

Technische Universität München

Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie des Klinikums rechts der Isar der Technischen

Universität München

(Leiter: Univ.-Prof. Dr. Peter Biberthaler)

Risikofaktoren und funktionelles Ergebnis nach Arthrodeese des Sprunggelenkes

Patrick Ziegler

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin

der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. Ernst J. Rummeny

Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr. Rüdiger von Eisenhart-Rothe

2. Priv.-Doz. Dr. Jan Friederichs

Die Dissertation wurde am 18.06.2015 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 21.01.2015 angenommen.

MEINER FAMILIE IN
DANKBARKEIT GEWIDMET

INHALTSVERZEICHNIS

I.	EINLEITUNG	1
1	Fragestellung.....	1
2	Anatomische Besonderheiten des oberen und unteren Sprunggelenkes.....	2
2.1	Oberes Sprunggelenk (OSG)	2
2.2	Unteres Sprunggelenk (USG)	3
3	Versteifungsoperationen am oberen und unteren Sprunggelenk	4
3.1	Indikationen	4
3.2	Kontraindikationen	6
3.3	Diagnostik.....	7
3.4	Arthrodesetechniken	10
3.5	Nachbehandlung	15
3.6	Komplikationen	15
3.7	Prothese vs. Arthrodesese	17
3.8	Kostenträger.....	18
II.	MATERIAL UND METHODEN.....	19
1	Einschlusskriterien.....	19
2	Risikofaktoren	19
3	Datenbank.....	20
4	Datenerhebung.....	22
4.1	Retrospektive Datenerhebung.....	22
4.2	Prospektive Datenerhebung	23
5	Nachuntersuchung und Beurteilung des Behandlungsergebnisses	23
5.1	Allgemein.....	23
5.2	Nachuntersuchung.....	24
5.3	AOFAS - Score	25
5.4	SF-36 – Score.....	26
5.5	USG/OSG-Bewertung.....	27
6	Statistik.....	27
III.	ERGEBNISSE	29
1	Epidemiologische Daten und allgemeine Verteilungen.....	29
1.1	Versicherungsstatus	29
1.2	Verteilung der Arthrodesen.....	30
1.3	Primärverletzung und Arthrodesenart.....	32
1.4	Arthrodesetechnik	34
1.5	Primärarthrodese / Revisionsarthrodese	35
1.6	Vorerkrankungen bzw. Risikofaktoren – Gesamt.....	36
1.7	Vorerkrankungen bzw. Risikofaktoren - Primär / Revisions - Arthrodesese.....	37
2	Unteres Sprunggelenk (USG).....	38
2.1	Vergleich Ersteingriff vs. Revisionseingriff der Arthrodesen am USG	39
2.2	Auswirkung Summe Risikofaktoren.....	45
2.3	Auswirkung einzelner Risikofaktoren	47
3	Oberes Sprunggelenk (OSG)	52
3.1	Vergleich Ersteingriff vs. Revisionseingriff der Arthrodesen am OSG	52
3.2	Auswirkung Summe Risikofaktoren.....	57
3.3	Auswirkung einzelner Risikofaktoren	59

4	Unteres und oberes Sprunggelenk (USG/OSG)	64
4.1	Vergleich Ersteingriff vs. Revisionseingriff der Arthrodesen am USG/OSG .	64
4.2	Auswirkung Summe Risikofaktoren	71
4.3	Auswirkung einzelner Risikofaktoren	73
IV.	DISKUSSION.....	78
1	Arthrodesetechniken des oberen und/oder unteren Sprunggelenks	78
2	Methodik.....	82
3	Ergebnisse.....	85
3.1	Verteilung	85
3.2	Durchbau und Risikofaktoren	86
3.3	Scores.....	88
V.	ZUSAMMENFASSUNG	90
VI.	ANHANG	92
1	AOFAS Hindfoot Score.....	92
2	SF – 36 Score.....	94
3	Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	97
VII.	LITERATURVERZEICHNIS	100
VIII.	Lebenslauf.....	106
IX.	Danksagung	107

I. EINLEITUNG

1 Fragestellung

Ziel der Arbeit war es, das funktionelle Ergebnis und die Rate der Pseudarthrosen nach Versteifungsoperation des unteren Sprunggelenkes (USG), oberen Sprunggelenkes (OSG) oder kombiniert von USG/OSG zu untersuchen. Es sollten zudem Risikofaktoren identifiziert werden, die möglicherweise einen Einfluss auf die knöcherne Heilung der Arthrodese und auf das funktionelle Ergebnis haben. Als Risikofaktoren wurden Revisionseingriffe, Begleiterkrankungen und spezielle Umstände (Infektvorgeschichte im Operationsgebiet, Nikotinabhängigkeit, Adipositas, Alkoholabusus, Gefäßproblematiken und der Versicherungsstatus) evaluiert. Diese Risikofaktoren können die knöcherne Durchbauung nach Arthrodese verhindern und somit das funktionelle Ergebnis der Arthrodese am Sprunggelenk negativ beeinflussen^{1,2}.

Als Zielparameter wurden die Rate des knöchernen Durchbaus (ja/nein) bzw. die Pseudarthrosenrate, die Zeit bis zum knöchernen Durchbau und die Revisionsrate ausgewählt. Zur Quantifizierung des funktionellen Ergebnisses nach Arthrodese am Sprunggelenk wurden folgende validierte Fragebögen verwendet:

1. der krankheitsbezogene AOFAS (American Orthopedic Foot and Ankle Society) hindfoot score
2. ein Fragebogen zur allgemeinen gesundheitsbezogenen Lebensqualität, der SF-36 (short form 36) und
3. die visuelle analoge Schmerzskala (VAS) in Ruhe und unter Belastung.

Des Weiteren flossen die epidemiologischen Basisdaten der Patienten mit in die Studie ein, um deskriptive Aussagen zur Patientenverteilung treffen zu können.

2 Anatomische Besonderheiten des oberen und unteren Sprunggelenkes

Die komplexen Bewegungen des Fußes gegenüber dem Unterschenkel werden durch zwei Gelenke ermöglicht, dem oberen und unteren Sprunggelenk. Zusammen wirken sie wie eine Art Kardangelenke und ermöglichen dadurch, die Stellung des Fußes im Raum über drei verschiedene Achsen zu verändern³.

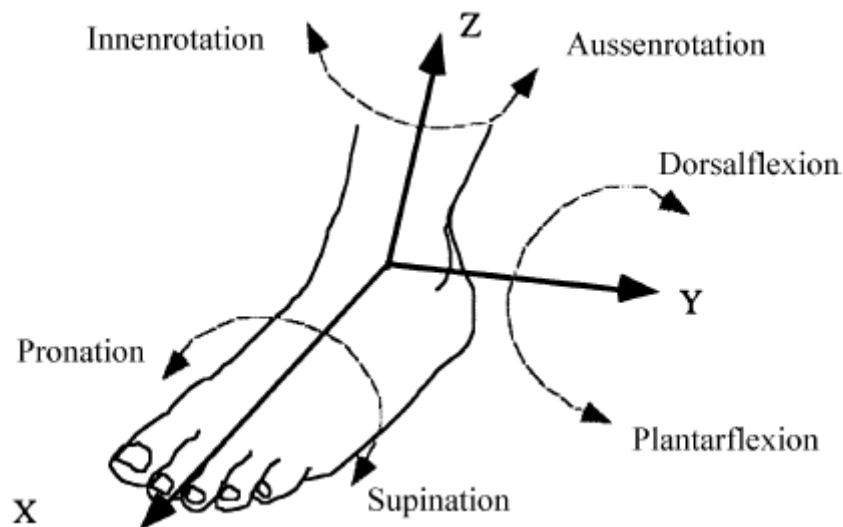


Abb. 1: Bewegungsrichtungen des Fußes⁴

2.1 Oberes Sprunggelenk (OSG)

Das obere Sprunggelenk (Articulatio talocruralis) ist das größte Gelenk am Fuß. Prinzipiell ist es ein Scharniergelenk, wobei die distalen Enden der Tibia und Fibula (Malleolengabel) die konkave Gelenkfläche bilden und der Talus die konvexe. Direkt an der gelenkigen Verbindung sind die Trochlea tali, die Facies malleolaris lateralis et medialis des Talus und die Facies articularis inferior bzw. die Facies articularis malleoli lateralis et medialis der Malleolengabel beteiligt. Durch die tibiofibularen Bänder und die Syndesmose wird die

Malleolengabel zusammengehalten, wobei für die federnde Festigkeit besonders die Membrana interossea von Bedeutung ist⁵.

Aus der Neutralnullstellung (Fußsohle rechtwinklig zur Unterschenkelachse) heraus erlaubt das OSG Bewegungen über eine transversale Achse, die annähernd durch die beiden Malleolenspitzen verläuft. Bei der Dorsalextension nähert sich der Fußrücken der Tibiavorderseite, bei der Plantarflexion entfernt er sich. Der Bewegungsumfang ist individuell verschieden und liegt durchschnittlich bei 20°-30° Dorsalextension und 30°-50° Plantarflexion. Das Zusammenspiel dieser Bewegungen ermöglicht das Abrollen von der Ferse über den Mittelfuß und die Zehen⁶.

Medial und lateral bilden jeweils Kollateralbänder straffe Befestigungen am Gelenk. Der mediale Anteil (Lig. collaterale mediale bzw. Lig. deltoideum) gliedert sich in vier Abschnitte⁶: Pars tibionavicularis, Pars tibiocalcanea, Pars tibiotalaris posterior und die tiefer liegende Pars tibiotalaris anterior.

Das lateral gelegene Lig. collaterale laterale besteht aus drei getrennten Bänder: Lig. talofibulare anterius, Lig. talofibulare posterius und dem Lig. calcaneofibulare⁷.

Zusätzlich wird das Gelenk von der überspannenden Muskulatur gesichert. Hierbei spielen vor allem der M. triceps surae, der M. tibialis anterior und der M. peroneus tertius eine wichtige Rolle⁸.

2.2 Unteres Sprunggelenk (USG)

Das zusammengesetzte untere Sprunggelenk besteht aus zwei Gelenkkammern, die durch den Sinus tarsi voneinander getrennt werden. Zum einen wird es durch die Art. subtalaris, zum anderen durch die Art. talocalcaneonavicularis gebildet. Im hinteren Gelenkanteil artikuliert der Talus mit dem Calcaneus. Der Vordere entsteht durch die Artikulation des Taluskopfes mit dem Calcaneus und dem Os naviculare⁹.

Insbesondere der Talus nimmt hier eine Sonderstellung ein. Er überträgt allein die gesamte Last auf das Fußskelett. Die aufgenommenen Kräfte werden in drei Richtungen weitergeleitet: Zum Tuber calcanei über die Art. Subtalaris, nach vorne, medial über die Art. talonaviculare und nach vorne, lateral über die Art. talocalcaneare⁶.

Durch die verschiedenen Gelenkkontakte am USG lässt sich eine Vielzahl an Bewegungsachsen konstruieren. Vereinfacht lässt sich jedoch auch eine Kompromissachse festlegen. Diese verläuft vom lateralen, unteren, hinteren Ende des Calcaneusrückens schräg durch den Sinus tarsi und tritt am medialen, oberen, distalen Anteil des Collum tali aus¹⁰. Nach Pretterklieber et al. erlaubt diese Achse am Standbein die Pronation und Supination. Am Spielbein erweitert sich der Bewegungsumfang durch Miteinbeziehen der Vorfußgelenke bei der Pronation um eine Abduktion, bei der Supination um eine Adduktion. Diese kombinierten Bewegungen werden als Eversion bzw. Inversion bezeichnet⁸.

Der Bewegungsumfang aus der Neutralnullstellung liegt bei durchschnittlich 15° Pronation und 35° Supination bzw. 40° Inversion und 30° Eversion beim Gesunden.

Auch das USG wird durch einen starken Bandapparat geführt. Hier sind insbesondere das Lig. calcaneonaviculare plantare (Pfannenband), das Lig. talocalcaneum interosseum, das Lig. talonaviculare und das Lig. bifurcatum zu nennen⁷.

3 Versteifungsoperationen am oberen und unteren Sprunggelenk

3.1 Indikationen

Die klassische Indikation zur Arthrodesis im Sprunggelenkbereich sind bei Kindern und Adoleszenten Fehlstellung, z.B. Pes equinovarus als Folge neurologischer Erkrankungen. Die Indikationen zur Arthrodesis bei Erwachsenen sind die primäre oder sekundäre Arthrose des

Sprunggelenkes. Die Arthrose ohne vorangegangene Traumata, Fehlstellungen oder Infektionen wird als primäre Arthrose bezeichnet.

Nach sprunggelenksnahen Verletzungen kann es zur Ausbildung einer posttraumatischen Arthrose kommen, die demzufolge als sekundäre Arthrose bezeichnet wird. Als Beispiel stellt die posttraumatische Arthrose nach Calcaneusfraktur die häufigste Indikation zur USG-Arthrodese dar¹¹.

Die Anschlussarthrose bezeichnet die Arthrose der benachbarten Gelenke nach Versteifung eines Gelenkes. Deshalb ist es keine Seltenheit, dass nach Arthrodese eines Gelenkes auf Grund der Anschlussarthrosen weitere Arthrodesen benachbarter Gelenke erfolgen.

Die Indikationen zur Arthrodese eines Gelenkes ist der chronische Schmerz, der mit anderen Therapiemaßnahmen nicht in den Griff zu bekommen ist. Die Patienten klagen an erster Stelle über Schmerzen und Bewegungseinschränkung, sowohl unter Belastung als auch in Ruhe. Der Leidensdruck alleine ist jedoch nicht ausreichend für eine operative Therapie. Voraussetzung hierfür ist das Versagen konservativer Behandlungsansätze, wie Einlagen- Schuh- und Orthesenversorgung und medikamentöser (z.B. NSAR) bzw. Physiotherapie¹².

Weitere Indikationen zur Arthrodese sind:^{1,13-19}

Primäre Arthrose	Sekundäre Arthrose
schmerzhafte idiopathische Arthrose	posttraumatische oder angeborene Gelenkfehlstellung bzw. Achsenverschiebungen
idiopathische Osteonekrose	erhebliche posttraumatische Gelenkflächenzerstörung
rheumatoide Arthritis	stattgehabte Infektionen
Charcot – Krankheit	Fehlschläge nach Endoprothetik
Gicht	Gelenkinstabilität

Tab. 1: Indikationen zur Arthrodese

Generell werden als mögliche Indikation alle Umstände betrachtet, die auf bestimmte Art und Weise die Knochensubstanz, den Knorpel oder die Gelenkausrichtung negativ beeinflussen und dadurch Beschwerden auslösen¹⁷. Natürlich müssen neben diesen Indikationen auch Kriterien des individuellen Patienten mit in die Entscheidung zur Arthrodeese einfließen. Hierzu gehören unter anderem Alter, Beruf, funktionelle Erwartungshaltung und etwaige Vorerkrankungen.

Die Entscheidung zur Arthrodeese sollte jedoch nicht zu lange aufgeschoben werden, da bei verspäteter Indikationsstellung angrenzende Gelenke durch mögliche Fehl- bzw. Mehrbelastungen Schaden nehmen können und so keine suffiziente Schmerzreduktion erfolgen kann²⁰.

3.2 Kontraindikationen

Wie bei jedem operativen Eingriff muss auch bei der Arthrodeese genau abgewogen werden, ob der Patient später einen Nutzen aus der Behandlung zieht und es sich deshalb lohnt ein Operationsrisiko einzugehen. Hierbei müssen verschiedene Aspekte beachtet werden, z.B. dass bei sehr jungen Patienten mit möglicherweise noch offenen Wachstumsfugen, die Arthrodeese kontraindiziert ist^{16,21}.

Weitere, zum Teil relative, Kontraindikationen sind:²¹

- erheblicher Weichteilschaden im Zugangsbereich
- akute Infektionen
- schlechte Durchblutungssituation des Fußes
- desolater Knochenzustand
- schlechter Allgemeinzustand des Patienten

Die abschließende Entscheidung für oder gegen eine operative Intervention muss individuell von dem behandelnden Arzt zusammen mit dem Patienten unter Miteinbeziehung sämtlicher dafür wie auch dagegen sprechender Kriterien beschlossen werden.

3.3 Diagnostik

Die sekundäre Degeneration des Sprunggelenkes stellt eine häufige Erkrankung dar. Zur Diagnostik gehört zum einen eine ausführliche Anamnese, in der alle relevanten Risikofaktoren, Vorerkrankungen und bisherige Therapieansätze erhoben werden. Außerdem muss besonderes Augenmerk auf die klinische Untersuchung gelegt werden. Hierbei werden Durchblutungssituation, Beweglichkeit der Gelenke, Gelenkstellung, Hauttrophik, schmerzfreie Gehstrecke und die Lokalisation des Schmerzes beurteilt^{20,21}. Zusätzlich empfehlen manche Autoren eine Gangbilduntersuchung, die jedoch nicht zu den Standarduntersuchungen zählt²².

Das konventionelle Röntgen des jeweiligen Sprunggelenkes in zwei Ebenen muss bei jedem Patienten durchgeführt werden^{22,23}. Darüber hinaus kommen bei bestimmten Fragestellungen bzw. Indikationen wie z.B. einer zusätzlichen Achsenkorrektur des Rückfußes spezielle Aufnahmen in Betracht. Hierzu zählen unter anderem die Aufnahmen nach Saltzmann- und Brodén (Abb. 2, Abb. 3).



Abb. 2: Röntgenaufnahme nach Saltzman



Abb. 3: Röntgenaufnahme nach Brodén

Bei der präoperativen Planung einer Arthrorese stellt die Computertomographie (CT) ein wichtiges Diagnostikinstrument dar. Hierbei können durch die räumliche Darstellung spezielle anatomische Verhältnisse, die aus vorangegangenen Traumata oder anderen Gelenks-destruierenden Prozessen resultieren, exakt dargestellt werden²⁴.

Um bei speziellen Fragestellungen (z.B. Ausschluss neoplastischer oder entzündlicher Prozesse) vor allem Weichteile wie die Dicke bzw. Läsionen des Gelenkknorpels oder ligamentäre Strukturen zu beurteilen, ist die Magnetresonanztomographie (MRT) das Mittel der Wahl²⁵.

Eine weitere diagnostische Maßnahme ist die Injektion eines Lokalanästhetikums unter Durchleuchtungskontrolle in den Gelenkspalt. Diese Untersuchung dient der Bestimmung des Schmerz verursachenden Gelenkes. Ist der Patient nach der Injektion schmerzfrei, so kann davon ausgegangen werden, dass die Beschwerden von dem mit Lokalanästhetika infiltrierten Gelenk stammen und keine anderen, angrenzenden Gelenke betroffen sind. Davor muss allerdings sichergestellt werden, dass das USG nicht mit dem OSG in Verbindung steht. Dies kann sowohl posttraumatisch als auch physiologisch der Fall sein²⁶. Differentialdiagnostisch sollte daher zusätzlich eine Arthrographie mit der Infiltration unter Bildwandler erfolgen. Auf diese Weise kann sichergestellt werden, dass nur die Gelenke versteift werden die zur Schmerzsymptomatik beitragen²⁰.

Wenn CT- und MRT - Bildgebung keine zufriedenstellenden Erkenntnisse zeigen, bleibt zur weiteren Diagnostik die Arthroskopie. Hierbei wird minimal-invasiv das Gelenk nach Arthrosezeichen und anderen degenerativen bzw. Schmerz-verursachenden Veränderungen untersucht, die mit der Arthroskopie adressiert werden können. In manchen Fällen ist dies auf Grund der komplizierten präoperativen Situation des Patienten notwendig²⁷.

3.4 Arthrodesetechniken

Zuerst muss zwischen den einzelnen Arthrodesenformen unterschieden werden. Es besteht die Möglichkeit, einzelne Gelenkkompartimente zu versteifen oder kombinierte Versteifungen vorzunehmen. Kombinationsversteifungen von USG/OSG werden als Double-Arthrodesese bezeichnet. Eine Sonderform stellt hier die tibiocalcaneare Arthrodesese dar. Diese wird nach Resektion des Talus auf Grund von schwerwiegender Traumata oder inflammatorischer Prozessen nötig. Die Versteifung aller Gelenkkompartimente des USG wird als Triple-Arthrodesese bezeichnet. Hierbei kommt es zur Versteifung des subtalaren, talonavicularen und calcaneocuboidalen Gelenkanteils. Bei isolierten Beschwerden kann auch jedes Kompartiment des USG einzeln versteift werden. Am häufigsten ist allerdings, im Sinne einer USG Arthrodesese, die reine subtalare Versteifung zu nennen²⁸.

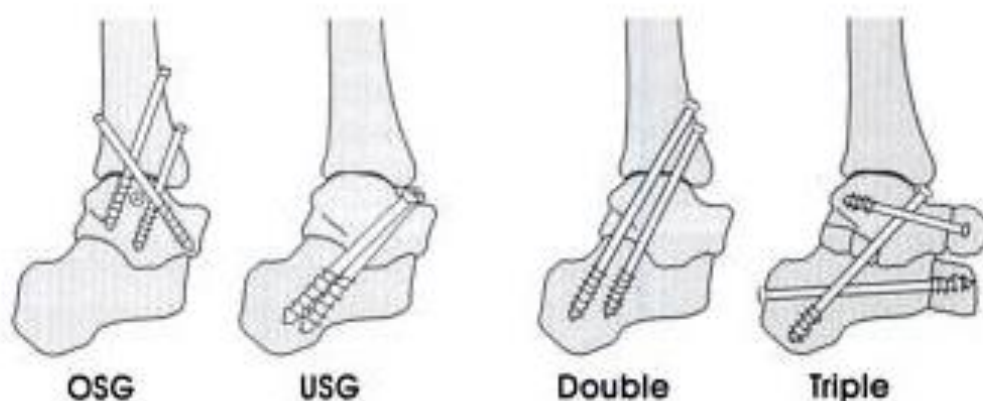


Abb. 4: Arthrodesenformen am OSG und USG²⁹

Das Grundprinzip der Arthrodesentechniken ist in allen Fällen gleich. Es erfolgt zunächst die Resektion des noch vorhandenen Gelenkknorpels, Anfrischen der zum Teil stark sklerotischen Gelenkflächen oder erkranktem Knochengewebe und Resektion von Narbengewebe. Der

hieraus resultierende Defekt und die zu Grunde liegende Erkrankungen legen die weitere Technik fest³⁰.

Bei geringen Substanzverlusten und anatomischer Stellung des betroffenen Sprunggelenkes erfolgt als Goldstandard die autologe Spongiosaplastik, zumeist aus dem Beckenkamm. Bei größeren Defekten und zur Achsenkorrektur ist der autologe Beckenkammspann Mittel der Wahl. Die begrenzte Menge Beckenkamm und die Entnahmemorbidität des Beckenkammspanns sind die häufigsten Gründe für die Suche nach Alternativen. Bei großen Substanzdefekten in Folge eines Infektes sind osteomyokutane oder osteokutane Lappenplastiken erforderlich, bis hin zum freien Fibulatransfer³¹. Die Möglichkeiten der Defektdeckung z.B. bei großen Substanzverlusten des Calcaneus sind jedoch begrenzt, vor allem auf Grund von Risikofaktoren des Patienten.

Zuletzt erfolgt die Komplettierung der Arthrodeese durch die Wahl des geeigneten Osteosyntheseverfahrens. Hier stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Die gängigsten Techniken sind die Schraubenarthrodeese und die Marknagelarthrodeese. Seltener werden Plattenosteosynthesen z.B. am oberen Sprunggelenk über einen ventralen Zugang verwendet. Im Infekt und bei stark kompromittierten Weichteilen wird der Fixateur externe zum Mittel der Wahl. Da eine dynamisierbare Osteosynthese Vorteile bringt haben sich die Ringfixateure nach Ilizarov-Technik bewährt. Neben den vielfältigen Korrekturmöglichkeiten sind auch die Spitzfußprophylaxe und die Möglichkeit der Vollbelastung im Fixateur zu nennen^{15,16,32,33}.

	OSG	USG/OSG	USG
Marknagel	Antegrad	Retrograd	-
Schrauben	Antegrad	-	retrograd (antegrad)
Fixateur externe	Charnley Ringfixateur	Ringfixateur	Charnley

Tab. 2: Osteosynthesetechniken zur Arthrodeese am USG und/oder OSG

Andere Osteosynthesetechniken zur Arthrodesis sind speziellen Indikationen vorbehalten oder Techniken einzelner Anwender, die sich aus verschiedenen Gründen noch nicht in der Breite durchgesetzt haben. Die Osteosynthesetechniken der Arthrodesen am Sprunggelenk sind vielfältig. So kann die Schraubenosteosynthese mit Schrauben unterschiedlicher Durchmesser durchgeführt werden z.B. 6.5, 7.5 oder 8.0 mm Schrauben. Diese können kanüliert oder nicht-kanüliert sein oder einfache Schrauben mit Zuggewinde oder Doppelgewindeschrauben.

Auch beim Fixateur externe gibt es Unterschiede. Er kann als einfacher Fixateur mit normalen Pins verwendet werden oder als Ringfixateur bis hin zur Hybridfixateur-Technik, in der beide Techniken verbunden werden.



Abb. 5: Ringfixateur



Abb. 6: Monolateraler Fixateur externe (OSG Arthrodesis)

Die Arthrodesis mit einem Marknagel kann ebenfalls mit unterschiedlich ausgelegten Systemen erfolgen. In antegrader Technik für das OSG isoliert, mit Eintrittspforte parapatellar. Für die kombinierte USG/OSG-Arthrodesis finden anatomisch angepasste

Implantate als retrograder Arthrodesenmarknagel Anwendung, die den normalen Rückfußvalgus von durchschnittlich 7° - 12° berücksichtigt.



Abb. 7: Retrograder Marknagel (OSG/USG-Arthrodesis)

Zum Teil sind auch Kombinationen aus Marknagel und Schraubenarthrodesis üblich. Die Vielzahl an unterschiedlichen Techniken weist darauf hin, dass bis heute kein Goldstandard zur Durchführung einer Arthrodesis besteht. Bei keiner der bisher vorgestellten Techniken

können Komplikationen wie Infekte oder die Bildung von Pseudarthrosen sicher ausgeschlossen werden. Jedoch ist allen gängigen Osteosyntheseverfahren heutzutage das Ziel einer Kompression auf den Arthrodesenspalt gemeinsam^{15,16,17,30}.

3.5 Nachbehandlung

Zur Nachbehandlung besteht weitestgehend Uneinigkeit in der Literatur. Grundsätzlich kann zwischen einer postoperativen Gipsbehandlung^{22,34} und einer gipsfreien Nachsorge unterschieden werden^{12,35}. Bei an der BG Unfallklinik Murnau durchgeführten Sprunggelenksarthrodesen wurden die Patienten angehalten, für zwei Wochen (bis die Operationswunde verheilt war) die jeweilige Extremität nur mit leichtem Fußsohlenkontakt zu belasten. Im Fall eines internen Osteosyntheseverfahrens wurde dann für sechs Wochen entweder ein Unterschenkelgips oder ein Vacoped-Schuh angelegt. In Abhängigkeit des knöchernen Durchbaus in den Röntgenkontrollen erfolgte nach dieser Zeit die schrittweise und schmerzadaptierte Aufbelastung. Bei Patienten mit einem Fixateur externe war die Weiterbehandlung abhängig von der Weichteilsituation und den radiologischen Kontrollen und wurde individuell noch stärker angepasst.

Die knöcherne Konsolidierung sollte im Regelfall nach ca. drei-vier Monaten erfolgen. Verläufe mit deutlich längerer Konsolidierungszeit sind jedoch keine Seltenheit und belasten Patienten, die sich eine schnelle Linderung ihrer Beschwerden durch die Operation erhofft hatten.

3.6 Komplikationen

Das Ziel einer Arthrodesis ist es wieder einen schmerzfreien, plantigraden Fuß herzustellen, der eine normale Belastung, bei möglichst geringer Gehbehinderung, ermöglicht¹⁶.

Ungeachtet der einfachen chirurgischen Technik der Arthrodesse ist der Eingriff häufig mit Komplikationen behaftet. Risiken wie postoperative Schmerzen, Infektionen (auch Pin Infektionen) und Fehlstellungen können ebenso wenig ausgeschlossen werden wie das Ausbleiben der knöchernen Konsolidierung bzw. eine verspätete Konsolidierung. Bezüglich der Pseudarthrosenraten bestehen große Unterschiede in der Literatur. Je nach Autor schwanken diese von 2,5% bis zu 28%^{36,37}. Perlman et al. geben in ihrer Studie eine im Vergleich relativ hohe Pseudarthrosenrate von 28% an. Hier bestand das untersuchte Patientenkollektiv hauptsächlich aus Härtefällen mit vorangegangenem Infektgeschehen, offenen Frakturen und mehrmaligen Revisionsarthrodesen¹.

Weitere Komplikationen stellen postoperative Gefäß- und Nervenproblematiken dar, die insbesondere durch die vulnerable Blutversorgung des Talus zu Stande kommen³⁸. Generell können Störungen des Gesamtgefüges der Gelenke am Fuß zu einem subjektiven Instabilitätsgefühl führen. Daraus resultieren Gangunsicherheiten und etwaige Funktionseinbußen. Dies bereitet den Patienten besonders beim Gehen auf unebenem Boden wie Schotter oder beim Besteigen einer Leiter Probleme²². Außerdem kommt es zu einer unausgewogenen Gewichtsbelastung, was sich durch Beschwerden des gesamten betroffenen Beins ausdrücken kann. Zur Besserung der Beschwerden können maßgefertigte orthopädische Schuhe angepasst werden, die das Abrollen erleichtern und mehr Sicherheit beim Gehen vermitteln.

