

Aus der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie  
(Direktor: Univ.- Prof. Dr. med. H. Merk)  
der Universitätsmedizin der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

Thema: Die Behandlung der chronischen plantaren Fasziiitis mittels Elektrothermischer  
Denervierung – mittel- bis langfristige Ergebnisse der subjektiven Schmerzreduktion

Inaugural - Dissertation  
zur  
Erlangung des akademischen  
Grades  
Doktor der Medizin  
(Dr. med.)  
der  
Universitätsmedizin  
der  
Ernst-Moritz-Arndt-Universität  
Greifswald  
2017

vorgelegt von:  
Ronald Wischer  
geb. am: 25.06.1987  
in: Greifswald

Dekan: Prof. Dr. rer. nat. Max P. Baur  
1. Gutachter: Prof. Dr. med. T. Usichenko  
2. Gutachter: PD Dr. med. habil. J. Lange  
3. Gutachter: PD Dr. med. habil. R. Kasch  
Ort, Raum: Greifswald, Seminarraum J 02.16 im DZ7  
Tag der Disputation: 18.10.2018

### **Widmung**

Ich widme diese Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades ‚Doktor der Medizin‘

Frank Wischer, meinem Vater.

## Inhaltsverzeichnis

### **1. Einleitung**

- **Plantare Fasziiitis**
  - Definition Seite 8
  - Symptomatik und Ätiologie Seite 8
  - Risikofaktoren Seite 9
  - Pathogenese Seite 9
  - Diagnosestellung Seite 11
- **Anatomie der beteiligten Strukturen des Fußes**
  - Plantaraponeurose Seite 13
  - Innervation der Planta pedis Seite 14
- **Vergesellschaftung zum Fersensporn** Seite 16
- **Therapie der plantaren Fasziiitis**
  - Initialtherapie Seite 19
    - Lebensstiländerungen Seite 20
    - Schmerzmedikation Seite 20
    - Krankengymnastik Seite 20
    - Einlagen Seite 21
    - Cortisoninjektionen Seite 21
  - Zweite Behandlungsstufe Seite 22
    - Immobilisationen Seite 23
    - Erweiterte Gewichtsreduktion Seite 23
    - Radiotherapie Seite 23
  - Dritte Behandlungsstufe Seite 25
    - Operative Fasziotomie Seite 25
    - Extrakorporale Stoßwellentherapie Seite 27
    - Elektrothermische Denervierung Seite 27

### **2. Zielsetzung der Arbeit**

- Studienhypothese Seite 31

### **3. Patientengut und Methoden**

- Studiendesign Seite 32
- Patientengut Seite 32
- Patientenanschreiben Seite 34
- Studienspezifischer Fragebogen Seite 35
- Visuelle Analogskala (VAS) Seite 41
- AOFAS-Score Seite 42
- Klinische Untersuchung Seite 44
- Statistische Auswertung Seite 44
- t-Test Seite 45
- Umgang mit Patientendaten Seite 45

### **4. Ergebnisse**

- Vorbetrachtungen Seite 46
  - Geschlechterverteilungen Seite 46
  - Altersverteilung Seite 47
- Auswertung erster Abschnitt des Fragebogens Seite 48
  - Aktuelle Schmerzanamnese Seite 48
  - Gestörte Aktivitäten des Lebens Seite 49
- Auswertung zweiter Abschnitt des Fragebogens Seite 50
  - Einlagen Seite 50
  - Schmerzmedikation Seite 51
  - Cortison-Injektionen Seite 51
  - Radiotherapie Seite 52
- Auswertung dritter Abschnitt des Fragebogens Seite 53
  - Durchschnittlicher Zeitraum zur Behandlung Seite 54
  - Patientenzufriedenheit Seite 55
  - Subjektive Wirkdauer Seite 55
  - Schmerzempfinden direkt nach Behandlung Seite 56

- Visueller Analogscore (VAS)	Seite 58
➤ Zum Zeitpunkt vor der Intervention	
➤ Zum Zeitpunkt der Datenerhebung	
➤ Abgeleitete individuellen Entwicklungen der Schmerzintensitäten	
- AOFAS-Score	Seite 62
<b>5. <u>Diskussion</u></b>	
- Studienhypothese	Seite 63
- Wirkdauer	Seite 64
- Vorbetrachtungen	Seite 66
➤ Einfluss des Patientenalters	
- Fragebogen: Erster Abschnitt	Seite 68
- Fragebogen: Zweiter Abschnitt	Seite 69
- Fragebogen: Dritter Abschnitt und Vergleich mit Schmerzskalen	Seite 71
➤ Vergleich der VAS-Daten	
➤ Statistische Auswertung	
- Individuelle Entwicklungen der Schmerzintensitäten	Seite 74
- Das klinische Ergebnis anhand des AOFAS-Score	Seite 75
➤ Statistische Auswertung	
- AOFAS-Score im Vergleich zu Wirkdauer und Schmerzreduktion	Seite 78
- Relevanz der Studie	Seite 81
<b>6. <u>Zusammenfassung</u></b>	Seite 82
<b>7. <u>Literaturverzeichnis</u></b>	Seite 84
<b>8. <u>Anhang</u></b>	
- Curriculum Vitae	Seite 88
- Eidesstattliche Erklärung	Seite 89
- Danksagung	Seite 90

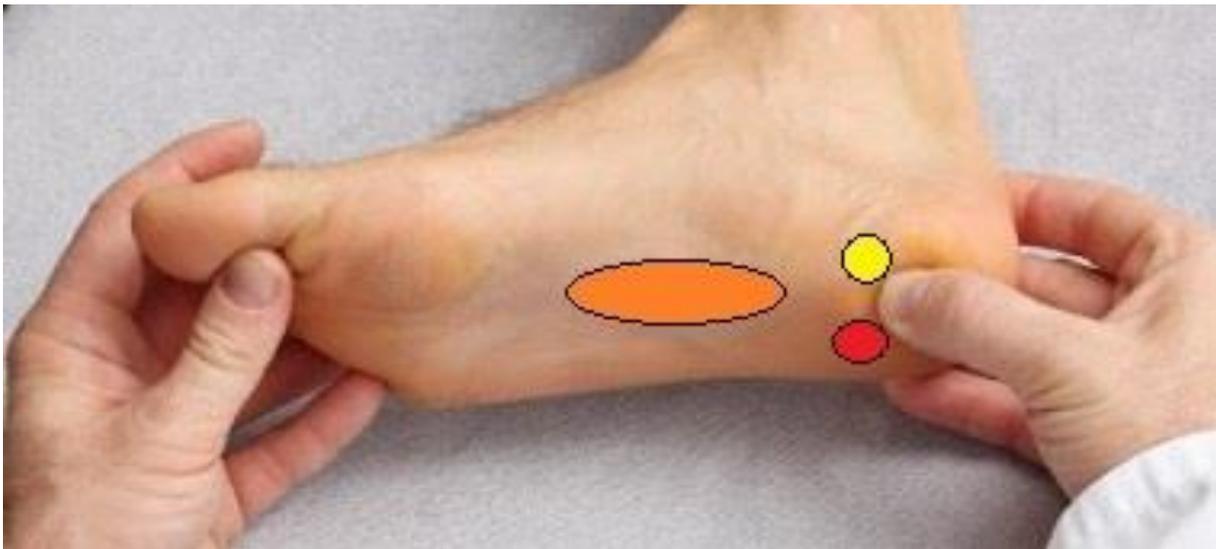
## 1. Einleitung

Die Plantarfasziitis birgt in medizinischer Hinsicht ein weites Feld von möglichen schmerzauslösenden und zu Grunde liegenden Ursachen. Sie wird umgangssprachlich fälschlicher Weise oft als „Fersensporn“ bezeichnet, da dieser in der Bevölkerung mit akuten und vor allem chronischen Hackenschmerzen assoziiert wird. Die Erkrankung selbst zählt zu dem weitreichenden Komplex der Fersenschmerzen und macht hier rund 80 Prozent der Ursachen unter den Betroffenen aus. Die Pathologie hinter dem schmerzhaften Symptomkomplex ist bis heute nicht vollständig ergründet. [4] Es wird ein entzündlicher Hintergrund diskutiert, genauso wie Umbauvorgänge an chronisch gereizten und geschädigten Faszien und am ehesten an der Plantaraponeurose. Daher ist schon die Bezeichnung plantare Fasziitis eine Art irrtümliche Nomenklatur, denn die Plantarfaszie ist eine Aponeurose am Fuß und damit eine Sehnenplatte und keine Faszie im eigentlichen Sinne. [4] Auch reaktive Verknöcherungen an den Ursprüngen und Ansätzen dieser Aponeurose am Kalkaneus werden als möglicher Grundstein für Schmerzen angesehen, wobei diese wohl eher die Folge von Entzündungen und den Sehnenschäden sind und weniger durch den sich oftmals bildenden Fersensporn verursacht werden. Durch die vielen verschiedenen Hypothesen zur Entstehung dieser Fersenschmerzen wird oft nur noch von einer plantaren Fasziopathie gesprochen. [1] Aber was auch immer die Schmerzen auslöst, weitergeleitet und verarbeitet werden sie doch fast alle auf gleichen biochemischen und anatomischen Wegen und so lässt sich als Therapieansatz die Unterbindung der Schmerzweiterleitung ins Auge fassen. Eine Möglichkeit der effektiven Schmerzbekämpfung wird in dieser Arbeit diskutiert.

### ➤ **Symptomatik und Ätiologie**

Die Plantarfasziitis ist eine Erkrankung der Aponeurosis plantaris, die in der klinischen Medizin auch Plantarfaszie genannt wird. Das charakteristische Leitsymptom sind Schmerzen an der medialen Fußsohle in einem umschriebenen Bereich entlang der Plantaraponeurose, ausgehend von der Ferse nach distal Richtung der Zehen, sowie Schmerzpunkte an der medialen und zentralen Seite der Tuberositas des Kalkaneus (Abbildung 1, Seite 8). [10] Die Erkrankung birgt einen mitunter quälenden Symptomkomplex aus morgendlichem Anlaufschmerz, Schmerzen beim Gehen, Laufen und langem Stehen, sowie einer Verstärkung der Symptomatik bei Dorsalflexion der Zehen. [2] Ein ausstrahlender Schmerz in

die Wade und sogar darüber hinaus ist auf Grund der plantaren Fasziitis ebenfalls möglich. Wie der lateinische Name es schon wiedergibt, ist es eine entzündliche Erkrankung; es werden aber auch die Risse und Mikroläsionen der Plantaraponeurose, die durch eine Überbeanspruchung entstehen können, als Ursache der Schmerzen diskutiert. [2, 3]. Sie ist eine der häufigsten Ursachen für Fersenschmerzen bei Erwachsenen; rund 10 Prozent der Bevölkerung leiden mindestens einmal in ihrem Leben daran. [3] Insbesondere die Altersgruppe der 40- bis 60-jährigen ist betroffen. [18] Dennoch können Fersenschmerzen in allen Altersgruppen verzeichnet werden, so leiden in den USA sieben Prozent der Bevölkerung über dem 65. Lebensjahr unter einer druckschmerzhaften Ferse, 80 Prozent davon auf Grund einer plantaren Fasziitis. [4, 18] In einem Industrieland wie Deutschland, welches in der Gesellschaftsstruktur viele Parallelen zu den USA aufweist, ist von einer vergleichbaren Prozentzahl an Betroffenen auszugehen.



**Abbildung 1:** Planta pedis [10]; Hauptlokalisierung des charakteristischen Fersenschmerzes über der Plantaraponeurose (orange), medialer Tuberositas des Kalkaneus (gelb) und zentraler Tuberositas des Kalkaneus (rot)

In 70 Prozent aller Fälle liegt die Plantarfasziitis einseitig vor, in den restlichen 30 Prozent bilateral. [6] Der Anteil der betroffenen Frauen ist in der Gruppe der Plantarfasziitispatienten in etwa doppelt so groß wie der der Männer. [18]

### ➤ **Risikofaktoren**

Es konnten bisher eine Reihe von verschiedenen Risikofaktoren für den chronischen Fersenschmerz und die Plantarfasziitis ausgemacht werden. Neben dem weiblichen Geschlecht wird die Adipositas, ermittelt an Hand des Body-Mass-Index (BMI), als eine der häufigsten Risiken für die Entstehung einer plantaren Fasziiitis angesehen. Die Ursache ist hierbei am ehesten die gesteigerte biomechanische Mehrbelastung der Füße. [2, 11] Exzessiver Laufsport, langes Stehen und ständige Pronationsstellung der Füße sind ebenso entscheidende Risikofaktoren für die Manifestation einer Plantarfasziitis, da sie alle zu einer übermäßigen Beanspruchung der Plantaraponeurose durch Zugkräfte führen. [2] Auf gleiche Weise erhöht auch eine Verhärtung und Überspannung der Tendo calcanei („Achillessehne“) das Risiko. [11] Umgekehrt führen auch vor allem verschiedene Gangfehler zu einer Überbeanspruchung der Plantarfaszie, die wiederum zu Schäden an ihr, den Insertionsstellen und der Achillessehne führen können. In Studien hat sich gezeigt, dass 80 Prozent aller Patienten zusätzlich zur Plantarfasziitis eine Verspannung der Achillessehne haben und sogar mehr als 80 Prozent der Patienten weisen eine Überpronation auf. [6] Auch die Fähigkeit den Fuß anzuwinkeln, also in die Dorsalextension zu bringen, ist bei den betroffenen Patienten fast immer eingeschränkt. [2] Ein weiterer Risikofaktor der Plantarfasziitis ist das Tragen von ungeeignetem Schuhwerk und das exzessive Barfußgehen. [11]

### ➤ **Pathologie der Plantarfasziitis**

Zur genauen Pathologie der Plantarfasziitis konnte bis heute kein exakter Mechanismus ausgemacht werden. Verschiedene Theorien werden bis heute diskutiert. Am ehesten ist jedoch von einer biomechanischen Ursache auszugehen. [11] So wird der Mechanismus von Mikrotraumata der Aponeurosis plantaris mit am häufigsten diskutiert. Man nimmt an, dass rezidivierende Läsionen der Sehnenplatte an ihrer Insertionsstelle am Kalkaneus eine schmerzhaft Reizung der Region zu Folge haben. Ähnlich wie bei der Epicondylitis humeri radialis („Tennisellenbogen“). Eine von diesen Verletzungen getriggerte Entzündung wäre damit zu erklären und würde das gute Ansprechen auf Corticoidinjektionen in vielen Fällen erklären. [4] Dagegen zeigte eine Studie an Plantarfasziitispatienten, die mit einer Fasziotomie der Plantaraponeurose behandelt wurden, dass nur 21 Prozent aller histologischer Proben überhaupt entzündliche Veränderungen aufwiesen. [9] Eine hohe Ansprechrate auf Corticosteroide steht dieser Studie mit einem nur geringen Anteil an

histologischen Entzündungszeichen gegenüber. Dieser paradoxe Zusammenhang erscheint einmalig für die Plantarfasziitis. Hierbei muss herausgestellt werden, dass die Patienten der Studie eine Fasziotomie erfahren haben, eine operative Behandlung, die an nur etwa einem Prozent der chronischen Fersenschmerz-Patienten durchgeführt wird, und daher mit hoher Wahrscheinlichkeit keine repräsentative Gruppe für alle Erkrankten der Plantarfasziitis darstellen. [4] Eine weitere Theorie der Krankheitsentstehung liegt in dem Verlauf eines Astes des Nervus plantaris lateralis, der zwischen dem kaudalsten Teil des Kalkaneus und dem tiefer liegenden Musculus flexor digitorum brevis verläuft. Schmerzen können hier durch eine Verengung und somit Nervenkompression entstehen. [11] Klinisch kann sich die Schmerzsymptomatik häufiger mit einer lokaleren Ausprägung zeigen, aber auch eine eher diffuse Schmerzwahrnehmung ist möglich. Ein weiteres Merkmal dieser vermuteten Pathogenese des Fersenschmerzsyndroms ist, dass sie keine Verschlechterung erfährt bei forcierten Dorsalflexion der Zehen. [4] Eine andere Theorie hinter der Pathologie der Plantarfasziitis ist die Nervenwurzelkompression auf Höhe des ersten Sakralsegments und somit ebenfalls neurogenen Ursprungs, wenn auch mechanisch verursacht. In Studien konnte bei einer geringen Zahl an Patienten ein solcher Schmerzhintergrund sicher herausgestellt werden. [4] Als Erklärung für den charakteristischen morgendlichen Anlaufschmerz wird oft der erste Wechsel von nächtlicher Plantarflexion des entspannten Fußes und damit der leicht kontrahierten Plantaraponeurose zur Dorsalflexion beim ersten Auftreten und damit der Spannung der Sehnenplatte herangezogen. [4] Dieser Wechsel in einen angespannten Zustand nach längerer Entspannung der geschädigten Aponeurose ist für viele Patienten das schmerzhafteste Symptom der Erkrankung. Aus Patientenstudien über Fasziotomien an chronischen Schmerzpatienten mit Plantarfasziitis ging hervor, dass 25 Prozent der gewonnenen Patientenproben histologische Zeichen von Fibromatose aufweisen, einer gutartigen Bindegewebswucherung. 54 Prozent aller histologischen Proben dieser Studie enthielten weder die vermuteten entzündlichen Veränderungen noch Anzeichen für eine Fibromatose. [11] Degenerative Veränderungen des Bindegewebes, Einrisse und Neovaskularisation prägten bei diesen Patienten das histologische Resektat der Aponeurosis plantaris. Diese größtenteils mechanischen Ursachen für die Pathogenese des Fersenschmerzes werden noch durch verschiedene weitere neurogene, rheumatische, traumatische oder anderen systemischen Ursachen ergänzt. [11] Ein so breit gestreutes Bild an Ergebnissen bei der gleichen zu Grunde liegenden Erkrankung lassen sich als Hinweis

darauf interpretieren, dass verschiedene Mechanismen der Pathologie für die Plantarfasziitis nebeneinander existieren. Der medizinische Begriff der Fasciitis plantaris wird damit zu einem Symptomkomplex, hinter dessen Entstehung eine Vielzahl von möglichen Pathologien steht. Die sehr unterschiedliche Wirksamkeit des breiten Spektrums an Behandlungstherapien wäre damit auch deutlich besser zu erklären. [9] Die letztendlich angewandte Therapie am Patienten sollte hierbei so exakt wie möglich auf die auslösende Pathologie angepasst werden. [11]

### ➤ **Diagnosestellung**

Die Diagnose plantarer Fersenschmerz ist schon allein durch eine genaue Anamnese der Krankheitssymptomatik und einer klinischen Untersuchung am Patienten zu stellen. [1, 11] Eine Empfehlung der praktischen Vorgehensweise gibt hierfür die Leitlinie für Fersenschmerz und Plantarfasziitis. [16] Die Anamnese entspricht grundlegend jeder anderen klinischen Anamnese und sollte zielorientiert jetzt-, eigen-, fremd-, sozial- und allgemeinanamnestische Aspekte enthalten. Die jetzige und vorangegangene Schmerzanamnese ist für die Plantarfasziitis natürlich einer der wichtigsten Eckpfeiler. Dabei sollte besonders auf die Charakteristika des Fersenschmerzsyndroms eingegangen werden, wie dem Anlaufschmerz am Morgen und nach längerem Sitzen oder Liegen, der oft als scharfer, stechender Schmerz beschrieben werden kann. [2, 11, 16] Es sollten die genauen Zeiten des Auftretens der Schmerzen über den Tag erfragt werden. In der Anamnese sollte weiterhin das gegenwärtige Schuhwerk der Patienten, der Intensitätsgrad der Aktivitäten auf der Arbeit und zu Hause, sowie alle traumatischen Verletzungen des Patienten abgefragt werden. [11] Missempfindungen und ausstrahlende Schmerzen bilden einen Kernpunkt der Anamnese und deuten beim Vorliegen auf eine neurogene Ursache hin. [15] Bei Auftreten neurogener Symptome sollte eine klinische Untersuchung und radiologische Bildgebung umgehend erfolgen, um schwere Nervenläsionen auszuschließen. [11] Die klinische Untersuchung beginnt mit einer Inspektion des Fußes mit Augenmerk auf Schwellungen und Atrophien vor allem am Fettpolster der Fußsohle, aber auch mögliche Deformitäten und Schonhaltungen der Füße sollten begutachtet werden. Dabei sollte auch eine Beurteilung der anatomischen Aufstellung der Füße im Gehen und Stehen erfolgen. Bei der Palpation sollten alle Knochenpunkte und tastbaren Bänder und Gelenke, sowie Muskeln des Fußes und

Unterschenkels untersucht werden. [16] Hypästhesie und Dysästhesie sollen dabei vom Patienten sofort und im Seitenvergleich angegeben werden. Der proximale Ansatz der Plantaraponeurose ist im Hinblick auf die Plantarfasziitis die wichtigste anatomische Struktur und sollte exakt auf Schmerzpunkte und eventuelle Läsionen abgetastet werden. [16] Die funktionelle Untersuchung der unteren Extremität sollte das Bewegungsausmaß in allen Freiheitsgraden von Fuß und Sprunggelenk umfassen, mit Augenmerk auf eine möglicherweise eingeschränkte Dorsalflexion im Knöchel. [11, 16] Hierbei sollte sowohl der aktive als auch der passive Bewegungsumfang ermittelt werden. [16] Weitere hinweisführende Untersuchungen auf eine Plantarfasziitis können der Tarsaltunnel-Test, der Windlass-Test und das Messen des longitudinalen Knöchelwinkels sein, um eine exakte Bestimmung der Eingliederung in die International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD) für Plantarfasziitis und International Classification of Functioning, Disability, and Health (ICF) durchführen zu können. [16] Eine radiologische Bildgebung wird bei Erstvorstellung der Beschwerden eher selten herangezogen und auch im Verlauf nur vereinzelt, um Differentialdiagnosen zur Plantarfasziitis auszuschließen. Bei über 80 Prozent ist als auslösendes Krankheitsbild hinter den Fersenschmerzen jedoch die Fasciitis plantaris anzunehmen. [4] Die erste Wahl der dennoch möglichen Bildgebungen bildet die klassische Röntgenuntersuchung unter den behandelnden Ärzten. [4] Hierbei ist eine Aufnahme bei belastetem Fuß zu bevorzugen, um biomechanisch wirksame Strukturfehler des Fußes auf den Bildern zu demaskieren. [11] Ultraschall und Magnetresonanztomographie spielen hier eher eine untergeordnete Rolle, obwohl die erzeugten Ergebnisse mindestens genauso aussagekräftig sind. Radiologische Befunde, wie zum Beispiel eine verdickte Plantarfaszie oder eine abnorme Schichtbildung in der Fußsohle können die Diagnose der Plantarfasziitis erhärten. [2] Eine dabei aufgedeckte Atrophie des plantaren Fettpolsters ist eher grundlegend als Ursache für Fersenschmerzen anzusehen. [11] Die Fasciitis plantaris ist für gewöhnlich selbstlimitierend und verbessert sich normalerweise innerhalb eines Jahres unabhängig von der Behandlungsweise. [2] Dennoch gibt es persistierende Manifestationen der Plantarfasziitis über Jahre bis hin zu Jahrzehnten. Eine allgemeine Feststellung besagt, dass die endgültige Heilung von Fersenschmerzen umso länger dauert, je länger sie zuvor bestanden haben. [11] Die Empfehlungen für das initiale Behandlungsschema von Fersenschmerzen und damit auch der Plantarfasziitis sind in ihrer Anordnung einem Stufenschema gleich zu setzen. So werden verschieden intensive

Therapieoptionen im Verhältnis zur Dauer der diagnostizierten Erkrankung gesetzt. Beginnend mit Lebensstiländerungen und nicht-invasiven konservativen Behandlungsansätzen steigert sich die Intensität der Anwendungen im zunehmenden Verlauf der Erkrankung bis hin zu invasiven, operativen Interventionen. [11] Konservative Behandlungen helfen in 90 Prozent der Fälle die Schmerzen zu bessern, dabei werden initial Schonung der Füße, Aktivitätseinschränkungen, Kühlung, Massagen, nicht-steroidale Antirheumatika (NSAR) und verschiedene Dehnungstechniken dem Patienten zur Behandlung vorgeschlagen. Wenn die Schmerzen dennoch über Wochen persistieren kann der Arzt Krankengymnastik, Einlagen und andere Schuhmodifikationen, sowie Cortisoninjektionen verordnen. [1,2] Bei einer Persistenz über ein halbes Jahr hinaus gilt der Schmerz als chronisch und radiologische Stoßwellentherapie oder sogar eine operative Intervention wie die minimalinvasive Radiofrequenzablation oder die invasive plantare Fasziotomie müssen in Betracht gezogen werden. Der Großteil der Patienten spricht auf eine konservative Therapie an oder es kommt zur selbständigen Ausheilung der Plantarfasziitis, so dass nur rund ein Prozent der Fersenschmerz-Patienten eine invasive Therapie in Anspruch nehmen. [4] Alles in allem muss aber beachtet werden, dass keiner dieser Therapieansätze eine Sicherheit auf Schmerzreduktion oder Schmerzfreiheit nach Behandlung verspricht; weder das Vertrauen auf Selbstheilung, noch jede Art von konservativer Therapie oder invasiver Intervention. [1]

### ➤ **Anatomie**

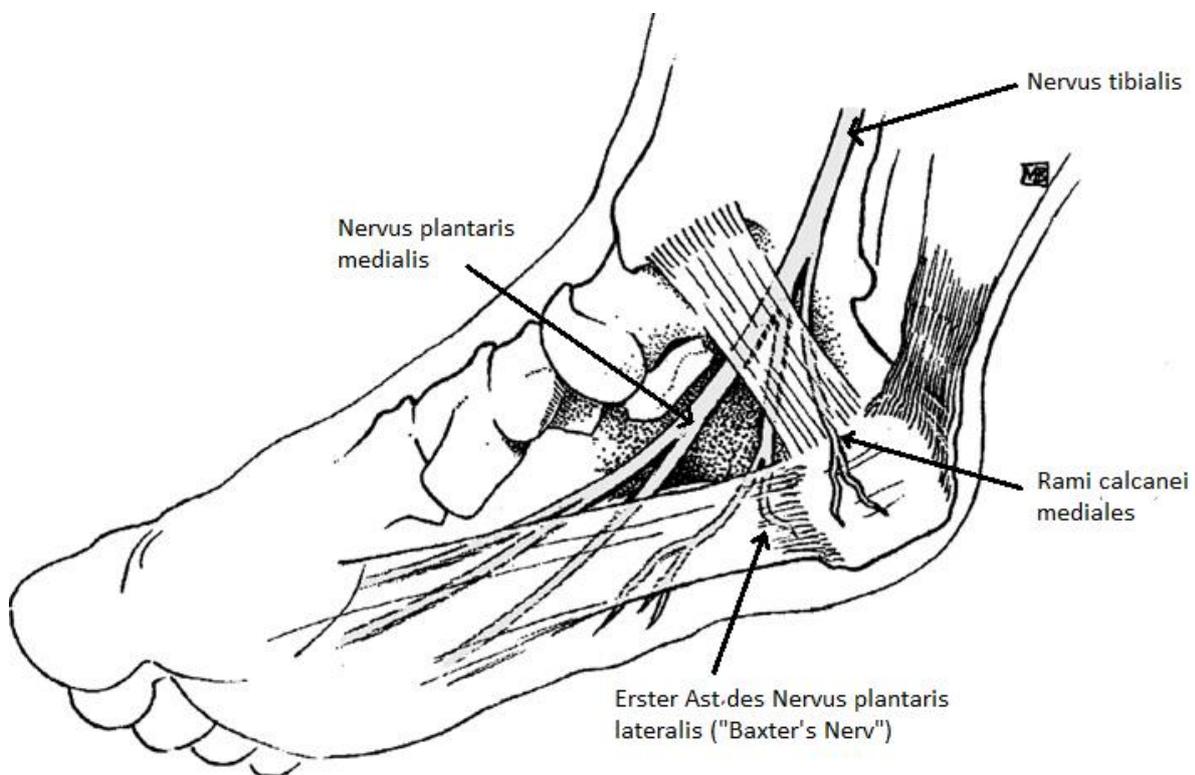
Um die Ursachen der Plantarfasziitis besser zu verstehen und auch die Rolle der genannten Risikofaktoren einordnen zu können, ist es grundlegend die Anatomie der beteiligten Komponenten des Fußes zu beleuchten. Die Plantaraponeurose, auch Plantarfaszie genannt, ist ein breites Band von festem Bindegewebe, das das Längsgewölbe des Fußes unterstützt. Diese Sehnenplatte besteht aus einem dicken zentral liegenden Teil und zwei dünneren Anteilen, die medial und lateral davon angrenzen. [5] Durch die proximale Verankerung im Calcaneus, sowie im Periost der fünf distalen Phalangen und Köpfe der Metatarsalknochen durch die fünfstrahligen Bindegewebsausläufer der Plantarfaszie, verspannt die Aponeurose den Fußbogen in der Längsachse. Außerdem strahlen ihre Fasern in die Haut der Fußsohle ein, sowie ins Ligamentum metatarsale transversum und die bindegewebige

