



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Das Sprunggelenk von römischen Gladiatoren
im Vergleich“

Kathrin Moser

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 442

Studienrichtung lt. Studienblatt: Diplomstudium Anthropologie

Betreuerin / Betreuer: A. o. Univ.-Prof MMag. Dr. Sylvia Kirchengast

INHALTSVERZEICHNIS

DANKSAGUNG	2
ZUSAMMENFASSUNG	4
ABSTRACT	5
1 EINFÜHRUNG	6
1.2 DER KNOCHEN: AUFBAU, UMBAU, ABBAU	7
1.2.1 AKTIVITÄTSINDUZIERTER VERÄNDERUNGEN.....	11
1.3 DAS SPRUNGGELENK: ANATOMISCHE GRUNDLAGEN	12
1.3.1 OBERES SPRUNGGELENK – <i>ARTICULATIO TALOCRURALIS</i>	13
1.3.2 UNTERES SPRUNGGELENK – <i>ARTICULATIO TALOTARSALIS</i>	18
1.4 VERÄNDERUNGEN UND PATHOLOGIE AM FUßSKELETT	30
1.5 EIN KURZER EINBLICK IN DAS LEBEN DER GLADIATOREN	34
1.6 EIN KURZER EINBLICK IN DAS LEBEN DER KHOISANIDEN.....	36
2 MATERIAL UND METHODE	39
2.1 MATERIAL	39
2.2 METHODE	42
3 ERGEBNISSE	48
4 DISKUSSION	51
5 LITERATURVERZEICHNIS	57
6 ANHANG	61
CURRICULUM VITAE	83

DANKSAGUNG

Mein Dank gilt Univ.-Prof. Mag. Mag. Dr. Sylvia Kirchengast ohne der diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Insbesondere Prof. Dr. Karl Großschmidt bin ich zu Dank verpflichtet, ohne dessen Unterstützung, mag sie auch manchmal mit besonderem Nachdruck eingefordert gewesen sein, die Wahl und Umsetzung des Diplomarbeitsthemas nicht machbar gewesen wäre und durch dessen Zusammenarbeit ich nicht nur auf fachlicher sondern auch auf menschlicher Ebene vieles mitgenommen habe.

So möchte ich behaupten durch das Werken an dieser Diplomarbeit nicht nur viel Neues gelernt sondern vor allem unschätzbare Erfahrungen gesammelt und sehr liebe Kollegen kennen gelernt zu haben von denen ich behaupten möchte einige von Ihnen nun zu meinen Freunden zählen zu dürfen. An dieser Stelle sei daher Barbara Rendl erwähnt, welche oft als Mediator und Motivator wirkte und mir half Herausforderungen und Hürden besser zu bewältigen.

Auch möchte ich meinen lieben Kollegen von den Wiener Sozialdiensten danken, welche mich durch ihre herzliche und freundliche Art und ermutigenden Worte durch einen Großteil meines Studiums begleiteten und immer ehrliches Interesse an dessen Fortschritt zeigten.

Neben den Erfahrungen und dem Wissen, das ich durch das Studium der Anthropologie erlangt habe, hatte ich durch dieses auch das besondere Glück Dzenita Hasanacevic kennen zu lernen. Auch wenn uns das Studium manchmal viel abverlangt hat haben die gemeinsamen Lernstunden und Exkursionen viel Spaß gemacht und uns zusammengeschweißt, ich bin daher froh sagen zu können eine Freundin fürs Leben gefunden zu haben welche selbst die schwierigsten Zeiten mit mir überdauert und mir auf so viele Arten beim Verfassen und Vollenden dieser Arbeit und des Studiums geholfen hat.