Die meisten Patienten profitieren jedoch von einer Arthrodesse und berichten über eine Verbesserung ihrer Lebensumstände, da sie postoperativ ohne größere Schmerzen den behandelten Fuß wieder belasten können. Auf lange Sicht gesehen kann es aber auch zu weiteren Schäden durch die Arthrodesse kommen. Anschlussarthrosen, hervorgerufen durch die veränderte Kinematik und Biomechanik am Fuß, sind keine Seltenheit. Es werden über

Anschlussarthrosen im talonavikularen und subtalaren Gelenk von bis zu 95% nach Behandlung endständiger arthrotischer Veränderungen des OSG mit einer Arthrodeese berichtet in einem Nachbeobachtungszeitraum von mehr als 20 Jahren³⁹. Darüber hinaus können sich langjährige Fehlbelastungen mit unausgewogener Gewichtsbelastung in Knie- und/oder Hüftbeschwerden ipsilateral sowie kontralateral äußern⁴⁰.

3.7 Prothese vs. Arthrodeese

Obwohl sich der künstliche Gelenkersatz als erfolgreiche Methode an Hüft- und Kniegelenken etabliert hat, konnten bisher am Sprunggelenk keine vergleichbaren Ergebnisse erzielt werden⁴¹. Schmerzen im Rehabilitationsverlauf und Wundkomplikationen sind eine der häufigsten Problematiken, die entweder zur Prothesenrevision oder zur anschließenden Arthrodeese führen⁴². Hierbei ist zu beachten, dass sich bei Durchführung einer Arthrodeese nach fehlgeschlagener Prothese oftmals ein schlechteres funktionelles Ergebnis ausbildet⁴³.

Die Mehrzahl der Patienten steht anfangs der Versteifung eines Gelenkes kritisch gegenüber. Diese Befürchtungen sind jedoch zum Großteil unbegründet. Eine Arthrodeese mit gutem funktionellem Ergebnis erlaubt dem Patienten nicht nur schmerzfrei den Alltag zu durchleben sondern darüber hinaus auch Sport zu treiben. Bei vielen Patienten erhöht sich postoperativ, durch die Schmerzlinderung, der Bewegungsumfang des Fußes⁴⁴. Sportarten wie Schwimmen oder Fahrrad fahren stellen meistens keinerlei Problem dar. Auch Golf, Tennis oder Skisportarten können von Patienten nach Versteifungsoperation ausgeübt werden^{45,46}.

Zusammenfassend ist die Arthrodeese bis heute der Goldstandard in der Behandlung der fortgeschrittenen Arthrose und anderen posttraumatischen Veränderungen der Sprunggelenke^{19,30,39,40}.

3.8 Kostenträger

Bei Betrachtung der Kostenträger sind Berufsgenossenschaftlich-Versicherte (BG) Patienten als Spezialkollektiv zu sehen. Bei BG-Versicherten besteht die Option der Entschädigungszahlung bei verbleibenden Funktionseinschränkungen nach einem Arbeitsunfall. Zusätzlich sind diese Arbeitnehmer oftmals auf ihre volle körperliche Leistungsfähigkeit im Beruf angewiesen. Daraus resultiert ein eher negatives Wahrnehmungsbild der verbliebenen Einschränkungen nach Sprunggelenk-naher Arthrodesen. Dieser Entschädigungs- und Anforderungs-BIAS der gesetzlich-unfallversicherten Patienten kann zu einem quantitativ schlechteren Ergebnis des funktionellen Outcomes im Vergleich zu privatversicherten und gesetzlich-krankenversicherten Patienten führen⁴⁷. Außerdem besteht bei Arbeitnehmern, die nach einem Arbeitsunfall nicht in der Lage sind zu ihrem früheren Arbeitsplatz zurückzukehren, ein ungleich höherer Leidensdruck⁴⁸.

II. MATERIAL UND METHODEN

1 Einschlusskriterien

Einschlusskriterien waren:

1. Arthrodeese des unteren Sprunggelenkes (USG) oder des oberen Sprunggelenkes (OSG) oder kombiniert des unteren und oberen Sprunggelenkes (USG/OSG) der Patienten in der BG Unfallklinik Murnau der Jahre 2000 – 2011. Seit dem Jahr 2003 wurden die Diagnosen und operativen Eingriffe mittels ICD und ICPM Codierung über ein Krankenhausdokumentationssystem (KISS) erfasst.
2. Posttraumatische Arthrose des zu versteifenden Sprunggelenkkompartiments, d.h. es wurden nur sekundäre Arthrosen des unteren und/oder oberen Sprunggelenkes eingeschlossen als Folge einer traumatischen Verletzung der unteren Extremität. Die Art und das Ausmaß der Verletzung spielten hierbei ebenso keine Rolle wie auch die Art der Erstversorgung, konservativ oder operativ.

Ausschlusskriterien waren:

1. Primäre Arthrose des unteren und/oder oberen Sprunggelenkes
2. Angeborene Fehlstellungen

2 Risikofaktoren

Die in dieser Studie als relevant angesehenen Risikofaktoren waren: Infektgeschehen, Nikotinabusus, Adipositas, Alkoholabusus und Diabetes. Eine Arthrodeese wurde dann als Infektverlauf geführt, wenn prä-, peri-, oder postoperativ im OP-Gebiet ein positiver Keimnachweis bestätigt wurde. Der Risikofaktor Adipositas wurde bei Patienten mit einem Body Mass Index (BMI) $> 30 \text{ kg/m}^2$ angenommen.

Zusätzlich wurden auch weitere, mögliche Risikofaktoren und Nebenerkrankungen erfasst, wie z.B. arterielle Hypertonie, Kortisontherapie, psych. Erkrankungen, Tumorleiden und Gicht. Sich negativ auswirkende Risikofaktoren wurden einzeln und in Summe bezüglich der knöchernen Durchbauung der Arthrodeese untersucht. Darüber hinaus wurde bei der Auswertung der einzelnen Risikofaktoren der Versicherungsstatus (Berufsgenossenschaftlich- (BG) bzw. Privat/Kassen – Versicherte) als solcher angesehen, in aufsteigenden Kaplan – Meier Kurven (1-Überleben) bzgl. der Durchbauung dargestellt und das funktionelle Ergebnis ausgewertet. Bei den Versicherten wurden zwei Gruppen unterschieden: Patienten, die sich während der Behandlung in gesetzlichem oder privatem Versicherungsschutz befanden und Patienten, die durch eine Berufsgenossenschaft versichert waren.

3 Datenbank

Als Grundlage der elektronischen Datenerfassung diente das Krankenhausinformationssystem (KISS) der BG Unfallklinik Murnau. In den Jahren 2000 – 2003 wurden diese über eine relationale Datenbank mit ACCESS 2003 Benutzerfenster zugänglich gemacht. In dem Jahr 2003 erfolgte die Umstellung auf ein KISS der Firma SAP. Durch die automatische Meldung der Schlüsselcodes der jahresaktuellen ICD-und OPS-Codes (Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10. Revision, German Modification, Version 2012, DIMDI, Deutschland) wurde zum Zeitpunkt der Aufnahme der Patienten sowie zum Zeitpunkt der OP Dokumentation eine automatische Email generiert. Dies erlaubte die prospektive und zeitnahe Dokumentation der Patienten. Die aktuellen ICD und OPS-Schlüssel die zum Auslösen der elektronischen Benachrichtigung führten sind in Tab. 3 aufgelistet.

	ICD 10 Code	Text
USG OSG USG/OSG	M19.07 M19.17 M19.27 M19.87 M19.97	primäre Arthrose, Sprunggelenksarthrose primär sekundäre Arthrose, Sprunggelenksarthrose posttraumatisch sonstige sekundäre Arthrose, Sprunggelenksarthrose sekundär sonstige näher bezeichnete Sprunggelenksarthrose sonstige nicht näher bezeichnete Sprunggelenksarthrose
	OPS Codes	Text
OSG	5-808.70 5-808.71 5-808.72	Arthrodese oberes Sprunggelenk ohne weiteres Gelenk Arthrodese oberes Sprunggelenk mit unterem Sprunggelenk Arthrodese oberes Sprunggelenk mit unterem Sprunggelenk und Chopart Gelenk
USG	5-808.80 5-808.81 5-808.82	Arthrodese unteres Sprunggelenk, 1 Sprunggelenkskammer Arthrodese unteres Sprunggelenk, 2 Sprunggelenkskammern Arthrodese unteres Sprunggelenk, 3 Sprunggelenkskammern
Prothese OSG	5-826.00	Sprunggelenksendoprothese, nicht zementiert
	5-826.01	Sprunggelenksendoprothese, zementiert
	5-827.1	Revision einer Sprunggelenksendoprothese
	5-827.0 5-827.5	Revision Sprunggelenksendoprothese ohne Wechsel Entfernung einer Sprunggelenksendoprothese

Tab. 3: ICD und OPS Codes nach dem aktuellen Verzeichnis des ICD-10-GM Version 2012 (Quelle DIMDI, 2012)

Die Erfassung der Daten erfolgte seit 2003 in einer Access Datenbank (Microsoft. Corp., USA) und wurde 2011 von der Office Version Access 2003 auf Access 2010 übermittelt. Die Erfassung der Daten von 2003 an erfolgte prospektiv. Die Daten bis 2003 wurden retrospektiv erfasst. Das Ziel der Sprunggelenksdatenbank war, einen möglichst standardisierten Datensatz zu erhalten. Die Erfassung und Dokumentation der Daten erlaubte die Dokumentation der Stammdaten, Anamnese, Vorerkrankungen, Operationen, Nachuntersuchung (z.B. knöcherner Durchbau der Arthrodese) sowie der allgemeinen und krankheitsspezifischen Bewertungsscores.

Abb. 8: Datenbankfenster Microsoft Access

4 Datenerhebung

4.1 Retrospektive Datenerhebung

Für die Patienten der Jahre 2000 – 2003 erfolgte die retrospektive Erhebung der Daten. Dies erfolgte durch Auswertung der Patientendokumente, sowohl elektronisch als auch mikroverfilmt. Anhand von Pflegestammblätttern, Aufnahmebefunden, Operationsberichten, Anästhesieprotokollen, Gutachten, Entlassungsbriefen und Nachuntersuchungsbefunden konnte auf die Daten zugegriffen werden. Um etwaige Lücken zu beheben wurden Patienten außerdem telefonisch, schriftlich und persönlich zu ihrer Krankengeschichte befragt.

4.2 Prospektive Datenerhebung

Seit 2003 konnten die Patientendaten prospektiv erfasst werden. Im Rahmen ambulanter Untersuchungen (Fußsprechstunde) und darauf folgender Indikationsstellung zur Arthrodeese wurden die Patienten in Tabellen erfasst. Daraufhin wurde eine Email automatisch generiert. Diese bezog sich auf die Verschlüsselung der Diagnosen nach OPS und ICD 10. Zusätzlich wurden präoperativ vorhandene SF-36 Scores, AOFAS hindfoot Scores und potentielle Risikofaktoren bzw. Vorerkrankungen mit erfasst. Hierauf folgte die Eingabe in unsere Datenbank inklusive den entsprechenden Nachuntersuchungsterminen, sechs Wochen bzw. zwölf Wochen nach Operation, und nach Bedarf in der ambulanten Fußsprechstunde. Um eine möglichst vollständige Nachsorge der Patienten zu erhalten wurde dies, wenn möglich, bis zum gesicherten knöchernen Durchbau fortgeführt.

5 Nachuntersuchung und Beurteilung des Behandlungsergebnisses

5.1 Allgemein

Der überwiegende Anteil der Patienten wurde postoperativ im Rahmen der ambulanten Sprechstunden betreut und nachuntersucht. Zusätzlich erfolgte ein Anschreiben an alle Patienten, um den aktuellen Status und eventuell neu hinzu gekommene Operationen zu erfragen.

Für die Funktionsbeurteilung nach Arthrodeese der Sprunggelenke wurden zwei Fragebögen verwendet. Zum einen ein krankheitsspezifischer Fragebogen, der AOFAS-hindfoot Score der American Orthopaedic Foot & Ankle Society (AOFAS), und zum anderen ein Fragebogen über den allgemeinen Gesundheitszustand (SF-36). Diese dienten der Beschreibung und Vergleichbarkeit der komplexen klinischen Situationen.

Darüber hinaus wurden Angaben zur Schmerzhaftigkeit in Ruhe und bei Bewegung anhand der VAS (Visual Analogue Scale) erhoben. Alle Patienten wurden außerdem befragt, ob sie sich im Nachhinein noch einmal für eine Versteifungsoperation entscheiden würden.

5.2 Nachuntersuchung

Bei der Nachuntersuchung der Patienten wurde das Augenmerk auf die knöcherne Konsolidierung und das klinische Erscheinungsbild gelegt. Hierbei wurde der Grad der knöchernen Durchbauung zunächst mittels konventionellem Röntgen bewertet. Außerdem wurden klinische Aspekte und vom Patienten geäußerte Beschwerden mit in die Bewertung aufgenommen.

Der knöcherne Durchbau wurde in drei Kategorien eingeteilt:

Durchbau: ja – nein – unsicher.

Im Falle eines unsicheren knöchernen Durchbaus erfolgt in der klinischen Routine häufig die Durchführung einer Computertomographie (CT). Für den Fall, dass sich im konventionellen Röntgen ein knöcherner Durchbau darstellte, der Patient jedoch klinisch weiter über Schmerzen klagte, wurde ebenfalls eine CT Diagnostik angeschlossen (Abb.9).

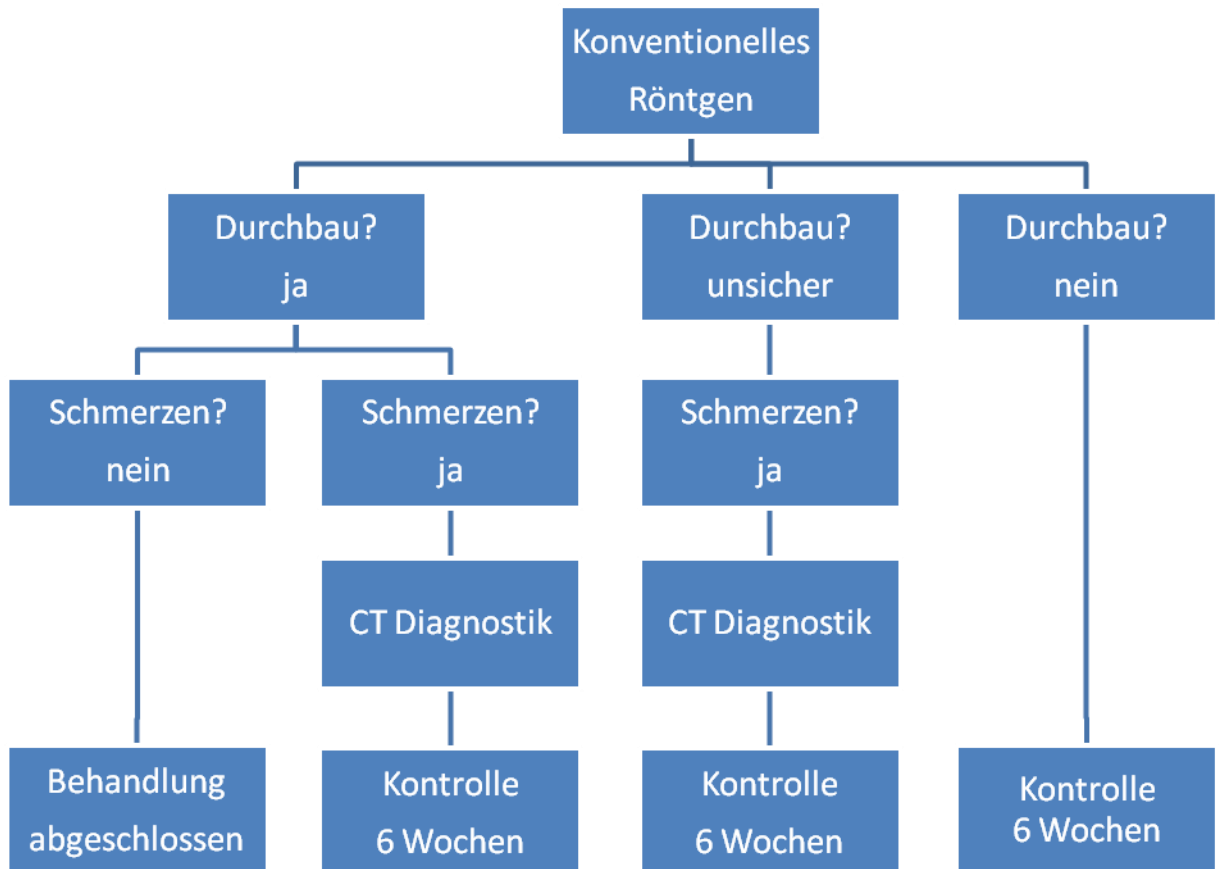


Abb. 9: Algorithmus zur Bildgebung im Rahmen der Nachuntersuchung bei Patienten mit Arthrose

Die abschließende Entscheidung über die Konsolidierung der Arthrose wurde aus der Kombination von klinischer Beurteilung und radiologischer Bildgebung getroffen.

5.3 AOFAS - Score

Der im Jahr 1994 entwickelte AOFAS (American Orthopaedic Foot and Ankle Society) – Score ist ein spezifisches Bewertungssystem für das gesamte Sprunggelenk. Man kann ihn als Instrument zur Messung des postoperativen Ergebnisses z.B. nach Behandlungen durch Gelenkversteifung, Gelenkersatz oder einfacher Frakturversorgung verwenden. In die Bewertung fließen sowohl objektive Befunde (Bewegungsumfang), als auch vom Patienten

subjektiv erlebte Sachverhalte (Schmerz), ein. Insgesamt besteht er aus drei Hauptkategorien: Schmerz (40 Punkte), Funktion (50 Punkte) und Ausrichtung (10 Punkte).

Die Funktion untergliedert sich in sieben Aspekte zu: Aktivität, Gehstrecke, Gehuntergrund, Gangbild, OSG - Beweglichkeit, Rückfuß - Beweglichkeit und die Fußstabilität.

Bei sehr guter Funktion, perfekter Ausrichtung und keinerlei Schmerzen, kann der Patient bis zu 100 Punkte im AOFAS-Score erreichen, entsprechend weniger bei etwaigen Beschwerden innerhalb einer Kategorie.

Er bildet somit als spezifischer Fragebogen zusammen mit dem allgemeinen SF-36 eine angebrachte Grundlage, Patienten nach ihrem postoperativen Ergebnis zu bewerten⁴⁹⁻⁵¹.

5.4 SF-36 – Score

Der SF-36 (Medical Outcomes Study 36-Item Short Form Health Survey) ist ein Fragebogen, der sich aus 36 Bestandteilen zusammensetzt und sich auf die generelle Gesundheit der Patienten bezieht. Die Angaben werden von den Patienten selbst getroffen und bewertet. Die Bezugsgruppe sind Jugendliche ab 14 Jahren und Erwachsene. Der SF-36 ist ein generisches Messinstrument, das sich in acht Dimensionen aufteilt: körperliche Funktionsfähigkeit, körperliche Rollenfunktion, körperliche Schmerzen, allgemeine Gesundheitswahrnehmung, Vitalität, soziale Funktionsfähigkeit, emotionale Rollenfunktion und psychisches Wohlbefinden.

Aus ihnen lässt sich jeweils ein Score mit einem Umfang von 0-100 Punkten errechnen. Diese lassen sich zu zwei zusammengefassten Scores verrechnen, für das psychische und physische Wohlbefinden, aus denen wiederum ein Gesamt-Score erstellt werden kann. Je höher der Score ausfällt, desto besser ist das Ergebnis. Somit können Aussagen zu den einzelnen Dimensionen aber auch zur Gesamtsituation des Patienten getroffen werden.

Der SF-36 ist der zurzeit am häufigsten verwendete medizinische Fragebogen weltweit und wird in nahezu allen medizinischen Fachbereichen eingesetzt. Er ist in der Landessprache von über 40 verschiedenen Nationen verfügbar wodurch er ein grenzübergreifendes, aussagekräftiges Mittel darstellt, um den Gesundheitsstatus unterschiedlichster Patienten zu vergleichen⁵²⁻⁵⁴.

5.5 USG/OSG-Bewertung

Die Verteilung der Revisionseingriffe bei USG/OSG-Arthrodesen lässt zwei Einteilungen zu. Patienten mit vorheriger einfacher Arthrodesen an OSG oder USG können bei dem darauffolgendem Kombinationseingriff einerseits als Revision einer USG/OSG-Arthrodesen angesehen werden, da ein Kompartiment schon eine Versteifung durchlaufen hat. Andererseits ist es möglich, die kombinierte Operation als erste dieser Art anzusehen und deshalb die Patienten zu den Primäreingriffen zu zählen. In dieser Studie wurden Patienten mit vorangegangener einfacher Arthrodesen als Revisionspatienten betrachtet und dahingehend in der Auswertung der einzelnen Parameter eingestuft.

6 Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS Statistics (Version 19.0, SPSS Inc., Chicago, USA). Die Testung auf Normalverteilung erfolgte mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test. Um Unterschiede hinsichtlich der Durchlaufzeit, der Anzahl an Risikofaktoren, der Schmerzangaben und des funktionellen Ergebnisses zu berechnen, wurde der t-Test zwischen den beiden Gruppen verwendet. Zuvor wurden die jeweiligen Gruppen auf Normalverteilung der Ergebnisse getestet.

Unter der Annahme einer binären Verteilung des Durchbaus (durchbaut / nicht durchbaut) wurde zur Auswertung der Chi-Quadrat Test bzw. die vier Felder Tafel verwendet. Außerdem wurde anhand eines Risikoquotienten (Odds Ratio) die Chance einzelner Gruppen, eine Pseudarthrose zu erleiden, berechnet. Zusätzlich wurden die Durchbauzeiten bzw. die knöchernen Konsolidierung in aufsteigenden Kaplan - Meier Kurven (1-Überleben) dargestellt. Die Angaben der VAS wurden grafisch in Boxplots ausgearbeitet. Das Signifikanzniveau bei der Bewertung der Ergebnisse wurde mit einem Wert von $p < 0,05$ ausgewiesen. Die Testung der Risikofaktoren erfolgte jeweils mit der univariaten Analyse in Hinblick auf die Pseudarthrosenrate und die Zeit bis zur knöchernen Konsolidierung.

III. ERGEBNISSE

1 Epidemiologische Daten und allgemeine Verteilungen

In dem Zeitraum von Januar 2000 bis Oktober 2011 wurden 407 Patienten, davon 95 Frauen und 312 Männer, mit 531 USG-, OSG- und kombinierten USG/OSG- Arthrodesen versorgt. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug $49,2 \pm 11,2$ Jahre. Der jüngste Patient war 23 Jahre alt, der Älteste 83 Jahre.

Entsprechend den Einschlusskriterien der 407 Patienten, wurden 36 Patienten auf Grund fehlender Beurteilungen der knöchernen Durchbausituation als „lost to follow up“ geführt. 30 Patienten befanden sich in der laufenden Nachsorge mit noch nicht abgeschlossener Behandlung. Zehn Patienten wurden im weiteren Verlauf unterschenkelamputiert. Ein Patient ist nach knöchern konsolidierter Arthrodesen verstorben. Zwölf Patienten wurden auf beiden Seiten versteift.

1.1 Versicherungsstatus

In den meisten Fällen des 407 Patienten umfassenden Kollektivs handelte es sich um Berufsunfälle, was sich im Versicherungsstatus widerspiegelte: bei 289 Patienten handelte es sich um gesetzlich Unfallversicherte und bei 118 Patienten um gesetzlich Krankenversicherte bzw. privat Versicherte und Selbstzahler (Abb. 10).

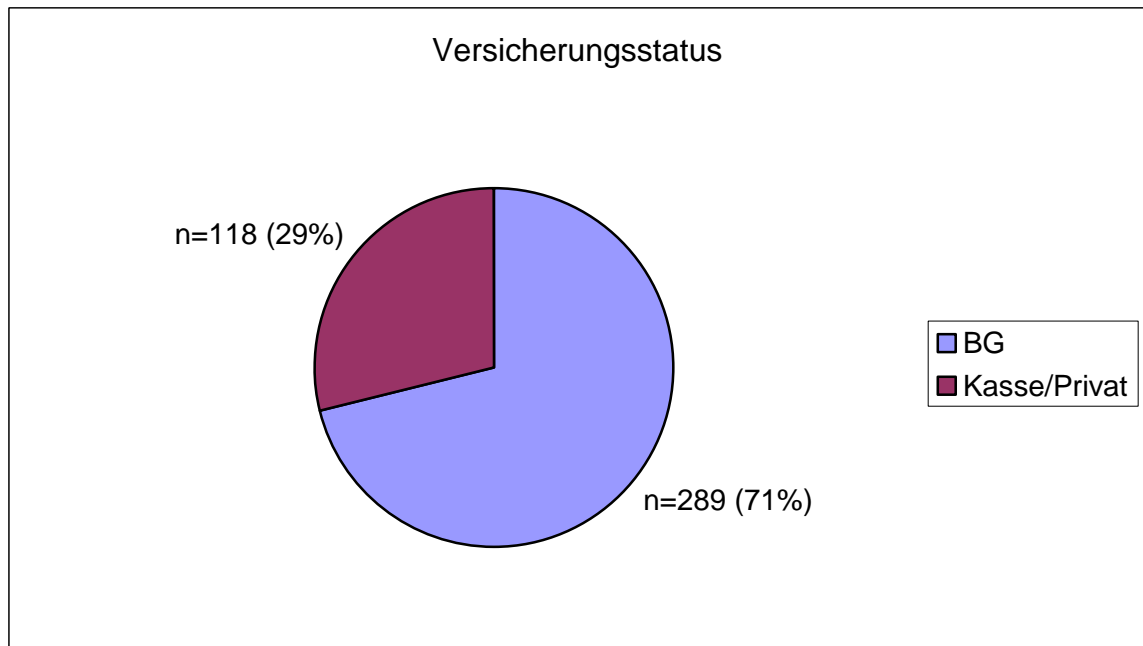


Abb. 10: Versicherungsstatus der behandelten Patienten (n=407)

1.2 Verteilung der Arthrodesen

Die Hälfte der 531 Versteifungsoperationen wurden am USG durchgeführt (50%). Die komplette Verteilung der Arthrodesen auf die unterschiedlichen Gelenke (USG, OSG, USG/OSG) stellt Abb. 11 dar.

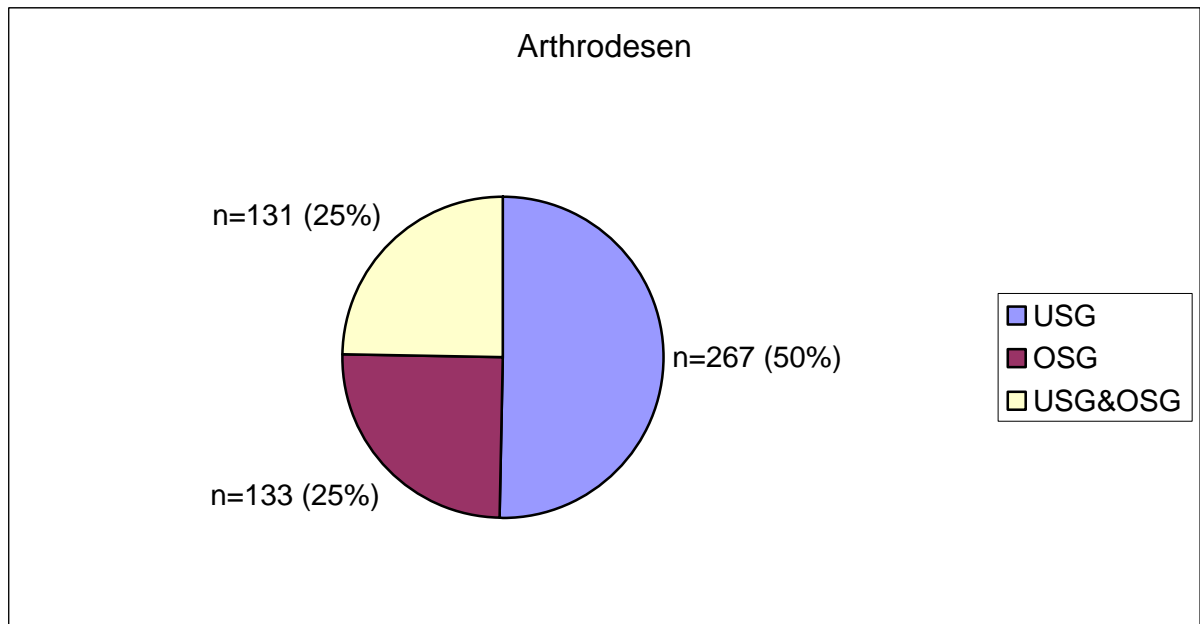


Abb. 11: Verteilung aller Arthrodesen OPs auf die unterschiedlichen Gelenke (n=531)

Die gesamte Verteilung der Arthrodesen mit Unterscheidung von Primär- und Revisionseingriffen zeigt Tab. 4.

Operation	USG	OSG	USG/OSG	Summe
Primäreingriff	181 (68%)	106 (80%)	84 (64%)	371
Revisionseingriff	86 (32%)	27 (20%)	47 (36%)	160
Gesamt	267	133	131	531

Tab. 4: Verteilung von Primär und Revisionseingriffe am USG, OSG und USG/OSG

Hinsichtlich der Verteilung innerhalb unseres Patientenkollektivs erhielten 36 Patienten zwei unterschiedliche Arthrodesen (z.B. primär eine OSG Arthrodesese und sekundär eine USG/OSG Arthrodesese oder wurden am linken und rechten Sprunggelenk operiert), weshalb sie in der

Patientenanzahl, bezogen auf die verschiedenen Operationen, doppelt erschienen (Abb. 12).