Flexorenscheide. Durch diese Verspannung können vertikal einwirkende Kräfte beim Gehen und Laufen aufgefangen werden und die Aponeurose schützt so die darunter liegenden Muskeln, Sehnen, Nerven und Blutgefäße der Fußsohle. [5] Außerdem ist sie die Voraussetzung für den sogenannten „Windlass“-Effekt (auf Deutsch „Seilwinden“- oder „Ankerwinden“-Mechanismus). [4, 11] Dieser Effekt beschreibt die Funktion den Kalkaneus und die Mittelfußknochen bei Plantarflexion und damit verbundener Supination wieder einander anzunähern und das Längsgewölbe anzuheben. Die Aponeurosis plantaris wirkt dabei wie eine Seilwinde, während die tiefe Wadenmuskulatur die nötige Kraft über die Achillessehne auf den Fuß überträgt. Die Plantaraponeurose zieht sich durch die gespeicherte potentielle Energie der vorherigen Spannung bei Entlastung des Fußes wiederum passiv zusammen. Diese passive Kontraktur geschieht vor allem beim Heben des Fußes oder generell am unbelasteten Fuß, der sich nicht in Dorsalflexion befindet. Beim Auftreten hingegen kommt es zur Pronation des Fußes und die Plantaraponeurose wird gespannt. [4]

#### ➤ **Innervation der Planta pedis**

Für das Gesamtverständnis der anatomischen Grundlagen ist aber nicht nur die plantare Sehnenplatte von großer Bedeutung, auch die Nerven, die die Region sensibel und auch motorisch innervieren und deren Verlauf ist von größter Wichtigkeit - insbesondere im Hinblick auf den Kernpunkt der Arbeit, die Elektrothermische Denervierung. Ohne weitreichende Kenntnisse der Innervation des Fußes ist diese Art der Therapie nicht durchzuführen. Die sensible Innervation der Planta pedis und damit auch die primäre Schmerzverarbeitung und Weiterleitung werden durch die Nervi plantares medialis und lateralis, sowie die Rami calcanei mediales des Nervus tibialis übernommen. Letzterer ist wiederum der mediale Ast des Nervus ischiadicus und gibt bis zu seiner Aufspaltung auf Höhe des Sprunggelenks die Rami musculares zur Innervation der Flexorengruppe im Unterschenkel ab. Somit hätte eine proximale Schädigung nicht nur eine Sensibilitätsstörung der Fußsohle zur Folge, sondern auch einen resultierenden Gangfehler in Form einer Hackenfußstellung durch den Ausfall der Flexorengruppe und des Überwiegens der Extensoren auf den Fuß. [3, 5] Die sensible Innervation der Planta pedis wird in unterschiedlichen Regionen von den verschiedenen sensiblen Nervenästen geleistet. So wird der Bereich über der Ferse von den Rami calcanei mediales des Nervus tibialis, aber auch

von den Rami calcanei lateralis des Nervus suralis versorgt. Der gesamte laterale Bereich der Fußsohle einschließlich der lateralen anderthalb Zehen werden vom Nervus plantaris lateralis und der mediale Anteil mit den dreieinhalb Zehen werden vom Nervus plantaris medialis innerviert. [5] Der erste abgehende Ast des Nervus plantaris lateralis wird eine besondere Stellung im Rahmen des Fersenschmerzes zugeschrieben. Er hat keinen Eigennamen in der anatomischen Nomenklatur, wird aber in verschiedenen englischsprachigen Literaturen als „Baxter’s Nerv“ (Abbildung 2) bezeichnet und als eine mögliche Quelle für den chronischen Fersenschmerz gehandelt. [3]



**Abbildung 2:** Innervation der Ferse [12]

Eine Einklemmung dieses Nervenastes des Nervus plantaris lateralis ist die häufigste Ursache für Fersenschmerzen neurogenen Ursprungs. [15] Eine distale Schädigung des Nervus tibialis hätte vor allem eine Schädigung der Sensibilität der Fußsohle zur Folge. Mögliche motorische Ausfälle der kurzen Fußmuskeln, die ebenfalls durch die Äste des Nervus tibialis innerviert werden, sind wegen der Kompensation durch die starken, langen Flexoren ausgehend vom

Unterschenkel nur schwer zu demaskieren. [5] Eine geplante Ablation der endständigen Nerven der Fußsohle sollte also nur eine Unterbindung der Sensibilität und somit auch der schmerzleitenden Fasern nach sich ziehen. Selbst wenn motorische Anteile der Nervenäste dabei zu Schaden kommen sollten, wäre die Kompensationswirkung der langen Beuger stärker als die bemerkbaren Ausfälle der kurzen Fußmuskulatur für den Patienten. Dennoch sollte man sich auf diese große Ausgleichswirkung der verschiedenen Muskelgruppen nicht verlassen und gerade in Hinblick auf die erhebliche Variabilität der Nervenabgänge und Verzweigungen in der Region um den Kalkaneus große Sorgfalt bei allen invasiven Interventionen walten lassen. [3]

### ➤ **Vergesellschaftung zum Fersensporn**

Eine grundlegende Fragestellung sollte auch die Vergesellschaftung der Plantarfasziitis mit dem Fersensporn sein. So ist mir bei meiner persönlichen Befragung von Fasziitispatienten, dem Gespräch mit erfahrenen medizinischen Kollegen und auch bei verschiedenster Literaturrecherche aufgefallen, dass die Plantarfasziitis umgangssprachlichen des Öfteren als „Fersensporn“ bezeichnet wird. Der Fersensporn ist ein anderes Krankheitsbild mit einem ganz anderen Krankheitswert und doch würden die meisten Patienten ihre Fersenschmerzen als „Fersensporn“ bezeichnen. Grundlegend muss man sagen, dass diese Patienten alle an plantaren Fersenschmerzen leiden. Sogar die Leitlinien des Fersenschmerzes beschreiben die plantaren Schmerzen ursächlich als Plantarfasziitis, Fersenspornsyndrom oder plantare Fasziöse. [1] Eine exakte Trennung der Krankheiten wird auch hier vermieden und verleitet schnell bei Arzt und Patient zur Falschbenennung der Erkrankung. Dies hat aber auch einen Ursprung in der Einfachheit des Wortes „Fersensporn“ und der bildlichen Beschreibung, die der Name in sich trägt. Es ist simpel sich vorzustellen, dass ein Sporn an der Ferse beim Gehen und Stehen schmerzhaft sein kann. Eine Entzündung der Plantarfaszie, die ja eigentlich eine Aponeurose ist, ist für die meisten Menschen vergleichsweise eher schwer vorstellbar. Somit führt die Falschbetitelung als „Fersensporn“ im Patientengespräch natürlich zu einer deutliche Vereinfachung der Kommunikation, was nicht heißt, dass der Patienten seine wirklich zu Grunde liegende Erkrankung nicht ausreichend und verständlich erklärt bekommen sollte. In der Diagnostik der Plantarfasziitis ist es primär nicht notwendig bildgebende Verfahren anzuwenden und so bleiben eventuelle Fersensporne oft unentdeckt,

weil sie für die weitere Behandlung der Schmerzsymptomatik keinen entscheidenden Unterschied ausmachen. [2, 11] In der Mehrzahl der Fälle kommen Röntgen- und Ultraschalluntersuchungen am Patienten erst im Verlauf der Behandlung und einer eventuellen Chronifizierung der Schmerzen zum Einsatz. Somit hat ein Großteil der unter Fersenschmerzen leidenden Patienten keinen oder keinen diagnostizierten Fersensporn. Die Verknüpfung von Fersensporn und Plantarfasziitis wurde auch in Studien überprüft und diese ergaben, dass etwa 50 Prozent aller Röntgenaufnahmen bei Plantarfasziitispatienten einen röntgenologischen Fersensporn (Abbildung 3) aufweisen. [4]



**Abbildung 3:** Röntgenbild des Rückfußes mit plantarem (unterem) Fersensporn [7]

Dieser Zusammenhang ist natürlich nicht von der Hand zu weisen und lässt eine Vergesellschaftung vermuten. Ein Sporn muss aber nicht mit den vorhandenen Symptomen des Patienten korrelieren. [11] Dennoch liegen den Krankheiten annähernd identische Ursachen zu Grunde. So entsteht der Fersensporn durch chronische Schäden und

Mikrotraumata an der Insertionsstelle der Plantaraponeurose, aber auch häufig am Ursprung des Musculus quadratus plantae. [4] Auslöser dieser Beschädigungen sind erhöhte Belastungen an dieser Stelle, zum Beispiel durch Fußdeformitäten, Gangfehler, Übergewicht oder exzessiver Laufsport. Der chronischen Verletzung folgt der Elastizitätsverlust der Insertionsstelle. Mesenchymalzellen wandern in die entstandenen Risse ein und bilden Narbengewebe, welches zu kalzifizieren beginnt, nachdem neue Blutgefäße eingewachsen sind. Auf diese Weise kann ein knöcherner Sporn langsam wachsen. [8] Die meisten Fersensporne sind zwischen vier und sechs Millimetern lang, können aber auch deutlich größere Ausmaße annehmen. Ein Zusammenhang zwischen der Länge und der Ausprägung der klinischen Symptome konnte nicht festgestellt werden. [8] Die typischen Symptome des Fersenspornes bestehen aus einem stechenden in einigen Fällen auch exzessiven Fersenschmerz, der bis in den Unterschenkel ausstrahlen kann. [8] Diese Schmerzcharakteristik deckt sich ebenfalls mit den möglichen Symptomen einer plantaren Fasziitis. [11] Weitere übereinstimmende Symptome sind der Anlaufschmerz und die ausgeprägten morgendlichen Schmerzen der Patienten. [11] Dies sind die Hauptgründe dafür, dass eine verallgemeinernde Beschreibung als plantarer Fersenschmerz sinnvoll wäre und die Begriffe „Fersensporn“ und „Plantarfasziitis“ so häufig synonym verwendet werden. Weiterhin weist die Entstehung des knöchernen Sporns sehr viele Parallelen zu den Theorien der Entstehung der Plantarfasziitis auf, was eine Vergesellschaftung unter ihnen annehmen lässt. Die zu Grunde liegenden Risikofaktoren und klinischen Erscheinungen der beiden Erkrankungen decken sich ebenfalls in weiten Teilen und dem entsprechend sind auch die möglichen Behandlungstherapien zwischen dem Fersensporn und der Plantarfasziitis fast identisch. [4] Diese Gründe werden zusätzlich zum leichteren Sprachgebrauch die Gleichsetzung der beiden Fachtermini in der Gesellschaft fördern. Zu betonen ist aber, dass 13 Prozent aller Röntgenbilder die nicht auf Grund einer Plantarfasziitis angefertigt werden, dennoch einen Fersensporn zeigen und nicht zwangsläufig jeder Plantarfasziitispatient einen Fersensporn aufweist. [4] Die Begriffe „Fersensporn“ und „Plantarfasziitis“ sollten demnach nicht synonym verwendet werden, da sie nicht die gleiche Krankheit beschreiben, auch wenn für beide Leiden gleiche Ursachen und Folgen beschrieben werden können. Bevor eine völlige Durchmischung dieser beiden Begriffe Einzug hält in die Patientengespräche, die medizinische Dokumentation oder die medizinische Fachpresse, sollte eher der schon in den Guidelines beschriebene Begriff der „Plantaren Fasziose“ verwendet werden, insbesondere

dann, wenn noch keine hundertprozentige Aussage über die Ursache hinter den quälenden Symptomen des Patienten gemacht werden kann. [11]

### ➤ **Therapie**

Die Therapie der Plantarfasziitis ist ein weites Feld von Empfehlungen, Anwendungen und Interventionen, die dem betroffenen Patienten angeboten werden können. Wie schon erwähnt, liegen der Krankheit verschiedenste pathologische Entstehungstheorien zu Grunde und somit haben auch viele Behandlungstheorien ihre Berechtigung und damit ihren Platz im Therapieschema der Plantarfasziitis gefunden. Die Empfehlungen zur Behandlungsabfolge, die besagt, zu welcher Zeit im Krankheitsverlauf welche Therapie indiziert ist, verlaufen nach einem Stufenschema. Grundlegend ist der Beginn mit konservativen Therapieoptionen innerhalb der ersten sechs Wochen, die vom Patienten gut toleriert und akzeptiert werden können. Der Patient sollte eingehend geschult werden über seine Erkrankung, die auslösenden Risikofaktoren und die mögliche Dauer bis zu seiner vollständigen Genesung. [4] Ein gut aufgeklärter Patient ist auch in der Lage selbstverantwortliche Anteile seiner Genesungstherapie zu tragen, um so seine Heilung schneller und effektiver voranzutreiben. Die Plantarfasziitis gilt als selbstlimitierend und heilt in den meisten Fällen auch ohne therapeutisches Eingreifen innerhalb eines Jahres aus. [2, 18] Das Therapieren der Erkrankung kann aber eine deutliche Reduktion der empfundenen Schmerzen des Patienten herbeiführen oder die Zeit bis zur Heilung verkürzen.

### ➤ **Initialtherapie der Behandlung**

Das Stufenschema beginnt nach Diagnosestellung mit der Initialtherapie. Sie beinhaltet leicht zu implementierende Behandlungsoptionen, die wenig invasiv sind und eine gute Kosten-Nutzen-Relation aufweisen. [11] Jeder Punkt in dieser Therapiestufe stellt nur eine mögliche Therapiemöglichkeit dar und ist als eine Empfehlung gemäß den Leitlinien zu sehen. [16] Diese sind für keinen Arzt verpflichtend, aber ein nützliches Hilfsmittel in der täglichen praktischen Arbeit. Die letztendlich angewendeten Therapien sollten stets patientenorientiert zwischen Arzt und Patient eruiert werden.

### ➤ **Lebensstiländerung des Patienten**

Der erste Schritt in der Therapie nach gestellter Diagnose sollte eine Lebensstiländerung sein. Dabei sollten Aktivitäten, die Risikofaktoren für eine Plantarfasziitis darstellen, strikt unterlassen werden vom Patienten. [4] Exzessiver Laufsport zum Beispiel oder generell Betätigungen die eine extreme Mehrbeanspruchung der Plantaraponeurose und des restlichen Fußes bedeuten, sollten mit dem Patienten besprochen werden. Hier sollten erweiterte Ruhepausen in diesen Aktivitäten empfohlen werden, um eine Selbstheilung zu ermöglichen. [4] Starkes Übergewicht eines Patienten sollte ebenfalls thematisiert werden. Eine Gewichtsreduktion sollte wenn möglich angestrebt werden, wenn die Fettleibigkeit als Ursache für den Fersenschmerz zu vermuten ist. Hierbei sollten Aktivitäten ohne starke Fußsohlenbeanspruchung empfohlen werden und eine gesunde, aber kalorienreduzierte Diät vom Patienten eingehalten werden. [16]

### ➤ **Schmerzmedikation**

Der zweite Schritt der Initialtherapie ist in den meisten Fällen die Einstellung des Patienten auf eine Schmerzmedikation in Form von oralen Analgetika oder Nicht-Steroidalen Antirheumatika (NSAR). Ihr positiver Effekt auf Schmerz und Einschränkung wurde in Studien bewiesen, gegen Placebos waren ihre Ergebnisse aber statistisch nicht signifikant. [4] Dennoch ist ihr Einsatz ein simpler Schritt in der Therapie der Plantarfasziitis, der vom Großteil der leidenden Patienten sehr gut toleriert wird. Die Nebenwirkungen der Medikation, wie die höhere Sturzgefahr oder gastrointestinale Blutungen, sollten jedoch an das Grundrisiko des Patienten angepasst werden und mögliche Vorerkrankungen definitiv in die Behandlung einbezogen werden.

### ➤ **Krankengymnastik**

Ein fester Pfeiler der Initialtherapie sollte auch immer die Krankengymnastik sein. Sie ist eine einfach zu implementierende Behandlung und weist eine gute Wirksamkeit bei überschaubaren Kosten auf. Bestandteile der Krankengymnastik sollten die Dehnung der Achillessehne und/oder der Plantaraponeurose sein, um die Spannungen in diesen Strukturen zu lockern, welche sie schmerzhaft auf den Fuß weitergeben. [11] Eine anfängliche oder dauerhafte Kombination mit oralen Analgetika über den Zeitraum der Physiotherapie ist hierbei eine gängige und gut akzeptierte Art der Initialtherapie. [4] Eine

Studie über den Einsatz von Krankengymnastik bei bestehender Symptomatik von plantarer Fasziitis hat bei einem 2-Jahre-follow-up ergeben, dass 94 Prozent der Befragten eine Schmerzreduktion erfahren haben und 92 Prozent mit der Behandlung zufrieden oder sehr zufrieden waren. Hierbei schien es unerheblich ob der Schwerpunkt der Behandlung auf der Dehnung der Achillessehne oder der Plantaraponeurose lag. [13]

### ➤ **Einlagen**

Eine der geläufigsten Initialtherapien ist die Verschreibung von Einlagen, welche der Patient regelmäßig tragen sollte. [4] Diese dämpfen vor allem den Hacken beim Gehen und Laufen bei jedem Schritt und verteilen einwirkende Kräfte besser auf das Fußbett. So werden gestresste und entzündete Gewebe vor mechanischer Beanspruchung geschont, eine Selbstheilung ermöglicht und ein erneutes Auftreten der Schmerzen verhindert.

Einlagen gibt es freiverkäuflich, aber für die Plantarfasziitis vor allem maßangefertigt vom Orthopäden verschrieben. Auch Spezialschuhe mit eingearbeiteten Einlagen können für die Schmerzpatienten angefertigt werden.

Einlagen können eine Verbesserung der Symptomatik bei vielen Hackenschmerzpatienten herbeiführen. Eine Studie von Wolgin et al. zeigte bei 82 Prozent seiner Studienteilnehmer ein Ansprechen auf das Verwenden von Einlagen nach sechs Monaten. [4] Diese hohe Erfolgsrate bei gut überschaubaren Kosten für das Gesundheitssystem, machen Einlagen zu einer der besten Therapieoptionen im Rahmen der Initialtherapie bei plantarer Fasziitis.

### ➤ **Cortison-Injektionen**

Cortison-Spritzen stellen den Übergang zwischen der initialen und zweiten Stufe im Therapieschema dar. Verwendet wird hierbei in den überwiegenden Fällen „Dexamethason 0,4%“. [16] Die Injektionen werden dabei direkt an den Punkten des Schmerzmaximums in das darunter liegende Bindegewebe verabreicht. Einige Ärzte behandeln schon sehr früh mit Cortison, andere wiederum sehen darin eher einen Therapieansatz der frühestens nach sechs Wochen Initialtherapie erfolgen darf. Diese Ambivalenz des Einsatzzeitpunktes geht zurück auf die Wirkdauer, dem Wirkeffekt und vor allem die Nebenwirkungen des Cortisons. Der Wirkstoff ist ein gut wirksames Mittel der Schmerzbekämpfung, vor allem in lokalen Anwendungsgebieten und einem entzündlichen Hintergrund des Geschehens. Im Einsatz bei plantarer Fasziitis sind die Cortison-Injektionen oft sehr effektiv, aber dies nur auf

eine kurze Zeitspanne von zwei bis vier Wochen. [4, 16] Viele Patienten sind sehr dankbar eine Schmerzfreiheit oder Schmerzreduktion durch die Therapie zu erfahren, aber in vielen Fällen treten die Schmerzen in gleicher Stärke wie zuvor wieder auf, sodass die Therapie öfters wiederholt werden muss, um eine schmerzfreie Selbstheilung der Plantarfasziitis zu gewährleisten. Ein negativer Aspekt der Therapie ist die dadurch verursachte Fettpolsteratrophie unter der Ferse und der Aponeurose. Eine Schwächung dieser Stütz- und Polsterstruktur verursacht im Endeffekt eine noch höhere Belastung auf die Plantaraponeurose, den Kalkaneus und alle weiteren anatomischen Strukturen der Planta pedis. Es wurde beschrieben, dass die Plantaraponeurose selbst nach einer strukturellen Schwächung durch die Cortisonwirkung rupturieren kann. [14] Eine Verschlechterung der grundlegenden Symptomatik ist also nach einer wiederholten Gabe von Cortison-Injektionen denkbar. Das Risiko für eine Ruptur der Plantaraponeurose unter der Therapie kann aber reduziert werden, indem die Injektionen von medial gegeben werden und oberhalb der Plantarfaszie erfolgen. [4]

Es besteht nach wie vor ein Defizit in der belegten Wirksamkeit von konservativen Behandlungsansätzen, obwohl die Mehrheit der Patienten mit plantaren Fersenschmerzen unter ihnen eine Verbesserung ihres Leidens erfährt. [15] In den meisten Fällen tritt eine Besserung der Symptomatik innerhalb der ersten sechs Wochen der Initialtherapie ein. Wenn eine Verbesserung eintritt, wird die Initialtherapie weitergeführt bis die Schmerzen vollständig abgeklungen sind. Wenn es nur zu einer leichten oder gar keinen Besserung der Symptome kommt, sollte der Patient an einen Orthopäden oder Fußchirurgen überwiesen werden, wenn dies noch nicht der Fall sein sollte und es muss ein Wechsel der Therapie auf die zweite Therapiestufe erwogen werden. [11]

### ➤ **Die zweite Therapiestufe der Behandlung**

In der zweiten Therapiestufe der Plantarfasziitis sollten die Behandlungsoptionen der Initialstufe weitergeführt werden, dazu kommen aber zusätzliche Möglichkeiten die Ursachen der Schmerzsymptomatik zu behandeln. Verschiedene orthopädische Hilfsmittel wie Nachtschienen, um die Plantarfaszie und die Achillessehne auch im Schlaf weiterhin zu dehnen, sind eine solche Option. [11] Cortison-Injektionen bleiben ein erfolgsversprechendes Therapieverfahren. Wenn sie auch nicht für alle behandelnden Ärzte mit in die Initialtherapiestufe gehören, ist sich doch der Großteil einig, dass nach sechs

Wochen Initialtherapie und bei weiterhin bestehender Symptomatik die Cortison-Injektion einen Teil der weiterführenden Therapieoptionen darstellt. [11] Auch Injektionen des Nervengiftes Botulinumtoxin werden in der neuesten Fachliteratur diskutiert und finden praktische Anwendung. [11]

#### ➤ **Immobilisation**

Eine sehr einschränkende Behandlung ist die völlige Immobilisation des Fußes. Hierbei wird eine Schiene oder ein spezieller Schuh verwendet, sodass der Fuß weder bewegt, noch durch Aktivitäten des Patienten belastet werden kann. Eine solche Behandlung sollte für vier bis sechs Wochen erfolgen, um einen Erfolg zu ermöglichen. [11]

#### ➤ **Erweiterte Gewichtsreduktion**

Die Lebensstiländerungen wurden schon bei der Initialtherapie erwähnt und sollten auch in der fortführenden Behandlung vom Patienten möglichst konsequent durchgehalten werden. Der Punkt der Adipositas ist hierbei sicherlich kein Teil, der leichtfertig von behandelnden Ärzten angesprochen werden sollte, da auch die Wirkung eines hohen BMI auf eine schmerzende Ferse in manchen Fällen nur Theorie bleibt und nicht nachweislich der Hintergrund der Erkrankung ist. Dennoch sollte spätestens ab der zweiten Therapiestufe ein massives Übergewicht als möglicher Grund für eine persistierende Schmerzsymptomatik in Betracht gezogen werden. Eine Ernährungsberatung oder ein professionelles Gewichtsreduktions-Programm sollten dem Patienten in diesem Fall offeriert werden. [11]

#### ➤ **Radiotherapie**

Eine sehr alte Methode zur Behandlung von Fersenschmerzen findet auch heute noch eine bedeutende Stellung in den Behandlungsmöglichkeiten der Plantarfasziitis: die Radiotherapie. Sie wird seit 1924 bei diesem Krankheitsbild zur Anwendung gebracht. [18] Dabei wurden in den meisten Fällen geringe Gesamtstrahlungsdosen (2 bis 10 Gray) auf sehr geringe Strahlungsdosen (< 2 Gray) in etwa sechs Sitzungen fraktioniert und seitlich auf die schmerzende Fußregion appliziert. Die Wirkungsweise der Strahlung auf die Plantarfasziitis wird bis heute diskutiert, unter anderem wird aber die anti-inflammatorische Wirkung der niedrigen Strahlendosis als Erklärung herangezogen. [18] Im Jahre 1924 wurde der erste Einsatz von Röntgenstrahlen zur Therapie der plantaren Fasziiitis beschrieben. [19] Damals

wie heute wird ein Ansprechen auf die Therapie verzeichnet. So thematisieren noch 90 Jahre nach der Erstanwendung verschiedenste Studien die Anwendung der Radiotherapie bei Fersenschmerzsymptomen. Als Beispiel für eine dieser Arbeiten, verzeichnete eine Studie an 7.947 Patienten in Deutschland eine positive Ansprechrate von 70 Prozent in der Schmerzreduktion durch die Behandlung. [20] Andere Studien ergaben sogar Erfolgsraten von über 87 Prozent in der Schmerzminderung. Dabei scheint eine höhere Dosisstärke von zum Beispiel 6 Gray über drei Wochen ein besseres Outcome zu versprechen, als niedrigere Dosisstärken. [20] Toxische Nebenwirkungen der Behandlungen waren minimal und nur mit einer kurzzeitigen Steigerung der Schmerzintensität während der Behandlung verbunden. [20] Das Risiko eines potentiellen Langzeitschadens in Form von strahlungsinduzierten Neubildungen ist nicht auszuschließen, variiert aber sehr mit der zu bestrahlenden Fläche und sinkt mit zunehmenden Alter der Patienten. [20] Zusammenfassend ist die Radiotherapie eine effektive Möglichkeit der Therapie von plantarer Fasziitis. Ihr Empfehlungsgrad (Grade of Recommendation) wird ebenfalls auf A eingestuft. Dabei ist es heute möglich Dosisstärken von 3 bis 6 Gray über sechs Sitzungen und innerhalb von drei Wochen zu applizieren. [21] Dennoch sollte vor dem Einsatz das Für und Wider mit dem Patienten diskutiert werden. Dazu muss er ausgiebig über die Langzeitrisiken aufgeklärt werden. Das betrifft vor allem junge Patienten, deren Risiko für eine strahleninduzierte Neoplasie deutlich erhöht ist nach der Radiotherapie.

Der klinische Erfolg der zweiten Therapiestufe liegt nach zwei bis drei Monaten üblicherweise zwischen 85 und 90 Prozent bei den Patienten. [11] Diejenigen, die eine Verbesserung erfahren haben innerhalb des ersten und zweiten Therapieabschnitts, sollten die angewendeten Behandlungen bis zur völligen Wiederherstellung des Normalzustandes weiterführen. Bei Anwendung dieser Therapiestufen erlangen 90 bis 95 Prozent der Plantarfasziitis-Patienten binnen eines Jahres wieder Schmerzfreiheit und haben die Erkrankung überwunden. [11]

### ➤ **Die dritte Therapiestufe der Behandlung**

Im Umkehrschluss bedeutet die hohe Erfolgsrate aber, dass circa fünf bis zehn Prozent der Patienten, die sich mit ihrer Fersenschmerzsymptomatik beim Arzt vorgestellt haben, in die dritte Therapiestufe eintreten. In diesem Behandlungsschritt werden nun intensivere, kostspieligere und invasivere Therapien zusätzlich zu den Behandlungsansätzen der ersten zwei Stufen herangezogen, um die persistierenden Schmerzen des Patienten zu beenden. [11] Diese Therapieoptionen werden auch bei einem völligem Misserfolg, ohne Anzeichen von Besserung, während der initialen und zweiten Behandlungsstufe nicht vor dem sechsten Monat der bestehenden Erkrankung empfohlen. [11] Bevor der Arzt in die dritte Therapiestufe wechselt und eventuelle Operationen oder andere Interventionen plant, muss an diesem Punkt der Behandlung noch einmal eine alternative Ätiologie der Patientensymptomatik überdacht werden. Neurogene Fersenschmerzen, Rheumatische Arthritis, unentdeckte traumatische Läsionen oder Tumore bilden hier wichtige zu bedenkende Differentialdiagnosen, die bis hierher leicht übersehen und verkannt werden können. [11] Diese seltenen, aber möglichen Ätiologien sollten durch spezifische Tests, Laborwerte und Bildgebungen ausgeschlossen werden.