Der größte Dank allerdings gilt meiner Familie, meinem Vater Helmut, der aufgrund seiner Profession als Biologe schon früh die Neugierde an diesem Fach in mir weckte und der mich durch seine ruhige, geduldige Art und philosophischen Gespräche geprägt, gefördert und gefordert hat; meiner Mutter Walpurga, der ich in vielerlei Hinsicht so ähnlich bin und wir uns dadurch so herzlich streiten und sogleich wieder versöhnen können und welche ebenso wie mein Vater wirklich immer für mich da ist und zuhört und welche nie an dem Licht am Ende des Tunnels der mein Studium war zweifelten; und Oliver, mein Bruder, der mich in so vielerlei Hinsicht beeinflusst hat, dessen Ehrgeiz, Fleiß und analytischen Charakter ich immer bewundert habe und der nie müde wurde mich bei meinen Ideen und Vorhaben zu unterstützen und mich zur Beendigung des Studiums anzuspornen und mir zu helfen. Auch möchte ich Birgit Klein-Reiter, der Lebensgefährtin meines Bruders, danken die unsere Familie bereichert hat und der es nicht zu Letzt zu verdanken ist, dass ich auch das neueste Mitglied der Familie, Baby Emma, dieser Danksagung beifügen kann, deren einzigartiger Anblick mich selbst am Tiefpunkt wieder aufbaut.

Ich habe so viel von Euch allen mitbekommen für dass ich unendlich dankbar bin und Ihr seid es auch denen ich diese Arbeit widmen möchte.

Danke.

ZUSAMMENFASSUNG

Das menschliche Skelett mit seinen Knochen und den funktionell dazugehörigen Sehnen- Band- und Muskelapparaten bildet jede Form von körperlicher Tätigkeit oder Inaktivität ab. Die Form und Oberflächen der Knochen und Gelenke werden dadurch gestaltet. Der Fuß als Ganzes und damit auch das Sprunggelenk zeigen adaptive Anpassungen an eine barfüßige Lebensweise. Diese Veränderungen werden üblicherweise morphologisch verbal beschrieben. In dieser Arbeit wird das Ziel verfolgt, eventuelle Unterschiede morphometrisch zu erfassen.

In dieser vorliegenden Diplomarbeit wurden 68 digitale Ansichten von Calcanei und 24 Ansichten von Tali römischer Gladiatoren bearbeitet und metrisch analysiert. Für die Kontrollgruppe wurde eine Stichprobe von insgesamt 17 männlichen und weiblichen Khoisaniden in 102 Ansichten vermessen. Es wurden Gelenksflächen, Messstrecken und Winkel bestimmt und zwei Breiten von je einem Sulcus an beiden Knochen ermittelt. Mittelwerte mit Standardabweichungen, getrennt nach Geschlecht und rechten und linken Knochen, sowie prozentuelle Anteile jeweils der einzelnen Gelenksflächen und Messstrecken wurden berechnet.

In der Einführung wird auf die anatomischen Grundlagen mit allen beteiligten Muskeln und Bändern und auf aktivitätsinduzierte Veränderungen dieser Gelenke ausführlich eingegangen. Alle erhobenen Daten befinden sich im Anhang auf 21 Seiten.

Aus der Datenlage ergab sich überraschend ein vergleichbarer Trend bei der Gruppe der Gladiatoren und bei den weiblichen Individuen der Khoisaniden. Eine mögliche Erklärung liegt darin, dass die Sprunggelenke der Individuen dieser beider Gruppen jeweils einer dauerhaft gleichmäßigen Belastung durch ihre Lebensweise und Lebensumstände, beziehungsweise ihren Beruf ausgesetzt waren.

ABSTRACT

The human skeleton, its muscles, bones, tendons and ligaments reflect any activity or inactivity of the body. Thereby the form and structure of the bone and its articular surface are influenced and shaped. The foot as a whole and therefore the ankle joint show adaptations to a barefoot lifestyle. These adaptations are usually being morphological-verbaly expressed. This thesis aims to morphometric record eventual differences.

For this thesis 68 digital views of Calcanei and 24 digital views of Tali of roman Gladiators were processed and metrically analyzed. For the control group a sample of 17 male and female Khoisan at 102 different views were measured. Articular facets, sections of measurements and angles were defined and two widths of a sulcus each from both bones were determined. Mean scores, including the standard deviation, grouped by gender and right and left bone as well as the percentage of each articular facet and section of measurement were measured.

In the introduction, basic principles of the anatomical knowledge of the involved muscle and ligaments, and the activity induced changes of the ankle joint are discussed. The complete collected data of 21 pages can be found in the thesis appendix.

Surprisingly, the data showed similar results in the Gladiator group and the female individuals of the control group of the Khoisanids. A possible explanation might be that the ankle joint of both research groups is exposed to a permanent stress load of their lifestyles, living conditions and their profession.