Somit ergab sich insgesamt ein Untersuchungskollektiv von 443 Patienten.

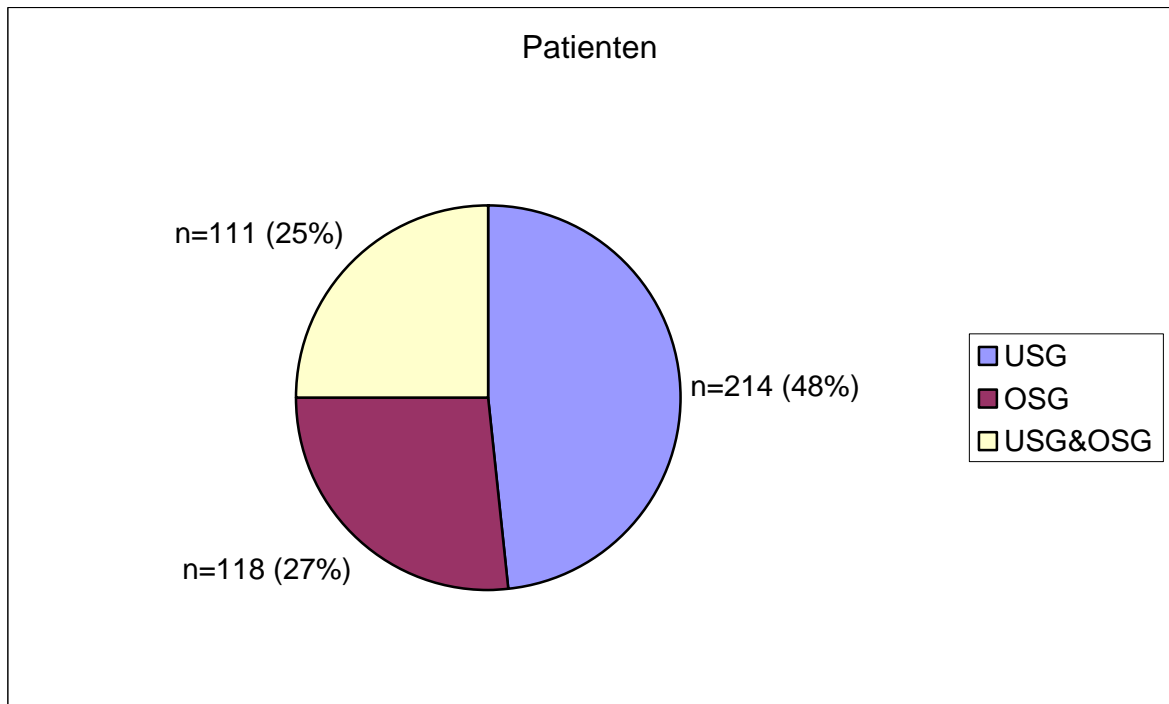


Abb. 12: Verteilung aller Patienten auf die unterschiedlichen Gelenke (n=443)

1.3 Primärverletzung und Arthrodesenart

Da in dieser Studie nur Patienten berücksichtigt wurden, die auf Grund eines vorherigen Traumas die Indikation zur Arthrodesese boten, überwogen bei den unterschiedlichen Arthrodesenformen jeweils verschiedene Primärverletzungen. Die häufigste zu Grunde liegenden Verletzung, die in der Folge zu einer Versteifung des USG führte, war mit 59% der Fälle eine Calcaneusfraktur (n=126). Bei den Arthrodesen am OSG kamen hauptsächlich Sprunggelenksluxationsfrakturen (36%) sowie Pilonfrakturen (26%) vor. Sprunggelenksluxationsfrakturen waren ebenfalls maßgeblich bei kombinierten USG/OSG Arthrodesen als verursachendes Trauma beteiligt (29%). Darüber hinaus zogen sich Patienten

mit nachfolgender USG/OSG-Arthrodesese häufig komplexe Extremitätenverletzungen (z.B. Trümmerfrakturen von Unterschenkel und Rückfuß in Folge eines Hochrasanztraumas) zu (22%).

	USG	OSG	USG/OSG	Summe
Calcaneusfraktur	126	0	5	131
Talusfraktur	14	0	2	16
Sprunggelenkfraktur (Weber)	3	10	6	19
Sprunggelenkluxationsfraktur	23	42	32	97
Pilonfraktur	11	31	19	61
Chopartluxationsfraktur	1	0	0	1
Tibiafraktur	2	6	4	12
OSG - Distorsion	10	5	5	20
Unterschenkelfraktur	1	1	5	7
komplexe Extremitätenfraktur	20	18	24	62
nicht näher klassifizierte Fraktur	1	4	3	8
keine Angaben zur Verletzung	2	1	6	9
Summe	214	118	111	443

Tab. 5: Verteilung der zu Grunde liegenden Verletzungsmuster, die zur Versteifung des oberen und/oder unteren Sprunggelenks geführt haben.

Bei der primären Versorgung der Unfallfolgen wurde zwischen operativer und konservativer Therapie unterschieden. Bei 407 Patienten lagen 419 Unfallverletzungen vor, da es in zwölf Fällen zu Verletzungen beider Extremitäten kam. Bei 325 (78%) Patienten erfolgte initial eine operative Therapie nach dem ursprünglichen Unfallereignis. 70 (17%) Patienten wurden initial konservativ behandelt. Von 24 (6%) Patienten konnten keine sicheren Angaben zur initialen Therapie in Erfahrung gebracht werden.

In Tab. 6 wurden die Patienten bezüglich ihrer initialen Therapie auf ihre jeweilig zu Grunde liegende Arthrodesenoperationsart verteilt. Deshalb ergab sich hier ein entsprechend höherer Wert, da Patienten, die zwei verschiedene Arthrodesen erhalten haben, doppelt erschienen und gewertet wurden.

	USG	OSG	USG/OSG	Summe
konservativ	55	7	13	75
operativ	151	104	90	345
keine Angaben	8	7	8	23
Summe	214	118	111	443

Tab. 6: Verteilung operative vs. konservative initiale Behandlung (n=443)

1.4 Arthrodesetechnik

Im Bereich des Rückfußes sind eine Vielzahl an unterschiedlichen Techniken zur Arthrodesese beschrieben. Bei 407 Patienten wurden insgesamt 531 Arthrodesenoperationen in verschiedenen Techniken durchgeführt (Tab.7). Die Arthrodesentechnik variierte stark zwischen den verschiedenen Arthrodesenformen. Im Bereich des USG dominierte die Schraubenosteosynthese (n=254, 95%), vor allem mit kanülierten Schrauben (n=189, 71%). Die Arthrodesese des OSG erfolgte in 50% (n=63) mit einem antegraden Marknagel. Bei 29% (n=39) wurde ein Fixateur externe verwendet. Die Indikation zum Fixateur extern wurde vor allem bei lokalen Infekten gestellt. Bei der USG/OSG Arthrodesese kam überwiegend der retrograde Marknagel (n=96, 73%) zur Anwendung.

Zusätzlich wurden häufig Materialkombinationen verwendet. Bei den angegebenen Fällen handelte es sich am USG um zwei Operationen, die mit Marknagel und kanülierten Schrauben durchgeführt wurden. Diese Verfahrenskombination kam auf Grund eines Revisionseingriffs am USG nach bestehender kombinierter Arthrodesese (USG/OSG) zu Stande. Am OSG wurden fünf Arthrodesen mit einer Platte und kanülierten Schrauben und eine Arthrodesese mit Fixateur externe und kanülierten Schrauben durchgeführt. Die USG/OSG Arthrodesen bestanden in zehn Fällen aus einer Verfahrenskombination von Marknagel und kanülierten Schrauben. Einmal wurde ein Fixateur externe und zusätzlich nicht kanülierte Schrauben verwendet.

	USG	OSG	USG/OSG	Summe
Schraube (nicht kanüliert).	65	2	0	67
Schraube (kanüliert)	189	22	4	215
Marknagel	0	63	96	159
Kombination	2	5	11	18
Fixateur extern	5	39	19	63
Sonstige	4	2	1	7
keine Angaben	2	0	0	2
Summe	267	133	131	531

Tab.7: Übersicht der verschiedenen Arthrodesentechniken nach Sprunggelenkskompartimenten (n=531)

1.5 Primärarthrodese / Revisionsarthrodese

Eine ausbleibende knöcherne Konsolidierung nach Arthrodese am Sprunggelenk führte zum Revisionseingriff. Im Folgenden werden die Häufigkeiten der Primärarthrodesen und der Revisionsoperationen nach fehlgeschlagener Arthrodese dargestellt. Bei den 407 Patienten wurden 531 Arthrodesenoperationen durchgeführt. Davon entfielen auf die primären Arthrodesen 371 (70%) und auf die Revisionsarthrodesen 160 (30%). Der weitere Vergleich des Patientenkollektivs in Hinsicht zur Revisionsarthrodese ergab, dass 181 (68%) primäre Arthrodesen im USG, 106 (80%) im OSG und 84 (64%) am USG/OSG durchgeführt wurden. Patienten mit Revisionsarthrodese erhielten ihre primäre Arthrodese sowohl in der BGU Murnau als auch in anderen Kliniken.

	USG	OSG	USG/OSG	Summe
Revisionseingriff	86	27	47	160
Primäreingriff	181	106	84	371
Summe	267	133	131	531

Tab.8: Übersicht über die Anzahl der Primäreingriffe und der Revisionen am USG, OSG und USG/OSG

1.6 Vorerkrankungen bzw. Risikofaktoren – Gesamt

Bei den 407 Patienten wurden jeweils die 531 Versteifungsoperationen betrachtet und einzeln in Bezug auf die Vorerkrankungen analysiert. Insgesamt wurden 1124 Vorerkrankungen bzw. mögliche Risikofaktoren dokumentiert. Die häufigsten dokumentierten Risikofaktoren waren Adipositas in 48% der Fälle (n=256) und Nikotinabusus bei 35% (n=186). Im Patientenkollektiv wurde des Weiteren bei 28,4% der Patienten (n=151) ein Infekt im OP-Bereich dokumentiert. Lediglich 8% (n=41) der Patienten hatten keine Vorerkrankungen oder Risikofaktoren. Bei zwölf (2%) Patienten war es nur eingeschränkt möglich, valide Angaben zu den Vorerkrankungen zu erheben. Unter „sonstige“ wurden alle anderen, hier nicht separat aufgelisteten, Vorerkrankungen zusammengefasst.

	USG	OSG	USG/OSG	Summe
Adipositas	128	68	60	256
Alkohol	40	16	15	71
Art. Hypertonie	51	22	29	102
Diabetes	10	11	16	37
Gicht	8	4	5	17
Hepatitis	4	3	4	11
Infekt	41	55	55	151
Kortisontherapie	6	4	8	18
M. Sudeck	2	0	0	2
Niereninsuffizienz	1	0	0	1
Nikotin	111	50	25	186
pAVK	7	2	8	17
psych. Erkrankung	4	7	14	25
Sonstige	95	54	70	219
Tumorleiden	3	4	4	11
Summe	511	300	313	1124

Tab. 9: Risikofaktoren der Patienten bezogen auf Arthrodesen am USG, OSG und USG/OSG

**1.7 Vorerkrankungen bzw. Risikofaktoren - Primär / Revisions -
Arthrode**

Eine weitere Hypothese der vorliegenden Studie ist, dass Patienten mit Revisionsoperationen ein höheres Risiko einer verlängerten knöchernen Konsolidierung bzw. einer ausbleibenden Durchbauung haben, als das Patientenkollektiv die erstmalig zu einer operativen Versteifung des Sprunggelenkes kommen, d.h. die Patienten mit Revisionsoperation stellen eine negative Selektion mit einer höheren Anzahl an Risikofaktoren dar. Hierbei sollen Vorerkrankungen und Risikofaktoren, jeweils im Bezug zur Arthrode dargestellt werden. Es werden Patienten mit primärer Arthrode mit dem Kollektiv verglichen, bei denen eine Revisionsarthrode erforderlich wurde.

In dem Patientenkollektiv die sich zum Ersteingriff vorstellten (n=371; 70%) wurden insgesamt 732 mögliche Risikofaktoren dokumentiert (Tab. 10).

	USG	OSG	USG/OSG	Summe
Adipositas	81	50	39	170
Alkohol	25	11	10	46
Art. Hypertonie	28	19	18	65
Diabetes	7	8	11	26
Gicht	4	3	3	10
Hepatitis	2	1	1	4
Infekt	23	35	32	90
Kortisontherapie	6	4	3	13
M. Sudeck	2	0	0	2
Niereninsuffizienz	1	0	0	1
Nikotin	71	38	14	123
pAVK	4	0	8	12
psych. Erkrankung	2	5	4	11
sonstige	64	48	39	151
Tumorleiden	2	3	3	8
Summe	322	225	185	732

Tab. 10: Risikofaktoren der Patienten mit Primärarthrosen am USG, OSG und USG/OSG

Bei den Revisionsarthrodesen (n=160; 30%) konnten 392 Risikofaktoren dokumentiert werden (Tab. 11)

	USG	OSG	USG + OSG	Summe
Adipositas	47	18	21	86
Alkohol	15	5	5	25
Art. Hypertonie	23	3	11	37
Diabetes	3	3	5	11
Gicht	4	1	2	7
Hepatitis	2	2	3	7
Infekt	18	20	23	61
Kortisontherapie	0	0	5	5
M. Sudeck	0	0	0	0
Niereninsuffizienz	0	0	0	0
Nikotin	40	12	11	63
pAVK	3	2	0	5
psych. Erkrankung	2	2	10	14
sonstige	31	6	31	68
Tumorleiden	1	1	1	3
Summe	189	75	128	392

Tab. 11: Risikofaktoren der Patienten mit Revisionsarthrodesen am USG, OSG und USG/OSG

2 Unteres Sprunggelenk (USG)

Im Bereich des USG fanden insgesamt 267 Versteifungsoperationen an 214 verschiedenen Patienten statt. Auf Grund von unvollständigen Patientendaten konnte nicht bei allen Operationen eine zur Beurteilung des Durchbaus, des AOFAS Scores und des SF-36 Scores, ausreichende Nachsorge erstellt werden. Hierauf wird im Einzelnen jeweils vor dem entsprechenden Kapitel eingegangen. Darüber hinaus befanden sich zwölf Patienten zum Zeitpunkt der Datenauswertung in der laufenden Nachsorge, d.h. die Behandlung war noch nicht vollständig abgeschlossen. Deshalb variieren die Bezugswerte im Folgenden, je nach Verfügbarkeit der Daten des dazugehörigen Abschnitts.

2.1 Vergleich Ersteingriff vs. Revisionseingriff der Arthrodesen am USG

Im Folgenden wurden primäre Arthrodesen im Vergleich zu Revisionsarthrodesen anhand unterschiedlicher Ergebniskriterien untersucht. Die beiden Gruppen beinhalten 267 verschiedene Operationen, bei denen die Primärarthrodesen deutlich überwiegen (n=181).

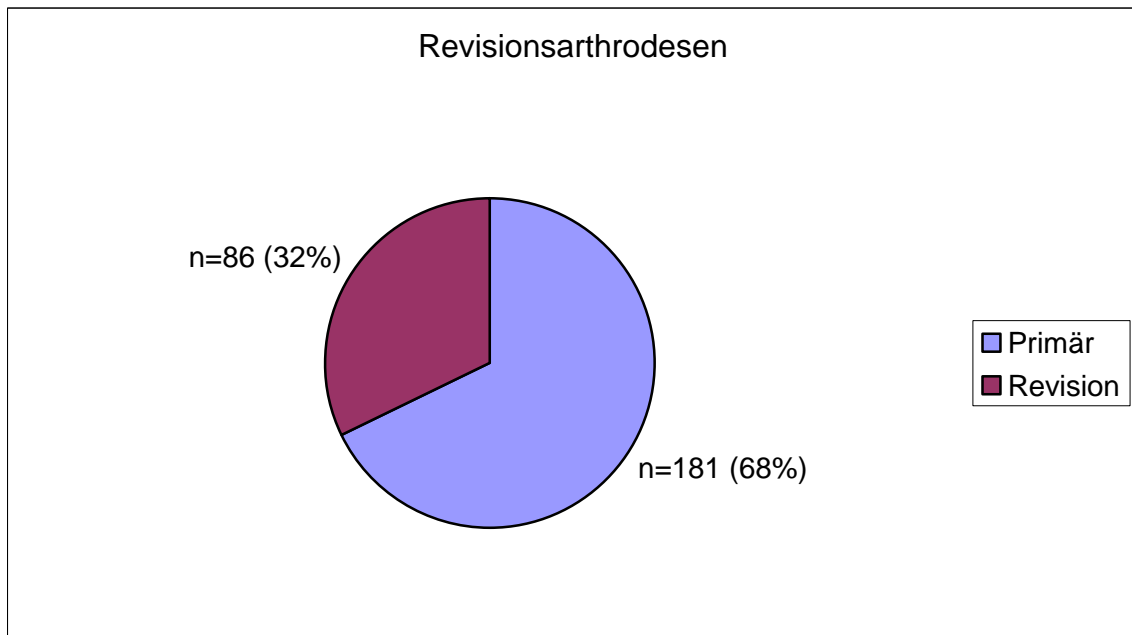


Abb. 13: Verteilung der Revisions- und Primärarthrodesen am USG (n=267)

2.1.1 Durchbau

Die Durchbausituation ist der wichtigste Ergebnisparameter einer Arthrodesen. Bleibt er aus, kann die Arthrodesen kein zufriedenstellendes funktionelles Ergebnis bieten. Beim Durchbau wurde einerseits verglichen, ob Unterschiede im Erfolg der knöchernen Konsolidierung zwischen Primär- und Sekundärarthrodesen existieren, andererseits wurden bei den konsolidierten Arthrodesen die Durchbauzeiten analysiert. Hier konnten 237 USG Arthrodesen mit vollständigem Follow Up aufgeführt werden. Diese unterteilten sich in 165 (70%) primäre und 72 (30%) Revisions - Arthrodesen.

Die Pseudarthrosenraten der beiden Gruppen unterschieden sich marginal: 23,6% der Primärarthrodesen zeigten eine fehlende Konsolidierung, 75,8% waren erfolgreich konsolidiert und bei 0,6% war der knöcherne Durchbau fraglich.

Die Revisionsarthrodesen wiesen mit 23,6 % nicht durchbauten, 76,4% sicher durchbauten und keinen fraglichen Konsolidierungen beinahe die selben Werte auf (Tab. 12).

	nicht durchbaut	durchbaut	fraglich	Summe
Primäreingriff	39 (23,6%)	125 (75,8%)	1 (0,6%)	165
Revisionseingriff	17 (23,6%)	55(76,4%)	0 (0%)	72

Tab. 12: Durchbauraten der USG-Arthrodesen, verteilt auf Primär- und Revisionseingriffe

Die Mittelwerte der Konsolidierungszeiten unterschieden sich deutlich zwischen Primär- und Revisionsarthrodesen. Nach einer stattgehabten, fehlgeschlagenen Arthrodesese des USG verlängerte sich bei unserem Patientenkollektiv beim Revisionseingriff die postoperative Konsolidierungszeit signifikant um durchschnittlich 1,5 Monate ($p = 0,049$).

Bei $n=125$ durchbauten Primäreingriffen ergab sich im Mittel eine Konsolidierungszeit von $6,6 \pm 6,0$ Monaten. Hingegen benötigten Revisionseingriffe ($n=55$) $8,1 \pm 7,9$ Monate.

Da nicht alle Durchbauzeiten ermittelt werden konnten, erscheinen in der Auswertung insgesamt 178, anstatt 180 konsolidierte Arthrodesen.

Die folgende Grafik (Abb. 14) veranschaulicht die Durchbausituation der 178 Arthrodesen in Relation zur benötigten Zeit in einer umgekehrten Kaplan-Meier Kurve (1- Überleben).

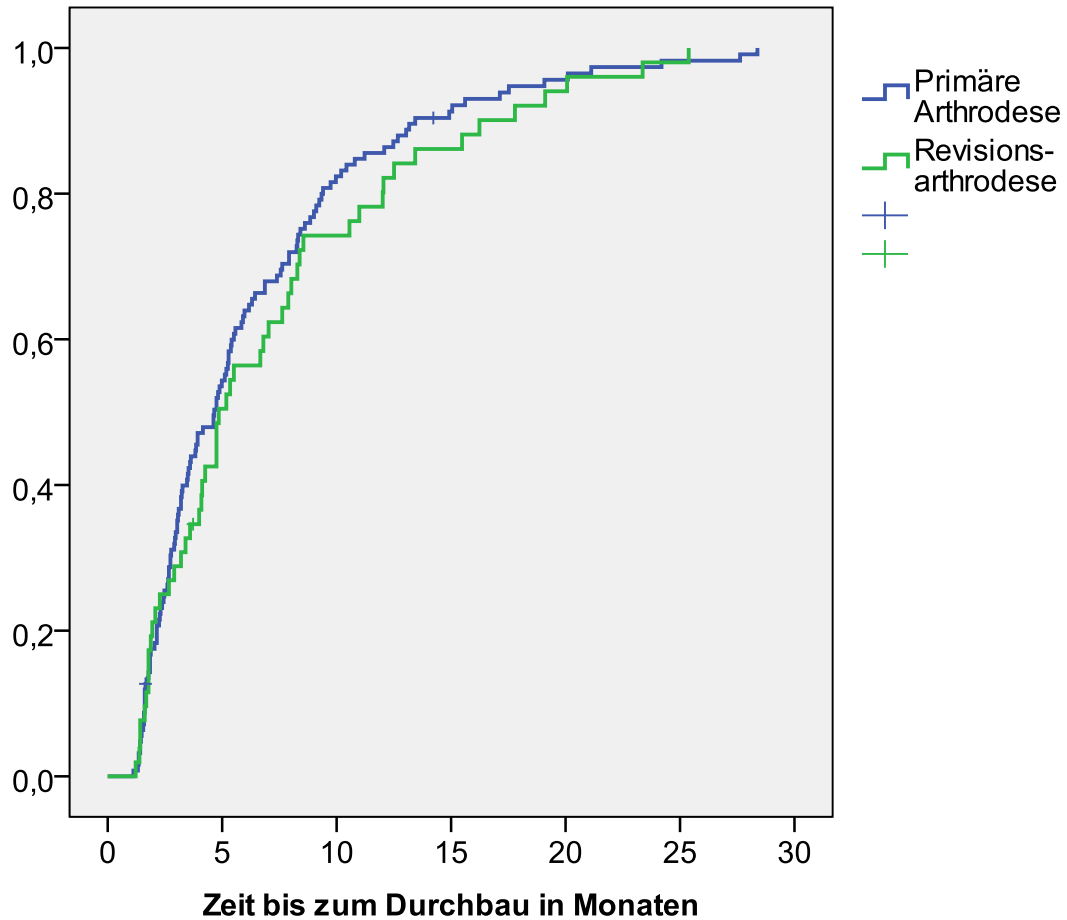


Abb. 14: Vergleich der Durchbausituation von Primär- und Revisionseingriffen am USG

2.1.2 AOFAS Hindfoot Score und die Visuelle Analoge Schmerzskala

Um einen quantitativen Vergleich der Arthrodesen zu erstellen wurde als Messinstrument unter anderem der AOFAS hindfoot Score gewählt und zusätzlich die Schmerzen in Ruhe und unter Belastung anhand der VAS erhoben. Zur Auswertung des AOFAS hindfoot Scores lagen uns im Bereich des USG 174 Fragebögen vor, von denen 54 (31%) den Revisionsarthrodesen zuzurechnen sind und 120 (69%) den primären Arthrodesen.

Die Differenz im AOFAS hindfoot Score zwischen Revisions- und Primärarthrodesen lag im Mittel bei 2,68 Punkten. Folglich schlossen die Revisionsarthrodesen in diesem Vergleich etwas schlechter ab.

Innerhalb der Schmerzskala, bei der 159 verschiedene Angaben vorlagen (112 primäre (70%) und 47 sekundäre (30%)) fielen insbesondere die Unterschiede zwischen Belastungsschmerzen und Ruheschmerzen auf.

Während sich die Schmerzen in Ruhe kaum voneinander unterschieden, bestand eine statistisch signifikante Differenz zu Gunsten der primären Arthrodesen im Bereich der belastungsabhängigen Schmerzen (-0,82 Punkte auf der VAS; $p = 0,04$).

		Summe	Mittelwert	Std. Abweichung	Sig. (p=)
AOFAS	Primäreingriff	120	48,98	19,9	
	Revisionseingriff	54	46,30	16,8	
VAS Ruhe	Primäreingriff	112	3,58	2,6	
	Revisionseingriff	47	3,64	2,1	
VAS Belastung	Primäreingriff	112	6,75	2,5	0,042
	Revisionseingriff	47	7,57	1,7	

Tab. 13: Vergleich Primär- und Revisionseingriffe bzgl. AOFAS und VAS am USG

Der folgende Boxplot (Abb. 15) veranschaulicht die Unterschiede der VAS in Ruhe und unter Belastung und erlaubt einen Vergleich zwischen Primär- und Revisionsarthrodese.

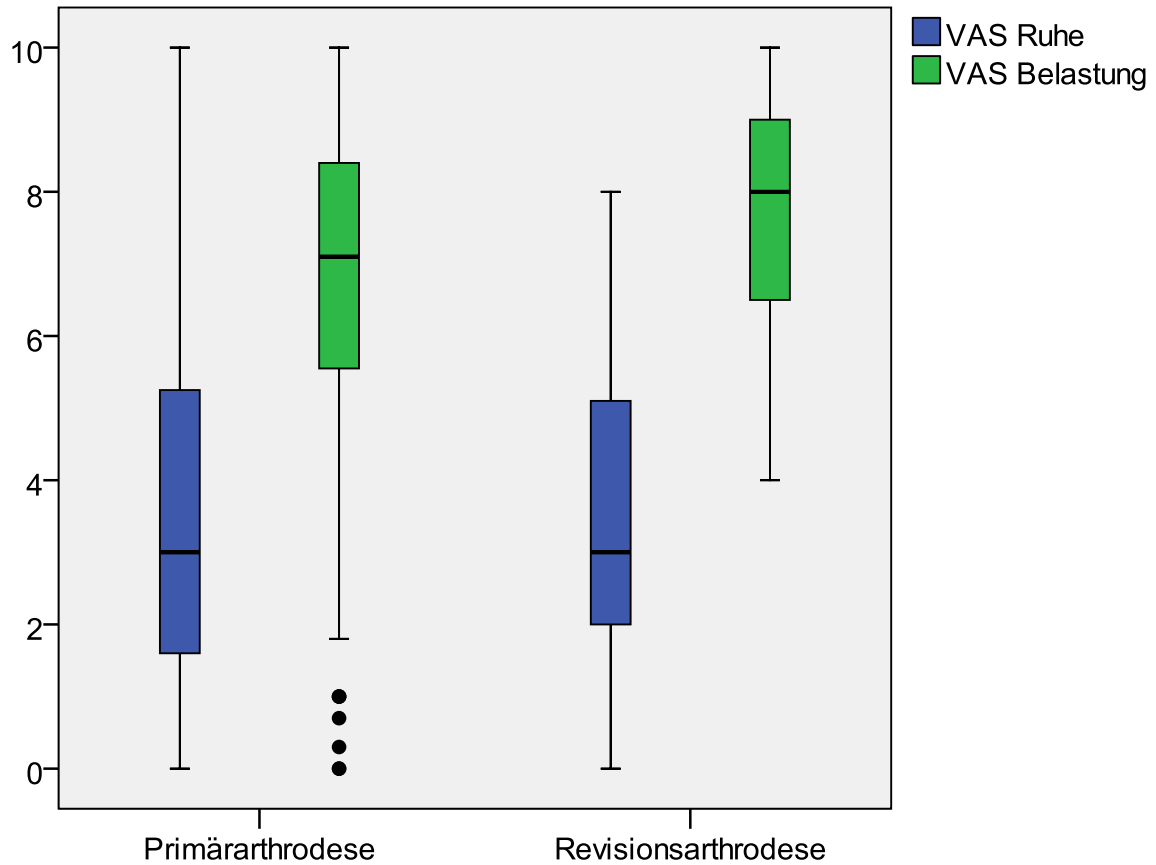


Abb. 15: Boxplot – VAS in Ruhe und unter Belastung – Primär und Revision USG (p=0,042)

2.1.3 SF-36

Beim SF-36 Score standen 135 vollständig ausgefüllte und 147 nicht vollständig ausgefüllte Fragebögen zum statistischen Vergleich zur Verfügung. Diese verteilten sich auf 93 (69%) primäre und 42 (31%) Revisions- bzw. 99 (67%) primäre und 48 (33%) Revisionsarthrodesen. Da nicht alle Fragebögen korrekt ausgefüllt wurden, konnten diese nur in einzelnen Dimensionen des SF-36 Scores in die Auswertung mit einbezogen werden.

Bei der Auswertung der Fragebögen ist es möglich, außer den Gesamt Score auch die einzelnen Kategorien des Fragebogens miteinander zu vergleichen. Hier wurden die Unterschiede der beiden Gruppen besonders deutlich. Die Revisionsarthrodesen zeigten bei

den physischen Aspekten klare negative Unterschiede zu den primären Arthrodesen auf. Diese fielen bei den Kategorien Physical Function ($p=0,013$), Body Pain($p=0,045$), General Health ($p=0,036$) und Physical Health ($p=0,037$) so stark ins Gewicht, dass sich jeweils ein statistisch signifikanter Unterschied ausbildete.