### ➤ **Operative Fasziotomie**

Die Fachliteratur spricht bei den Prozentzahlen derjenigen Patienten, die eine operative Intervention benötigen, von circa einem bis vier Prozent. [4, 11] Eine der genannten Interventionen der dritten Therapiestufe der Plantarfasziitis ist die offene operative Fasziotomie mit oder ohne Abtragung eines eventuellen Fersensporns. [11] Sie wird am längsten praktiziert unter den operativen Verfahren und wird heutzutage durch endoskopische und minimalinvasive Verfahren ergänzt oder vielerorts vollständig ersetzt. Ihr Empfehlungsgrad in der evidenzbasierten Medizin wird auf „B“ eingestuft. [11] Zurzeit wird in der Fachliteratur eine Bevorzugung der minimalinvasiveren Technik gegenüber der erweiterten offenen Fasziotomie bei den durchführenden Klinikern beschrieben. [11] Eine Studie mit 22 Patienten, die eine endoskopische Fasziotomie erhalten hatten bei zu Grunde liegender Plantarfasziitis, zeigte, dass 68 Prozent ein gutes oder sehr gutes Ergebnisse in der Nachbehandlung aufwiesen. [4] Die minimalinvasive Fasziotomie mittels bipolarer Radiofrequenzbehandlung stellt unter den operativen Möglichkeiten eine relativ neue Operationstechnik zur Behandlung der chronischen Plantarfasziitis dar. [22] Die

minimalinvasive Fasziotomie soll eine gute Alternative für die traditionellen operativen Fasziotomien darstellen, die eine relativ einfach durchzuführende Interventionstechnik mit vergleichbaren klinischen Erfolgsraten und einer kürzeren Heilungszeitspanne verbinden soll. [22] Anwendung findet die Fasziotomie bei Patienten, die nach einem halben bis einem Jahr nicht auf konservative Behandlungen angesprochen haben. Die hohe Anzahl an Publikationen, die über die verschiedenen Formen der Fasziotomie veröffentlicht wurden, gibt einen Hinweis darauf, dass mit jedem dieser Verfahren ausgewählte Patienten eine Verbesserung ihrer chronischen Symptomatik erzielen können. Dabei sollte der Ursprung der neurologischen Symptome definitiv im Vorfeld abgeklärt werden. [11] Die Genesungszeit nach einer offen plantaren Fasziiitis kann vier bis acht Monate betragen, die endoskopische und auch die minimalinvasiveren Varianten reduzieren diesen Zeitraum mitunter erheblich. [23] Leider muss auch ein mögliches schlechtes Outcome berücksichtigt werden. So werden die verschiedenen operativen Fasziotomien mit einer pathologischen Abflachung des Längsgewölbes des Fußes und sogar der Ruptur der Plantaraponeurose assoziiert. [18] Auch andere unerwünschte Komplikationen der operativen Fasziotomien, wie lokale plantare Neuropraxie, intrinsische Muskelatrophie oder -paresen, oder Schmerzen durch Narbenhypertrophien, sind im postoperativen Verlauf möglich. Nur die minimalinvasive Therapieoption birgt ein deutlich geringeres Risiko für diese Nebenwirkung in sich. [22] Eine der gefürchtetsten postoperativen Komplikationen stellt das komplexe regionale Schmerzsyndrom (englisch „complex regional pain syndrom“ oder CRPS) dar. [23] Diese unerwünschte Nebenwirkung, die für die Patienten verheerende Schmerzen bedeutet, soll unter der minimalinvasiven Fasziotomie bisher nicht aufgetreten sein. [22] Dagegen wurde die CRPS auch in Studien über die endoskopische Fasziotomie bei Plantarfasziitis-Patienten in fünf bis zehn Prozent der Fälle innerhalb des Nachbehandlungszeitraumes dokumentiert. [23]

Die gleichzeitig mit der invasiven Fasziotomie durchgeführte Abtragung eines möglichen Fersensporns, ist nicht in allen Fällen nötig, da sich der Sporn schon in seiner Lage oft unabhängig zur Plantaraponeurose darstellt. Die Entfernung des unteren Fersensporns ist bei den operativen Eingriffen einiger durchführender Einrichtungen eher traditionellen Ursprungs, aber für den Heilungsverlauf des Patienten wohl irrelevant. [11]

### ➤ **Extrakorporale Stoßwellen Therapie (ESWT)**

Eine weitere Behandlungsoption der letzten Stufe des Empfehlungsschemas ist die Extrakorporale Stoßwellen Therapie (ESWT). Die ESWT wird seit geraumer Zeit für verschiedenste muskulo-skelettale Erkrankungen eingesetzt, darunter findet sich ebenfalls die Plantarfasziitis. [17] Sie wird generell bei chronischen Fersenschmerz-Patienten eingesetzt und ist in der Fachliteratur in diesem Einsatzgebiet häufig diskutiert. Die ESWT basiert auf der Stimulation zur Selbstheilung des lockeren Bindegewebes durch akustische Stoßwellen, die auf die betroffene Region abgefeuert werden. [18] Appliziert werden die Stoßwellen auf den Punkt des höchsten Schmerzempfindens des Patienten. [17] Die endgültige Heilung des chronisch entzündlichen Prozesses soll hierbei durch lokal entstehende Durchblutungssteigerung, Neovaskularisation, Kalzifikationsreduktion, Inhibition von Schmerzrezeptoren und/oder Denervierung angeregt werden. [17] Die Anwendung kann vor allem im höheren Energiebereich der Stoßwellen schmerzhaft sein und wird daher in Kombination mit einem lokalen Anästhetikum empfohlen. [18] Studien ergaben eine Schmerzreduktion um 73 Prozent zwölf Wochen nach der Intervention gegenüber dem Visuellen Analogscore der Patienten in der Voruntersuchung. Die gleichzeitig durchgeführte Placebogruppe erreichte eine Schmerzreduktion von circa 40 Prozent im gleichen Zeitrahmen. Das Resultat der ESWT im Vergleich zur Placebogruppe war nicht statistisch signifikant, dennoch wurde mit einem Unterschied im prozentualen Outcome von fast 33 Prozent eine klinische Relevanz erreicht. [17] In keiner der Gruppen konnten auftretende Komplikationen oder unerwartete Nebenwirkungen verzeichnet werden. [17] Somit ist die ESWT eine gute Alternative zur operativen Intervention bei plantarer Fasziitis und das ohne die zusätzliche Belastung durch Invasivität. [17]

### ➤ **Elektrothermische Denervierung**

Die dritte Therapievariant der dritten Behandlungsstufe, auf welche die Fragestellungen dieser Arbeit zielen, ist die Elektrothermische Denervierung (kurz „ETD“). In der Fachliteratur ist die Methode ebenfalls unter verschiedenen anderen medizinischen Termini bekannt, wie der „Radiofrequenz-Neurotomie“ oder auch der „perkutanen Radiofrequenz-Denervation“. Im englischen Sprachraum werden die Begriffe „radiofrequency coblation“ und „radiofrequency nerve ablation“ synonym für die Behandlungsmethode gebraucht. [11] Grundsätzlich geht es dabei um die thermische Unterbrechung und Zerstörung

schmerzleitender Nervenbahnen in lokalen Anwendungsgebieten. Die Hitze wird hierbei durch Radiowellen erzeugt und mittels speziellen Sonden an den Punkt des Schmerzmaximums implementiert. Sie stellt unter anderem eine relativ neue, minimalinvasive Intervention zur Behandlung der chronischen Plantarfasziitis dar. Die ETD ist bisweilen Teil der dritten Therapiestufe der plantaren Fasziitis und wird zu den operativen Verfahren der Behandlungsoptionen gezählt. Anwendung findet sie bei Patienten, deren konservative Therapie fehlgeschlagen ist und deren Symptome für mindestens sechs Monate bestehen. Die Empfehlung zur Anwendung in dieser Therapiestufe beträgt zurzeit Grad ‚C‘. [11] Gründe für diese eher schwache Empfehlung im Gegensatz zu invasiveren Verfahren, sind vor allem in der dünnen Studienlage zu Langzeitergebnissen zu suchen. Dabei finden sich schon frühzeitige Therapievorteile durch die ETD. So können Patienten nach einer ETD direkt wieder ihren behandelten Fuß belasten, während die Erholungszeit nach einer offenen plantaren Fasziitis vier bis acht Monate betragen kann. [23] In frühester Vergangenheit wird die ETD auch immer häufiger als Alternative zur Fasziotomie und ESWT erwähnt. [11]

Die Durchführung einer ETD ist relativ unkompliziert und bedarf, nach Oberarzt Dr. med. Gilbert Engel, nur eine kurze Lernphase als Operateur. Hierbei wird eine Kurznarkose durch die Anästhesie innerhalb eines Operationssaales vorbereitet. Der Operateur sucht erneut den Schmerzpunkt beim wachen Patienten und markiert das punctum maximum des Schmerzempfindens des Patienten. Nach Initiierung der Narkose und gründlicher Desinfektion des „Operationsgebietes“ (Foto 1), erfolgt die Stichinzision ins Gewebe unter dem markierten Schmerzpunkt mittels Hohlnadel (Foto 2). Der Operateur überprüft die Lage der Nadel zu den umliegenden anatomischen Strukturen anhand des knöchernen Stützapparates. Hierfür wird ein röntgenologischer Bildwandler verwendet. Nach abgeschlossener Positionierung der Führungsnadel führt der Operateur die Ablationssonde in den Schaft der Hohlnadel. Mittels dieser Nadel und dem in der orthopädischen Klinik Greifswald verwendeten NeuroTherm ELECTROTHERMAL™ 20S Spine Systems (kurz „ET20s“) kann an dieser Stelle der sensorische Nervenast detektiert und vom motorischen Nervenast separiert werden. [1,39] Es wird apparativ sichergestellt, dass die folgende Radiofrequenzablation einzig die sensorischen Äste für die tiefergelegenen Schmerzregionen ausschaltet. Für die Denervierung kann der ET20s gleichmäßige oder impulsgesteuerte Radiofrequenzenergie nutzen. [39] Nach Durchführung der Ablation (Foto 3) ist der distale Anteil des vorher detektierten Nervs funktionslos und am Patienten verbleibt eine kleine

gefühllose Region. [1] Bei exakter Durchführung entspricht diese Region der im Vorfeld der Intervention detektieren Region des Schmerzpunktes und lässt die Empfindung der oberflächlichen Hautareale unbeeinflusst. Die Hohnadel samt Sonde kann entfernt und die Kurznarkose beendet werden. Die Dauer des Eingriffs umfasst ungefähr 15 Minuten ab dem Zeitpunkt der Einleitung der Kurznarkose im Operationsaal.

Die Patienten können in nahezu allen Fällen am gleichen Tag der Durchführung die Klinik wieder verlassen und dürfen ihren behandelten Fuß nahezu uneingeschränkt und ohne Hilfsmittel belasten. Sportliche Aktivitäten und schwerste Belastungen sollten für die folgenden 14 Tage vom Patienten vermieden werden.



**Foto 1:** OP-Vorbereitungen



**Foto 2:** Stichinzision im Areal des empfundenen Schmerzmaximums



**Foto 3:** Ablation des zuvor detektierten sensorischen Nervenastes

## **2. Zielstellung der Arbeit**

Die elektrothermische Denervierung (ETD) oder auch Radiofrequenz Neurotomie ist immer noch eine recht neue Interventionsmöglichkeit bei verschiedensten Schmerzzuständen am Halte- und Stützapparat des menschlichen Körpers. Die veröffentlichten Arbeiten sind bis zum heutigen Tage sehr überschaubar und meist nur für kurzfristige Ergebnisse aufgearbeitet. Auch die spezielle Anwendung der Elektrothermischen Ablation von schmerzleitenden Nervenfasern bei Plantarfasziitis ist bis heute wenig beleuchtet worden in den verschiedenen Dissertationen.

Diese Arbeit soll nun den klinischen, aber vor allem den subjektiven Erfolg der Radiofrequenz Neurotomie für die Erkrankung der Plantarfasziitis an der Klinik und Poliklinik für Orthopädie Greifswald aufzeigen. Schmerzen sind immer subjektiv zu werten und so kann nur der Patient selbst den Verlauf seiner Schmerzanamnese beschreiben. Der Ansatz der Befragung zielt exakt auf diese Veränderungen in der patienteneigenen Schmerzwahrnehmung ab und zusammen mit den klinisch messbaren Parametern, wie zum Beispiel der Beweglichkeit und dem ästhetischen Ergebnis, können wir den Erfolg der Intervention an unserem Hause bemessen.

Zusätzlich zur Überprüfung der Schmerzreduktion möchten wir in dieser Arbeit die Wirkdauer der vermuteten Besserung untersuchen. Durch das Fehlen von langfristigen Ergebnissen gab es bisher wenig Aufschluss über die erreichbare Dauer der ETD-Wirkung bei Plantarfasziitis. Diese Frage soll innerhalb dieser Studie durch eine längere Follo-up-Zeitspanne im Gegensatz zu Vergleichsstudien weiter ergründet werden.

Abschließend werde ich in dieser Arbeit meine erhobenen Daten mit vergleichbaren Therapieansätzen bei Therapieresistenzen gegenüber den konservativen Maßnahmen vergleichen. Hierfür habe ich vor allem die geläufigen Ansätze der Extrakorporalen Stoßwellentherapie (ESWT) und die Endoskopische Fasziotomie herangezogen. Beide genannten Vergleichsinterventionen gehören der dritten Behandlungsstufe des angewandten Stufenschemas an, in welche auch die ETD einzuordnen ist. Dieser abschließende Teil dieser Arbeit soll eine vermutete Signifikanz in der Überlegenheit im subjektiven Outcome überprüfen.

### 3. Patientengut und Methoden

#### ➤ Studiendesign

Das grundlegende Studiendesign entspricht einer Längsschnittuntersuchung. Spezifischer betrachtet entspricht sie einer retrospektiven Interventions-Panelstudie. Die erhobenen Daten wurden rückwirkend erhoben unter Bezug zur Intervention in Form der elektrothermischen Denervierung der schmerzhaften Fersen. Die Erhebungen wurden zu verschiedenen Zeitpunkten in Bezug zum Interventionszeitpunkt gesetzt und stets innerhalb derselben Stichprobe an Probanden durchgeführt. So sollte eine präzise Erfassung der intra-individuelle Veränderungen möglich gemacht werden. [26]

#### ➤ Patientengut

Das Patientenkollektiv der Studie erschloss sich durch die Klinik für Orthopädie Greifswald unter Leitung von Professor Dr. med. H. Merk. Die Auswahlkriterien für die Studie umfassten die in Tabelle 1 aufgeführten Punkte, darunter in Punkt 2 und 3 die Behandlung der Plantarfasziitis mittels ETD in der Klinik für Orthopädie Greifswald.

Punkt	Auswahlkriterium
1.	Diagnose „Plantare Fasziitis“ mindestens einer Ferse des Patienten
2.	Ist/War der Patient in der Klinik für Orthopädie Greifswald
3.	Behandlung mittels Elektrothermischer Denervierung innerhalb der Klinik für Orthopädie Greifswald an mindestens einer erkrankten Ferse
4.	Patient darf zum Zeitpunkt des Studienbeginns nicht verstorben sein

**Tabelle 1:** Einschlusskriterien der Dissertationsstudie

Ein Abbruchkriterium ist der Entscheid zum Abbruch der Studie durch den Patienten selbst, diese Entscheidung durfte zu jeder Zeit erfolgen. Ein weiteres Abbruchkriterium stellte die Teilnehmerzahl dar. Vom biomathematischen Institut Greifswald wurde ermittelt, dass mindestens 36 Datensätzen zu den behandelten Füßen erforderlich sind, um statistische Signifikanz zu ermöglichen.

Die Suche des Patientenkollektivs ermöglichte das klinikinterne EDV-Programm „Lorenzo“. Innerhalb des Programmes können Patientendaten des Universitätsklinikums Greifswald nach bestimmten Schlagwörtern und Kriterien gefiltert werden. So konnten die zur Studie

passenden Patienten detektiert werden. Hierbei wurde der ICD-10-Code zur Identifikation der Erkrankung verwendet. „Fibromatose der Plantarfaszie (Ledderhose-Kontraktur), inklusive Fasciitis plantaris“ wird unter der Verschlüsselung M72.2 geführt. [27] Die OPS-Codes zur Behandlung mittels ETD können mittels der Kennung „5-041.9 - Exzision und Destruktion von erkranktem Gewebe von Nerven: Nerven Fuß“ aber auch mit der Kennung „5-859.3a - Perkutane Destruktion von Weichteilen durch Thermoablation: Fuß“ verschlüsselt werden. [28] Durch die Kombination der ICD-10-Verschlüsselung und den OPS-Kennung im Lorenzo-Programm konnte ein passendes Patientenkollektiv der Klinik von 77 Patienten ermittelt werden.

Die entsprechenden 77 Patienten wurden über die Klinik für Orthopädie Greifswald angeschrieben. 42 Patienten (54,54 Prozent) mit 48 behandelten Füßen antworteten vollständig. In den freiwilligen Nachuntersuchungen wurden im Untersuchungszeitraum der Datenerhebung 30 Füße klinisch untersucht und der AOFAS-Score erhoben. Ein zusätzlicher Patient mit einem an Plantarer Fasziitis erkranktem Fuß antwortete nur auf Teile des Fragebogens spezifisch der ETD. Daher kann in Statistiken, indem es dadurch zu keinen Verfälschungen der Ergebnisse kommen konnte, auch auf 43 Patienten (insgesamt 55,84 Prozent der angeschriebenen Patienten) und somit 49 behandelten Füßen Bezug genommen werden.

Das Anschreiben der Probanden enthielt aus organisatorischen Gründen bereits alle Bestandteile der Studienbefragung, sodass bei Einwilligung ohne Zeitverlust die Datenerhebung, sowie die Terminvergabe für die fakultative Nachuntersuchung der behandelten Füße erfolgen konnten. Die Patienten wurden im Anschreiben über die Freiwilligkeit der Teilnahme aufgeklärt und über die Einhaltung des Datenschutzes durch alle teilhabenden Personen innerhalb der Studie informiert. Risiken der Versuchsdurchführung waren keine anzunehmen, da die eventuell stattfindende klinische Untersuchung keinerlei fordernden Anstrengung bedurfte.

Der erste Teil der Datenerhebung erfolgte über einen eigens erstellter, nicht verifizierter Fragebogen. Der zweite Abschnitt der Studienbefragung enthielt zwei visuelle Analogskalen für die weiteren zu erfragenden Zeitpunkte des subjektiven Schmerzempfindens vor der Intervention und zum jetzigen Zeitpunkt nach Denervierung. Als dritter Abschnitt lag dem Anschreiben ein AOFAS-Score bei, welcher nur durch die klinische Nachuntersuchung

vervollständigt werden konnte. Das Anschreiben der Patienten erfolgte unter der Mithilfe der Klinik für Orthopädie, Abteilung Forschungshilfe unter der Leitung von Frau Susanne Kühl. Auf den folgenden Seiten sind das Patientenanschreiben, sowie die drei Teile der Studiienerhebung dargestellt.

➤ **Patientenanschreiben**

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

vor einiger Zeit wurde bei Ihnen eine *elektrothermische Denervierung* der Ferse in der Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie an der Universitätsmedizin Greifswald durchgeführt. Diese Behandlung diente der Schmerzreduktion Ihres „Fersensporn“. Im Rahmen einer neuen *Studie zur Erfassung der Wirksamkeit* des durchgeführten Eingriffes möchten wir alle Patienten zu einer *Nachuntersuchung* in die Poliklinik der Klinik für Orthopädie einladen. Wir hoffen, dass Sie sich freiwillig an der Teilnahme der Studie entscheiden, um die Anwendungen zur Behandlung dieser schmerzhaften Volkskrankheit effektiv zu verbessern und die Stellung der elektrothermischen Denervierung zu optimieren.

Sie werden auf *An- und Abreise über die Klinik für Orthopädie Greifswald* versichert sein, jedoch werden keine Aufwandsentschädigungen gezahlt werden können. Wir übermitteln beiliegend einen *Fragebogen*, den Sie bitte soweit es Ihnen möglich ist ausfüllen und zur Nachuntersuchung mitbringen. Ein persönliches Gespräch mit Ihrem Operateur steht zum Untersuchungstermin bei Bedarf zur Verfügung. Die Dauer dieser Untersuchung wird den Umfang von 15 Minuten nicht überschreiten und beinhaltet *keine körperlichen Belastungen* für Sie.

Sollten Sie keinen Untersuchungstermin wahrnehmen können, bitten wir darum den von Ihnen ausgefüllten Fragebogen im beiliegenden frankierten Rückumschlag an uns zurückzusenden. Alle von uns erhaltenen Daten werden im Rahmen des *Datenschutzes* zur weiteren Bearbeitung verschlüsselt und zu keinem Zeitpunkt an Dritte weitergeleitet.

Melden Sie sich bitte nach Erhalt dieses Briefes telefonisch in der Spezialambulanz unter 03834-867077, um Ihren persönlichen Termin für die folgende Untersuchung auszumachen.

Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung.

Mit freundlichen Grüßen



Univ.-Prof. Dr. med. Harry R. Merk  
Direktor der Klinik und Poliklinik für



Cand. med. Ronald Wischer

Orthopädie und Orthopädische Chirurgie

➤ **Eigens erstellter, nicht verifizierter Fragebogen**

**Fragebogen Teil 1: Fersensporn**

Verschlüsselungsziffer : (elektronisch fortlaufend eingefügt)

Geburtsdatum : \_\_\_\_\_

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

vielen Dank, dass Sie sich die Zeit nehmen diesen Fragebogen zu Ihrem Krankheitsbild zu beantworten. Damit helfen Sie uns die Behandlung für die Zukunft zu optimieren. Um aussagekräftige Ergebnisse zu bekommen, möchten wir Sie bitten, die folgenden Fragen nach bestem Wissen und Gewissen zu beantworten, sowie die Fragen aufmerksam zu lesen. Bitte kreuzen Sie immer nur eine Antwort an, es sei denn hinter der Frage ist vermerkt, dass Mehrfachnennungen möglich sind. Wir bedanken uns für Ihre Mitarbeit!

**Haben Sie aufgrund Ihres Fersensporns Schmerzen?**

ja       nein

**Wie häufig haben Sie Schmerzen?**

- Nie  
 Gelegentlich  
 Täglich  
 Immer

**Haben Sie Schmerzen bei normaler Aktivität?**

ja       nein

**Auf einer Skala von 1(leichte Schmerzen) bis 10(Vernichtungsschmerz) wie stark sind Ihre Schmerzen dabei?**

1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

**Haben Sie Schmerzen in Ruhe/bei Entlastung der Ferse?**

ja       nein

**Auf einer Skala von 1(leichte Schmerzen) bis 10(Vernichtungsschmerz) wie stark sind Ihre Schmerzen dabei?**

1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

**Haben Sie schon am Morgen Schmerzen in der Ferse?**

ja  nein

**Auf einer Skala von 1(leichte Schmerzen) bis 10(Vernichtungsschmerz) wie stark sind Ihre Schmerzen am Morgen?**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

**Haben Sie nach längerer Entlastung der Ferse verstärkte Schmerzen beim Wiederbelasten (Anlaufschmerz)?**

ja  nein

**Auf einer Skala von 1(leichte Schmerzen) bis 10(Vernichtungsschmerz) wie stark sind Ihre Schmerzen dabei?**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

**Schränken Sie die Schmerzen bei der normalen Bewältigung des Alltages ein?**

ja  nein

**Schränken Sie die Schmerzen bei der Ausführung Ihres Berufes ein?**

ja  nein

**Waren Sie schon einmal aufgrund der Schmerzen krankgeschrieben?**

ja  nein

**Wenn ja, wie häufig waren Sie schon krankgeschrieben?**

Nie  1x  2x  3x  4x oder mehr

**Haben Sie schon einmal überlegt aufgrund Ihrer Schmerzen den Arbeitsplatz zu wechseln oder mussten Sie Ihren Arbeitsplatz deswegen wechseln?**

ja  nein

**Bei welcher Aktivität stört Sie der Fersensporn besonders? (Mehrfachnennung möglich)**

- beim Stehen
- beim Gehen auf hochhackigen Schuhen
- beim Gehen in flachen Schuhen
- beim barfuss gehen
- beim Treppensteigen
- direkt beim losgehen
- in der Freizeit
- beim Sport

- zu Hause
- auf der Arbeit

### **Therapie**

Bitte beantworten Sie uns ein paar Fragen zu den Therapien des Fersensporn die Sie bereits erhalten haben.

**Haben Sie bereits eine Therapie für den Fersensporn erhalten?**

- ja
- nein

**Welche Therapie haben Sie erhalten? (Mehrfachnennung möglich)**

- Schmerzmittel
- Krankengymnastik
- Cortisonspritzen
- Kälte-/Wärmetherapie
- Einlagen für die Schuhe
- Radiotherapie
- Elektrothermische Denervierung

**Welches war die letzte Therapie die Sie erhalten haben?** \_\_\_\_\_

**Wann haben Sie diese erhalten (Monat/Jahr)?** \_\_\_\_\_

Im Folgenden werden Sie zu einzelnen Therapien befragt. Wenn Sie diese Therapien nicht erhalten haben kreuzen Sie dies bitte an und springen zum nächsten Abschnitt. Wenn Sie diese Therapie erhalten haben beantworten Sie bitte die dazugehörigen Fragen.

**Schmerzmittel**       Ich habe keine Therapie mit Schmerzmitteln erhalten.

**Welche Schmerzmittel haben Sie genommen?** \_\_\_\_\_

**Wie oft und wieviel davon haben Sie genommen?** \_\_\_\_\_

**Hat die Schmerzmitteleinnahme eine Besserung von Beschwerden und Schmerzen gebracht?**

- Ja, ich hatte weniger Schmerzen.
- Die Beschwerden blieben trotz Medikamenteneinnahme gleich.
- Nein, die Beschwerden wurden stärker trotz Einnahme von Schmerzmitteln.
- Keine Aussage trifft zu.

**Auf einer Skala von 1(leichte Schmerzen) bis 10(Vernichtungsschmerz) wie stark sind Ihre Schmerzen nach der Einnahme von Schmerzmitteln?**

- 1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

### Einlagen

**Welche Art von Schuhen tragen Sie?**

- Normale Schuhe aus dem Schuhgeschäft
- Normale Schuhe aus dem Schuhgeschäft mit Einlagen aus dem Schuhgeschäft
- Normale Schuhe aus dem Schuhgeschäft mit Einlagen vom Orthopäden
- Spezialschuhe/ modifizierte Konfektionsschuhe

Wenn Sie „normale Schuhe aus dem Schuhgeschäft“ oder „Normale Schuhe aus dem Schuhgeschäft mit Einlagen aus dem Schuhgeschäft“ angekreuzt haben, machen Sie bitte mit der nächsten Therapieform weiter.

**Wie häufig tragen Sie Ihre Einlagen?**

- immer
- meistens
- häufig
- selten
- wenn mein Fersensporn schmerzt
- nie

**Haben die Einlagen eine Besserung von Schmerzen und Beschwerden bewirkt?**

- Ja, eine Besserung trat ein.
- Die Beschwerden blieben trotz Gebrauch von Einlagen gleich.
- Nein, die Beschwerden wurden stärker.
- Keine Aussage trifft zu.

**Auf einer Skala von 1 (leichte Schmerzen) bis 10 (Vernichtungsschmerz) wie stark sind waren Ihre Schmerzen mit dem Gebrauch von Einlagen?**

- 1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

### Cortisoninjektionen

Ich habe keine solche Therapie erhalten.

**Wie häufig haben Sie Cortisonspritzen erhalten?**

- 1x    2x    3x    4x    5x oder häufiger

**Haben die Cortison-Spritzen eine Linderung bereitet?**

- Ja, eine Linderung trat ein.
- Die Beschwerden blieben trotz Cortison-Spritzen unverändert.
- Nein, die Beschwerden wurden unter der Therapie schlimmer.
- Keine Aussage trifft zu.

