:	+5
Defizit: 5°/10°/>10°:	-1/-3/-5

<b>USG-Eversion:</b>	
normal:	+5
Defizit: 5°/10°/>20°:	-1/-3/-5

<b>USG-Inversion:</b>	
normal:	+5
Defizit: 5°/10°/>20°:	-1/-3/-5

<b>Zehenfunktion:</b>	
normal:	+5
<50%	-3
>50%	-5

<b>Muskelumfangsdifferenz:</b> (20cm oberhalb/15cm unterhalb des Knies)	
OS je +/- cm	+/-1

US je +/- cm	+/-1
<b>Schwellungszustand Knöchel:</b>	
nein:	+2
ja: bis 1cm/ über 1cm	-1/-2
<b>Propriozeption: (Romberg-Test)</b>	
gut:	+1
schlecht:	-1
<b>Schuhwerk:</b>	
Konfektionsschuh:	+10
Spezialschuh/Abrollhilfe	-5
orthopädischer Schuh	-10
<hr/>	
	+/- 50 Punkte

### III. *Radiologische Diagnostik*

#### **Arthrose OSG**

keine/leichtgradig	+5
mittelgradig	+/-0
deutlich	-5

#### **Arthrose Talo- Calcaneal- Gelenk:**

keine/leichtgradig:	+10
mittelgradig:	+/-0
deutlich:	-5
Arthrodese (sek.op./indiziert)	-10

#### **Arthrose Talo- Navicular- Gelenk:**

keine/leichtgradig:	+5
mittelgradig:	+/-0
deutlich:	-5

#### **CT (axial/koronar) Talusvermessung:**

##### a) Höhenminderung:

keine:	+10
<10%:	+5
10-20%:	+/-0
20-30%:	-5
>30%:	-10

##### b) Längenminderung/Verlängerung:

keine:	+10
<10%:	+3
10-20%:	+/-0

20-30%:	-3
>30%:	-10

c) Verbreiterung:

keine:	+10
<10%:	+5
10-20%:	+/-0
20-30%:	-5
>30%:	-10

---

+/- 50 Punkte

---

**+/- 180 Punkte**

**VAS Score: Fußschmerzen**

ständig                      Wie oft stören Fußschmerzen Ihren Schlaf?                      nie  
←-----→

ständig                      Wie oft haben Sie in körperlicher Ruhe Fußschmerzen?                      nie  
←-----→

unerträglich                      Wie stark sind dann die Fußschmerzen?                      keine Schmerzen  
←-----→

ständig                      Wie oft haben Sie bei körperlicher Belastung Fußschmerzen?                      nie  
←-----→

unerträglich                      Wie stark sind dann die Fußschmerzen?                      keine Schmerzen  
←-----→

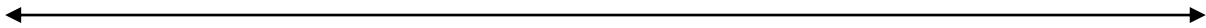
ständig                      Wie oft nehmen Sie Schmerzmittel gegen Fußschmerzen ein?                      nie  
←-----→

gar nicht                      Wie lange können Sie ohne Fußschmerzen sitzen?                      stundenlang  
←-----→

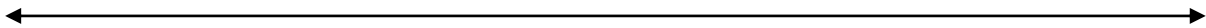
unmöglich    Wie stark schränken Fußschmerzen das Vorbeugen ein?    möglich



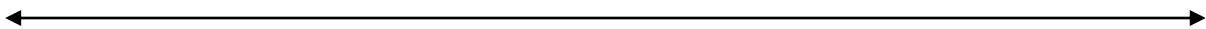
kann nicht ausgeübt werden    Wie stark schränken Fußschmerzen Ihren Beruf ein?    keine Einschränkung



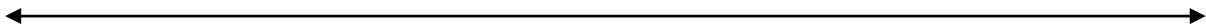
unmöglich    Wie stark schränken Fußbeschwerden das Hochheben ein?    möglich



unmöglich    Wie stark schränken Fußbeschwerden Hausarbeiten ein?    möglich



gar nicht    Wie lange können Sie ohne Fußbeschwerden stehen?    stundenlang



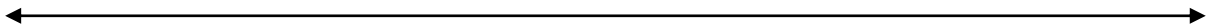
gar nicht    Wie lange können Sie ohne Fußbeschwerden gehen?    stundenlang



unmöglich    Wie stark schränken Fußbeschwerden das Laufen ein?    möglich



unmöglich    Wie stark schränken Fußbeschwerden Alltagsaktivitäten ein?    keine Einschränkung



gar nicht    Wie lange können Sie ohne Fußbeschwerden reisen?    stundenlang



vollständig    Wie stark schränken Fußbeschwerden Ihr Sexualleben ein?    keine Einschränkung



unmöglich    Wie stark schränken Fußbeschwerden das Tragen ein?    möglich





## VIII. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

A.	Arteria
AVN	avaskuläre Nekrose
bzw.	beziehungsweise
cm	Zentimeter
CT	Computertomographie
d.h.	das heißt
et al.	et alii/et alia
etc.	et cetera
Fl.	Flexor
ggf.	gegebenenfalls
h	hora
hall.	hallucis
km	Kilometer
Lig.	Ligamentum
Ligg.	Ligamenta
m	Meter
M.	Musculus
Mm.	Musculi
MESS	Mangled extremity severity score
MFK	Mittelfußknochen
MT	Os metatarsale
NSAR	nicht- steroidale Antirheumatika
OP	Operationssaal
OS	Oberschenkel
OSG	oberes Sprunggelenk



PACS	Picture archiving and communication system
Pat.	Patient
Peron.	Peroneus
PKW	Personenkraftwagen
post.	posterior
PTS	Polytraumaschlüssel
tib.	tibialis
US	Unterschenkel
USG	unteres Sprunggelenk
v.a.	vor allem
VAS	visual analogue score
VU	Verkehrsunfall
z.B.	zum Beispiel







## **X. DANKSAGUNG**

Mein Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Dr. med. R. Meffert für die interessante Aufgabenstellung, die Bereitstellung des Arbeitsplatzes im Rahmen der Nachuntersuchung und die Unterstützung durch immerwährende Diskussionsbereitschaft und Anregung.

Besonderer Dank außerdem an Frau Dr. med. S. Hölscher-Doht. Jede Phase dieser Arbeit wurde von ihr professionell, intensiv und geduldig begleitet, was maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beitrug. Ihr kompetenter Rat kam mir in zahlreichen Angelegenheiten zu gute.

Außerdem möchte ich mich bei allen bedanken, die diese Arbeit ermöglicht haben, allen voran bei meinen Eltern, die mir das Studium der Humanmedizin ermöglichten und während der Fertigstellung der Arbeit stets durch Motivation und Rat zur Seite standen.

Zuletzt ein Dank an meine einzigartige Frau Elisabeth, deine unverwechselbare Art und dein unbändiger Optimismus lassen einen jede Hürde nehmen.

---

Würzburg, 21.09.2016

---

Sebastian Kiesel