Das Outcome der anderen Kategorien wurde in unserer Studie durch den Zustand einer Revisionsarthrodese auch verschlechtert, jedoch nicht in einem Ausmaß, dass sich eine statistische Signifikanz ausbildete. Generell schnitt die Gruppe der Primäreingriffe in jeder Kategorie besser ab als die der Revisionen. Somit ergab sich eine Gesamtdifferenz im „Total Score“ von 6,36 Punkten zu Gunsten der Primärarthrodesen.

		Summe	Mittelwert	Std. Abweichung	Sig.(p=)
Physical Function	Primäreingriff	99	41,11	25,1	0,013
	Revisionseingriff	48	31,15	15,3	
Role Physical	Primäreingriff	98	27,04	38,1	
	Revisionseingriff	43	16,28	33,1	
Body Pain	Primäreingriff	99	40,28	24,6	0,045
	Revisionseingriff	47	32,49	14,1	
General Health	Primäreingriff	95	50,29	21,0	0,036
	Revisionseingriff	47	42,72	17,9	
Vitality	Primäreingriff	96	45,05	22,4	
	Revisionseingriff	46	42,93	17,2	
Social Functioning	Primäreingriff	96	64,71	26,5	
	Revisionseingriff	47	57,18	26,8	
Role Emotional	Primäreingriff	97	59,79	45,1	
	Revisionseingriff	44	52,27	47,9	
Mental Health	Primäreingriff	96	60,29	22,0	
	Revisionseingriff	45	56,09	22,1	
Physical Health	Primäreingriff	93	41,19	21,3	0,037
	Revisionseingriff	42	33,57	14,4	
Psychic Health	Primäreingriff	93	55,98	22,8	
	Revisionseingriff	43	50,72	20,0	
Total Score SF-36	Primäreingriff	93	48,88	21,5	
	Revisionseingriff	42	42,52	15,9	

Tab. 14: Vergleich Primär- und Revisionseingriff SF – 36, USG

2.2 Auswirkung Summe Risikofaktoren

Eine der Hypothesen dieser Studie ist, dass sich bestimmte Risikofaktoren negativ auf die Arthrodesen auswirken. In dieser Auswertung wurden die Summen der fünf „harten“ Risikofaktoren der einzelnen Patienten bei den verschiedenen Operationen erhoben. Diese wurden dann hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die folgenden Kriterien analysiert.

2.2.1 Durchbau

Bei den 237 betrachteten Arthrodesen (sowohl Revisions- als auch Primärarthrodesen) blieb bei 56 (24%) der knöchernen Durchbau aus. Bei 180 (76%) Operationen konnte die Nachsorge mit einer gesichert konsolidierten Arthrodesen abgeschlossen werden. Eine Arthrodesen wurde hinsichtlich ihrer Konsolidierung als unsicher betrachtet und wird in dieser Auswertung nicht berücksichtigt. Die Daten zeigten einen statistisch signifikanten Zusammenhang ($p = 0,02$) zwischen der Summe an Risikofaktoren und dem Ausbleiben der Konsolidierung. Die Differenz bei den durchbauten Arthrodesen zu den nicht durchbauten betrug im Durchschnitt 0,33 Risikofaktoren. Bei 180 durchbauten Arthrodesen wurden durchschnittlich $1,17 \pm 0,9$ Risikofaktoren erhoben, bei den 56 Arthrodesen mit ausgebliebenem Durchbau $1,5 \pm 0,9$.

Folgende Tabelle (Tab. 15) veranschaulicht die Durchbauraten in Bezug zur Summe an Risikofaktoren und zeigt die dazugehörigen Odds Ratios, als Assoziationsmaß zur jeweiligen Risikogruppe.

Summe RF	Nicht Durchbaut	Durchbaut	Summe	Rate in %	Odds(0)
0	6	44	50	88,00	-
1	24	74	98	75,51	2,38
2	19	51	70	72,86	2,73
3	6	8	14	57,14	5,5
4	1	3	4	75,00	-
5	-	-	-	-	-

Tab. 15: Durchbauraten und Odds Ratios in Abhängigkeit der Summe an Risikofaktoren am USG

Hieraus ergibt sich ein Zusammenhang zwischen dem Ausbleiben der knöchernen Konsolidierung und der Anzahl an Risikofaktoren. Patienten mit drei Risikofaktoren haben eine bis zu 5,5 fach erhöhte Odds Ratio für das Ausbleiben der knöchernen Konsolidierung.

Auch auf die Durchbauzeiten wirkten sich die Risikofaktoren in Summe negativ aus. Dies wird anhand der ansteigenden Kaplan – Meier Kurven (1-Überleben) deutlich (Abb. 16). Da in unserem Patientenkollektiv nur vier Arthrodesenoperationen im USG mit insgesamt vier Risikofaktoren durchgeführt wurden, wird auf eine grafische Darstellung verzichtet.

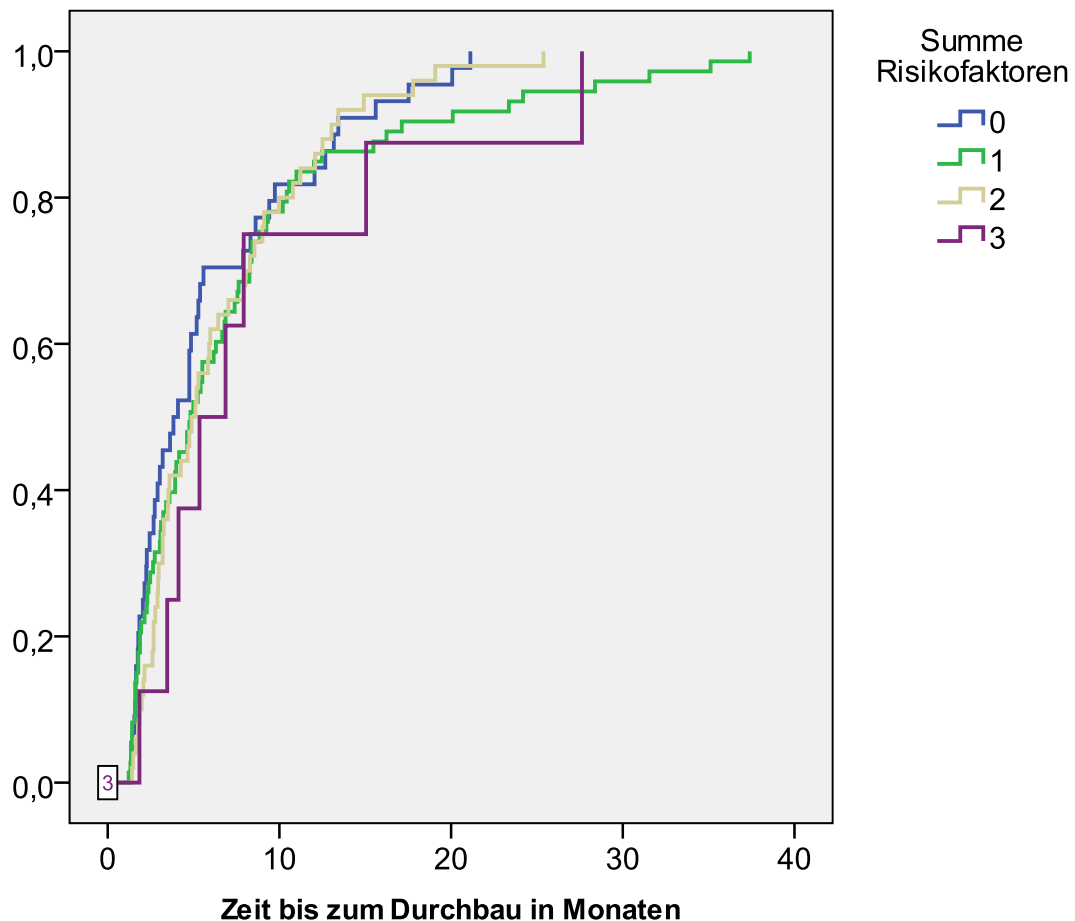


Abb. 16: Vergleich der Durchbausituation bezüglich der Anzahl an Risikofaktoren am USG

2.3 Auswirkung einzelner Risikofaktoren

Es ist davon auszugehen, dass sich die einzelnen Risikofaktoren unterschiedlich stark auf den Erfolg der Arthrodesen auswirken. Um diesen Sachverhalt genauer bestimmen zu können, wurde im Folgenden jeweils der einzelne Risikofaktor bezüglich seiner Auswirkung auf die knöchernen Konsolidierung und die Zeit bis zum Eintritt der Konsolidierung dargestellt.

2.3.1 Durchbau

Tab. 16 zeigt, dass sich die Durchbauraten der Patienten mit verschiedenen Risikofaktoren deutlich unterscheiden. Besonders Infekte zeigen einen starken Einfluss auf die Arthrodese im Gegensatz zu risikofreien Patienten. Die Odds Ratio hinsichtlich des Ausbleibens der knöchernen Konsolidierung beträgt hier 4,33, d.h. Patienten mit Infektgeschehen leiden bis zu 4,33 mal häufiger an einer Pseudarthrose als Patienten ohne die unten genannten Risikofaktoren.

	Nicht Durchbaut	Durchbaut	Summe	Rate in %	Odds(keine)
Infekt	13	22	35	62,86	4,33
Nikotin	27	68	95	71,58	2,97
Adipositas	32	81	113	71,68	2,93
Diabetes	3	14	17	82,35	1,57
Alkohol	9	27	36	75,00	2,44
keine	6	44	50	88,00	-

Tab. 16: Durchbauraten und Odds Ratios in Abhängigkeit einzelner Risikofaktoren am USG

Bestimmte sich negativ auf die Durchbaurate auswirkende Faktoren wirken sich auch negativ auf die Konsolidierungszeiten aus. Folgende Grafik (Abb. 17) zeigt die Konsolidierungsverläufe, abhängig von der Zeit, in aufsteigenden Kaplan – Meier Kurven (1-Überleben). Die einzelnen Risikofaktoren sind jeweils gegen das Patientenkollektiv ohne Risikofaktoren aufgetragen. Da unser Kollektiv zu einem großen Teil aus berufsgenossenschaftlich Versicherten besteht, wurde hierbei zusätzlich der Versicherungsstatus der Patienten berücksichtigt. Daraus wurde eine einzelne Grafik erstellt, die zwischen BG- und Privat bzw. Kassen – Patienten unterscheidet.

Am deutlichsten wird auch hier der Unterschied zwischen Patienten mit Infektgeschehen und risikofreien Patienten.

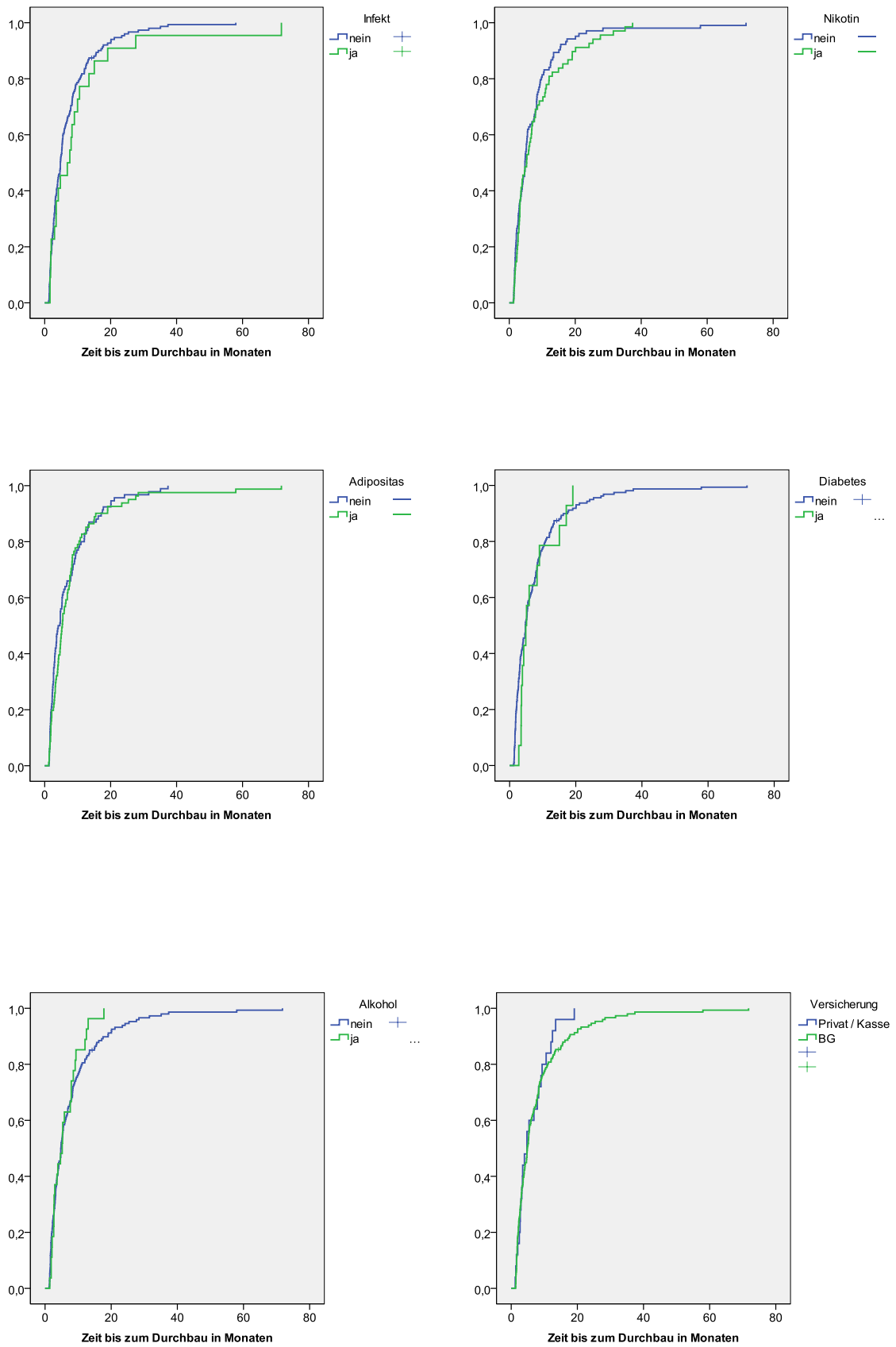


Abb. 17: Vergleich des Durchbaus bezüglich verschiedener Risikofaktoren am USG

2.3.2 Funktionelles Outcome Kostenträger (BG vs. Privat/Kasse)

Tab. 17 zeigt den Vergleich des funktionellen Ergebnisses anhand des AOFAS-hindfoot Scores zwischen BG-Patienten und Privat/Kassen-Versicherten. Hier ergab sich ein statistisch signifikanter Unterschied zu Gunsten der Privat/Kassen-Versicherten.

		Summe	Mittelwert	Std. Abweichung	Sig. (p=)
AOFAS	BG	131	46,53	19,2	0,032
	Privat/Kasse	30	55,,30	18,6	

Tab. 17: Vergleich Kostenträger USG - AOFAS

Auch bei der Auswertung des SF-36 Scores schnitten Privat/Kassen – Patienten konstant besser ab. In den Bereichen „Physical Function“ und „Role Physical“ statistisch signifikant, sodass sich zusammengefasst ein deutlich besserer „Total Score“ ergab. Tab. 18 gibt einen Überblick über die einzelnen Dimensionen

		Summe	Mittelwert	Std. Abweichung	Slg.(p=)
Physical Function	BG	127	35,28	22,3	0,025
	Privat/Kasse	28	46,07	25,0	
Role Physical	BG	121	19,21	33,0	0,037
	Privat/Kasse	28	34,82	44,3	
Body Pain	BG	126	43,00	21,6	
	Privat/Kasse	28	32,49	25,1	
General Health	BG	122	48,00	20,5	
	Privat/Kasse	27	46,56	18,5	
Vitality	BG	122	43,11	20,9	
	Privat/Kasse	27	49,44	21,5	
Social Functioning	BG	123	61,08	27,0	
	Privat/Kasse	27	63,43	28,8	
Role Emotional	BG	121	53,44	46,4	
	Privat/Kasse	28	66,67	44,4	
Mental Health	BG	121	60,29	22,6	
	Privat/Kasse	27	64,00	20,2	
Physical Health	BG	115	36,65	18,9	
	Privat/Kasse	27	44,66	22,1	
Psychic Health	BG	116	52,89	22,0	
	Privat/Kasse	27	58,51	23,2	
Total Score SF-36	BG	115	44,81	19,6	
	Privat/Kasse	27	52,50	12,2	

Tab. 18: Vergleich Kostenträger USG, SF - 36

Trotz des schlechteren Abschneidens der BG Patienten würden 87 (66%) Patienten wieder eine Arthrodesse durchführen lassen, 30 (23%) Patienten würden sie ablehnen und 14 (11%) Patienten machten hierzu keine Angaben. Dennoch ergaben sich auch hier bessere Ergebnisse bei Privat/Kassen – Patienten.

24 (80%) Privat/Kasse – Versicherte gaben an diese Operation noch einmal durchführen zu lassen, drei (10%) Patienten würden sie ablehnen und drei Patienten machten hierzu keine Angaben.

3 Oberes Sprunggelenk (OSG)

Die Versteifung des OSG als separates Kompartiment ist trotz bestehender Prothesenoptionen ein häufig durchgeführter Eingriff. In unserem Patientenkollektiv konnten insgesamt 133 Arthrodesen am OSG erhoben werden. Diese Operationen fanden an 118 Patienten statt. Aus verschiedenen Gründen konnte nicht bei allen Patienten eine lückenlose Nachuntersuchung und Betreuung dokumentiert werden. Sieben Patienten wurden deshalb im Verlauf als „lost to follow up“ gekennzeichnet, neun befinden sich noch in der laufenden Nachsorge. Deshalb bestehen Abweichungen in der folgenden Auswertung von der Gesamtanzahl an OSG-Arthrodesen.

3.1 Vergleich Ersteingriff vs. Revisionseingriff der Arthrodesen am OSG

Auch im Bereich des OSG ist das Ausbleiben der knöchernen Konsolidierung eines der Hauptrisiken nach Versorgung durch eine Arthrodesen. Im Folgenden werden Primär- und Revisionsarthrodesen unter verschiedenen Gesichtspunkten analysiert und verglichen. Die Anzahl der primären Arthrodesen überwiegt hier deutlich (n=106; 80%).

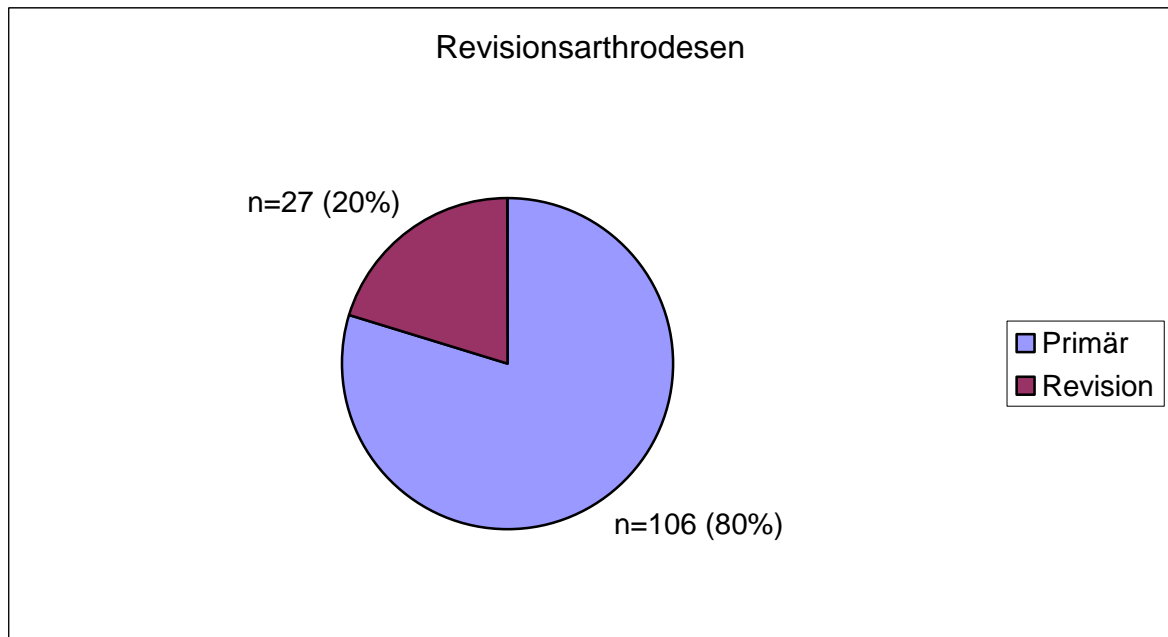


Abb. 18: Verteilung der Revisions- und Primärarthrodesen am OSG (n=133)

3.1.1 Durchbau

Neben der Durchbauzeit wird der knöcherne Durchbau als zentraler Parameter für den Erfolg einer Arthrodesese angesehen. Es konnten zur Auswertung 117 Arthrodesen mit vollständiger Nachsorge herangezogen werden. Diese unterteilten sich in 93 (79%) primäre und 24 (21%) Revisionsarthrodesen.

	nicht durchbaut	durchbaut	fraglich	Summe
Primäreingriff	18 (19,4%)	75 (80,6%)	0 (0%)	93
Revisionseingriff	6 (25,0%)	18 (75,0%)	0 (0%)	24

Tab. 19: Durchbauraten der OSG-Arthrodesen, verteilt auf Primär- und Revisionseingriffe

Die Konsolidierungsraten unterschieden sich zwischen den Gruppen. Im Bereich der Primäreingriffe lag die Konsolidierungsrate bei 80,6%, bei den Revisionseingriffen bei 75,0%. Bei Betrachtung der Konsolidierungszeiten der 93 erfolgreichen Arthrodesen fiel auch im OSG ein relativ großer Unterschied der Mittelwerte zwischen primären und

Revisionseingriffen auf. Primäreingriffe (n=75) benötigten im Mittel $11,4 \pm 8,1$ Monate. Revisionsoperationen (n=18) benötigten hingegen $13,7 \pm 10,1$ Monate. Der knöcherne Durchbau trat bei Patienten nach einer Revisionsoperation durchschnittlich 2,3 Monate später ein. Jedoch ergab sich auf Grund der hohen Standardabweichung keine statistische Signifikanz.

Die verzögerte Konsolidierung der Revisionsarthrodesen nach abgeschlossener Behandlung wird auch in der folgenden Grafik (Abb. 19) deutlich. In aufsteigenden Kaplan – Meier Kurven (1-Überleben) wurden 75 primäre Arthrodesen gegen 18 Revisionseingriffe aufgetragen.

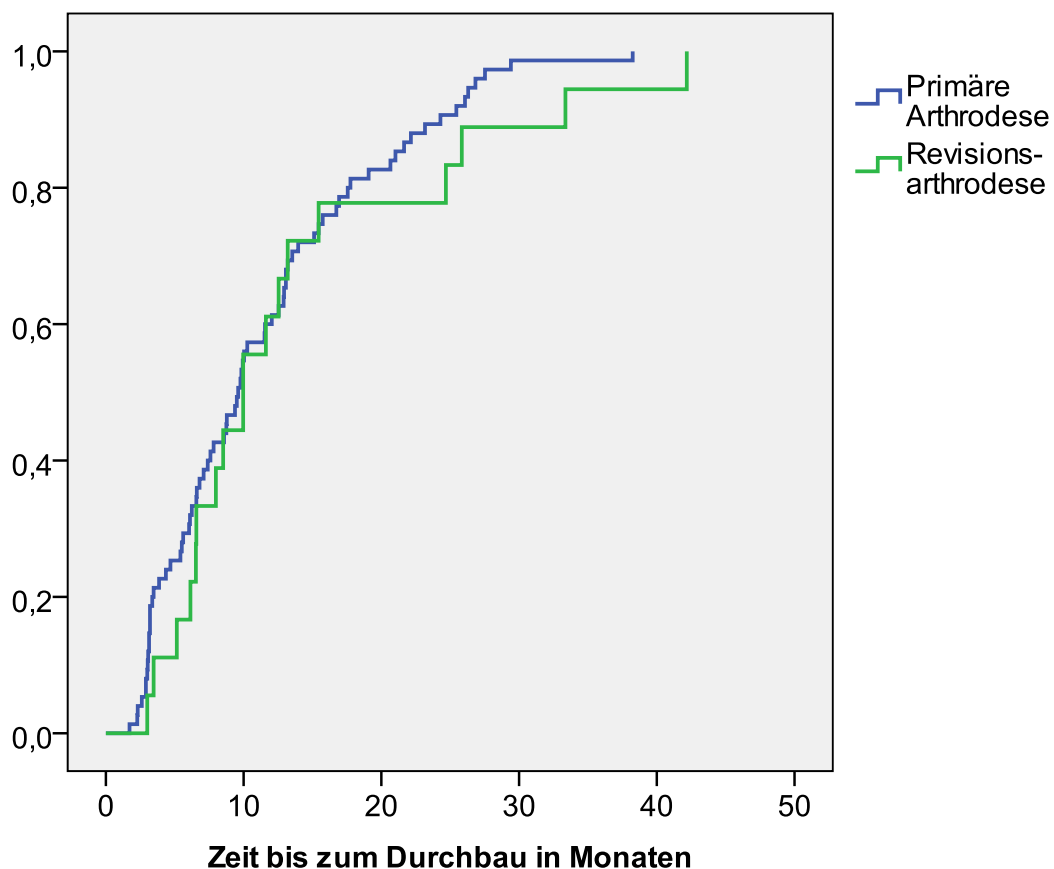


Abb. 19: Vergleich der Durchbausituation von Primär- und Revisionseingriffen am OSG

3.1.2 AOFAS Hindfoot Score und die Visuelle Analoge Schmerzskala

Der AOFAS-Score ist auch auf das OSG anzuwenden. Zur Auswertung kamen 60 Fragebögen, davon 50 (83%) Primäreingriffe und zehn (17%) Revisionen. Bei der Beurteilung der VAS konnten 58 Angaben ausgewertet werden. Diese teilten sich 49 (84%) primäre und neun (16%) Revisionseingriffe auf. Unterschiede wurden nur beim AOFAS Score beobachtet. Primäreingriffe erreichten einen Mittelwert von 51,46 Punkten. Hier betrug die Differenz im Mittel 3,96 Punkte zu den Revisionen, die 47,50 Punkte erreichten.

Die VAS der beiden Gruppen war annähernd gleich und betrug bei den Primäreingriffen im Mittel 3,73 in Ruhe und 6,33 unter Belastung.

		Summe	Mittelwert	Std. Abweichung	Sig. (p=)
AOFAS	Primäreingriff	50	51,46	21,9	
	Revisionseingriff	10	47,50	18,0	
VAS Ruhe	Primäreingriff	49	3,73	2,7	
	Revisionseingriff	9	3,34	2,2	
VAS Belastung	Primäreingriff	49	6,33	2,7	
	Revisionseingriff	9	6,34	2,4	

Tab. 20: Vergleich Primär- und Revisionseingriff bzgl. AOFAS und VAS am OSG

Der folgende Boxplot (Abb. 20) veranschaulicht die Ergebnisse der VAS in Ruhe und unter Belastung und erlaubt einen grafischen Vergleich der Schmerzen zwischen Primäreingriff und Revision.

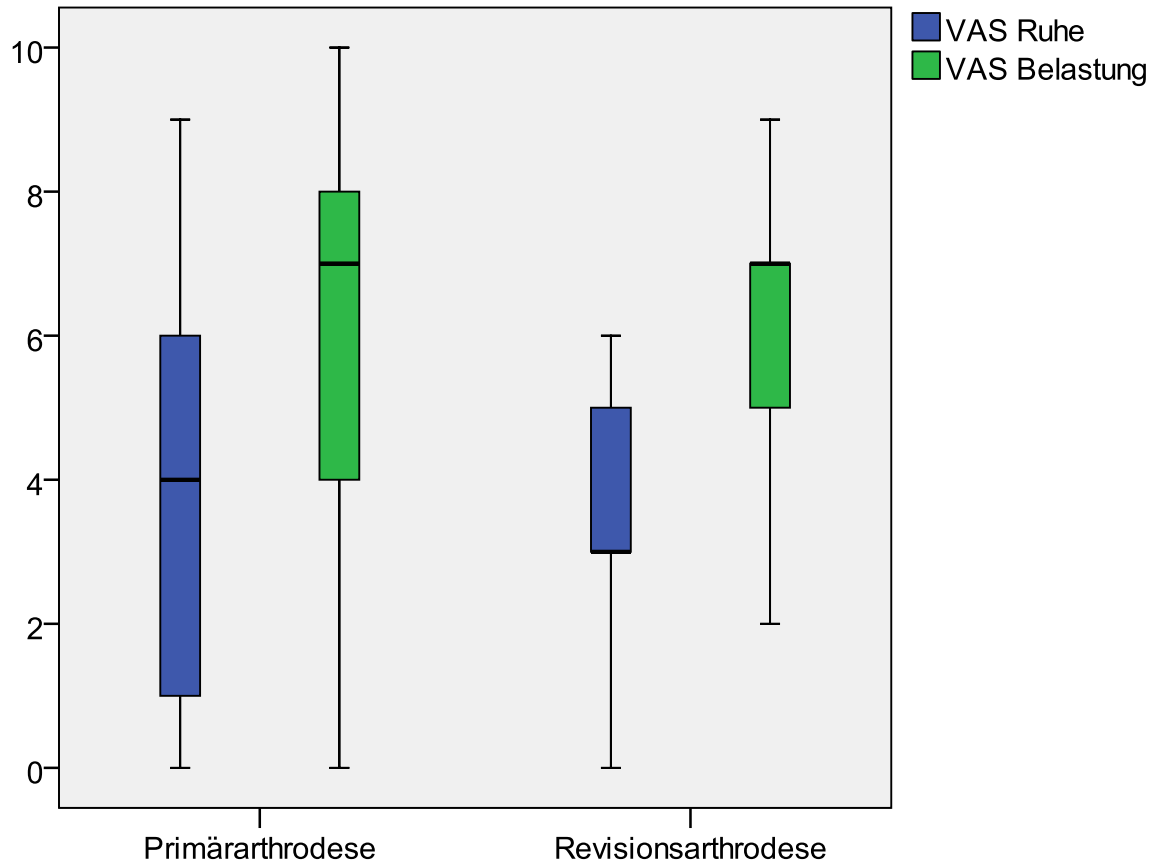


Abb. 20: Boxplot – VAS in Ruhe und unter Belastung – Primär und Revision OSG

3.1.3 SF-36

Um Aussagen über die Lebensqualität nach Versorgung der Patienten mit einer Arthrodese treffen zu können, wurde auch im Bereich des OSG eine Befragung anhand des SF-36 durchgeführt (Tab. 21). Auf Grund der zum Teil fehler- bzw. lückenhaft ausgefüllten Fragebögen variieren die vorhandenen Daten der einzelnen Kategorien zwischen 64 (n=54 prim.; 84% und n=10 Rev.; 16%) und 66 (n=56 prim.; 85% und n=10 Rev.; 15%) Angaben.