**Auf einer Skala von 1(leichte Schmerzen) bis 10(Vernichtungsschmerz) wie stark sind waren Ihre Schmerzen nach den Cortisonspritzen?**

- 
- 1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

**Wie lange hielt die Wirkung der Cortisonspritzen an?**

- Tage
- Wochen
- Länger als einen Monat
- Länger als zwei Monate
- Länger als ein halbes Jahr: \_\_\_\_\_

**Radiotherapie**       Ich habe keine Radiotherapie erhalten.

**Hat die Radiotherapie eine Beschwerdenlinderung gebracht?**

- Ja, eine Linderung trat ein.
- Die Beschwerden blieben trotz Radiotherapie gleich.
- Nein, die Beschwerden wurden stärker.
- Keine Aussage trifft zu.

**Auf einer Skala von 1(leichte Schmerzen) bis 10(Vernichtungsschmerz) wie stark sind waren Ihre Schmerzen nach der Radiotherapie?**

- 1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

**Wie lange hielt die Wirkung der Radiotherapie an?**

- Tage
- Wochen
- Länger als einen Monat
- Länger als zwei Monate
- Länger als ein halbes Jahr: \_\_\_\_\_

**Elektrothermische Denervierung**

Ich habe keine solche Therapie erhalten.

**Hat die Elektrothermische Denervierung eine Beschwerdelinderung gebracht?**

- Ja, eine Linderung trat ein.
- Die Beschwerden blieben trotz Therapie gleich.
- Nein, die Beschwerden wurden stärker.
- Keine Aussage trifft zu.

**Auf einer Skala von 0 (keine Schmerzen) bis 10 (Vernichtungsschmerz) wie stark sind waren Ihre Schmerzen direkt nach der Elektrothermischen Denervierung?**

<input type="checkbox"/>										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

**Wie lange hielt die Wirkung der Elektrothermischen Denervierung an?**

- Tage
- Wochen
- Länger als einen Monat
- Länger als zwei Monate
- Länger als ein halbes Jahr: \_\_\_\_\_

**Vielen Dank für Ihre Unterstützung in unserer Arbeit!**

Der Fragebogen ist ein spezifischer und eigens für diese Studie erstellter Erhebungsbogen, welcher durch unsere Vorüberlegungen und die Fachkenntnisse von Oberarzt Dr. med. G. Engel der Klinik und Poliklinik für Orthopädie Greifswald zusammengetragen wurde. Wir erhofften uns durch ihn ein schlüssiges Gesamtbild über den Schmerzverlauf der ETD-Patienten zu erhalten. Des Weiteren sollte der Fragebogen eine Vergleichbarkeit zu anderen Studien möglich machen. Aus Gründen der Verständlichkeit für den Patienten, entschieden wir uns für den Begriff des "Fersensporn" bei vorliegender Plantarfasziitis. In allen Unterpunkten kamen Numerische Analogskalen (NAS) zur Erfassung der Schmerzintensitäten zum Einsatz.

➤ **VAS-Skalen**

Visuelle Analogskalen (VAS) sind eines der stärksten frequentiertesten Mittel in klinischen Studien, um subjektive Empfindungen zu objektivieren. Auch für unsere Messung des Erfolgs der Elektrothermischen Denervierung bot sich der einfach zu erhebende Score an. Gemessen wurden die empfundenen Schmerzen der Patienten vor der Intervention und zum jetzigen Zeitpunkt nach der Denervierung. Diese Erhebung erfolgte separiert von den vergleichbaren NAS-erhebungen zur ETD des ersten Teils des Fragebogens, um überlegtere und genauere Antworten der Probanden zu erhalten.

**Fragebogen Teil 2: Schmerzskala**

In diesem Teil des Fragebogens geht es um Ihre persönliche Einschätzung der Schmerzen durch den Fersensporn. Hierbei wird Ihre eigene Wahrnehmung vor und nach der Elektrothermischen Denervierung verglichen. Kreuzen Sie einfach auf den Balken den Zahlenwert an, den Sie Ihren Schmerzen zuordnen würden.

**Schmerzen vor der Elektrothermischen Denervierung:**



**Schmerzen nach der Elektrothermischen Denervierung:**



➤ **AOFAS Score**

„AOFAS“ steht für „American Orthopaedic Foot and Ankle Society“, einer Organisation aus mehr als 2200 Orthopäden, welche sich auf konservative und operative Behandlungsmethoden bei Verletzungen, Krankheiten und abweichenden Zuständen der Füße und Sprunggelenke spezialisiert haben. [37] Der AOFAS-Score für das Sprunggelenk und den Rückfuß stellt ein anerkanntes und häufig verwendetes Mittel zur statistischen Darstellung des klinischen Mobilitäts- und Stabilitätszustand von Füßen dar. [37] Erreichbar sind insgesamt 100 Punkte. Aus einer international anerkannten Studie von Kitaoka et al. aus dem Jahre 1994 kann eine Einschätzung des klinischen Zustandes von Patientenfüßen damit evaluiert werden. [33]

Kritisch anzusehen ist sein hoher erreichbarer Wert für Schmerzen (40 von 100 Punkten) innerhalb des Scores, im Gegensatz zu den geringeren Punktwerten für die Mobilität und Beweglichkeit des Patientenfußes. [37]

**Fragebogen Teil 3: Schmerzen und Funktion**

Dieser letzte Teil des Fragebogens beinhaltet eine kurze Selbsteinschätzung Ihres momentanen Zustands mit dem Fersensporn. Wir bitten Sie das Kästchen anzukreuzen, das nach Ihrem Ermessen richtig ist.

<b>Schmerzen</b>	Keine	<input type="checkbox"/>
	Gering, gelegentlich	<input type="checkbox"/>
	Mäßig, täglich	<input type="checkbox"/>
	Sehr stark, fast immer	<input type="checkbox"/>
<b>Funktion</b>	Aktivität, Gehhilfen	<input type="checkbox"/>
	Keine Einschränkungen, keine Gehhilfen	<input type="checkbox"/>
	Einschränkungen beim Sport, keine Gehhilfen	<input type="checkbox"/>
	Einschränkungen bei Sport und Alltag, Gehstock	<input type="checkbox"/>
	Hochgradige Einschränkung beim Sport und Alltag, Gehbock/Unterarmgehstützen, Rollstuhl, Gips, Orthese	<input type="checkbox"/>

Mögliche Gehstrecke	mehr als 6 Blocks (ca. 1km)	<input type="checkbox"/>
	4-6 Blocks (ca. 750m)	<input type="checkbox"/>
	1-3 Blocks (ca. 500m)	<input type="checkbox"/>
	weniger als 1 Block (ca. 150m)	<input type="checkbox"/>
Bodenbelag / -profil	keine Probleme, unabhängig vom Untergrund	<input type="checkbox"/>
	leichte Probleme auf unebenem/schrägen Grund, mit Treppen/Leitern	<input type="checkbox"/>
	starke Probleme auf unebenem/schrägem Grund, mit Treppen/Leitern	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>
Gehfehler	keiner oder nur diskret	<input type="checkbox"/>
	offensichtlich	<input type="checkbox"/>
	deutlich/ausgeprägt	<input type="checkbox"/>
<hr/>		
<b><i>Erst bei Ihrer Kontrolluntersuchung vom Arzt auszufüllen:</i></b>		
ROM (E/F)	normal/leicht eingeschränkt (Summe >29°)	<input type="checkbox"/>
	mäßig eingeschränkt (Summer 15-29°)	<input type="checkbox"/>
	stark eingeschränkt (Summer < 15°)	<input type="checkbox"/>
ROM Rückfuß (Inversion/Eversion)	normal/leicht eingeschränkt (75-100% des Normalwertes)	<input type="checkbox"/>
	mäßig eingeschränkt (25-74% des Normalwertes)	<input type="checkbox"/>
	deutlich eingeschränkt (<25% des Normalwertes)	<input type="checkbox"/>
OSG/USG Stabilität AP;Varus/Valgus	stabil	<input type="checkbox"/>
	instabil	<input type="checkbox"/>
Alignement	"Good" neutrale Beugstellung, 0-10° Valgus	<input type="checkbox"/>
	"Fair" Beugstellung oder Valgus inakzeptabel	<input type="checkbox"/>
	"Poor" Beugstellung und Valgus inakzeptabel	<input type="checkbox"/>

### ➤ **Klinische Nachuntersuchung**

Die klinische Untersuchung der Patienten erfolgte auf freiwilliger Basis in der Spezialsprechstunde der Klinik für Orthopädie Greifswald nach Terminvereinbarung durch die Probanden. Untersucher waren der Doktorand Cand. med. Ronald Wischer unter der Anleitung des Operateurs Oberarzt Dr. med. G. Engel der Klinik für Orthopädie Greifswald. Nach generellem Befragen des Empfindens und Problematiken der Probanden bei denen die Untersucher und die Klinik für Orthopädie behilflich sein konnten, wurden die mittels ETD-behandelten Füße auf oberflächliche Narbenbildungen durch den minimalinvasiven Eingriff überprüft und anschließend die klinisch-praktischen Anteile des AOFAS-Score zusammen mit den Probanden erarbeitet und vervollständigt. Hierbei wurde ein eventueller Gehfehler beurteilt, die Beweglichkeit (Range of Motion oder ‚ROM‘) nach Neutral-Null-Methode in Extention/Flexion sowie in Inversion/Eversion. Weiterhin wurde das obere und untere Sprunggelenk auf Stabilität geprüft und auf eine Varus- beziehungsweise Valgusfehlstellung überprüft. Abschließend wurde noch das Alignment (englisch „Ausrichtung“) des erkrankten Fußes nach dem AOFAS-Score beurteilt und damit die klinische Untersuchung abgeschlossen. An- und Abreise der Probanden wurden hierbei durch die Klinik für Orthopädie unter der Leitung von Professor Dr. med. H. Merk versichert.

### ➤ **Statistische Auswertung**

Im Vorfeld der Studienarbeit kam es zu einer abschließenden Voreinschätzung der erreichbaren Signifikanz innerhalb der Studie durch Herrn Dr. rer. nat. B. Jäger aus dem Institut für Biomathematik Greifswald. Seine Expertise ergab eine notwendige Anzahl von 36 Datensätzen über die durchgeführten ETD-Behandlungen, welche aus Sicht der Klinik für Orthopädie mit hoher Sicherheit erreicht werden konnte. Nach erfolgtem Anschreiben der Probanden, Rücksendung der ausgefüllten Fragebögen und gegebenenfalls auch Nachuntersuchung der ETD-behandelten Fersen wurden die erhobenen Daten in Microsoft Excel übertragen und mittels SAS Enterprise Guide in unterstützender Zusammenarbeit mit dem Institut für Mathematik der Universität Greifswald ausgewertet. Hierbei stellte das Institut für Mathematik die benötigte Software für die Auswertung zur Verfügung und stand durch Professor Dr. Jäger zur Handhabung der selbigen Software beratend zur Seite. Die

graphischen Darstellungen der Studienarbeit wurden mittels dem SAS-Programm und Microsoft Word realisiert. Die gesamte Studie hätte aus Sicht des Instituts für Biomathematik Greifswald abgebrochen werden müssen, wenn innerhalb der Studienbearbeitung die erforderlichen 36 Datensätze zur signifikanten mathematischen Auswertung unterschritten worden wären.

#### ➤ **Der t-Test**

Ein geläufiger Hypothesentest der statistischen Mathematik ist der t-Test. Es gibt verschiedene Variationen dieses Tests. Für unsere Studienauswertungen bot sich der ungepaarte Zweistichproben-t-Test an. Dieser prüft ob sich die Mittelwerte zweier Stichproben signifikant voneinander unterscheiden oder nicht. [25] Voraussetzung für die Anwendung ist der zentrale Grenzwertsatz. [25] Hierbei wird ein Stichprobenumfang von ausreichender Größe oder Stichproben, die einer Normalverteilung entsprechen, verlangt. Der klassische t-Test setzt voraus, dass beide zu vergleichenden Stichproben aus Grundgesamtheiten mit gleicher Varianz entstammen. [25] Diese Voraussetzungen werden in den statistischen Auswertungen erfüllt.

#### ➤ **Umgang mit Patientendaten**

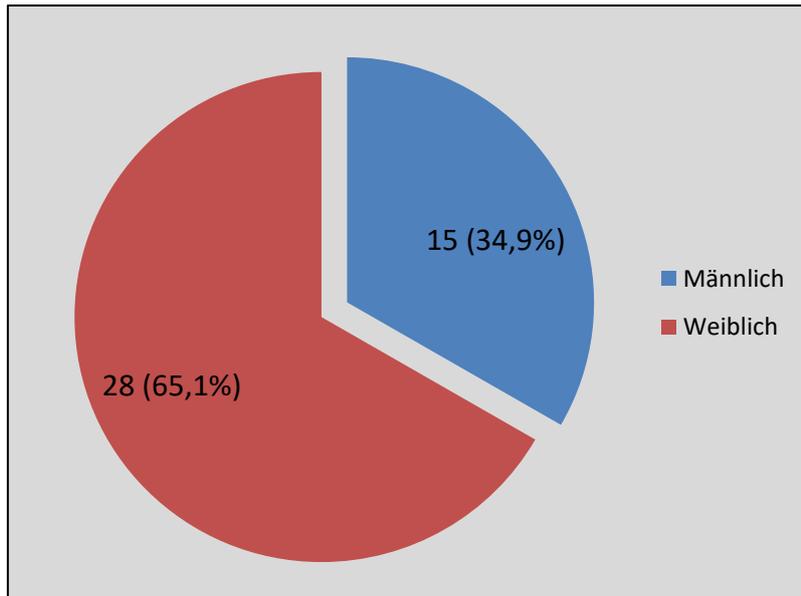
Die erhobenen Patientendaten wurden ab dem Zeitpunkt der Übermittlung pseudonymisiert in Form von laufenden Zahlen und Geburtsdaten, sodass eine für die endgültige Studienveröffentlichung vollständige Anonymisierung erreicht wird. Die Dauer der Datenspeicherung wurde auf zehn Jahre nach Veröffentlichung der Studie festgesetzt. Eine Weitergabe von Daten an Dritte erfolgt nur in vollständig anonymisierter Form durch Nutzung der späteren Studie. Bei der Auswertung der Daten im Institut für Biomathematik werden zu keinem Zeitpunkt Daten zwischengespeichert oder durch Dritte bearbeitet.

## 4. Ergebnisse

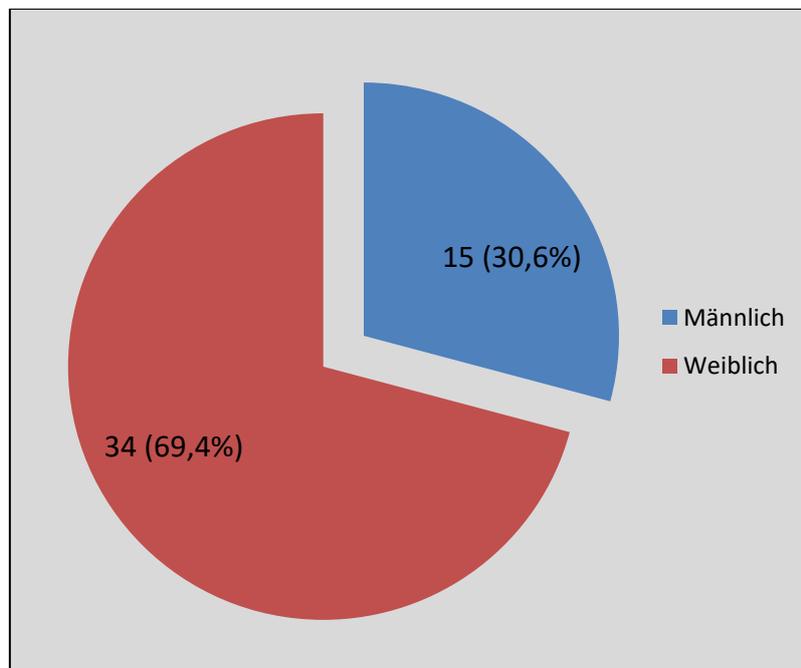
### ➤ **Vorbetrachtungen**

Die Daten von 42 Patienten mit insgesamt 48 durch Elektrothermische Denervierung (ETD) behandelte Füße konnten in dieser Studie durch Befragungen vollständig erhoben werden. Ein Patient mit einem elektrothermisch behandelten Fuß wurde unvollständig erhoben, seine angegebenen Daten konnten dennoch in bestimmten Fragestellungen der Auswertungen problemlos einfließen. Daher werden in verschiedenen Tabellen und Auswertungen die behandelten Füße statt mit der Stichprobenanzahl [n=48], [n=49] Füße zu Grunde liegen. Dieser Umstand wird in den entsprechenden Fällen einzeln gekennzeichnet sein. Es ist in jedem anderen Fall von 42 Patienten und 48 behandelten Füßen auszugehen.

Im Vorfeld der Auswertung der erhobenen Fragebögen und untersuchungsgestützten Scores, sind einige grundlegende Fakten und Kennzahlen über die Probanden dieser Studie abzuleiten. So kann schon vorher eine Aussage über Geschlechts- und Altersverteilungen getroffen werden. Eine Verteilung auf die Geschlechter wird in den folgenden zwei Diagrammen anteilig gezeigt. Der rote Bereich der Kreisdiagramme zeigt hierbei den weiblichen und der blaue Bereich der Diagramme den männlichen Anteil an den untersuchten Gruppen. Hierbei ist die Verteilung der Patienten in Diagramm 1 und die Verteilung der Füße auf die Geschlechter in Diagramm 2 dargestellt. Der weibliche Anteil an der untersuchten Kohorte ist jeweils höher als der männliche Anteil. Direkt auf die 43 Studienpatienten bezogen stehen 28 Frauen (65,1 Prozent) 15 teilnehmenden Männern (34,9 Prozent) gegenüber. Der Anteil der behandelten weiblichen Füße ist dabei noch höher mit 34 Füßen (69,4 Prozent), bei nur 15 männlichen Füßen (30,6 Prozent). Das bedeutet, dass nur innerhalb der weiblichen Kohorte beide Füße ETD-behandelt wurden. Das entspricht einem prozentualen Anteil von 21,43 Prozent an bilateral behandelten Frauen und auf die Gesamtkohorte einen Anteil von 12,24 Prozent an bilateralen Behandlungen.



**Diagramm 1:** Geschlechterverteilung der 43 teilnehmenden Patienten



**Diagramm 2:** Geschlechterverteilung der 49 erhobenen Füße

Die Altersverteilung zeigt das Alter aller 43 Patienten jeweils bei Erhebung der Daten und je Fuß, sodass gegebenenfalls Unterschiede in der Wirksamkeit bei verschiedenen Altersgruppen abgeleitet werden können. Dabei sind generell Probandinnen und Probanden zwischen dem 42. und 73. Lebensjahr befragt worden. Der Altersdurchschnitt aller teilnehmenden Patienten betrug 56,98 Jahre. Signifikante Verteilungsanomalien auf verschiedene Altersgruppen zeigten sich in dieser Auswertung erwartungsgemäß nicht.

Abbildung 4 zeigt die vorherrschende Altersverteilung aller 49 in die Studie eingebundenen Füße. Der Altersdurchschnitt verändert sich hier auf 56,76 Lebensjahre. Die Probandenfüße verteilen sich mit ihrem Lebensjahrbereich auf der X-Achse annäherungsweise einer Glockenkurve mit einem leichten Einbruch in der Gruppe „60 bis 64 Lebensjahre“. Hier finden sich die wenigsten eingeordneten Probandenfüße zusammen mit den Lebensjahrggruppen „40 bis 44“ und „70 bis 75“, die ebenfalls je vier Zuordnungen aufweisen.

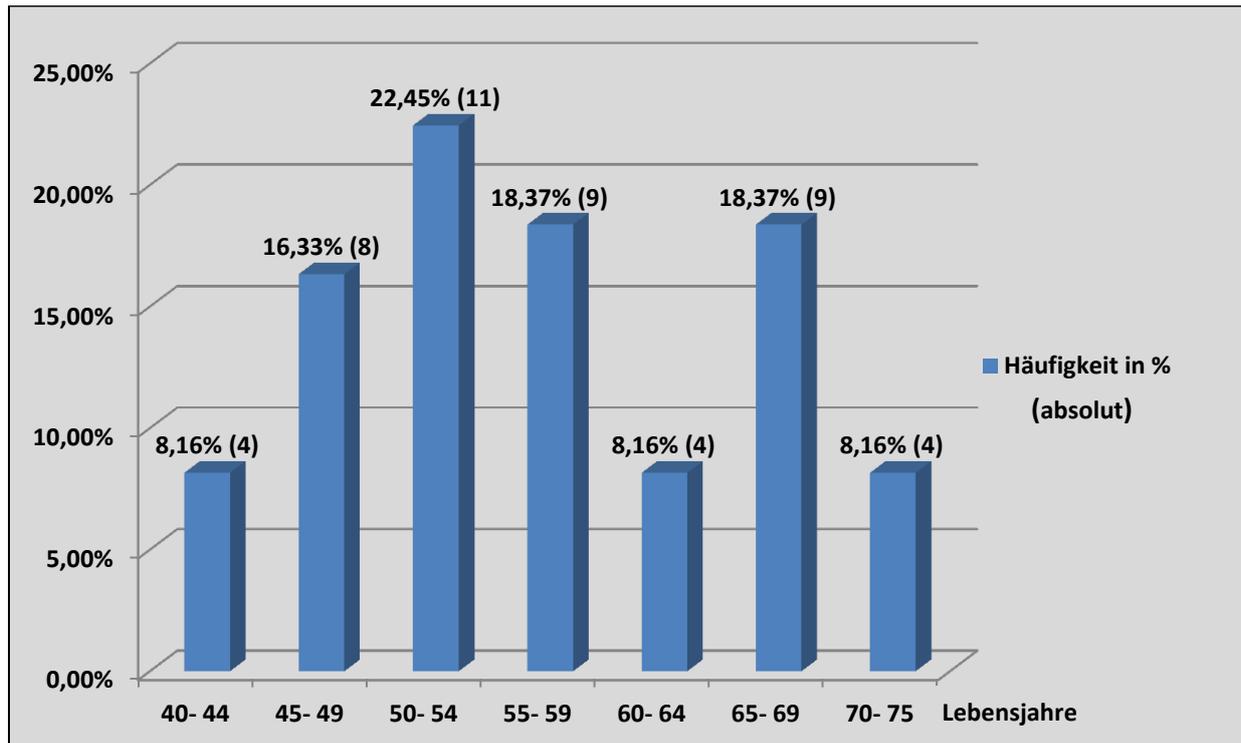


Abbildung 4: gestaffelte Altersverteilung der Probandenfüße nach vollendeten Lebensjahren bei Datenerhebung

### ➤ Auswertung des Fragebogens: Erster Abschnitt

Im ersten Teil der Befragungen durch den für diese Studie individuell angefertigten Fragebogen, war die Frage nach den momentanen Schmerzempfinden der Probanden und den im Vorfeld stattgehabten Behandlungen der Planatarfasziitis grundlegend.

Die erste Fragereihe zielte auf ein grundsätzliches Schmerzempfinden in Bezug auf den „Fersensporn“ der Patienten zum Zeitpunkt der Erhebung ab. 16 behandelte Füße (33,33 Prozent) waren hier schmerzfrei, die restlichen 32 Patientenfüße (66,67 Prozent) waren zu diesem Zeitpunkt schmerzhaft durch die krankhafte Plantaraponeurose. Wiederum 16 der 32 schmerzgeplagten Probandenfüße (50,00 Prozent) schmerzten nur gelegentlich, 13 Füße täglich (40,63 Prozent) und drei Füße (9,37 Prozent) schmerzten immer.

Unabhängig vom zeitlichen Aspekt des Auftretens der Schmerzen, gaben 18 der 32 Probanden (56,25 Prozent) an, die Schmerzen in Ruhe zu verspüren. 20 Probanden (62,5 Prozent) empfanden die Schmerzen der Plantarfasziitis schon am Morgen und 28 aller Befragten (87,5 Prozent) hatten Schmerzen bei Wiederbelastung der Ferse nach einer Belastungspause.

Bezogen auf die spezielleren Aktivitäten des täglichen Lebens, zeigte die durchgeführte Befragung der zum Zeitpunkt der Datenerhebung 32 schmerzleidenden Probanden die in der folgenden Tabelle 2 aufgeführten Antworten. Mehrfachnennungen waren hier uneingeschränkt möglich. Auf die Nachfrage der Situationen, in denen die Patienten sich von ihren Schmerzen eingeschränkt fühlten, gaben 18 der 32 schmerzleidenden Probanden (56,25 Prozent) an, dass Sie im Alltag betroffen sind und 14 von Ihnen (43,75 Prozent) im Beruf Schmerzen empfanden. In dieser Fragereihe sticht vor allem der hohe Prozentanteil von 81,25 Prozent der Teilnehmer hervor, die einen charakteristischen Anlaufschmerz verspüren.

<b>Gestörte Aktivität des Tages</b>	<b>Absolute Häufigkeit</b>	<b>Prozentale Häufigkeit</b>
➤ Stehen	21	65,63 %
➤ Gehen in hochhackigem Schuhwerk	7	21,86 %
➤ Gehen in flachem Schuhwerk	18	56,25 %
➤ Barfüßiges Gehen	18	56,25 %
➤ Treppensteigen	10	31,25 %
➤ Start des Gehens / Erste Schritte	26	81,25 %
➤ In der Freizeit	17	53,13 %
➤ Beim Sport	15	46,88 %
➤ Zu Hause	18	56,25 %
➤ Auf der Arbeit	14	43,75 %

**Tabelle 2:** Gestörte Aktivitäten der schmerzleidenden 32 Probanden zum Zeitpunkt der Datenerhebung

Auf alle 42 vollständig befragten Teilnehmer gesehen, antworteten 14 der Befragten (33,33 Prozent), dass sie schon mindestens einmal auf Grund der Symptome der Plantarfasziitis krankgeschrieben waren. Sieben dieser Probanden (16,67 Prozent) sogar dreimal oder

häufiger in ihrem Leben. Vier der befragten Probanden (9,52 Prozent) mussten sogar einen Arbeitswechsel vollziehen infolge ihrer schmerzhaften Einschränkung.

➤ **Auswertung des Fragebogens: Zweiter Abschnitt**

Im zweiten Teil des ersten Abschnitts des Fragebogens wurde der Behandlungszustand der betroffenen Füße erhoben. Hierbei zeigte sich, dass jeder der 42 Patienten dieser Studie vorhergehende Therapien für die Schmerzlinderung der Plantarfasziitis ihrer erkrankten Füße erhalten hatte. Die folgende Tabelle 3 fasst die verschiedenen erfragten, sowie angegebenen Therapien der behandelten Füße in ihrer Häufigkeit zusammen:

Vorbehandlungen	Absolute Häufigkeit	Prozentuale Häufigkeit
➤ Einlagen	44	91,67 %
➤ Schmerzmedikation	24	50,00 %
➤ Cortison-Injektionen	27	56,25 %
➤ Radiotherapie	18	37,50 %
➤ Physiotherapie	22	45,83 %
➤ Generelle Vorbehandlung	48	100 %

**Tabelle 3:** Absolute und Prozentuale Häufigkeiten der Vorbehandlungen für die 48 ETD-behandelten Füße

Zu den Punkten „Einlagen“, „Schmerzmedikation“, „Cortison-Injektionen“ und „Radiotherapie“ konnten im Zuge dieser Datenreihe zusätzliche Angaben über die subjektive Wahrnehmung der Probanden über die jeweiligen Wirkungen erhoben werden. Es wurde für jeden dieser Punkte die Frage nach einer subjektiven Verbesserung, Verschlechterung oder Persistenz der bestehenden Schmerzsymptome gefragt. Im Weiteren werden diese Punkte nun zusammenfassend beschrieben.

➤ Einlagen

Schuheinlagen erhielten 44 der erkrankten Füße (91,67 Prozent) vor der ETD zur Linderung der empfundenen Schmerzen. Damit ist es die häufigste durchgeführte Art der Therapie im Vorfeld der ETD innerhalb dieser Studie. 34 dieser 44 Füße (77,27 Prozent) wurden hierbei mit den vom Orthopäden rezeptierten spezialangefertigten Einlagen versorgt. Weitere fünf Probanden (11,36 Prozent) trugen rezeptierte Spezialschuhe mit integrierten Einlagen für ihre erkrankten Füße.