Bis auf die Kategorie General Health schnitten Patienten mit Revisionseingriffen bei der Befragung durchgehend schlechter ab. Ein signifikanter Unterschied ergab sich jedoch nur in der Kategorie Role Emotional ($p=0,037$).

		Summe	Mittelwert	Std. Abweichung	Sig.(p=)
Physical Function	Primäreingriff	56	34,38	22,8	
	Revisionseingriff	10	30,00	26,7	
Role Physical	Primäreingriff	55	24,55	37,7	
	Revisionseingriff	10	20,00	42,2	
Body Pain	Primäreingriff	56	40,53	25,5	
	Revisionseingriff	10	39,25	15,2	
General Health	Primäreingriff	55	49,18	18,7	
	Revisionseingriff	10	50,20	15,2	
Vitality	Primäreingriff	55	43,18	21,5	
	Revisionseingriff	10	43,50	16,0	
Social Functioning	Primäreingriff	55	56,14	29,0	
	Revisionseingriff	10	52,50	22,7	
Role Emotional	Primäreingriff	54	48,15	48,3	0,037
	Revisionseingriff	10	36,67	45,7	
Mental Health	Primäreingriff	55	59,56	18,5	
	Revisionseingriff	10	56,80	15,1	
Physical Health	Primäreingriff	55	38,26	21,3	
	Revisionseingriff	10	36,59	18,7	
Psychic Health	Primäreingriff	54	51,56	22,8	
	Revisionseingriff	10	47,93	18,8	
Total Score SF-36	Primäreingriff	54	44,66	22,8	
	Revisionseingriff	10	41,11	19,1	

Tab. 21: Vergleich Primär- und Revisionseingriff der USG-Arthrodesen anhand des SF – 36

3.2 Auswirkung Summe Risikofaktoren

Im folgenden Kapitel wurde die Summe an Risikofaktoren, die in Verdacht stehen die Arthrodesese negativ zu beeinflussen, erhoben. Patienten konnten somit höchstens mit fünf Risikofaktoren gleichzeitig bewertet werden. Dieser Umstand kam in unserem Patientenkollektiv allerdings nicht vor, sodass für den knöchernen Durchbau und die Durchbauzeit Patienten mit einem Risiko zwischen null und vier Risikofaktoren eingestuft wurden.

3.2.1 Durchbau

Eine vollständige Nachsorge konnte bei 117 Arthrodesen nachvollzogen werden. Von diesen wiesen 24 (21%) einen ausbleibenden Durchbau auf. Im Mittel hatten Patienten mit Pseudarthrose $1,96 \pm 0,9$ Risikofaktoren. Im Gegensatz zu Patienten mit erfolgreich konsolidierter Arthrodesese (n=93; 79%) bildete sich hier eine Differenz von 0,56 Risikofaktoren aus (p=0,017). Die Summe an durchschnittlichen Risikofaktoren betrug hier $1,4 \pm 1,0$.

Tab. 22 zeigt die Konsolidierungsraten der verschiedenen Arthrodesen des OSG bezüglich ihrer Anzahl an Risikofaktoren. Darüber hinaus gibt die Tabelle Auskunft über die Verhältnisquote (Odds Ratio) eine Pseudarthrose, auf Grund der Häufung an Risikofaktoren, zu entwickeln. Es wird deutlich, dass sich ein Zusammenhang aus ausbleibender Konsolidierung und der Anzahl an Risikofaktoren abbildet.

Bei risikofreien Patienten konnten Durchbauraten von bis zu 95% beobachtet werden. Durch eine höhere Anzahl an Risikofaktoren erhöhte sich die Chance eines ausbleibenden Durchbaus. Patienten mit einer Summe von drei Risikofaktoren hatten in unserem Kollektiv in diesem Zusammenhang eine bis zu 14 fach erhöhte Odds Ratio.

Summe RF	nicht durchbaut	durchbaut	Anzahl	Rate in %	Odds(0)
0	1	20	21	95,24	-
1	7	31	38	81,58	4,5
2	9	29	38	76,32	6,2
3	7	10	17	58,82	14,0
4	1	2	3	66,67	-
5	-	-	-	-	-

Tab. 22: Durchbauraten und Odds Ratios in Abhängigkeit der Summe an Risikofaktoren am OSG

Ein Übermaß an Risikofaktoren wirkt sich nicht nur auf den Durchbau an sich sondern auch auf die Durchbauzeiten aus. Tab. 23 zeigt den zeitlichen Verlauf von 93 erfolgreich

konsolidierten Arthrodesen in umgekehrten Kaplan – Meier Kurven (1-Überleben). In der Übersicht wird besonders durch Kurve (2) die Verzögerung des Durchbaus deutlich.

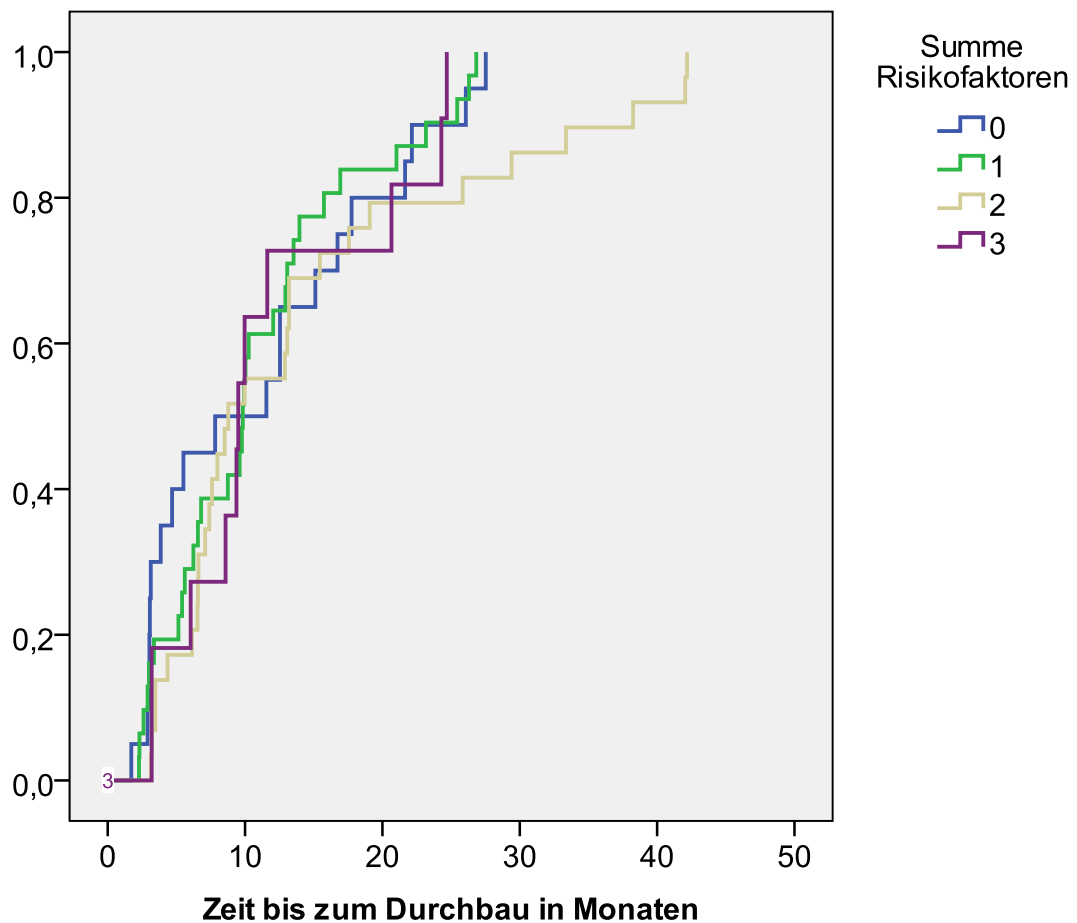


Abb. 21: Vergleich der Durchbausituation bezüglich der Anzahl an Risikofaktoren am OSG

3.3 Auswirkung einzelner Risikofaktoren

Um einzelne Risikofaktoren in ihrer Wertung benennen zu können wurde im folgenden Kapitel jeweils einer, der insgesamt fünf Risikofaktoren, mit den Konsolidierungsraten risikofreier Patienten verglichen.

3.3.1 Durchbau

Hinsichtlich der Durchbausituation wirkten sich auch im OSG vor allem Infekte schlecht auf das postoperative Ergebnis aus. Patienten hatten eine bis zu 10,6 fach höhere Chance, dass sie nach Versorgung mit einer Arthrodesen im Verlauf eine Pseudarthrose ausbilden.

Tab. 23 zeigt die Durchbauraten und dazugehörigen Odds Ratios der einzelnen Risikofaktoren.

RF	nicht durchbaut	durchbaut	Anzahl	Rate in %	Odds(keine)
Infekt	17	32	49	65,31	10,6
Nikotin	10	32	42	76,19	6,3
Adipositas	13	49	62	79,03	5,3
Diabetes	3	7	10	70,00	8,5
Alkohol	4	10	14	71,43	8,0
keine	1	20	21	95,24	-

Tab. 23: Durchbauraten und Odds Ratios in Abhängigkeit einzelner Risikofaktoren am OSG

Eine Übersicht über die Konsolidierungszeiten gibt Abb. 22. Auch hier fällt besonders der Unterschied im Verlauf zwischen risikofreien und Infektpatienten auf.

Zusätzlich wurde eine Grafik erstellt die die zeitlichen Verläufe hinsichtlich des Versicherungsstatus vergleicht. Unterschieden wurden hierbei BG Versicherte und Privat / Kassen Versicherte.

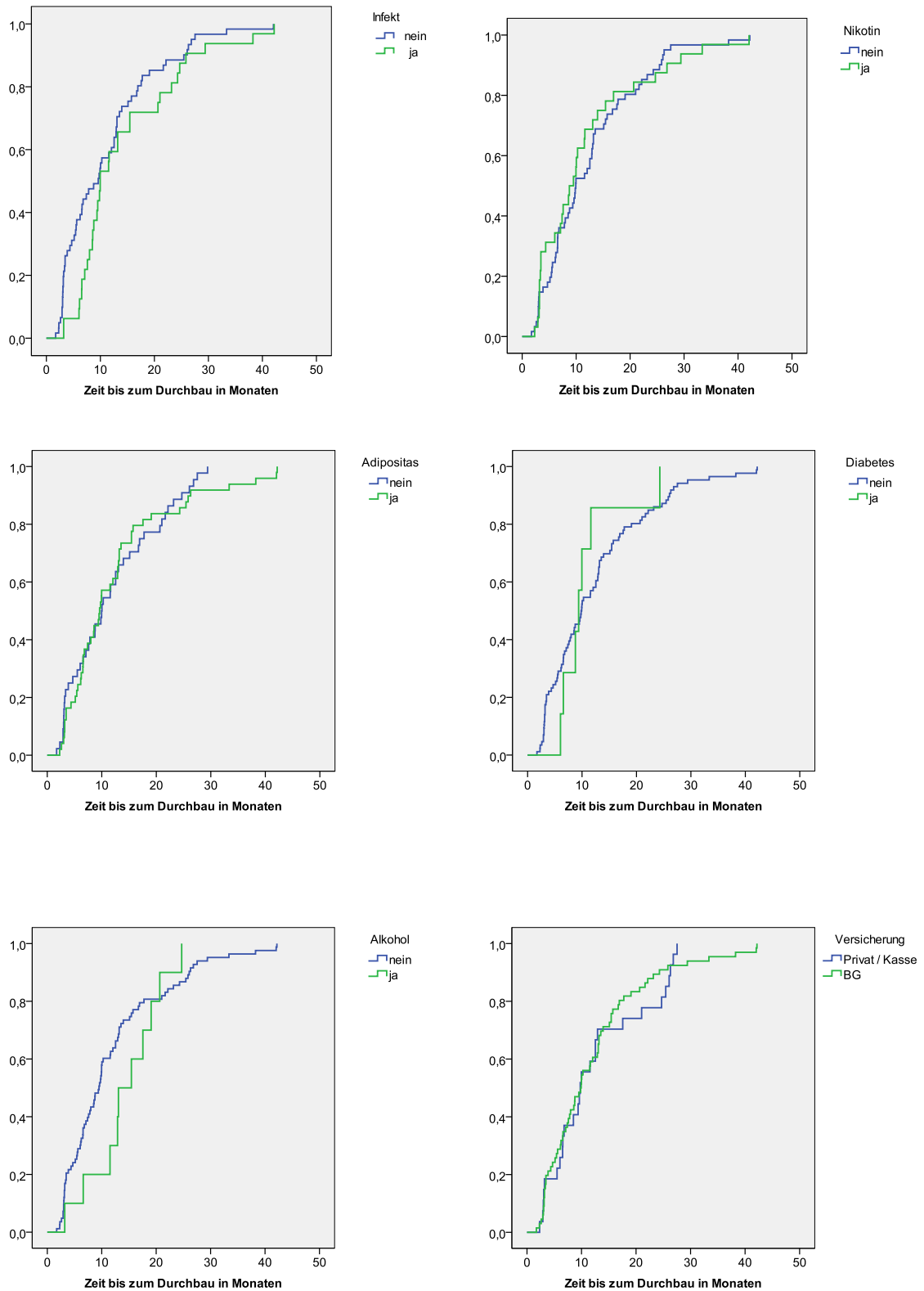


Abb. 22: Vergleich des Durchbaus bezüglich verschiedener Risikofaktoren am OSG

3.3.2 Funktionelles Outcome Kostenträger (BG vs. Privat/Kasse)

Tab. 24 zeigt den Vergleich zwischen BG- und Privat/Kassen – Versicherten hinsichtlich des funktionellen Outcomes, gemessen mit dem AOFAS-hinfoot Score. Privat/Kassen – Patienten schnitten hier deutlich besser ab.

		Summe	Mittelwert	Std. Abweichung	Sig. (p=)
AOFAS	BG	43	48,30	19,6	
	Privat/Kasse	17	57,12	24,5	

Tab. 24: Vergleich Kostenträger OSG - AOFAS

Beim Vergleich des Outcomes mit dem SF-36 Score zeigten sich nur marginale Unterschiede, diese aber zu Gunsten der Privat/Kassen – Versicherten. Tab. 25 stellt jeweils die einzelnen Dimensionen dar.

		Summe	Mittelwert	Std. Abweichung	Slg.(p=)
Physical Function	BG	57	31,49	22,4	
	Privat/Kasse	22	33,86	23,8	
Role Physical	BG	55	22,27	36,2	
	Privat/Kasse	22	21,59	39,6	
Body Pain	BG	57	37,53	22,4	
	Privat/Kasse	22	42,30	26,9	
General Health	BG	56	48,05	17,8	
	Privat/Kasse	22	48,95	17,5	
Vitality	BG	56	40,63	20,4	
	Privat/Kasse	22	41,36	22,3	
Social Functioning	BG	56	53,35	29,0	
	Privat/Kasse	22	53,40	27,7	
Role Emotional	BG	55	40,00	46,9	
	Privat/Kasse	22	40,90	46,0	
Mental Health	BG	56	56,71	19,5	
	Privat/Kasse	22	57,27	17,1	
Physical Health	BG	55	36,21	20,1	
	Privat/Kasse	22	37,61	20,3	
Psychic Health	BG	55	48,03	23,0	
	Privat/Kasse	22	48,38	19,6	
Total Score SF-36	BG	54	41,93	22,2	
	Privat/Kasse	22	42,46	20,4	

Tab. 25: Vergleich Kostenträger OSG – SF-36

31 (72%) der BG-Patienten würden wieder eine Arthrodeuse durchführen lassen, sieben (16%) Patienten würden sie ablehnen und fünf (12%) Patienten machten hierzu keine Angaben. Elf (80%) Privat/Kasse – Versicherte gaben an diese Operation noch einmal durchführen zu lassen, drei (10%) Patienten würden sie ablehnen und drei (10%) Patienten machten hierzu keine Angaben.

4 Unteres und oberes Sprunggelenk (USG/OSG)

Kombinierte Arthrodesen an USG/OSG werden häufig auf Grund komplexer Extremitätenverletzungen in der Vorgeschichte oder auf Grund von Anschlussarthrosen, nach Arthrodesen, in den benachbarten Gelenken durchgeführt. Insgesamt 131 Versteifungsoperationen konnten an 111 Patienten erfasst werden. Bei weiterer Dokumentation wurden elf als „lost to follow up“ bewertet. Weitere zehn befanden sich bei Auswertung der Ergebnisse noch in der laufenden Nachsorge und konnten nicht vollständig mit in die Studie einfließen.

4.1 Vergleich Ersteingriff vs. Revisionseingriff der Arthrodesen am USG/OSG

Anhand der in der Methodik beschriebenen Einteilung wurden 84 (64%) Arthrodesen als primär und 47 (36%) als Revisionsarthrodesen gewertet.

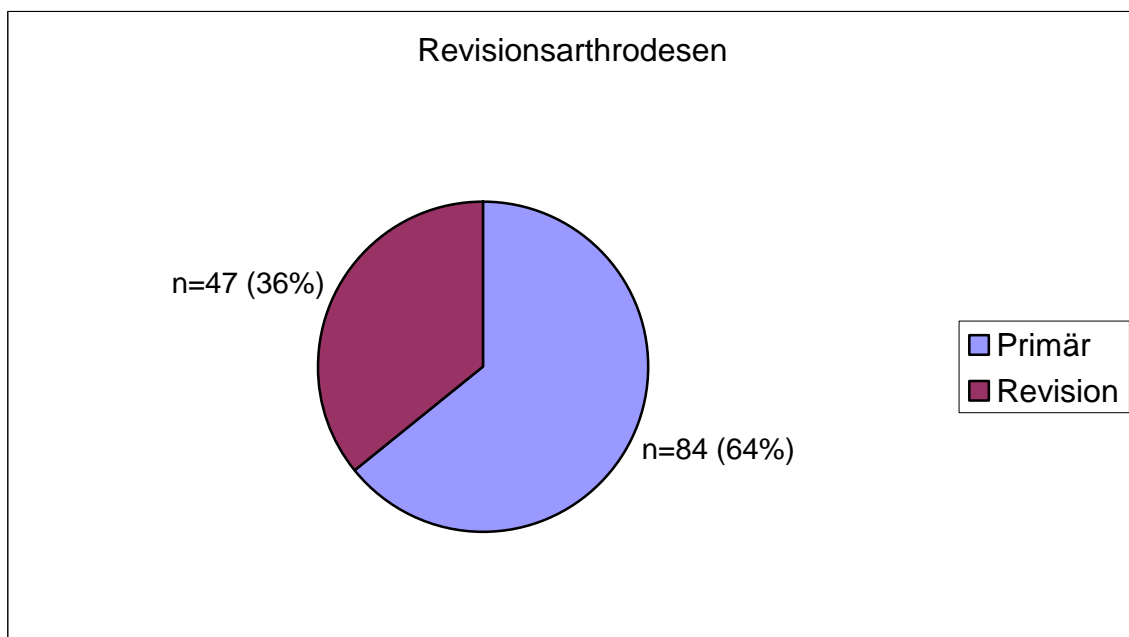


Abb. 23: Verteilung der Revisions- und Primärarthrodesen am USG/OSG (n=131)

4.1.1 Durchbau

Die Durchbauraten zwischen primären und Revisionseingriffen zeigten deutliche Unterschiede. In unserem Patientenkollektiv wiesen die Primäreingriffe (n=73) eine schlechte Durchbaurate auf (63%). Hingegen konnte bei über 70% der Revisionseingriffe (n=37) der knöcherne Durchbau nachgewiesen werden.

	nicht durchbaut	durchbaut	fraglich	Summe
Primäreingriff	27 (37,0%)	46 (63,0%)	0 (0%)	73
Revisionseingriff	10 (27,0%)	26 (70,3%)	1 (2,7%)	37

Tab. 26: Durchbauraten USG/OSG-Arthrodesen, verteilt auf Primär- und Revisionseingriffe

Auch die Durchbauzeiten schnitten im Vergleich bei den Revisionseingriffen besser ab. Die primären Arthrodesen (n=46) benötigten durchschnittlich 2,81 Monate länger um knöchern zu konsolidieren. Im Mittel benötigten Primärarthrodesen $13,0 \pm 10,2$ Monate und Revisionsarthrodesen (n=26) $10,2 \pm 10,6$ Monate.

Dieser Zusammenhang wird auch anhand der Grafik (Abb. 24) deutlich. Die USG/OSG-Revisionsarthrodesen zeigten eine schnellere knöcherne Konsolidierung als die Primärarthrodesen.

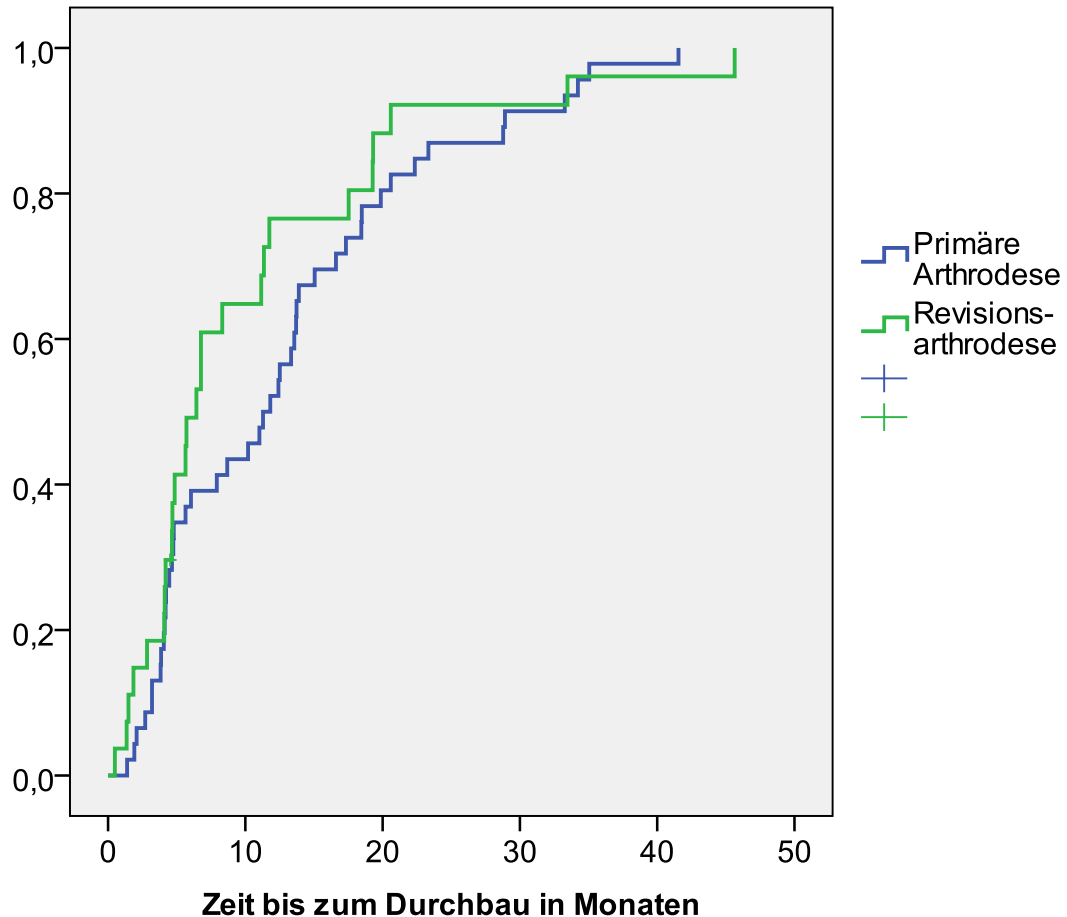


Abb. 24: Vergleich der Durchbausituation von Primär- und Revisionseingriffen am USG/OSG (Einteilung I)

Im Folgenden wurde eine weitere Unterteilung der USG/OSG Arthrodesen vorgenommen. Es wurden hierbei nur Arthrodesen berücksichtigt bei denen sicher von Anfang an beide Kompartimente versteift wurden. Außerdem wurden als Revisionseingriffe nur diejenigen angesehen, die im weiteren Verlauf eine Revision beider Gelenke innerhalb eines Eingriffes erhalten haben. Hieraus resultierten 73 (88%) Primäreingriffe und zwölf (12%) Revisionen.

Tab. 27 zeigt, dass die Revisionseingriffe wieder besser abschnitten als die Primärarthrodesen. Bei nur 63% der Primärarthrodesen konnte eine knöcherne Konsolidierung festgestellt werden.

Nach Revision der kombinierten Arthrodesen waren über 66% durchbaut. Eine Arthrodesen wurde bezüglich ihrer Durchbausituation als fraglich eingestuft.

	nicht durchbaut	durchbaut	fraglich	Summe
Primäreingriff	27 (37,0%)	46 (63,0%)	0 (0%)	73
Revisionseingriff	3 (25,0%)	8 (66,7%)	1 (28,3%)	37

Tab. 27: Durchbauraten USG/OSG Arthrodesen Primär und Revision

Nicht nur die Durchbauraten sondern auch die Zeiten bis zum Durchbau wiesen Unterschiede auf. Die Differenz betrug durchschnittlich 3,31 Monate zu Gunsten der Revisionsarthrodesen. Primäreingriffe (n=46) benötigten im Mittel $13,0 \pm 10,2$ Monate, Revisionen (n=8) $9,7 \pm 11,1$ Monate. Die verkürzte Durchbauzeit der 8 Revisionen wird zusätzlich in Abb. 25 dargestellt (1-Überleben).

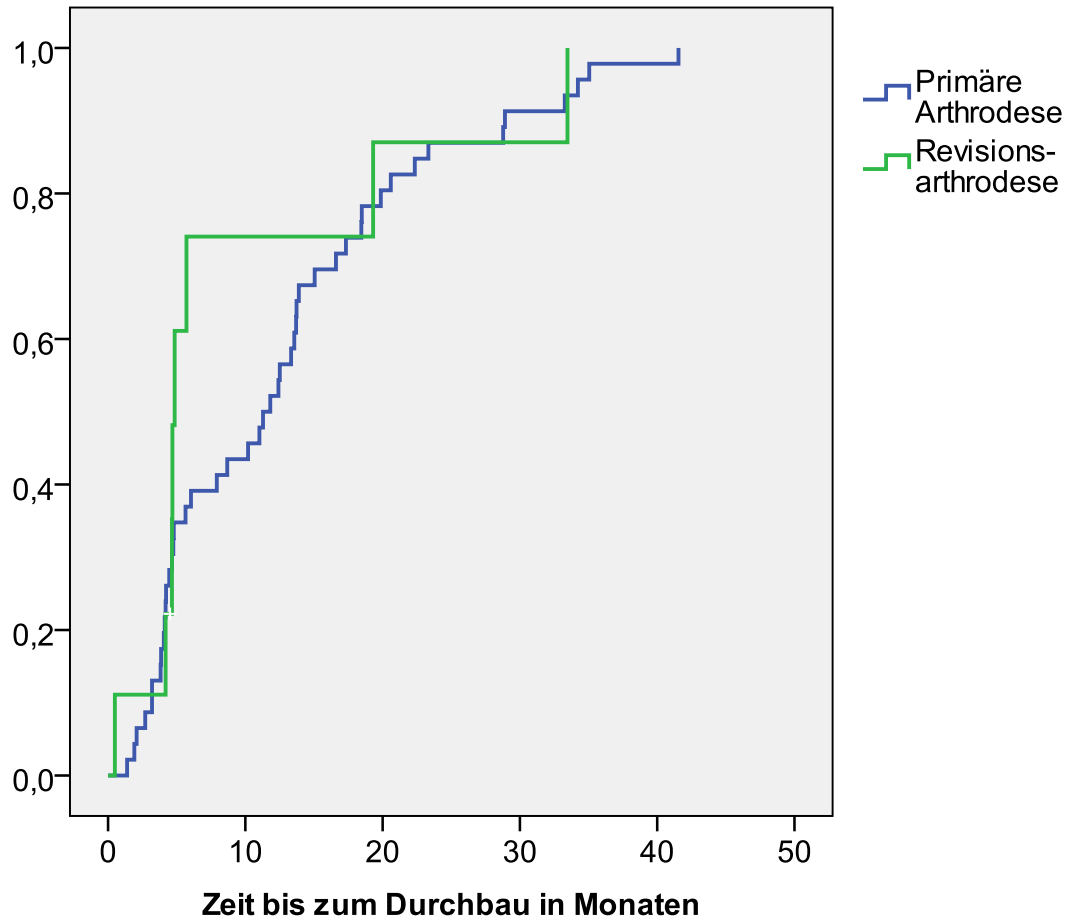


Abb. 25: Vergleich der Durchbausituation von Primär- und Revisionseingriffen am USG/OSG (Einteilung II)

4.1.2 AOFAS Hindfoot Score und die Visuelle Analoge Schmerzskala

In der Kategorie des AOFAS Scores und der VAS wurden alle vorhandenen Daten ausgewertet. Es konnten 57 AOFAS Fragebögen erfasst werden. Diese unterteilen sich in 34 (60%) Primärarthrodesen und 23 (40%) Revisionsarthrodesen. Darüber hinaus wurden insgesamt 51 Angaben zur Schmerzsituation anhand der VAS gemacht. Davon sind 29 (57%) den Primärarthrodesen und 22 (43%) den Revisionsarthrodesen zuzurechnen. Beim funktionellen Ergebnis, gemessen durch den AOFAS Score, schnitten die Primäreingriffe

wesentlich besser ab. Die Differenz des Scores verglichen mit den Revisionseingriffen lag bei 8,93 Punkten. Die Signifikanz betrug $p=0,05$.