Für 18 der hier betrachteten Füße (40,90 Prozent) wurde keine Veränderung durch die Einlagen empfunden. 14 Probanden (31,82 Prozent) fühlten durch die verwendeten Einlagen eine Schmerzlinderung ihres Fußes. Von den 43 mit Einlagen behandelten Füßen, führte die Therapie bei fünf Füßen (11,36 Prozent) zu einer Schmerzzunahme. Für den Rest der Befragten traf nach eigenen Angaben keine der vorgegebenen Antwortmöglichkeiten zu.

#### ➤ Schmerzmedikation

Schmerzmedikation ist als Basistherapie eine gute und günstige Option der Behandlung. Von den 24 Probanden (57,14 Prozent der 42 Studienpatienten) die im Vorfeld auf eine analgetische Medikation eingestellt wurden, gaben zehn Befragte (41,67 Prozent) an, darunter eine Schmerzlinderung erfahren zu haben. Zwei der analgetisch vortherapierten Probanden (8,33 Prozent) empfanden eine Verschlechterung ihrer Schmerzen unter der Therapie. Die restlichen 50 Prozent hatten eine gleichbleibende Schmerzintensität.

Die gängigsten Mittel zur Schmerzbekämpfung der Probanden unserer Studie waren vor allem NSAR wie Ibuprofen (von neun Probanden genannt), Diclofenac (viermal Nennungen) und Etoricoxib (von zwei Patienten genannt). Die weiteren medikamentösen Therapien verteilten sich auf Metamizol, Cortisonpräparate und Opiate. Kombinationen aller genannten analgetischen Stoffgruppen waren ebenfalls vertreten.

#### ➤ Cortison-Injektionen

27 der in die Studie eingebundenen 48 Füße (56,25 Prozent) wurden mittels Cortison-Injektionen behandelt, um die Schmerzen in der Ferse zu bekämpfen. Hierbei variierte die Anzahl der Wiederholungen dieser Therapie zwischen einer einzelnen Durchführung und bis zu vier und mehr Wiederholungen der Prozedur. So wurden 17 der 27 Füße (62,96 Prozent) exakt einmal mit Cortison-Injektionen versorgt. Jeweils drei Füße (jeweils 11,11 Prozent) wurden zweimal beziehungsweise dreimal versorgt. Vier von den 27 Füßen (14,81 Prozent) sind mindestens viermal mittels Cortison-Spritzen in den Entzündungsherd versorgt worden. Bei 17 Füßen (62,96 Prozent) wurde durch diese Therapieform eine Besserung erreicht, bei sieben Füßen (25,93 Prozent) ein gleichbleibendes Schmerzerleben und bei einem Probanden (3,7 Prozent) kam es zu einer Symptomverschlechterung. Für zwei Füße konnte keine der vorgegebenen Antwortmöglichkeiten angegeben werden. Die Wirkdauer der Cortison-Injektionstherapie variierte für die befragten Probanden zwischen einem Tag und acht Wochen.

### ➤ Radiotherapie

Eine schmerzlindernde Radiotherapie erhielten 18 Füße (37,5 Prozent) innerhalb dieser Erhebung als vorhergehende Therapie vor der ETD. Fünf behandelte Füße (27,78 Prozent) konnten eine subjektive Verbesserung darunter erfahren, bei zehn der behandelten Füßen (55,56 Prozent) persistierten die Schmerzen exakt wie zuvor. Bei einem durch Radiotherapie behandelten Fuß (5,56 Prozent) kam es zu einer subjektiven Verschlechterung der Plantarfasziitis. Zu zwei Füßen konnte unter den angebotenen Antwortmöglichkeiten keine passende Option zugeordnet werden. Die Wirkdauer konnte von den Probanden meist auf Tage bis wenige Wochen datiert werden. Einmalig beschrieb ein Patient eine Wirkdauer der Radiotherapie von bis zu zwei Jahren in dieser Datenerhebung.

### ➤ Auswertung des Fragebogens: Dritter Abschnitt

Im letzten Teil meines studienspezifischen Fragebogens wurden die Probanden direkt zur Elektrothermischen Denervierung befragt.

Bei der Auswertung der Fragebögen war es nicht nur anzunehmen, sondern auch verpflichtend innerhalb dieser Studie, dass alle 49 betrachteten Füße (100 Prozent) einer Elektrothermischen Denervierung unterzogen wurden.

Aus den vollständigen Angaben der 48 Patienten zum Therapiedatum der ETD ihrer Füße ergab sich ein breites Bild zwischen einem Monat und 63 Monaten als Zeitraum bis zur Datenerhebung. Im Mittel lagen 1,3611 Jahre zwischen der Behandlung der Füße und der dem Stichtag der Studienuntersuchung. Abbildung 5 zeigt übersichtsmäßig die Verteilung der Follow-Up-Zeiträume.

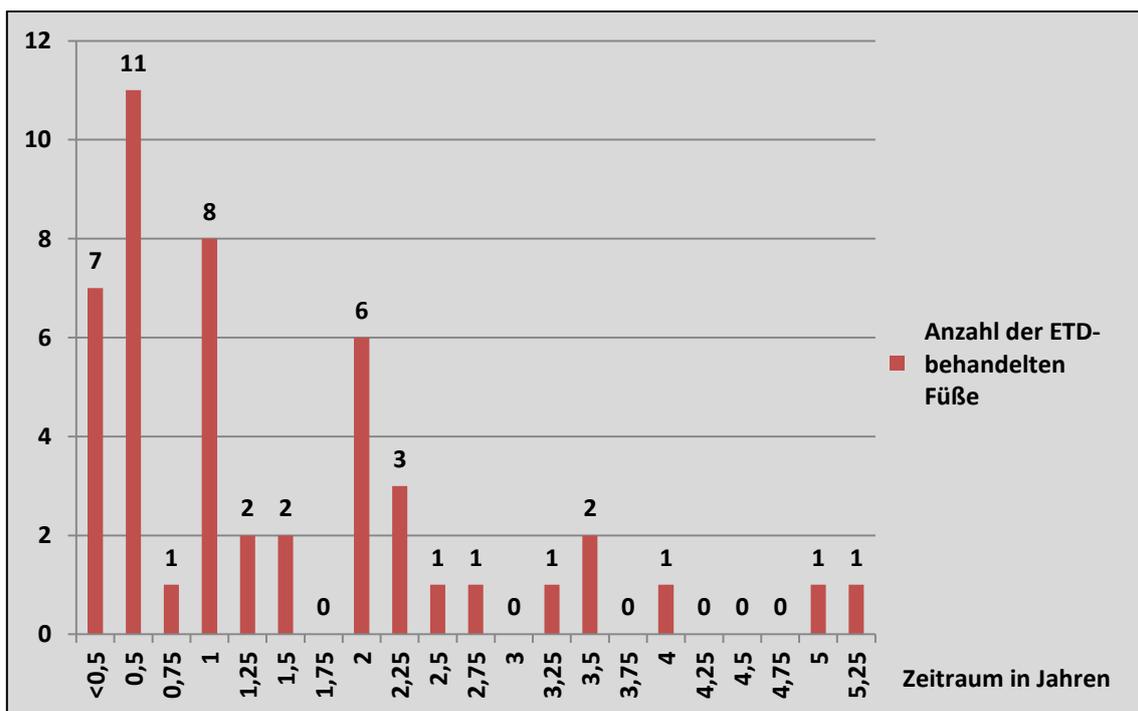


Abbildung 5: Zeitraum zwischen Behandlung und Follow-Up

Eine summierte Darstellung dieser Zeiträume zwischen Datenerhebung und ETD-Behandlung der 48 vollständig erfassten Patientenfüße zeigt Abbildung 6. Die Zeiten sind gestaffelt in Drei-Monats-Intervallen und aufsteigend ab sechs Monaten. Hierbei wurden die Ergebnisse als Summe aller Füße dargestellt, die mindestens den auf der X-Achse aufgetragenen zeitlichen Abstand erfüllt haben. Ein vor zwei Jahren behandelter Fuß wird im Diagramm zum Beispiel in allen Zeitintervallen zwischen sechs und den letzten Endes erreichten 24

Monaten aufgetragen. Man sieht, dass die Denervierung bei 41 der 48 Füße mehr als sechs Monate zum Follow-up zurück lag. Sieben Behandlungen erfolgten im letzten halben Jahr vor der Datenerhebung. Der längste mögliche Abstand zum Behandlungszeitpunkt beträgt in dieser Datenerhebung 63 Monate und wird von einem Patientenfuß erreicht. Der exponentiell fallende Verlauf der Werte über die Zeitintervalle zeigt, dass, je weiter man in der Zeit zurück geht, desto weniger Patienten behandelt wurden, beziehungsweise hier aufgeführt wurden.

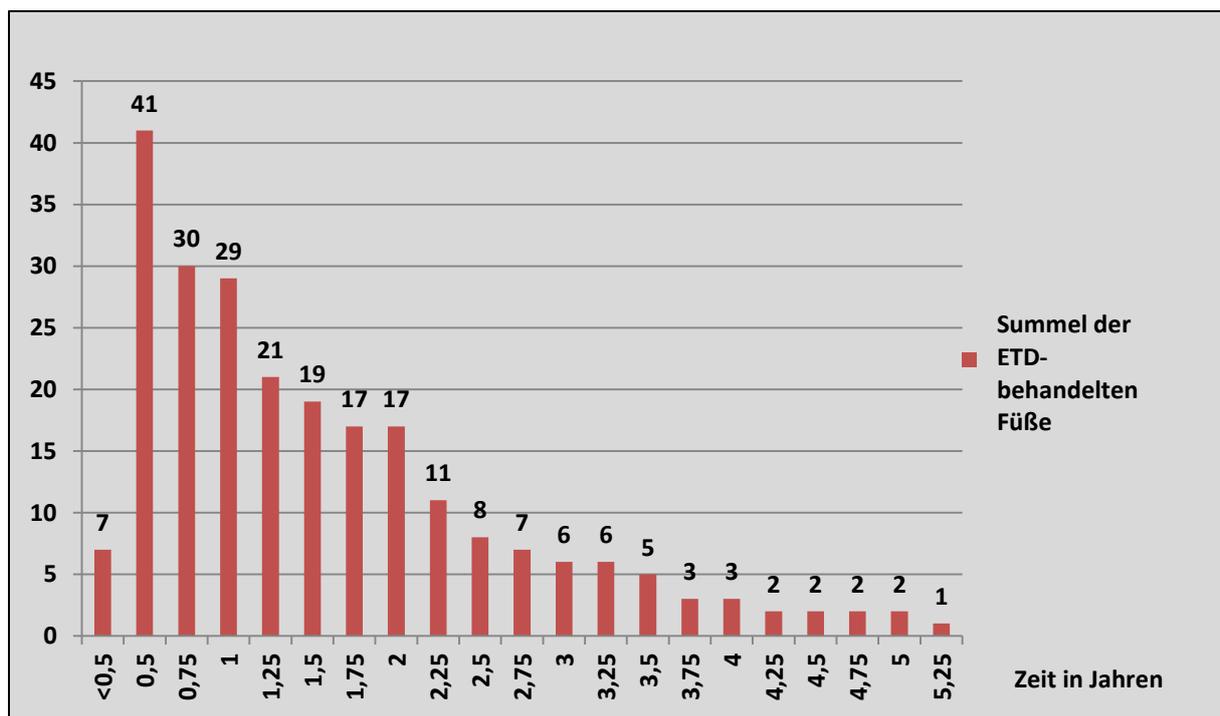
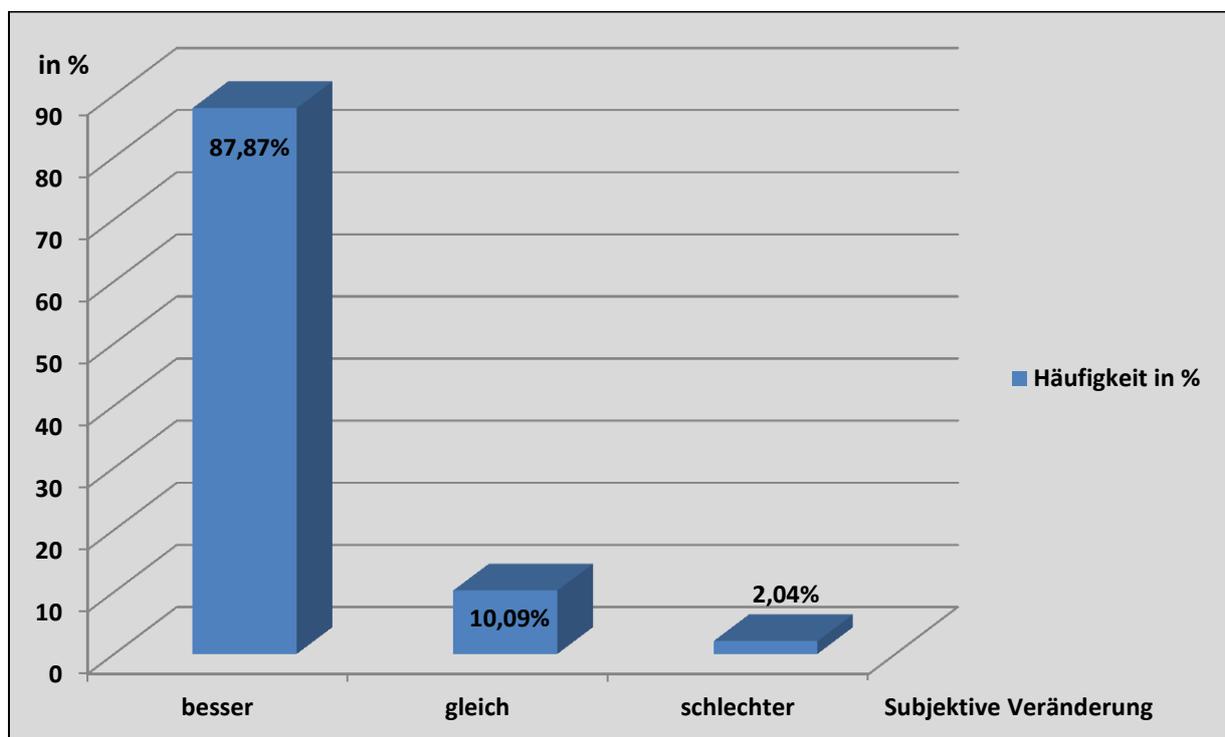


Abbildung 6: Füße je Zeitintervall seit ETD-Behandlung zum Zeitpunkt der Datenerhebung

### ➤ Patientenzufriedenheit

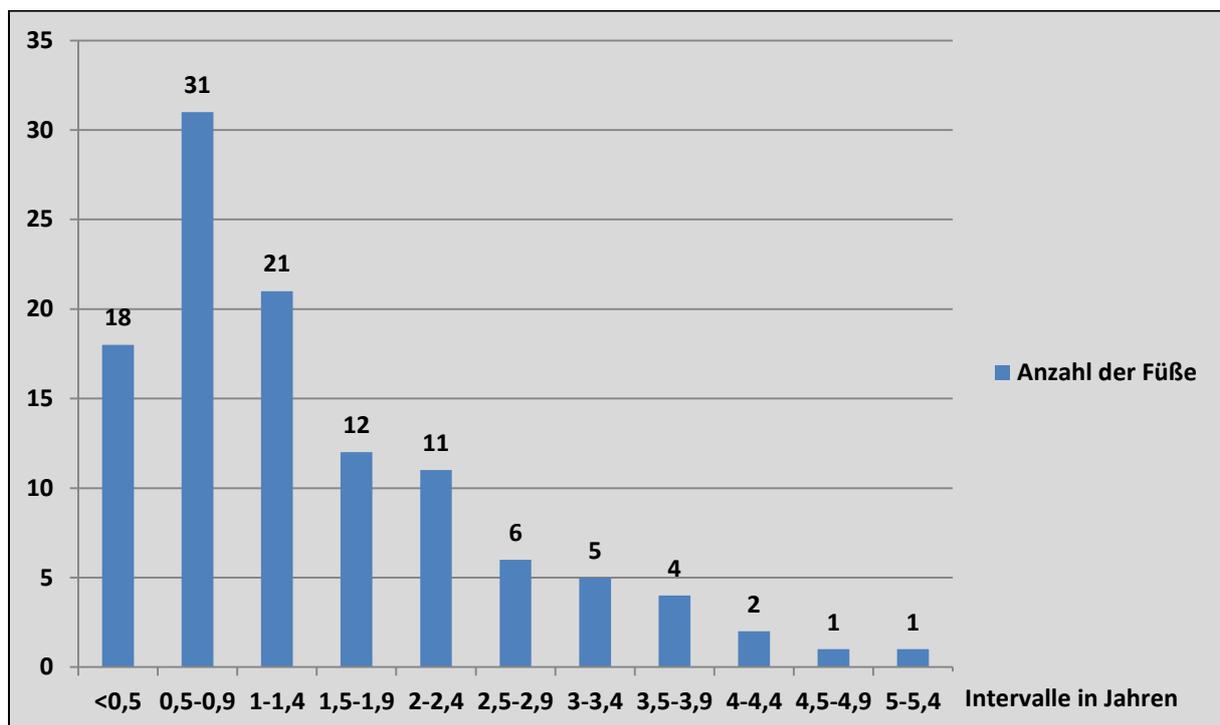
Abbildung 7 zeigt die subjektiven Angaben der Studienprobanden über die Wirkung der Elektrothermische Denervierung zwischen den möglichen Optionen „besser“, „gleich“ und „schlechter“ zum Zeitpunkt der Datenerhebung. Man sieht, dass bei 87,87 Prozent der Studienprobanden hierbei eine Verbesserung ihrer Schmerzsituation der Füße empfunden wurde. 10,09 Prozent gaben ein gleichbleibendes Schmerzempfinden an und ein Proband (2,04 Prozent) eine Verschlechterung im Schmerzerleben seines Fußes nach abgeschlossener Therapie.



**Abbildung 7:** Angabe der subjektiven Veränderung in der Schmerzwahrnehmung nach ETD

Abgefragt wurde in diesem Teil der Erhebung ebenfalls die subjektive Wirkdauer der ETD. Die Patienten sollten in Zahl und Wort angeben, wie lange eine Wirkung zu verspüren war oder im besten Fall immer noch anhält. Das arithmetische Mittel der subjektiven Wirkdauer betrug in dieser Studie 0,96 Jahre zum Zeitpunkt der Erhebung. Die Spanne reichte hierbei von wenigen Tagen und über 63 Monaten Wirkung. In der folgenden Abbildung 8 wurde die von den Patienten angegebene subjektive Wirkdauer abgebildet. Aufgetragen wurden alle erhobenen 49 Datenreihen der Patientenfüße. Ein unvollständiger Datensatz der Studie, der für diesen Aspekt ausreichende Angaben enthält, konnte hierfür mit herangezogen werden.

Die Intervalle der X-Achse beginnen mit den Wirkdauern unter sechs Monaten, welche für die mittel- bis langfristige Auswertung ungenügend sind. Die Intervalle der X-Achse sind halbjährig gewählt, jeweils bis unterhalb des nächsten vollständigen halben Jahres. Der höchste Wert der Wirkdauer ist im Intervall von fünf bis unter fünfeinhalb Jahren zu finden und setzt damit das Ende der X-Achse. 31 Füßen (63,27 Prozent) wurde hierbei eine Wirkdauer zwischen einem halben und bis unter einem Jahr zugeordnet. Die auf der Y-Achse aufgetragenen summierten Füße nehmen von jenem „0,5-0,9“-Jahre-Intervall bis zum letzten aufgetragenen Intervall exponentiell ab.



**Abbildung 8:** Subjektive Wirkdauer der ETD-Behandlung zum Erhebungszeitpunkt in Halbjahresintervallen

Es zeigt sich für 18 Füße (36,73 Prozent) eine Wirkdauer von unter sechs Monaten, unabhängig vom Behandlungszeitpunkt. 31 behandelte Füße (63,27 Prozent) haben somit eine Wirkdauer von mindestens sechs Monaten, 21 Füße (42,86 Prozent) von mindestens einem Jahr, elf Füße (22,45 Prozent) von mindestens zwei Jahren, fünf Füße (10,20 Prozent) von mindestens drei Jahren und zwei Füße (4,08 Prozent) von vier Jahren oder mehr.

Im letzten Abschnitt des Fragebogens wurde mit Hilfe der numerischer Analogskala das Schmerzempfinden direkt nach der ETD-Behandlung erfragt. Abbildung 9 zeigt die Häufigkeit der genannten Werte der Studienprobanden in dem kurzen Zeitraum direkt nach dem minimalinvasiven Eingriff. Erreichbar sind die auf der X-Achse aufgetragenen Werte zwischen ,0', entsprechend der Schmerzfreiheit, und ,10', was einem Vernichtungsschmerz entspricht. Das arithmetische Mittel der erhobenen Angaben direkt nach der Therapie zeigt einen Wert von 3 ( $\pm 2,604$  korrigierte Standardabweichung). Im Einzelnen wurde bei sieben Füßen (14,29 Prozent) der Wert ,0' angegeben und somit die Schmerzfreiheit des Patienten in Bezug auf ihre plantare Erkrankung. Daraus kann abgeleitet werden, dass 42 Füße (85,71 Prozent) der Untersuchten direkt nach der Behandlung weiterhin Schmerzen bereiteten. Es wurde 18 Füßen (36,73 Prozent) ein Schmerzwert von ,1' auf der NAS zugeordnet, welcher damit der am meisten genannte Schmerzwert zu diesem Zeitpunkt darstellt. Nur bei sechs Füßen (12,24 Prozent) empfanden die befragten Teilnehmer ihre Schmerzen als ,5' oder mehr auf der VAS-Skala. Zwei dieser Patienten (4,08 Prozent) hatten direkt nach der Behandlung Vernichtungsschmerzen durch ihre Füße angegeben, entsprechend dem NAS-Score ,10'.

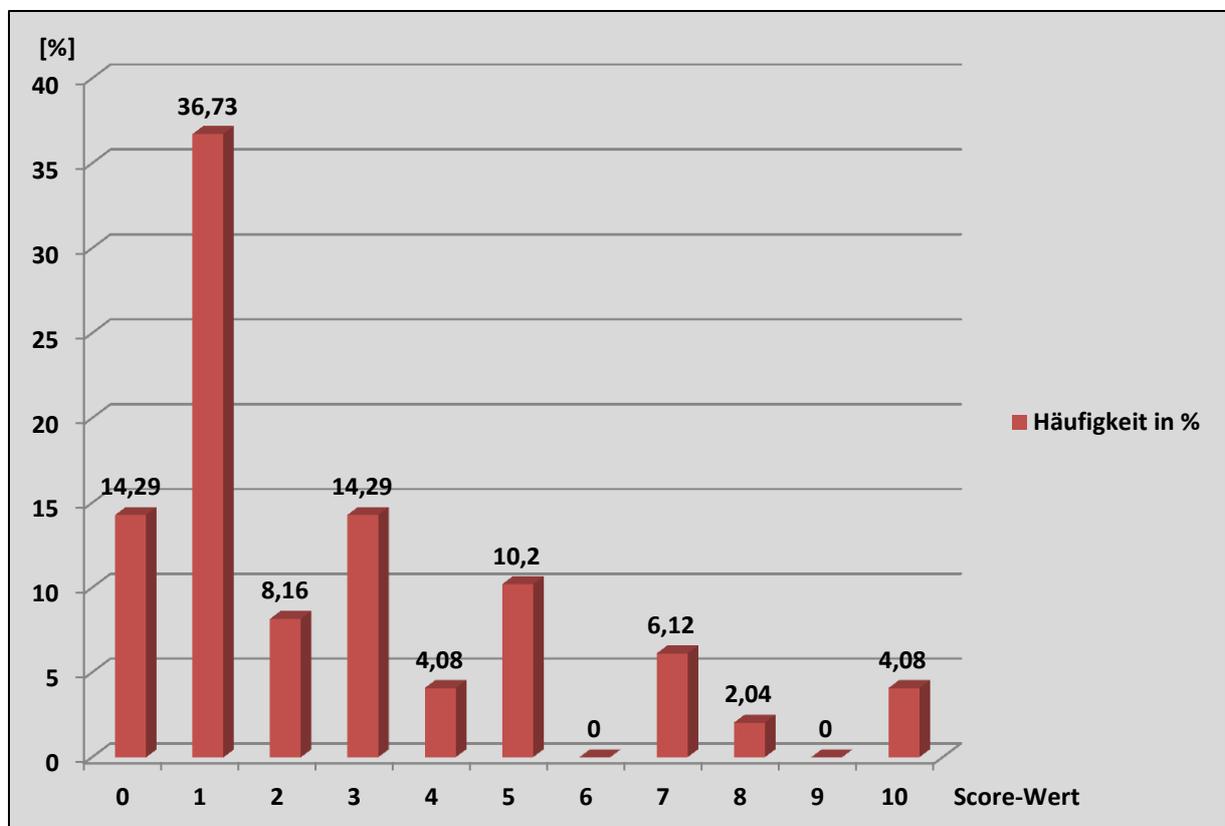


Abbildung 9: NAS-Verteilung direkt nach der ETD-Behandlung

### ➤ Visueller Analogscore (VAS)

Kernstück der Ergebniserhebungen sind die Angaben der Probanden zu ihren subjektiv empfundenen Schmerzen. Hierbei war die persönliche Empfindung „vor“, „direkt nach“ und „generell nach“ der Elektrothermischen Denervierung zum Zeitpunkt der Erhebung von Bedeutung. Im erstellten Studienfragebogen wurde bereits mittels NAS nach der im Anschluss an die Behandlung empfundene Schmerzintensität gefragt. Nun wurde die Einschätzung der Schmerzen durch die Plantarfasziitis vor der Behandlung und zum jetzigen Zeitpunkt mittels VAS erfragt. Zur Objektivierung der rein subjektiven Empfindungen dienten wiederum Visuelle Analogskalen von ‚0‘ bis zum Wert ‚10‘. Das arithmetische Mittel dieses Schmerzscores beträgt 8 ( $\pm 1,839$  inklusive korrigierte Standardabweichung). 33,3 Prozent aller Befragten gaben für diesen Zeitpunkt den Höchstwert von ‚10‘ an, welcher im Fragebogen ebenfalls mit dem Wort „Vernichtungsschmerz“ gleichgesetzt wurde. 91,63 Prozent der Probanden gaben einen Schmerzwert von über ‚5‘ an und damit einen stark lebensqualitätssenkenden Schmerzeindruck. Die Abbildung 10 gibt die Antworten der Studienpatienten zum Zeitpunkt ‚vor‘ der Denervierung wieder.