Schmerzen in Ruhe und unter Belastung wurden nach stattgehabter Revision deutlich häufiger angegeben. Durchschnittlich ergab sich in Ruhe eine Differenz von 0,95 Punkten, unter Belastung von 1,27 Punkten zu Gunsten der Primäreingriffe (Tab. 28).

		Summe	Mittelwert	Std. Abweichung	Sig. (p=)
AOFAS	Primäreingriff	34	55,32	16,0	0,05
	Revisionseingriff	23	46,39	17,6	
VAS Ruhe	Primäreingriff	29	2,27	2,5	
	Revisionseingriff	22	3,22	2,3	
VAS Belastung	Primäreingriff	29	4,66	2,8	
	Revisionseingriff	22	5,93	2,7	

Tab. 28: Vergleich Primär- und Revisionseingriff bzgl. AOFAS und VAS am USG/OSG

Die Verteilung der Schmerzangaben von Primär- und Revisionseingriffen anhand der VAS wird in Abb. 26 dargestellt.

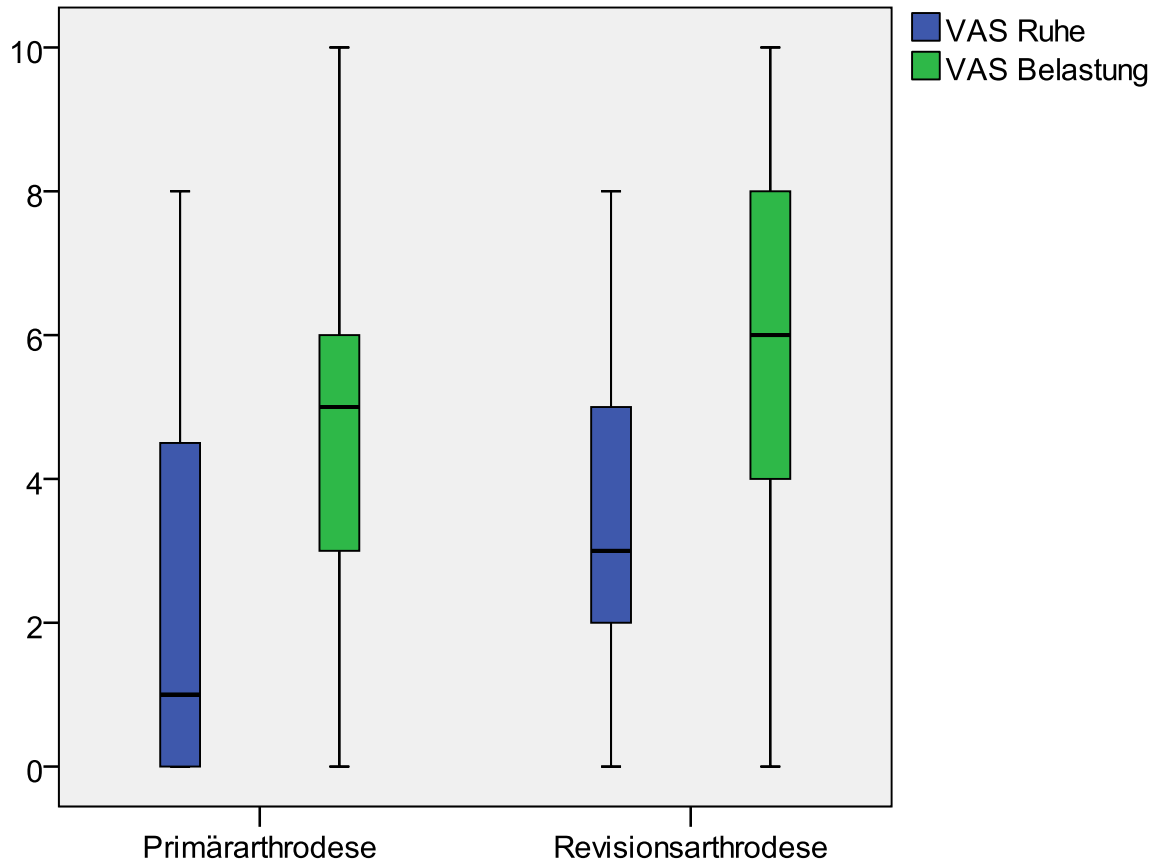


Abb. 26: Boxplot – VAS in Ruhe und unter Belastung – Primär und Revision USG/OSG

4.1.3 SF-36

Allgemeine Angaben zur Lebensqualität wurden auch bei Patienten mit USG/OSG Arthrodeese erhoben. Zur einzelnen Kategorieauswertung kamen 61 SF-36 Fragebögen. 57 Fragebögen wurden vollständig ausgefüllt und konnten somit zur Berechnung des Total Scores verwendet werden. Zu den Primäreingriffen konnten 39 (64%) bzw. 36 (63%) Fragebögen gezählt werden, bei den Revisionsarthrodesen ergab sich eine Anzahl von 22 (36%) bzw. 21 (37%) Fragebögen. In allen Kategorien schnitten hierbei die Primärarthrodesen besser ab. Der Total Score lag im Mittel bei 48,97 Punkten. Deutlich niedriger zeigte sich die erreichte Punktzahl bei den Revisionsarthrodesen mit 39,30 Punkten.

		Summe	Mittelwert	Std. Abweichung	Sig.(p=)
Physical Function	Primäreingriff	39	34,10	27,9	
	Revisionseingriff	22	28,18	16,9	
Role Physical	Primäreingriff	37	26,35	39,5	
	Revisionseingriff	21	17,86	31,8	
Body Pain	Primäreingriff	38	45,39	24,5	
	Revisionseingriff	22	36,18	18,9	
General Health	Primäreingriff	37	52,00	21,3	
	Revisionseingriff	22	46,64	16,7	
Vitality	Primäreingriff	36	48,19	19,9	
	Revisionseingriff	22	40,23	16,2	
Social Functioning	Primäreingriff	37	63,18	30,3	
	Revisionseingriff	22	58,52	23,9	
Role Emotional	Primäreingriff	37	58,56	45,4	0,024
	Revisionseingriff	21	31,75	40,1	
Mental Health	Primäreingriff	36	64,33	18,1	0,021
	Revisionseingriff	22	53,27	16,4	
Physical Health	Primäreingriff	36	41,23	22,2	
	Revisionseingriff	21	33,96	14,4	
Psychic Health	Primäreingriff	36	57,08	21,5	0,045
	Revisionseingriff	21	46,54	16,8	
Total Score SF-36	Primäreingriff	36	49,00	21,7	0,05
	Revisionseingriff	21	39,30	15,1	

Tab. 29: Vergleich Primär- und Revisionseingriff SF – 36 USG/OSG

4.2 Auswirkung Summe Risikofaktoren

Die Summe an Risikofaktoren ergab sich aus den fünf bereits vorgestellten Vorerkrankungen bzw. Abhängigkeiten.

4.2.1 Durchbau

Anhand der Auswirkung der Risikofaktoren auf den knöchernen Durchbau konnte gezeigt werden, dass Patienten mit Pseudarthrose (n=37; 34%) in unserem Kollektiv mit

durchschnittlich 1,54 Risikofaktoren belastet waren. Patienten mit knöchern konsolidierter Arthrodesen (n=72; 66%) hatten hingegen nur 1,19 Risikofaktoren. Die Mittelwerte betragen $1,5 \pm 1,1$ bzw. $1,2 \pm 0,9$.

Auch durch die Durchbauraten bzw. der Chance eines ausbleibenden Durchbaus (Odds Ratio) wurde ersichtlich, dass mehr Risikofaktoren mit einem höheren Verhältnis für das Ausbleiben der knöchernen Konsolidierung einhergehen. Patienten mit einer Summe von drei Risikofaktoren hatten eine Konsolidierungsrate von knapp 55% und damit eine 2,5-fach erhöhte Odds Ratio eine Pseudarthrose zu entwickeln.

Summe RF	nicht durchbaut	durchbaut	Anzahl	Rate in %	Odds(0)
0	6	18	24	75,00	
1	14	28	42	66,67	1,5
2	10	20	30	66,67	1,5
3	5	6	11	54,55	2,5
4	2	0	2	0,00	-
5	-	-	-	-	-

Tab. 30: Durchbauraten und Odds Ratios in Abhängigkeit-Summe an Risikofaktoren am USG/OSG

Abb. 27 zeigt den Zusammenhang zwischen der Anzahl an Risikofaktoren und der Durchbauzeit. Am Schlechtesten schnitten auch hier die Patienten mit drei Risikofaktoren ab. Auf eine Kurve mit vier Risikofaktoren wurde auf Grund der geringen Fallzahl bewusst verzichtet.

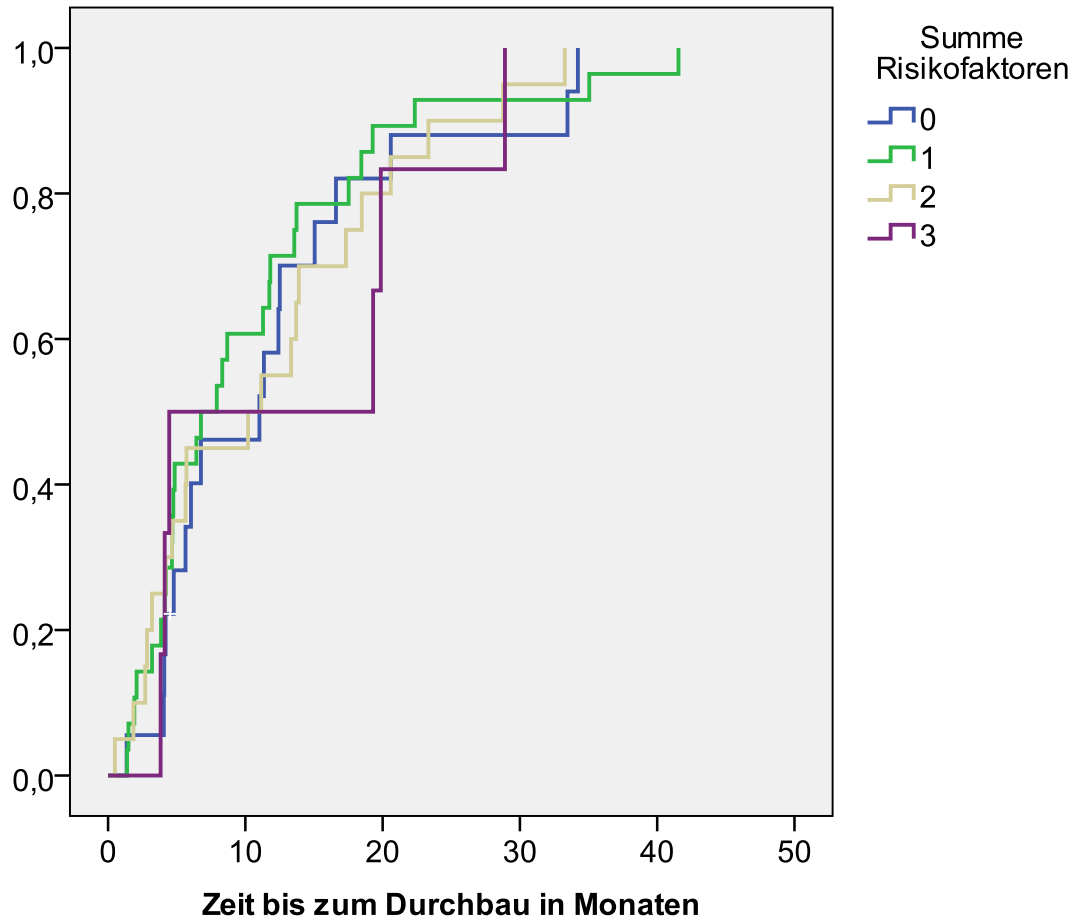


Abb. 27: Vergleich der Durchbausituation bezüglich der Anzahl an Risikofaktoren am USG/OSG

4.3 Auswirkung einzelner Risikofaktoren

Die unterschiedlichen Risikofaktoren wurden einzeln auch hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die kombinierten USG/OSG-Arthrodesen untersucht. Im Folgenden werden die Auswirkungen auf die knöcherne Konsolidierung verdeutlicht.

4.3.1 Durchbau

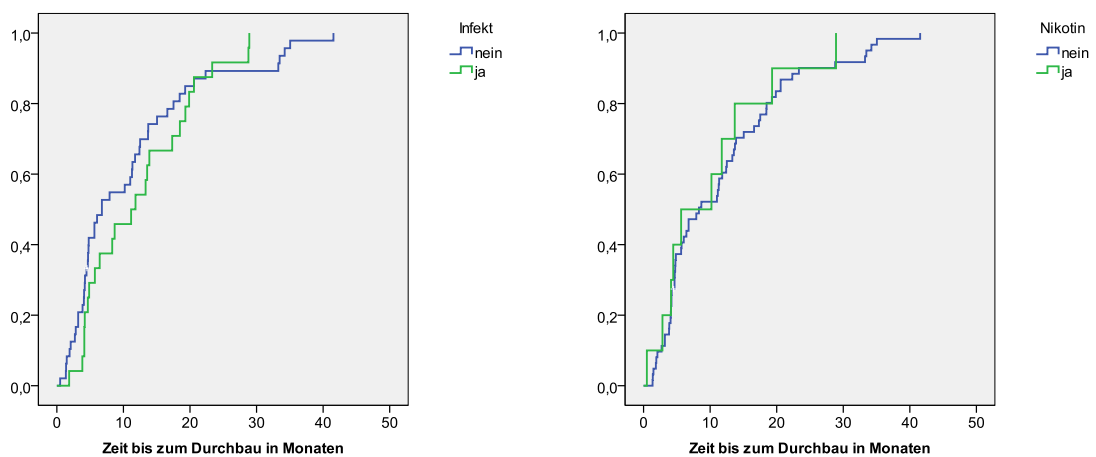
Besonders negativ wirkten sich im Bereich der USG/OSG-Arthrodesen die Nikotinsucht und das Infektgeschehen aus. Bei diesen Patienten wurden Konsolidierungsraten von nur 50% bzw. 57%

erreicht. Die Verhältnisquoten betragen hierbei das 3,0 bzw. 2,3 fache des Patientenkollektivs ohne Risikofaktoren.

RF	Nicht Durchbaut	Durchbaut	Anzahl	Rate in %	Odds(keine)
Infekt	18	24	42	57,14	2,3
Nikotin	10	10	20	50,00	3,0
Adipositas	13	33	46	71,74	1,2
Diabetes	5	9	14	64,29	1,7
Alkohol	3	10	13	76,92	0,9
keine	6	18	24	75,00	-

Tab. 31: Durchbauraten und Odds Ratios in Abhängigkeit einzelner Risikofaktoren am USG/OSG

Abb. 28 veranschaulicht die Zusammenhänge der einzelnen Durchbausituationen und der dafür benötigten Zeit zwischen den einzelnen Risikofaktoren gegenüber dem von uns als risikofreien angesehenen Kollektivs. Auch hier wurde zusätzlich eine Grafik erstellt die die Patienten bezüglich ihres Versicherungsstatus (BG-Patient und Privat/Kassen-Patient) unterscheidet.



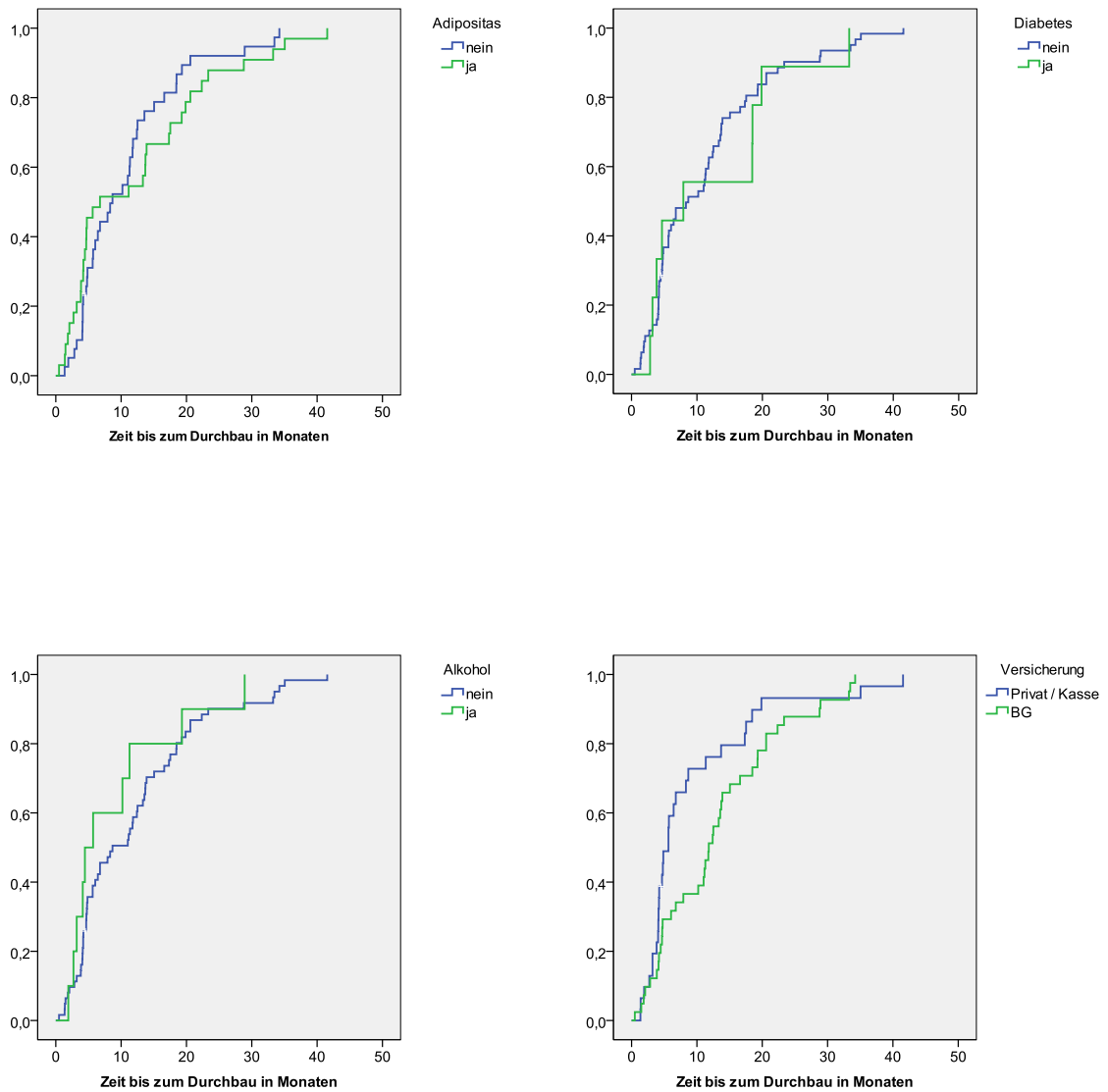


Abb. 28: Vergleich des Durchbaus bezüglich verschiedener Risikofaktoren am USG/OSG

4.3.2 Funktionelles Outcome Kostenträger (BG vs. Privat/Kasse)

Tab. 32 zeigt den funktionellen Vergleich von BG- und Privat/Kassen – Versicherten anhand des AOFAS-hindfoot Scores. BG Patienten schnitten hierbei minimal besser ab.

		Summe	Mittelwert	Std. Abweichung	Sig. (p=)
AOFAS	BG	31	54,00	15,1	
	Privat/Kasse	26	49,00	19,2	

Tab. 32: Vergleich Kostenträger USG/OSG – AOFAS

Beim Vergleich des Outcomes mit Hilfe des SF-36 Scores ließen sich kaum Unterschiede in den beiden Gruppen ausmachen. Tab. 33 zeigt den Überblick über die einzelnen Dimensionen des SF-36 Scores.

		Summe	Mittelwert	Std. Abweichung	Sig. (p=)
Physical Function	BG	44	30,68	25,6	
	Privat/Kasse	34	33,08	17,8	
Role Physical	BG	41	20,12	34,6	
	Privat/Kasse	33	28,03	41,3	
Body Pain	BG	44	38,61	23,0	
	Privat/Kasse	33	41,60	21,4	
General Health	BG	43	50,16	21,4	
	Privat/Kasse	33	50,42	18,8	
Vitality	BG	42	45,12	21,7	
	Privat/Kasse	33	47,12	16,0	
Social Functioning	BG	43	62,50	28,5	
	Privat/Kasse	33	57,58	25,8	
Role Emotional	BG	41	57,72	45,4	
	Privat/Kasse	33	44,44	44,6	
Mental Health	BG	42	61,52	20,7	
	Privat/Kasse	33	57,45	17,0	
Physical Health	BG	40	37,12	20,4	
	Privat/Kasse	33	39,89	18,0	
Psychic Health	BG	40	55,90	21,5	
	Privat/Kasse	33	51,40	18,3	
Total Score SF-36	BG	40	46,14	19,9	
	Privat/Kasse	33	44,87	18,3	

Tab. 33: Vergleich Kostenträger USG/OSG – SF-36

Bezüglich der Wiederholung der Operation antworteten 24 (77%) der BG Patienten, dass sie wieder eine Arthrodesese durchführen lassen würden, drei (10%) Patienten würden sie ablehnen und vier (13%) Patienten machten keine Angaben. 18 (70%) Privat/Kasse – Versicherte gaben an diese Operation noch einmal durchführen zu lassen, vier (15%) Patienten würden sie ablehnen und vier (15%) Patienten machten hierzu keine Angaben.

IV. DISKUSSION

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die eigenen klinischen Ergebnisse nach Arthrodesen im Sprunggelenksbereich zu analysieren, die Rate der Pseudarthrosen und Revisionsoperationen zu quantifizieren und Risikofaktoren zu identifizieren. In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass 75% der Arthrodesen nach einem Primäreingriff erfolgreich durchbauen. Die gleiche Durchbaurate wird nach Revisionseingriffen erreicht. Als Risikofaktoren konnten Infektgeschehen, Nikotinabusus, Adipositas, Alkoholabusus und Diabetes identifiziert werden. Vor allem jedoch die Summation von Risikofaktoren verschlechterte die Prognose deutlich.

1 Arthrodesetechniken des oberen und/oder unteren Sprunggelenks

Die posttraumatische Arthrose nach Verletzung der sprunggelenksbildenden Knochen ist die häufigste Ursache für therapieresistente Schmerzen am Fuß⁵⁵. Bei Versagen konservativer Therapiemaßnahmen wie z.B. orthopädische Schuhanpassung, Schmerztherapie und Physiotherapie oder bei Fortschreiten der Beschwerdesymptomatik ist die Versteifungsoperation der betroffenen Gelenke indiziert^{56,57}. Ziel der Versteifungsoperation am oberen und unteren Sprunggelenk ist die Schmerzbefreiung bzw. Linderung unter Beibehaltung größtmöglicher Mobilität. Durch Knorpelresektion, Anfrischen sklerotischer Knochenflächen und anschließender Osteosynthese erfolgt die Versteifung. Etwaige Achsfehlstellungen im oberen und unteren Sprunggelenk erfordern die Korrektur durch Osteotomie oder Beckenkamminterposition, um eine möglichst anatomisch korrekte Rekonstruktion der Achse zu erreichen⁵⁸. Inwieweit die korrekte Rekonstruktion der anatomische Stellung der Rückfußachse d.h. des unteren Sprunggelenkes bzw. des oberen Sprunggelenkes erreicht wurde, war nicht Gegenstand der vorliegenden Studie, obwohl dies

ein weiterer Faktor für das funktionelle Ergebnis nach Arthrodese im Sprunggelenkbereich darstellt⁵⁹.

Die Arthrodese führt zu einem Funktionsverlust der versteiften Gelenke. Dies wird jedoch toleriert, da in den meisten Fällen der Zugewinn an Lebensqualität für den Patienten, durch Linderung der Schmerzen, die funktionelle Erwartungshaltung übertrifft. Seit der erstmaligen Durchführung einer Sprunggelenksarthrodese am OSG im Jahre 1882 durch Albert et al. wurden eine Reihe von Techniken entwickelt die die Versteifung eines Gelenkes möglichst komplikationsfrei ermöglichen sollten^{60,61}.

Hierzu stehen verschiedene Osteosynthesetechniken zu Verfügung. Je nach Lokalisation und Ausgangssituation (z.B. Defektgröße, Vorerkrankungen) des Patienten bieten sich bestimmte Methoden an:

- Für das obere Sprunggelenk – vier Zugschrauben⁶² oder der antegrader Marknagel⁶³. Der Fixateur externe findet Anwendung im Fall von prekären Weichteilen oder Infektgeschehen⁶⁴. Bei der Verwendung eines Fixateur wird dabei häufig das untere Sprunggelenk und die Mittelfußgelenke temporär in die Fixateurkonstruktion mit einbezogen, wie z.B. beim Ringfixateur.
- Für das untere Sprunggelenk werden häufig zwei bis drei Zugschrauben verwendet⁶⁵⁻⁶⁷. In dem vorliegenden Patientenkollektiv wurde mit 95% die Schraubenarthrodese bevorzugt. Die interne Schraubenarthrodese stellt den Standard zur Durchführung der subtalaren Arthrodese dar, da der Patientenkomfort nicht eingeschränkt ist und die Weichteile selten in diesem Bereich problematisch sind. Der Fixateur externe stellt im Fall von prekären Weichteilen bzw. Infektgeschehen die Ausnahme dar.
- Die kombinierte Arthrodese des USG/OSG erlaubt die Verwendung eines retrograden Marknagels oder von plantar eingebrachter Schrauben⁶⁸. Auch im Fall der

kombinierten Arthrodesen des unteren und oberen Sprunggelenkes wird die interne Osteosynthese im Sinne des Patientenkomforts bevorzugt, was durch die Rate von 73% in dem vorliegenden Patientenkollektiv bestätigt wird. Die Indikation zur kombinierten Arthrodesen im Sprunggelenkbereich ist häufiger Folge fehlgeschlagener Osteosynthesen mit Infektverlauf, so dass der Anteil in diesem Kollektiv von verwendeten Fixateur externe deutlich steigt⁶⁹.

Hoover et al.⁷⁰ fanden in ihrer vergleichenden Studie zwischen interner und externer Osteosynthesetechnik am OSG heraus, dass der Fixateur externe bei Durchführung einer Arthrodesen zum Teil besser abschnitt als die interne Schraubentechnik. Getestet wurde der Kompressionsdruck auf den Arthrodesenspalt und die Steifigkeit bezüglich Torsions- und Biegekräften. Insbesondere durch bessere Steifigkeitswerte und ähnliche Kompressionswerte bewies der Fixateur, dass er eine sehr gute Möglichkeit darstellt, eine Arthrodesen, in diesem Fall am OSG, erfolgreich durchzuführen. Mückley et al konnten zeigen dass durch die biomechanischen Eigenschaften des Kompressionsmarknagels und die initiale Steifheit des Konstruktes ausgezeichnete Ergebnisse bei kombinierten USG/OSG-Arthrodesen resultieren⁷¹.

Die Wahl des operativen Verfahrens wird zusätzlich durch das Verletzungsmuster, Vorerkrankungen bzw. Risikofaktoren, das Alter, begleitende Fehlstellung, die Compliancefähigkeit und Wünsche des Patienten beeinflusst^{72,73}. Nicht zuletzt spielen auch die Erfahrung und Präferenzen des Chirurgen eine wichtige Rolle. Laut Davies et al. verzeichnen spezialisierte Chirurgen mit häufig durchgeführten Eingriffen in vielen operativen Bereichen bessere Ergebnisse⁷⁴.

In dem vorliegenden Patientenkollektiv sind die Patienten mit Arthrodesen über Fixateur externe bzw. Ringfixateur bereits eine vorselektierte Gruppe, da die Indikation zur Arthrodesen

mit Fixateur externe fast ausschließlich auf Grund von Risikofaktoren erfolgt. Diese sind: Infekt im Operationsgebiet, kompromittierte Weichteile oder erhebliche Fehlstellungen, die über den Fixateur redressiert werden können. So gesehen kann die Verwendung des Fixateur externe bereits als Risikofaktor interpretiert werden, ist jedoch nur Ausdruck der bestehenden Risikofaktoren, da der Anteil an Fixateurarthrosen ca. 10% der Patienten mit zwei Risikofaktoren betrug und auf ca. 15% stieg bei dem Vorliegen von drei Risikofaktoren bzw. ca. 21% bei dem Vorliegen von vier Risikofaktoren.