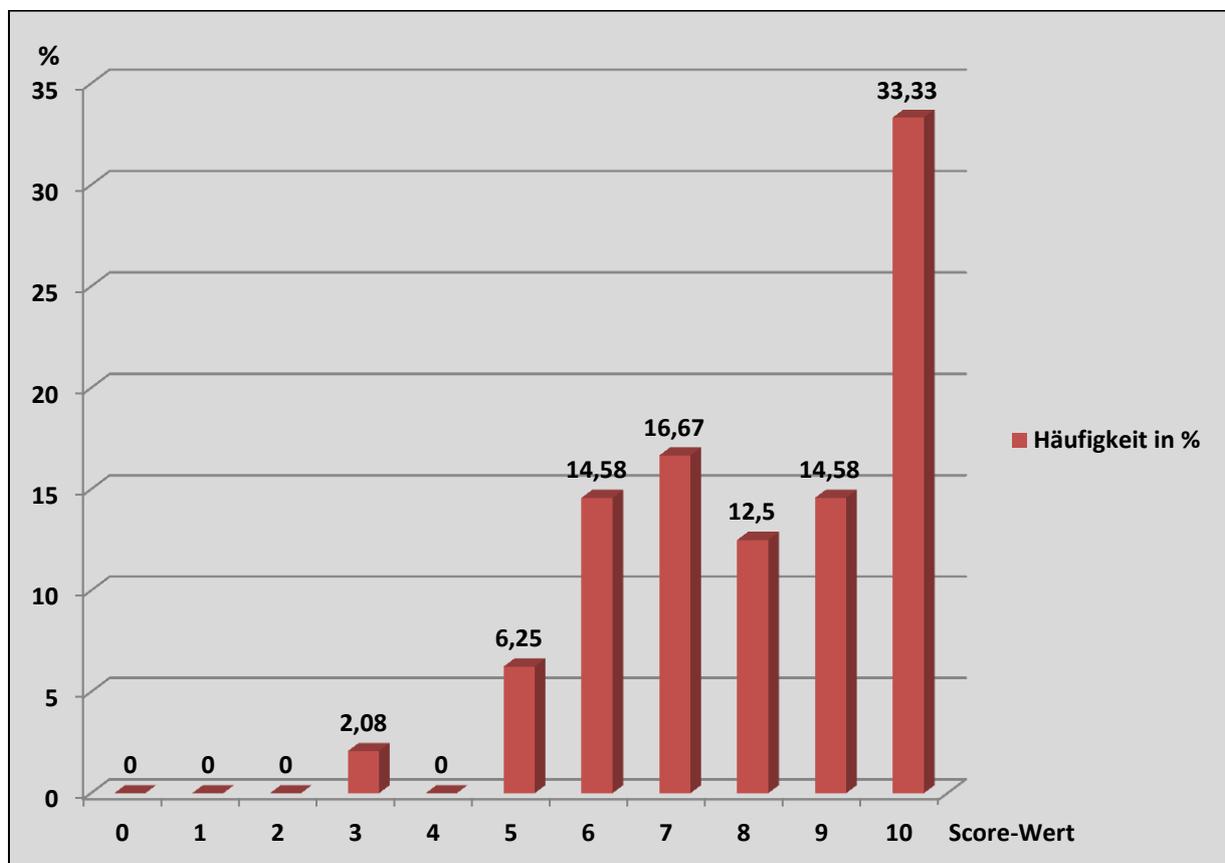
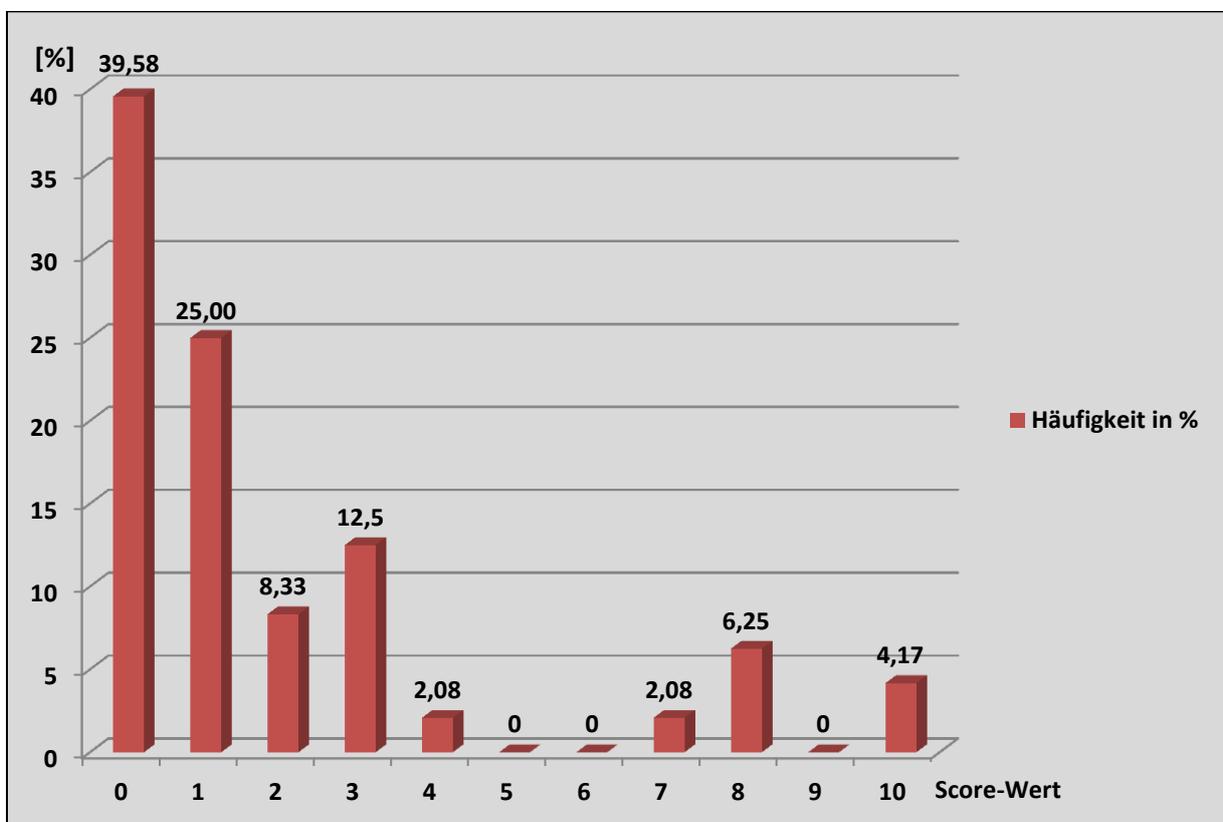


Abbildung 10: VAS-Score-Verteilung vor der ETD-Behandlung

Abbildung 11 zeigt die VAS-Verteilungen im weiteren Verlauf nach der ETD-Behandlung zum Zeitpunkt der Datenerhebung. Das arithmetische Mittel im weiteren Verlauf nach der ETD-Behandlung beträgt 2 ( $\pm 2,764$  inklusive korrigierter Standardabweichung). Im Detail erkennt man, dass im weiteren Verlauf nach der ETD der Anteil an schmerzfreien Füßen mit dem Score ,0' auf 39,58 Prozent gestiegen ist. Leichte Schmerzintensitäten zwischen ,1' und ,4' enthalten 47,91 Prozent der Probandenempfindungen. 12,5 Prozent der gegebenen Antworten verteilen sich auf die Werte von ,7' bis ,10'. Davon zwei Füße (4,17 Prozent) mit dem Höchstwert ,10'.

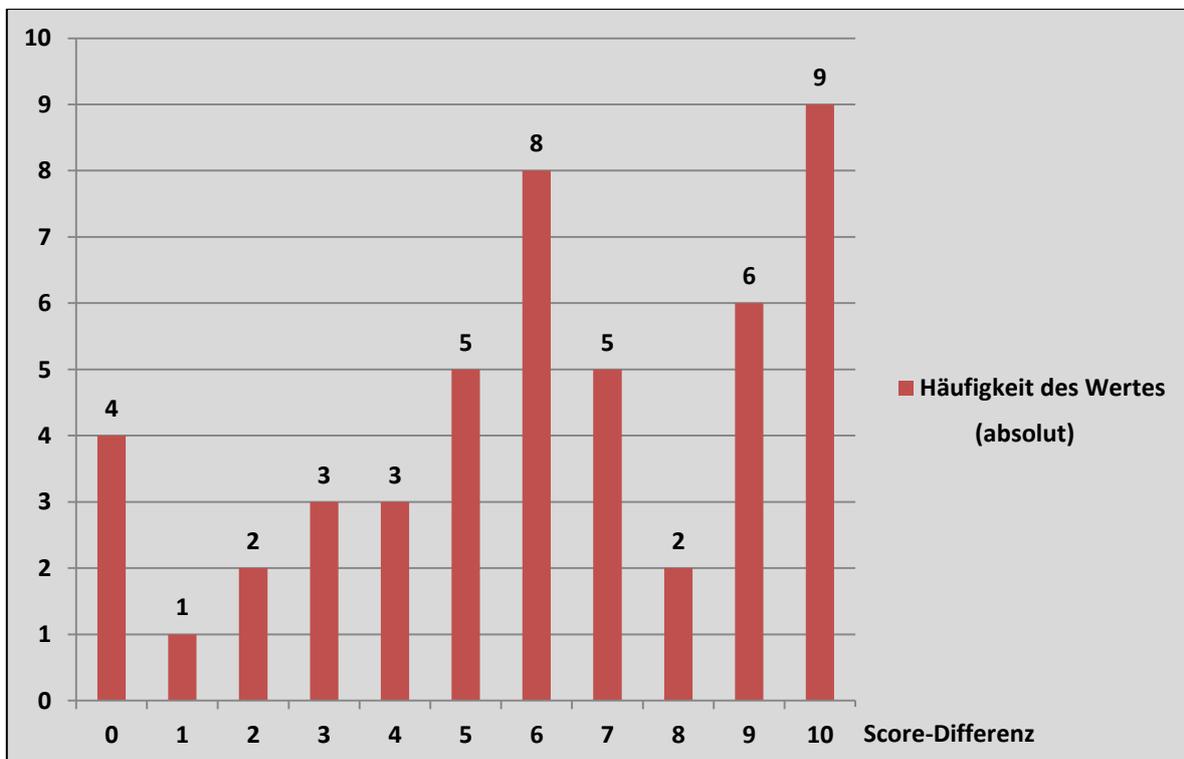


**Abbildung 11:** VAS-Score-Verteilung zum Zeitpunkt der Datenerhebung nach der ETD

➤ **Abgeleitete individuellen Entwicklungen der Schmerzintensitäten**

Eine Betrachtung der individuellen Entwicklung der Schmerzangaben anhand der Analogskalen-Werte zwischen der Erhebung vor der ETD und direkt nach der Intervention zeigt Abbildung 12. Hierbei wurde der Skalenwert jedes einzelnen Fußes direkt nach der Behandlung vom zugehörigen Score-Wert vor der Behandlung abgezogen. Hohe Werte zeigen eine sehr starke Schmerzreduktion der Patientenfüße, niedrige Werte nur eine geringere Besserung in der Schmerzwahrnehmung. Diese Auswertung ermöglicht einen individuellen Schmerzverlauf um die vorgenommene Intervention zu beschreiben.

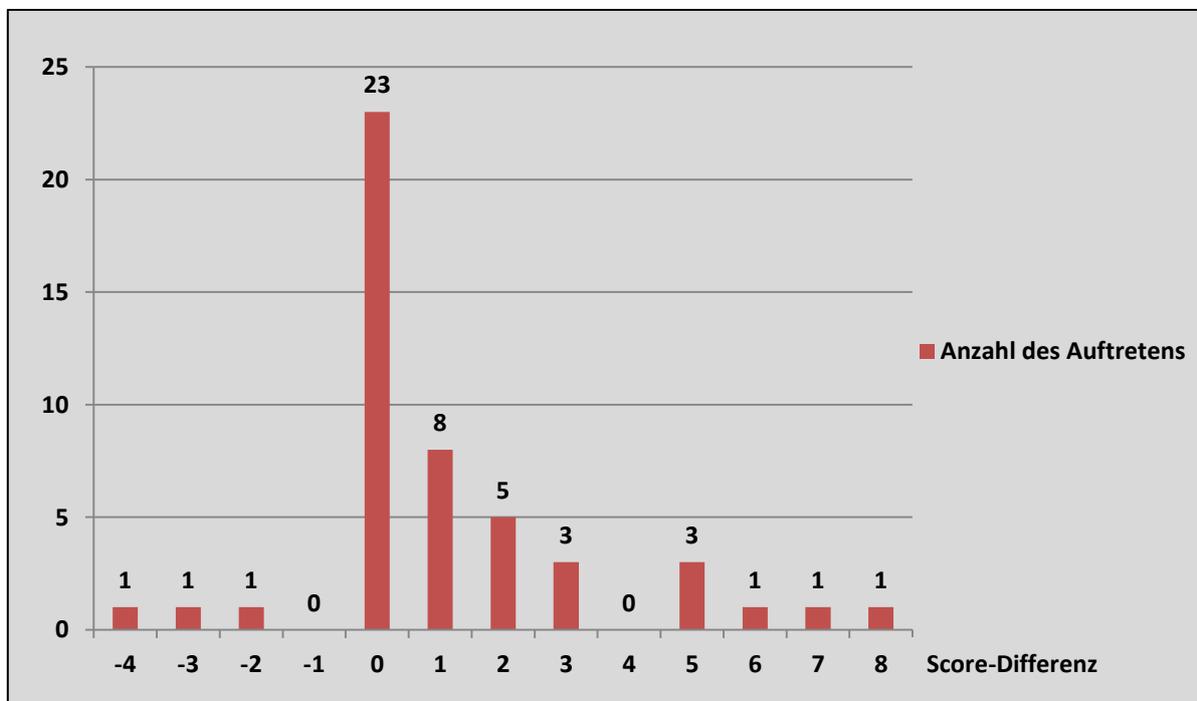
Der Höchstwert ‚10‘ wird neunmal erreicht (18,75 Prozent), was eine völlige Schmerzfremheit nach der Behandlung entspricht, bei vorherrschendem Vernichtungsschmerz vor der ETD. Weiterhin zeigt Abbildung 12, dass 62,5 Prozent aller betrachteten Füße eine Reduktion um ‚6‘ oder mehr Score-Punkte erreichten. Diese Höhe der Reduktion senkt den empfunden Schmerz in jedem Fall unter den Wert ‚5‘, welcher in unserer Studie als stark „lebensqualitätssenkend“ definiert wurde. Vier Füße zeigten in dieser speziellen Auswertung den Wert ‚0‘, was einer Stagnation im Schmerzempfinden entspricht. Negative Werte wurden nicht erreicht. Diese würden eine Verschlechterung in der Schmerzempfindung durch den Eingriff anzeigen.



**Abbildung 12:** Score-Änderungen zwischen den Analogskalen-Erhebungen vor der ETD und direkt nach der Intervention

Bildet man die Differenz aus den Analogskalen-Angaben jedes einzelnen Fußes aus der Angabe zum Zeitpunkt „direkt danach“ und im weiteren Verlauf des Follow-Ups ergibt sich ein anschließendes Verlaufsbild der empfundenen Schmerzen. Abbildung 13 zeigt zusammenfassend die erhobenen Daten dieser Betrachtung. Es werden die Werte ‚-4‘ bis ‚8‘ erreicht, wobei hohe Werte eine starke Schmerzlinderung bedeuten, niedrigere Werte eine geringe Schmerzlinderung und negative Werte eine Zunahme der Schmerzintensität im Verlauf.

In drei Fällen (6,25 Prozent) kam es zu einem negativem Wert zwischen ‚-4‘ und ‚-2‘, was einer geringfügigen Verschlechterung der Fußschmerzen anzeigt. Der Peak der Auswertung mit 23 der 48 betrachteten Füße (47,92 Prozent) liegt eindeutig beim Veränderungswert ‚0‘, also keiner weiteren Veränderung in der Schmerzwahrnehmung. Unabhängig davon, ob Schmerzen vorliegen oder nicht. 16 Füßen (33,33 Prozent) war noch eine geringfügige Verbesserung zuzuschreiben, bei Werten zwischen ‚1‘ und ‚3‘. Sechs Füße (12,5 Prozent) wiesen mit Veränderungswerten zwischen ‚5‘ und ‚8‘ sogar eine starke Verringerung der vorherrschenden Schmerzstärke auf.



**Abbildung 13:** Analogskalen-Änderung zwischen „direkt danach“ und zum Zeitpunkt der Datenerhebung

## ➤ AOFAS-Score

Der dritte Teil der Datenerhebung zur Schmerzreduktion nach ETD bestand in der Erhebung des AOFAS-Score, welcher nur durch eine klinische Untersuchung der behandelten FüÙe vollständig erhoben werden kann. 30 ETD-behandelte FüÙe konnten hierfür nachuntersucht werden. Der am Ende errechnete Score kann hierbei Werte zwischen ,0' und ,100' Punkten erreichen. Ein Wert von ,0' stellt das schlechteste Ergebnis dar und ist als völlig immobil und/oder instabil zu werten. Ein Punktwert von ,100' zeigt volle Belastbarkeit und Stabilität im Alltag an.

Die exakte Verteilung der Ergebnisse innerhalb dieser Studie auf die unterschiedlichen, aufgetretenen Punktwerte zeigt Abbildung 14. Die X-Achse zeigt die aufgetretenen AOFAS-Score-Werte und die Y-Achse die Summe der Patienten zu dem auf der X-Achse dargestellten Ergebnis. Es wurden Score-Werte zwischen ,0' und ,100' Punkten erreicht. Sechs Probanden (20,0 Prozent) erreichten die volle Punktzahl von ,100' im AOFAS-Score. 18 Probanden (60,0 Prozent) erreichten ein Ergebnis von ,80' oder mehr Punkten. Zwei Patienten (6,67 Prozent) erreichten Punktzahlen unter ,50'. Einer dieser zwei Probanden konnte zum Zeitpunkt seiner Datenerhebung nur einen Punktwert von ,0' erreichen. Das arithmetische Mittel der Verteilung beträgt  $80 \pm 20,53$  Punkte, inklusive der nach Stichprobenvarianz korrigierter Standardabweichung.

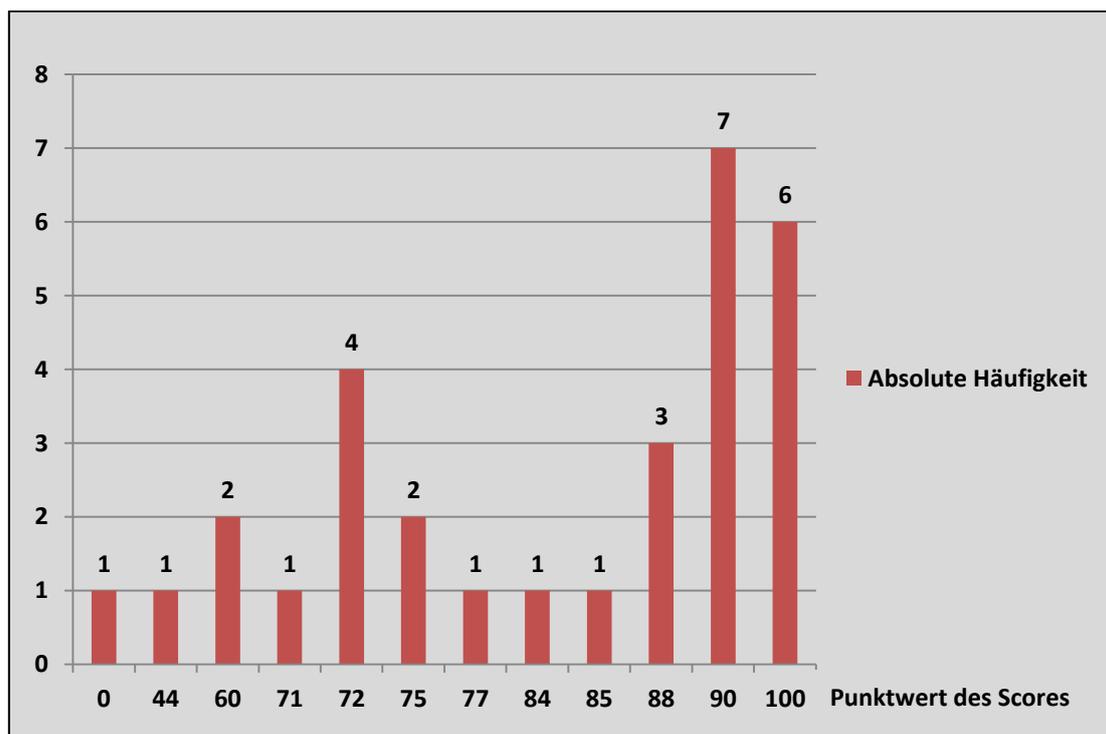


Abbildung 14: Absolute Häufigkeit im AOFAS-Score der 30 untersuchten Probanden

## 5. Diskussion

### ➤ **Studienhypothese (Vergleich zu ESWT und OPs)**

Das grundlegende Ergebnis unserer Studie bemisst sich vor allem an der subjektiven Zufriedenheit und den empfundenen Schmerzintensitäten der Patienten über die Zeit. Es zeigte sich eine recht hohe Zufriedenheit, gemessen anhand einer verspürten Besserung der Schmerzsituation bei 87,87 Prozent der Befragten. In Gegenüberstellungen einer vergleichbaren Studie nach ETD bei Plantarfasziitis (Liden et al. 2009), erreichten wir geringfügig schlechtere Ergebnisse in der Zufriedenheit. Die Studie von Liden et al. erreichte eine Zufriedenheit von 92 Prozent bei den behandelten Patienten. [1] Hierbei muss man die sehr geringe Studienteilnehmerzahl der früheren Vergleichsstudie als Kritikpunkt sehen und dass ihr Abstand zwischen Intervention und Follow-up maximal ein Jahr betrug. [1] Unsere Studie hat mehr als doppelt so viele Patienten akquirieren können und im Durchschnitt liegen 1,36 Jahre bis zur abschließenden Nachuntersuchung unserer Studie. Im Hinblick auf diese Unterschiede der Studien relativieren sich die geringfügigen Unterschiede zwischen den Studien und beide Zufriedenheitsergebnisse rangieren auf hohem Niveau.

Im direkten Vergleich zu einer der geläufigsten minimalinvasiven Operationen für die untersuchte Erkrankung, der endoskopischen Fasziotomie (auch „Release“) der Plantarfaszie, ist das Ergebnis vergleichbar gut. [29] Ergebnisse dieser operativen Variante der Schmerzlinderung reichen von 81,1 bis 97 Prozent Patientenzufriedenheit in den verschiedensten Publikationen. [23, 30, 31] Dabei benötigt das Endoskopische Release einen Hautschnitt, Unterhautfettpräparation und den Einsatz eines Trokarsystems. [29] Die ETD braucht nur einen Einstichpunkt für die Ablationssonde und eine intrainterventionelle Röntgenkontrolle. Zwei prospektive Studien, die jeweils die endoskopische Fasziotomie mit der extrakorporalen Stoßwellentherapie (ESWT) verglichen haben, erlangten ähnliche Ergebnisse in der Zufriedenheit der Patienten für beide Interventionen. Die Zufriedenheit wurde zwischen 80 und 85 Prozent angegeben. [34, 35] Das bedeutet, dass die Elektrothermische Nervenablation an unserem Hause sich auch mit der ESWT in der Patientenzufriedenheit messen kann. In diesen zwei angebrachten Vergleichsstudien sogar um zwei bis sieben Prozent übertroffen hat. Dabei muss als Kritikpunkt angebracht werden, dass unsere Studie eine im Vergleich geringere Patientenzahl vorweisen kann und daher zu größeren Varianzen tendiert.

Patienten nach ETD können wenige Stunden nach dem Eingriff ohne größere Bandagen oder Hilfsmittel die Klinik verlassen und sollten sich die nächsten Tage mit sportlichen Aktivitäten einschränken. Patienten einer minimalinvasiven Operation an der Plantarfaszie müssen in der Regel 48 Stunden einen Kompressionsverband tragen und ihr behandeltes Bein hochlagern. Danach folgt ein von posterior angebrachter Splint mit Hackenpolster für zwei weitere Wochen, physiotherapeutische Dehnungen und eine längerfristige Schonung. [29] Eine ESWT ist noch weniger invasiv als die ETD, da die Haut nicht penetriert wird. Dennoch kann es nach der ESWT-Behandlung zu Hämatomen, Schmerzen und Parästhesien kommen. [17] Die Hauptnebenwirkung der ETD sind ebenfalls Hämatome im Bereich der Einstichstelle der Ablationssonde. [1] Die möglichen Nebenwirkungen der Therapien sind somit vergleichbar. Die ETD beinhaltet zusätzlich das Risiko der Wundinfektion, wenn auch nur in geringem Maße bei sachgemäßer Durchführung und kleinstmöglicher Einstichstelle. Unter den 30 Nachuntersuchungen unserer Studie, zeigte ein Fuß (3,33 Prozent) eine stichkanalförmige Narbe über dem Ablationsgebiet, welche nach Angaben des Patienten von einer kurzfristigen Wundinfektion herrührte. Das Risiko bleibt dennoch geringer als bei endoskopischen Fasziotomien, die in den meisten Fällen längere Hautinzisionen benötigen und daher verstärkt zu postoperativen Infektionen neigen.

#### ➤ **Aspekt der Wirkdauer**

Ein grundlegender Aspekt dieser Studie und Auswertung der Datenreihen ist die Wirkdauer der ETD. Um einer Intervention einen Stellenwert in der Medizin zu geben, darf nicht nur der Aspekt der Wirkung allein betrachtet werden, sondern muss auch der Aspekt der Wirkdauer einbezogen werden. Hierbei beschrieben die Probanden in den meisten Fällen eine anhaltende Wirkung mit geringfügiger Varianz über die Zeit, aber auch oft einen schlagartig einsetzenden Wirkungsverlust bis hin zu Schmerzzuständen wie vor der Behandlung. Bei den Patienten innerhalb dieser Studie kam es bei 25 Behandlungsergebnissen (52,08 Prozent der 48 vollständigen Datensätze) zu keinem Wirkungsverlust beziehungsweise Wirkungsminderung. Das arithmetische Mittel der Wirkdauer zum Zeitpunkt der Datenerhebung betrug 0,96 Jahre (entspricht rund 11,5 Monaten), bei einer Spanne von wenigen Tagen bis zu über 63 Monaten. Dieser Wert wird durch den zeitlichen Abstand zwischen Datenerhebung und Intervention beschränkt. Im Mittel befanden sich 1,3611 Jahre

(rund 16,33 Monate) zwischen der letzten ETD-Behandlung der Patienten. Außerdem befanden sich sieben Patienten in der Studie, die erst im letzten halben Jahr ihre Behandlung erhalten haben und daher keine Werte oberhalb dieser Zeitspanne aufweisen können.

Vergleicht man die erhobenen Zeiträume zwischen Behandlung und Datenerhebung (Abbildung 5, Seite 53) mit den Angaben der subjektiven Wirkung der Patienten (Abbildung 7, Seite 56), zeigt sich ein relativiertes Bild der Wirkdauer der ETD. Zu 18 Patientenfüßen wurde eine subjektive Wirkdauer von unter sechs Monaten angegeben. Von diesem Wert müssen die sieben Patientenfüße abgezogen werden, die innerhalb des letzten halben Jahres behandelt wurden. So ergaben sich elf definitive Behandlungen, die eine Wirkung von maximal sechs Monaten erreicht haben. Aus der Patientengruppe der sieben Füße mit Behandlung in den letzten sechs Monaten können keine Aussage getroffen werden. Ein Wirkverlust im ersten halben Jahr nach ETD-Behandlung ist auf keinen Fall auszuschließen, aber nicht in jedem Fall eingetreten. Entfernt man diese sieben sehr kurzfristigen Interventionen aus den genannten Gründen aus den Berechnungen, ergibt sich ein arithmetisches Mittel von 1,08 Jahren (rund 13 Monate) Wirkdauer für die verbleibenden 42 Füße der Studie. Dieser Wert zeigt, dass die langfristigen Ergebnisse der Wirkdauer der Elektrothermischen Denervierung höher liegen könnten, als diese Studie es zum jetzigen Zeitpunkt aussagen kann. Weitere Follow-up-Untersuchungen könnten das Bild der Wirkdauer konkretisieren.

Ein Faktor der die Wirkdauer ebenfalls einschränkt, ist die geringer werdende Teilnehmerzahl in den höheren Abstandszeiten zur Behandlung. Der längste mögliche Abstand zum Behandlungszeitpunkt beträgt in dieser Datenerhebung 63 Monate und wird von nur einem Patientenfuß erreicht. Der exponentiell fallende Verlauf der Werte über die Zeitintervalle von Abbildung 6 (Seite 54) zeigt, dass, je weiter man in der Zeit zurückgeht, desto weniger Patienten aufgeführt werden konnten. Ob dies mit den erst über die Zeit steigenden Behandlungsraten mittels ETD oder dem schwindenden Interesse von behandelten Patienten nach ETD an der Erkrankung zurückzuführen ist, ist nicht ersichtlich. Auch das hohe Lebensalter der behandelten Patienten kann hier ein Grund der rückläufigen Teilnehmerzahlen sein. Die Spanne der behandelten Patienten reicht bis an das 75. Lebensjahr. Fünf Jahre können in hohen Lebensaltern eventuell lebensverändernde Einschränkungen bis hin zum Tode mit sich führen. Diese Selektionsbias kann die

Aussagekraft einer solchen Studie über die Wirkdauer einer Intervention definitiv einschränken.

### ➤ **Vorbetrachtungen**

In unserer Studie hat sich in den ersten Zügen der Auswertung ein deutliches Übergewicht im weiblichen Anteil der Studienkohorte gezeigt mit zwei Dritteln der Studienteilnehmer. Die Frage, ob sich dies nur per Zufall so darstellt oder anderweitig belegt werden kann, beantwortet sich durch die belegte Ätiologie der Plantarfasziitis. Die Krankheit betrifft generell Frauen deutlich häufiger als Männer, im Verhältnis zwei zu eins. [9] Auch in vergleichbaren Studienkohorten zum vorliegenden Krankheitsbild, zeigte sich stets eine doppelt so hohe Erkrankungszahl bei Frauen im Vergleich zu Männern. [18, 22, 32]

Die Rate an bilateralen Fällen der behandelten Plantarfasziitis zeigte sich in dieser Studie mit nur 12,24 Prozent der Gesamtkohorte nur circa halb so hoch wie im Bevölkerungsdurchschnitt von 30 Prozent. [6] Diese Abweichung lässt sich erklären, durch die fokussierte Fragestellung nach ETD-behandelten Füßen innerhalb der Studie. Es wurde im Fragebogen nicht nach bilateralem Auftreten direkt gefragt. Ob es konservativ erfolgreich behandelte Füße unter den nicht ETD-behandelten Füßen der Studienteilnehmer gab, bleibt ungeklärt. In Anbetracht des Anteils von 30 Prozent an allen Erkrankten in der Gesamtpopulation ist es zu vermuten. Die geringe Teilnehmerzahl der Studie kann auch ein verzerrender Faktor dieser deutlichen Abweichung zur grundlegenden Populationsverteilung sein. In größeren Stichproben mag der Anteil sich dem Bevölkerungsdurchschnitt annähern.

Das Durchschnittsalter der Probanden und Probandinnen beträgt 56,98 Lebensjahre. Die Teilnehmer verteilen sich nahezu einer Gaußkurve um dieses Lebensalter zwischen den Grenzen des 43. und 75. Lebensjahres. Eine vergleichbare Studienpopulation mit 14 Patienten wies ein Durchschnittsalter um 48,7 Lebensjahre auf, mit einer Spanne vom 27. bis 78. Lebensjahr. [22] Diese Verteilungen zeigen nur geringfügige Unterschiede und lassen sich einerseits durch das Auftreten der Erkrankung vor allem im höheren Lebensalter, andererseits mit der durchschnittlichen Lebenserwartung der Menschen in Deutschland erklären. Diese Faktoren schlagen sich selbst in diesen kleinen Stichproben nieder.

➤ **Einfluss des Alters auf das subjektive Ergebnis**

Eine weitere zu klärende Frage war die nach der Beeinflussung des subjektiven Ergebnisses durch das Patientenalter. Verliert oder gewinnt die Denervierung eventuell an Wirkung? Einen direkten Bezug der subjektiven Schmerzverläufe auf die Altersgruppen zeigt Abbildung 15. Die verschiedenen Altersangaben der Probanden bei Datenerhebung wurden hierbei in 5-Jahres-Altersgruppen zusammengefasst. In diesen geschaffenen Gruppen wurden nun die jeweiligen Angaben der subjektiven Verbesserung, Verschlechterung oder Stetigkeit der Schmerzen nach ETD eingeordnet, um eventuelle Alterseinflüsse darzustellen. Außer dem schon bekannten Peak in der Altersverteilung von elf Probandenfüßen zwischen dem 50. und 54. Lebensjahr, konnten keine Verteilungsanomalien abgeleitet werden. Die Stetigkeit der Schmerzen ist annähernd normalverteilt in Bezug auf die geschaffenen Altersgruppen. Die Angabe der Verschlechterung durch die Intervention liegt in der Altersgruppe 65. bis 69. Lebensjahr, zusammen mit sieben „besseren“ und einem „gleichen“ Ergebnis nach der Elektrothermischen Therapie. Es kann keine signifikante Beeinflussung der Zufriedenheit durch das Patientenalter der behandelten Füße deutlich gemacht werden. Schlüsse auf altersphysiologische Beeinflussungen auf das Outcome der ETD lassen sich somit nicht aus dieser Studie ziehen.

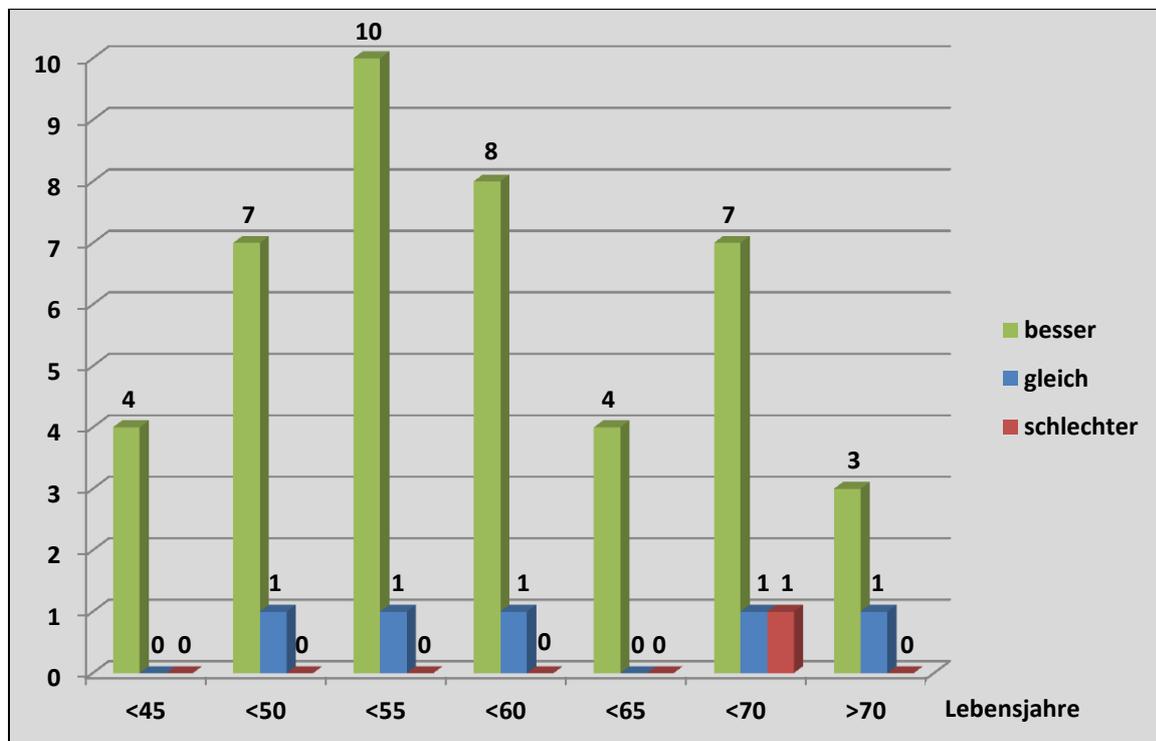


Abbildung 15: Subjektiver Verlauf des Schmerzcharakters bezogen auf die Altersgruppen

➤ **Fragebogen: Erster Abschnitt**

Die Studiendaten ergaben, dass 16 der behandelten Füße (33,33 Prozent) Schmerzfreiheit zum Zeitpunkt der Erhebung aufwiesen. Die restlichen 32 Patientenfüße (66,67 Prozent) waren zu diesem Zeitpunkt schmerzhaft. Auf diese 32 Füße bezogen, ergab die Fragereihe, dass 50 Prozent von ihnen gelegentlich schmerzten, 40,63 Prozent täglich und 9,37 Prozent zu jeder Zeit Schmerzen bereiteten. Tabelle 4 fasst alle getroffenen Angaben zusammen.

Schmerzen	Absolute Häufigkeit	Prozentuale Häufigkeit	Kumulative Häufigkeit
➤ täglich	13	27,08 %	27,08 %
➤ gelegentlich	16	33,33 %	60,41 %
➤ immer	3	6,25 %	66,66 %
➤ nie	16	33,33 %	100 %

**Tabelle 4:** Angaben der 48 Studienfüße zu bestehenden Schmerzen zum Zeitpunkt der Erhebung

Tabelle 2 (Seite 49) zeigte die Verteilungen auf verschiedene Schmerztrigger des täglichen Lebens. Die Patientenantworten bestätigten unter anderem auch einen der charakteristischsten Trigger für Schmerzen bei Plantarfasziitis, den Anlaufschmerz beziehungsweise den Schmerz bei Wiederbelastung. [2,4] 81,25 Prozent der Befragten gaben hier Schmerzen an. An zweiter Stelle der häufigsten Trigger steht der Schmerz nach längerem Stehen mit 65,63 Prozent. Stehen ist, nach dem Anlaufen, der zweite charakteristische Trigger der Erkrankung. [2,4] Diese Angaben unserer Erhebung zeigen eine genaue Verteilung für das Auftreten der Schmerzen in charakteristischen Situationen und den Schmerztriggern.

Bei der Auswertung der Antworten innerhalb dieser ersten Fragereihe des Fragebogens zeigte sich eindrücklich die Subjektivität der angegebenen Informationen. So beantworten 87,5 Prozent der schmerzgeplagten Patienten die direkte Frage nach Schmerzen bei Wiederbelastung mit ‚ja‘. In der folgenden Zusammenstellung der Schmerztrigger zum Ankreuzen geben aber nur noch 81,25 Prozent ein ‚ja‘ bei der Frage nach Schmerzen zu Beginn des Gehens beziehungsweise bei den ersten Schritten an. Dieser Umstand erschwert

eindrücklich die objektive Auswertung der Datenreihen und sollte für alle erhobenen und ausgewerteten subjektiven Patientendaten eine Mahnung aufzeigen.

Am Ende des ersten Abschnitts des Fragebogens erfragten wir eventuelle Arbeitsunfähigkeiten aufgrund der Erkrankung. Einen Großteil der befragten Studienteilnehmer von 43,75 Prozent gaben hier bestehende oder stattgefundene Behinderungen durch Schmerzen im Beruf an. 33,33 Prozent aller Befragten waren schon mindestens einmal auf Grund der Symptome der Plantarfasziitis krankgeschrieben. Sieben Probanden (16,67 Prozent) erhielten sogar dreimal oder häufiger eine Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung des behandelnden Arztes. Vergleichbare Werte enthielt keine meiner herangezogenen Vergleichsstudien. So waren auch die Angaben von vier Probanden (9,52 Prozent) über einen notwendig gewordenen Arbeitswechsel, durch ihr spezielles Fußleiden, innovative Studiendaten und ein weiteres Maß für die Schwere, die die Plantarfasziitis erreichen kann. Die Werte relativieren sich natürlich stark, wenn man bedenkt, dass nur ein kleiner Anteil an Patienten überhaupt in die dritte Stufe des Behandlungsschemas aufgenommen werden muss und wir in dieser Studie nur diesen kleineren, therapieresistenteren Patientenanteil betrachten.

#### ➤ Fragebogen: Zweiter Abschnitt

Im zweiten Abschnitt des Fragebogens wurde vor allem auf die durchgeführten Vorbehandlungen eingegangen. Tabelle 3 zeigt die erreichten Häufigkeiten dieser in der Stufentherapie in erster und zweiter Linie eingeordneten Behandlungsmöglichkeiten der Plantarfasziitis.

Vorbehandlungen	Absolute Häufigkeit	Prozentuale Häufigkeit
➤ Einlagen	44	91,67 %
➤ Schmerzmedikation	24	50,00 %
➤ Cortison-Injektionen	27	56,25 %
➤ Radiotherapie	18	37,50 %
➤ Physiotherapie	22	45,83 %
➤ Generelle Vorbehandlung	48	100 %

**Tabelle 3:** Absolute und Prozentuale Häufigkeiten der Vorbehandlungen für die 48 ETD-behandelten Füße

Die erhobenen Daten dienten vor allem zur Einordnung der Studie in vergleichbare Erhebungen zur Thematik. *Haben wir mit unserer Stichprobe einen passenden Durchschnitt durch die generellen Hackenschmerzpatienten?* Diese Frage konnte durch den Vergleich mit grundlegenden Arbeiten und anderen Studien zum Thema größtenteils bestätigt werden. In der Vergleichsstudie von Liden et al. von 2009 wurden vor ETD-Intervention über 25 Prozent der betroffenen Füße mittels Physiotherapie behandelt, 45 Prozent mittels Schmerzmedikation, 80 Prozent wurden mit Einlagen versorgt und ebenso 80 Prozent erhielten Cortison-Injektionen. [1] Die genannten Therapien stellten die vier häufigsten Methoden zur Vorbehandlung dar, welche sich mit den vier häufigsten präinterventionellen Behandlungen unserer Studie deckten. Dieser Übereinstimmungen zeigen, dass unsere Studienstichprobe durchaus vergleichbar mit anderen Studiengruppen anderer Erhebungen zum Thema Plantarfasziitis sind und kann einer möglichen Relevanz nicht entgegenstehen. Dass dieser Sachverhalt nur einem statistischen Zufall obliegt, kann natürlich nicht ausgeschlossen werden.

Dass alle unsere Studienpatienten mit den verschiedensten Therapiemöglichkeiten vorbehandelt wurden, aber dennoch schlussendlich einer ETD unterzogen wurden, zeigt ebenfalls, dass die Vorbehandlungen einen unzureichenden Effekt haben müssen. Ob in zu geringer oder gar keiner Wirkung, zu kurzer Wirkdauer oder sogar Verschlechterung der Schmerzsituation. So wurden zum Beispiel 56,25 Prozent aller Probanden dieser Studie mit Cortison-Spritzen vorbehandelt. Von diesen Patienten gaben 62,96 Prozent eine Besserung nach der Therapie an, doch die Wirkdauer variierte jeweils nur zwischen wenigen Tagen und bis zu acht Wochen. Nach diesen Zeiträumen kehrten die behandlungsbedürftigen Schmerzen zurück. Ähnlich kurze Wirkzeiträume von Tagen bis wenigen Wochen konnten bei der Radiotherapie verzeichnet werden innerhalb unserer Erhebungen.

82 Prozent der mit Einlagen behandelten Patienten gaben in vergleichbaren Studien in Bezug auf ihre Hackenschmerzen eine Besserung an. [4] Nur 31,82 Prozent der mit Einlagen versorgten Teilnehmer dieser Studie konnten hierdurch eine Verbesserung erfahren. Diese massive Diskrepanz ist darauf zurückzuführen, dass genau die Patienten von einer ETD profitieren, die keinen längerfristigen Benefit durch Vortherapien wie den Hackeneinlagen haben. Dieser Umstand zeigt beispielhaft auf, dass die hier erhobenen Werte der Zufriedenheit über die genannten Vortherapien nicht dem Durchschnitt entsprechen

können, sondern auf die eher kleine Gruppe der „Therapieversager“ begrenzt ist, welche nun einer erweiterten Therapie wie der ETD, der ESWT oder einer Operation bedürfen.

➤ **Fragebogen: Dritter Abschnitt und Vergleich mit Schmerzskalen**

Der für die Haupthypothese wichtigste Abschnitt des studienspezifischen Fragebogens stellte die Fragereihe über die Elektrothermische Denervierung selbst dar. So sind die enthaltenen Daten zur Schmerzreduktion durch ETD bei Plantarfasziitis in bisherigen Veröffentlichungen sehr übersichtlich. Mittel- bis langfristige Erhebungen des Therapieergebnisses sind noch seltener und stellen somit eine Innovation innerhalb dieser Studie dar.

Im diesbezüglichen Abschnitt des Fragebogens wurde das Schmerzempfinden der Patienten direkt nach der ETD mittels Visueller Analogskala erfragt. Die 49 Angaben wurden zwischen den Werten ,0' und ,10' auf der Skala gesetzt und ergaben die in Abbildung 9 (Seite 57) aufgetragene Verteilung. Der arithmetische Mittelwert der erhobenen Angaben direkt nach der Therapie zeigt einen Schmerzwert von  $3,0 \pm 2,604$  inklusive der korrigierten Standardabweichung im VAS. Vor der Intervention zeigte sich ein Mittelwert von  $8,0 \pm 1,839$  (inklusive korrigierte Standardabweichung) auf der VAS. Die durchschnittliche Schmerzreduktion anhand der VAS betrug fünf Skaleneinheiten. Im direkten Vergleich zu den erhobenen Werten für die Schmerzintensitäten vor der Behandlung zeigt der erreichte Unterschied höchste Signifikanz ( $p < 0,0001$  im unabhängigen t-Test; Tabelle 6; via 2017 GraphPad Software, Inc). Diese errechneten Signifikanzen unterstreichen die gute Wirksamkeit der ETD für das Zeitintervall direkt nach der Intervention.

Die hohen VAS-Werte vor dem Intervenieren mittels ETD sind hierbei durchaus vergleichbar mit Interventionsgruppen anderer Studien zur Plantarfasziitis. Eine Vergleichsstichprobe von 59 Füßen zur Überprüfung der Wirksamkeit von perkutaner Fasziotomie (Tay et al. 2012) wies vor der operativen Intervention einen durchschnittlichen VAS-Wert von 7,0 auf. [36] Die erhobenen VAS-Werte bleiben aber dennoch subjektiv und sind ohne ihren Verlauf über die Zeit in jeder Studie punktuell betrachtet als nicht objektivierbar anzusehen.

Der grundlegender Bestandteil meiner Arbeitshypothese, dass die Wirkung der ETD auch auf mittel- bis langfristige Sicht gute Ergebnisse erbringt, stützt sich auf den Vergleich der Analogskalen-Daten vor der Intervention mit denen im Verlauf. Der unpaarige t-Test für die Signifikanz zwischen den vorher beschriebenen Schmerzintensitäten durch die erhobenen

VAS und den Werten zum Zeitpunkt der Befragung (Tabelle 7) zeigt ein vergleichbares Bild, wie der t-Test zu den Werten direkt nach der Denervierung (Tabelle 6). Das arithmetische Mittel der zum Zeitpunkt der Datenerhebung empfundenen Schmerzen ergab  $2,0 \pm 2,764$  Skaleneinheiten auf der VAS, inklusive der korrigierten Standardabweichung. Die Signifikanz der Reduktion ist weiterhin extrem hoch bei P-Werten unter 0,01 Prozent ( $p < 0,0001$  im unpaarem t-Test). Die absolute Reduktion des Schmerzlevel beträgt sechs Skaleneinheiten der VAS bei einem 95-prozentigem Konfidenzintervall von 5,17 bis 7,08 Skaleneinheiten. Die Wirkung über die Zeit bis zum durchschnittlichen Follow-up nach 16,33 Monaten ist somit für diese Studie statistisch belegt. Die Vergleichsstudie mit der bis dato längsten postoperativen Durchschnittszeitspanne von 15,25 Monaten zwischen Intervention und Follow-up, zeigte einen maximalen Zeitabstand von 33 Monaten. [22] Die höhere durchschnittliche und maximale Zeitspanne des Follow-ups unserer Studie erhöht die Tragkraft unserer mittel- bis langfristigen Daten im Vergleich zu früheren Erhebungen.

	Mittelwert	n	Standardabweichung
➤ Gesamtscore „vorher“	8,0	49	1,839
➤ Gesamtscore „direkt nach ETD“	3,0	48	2,604
➤ Gesamtscore zur Datenerhebung	2,0	48	2,764

**Tabelle 5:** statistische Grundwerte aus den Analogskalen zum erlebten Schmerz

	Mittelwert-differenz	Standard-abweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		Signifikanz
				unter	obere	
Gesamtscore „vorher“ – Gesamtscore „direkt nach ETD“	5,0	10,9415	0,457	4,09279	5.90721	< 0,0001

**Tabelle 6:** ungepaarter t-Test der VAS-Scores „vorher“ – „direkt nach ETD“

t-Test (unpaarig)	Mittelwert-differenz	Standard-abweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		Signifikanz
				unter	obere	
Gesamtscore „vorher“ – Gesamtscore „zur Datenerhebung“	6,0	12,5213	0,479	5,04857	6,95143	< 0,0001

**Tabelle 7:** ungepaarter t-Test der VAS-Scores „vorher“ – „zur Datenerhebung“

t-Test (unpaarig)	Mittelwert- differenz	Standard- abweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		Signifikanz
				unter	obere	
Gesamtscore „direkt nach ETD“ – Gesamtscore „zur Datenerhebung“	1,0	1,8244	0,548	-0,08829	2,08829	0.0713

**Tabelle 8:** ungepaarter t-Test der VAS-Scores „direkt nach ETD“ – „zur Datenerhebung“

Der Vergleich zwischen dem Schmerzscore der NAS direkt nach der Intervention mit den VAS-Daten zur Datenerhebung (Tabelle 8) zeigt keine statistische Signifikanz in der Veränderung der Werte über die durchschnittlich 16,33 Monate. Dennoch sieht man einen Trend hin zur weiteren Besserung der Beschwerden der Patienten. Für die meisten Patienten war die ETD die letzte erhaltene Therapie, aber in manchen Patientengesprächen wurde auch von neuverschriebenen Schuheinlagen oder einem Arbeitswechsel seit der ETD-Behandlung berichtet, was wiederum einen Einfluss auf die subjektive Wahrnehmung haben könnte. Daher muss herausgestellt werden, dass es sich um nicht signifikante Verbesserungen im postinterventionellen Zeitintervall handelt. Andererseits berichten vereinzelt Patienten über stärkere Schmerzen direkt nach der Behandlung durch stattgehabte Entzündungen des Stichkanals oder durch die thermale Ablation selbst. Diese Schmerzauslöser sind schnell rückläufig und können die wahre Wirkung der ETD erst im Verlauf preisgeben. Vergleichbare Studien zeigten zwischen dem Zeitpunkt direkt nach der ETD und einem Monat nach der Intervention ähnliche Schmerzreduktionen von  $3,26 \pm 1,97$  auf  $1,46 \pm 1,76$  Analogskalen-Einheiten in ihrer Patientenkohorte. [1] Der deutlich gestiegene Anteil der angegebenen ‚0‘-Werte von 14,29 Prozent direkt im Anschluss an die ETD auf 39,58 Prozent der Befragten im weiteren Verlauf unserer Studienbetrachtung, kann ein Hinweis für diese Theorie sein. In der Vergleichsstudie von Liden et al. hielt sich der VAS-Wert bis zum durchschnittlichen Follow-up-Ende nach circa acht Monaten beim reduzierten Wert vom 1-Monats-Follow-up. [1] Bei theoretischer Persistenz dieser Schmerzreduktion bezogen auf unsere Studie, wäre eine deutliche Wirkung von durchschnittlich über 16 Monaten bewiesen. In jedem Fall ist auch die mittel- bis langfristige Wirkung der Schmerzreduktion als sehr effektiv zu bewerten.

Obwohl eindeutig eine hohe Wirkleistung nachgewiesen werden konnte, ist nicht zu vergessen, dass sowohl kurz nach der Intervention, als auch im weiteren Verlauf zwei Patientenfüße (4,17 Prozent) den höchsten Schmerzwert von ‚10‘ beibehielten. Ein Effekt der Intervention ist also in keinem Fall zu garantieren. In der Vergleichsstudie von Liden et al. 2009 empfanden 3,2 Prozent die Behandlung als Misserfolg. [1] Die Angaben im höheren Skalenbereich der NAS beziehungsweise VAS zwischen ‚7‘ bis ‚10‘ zeigen direkt nach der ETD und zur Datenerhebung eine weniger ausgeprägte Dynamik. Es scheint für diesen Skalenbereich ein dezenter Trend zur Schmerzzunahme ersichtlich zu werden. So steigt der Durchschnittsscore der empfundenen Schmerzen der sechs Probanden mit den höchsten Schmerzwerten auf der Analogskala von ‚8,17‘ auf ‚8,5‘ Skaleneinheiten. Diese Patienten haben keinen messbaren Benefit aus der ETD erhalten.

#### ➤ **Individuelle Entwicklungen der Schmerzintensitäten**

Eine generelle Wirksamkeit der Behandlung auf die Erkrankung zeigt bereits die Auswertung der erhobenen Analogskalen zum Schmerzempfinden der Studienpatienten. Es zeigten sich allerdings auch einzelne Fälle einer empfundenen Verschlechterung oder Stagnation der Schmerzsituation. Eine Objektivierung dieser Empfindungen zeigten die Abbildungen 12 und 13 (Seite 60 und 61). Hierfür wurden die VAS-Werte direkt nach der ETD mit denen vor ETD und zum Zeitpunkt der Datenerhebung subtrahiert. Diese Auswertung geschah individuell für jeden Fuß der Studie und ermöglicht somit einen direkten Schmerzverlauf mit hoher Präzision zu skizzieren.

Bei Betrachtung der individuellen Entwicklung der Schmerzangaben zwischen der Erhebung vor der ETD und direkt nach der Intervention, wurden in Abbildung 12 (Seite 60) die VAS-Score-Werte voneinander subtrahiert. Der erreichte Wert von ‚10‘, welcher nur bei im Vorfeld bestehendem Vernichtungsschmerz und nach der Behandlung erreichter Schmerzfreiheit erreicht werden konnte, zeigt eindrücklich das Potential der ETD-Intervention beim Krankheitsbild der Plantarfasziitis. Der Umstand, dass sich in dieser Auswertung keine negativen Werte ergaben, zeigt, dass es keine Verschlechterungen in der Schmerzintensität gab. Dieses Ergebnis schließt ein „schlechtes“ Ergebnis aus Sicht der Patienten aber nicht aus. So ist auch eine Stagnation im Schmerzerleben als kein „gutes“ Ergebnis für die Schmerzpatienten der Fasziitis anzusehen. Vier Füße (8,33 Prozent)

erreichen den Wert ,0‘ in dieser Auswertung und beschreiben damit ein definitives Therapieversagen zum Zeitpunkt direkt nach der Intervention. Diese wirkungslosen Ergebnisse sind als eine Erklärung für die insgesamt 12,13 Prozent der Studienpatienten zu sehen, die nicht mit der Intervention zufrieden waren. Dazu zählen zusätzlich Patienten, die die Wirkung der ETD als zu schwach empfanden.

Die in Abbildung 13 (Seite 61) zusammengefassten individuellen Analogskalen-Änderungen der Studienpatienten zeigen im Detail, dass es sowohl Verbesserungen in der Schmerzwahrnehmung, als auch Verschlechterung zu verzeichnen gab. Das im Durchschnitt bessere Ergebnis zum Zeitpunkt der Datenerhebung von  $2,0 \pm 2,764$  VAS-Einheiten zeigte schon den positiven Trend, den diese individuelle Analyse aufzeigt. Genauer betrachtet, kam es nur bei drei Studienpatienten zu einer Verschlechterung der Schmerzsituation und in 22 Fällen zu einer Verbesserung der Krankheitssituation. Addiert man die positiven und negativen Werte der einzelnen Patienten dieser Änderungen erhält man einen fiktiven Wert, der eine Interpretation in Richtung „Schmerzverschlechterung“ oder „Schmerzreduktion“ zulässt. In diesem Fall kommt man auf den Wert ,+54‘, welcher die Verschiebung zugunsten der Schmerzreduktion unterstreicht. Dieser Wert gibt nur eine Tendenz wieder und zeigt keine wissenschaftliche Signifikanz.

Zusammenfassend zeigt sich auch im weiteren Verlauf nach der ETD ein eher positiver Effekt auf die Erkrankung der Patienten. Durch diverse Störfaktoren, wie der geringen Studienstichprobe, der individuellen Lebensänderungen, Komorbiditäten und neuerlichen Therapien nach Behandlung mittels ETD, kann dieser Effekt nicht definitiv der stattgehabten ETD-Behandlung zugeschrieben werden. Die Ergebnisse lassen einen positiven Einfluss vermuten.

#### ➤ **Das klinische Ergebnis anhand des AOFAS-Score**

Aus vergleichbaren Studien und Studienkohorten ging hervor, dass eine erreichte Punktzahl von mindestens 80 Punkten im AOFAS-Score für das Sprunggelenk und den Rückfuß als „gut“, von mindestens 50 Punkte als „befriedigend“ und von weniger als 50 Punkte als „ungenügend“ bewertet wurde. [33] Diese Kategorisierung angewandt auf unsere Ergebnisse im klinischen Outcome, zeigten die folgenden Sachverhalte. Sechs der 30

nachuntersuchten Probanden (20,0 Prozent) erreichten die volle Punktzahl im AOFAS-Score und damit uneingeschränkte Belastbarkeit in diesem Test. 18 Probanden (60,0 Prozent) erreichten ein Ergebnis von ,80‘ oder mehr Punkten, was als ein gutes Ergebnis zu werten ist. [33] Zwei Patienten (6,67 Prozent) erreichten Punktzahlen unter ,50‘ und damit ein ungenügendes Ergebnis. Einer dieser zwei Probanden konnte zum Zeitpunkt seiner Datenerhebung sogar nur einen Punktwert von ,0‘ erreichen, da er inzwischen an den Rollstuhl gebunden und nicht mehr gehfähig ist. Der Grund für die neu aufgetretene Gehbehinderung dieses Patienten liegt nicht bei der zu untersuchenden Plantarfasziitis, dennoch geht auch dieser erhobene Wert in die Analyse ein.