Weiterentwicklungen der Techniken zur Arthrodese des oberen und/oder unteren Sprunggelenkes folgen. So ist die Schraubenposition am unteren Sprunggelenk ein Faktor⁶⁷, die verwendeten Schrauben (Doppelgewinde vs. Zugschrauben) und die Verwendung anatomisch angepasster Implantate⁷⁵. Dies zeigt an, dass bis heute noch kein patientenübergreifender Goldstandard gefunden wurde.

Dieser Sachverhalt wird auch aus den Daten unserer Studie ersichtlich. Weder bei der Verwendung von Schrauben noch bei der Verwendung eines Marknagels oder Fixateur externe konnte bezüglich des Durchbaus bzw. der Durchbauzeit eine vorteilige Technik ermittelt werden. Aus den verschiedenen Techniken ergibt sich jedoch auch die Möglichkeit auf patientenspezifische Besonderheiten näher einzugehen.

2 Methodik

In der vorliegenden Studie wurden die Patienten bis 2003 retrospektiv und seit 2003 prospektiv erfasst. Betrachtet man die Anforderungen an Studien unter den Kriterien der Evidenz basierten Medizin, so ist die vorliegende Studie eine Level IV Studie, da sie eine reine Betrachtungsstudie ohne Vergleich oder Verblindung darstellt^{76,77}.

Die in dieser Studie gesammelte Fallzahl von 407 Patienten und 531 Operationen ist verglichen mit anderen Studien hoch^{36,78}. Durch die Inhomogenität des Patientenkollektivs sind vergleichbare Kohorten mit entsprechenden Fallzahlen jedoch nur schwer zu bilden. Einige Kriterien, die möglicherweise einen Einfluss auf das funktionelle Ergebnis haben könnten, konnten statistisch nicht berücksichtigt werden. Es wurden daher Risikofaktoren ausgewählt, die zum einen häufig vorkommen und zum anderen in der bestehenden Literatur als relevante Risikofaktoren beschrieben wurden^{1,2}.

Ziel der Arbeit war es, neben der Untersuchung von Risikofaktoren das funktionelle Outcome und die postoperative Lebensqualität zu bestimmen. Im Vergleich zur Literatur lassen sich auf Grund des Beobachtungszeitraums von elf Jahren (2000 – 2011) verlässliche Aussagen über die Langzeitergebnisse der Arthrodesen treffen^{79,80,81}. Die hierzu verwendeten Scores und Schmerzskaalen bilden eine ausreichend evaluierte Basis. Um das funktionelle Outcome der Arthrodesen zu ermitteln, wurde der AOFAS Hindfoot Score verwendet. Dieser Score bietet den Patienten die Möglichkeit, sowohl objektive als auch subjektive Kriterien in den Score mit einfließen zu lassen. Einerseits werden dadurch schlecht messbare Daten wie die Einschränkung im täglichen Leben erfasst, andererseits muss berücksichtigt werden, dass Patienten mit falschen Erwartungshaltungen gegenüber der Arthrodesen möglicherweise ihre Situation agravieren und dadurch den Score verschlechtern⁸². Des Weiteren kann bei etwaig lückenhaft ausgefüllten Fragebögen kein Score für den Patienten berechnet werden^{49,83}.

Das Problem der Subjektivität tritt insbesondere beim zusätzlich verwendeten SF-36 Score und der verwendeten VAS auf. Um die Lebensqualität zu quantifizieren, ist der SF-36 der am meist genützte Fragebogen weltweit. Patienten beantworten hierbei völlig selbstständig die lebens- und schmerzbezogenen Fragen.

Darüber hinaus ergibt sich bei allen verwendeten Scores eine gewisse Beschränkung der Aussagekraft, da in den meisten Fällen keine validen Angaben zur präoperativen Situation getroffen werden konnten. Trotzdem bleiben diese Methoden zur Messung des Outcomes bzw. der Lebensqualität die am besten Evaluierten und am häufigsten angewendeten in der Untersuchung verschiedenster Krankheitsbilder in der klinischen Forschung⁸⁴.

Einschlusskriterium dieser Studie war das Vorhandensein einer posttraumatischen Arthrose des oberen bzw. unteren Sprunggelenkes. Die zu Grunde liegende Verletzung wurde nicht bzgl. des Outcomes nicht berücksichtigt. Ein wichtiger Ergebnis-Parameter dieser Studie ist die knöcherne Konsolidierung der Arthrodesen. Problematisch ist die scharfe Abgrenzung und Objektivierbarkeit der knöchernen Konsolidierung vs. verzögerten Konsolidierung vs. Teilkonsolidierung vs. Pseudarthrose. Die Reliabilität des Röntgenbildes wurde von Davis et al. untersucht. In ihrer Studie wurde die Übereinstimmung der Aussagen zur knöchernen Konsolidierung von verschiedenen Chirurgen anhand von konventionellen Röntgenbildern getestet. Nur in 70% der Fälle konnte beobachtet werden, dass die Aussagen der Chirurgen mit den tatsächlichen klinischen Befunden einhergingen⁸⁵.

Verschiedene Ansätze um die Konsolidierung sicher zu beurteilen werden diskutiert. Unter anderem werden Beurteilungsausschüsse untersucht, zu denen die Befunde voll verblindet gesendet werden, um dann von einem Expertenkomitee anhand unterschiedlicher Gesichtspunkte beurteilt zu werden⁸⁶. Biochemische Marker deren Vorhandensein bzw. Abwesenheit Aussagen zur knöchernen Konsolidierung zulassen sind Gegenstand aktueller

Forschung⁸⁷. Bisher existiert jedoch kein radiologischer oder biochemischer Goldstandard, um die Konsolidierung sicher zu beurteilen⁸⁷.

Marsh et al. untersuchten in ihrer Studie 43 Tibiaschaftfrakturen bezüglich des knöchernen Durchbaus und kamen zu dem Ergebnis, dass das klinische Bild bzw. die Biegefestigkeit des Frakturbereichs am besten mit der tatsächlichen Durchbausituation korreliert⁸⁸. Darüber hinaus besteht weitestgehend Uneinigkeit in den Bezeichnungen der Knochenheilungsstadien. Bhandari et al. fanden anhand einer Befragung unter 577 orthopädischen Chirurgen heraus, dass Bezeichnungen wie verzögerte Konsolidierung bzw. ausbleibende Konsolidierung von verschiedenen Orthopäden ungleich definiert werden. Es konnten abweichende Definitionen festgestellt werden, sodass bei „verzögerter Konsolidierung“ Unterschiede zwischen einem und acht Monaten und bei „ausbleibender Konsolidierung“ Unterschiede zwischen zwei und zwölf Monaten resultierten⁸⁹.

In unserer Studie wurde im Rahmen der Nachuntersuchung der knöchernen Durchbau durch Kombination von radiologischen und klinischen Parametern eingeschätzt. Radiologisch wurden das konventionellen Röntgenbild, und/oder die Computertomographie bewertet. Diese Einschätzung musste mit der klinischen Beschwerdesymptomatik übereinstimmen (siehe Abb. 9). Bei Unsicherheiten entweder auf Grund von weiter bestehenden Schmerzen oder der Röntgendiagnostik wurden weitere CT – Untersuchungen angeschlossen.

Die Kombination aus Radiologie und Klinik in der Nachuntersuchung stellt eine Besonderheit in unserer Studie dar. Durch diesen Algorithmus soll sichergestellt werden, dass eine möglichst große Anzahl von teilweise bzw. nicht durchbauten Arthrodesen von den vollständig durchbauten Arthrodesen abgegrenzt werden können. Dieses Vorgehen trägt sicherlich auch zu vergleichsweise höheren Pseudarthrosenraten bei.

3 Ergebnisse

In dem vorliegenden Patientenkollektiv zeigt sich, dass Patienten mit posttraumatischer Arthrose des USG/OSG eine heterogene Population sind. Es existieren eine große Anzahl möglicher Einflussfaktoren, die eine Arthroese des USG/OSG negativ beeinflussen können. Patientenzahl und der vorliegende Rahmen der Arbeit erlaubt jedoch nur die Fokussierung auf die initial gestellten Arbeitshypothesen. Eine Blindsuche nach unbekanntem Risikofaktoren entspräche einem Datamining und würde eine deutlich höhere Anzahl valider Datensätze erfordern. Dies war jedoch nicht Zielstellung der vorliegenden Arbeit.

Im Fall einer ausbleibenden knöchernen Konsolidierung fällt es schwer, ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erzielen. Die Folge einer verzögerten Konsolidierungsphase sind längere Krankenhausaufenthalte, erschwerte Rehabilitation und erhebliche Probleme der beruflichen Reintegration. Dieser Umstand spiegelt sich zusätzlich in erhöhten Behandlungskosten wieder^{90,91}. Deshalb ist es wichtig, sich im Vorfeld einer operativen Intervention über Risiken bewusst zu werden, diese zu benennen und zu bewerten, um im Anschluss mit dem Patienten eine erfolgversprechende Lösung zu finden.

3.1 Verteilung

Die häufigste Verletzung, die zur Arthroese am USG führt, ist die Calcaneusfraktur⁹². Sie tritt bei Verkehrsunfällen, Sportverletzungen und besonders bei Arbeitsunfällen auf. Stürze aus großer Höhe (z.B. Gerüstbauer, Zimmerer und Maurer) stellen den hauptsächlichsten Unfallhergang dieser Fraktur da. Häufig ist mit der Ausbildung einer posttraumatischen Arthrose zu rechnen. Versagen konservative Therapiemaßnahmen, ist die Indikation zur subtalaren Arthroese gegeben. In unserem Patientenkollektiv wurden rund 50% der Arthroesen am USG durchgeführt, von denen wiederum etwa 60% auf eine

Calcaneusfraktur zurückzuführen waren⁹³. Die zweithäufigsten Verletzungen, die im Verlauf zu einer Arthrodesse führten waren die Pilon tibiale Fraktur und die Talusfraktur. Dies entspricht in etwa vergleichbaren Studien zur posttraumatischen Arthrose des USG⁹⁴. Bei der Talusfraktur besteht auf Grund der schlechten Durchblutungssituation ein erhöhtes Risiko einer avaskulären Nekrose. Diese kann die Talusexstirpation mit anschließender tibio calcanearen Arthrodesse notwendig machen. Zusätzlich besteht auch hier ein erhöhtes Risiko für posttraumatische Arthrosen³⁷.

Die initial Behandlung dieser Verletzungen erfolgte hauptsächlich operativ. Im Gegensatz zur konservativen Therapie kann durch verschiedene Osteosynthesemethoden versucht werden eine bestmögliche Gelenkkongruenz wieder herzustellen um pathologische Spätfolgen zu vermeiden. Therman et al. verglichen in ihrer Studie 40 Patienten nach Calcaneusfraktur von denen 17 primär operativ und 23 konservativ behandelt wurden. Der Nachuntersuchungszeitraum lag im Mittel bei 5,2 Jahren. Anhand verschiedener Scores kamen sie zu dem Ergebnis, dass primär operativ behandelte Calcaneusfrakturen bessere Langzeitresultate liefern und geringere Raten posttraumatischer Arthrosen aufweisen als konservativ behandelte^{12,95}. Der Nachbeobachtungszeitraum in diesen Studien betrug von vier Jahren bis maximal 14 Jahre. In unserem Patientenkollektiv konnten wir die Entwicklung posttraumatischer Arthrosen bis max. 50 Jahren nach dem Unfallereignis nachweisen. Es ist daher davon auszugehen, dass die „Dunkelziffer“ posttraumatischer Arthrosen deutlich höher liegt, als in der Literatur angegeben.

3.2 Durchbau und Risikofaktoren

Die knöcherne Konsolidierung ist der zentrale Parameter für den Erfolg der Arthrodesse. Bei Ausbleiben der knöchernen Konsolidierung kann kein zufriedenstellendes funktionelles

Ergebnis erreicht werden⁹⁶. Das Risiko eine Pseudarthrose zu erleiden wird in der Literatur mit unterschiedlichen Werten von 0% bis 35 % angegeben. Im Vergleich waren die Durchbauraten von ca. 78% bei allen Arthrodesenarten in unsere Studie zufriedenstellend im Mittelfeld^{79,81,97}.

In der Literatur werden verschiedene Komorbiditäten als Risikofaktoren angesehen, die den knöchernen Durchbau verhindern und zu erhöhten Fehlschlagraten führen⁹⁸⁻¹⁰⁰. In diesen Studien wurde gezeigt, dass sich die genannten Risikofaktoren in unterschiedlichem Ausmaß negativ auf das Outcome der Arthrodesese auswirken. Der Risikofaktor eines vorangegangenen Infektes im OP Gebiet, der sich nach Studienlage besonders schlecht auf die Durchbausituation auswirkt, kam in unserem Patientenkollektiv gehäuft vor³⁶. Thevendran et al. berichten ebenfalls über eine drastische Verschlechterung der Durchbausituation unter Infekten. Hierdurch kann sicherlich ein Teil der schlechten Gesamtdurchbaurate erklärt werden⁹⁹.

Auch Nikotin, Adipositas, Diabetes und Alkohol verschlechterten die Durchbausituation erheblich, wobei sich Diabetes am schwächsten auf die Pseudarthrosenrate auswirkte. Der Gefäßstatus wurde jedoch dahingehend nicht explizit dokumentiert. Zusätzlich verlängerten die genannten RF die Durchbauzeiten der konsolidierten Arthrodesen. Auch hier resultierte bei Patienten mit Infektgeschehen das schlechteste Ergebnis.

Ein Unterschied der Durchbaurate zwischen Primär- und Revisionseingriffen konnte in unsere Studie nicht ausgemacht werden. Dies steht in Widerspruch zu anderen großen Studien über Pseudarthrosenraten nach Arthrodesese wie z.B. Easley et al. In ihrer Studie schnitten Patienten mit fehlgeschlagenem voran gegangenem Eingriff signifikant schlechter ab. Darüber hinaus wurde bei nachgewiesenem Nikotinkonsum (61 Fälle) eine signifikant schlechtere

Durchbaurate von 73% festgestellt¹⁰¹. Dies steht wiederum in Übereinstimmung mit den Ergebnissen unserer Studie.

Neben der endgültigen knöchernen Konsolidierung ist die Durchbauzeit ein wichtiger Anhaltspunkt zur Bewertung einer Arthrodesese. Es zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen Primär- und Revisionseingriffen bei allen Arthrodesenarten bei vergleichsweise guten Ergebnissen, vor allem am USG¹⁰². Revisionseingriffe zeigten hier deutlich verlängerte Durchbauzeiten. Es zeigte sich außerdem, dass bei allen Arten von Arthrodesen eine Kumulation an RF eine besonders schlechte Prognose des postoperativen Ergebnisses zur Folge hat, was durch andere Autoren bestätigt wird¹⁰³.

3.3 Scores

Im Vergleich mit anderen Studien zeigte sich in unserem Patientenkollektiv in allen Arthrodesengruppen ein relativ schlechtes funktionelles Ergebnis^{96,104,105}. Der AOFAS Score lag jeweils zwischen 46 und 55 Punkten, sowohl bei Primär- als auch bei Revisionseingriffen. Es konnte ein subtiler Trend zur besseren Funktionalität hinsichtlich der Primäreingriffe festgestellt werden. Dieser fiel jedoch so gering aus, dass sich kein statistisch signifikanter Unterschied ausbildete. Als eines der Hauptprobleme stellte sich der weiter bestehende Schmerz unter Belastung und das Instabilitätsgefühl vor allem beim Gehen auf unebenem Boden heraus, weshalb viele Patienten mit orthopädischem Maßschuhwerk versorgt werden und z.T. auf Gehilfen angewiesen sind⁸⁰.

Ziel der Arthrodesese ist die Schmerztherapie bei gleichzeitiger Einschränkung der Sprunggelenksfunktion in Bezug auf die Beweglichkeit. Daher reduziert sich die Punktzahl des AOFAS Hindfoot score automatisch in Kategorien wie: „Beweglichkeit im OSG“ und „Rückfuß“ oder „Gangbild“, während durch die Verminderung der Schmerzen Punkte wieder

hinzugewonnen werden können. Es ist daher nicht unbedingt zu erwarten, dass eine quantitative Verbesserung des AOFAS Hindfoot score nachweisbar ist. Im Vordergrund steht die Schmerztherapie, die sich besser in der VAS und im SF-36 Body Pain subscore abbilden lässt. Dass Patienten postoperativ vor allem unter Belastungsschmerzen leiden wurde anhand der VAS deutlich. Bei allen Arthrodesenarten gaben die Patienten unter Belastung beinahe doppelt so starke Schmerzen an wie in Ruhe. Die Differenz des Schmerzniveaus zwischen Primär- und Revisionseingriff zeigte sich hingegen nach erfolgreichen Primäreingriffen nur marginal besser.

Zur Beurteilung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität wurde der SF-36 Fragebogen verwendet. Trotz des teilweise schlechten funktionellen Ergebnisses, konnten hierbei zufriedenstellende Werte ermittelt werden. Diese lagen mit durchschnittlich 45 Punkten im „Total Score“ nur knapp unter einem altersentsprechenden Referenzwert von 50 Punkten¹⁰⁶.

Signifikante Unterschiede zwischen Primär- und Revisionseingriff konnten anhand des SF-36 Scores nur in einzelnen Dimensionen ausgemacht werden. Besonders hervorstechend zeigte sich auch hier das schlechtere Abschneiden der Revisionsarthrodesen in der Kategorie Body Pain. Signifikante Unterschiede zwischen BG und Privat/Kassen – Versicherten konnten nur bei USG Arthrodesen ausgemacht werden. Sowohl das funktionelle Outcome anhand des AOFAS-hindfoot Score als auch das subjektive Outcome verschlechterten sich deutlich bei BG-Patienten. Da der funktionelle Anspruch bei schwer körperlich tätigen unfallversicherten Arbeiternehmern höher ist als bei Normalversicherten bzw. pensionierten Patienten muss das funktionelle Outcome schlechter sein, da der aktive Arbeitnehmer auf die 100%-ige Wiederherstellung seiner Arbeitsfähigkeit angewiesen ist, während der Normalversicherte oftmals bereits mit einer Schmerzreduktion Zufriedenheit erreicht¹⁰⁷. Diese Tatsache spiegelte sich in unsere Studie hauptsächlich bei Patienten mit USG Arthrodesen wieder.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Die Arthrodesese des oberen und unteren Sprunggelenkes ist bis heute das häufigste Verfahren zur Behandlung therapieresistenter Schmerzen der posttraumatischen Arthrose. Eine Reihe verschiedener Techniken erlaubt es dem Operateur auf den einzelnen Patienten in der Therapie einzugehen. Die Vermeidung von Komplikationen ist eine der großen Herausforderung bei der Durchführung einer Arthrodesese. In unserer Studie wurden sich negativ auf das Ergebnis auswirkenden Faktoren untersucht und bewertet. Das Patientenkollektiv stellte sich relativ heterogen dar, weshalb bei der Auswertung hauptsächlich häufig vorkommende Risikofaktoren untersucht wurden.

Zusammenfassend ergaben sich vergleichsweise hohe Pseudarthrosenraten, sowohl bei Primär- als auch Revisionsarthrosen (bis zu 23%), die z.T. auf verschiedene untersuchte Risikofaktoren zurückzuführen sind. Insbesondere Infektgeschehen sind hier als negativer prädiktiver Faktor zu nennen. Andere untersuchte Risikofaktoren verschlechterten das postoperative Ergebnis am USG und OSG zusätzlich in verschiedener Ausprägung. Besonders deutlich zeigte sich dies bei Summierung von Risikofaktoren.

Im Laufe der Behandlung muss deshalb besonderes Augenmerk auf sich negativ auf die Konsolidierung auswirkenden Faktoren gelegt werden. Bei Patienten mit Infektgeschehen empfiehlt sich ein radikales Vorgehen mit strenger prä-operativer Infektsanierung.

Beim Vergleich zwischen Primär- und Revisionseingriffen zeigten sich keine Unterschiede hinsichtlich der Pseudarthrosenrate, wohl aber bei der Dauer bis zum Erlangen des knöchernen Durchbaus. Diese verlängerte sich nach Revisionseingriffen signifikant.

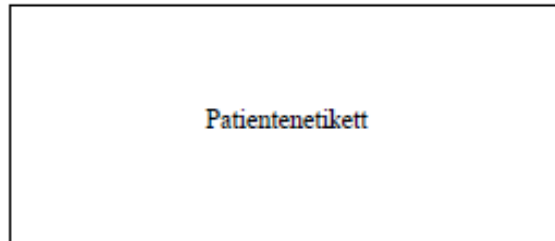
Die postoperativen Angaben zur Lebensqualität entsprachen weitestgehend einem randomisierten Bevölkerungsquerschnitt (50 Punkte). Statistisch signifikante Abweichungen zeigten sich im Vergleich mit Revisionseingriffen nur in einzelnen Dimensionen.

Das funktionelle Outcome, gemessen mit dem AOFAS hindfoot Score zeigte kaum Unterschiede zwischen Primär und Revisionseingriffen. Verglichen mit der Literatur lagen in unserem Kollektiv die Ergebnisse im unteren Durchschnitt. Es ist jedoch zu beachten, dass durch die Bewegungseinschränkung der Arthrodesen-Score, wie der AOFAS hindfoot Score, ein schlechteres Ergebnis suggeriert, da eine Arthrodesen primär nicht die Funktion sondern den Schmerz verbessert.

Schmerzen wurden postoperativ bei allen Arthrodesenarten angegeben, jedoch verstärkt nach Revisionseingriffen. Generell auffällig zeigte sich bei allen Arthrodesenarten, dass sich das Schmerzniveau besonders unter Belastung deutlich verschlechterte, sodass hier eines der Hauptprobleme erkennbar wird: der anhaltende Schmerz unter Belastung, auch nach operativer Versorgung der betroffenen Gelenke durch eine Arthrodesen.

VI. ANHANG

1 AOFAS Hindfoot Score



AOFAS HINDFOOT SCORE

Diagnose: _____

Eingriff: _____

1. Schmerzen:

- kein Schmerz
- gering /gelegentlich
- mäßig / täglich
- stark / immer

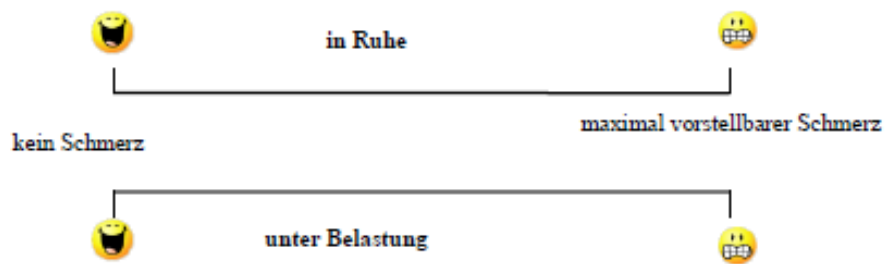


Abbildung 1: markieren Sie bitte, wo Sie ihre Schmerzen einordnen würden in Ruhe und unter Belastung

2. Aktivität:

- keine Einschränkungen / keine Gehhilfe
- Einschränkungen der Freizeitaktivität / keine Gehhilfe
- Einschränkungen der Aktivität im täglichen Leben / Gehstock
- generell schwere Einschränkungen / Gehstützen und Rollstuhl

3. Gehstrecke

- mehr als 600 m
- 400 – 600 m
- 100 – 300 m
- weniger als 100 m

4. Gehuntergrund

- keinerlei Probleme
- leichte Probleme auf Unebenheiten , Treppen, Leitern
- starke Probleme auf Unebenheiten, Treppen, Leitern

5. Gangbild

- kein / kaum Hinken
- mäßiges Hinken
- starkes Hinken

6. Fußbewegungen oberes Sprunggelenk (Flexion + Extension)

- freie Beweglichkeit (> 30°)
- mäßige Einschränkungen (15 – 30°)
- starke Einschränkungen (< 15°)

7. Sprunggelenkstabilität (anteroposterior & varus - valgus)

- stabil
- instabil

8. Schwellung

- stark
- mäßig
- gering
- keine

9. Beweglichkeit im USG

- normal (4/5 – 5/5)
- mäßige Einschränkungen (2/5 -4/5)
- starke Einschränkung, versteift (0/5 – 2/5)

10. Stellung des Fußes im Sprunggelenk

- gut
- mäßig (malalignement, nicht-symptomatisch)
- schlecht (malalignement, symptomatisch)

11. Orthopädischer Schuh??

- ja
- nein

12. Konnte der Patient seinen Beruf bisher wieder uneingeschränkt ausführen?

- nein
- ja

13. Gewicht und Größe

_____ cm _____ kg

14. Risikofaktoren

- Nikotin?
- Diabetes?
- pAVK?

15. email Adresse für eventuelle Rückfragen:

(Datum/Uhrzeit)

(Name untersuchender Arzt/Ärztin)

2 SF – 36 Score

Monika Bullinger und Inge Kirchberger

Fragebogen zum Allgemeinen Gesundheitszustand SF 36

Selbstbeurteilungsbogen

Zeitfenster 4 Wochen

In diesem Fragebogen geht es um die Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen.

Bitte beantworten Sie jede der (grau unterlegten) Fragen, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten die Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.

	Ausgezeichnet	Sehr gut	Gut	Weniger gut	Schlecht
1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im allgemeinen beschreiben?	1	2	3	4	5

	Derzeit viel besser	Derzeit etwas besser	Etwa wie vor einem Jahr	Derzeit etwas schlechter	Derzeit viel schlechter
2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?	1	2	3	4	5

Im Folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben.			
3. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?	Ja, stark eingeschränkt	Ja, etwas eingeschränkt	Nein, überhaupt nicht eingeschränkt
3.a anstrengende Tätigkeiten, z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben?	1	2	3
3.b mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen	1	2	3
3.c Einkaufstaschen heben oder tragen	1	2	3
3.d mehrere Treppenabsätze steigen	1	2	3
3.e einen Treppenabsatz steigen	1	2	3
3.f sich beugen, knien, bücken	1	2	3
3.g mehr als 1 Kilometer zu Fuß gehen	1	2	3
3.h mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen	1	2	3
3.i eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen	1	2	3
3.j sich baden oder anziehen	1	2	3

Hatten Sie <i>in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit</i> irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?	Ja	Nein
4.a Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
4.b Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
4.c Ich konnte nur bestimmte Dinge tun	1	2
4.d Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung	1	2

Hatten Sie <i>in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme</i> irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten)?	Ja	Nein
5.a Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein	1	2
5.b Ich habe weniger geschafft als ich wollte	1	2
5.c Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten	1	2

	Überhaupt nicht	Etwas	Mäßig	Ziemlich	Sehr
6. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?	1	2	3	4	5

	Keine Schmerzen	Sehr leicht	Leicht	Mäßig	Stark	Sehr stark
7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?	1	2	3	4	5	6

	Überhaupt nicht	Ein bißchen	Mäßig	Ziemlich	Sehr
8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?	1	2	3	4	5

In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen <i>in den vergangenen 4 Wochen</i> gegangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht).	Immer	Meistens	Ziemlich oft	Manchmal	Selten	Nie
Wie oft waren Sie <i>in den vergangenen 4 Wochen</i>						
9.a ... voller Schwung?	1	2	3	4	5	6
9.b ... sehr nervös?	1	2	3	4	5	6
9.c ... so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte?	1	2	3	4	5	6
9.d ... ruhig und gelassen?	1	2	3	4	5	6
9.e ... voller Energie?	1	2	3	4	5	6
9.f ... entmutigt und traurig?	1	2	3	4	5	6
9.g ... erschöpft?	1	2	3	4	5	6
9.h ... glücklich?	1	2	3	4	5	6
9.i ... müde?	1	2	3	4	5	6

	Immer	Meistens	Manchmal	Selten	Nie
10. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den <i>vergangenen 4 Wochen</i> Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) Beeinträchtigt?	1	2	3	4	5

Inwieweit trifft <i>jede</i> der folgenden Aussagen auf Sie zu?	trifft ganz zu	trifft weitgehend zu	weiß nicht	trifft weitgehend nicht zu	trifft überhaupt nicht zu
11.a Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden	1	2	3	4	5
11.b Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne	1	2	3	4	5
11.c Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt	1	2	3	4	5
11.d Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit	1	2	3	4	5

Vielen Dank.