Das arithmetische Mittel der Verteilung, inklusive nach der Stichprobenvarianz korrigierter Standardabweichung, von  $80,0 \pm 20,53$  Punkten zeigt das weitestgehend positive Ergebnis der untersuchten Füße mit Punktwerten im oberen Skalenbereich. Allein der Outcome-Durchschnitt wäre somit als „gut“ zu werten. [33] Als Kritikpunkt wäre die Verzerrung durch den Erfolg zu nennen, da nicht auszuschließen ist, dass nur Patienten, die nun gut zu Fuß sind, den Weg in die Klinik für eine freiwillige Nachuntersuchung gefunden haben. Patienten mit weiterhin bestehenden oder neu aufgetretenen Störungen in der Fortbewegung meiden eine solche Anstrengung eventuell und fehlen in der Auswertung. Um diesen Kritikpunkt auszuräumen, könnten Neuauflagen der Studien eine Follow-up-Verpflichtung realisieren.

Eine Erhebung des AOFAS-Score für den klinischen Zustand der Füße vor der ETD-Intervention konnte in der retrospektiven Erarbeitung nicht erlangt werden. Aus verschiedenen prospektiven Studienkohorten früherer Erhebungen zur untersuchten Behandlung zeigten sich Werte zwischen 43,1 und 66,9 Punkten. [24, 36, 38] Diese Spanne sollte bei der diskutierten Vergleichbarkeit der Patientengruppen ebenfalls für unsere Studienpatienten angenommen werden können. Als direkten Vergleichswert haben wir die Voruntersuchungsergebnisse von Yener Erken et al. von 2013 herangezogen, welche mit 66,9 Punkten im AOFAS-Score die besten prä-interventionellen Werte aufzeigten. Der direkte Vergleich unserer Werte mit diesen angenommenen Werten vor der Intervention, ergäben eine signifikante Verbesserung ( $p < 0,035$  im unpaaren t-Test, Tabelle 10). Im zweiten Vergleich zu den schlechtesten prä-interventionellen AOFAS-Score-Werten von Tay et al. aus 59 Füßen vom 2012, zeigt die Verbesserung durch unsere Studie eine hohe Signifikanz ( $p < 0,0001$  im ungepaartem t-Test, Tabelle 11). Das angenommene klinische Bild

dieser Studie von 2012 zeigte im Vorfeld der Behandlung ein deutlich schlechteres Ausgangsniveau. Es ist zu vermuten, dass die wahre Reduktion und Signifikanz unserer Studierhebung innerhalb dieser Spannen liegt. Da diese Signifikanzen auf den Werten anderer, vergleichbarer Studierhebungen basiert, sollten sie dennoch nur als Richtwert zu sehen sein. Eine Restwahrscheinlichkeit, dass unsere Studienstichprobe an Patienten höhere oder tiefere Ausgangs-AOFAS-Werte erreicht hätte, bleibt bestehen. Diese Ungenauigkeit kann nur durch die aufwendigere Anwendung eines prospektiven Studientyps auf die Arbeitshypothese beseitigt werden.

	Mittelwert	n	Standardabweichung
➤ Post-AOFAS-Score unserer Studie	80,0	30	20,53
➤ Prä-AOFAS-Score „Y. Erken et al.“	66,9	26	8,10
➤ Prä-AOFAS-Score „Tay et al.“	43,1	59	0,0 (Keine Angabe)

**Tabelle 9:** statistische Grundwerte zum AOFAS-Score der herangezogenen Vergleichsstudien vor Intervention und unserer Studie nach Intervention

	Mittelwert-differenz	Standard-abweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		Signifikanz
				unter	obere	
Post-AOFAS-Score unserer Studie – Prä-AOFAS-Score „Y. Erken et al.“	13,1	3,0513	4,293	4,4926	21,7074	0,0035

**Tabelle 10:** ungepaarter t-Test des Post-AOFAS-Scores unserer Studie – Prä-AOFAS-Score „Erken et al.“

	Mittelwert-differenz	Standard-abweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz		Signifikanz
				unter	obere	
Post-AOFAS-Score unserer Studie – Prä-AOFAS-Score „Tay et al.“	36,9	13,8832	2,658	31,6172	42,1828	< 0,0001

**Tabelle 11:** ungepaarter t-Test des Post-AOFAS-Scores unserer Studie – Prä-AOFAS-Score „Tay et al.“

Endoskopischen Fasziotomien erreichten zum etwa gleichen Zeitpunkt des Follow-ups Ergebnisse zwischen 80,1 und 86,0 Punkten im Outcome des entsprechenden Rückfuß-Score. [22, 36, 38] In diesem Punkt zeigt sich keine starke Signifikanz im Unterschied unserer erhobenen Werte dieser invasiveren Behandlungsmethode. Nur eine Studie von Radwan et al. erzielt bessere Ergebnisse im AOFAS-Outcome der Studienpatienten. Das klinische Ergebnis der ETD ist im Ganzen als annähernd gleichwertig zu betrachten für den erhobenen Zeitraum.

Aus der ESWT-Vergleichsstudie von Radwan et al. von 2012 zeigte sich in einer ähnlichen Studienkohorte von 34 Patienten ein klinisches Outcome gemessen am AOFAS-Score von durchschnittlich 87 Punkten (Spanne von 76 bis 97 Punkten im Score) im Follow-up nach einem Jahr. Bei einem prä-interventionellem AOFAS-Durchschnittsscore von 43 Punkten, zeigt diese Studie bessere Ergebnisse im klinischen Outcome der Patienten. Ein bei fehlenden Standardabweichungen nur näherungsweise durchgeführter t-Test zwischen unseren und diesen Ergebnissen ergab keine Signifikanz ( $p > 0,051$ ) zur ESWT-Studie. Die Ergebnisse der Studien im klinischen Outcome der Patienten bemessen am AOFAS-Score sind somit näherungsweise als ähnlich zu beschreiben. Die ESWT hat hierbei die Tendenz des besseren Outcomes durch die Studie von Radwan et al. [38]

In der Zusammenschau der erhobenen Werte des AOFAS-Score für den Rückfuß und Knöchel, stellt sich ein insgesamt gutes klinisches Ergebnis (durchschnittlich 80 Punkte) durch die an der Klinik für Orthopädie Greifswald durchgeführte ETD heraus. Die Verbesserung zum anzunehmenden Vorzustand der Patientenfüße aus Vergleichsstudien ist signifikant besser. Im Vergleich zu anderen Interventionen der dritten Therapiestufe kann unsere durchgeführte Nervenablation annähernd gleichwertige Ergebnisse erzielen, ist jedoch je nach Vergleichsstudie insignifikant über- oder unterlegen im Outcome.

#### ➤ **AOFAS-Score im Vergleich zu Wirkdauer und Schmerzreduktion**

Als von Interesse für den Studienkern zeigten sich ebenfalls die erhobenen AOFAS-Score-Werte in Zusammenschau mit den erhobenen Daten der Wirkdauer und der

Schmerzreduktion. *Haben Patienten mit einer bestimmten Mobilität und Stabilität auch höhere Werte in der Wirkdauer oder der Schmerzreduktion?*

Die Gegenüberstellung des AOFAS-Scores der Probanden mit der bisher erreichten Wirkdauer der Behandlung, hier gegliedert nach „kurzfristig“ (unter sechs Monate Wirkdauer), „früh“ (ab sechs Monaten bis unter einem Jahr Wirkdauer), „mittel“ (ab einem Jahr bis unter 2 Jahren Wirkdauer) und „lang“ (ab 2 Jahren Wirkdauer), zeigt die Abbildung 16. Die 30 nachuntersuchten Patienten verteilen sich zu neun Patienten in der kurzfristigen Wirkdauer-Gruppe und je sieben Patienten in den Gruppen „früh“, „mittel“ und „lang“. Im Vergleich der „kurzfristig“-Gruppe mit dem Mittel der anderen drei Gruppen, zeigt sich ein signifikant geringerer Wert in dem erreichten AOFAS-Score der Patienten in ihrer Wirkdauer nach ETD. Der Durchschnitt beträgt in der Gruppe „kurzfristig“ 61,78 der 100 möglichen Punkte des Scores. Die Gruppe „früh“ zeigt einen Durchschnitt von 91,29 Punkten, die Gruppe „mittel“ 83,86 Punkten und die Gruppe „lang“ durchschnittlich 90,14 Punkte. Die längerfristigen Patientengruppen zeigen hierbei gute bis sehr gute Ergebnisse im AOFAS-Score von über 80, beziehungsweise 90 Punkten. [33] Für die Studienfragestellung der mittel- bis langfristigen Ergebnisse der ETD ist dies als ein sehr positives Ergebnis im Outcome anzusehen.

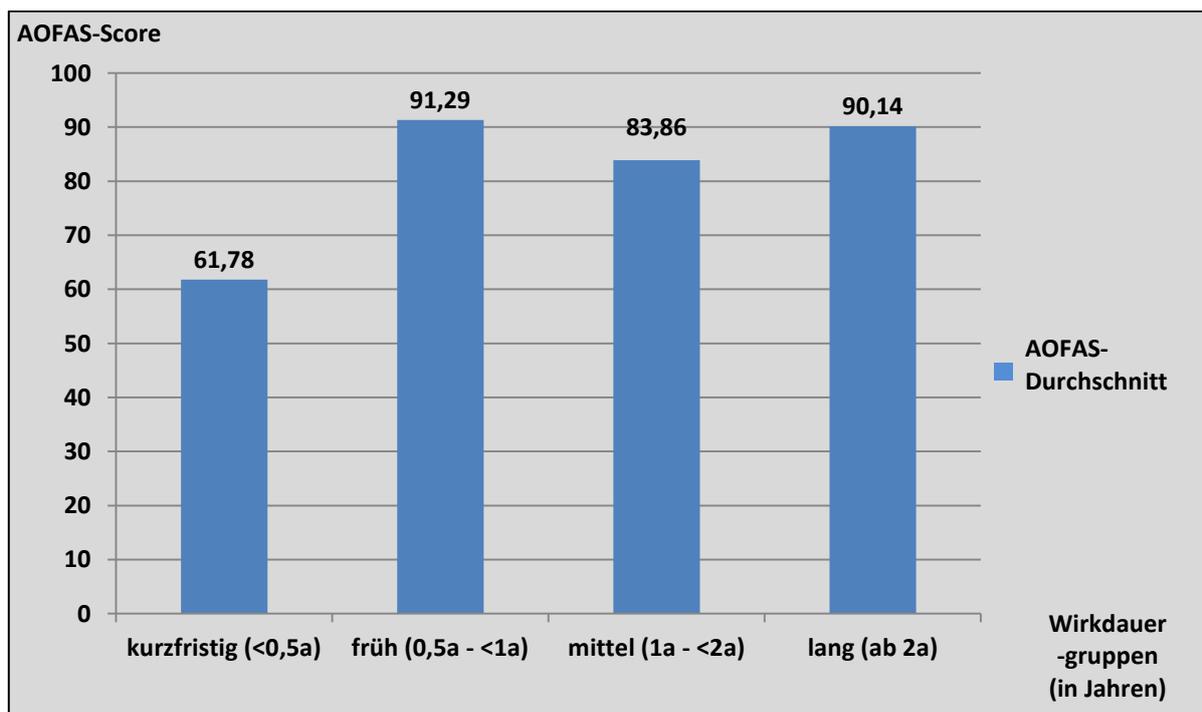


Abbildung 16: durchschnittlicher AOFAS-Score bezogen auf die Wirkdauer-Gruppen

In den Wirkdauergruppen „früh“, „mittel“ und „lang“ erscheinen die erhobenen AOFAS-Werte sehr homogen verteilt ohne signifikante Unterschiede zwischen diesen kleinen Patientengruppen. Im Mittel befinden sich die Werte dieser drei Gruppen mit kurzer bis langer Wirkdauer 26,65 Score-Punkte über der Gruppe mit kurzfristiger Wirkdauer. Der dargestellte Unterschied zu dieser Gruppe ist als hoch signifikant ( $p < 0,0004$ , 95%-Konfidenzintervall: 13,08 bis 40,22; ungepaarter t-Test) einzuschätzen. Signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Wirkdauergruppen ergeben sich nicht. Die enthaltenen Patientenzahlen sind für die möglichen statistischen Tests zu niedrig und daher nicht aussagekräftig. Größere Patientenstichproben können in folgenden Studienarbeiten zu diesem Thema diese Fehlerquelle leicht beheben.

Man kann an dieser Stelle diskutieren, ob eine längere Wirksamkeit vom besseren klinischen Vorzustand der Studienfüße herrührt. Für diese Theorie fehlt die prospektive Erhebung des AOFAS-Scores innerhalb dieser Studie. Ein Vergleich zu verschiedenen anderen Studienreihen kann hier keine ersichtlichen Hinweise liefern.

Naheliegender ist, dass ein gutes und langwirksames Ergebnis der ETD sich deutlich auf das klinische Ergebnis in Mobilität, Stabilität und Schmerz niederschlägt. Ein schmerzfreier Fuß kann viel umfassender trainiert und im Alltag normal belastet werden, als ein schmerzender Fuß. Mobilität und Stabilität steigen mit der Schmerzfreiheit und alle drei genannten Kategorien sind Teil der AOFAS-Erhebung des Rückfußes.

Diese Zusammenhänge zeigen gleichsam die grundlegende Problematik des AOFAS-Scores als Objektivierungsmittel für das klinische Ergebnis. Es ist ein anerkanntes Mittel um ein Studien-Outcome darzustellen und zu vergleichen, valide erscheint der Score aber nicht in jedem Maße.

### ➤ **Relevanz der Studie**

Die erhobenen Daten unserer Studie im weiteren Verlauf nach der Therapie bis zum heutigen Zeitpunkt, beziehungsweise dem eindeutigen Punkt des Wirkverlustes der elektrothermischen Therapie oder sogar der Verschlechterung im Schmerzempfinden, sind von größtem Interesse. Nur mit ihnen ist die Entwicklung der subjektiven Schmerzwahrnehmung nach ETD zu rekonstruieren. Eine Zusammenschau von Wirkung, Wirkdauer, klinischem Ergebnis und subjektiver Zufriedenheit ermöglicht eine Bewertung der Elektrothermischen Denervierung als Intervention für die Behandlung der Faciitis plantaris. Da bis dato nur wenige Studien zu mittel- und langfristigen Ergebnissen dieser Behandlung existierten, sind unsere ausgewerteten Studiendaten mit hoher Relevanz zu werten für die Zukunftsaussichten für viele Patienten, die mit dieser Therapie behandelt wurden oder noch behandelt werden. Abgeleitet vom klinischen Erfolg im Vergleich zu anderen Interventionen, sind die Ergebnisse auch von wegweisender Relevanz für den Einsatz der Behandlungsmethode selbst.

## 6. Zusammenfassung

In der Klinik und Poliklinik für Orthopädie Greifswald wurden 43 Patienten zu ihrer Zufriedenheit mit der erhaltenen Elektrothermische Denervierung (ETD) befragt. Die Intervention erhielten die Patienten bei zugrunde liegender Erkrankung an Plantarer Fasziitis eines oder beider Füße. Die Befragung wurde über einen hierfür erarbeiteten Fragebogen, Visuelle Analogskalen (VAS) und dem anerkannten AOFAS-Score für den Rückfuß postalisch durchgeführt. Gleichzeitig mit dem Anschreiben wurden freiwillige Nachuntersuchungen in der Poliklinik für Orthopädie Greifswald angeboten, welche uns unter anderem zur Vervollständigung des AOFAS-Score dienten. Dreißig Studienteilnehmer erklärten sich für diese erweiterte Untersuchung bereit und wurden unter der Aufsicht von Oberarzt Dr. med. G. Engel nachuntersucht.

Die grundlegende Frage nach den mittel- bis langfristigen Ergebnisse der ETD, im Vergleich zu minimalinvasiven Fasziotomien und Stoßwellentherapie, bei Plantarfasziitis wurde durch die Auswertung von 49 erhobenen Datensätzen und den zusätzlich 30 AOFAS-Scores von ETD-behandelten Füßen bearbeitet. Die durchschnittliche Zeit zwischen Intervention und Follow-up betrug 16,33 Monate, bei einer Spanne von einem bis 63 Monaten.

Das arithmetische Mittel der subjektiven Wirkdauer zum Zeitpunkt der Datenerhebung entsprach 11,5 Monate. Die Spanne der Wirkdauer reichte von wenigen Tagen bis hin zu über fünf Jahren. Relativiert wird sie durch die durchschnittliche Zeit seit der Intervention von 16,33 Monaten und die anhaltende Wirkung bei Patientenfüßen, die erst kurzfristig vor der Datenerhebung mittels ETD behandelt wurden und weshalb hier deutlich kürzere Zeitspannen in die Berechnung des Mittelwertes einfließen.

Als Ergebnis der Zufriedenheit zeigte sich bei 87,87 Prozent der Füße eine Besserung der Schmerzproblematik. Dieser Level an Zufriedenheit fällt in die durchschnittlichen Werte von endoskopischen Fasziotomien und Stoßwellentherapien. [34, 35] Bei Vorteilen in der Durchführung im Gegensatz zu invasiveren, operativen Heilungsansätzen, im reduzierten Auftreten von Wundheilungsstörungen und im Zeitaufwand der notwendigen Rehabilitation. [29] Im Vergleich zur Stoßwellentherapie zeigte sich die ETD als geringfügig aufwendiger in der Durchführung und in Hinsicht auf mögliche Infektionen im Behandlungsgebiet. [1, 17]

Die durchschnittlich 16,33 Monate nach der Intervention erhobenen Schmerzintensitäten von  $2,0 \pm 2,764$  Skaleneinheiten auf der VAS zeigen im Vergleich zu erhobenen VAS-Werten vor der Behandlung ( $8,0 \pm 1,839$ ) eine signifikante Reduktionen. Die Signifikanz der Schmerzreduktion durch ETD ist als sehr hoch einzuschätzen, bei vorliegenden P-Werten unter 0,01 Prozent ( $p < 0,0001$  im unpaarem t-Test).

Das klinische Ergebnis anhand des durchschnittlichen AOFAS-Score von  $80,0 \pm 20,53$  Punkten bei 30 nachuntersuchten Patienten war als gutes klinisches Outcome zu werten. [33] Hierbei zeigte sich, dass ein besseres klinisches Ergebnis auch mit einer längerfristigen Wirkdauer der ETD vergesellschaftet ist. Erreicht wird dies über die verbesserten Parameter der Schmerzfreiheit, Mobilität und Stabilität nach wirkungsvoller Denervierung.

Zusammenfassend zeigt sich die Elektrothermische Denervierung als ein wirksames Mittel in der Behandlung von chronischen Plantarfasziitis-Patienten, die sich über längeren Zeitraum gegenüber konservativen Behandlungsansätzen als therapieresistent herausgestellt haben. Eine hundertprozentige Wirksamkeit kann die Therapie mittels ETD erwartungsgemäß nicht garantieren. Ihre Anwendung sollte jedoch als Behandlungsmöglichkeit bei vorliegender Indikation stets geprüft und dem Patienten als bestehende Therapiemöglichkeit aufgezeigt werden.

Eine Fortsetzung und Erweiterung des Patienten-Follow-up wäre zur Konkretisierung der erhaltenen Ergebnisse dieser Arbeit denkbar. Ebenfalls würde zur klareren Positionierung gegenüber den etablierten Heilungsansätzen eine prospektive Vergleichsstudie mit höherer Probandenzahl Aufschluss geben.

## 7. Literaturverzeichnis

- [1] B. Liden, M. Simmons, A. S. Landsman: „A Retrospective Analysis of 22 Patients Treated with Percutaneous Radiofrequency Nerve Ablation for Prolonged Moderate to Severe Heel Pain Associated with Plantar Fasciitis“: THE JOURNAL OF FOOT & ANKLE SURGERY, Nov/Dez 2009, 48(6): S. 642- 647.
- [2] J. D. Goff, R. Crawford: Diagnosis and Treatment of Plantar Fasciitis: American Academy of Family Physicians, 15 Sept 2011; 84(6): S. 676-682.
- [3] H. Zwipp, S. Rammelt: Tscherne Unfallchirurgie Fuß: Springer-Verlag, 9 Dez 2014, S. 84f. und S. 111f.
- [4] S. Cutts, N. Obi, C. Pasapula, W. Chan: Plantar fasciitis: Ann R Coll Surg Engl., Nov 2012, 94(8): S. 539–542.
- [5] G. Aumüller et al.: Anatomie. Duale Reihe. Thieme, Stuttgart 2010, S. 195- 197, S. 351-386.
- [6] M. A. Tahririan, M. Motifard, M. N. Tahmasebi, B. Siavashi: Plantar Fasciitis: J Res Med Sci., Aug 2012; 17(8): 799–804.
- [7] J. Lengerke; „Abbildung 3“ veröffentlicht als "Fsporn-plantar"; Praxis Dr. Jochen Lengerke.  
Licensed under CC BY-SA 3.0 de via Wikimedia Commons
- [8] R. Muecke et al.: Prognostic factors for radiotherapy for painful heel spurs; Acta Oncologica, 2007; 46: S. 239-246.
- [9] A. Jacobs: An Evidence-Based Medicine Approach To Plantar Fasciitis; Podiatry Today, Nov 2013, 26(11): <http://www.podiatrytoday.com/evidence-based-medicine-approach-plantar-fasciitis>.
- [10] Modifiziert nach: T. Schneider, M. Rinio; “Abbildung 1” veröffentlicht auf “[www.gelenk-klinik.de/fersenschmerz-fersensporn-plantarsehne.html](http://www.gelenk-klinik.de/fersenschmerz-fersensporn-plantarsehne.html)”

- [11] J. L. Thomas et al.: The Diagnosis and Treatment of Heel Pain: THE JOURNAL OF FOOT & ANKLE SURGERY, 2010, 49: S. 1- 19.
- [12] “Fig. 8” by J. L. Thomas et al.: The Diagnosis and Treatment of Heel Pain: THE JOURNAL OF FOOT & ANKLE SURGERY, 2010, 49: S. 11.
- [13] B. F. DiGiovanni, D. A. Nawoczenski, D. P. Malay et al. Plantar fascia-specific stretching exercise improves outcomes in patients with chronic plantar fasciitis. A prospective clinical trial with two-year follow-up. J Bone Joint Surg Am 2006; 88: S. 1,775–1,778.
- [14] Sellman JR.: Plantar fascia rupture associated with corticosteroid injection: Foot and Ankle International 1994; 15(7): S. 376–81.
- [15] A. M. Alshami, T. Souvlis, M. W. Coppieters; A review of plantar heel pain of neural origin - Differential diagnosis and management; ScienceDirect - Manual Therapy, 2008, 13: S. 103–111.
- [16] T. G. McPoil, et al.: HeelPain – Plantar Fasciitis: Clinical Practice Guideline; J Orthop Sports Phys Ther, 2008, 38(4): S. 1- 16.
- [17] H. Gollwitzer et al.: Extracorporeal Shock Wave Therapy for Chronic Painful Heel Syndrome; The Journal of Foot & Ankle Surgery, 2007, 46(5): S. 348–357.
- [18] R. Taylor, P. Hatfield; A review of use of radiotherapy in the UK for the treatment of benign clinical conditions and benign tumors: The Royal College of Radiologists, London 2015, S.10-16, S. 92-94.
- [19] A. Richarz: Die Röntgenbehandlung der Epikondylitis und der Kalkaneodyn timer; Fortschr Rontgenstr, 1924, 32: S. 460.
- [20] O. Micke, M. H. Seegenschmiedt: Radiotherapy for Benign Diseases. Radiotherapy in painful heel spurs (plantar fasciitis) – results of a national patterns of care study; Int J Radiat Oncol Biol Phys; 2004, 58(3): S. 828- 843.

- [21] Scottish Intercollegiate Guidelines Network. SIGN 50: a guideline developer's handbook; Scottish Intercollegiate Guidelines, 2014.
- [22] J. Hormozi, et al.: Minimal Invasive Percutaneous Bipolar Radiofrequency for Plantar Fasciotomy: A Retrospective Study; *The Journal of Foot & Ankle Surgery*, 2011, 50: S. 283- 286.
- [23] R. Bazaz, R. D. Ferkel; Results of endoscopic plantar fascia release; *Foot Ankle Int.*, Mai 2007; 28(5): S. 549- 556.
- [24] H. Y. Erken et al.; Prospective Study of Percutaneous Radiofrequency Nerve Ablation for Chronic Plantar Fasciitis; *Foot & Ankle Int.*, 2014, 35(2): S. 95- 103.
- [25] Rasch, Friese, Hofmann & Naumann: *Quantitative Methoden. Band 1 (3. Auflage)*. Heidelberg, 2010: Springer; veröffentlicht auf [www.quantitative-methoden.de](http://www.quantitative-methoden.de).
- [26] A. Diekmann: *Empirische Sozialforschung - Grundlagen, Methoden, Anwendungen*. Rowohlt. Hamburg 2006.
- [27] Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation (DIMDI): *ICD-10-GM - Systematisches Verzeichnis. 10. Revision, German Modification. Version 2017*.
- [28] Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation (DIMDI): *OPS – Operationen- und Prozedurenschlüssel. Internationale Klassifikation der Prozeduren in der Medizin, Version 2017*.
- [29] O. El Shazly, A. El Beltagy: Endoscopic plantar fascia release, calcaneal drilling and calcaneal spur removal for management of painful heel syndrome. *The Foot* 20 (2010): S. 121–125.
- [30] R. L. Tomczak, B. D. Haverstock: A retrospective comparison of endoscopic plantar fasciotomy to open plantar fasciotomy with heel spur resection for chronic plantar fasciitis/heel spur syndrome. *J Foot Ankle Surg* 1995;34(May–June (3)): S. 305–311.

- [31] S. L. Barrett, S. V. Day: Endoscopic plantar fasciotomy: a multisurgeon prospective analysis of 652 cases. *J Foot Ankle Surg* 1995;34: S. 400–406.
- [32] R. Buchbinder: Plantar fasciitis. *New England Journal of Medicine* 2004;350(21): S. 2159–2166.
- [33] H. B. Kitaoka, et al.: Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int*, 1994; 15: S. 349–353.
- [34] A. M. Othman, E. M. Ragab: Endoscopic plantar fasciotomy versus extracorporeal shock wave therapy for treatment of chronic plantar fasciitis. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2010; 130(11): S. 1343-1347.
- [35] L. S. Weil Jr., T. S. Roukis, L.S. Weil, A. H. Borrelli: Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic plantar fasciitis: indications, protocol, intermediate results, and a comparison of results to fasciotomy. *J Foot Ankle Surg*. 2002; 41(3): S.166-172.
- [36] K.S. Tay et al.: Open technique is more effective than percutaneous technique for TOPAZ radiofrequency coblation for plantar fasciitis. *Foot and Ankle Surgery*; 18 (2012): S. 287–292.
- [37] American Orthopaedic Foot Ankle Society®; [www.aofas.org](http://www.aofas.org); 9400 West Higgins Road Suite 220, Rosemont, IL 60018-4975.
- [38] Y. A. Radwan, A. M. Reda Mansour, W. S. Badawy: Resistant plantar fasciopathy: shock wave versus endoscopic plantar fascial release. *International Orthopaedics (SICOT)* 2012; 36: S. 2147–2156.
- [39] „Product brochure 2009”; NeuroTherm Inc., Middleton, MA; 2009



### Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Die Dissertation ist bisher keiner anderen Fakultät, keiner anderen wissenschaftlichen Einrichtung vorgelegt worden.

Ich erkläre, dass ich bisher kein Promotionsverfahren erfolglos beendet habe und dass eine Aberkennung eines bereits erworbenen Doktorgrades nicht vorliegt.

Datum:

Unterschrift:

01.05.2017

## Danksagung

Herrn Univ.-Prof. Dr. med. H. Merk, meinem Doktorvater, Direktor der Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie Greifswald, möchte ich für die gute Betreuung und das Überlassen des interessanten Themas danken.

Bedanken möchte ich mich ebenfalls bei Herrn Dr. med. G. Engel für die fachliche Betreuung während der Vorbetrachtungen zur Studie und der Datenerhebung in der Ambulanz der Klinik für Orthopädie Greifswald.

Herrn Dr. rer. nat. B. Jäger danke ich für die sehr gute Unterweisung und Unterstützung in allen verwendeten statistisch-mathematischen Auswertungsprogrammen und Formeln.

Frau Susanne Kühl, Mitarbeiterin der Forschungsabteilung der Klinik für Orthopädie Greifswald, möchte ich für die sehr guten formellen Rahmenbedingungen meiner Dissertation danken.

Zuletzt möchte ich meiner Familie und Freunden danken, die mir nicht nur über die Zeit meiner Dissertation stets mit Rat und Unterstützung zur Seite standen, sondern mich durch das lange Studium der Humanmedizin begleitet haben. Vor allem meiner Mutter gebührt höchster Dank und Respekt für den gespendeten Rückhalt in diesen schwierigen Zeiten. Danke.