3 Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

TAB. 1: INDIKATIONEN ZUR ARTHRODESE.....	5
TAB. 2: OSTEOSYNTHESETECHNIKEN ZUR ARTHRODESE AM USG UND/ODER OSG.....	11
TAB. 3: ICD UND OPS CODES NACH DEM AKTUELLEN VERZEICHNIS DES ICD-10-GM VERSION 2012 (QUELLE DIMDI, 2012)	21
TAB. 4: VERTEILUNG VON PRIMÄR UND REVISIONSEINGRIFFE AM USG, OSG UND USG/OSG.....	31
TAB. 5: VERTEILUNG DER ZU GRUNDE LIEGENDEN VERLETZUNGSMUSTER, DIE ZUR VERSTEIFUNG DES OBEREN UND/ODER UNTEREN SPRUNGGELENKS GEFÜHRT HABEN.	33
TAB. 6: VERTEILUNG OPERATIVE VS. KONSERVATIVE INITIALE BEHANDLUNG (N=443)	34
TAB.7: ÜBERSICHT DER VERSCHIEDENEN ARTHRODESENTECHNIKEN NACH SPRUNGGELENKSKOMPARTIMENTEN (N=531).....	35
TAB.8: ÜBERSICHT ÜBER DIE ANZAHL DER PRIMÄREINGRIFFE UND DER REVISIONEN AM USG, OSG UND USG/OSG	35
TAB. 9: RISIKOFAKTOREN DER PATIENTEN BEZOGEN AUF ARTHRODESEN AM USG, OSG UND USG/OSG	36
TAB. 10: RISIKOFAKTOREN DER PATIENTEN MIT PRIMÄRARTHRODESEN AM USG, OSG UND USG/OSG	37
TAB. 11: RISIKOFAKTOREN DER PATIENTEN MIT REVISIONSARTHRODESEN AM USG, OSG UND USG/OSG	38
TAB. 12: DURCHBAURATEN DER USG-ARTHRODESEN, VERTEILT AUF PRIMÄR- UND REVISIONSEINGRIFFE.....	40
TAB. 13: VERGLEICH PRIMÄR- UND REVISIONSEINGRIFFE BZGL. AOFAS UND VAS AM USG.....	42
TAB. 14: VERGLEICH PRIMÄR- UND REVISIONSEINGRIFF SF – 36, USG	45
TAB. 15: DURCHBAURATEN UND ODDS RATIOS IN ABHÄNGIGKEIT DER SUMME AN RISIKOFAKTOREN AM USG ...	46
TAB. 16: DURCHBAURATEN UND ODDS RATIOS IN ABHÄNGIGKEIT EINZELNER RISIKOFAKTOREN AM USG	48
TAB. 17: VERGLEICH KOSTENTRÄGER USG - AOFAS.....	50
TAB. 18: VERGLEICH KOSTENTRÄGER USG, SF - 36.....	51
TAB. 19: DURCHBAURATEN DER OSG-ARTHRODESEN, VERTEILT AUF PRIMÄR- UND REVISIONEINGRIFFE	53
TAB. 20: VERGLEICH PRIMÄR- UND REVISIONSEINGRIFF BZGL. AOFAS UND VAS AM OSG	55
TAB. 21: VERGLEICH PRIMÄR- UND REVISIONSEINGRIFF DER USG-ARTHRODESEN ANHAND DES SF – 36.....	57
TAB. 22: DURCHBAURATEN UND ODDS RATIOS IN ABHÄNGIGKEIT DER SUMME AN RISIKOFAKTOREN AM OSG ...	58
TAB. 23: DURCHBAURATEN UND ODDS RATIOS IN ABHÄNGIGKEIT EINZELNER RISIKOFAKTOREN AM OSG.....	60

TAB. 24: VERGLEICH KOSTENTRÄGER OSG - AOFAS	62
TAB. 25: VERGLEICH KOSTENTRÄGER OSG – SF-36	63
TAB. 26: DURCHBAURATEN USG/OSG-ARTHRODESEN, VERTEILT AUF PRIMÄR- UND REVISIONSEINGRIFFE.....	65
TAB. 27: DURCHBAURATEN USG/OSG ARTHRODESEN PRIMÄR UND REVISION	67
TAB. 28: VERGLEICH PRIMÄR- UND REVISIONSEINGRIFF BZGL. AOFAS UND VAS AM USG/OSG	69
TAB. 29: VERGLEICH PRIMÄR- UND REVISIONSEINGRIFF SF – 36 USG/OSG	71
TAB. 30: DURCHBAURATEN UND ODDS RATIOS IN ABHÄNGIGKEIT-SUMME AN RISIKOFAKTOREN AM USG/OSG .	72
TAB. 31: DURCHBAURATEN UND ODDS RATIOS IN ABHÄNGIGKEIT EINZELNER RISIKOFAKTOREN AM USG/OSG..	74
TAB. 32: VERGLEICH KOSTENTRÄGER USG/OSG – AOFAS	76
TAB. 33: VERGLEICH KOSTENTRÄGER USG/OSG – SF-36	76

Abbildungsverzeichnis

ABB. 1: BEWEGUNGSRICHTUNGEN DES FUßES ⁴	2
ABB. 2: RÖNTGENAUFNAHME NACH SALTZMANN	8
ABB. 3: RÖNTGENAUFNAHME NACH BRODÉN	8
ABB. 4: ARTHRODESENFORMEN AM OSG UND USG ²⁹	10
ABB. 5: RINGFIXATEUR	12
ABB. 6: MONOLATERALER FIXATEUR EXTERNE (OSG ARTHRODESE).....	13
ABB. 7: RETROGRADER MARKNAGEL (OSG/USG-ARTHRODESE)	14
ABB. 8: DATENBANKFENSTER MICROSOFT ACCESS	22
ABB. 9: ALGORITHMUS ZUR BILDGEBUNG IM RAHMEN DER NACHUNTERSUCHUNG BEI PATIENTEN MIT ARTHRODESE.....	25
ABB. 10: VERSICHERUNGSSTATUS DER BEHANDELTEN PATIENTEN (N=407).....	30
ABB. 11: VERTEILUNG ALLER ARTHRODESEN OPS AUF DIE UNTERSCHIEDLICHEN GELENKE (N=531)	31
ABB. 12: VERTEILUNG ALLER PATIENTEN AUF DIE UNTERSCHIEDLICHEN GELENKE (N=443)	32
ABB. 13: VERTEILUNG DER REVISIONS- UND PRIMÄRARTHRODESEN AM USG (N=267)	39
ABB. 14: VERGLEICH DER DURCHBAUSITUATION VON PRIMÄR- UND REVISIONSEINGRIFFEN AM USG	41
ABB. 15: BOXPLOT – VAS IN RUHE UND UNTER BELASTUNG – PRIMÄR UND REVISION USG (P=0,042)	43
ABB. 16: VERGLEICH DER DURCHBAUSITUATION BEZÜGLICH DER ANZAHL AN RISIKOFAKTOREN AM USG	47

ABB. 17: VERGLEICH DES DURCHBAUS BEZÜGLICH VERSCHIEDENER RISIKOFAKTOREN AM USG 49

ABB. 18: VERTEILUNG DER REVISIONS- UND PRIMÄRARTHRODESEN AM OSG (N=133) 53

ABB. 19: VERGLEICH DER DURCHBAUSITUATION VON PRIMÄR- UND REVISIONSEINGRIFFEN AM OSG 54

ABB. 20: BOXPLOT – VAS IN RUHE UND UNTER BELASTUNG – PRIMÄR UND REVISION OSG 56

ABB. 21: VERGLEICH DER DURCHBAUSITUATION BEZÜGLICH DER ANZAHL AN RISIKOFAKTOREN AM OSG 59

ABB. 22: VERGLEICH DES DURCHBAUS BEZÜGLICH VERSCHIEDENER RISIKOFAKTOREN AM OSG 61

ABB. 23: VERTEILUNG DER REVISIONS- UND PRIMÄRARTHRODESEN AM USG/OSG (N=131) 64

ABB. 24: VERGLEICH DER DURCHBAUSITUATION VON PRIMÄR- UND REVISIONSEINGRIFFEN AM USG/OSG
 (EINTEILUNG I) 66

ABB. 25: VERGLEICH DER DURCHBAUSITUATION VON PRIMÄR- UND REVISIONSEINGRIFFEN AM USG/OSG
 (EINTEILUNG II) 68

ABB. 26: BOXPLOT – VAS IN RUHE UND UNTER BELASTUNG – PRIMÄR UND REVISION USG/OSG 70

ABB. 27: VERGLEICH DER DURCHBAUSITUATION BEZÜGLICH DER ANZAHL AN RISIKOFAKTOREN AM USG/OSG . 73

ABB. 28: VERGLEICH DES DURCHBAUS BEZÜGLICH VERSCHIEDENER RISIKOFAKTOREN AM USG/OSG 75

VII. LITERATURVERZEICHNIS

1. Perlman MH, Thordarson DB. Ankle fusion in a high risk population: an assessment of nonunion risk factors. *Foot Ankle Int.* Aug 1999;20(8):491-496.
2. Collman DR, Kaas MH, Schuberth JM. Arthroscopic ankle arthrodesis: factors influencing union in 39 consecutive patients. *Foot Ankle Int.* Dec 2006;27(12):1079-1085.
3. Muller-Gerbl M. [Anatomy and biomechanics of the upper ankle joint]. *Orthopade.* Jan 2001;30(1):3-11.
4. Crandall J PL, Petit P, Hall G, Bass C, Klopp G, Hurwitz S, Pilkey W,, Trosseille X TC, Lassau J. Biomechanical response and physical properties of the leg, foot, and ankle. 1996;SAE 962424.
5. Hackenbroch MH RH, Jäger M, Plitz W. *Funktionelle Anatomie und Pathomechanik des Sprunggelenkes*: Stuttgart - New York Thieme; 1984.
6. Kapandji IA. *Funktionelle Anatomie der Gelenke 1-3*. Vol 1: Hippokrates; 2001.
7. Richard L. Drake AWV, Adam W.M. Mitchell *Gray's Anatomy*. Munich: Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH; 2007.
8. Pretterklieber ML. [Anatomy and kinematics of the human ankle joint]. *Der Radiologe.* Jan 1999;39(1):1-7.
9. Appell H-JS-VC. *Funktionelle Anatomie: Grundlagen sportlicher Leistung und Bewegung*. Vol 4. Heidelberg: Springer Medizin Verlag; 2008.
10. Rockar PA, Jr. The subtalar joint: anatomy and joint motion. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy.* Jun 1995;21(6):361-372.
11. Wulker N, Flamme C. [Hindfoot arthrodesis]. *Orthopade.* Apr 1996;25(2):177-186.
12. Thermann H, Hufner T, Schratt HE, Held C, Tscherne H. [Subtalar fusion after conservative or surgical treatment of calcaneus fracture. A comparison of long-term results]. *Unfallchirurg.* Jan 1999;102(1):13-22.
13. Ahmad J, Raikin SM. Ankle arthrodesis: the simple and the complex. *Foot Ankle Clin.* Sep 2008;13(3):381-400, viii.
14. Miller RA, Decoster TA, Mizel MS. What's new in foot and ankle surgery? *J Bone Joint Surg Am.* Apr 2005;87(4):909-917.
15. Tuijthof GJ, Beimers L, Kerkhoffs GM, Dankelman J, Dijk CN. Overview of subtalar arthrodesis techniques: options, pitfalls and solutions. *Foot Ankle Surg.* Sep 2010;16(3):107-116.
16. Nihal A, Gellman RE, Embil JM, Trepman E. Ankle arthrodesis. *Foot Ankle Surg.* 2008;14(1):1-10.
17. Raikin SM. Arthrodesis of the ankle: arthroscopic, mini-open, and open techniques. *Foot Ankle Clin.* Jun 2003;8(2):347-359.
18. Neumann HW. *AE-Manual der Endoprothetik: Sprunggelenk und Fuß*. Vol 1. Heidelberg Dordrecht London New York: Springer Verlag; 2012.
19. Wunschel M. [Arthrodesis of the foot and ankle.]. *Orthopade.* May 2011;40(5):407-414.
20. Mückley T, Klos K. Arthrodesen am Sprunggelenk und Rückfuß. *Trauma und Berufskrankheit.* 2010.
21. Greisberg J, Sangeorzan B. Hindfoot arthrodesis. *J Am Acad Orthop Surg.* Jan 2007;15(1):65-71.

22. Rehart S, Peters A, Kerschbaumer F. [Arthrodesis of the talocalcaneal joint in adults. Indications, procedure, outcome]. *Orthopade*. Sep 1999;28(9):770-777.
23. Muller EJ, Wick M, Muhr G. [Surgical management of posttraumatic mal-alignments and arthroses in the ankle]. *Orthopade*. Jun 1999;28(6):529-537.
24. Lechler P, Grifka J, Kock FX. [Ankle arthroplasty: indications and current state]. *Orthopade*. Jun 2011;40(6):561-570; quiz 571.
25. Kijowski R, Gold GE. Routine 3D magnetic resonance imaging of joints. *J Magn Reson Imaging*. Apr 2011;33(4):758-771.
26. Resnick D. Radiology of the talocalcaneal articulations. Anatomic considerations and arthrography. *Radiology*. Jun 1974;111(3):581-586.
27. Rubin LG. Arthroscopy of the ankle and foot. *Clin Podiatr Med Surg*. Jun 2011;28(3):xv-xvi.
28. Donatto KC. Arthritis and arthrodesis of the hindfoot. *Clin Orthop Relat Res*. Apr 1998(349):81-92.
29. Zwipp H. *Chirurgie des Fußes*: Springer Verlag Wien New York; 1994.
30. Bowers CA, Catanzariti AR, Mendicino RW. Traditional ankle arthrodesis for the treatment of ankle arthritis. *Clin Podiatr Med Surg*. Apr 2009;26(2):259-271.
31. Fitzgibbons TC, Hawks MA, McMullen ST, Inda DJ. Bone grafting in surgery about the foot and ankle: indications and techniques. *J Am Acad Orthop Surg*. Feb 2011;19(2):112-120.
32. Dennyson WG, Fulford GE. Subtalar arthrodesis by cancellous grafts and metallic internal fixation. *J Bone Joint Surg Br*. Nov 1976;58-B(4):507-510.
33. Schmidt HG, Hadler D, Gerlach UJ, Schoop R. [Principles of OSG arthrodesis in cases of joint infection]. *Orthopade*. Dec 2005;34(12):1216-1228.
34. Klaue K. [The reorienting subtalar arthrodesis]. *Orthopade*. Apr 2006;35(4):380-386.
35. Grass R, Rammelt S, Heineck J, Zwipp H. [Hindfoot arthrodesis resulting from retrograde medullary pinning]. *Orthopade*. Dec 2005;34(12):1238-1244.
36. Kennedy JG, Hodgkins CW, Brodsky A, Bohne WH. Outcomes after standardized screw fixation technique of ankle arthrodesis. *Clin Orthop Relat Res*. Jun 2006;447:112-118.
37. Van Bergeyk A, Stotler W, Beals T, Manoli A, 2nd. Functional outcome after modified Blair tibiotalar arthrodesis for talar osteonecrosis. *Foot Ankle Int*. Oct 2003;24(10):765-770.
38. Scranton PE, Jr. An overview of ankle arthrodesis. *Clin Orthop Relat Res*. Jul 1991(268):96-101.
39. Fuchs S, Sandmann C, Skwara A, Chylarecki C. Quality of life 20 years after arthrodesis of the ankle. A study of adjacent joints. *J Bone Joint Surg Br*. Sep 2003;85(7):994-998.
40. Coester LM, Saltzman CL, Leupold J, Pontarelli W. Long-term results following ankle arthrodesis for post-traumatic arthritis. *J Bone Joint Surg Am*. Feb 2001;83-A(2):219-228.
41. Hintermann B, Dick W. [Arthrodesis or prosthesis? New aspects in the treatment of end-stage arthrosis of the ankle joint]. *Orthopade*. May 2006;35(5):487-488.
42. Gougoulas N, Khanna A, Maffulli N. How successful are current ankle replacements?: a systematic review of the literature. *Clin Orthop Relat Res*. Jan 2010;468(1):199-208.
43. Zwipp H, Grass R. [Ankle arthrodesis after failed joint replacement]. *Oper Orthop Traumatol*. Oct 2005;17(4-5):518-533.

44. Galey S, Sferra JJ. Arthrodesis after workplace injuries. *Foot Ankle Clin.* Jun 2002;7(2):385-401.
45. Vertullo CJ, Nunley JA. Participation in sports after arthrodesis of the foot or ankle. *Foot Ankle Int.* Jul 2002;23(7):625-628.
46. Mann RA, Baumgarten M. Subtalar fusion for isolated subtalar disorders. Preliminary report. *Clin Orthop Relat Res.* Jan 1988(226):260-265.
47. Harris I, Mulford J, Solomon M, van Gelder JM, Young J. Association between compensation status and outcome after surgery: a meta-analysis. *JAMA.* Apr 6 2005;293(13):1644-1652.
48. Mason S, Wardrope J, Turpin G, Rowlands A. Outcomes after injury: a comparison of workplace and nonworkplace injury. *The Journal of trauma.* Jul 2002;53(1):98-103.
49. Farrugia P, Goldstein C, Petrisor BA. Measuring foot and ankle injury outcomes: common scales and checklists. *Injury.* Mar 2011;42(3):276-280.
50. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int.* Jul 1994;15(7):349-353.
51. Toolan BC, Wright Quinones VJ, Cunningham BJ, Brage ME. An evaluation of the use of retrospectively acquired preoperative AOFAS clinical rating scores to assess surgical outcome after elective foot and ankle surgery. *Foot Ankle Int.* Oct 2001;22(10):775-778.
52. Hays RD, Morales LS. The RAND-36 measure of health-related quality of life. *Annals of medicine.* Jul 2001;33(5):350-357.
53. Shearer D, Morshed S. Common generic measures of health related quality of life in injured patients. *Injury.* Mar 2011;42(3):241-247.
54. Nichol AD, Higgins AM, Gabbe BJ, Murray LJ, Cooper DJ, Cameron PA. Measuring functional and quality of life outcomes following major head injury: common scales and checklists. *Injury.* Mar 2011;42(3):281-287.
55. Brown OL, Dirschl DR, Obremskey WT. Incidence of hardware-related pain and its effect on functional outcomes after open reduction and internal fixation of ankle fractures. *Journal of orthopaedic trauma.* May 2001;15(4):271-274.
56. Gruen GS, Mears DC. Arthrodesis of the ankle and subtalar joints. *Clin Orthop Relat Res.* Jul 1991(268):15-20.
57. Pugely AJ, Lu X, Amendola A, Callaghan JJ, Martin CT, Cram P. Trends in the Use of Total Ankle Replacement and Ankle Arthrodesis in the United States Medicare Population. *Foot Ankle Int.* Oct 31 2013.
58. Wirth SH, Klammer G, Espinosa N. [Arthrodesis and endoprostheses of the ankle joint: indications, techniques and pitfalls]. *Unfallchirurg.* Sep 2013;116(9):797-805.
59. Jastifer JR, Gustafson PA, Gorman RR. Subtalar arthrodesis alignment: the effect on ankle biomechanics. *Foot Ankle Int.* Feb 2013;34(2):244-250.
60. Morgan CD, Henke JA, Bailey RW, Kaufer H. Long-term results of tibiotalar arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* Apr 1985;67(4):546-550.
61. Weil S. *Die Arthrodesse und Arthrorise:* Springer Berlin Heidelberg; 1931.
62. Grass R, Rammelt S, Biewener A, Zwipp H. Arthrodesis of the ankle joint. *Clin Podiatr Med Surg.* Apr 2004;21(2):161-178.
63. Muckley T, Schutz T, Srivastava S, Goebel M, Gonschorek O, Buhren V. [Ankle arthrodesis with intramedullary compression nailing]. *Unfallchirurg.* Sep 2003;106(9):732-740.

64. Gessmann J, Citak M, Fehmer T, Schildhauer TA, Seybold D. Ilizarov external frame technique for pirogoff amputations with ankle disarticulation and tibiocalcaneal fusion. *Foot Ankle Int.* Jun 2013;34(6):856-864.
65. Moss M, Radack J, Rockett MS. Subtalar arthrodesis. *Clin Podiatr Med Surg.* Apr 2004;21(2):179-201.
66. Zwipp H, Rammelt S, Endres T, Heineck J. High union rates and function scores at midterm followup with ankle arthrodesis using a four screw technique. *Clin Orthop Relat Res.* Apr 2010;468(4):958-968.
67. Hungerer S, Eberle S, Lochner S. Biomechanical evaluation of subtalar fusion: the influence of screw configuration and placement. *J Foot Ankle Surg.* Mar-Apr 2013;52(2):177-183.
68. Klos K, Gueorguiev B, Schwieger K. Comparison of calcaneal fixation of a retrograde intramedullary nail with a fixed-angle spiral blade versus a fixed-angle screw. *Foot Ankle Int.* Dec 2009;30(12):1212-1218.
69. Lui TH. Tibiototalcaneal arthrodesis with combined retrograde intramedullary nail and lateral L-plate. *J Foot Ankle Surg.* Sep-Oct 2012;51(5):693-695.
70. Hoover JR, Santrock RD, James WC, 3rd. Ankle fusion stability: a biomechanical comparison of external versus internal fixation. *Orthopedics.* Apr 2011;34(4).
71. Muckley T, Hoffmeier K, Klos K, Petrovitch A, von Oldenburg G, Hofmann GO. Angle-stable and compressed angle-stable locking for tibiototalcaneal arthrodesis with retrograde intramedullary nails. Biomechanical evaluation. *J Bone Joint Surg Am.* Mar 2008;90(3):620-627.
72. Kappler C, Staubach R, Abdulazim A, Kemmerer M, Walter G, Hoffmann R. [Hindfoot arthrodesis for post-infectious ankle destruction using an intramedullary retrograde hindfoot nail.]. *Unfallchirurg.* Mar 2 2013.
73. Krause FG, Schmid T. Ankle arthrodesis versus total ankle replacement: how do I decide? *Foot Ankle Clin.* Dec 2012;17(4):529-543.
74. Davies RJ. A systematic review of the impact of volume of surgery and specialization on patient outcome (Br J Surg 2007; 94: 145-161). *The British journal of surgery.* May 2007;94(5):645; author reply 645.
75. Muckley T, Klos K, Drechsel T, Beimel C, Gras F, Hofmann GO. Short-term outcome of retrograde tibiototalcaneal arthrodesis with a curved intramedullary nail. *Foot Ankle Int.* Jan 2011;32(1):47-56.
76. Obremskey WT, Pappas N, Attallah-Wasif E, Tornetta P, 3rd, Bhandari M. Level of evidence in orthopaedic journals. *J Bone Joint Surg Am.* Dec 2005;87(12):2632-2638.
77. Zlowodzki M, Jonsson A, Bhandari M. Common pitfalls in the conduct of clinical research. *Medical principles and practice : international journal of the Kuwait University, Health Science Centre.* 2006;15(1):1-8.
78. Buchner M, Sabo D. Ankle fusion attributable to posttraumatic arthrosis: a long-term followup of 48 patients. *Clin Orthop Relat Res.* Jan 2003(406):155-164.
79. Strasser NL, Turner NS. Functional outcomes after ankle arthrodesis in elderly patients. *Foot Ankle Int.* Sep 2012;33(9):699-703.
80. Monroe MT, Beals TC, Manoli A, 2nd. Clinical outcome of arthrodesis of the ankle using rigid internal fixation with cancellous screws. *Foot Ankle Int.* Apr 1999;20(4):227-231.
81. De Vries JG, Berlet GC, Hyer CF. Union rate of tibiototalcaneal nails with internal or external bone stimulation. *Foot Ankle Int.* Nov 2012;33(11):969-978.

82. Ibrahim T, Beiri A, Azzabi M, Best AJ, Taylor GJ, Menon DK. Reliability and validity of the subjective component of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society clinical rating scales. *J Foot Ankle Surg.* Mar-Apr 2007;46(2):65-74.
83. Madeley NJ, Wing KJ, Topliss C, Penner MJ, Glazebrook MA, Younger AS. Responsiveness and validity of the SF-36, Ankle Osteoarthritis Scale, AOFAS Ankle Hindfoot Score, and Foot Function Index in end stage ankle arthritis. *Foot Ankle Int.* Jan 2012;33(1):57-63.
84. Naal FD, Impellizzeri FM, Rippstein PF. Which are the most frequently used outcome instruments in studies on total ankle arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res.* Mar 2010;468(3):815-826.
85. Davis BJ, Roberts PJ, Moorcroft CI, Brown MF, Thomas PB, Wade RH. Reliability of radiographs in defining union of internally fixed fractures. *Injury.* Jun 2004;35(6):557-561.
86. Kuurstra N, Vannabouathong C, Sprague S, Bhandari M. Guidelines for fracture healing assessments in clinical trials. Part II: electronic data capture and image management systems--Global Adjudicator system. *Injury.* Mar 2011;42(3):317-320.
87. Axelrad TW, Einhorn TA. Use of clinical assessment tools in the evaluation of fracture healing. *Injury.* Mar 2011;42(3):301-305.
88. Marsh D. Concepts of fracture union, delayed union, and nonunion. *Clin Orthop Relat Res.* Oct 1998(355 Suppl):S22-30.
89. Bhandari M, Guyatt GH, Swiontkowski MF, Tornetta P, 3rd, Sprague S, Schemitsch EH. A lack of consensus in the assessment of fracture healing among orthopaedic surgeons. *Journal of orthopaedic trauma.* Sep 2002;16(8):562-566.
90. Seekamp A, Regel G, Bauch S, Takacs J, Tscherne H. [Long-term results of therapy of polytrauma patients with special reference to serial fractures of the lower extremity]. *Unfallchirurg.* Feb 1994;97(2):57-63.
91. Hungerer S, Trapp O, Augat P, Bühren V. Posttraumatic arthrodesis of the subtalar joint--outcome in workers compensation and rates of non-union. *Foot Ankle Surg.* Dec 2011;17(4):277-283.
92. Zwipp H, Rammelt S, Barthel S. [Fracture of the calcaneus]. *Unfallchirurg.* Sep 2005;108(9):737-747; quiz 748.
93. Molloy AP, Lipscombe SJ. Hindfoot arthrodesis for management of bone loss following calcaneus fractures and nonunions. *Foot Ankle Clin.* Mar 2011;16(1):165-179.
94. Weatherall JM, Mroczek K, McLaurin T, Ding B, Tejwani N. Post-traumatic ankle arthritis. *Bulletin of the Hospital for Joint Disease.* 2013;71(1):104-112.
95. Bruce J, Sutherland A. Surgical versus conservative interventions for displaced intra-articular calcaneal fractures. *Cochrane database of systematic reviews.* 2013;1:CD008628.
96. Brigido SA, Bleazey ST, Protzman NM, D'Angelantonio A, 3rd, Schoenhaus HD. A retrospective analysis evaluating allogeneic cancellous bone sponge for foot and ankle arthrodesis. *J Foot Ankle Surg.* Jan 2013;52(1):28-31.
97. Salem KH, Kinzl L, Schmelz A. Ankle arthrodesis using Ilizarov ring fixators: a review of 22 cases. *Foot Ankle Int.* Oct 2006;27(10):764-770.
98. Cobb TK, Gabrielsen TA, Campbell DC, 2nd, Wallrichs SL, Ilstrup DM. Cigarette smoking and nonunion after ankle arthrodesis. *Foot Ankle Int.* Feb 1994;15(2):64-67.
99. Thevendran G, Younger A, Pinney S. Current concepts review: risk factors for nonunions in foot and ankle arthrodeses. *Foot Ankle Int.* Nov 2012;33(11):1031-1040.

100. Myers TG, Lowery NJ, Frykberg RG, Wukich DK. Ankle and hindfoot fusions: comparison of outcomes in patients with and without diabetes. *Foot Ankle Int.* Jan 2012;33(1):20-28.
101. Easley ME, Trnka HJ, Schon LC, Myerson MS. Isolated subtalar arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* May 2000;82(5):613-624.
102. Wukich DK. Pantalar arthrodesis for post-traumatic arthritis and diabetic neuroarthropathy of the ankle and hindfoot. *Foot Ankle Int.* Sep 2011;32(9):924; author reply 924.
103. Rodriguez EK, Boulton C, Weaver MJ. Predictive factors of distal femoral fracture nonunion after lateral locked plating: A retrospective multicenter case-control study of 283 fractures. *Injury.* Nov 4 2013.
104. Haddad SL, Coetzee JC, Estok R, Fahrbach K, Banel D, Nalysnyk L. Intermediate and long-term outcomes of total ankle arthroplasty and ankle arthrodesis. A systematic review of the literature. *J Bone Joint Surg Am.* Sep 2007;89(9):1899-1905.
105. Thomas R, Daniels TR, Parker K. Gait analysis and functional outcomes following ankle arthrodesis for isolated ankle arthritis. *J Bone Joint Surg Am.* Mar 2006;88(3):526-535.
106. Bullinger M. [Assessment of health related quality of life with the SF-36 Health Survey]. *Rehabilitation (Stuttg).* Aug 1996;35(3):XVII-XXVII; quiz XXVII-XXIX.
107. Bellamy RE. Workers' compensation: the patient, the physician, and the system. *J Bone Joint Surg Am.* May 2001;83-A(5):781-783.

VIII. LEBENS LAUF

Geburtstag	08.12.1986
Geburtsort	Mutlangen
Familienstand	Ledig
Nationalität	deutsch

Hochschulbildung

Seit 10/2007	Ludwig-Maximilians-Universität München
--------------	----------------------------------------

- Studiengang: Humanmedizin

11/2013	zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung
---------	------------------------------------------

Zivildienst

08/2006 – 07/2007	FSJ – DRK Schwäbisch Gmünd Rettungsdienst
-------------------	-------------------------------------------

Schulbildung

09/2003 – 07/2006	Wirtschaftsgymnasium – Kaufmännische Schule
-------------------	---------------------------------------------

Schwäbisch Gmünd

- Allgemeine Hochschulreife, Abschlussnote 1,5

09/1997 – 07/2003	Hans – Baldung Gymnasium Schwäbisch Gmünd
-------------------	-------------------------------------------

09/1993 – 07/1997	Grundschule Herlikofen
-------------------	------------------------

IX. DANKSAGUNG

Zunächst möchte ich mich in aller Form bei all denen bedanken, die zum Gelingen dieser Doktorarbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn PD Dr. Jan Friederichs für die Betreuung und den reibungslosen Ablauf der gesamten Doktorarbeit.

Gesondert hervorgehoben werden müssen jedoch das Engagement und die nahezu unendliche Geduld von Herrn PD Dr. Sven Hungerer, der mir in jeder Situation mit guten Ratschlägen zur Seite stand und mich in zahlreichen Gesprächen in die Thematik eingeführt hat.

Abschließend möchte ich mich bei meinem persönlichen Umfeld bedanken. Sowohl meine Familie als auch meine Freunde standen zu jeder Zeit hinter mir, munterten mich in schwierigen Situationen auf und haben so zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.