Keywords: Variationen der unterschiedlichen Gelenksflächen am Calcaneus - Kontaktflächen zwischen Calcaneus und Talus vergleichen - Sprunggelenke - Gelenksflächen - Morphometrie - quantitative Beschreibung - Sehneninsertion - Gladiatoren - Khoisaniden

1 EINFÜHRUNG

Die Knochen des Skelettes sind das Grundgerüst für die Form des Körpers. Sie bilden gemeinsam mit Muskeln und Sehnen eine einander wechselseitig beeinflussende, dynamische Einheit. Jede Art von Tätigkeit - Aktivität aber auch Inaktivität - wirkt sich zuerst auf den Muskel und in unmittelbarer Folge über die Muskel- beziehungsweise Sehneninsertionsstellen direkt auf den Knochen aus. Im Alltag ist dieser Umstand bei der Ausübung von Sportarten wie etwa Tennis oder Baseball, bei Krafttraining und bei Übungen im Fitnessstudio, beim Powerwalken, Tanztraining, etc. unmittelbar am eigenen Körper erlebbar (Niinimäki 2011, 2012, Villotte et al. 2010).

Zu diesen aktivitätsinduzierten Veränderungen an den Knochenoberflächen und an der Innenstruktur des Knochens zählen sicher auch die adaptiven Anpassungen in der Form der Gelenksflächen. So kann man davon ausgehen, dass beim barfuß Laufen beziehungsweise einer barfüßigen Lebensweise das Fußskelett dementsprechend adaptiert wird.

Im Falle der Gladiatoren ist aus historischen Quellen und Darstellungen bekannt, dass sie barfuß trainierten und auch beim Kampf keine Sandalen wie etwa die römischen Legionäre trugen. Auch trugen die römischen Adligen dieser Zeit Sandalen, die Individuen aus der untersuchten Gruppe der Khoisaniden hingegen verwendeten in der Regel keine Form von Schuhwerk.

So müssten sich die Gladiatoren hinsichtlich der Formvariabilität in den konjugierenden Gelenksflächen des Sprunggelenkes sehr stark von den zeitgleichen römischen Adligen und weniger stark von den untersuchten Khoisaniden unterscheiden. Es wird somit die Hypothese aufgestellt, dass es einen deutlich relevanten Unterschied zwischen Gladiatoren und Adligen und einen weniger deutlichen Unterschied zwischen Gladiatoren und Khoisaniden gibt. Dabei sollte gemäß der Hypothese der größte Unterschied zwischen den beiden Kontrollgruppen auftreten.

Ziel dieser Arbeit ist es daher, diese Unterschiede nicht wie bisher üblich morphologisch formal in ihren Ausprägungen zu beschreiben, sondern anhand von metrischen statistisch berechenbaren Parametern zu erfassen.

1 Einführung

1.2 DER KNOCHEN: AUFBAU, UMBAU, ABBAU

Der Knochen besteht aus Osteoblasten, Osteozyten, Osteoklasten und Interzellularsubstanz. Letztere besteht etwa zu 50% aus Mineralsalzen (ca. 85% Kalziumphosphat und 10% Calciumcarbonat), zu 25% aus organischen Substanzen und zu 25% aus Wasser. Die organischen Substanzen bestehen aus Kollagenfibrillen (Kollagentyp I und XI) und kleinen Mengen von Proteoglykanen, die sich zum Großteil aus Chondroitin- und Keratansulfate zusammensetzen. Die Mineralsalze liegen hauptsächlich in Form von nadelförmigen Hydroxylapatitkristallen vor, die sich entlang und zwischen den Kollagenfibrillen anordnen und sich untereinander mit der Grundsubstanz verbinden (Wachtler 2000). Die Mineralsalze sind für Härte und Festigkeit der Knochen verantwortlich. Daher wird ein entkalkter Knochen biegsam und eine zu geringe Kalkbildung führt zu Knochenerweichung, wie es etwa bei Rachitis der Fall ist. Verschiebt sich nun das Verhältnis der organischen Bestandteile hin zu den anorganischen wie beim senilen Menschen oder fehlen die organischen Bestandteile gänzlich, geht die Elastizität des Knochens verloren. Er gewinnt dadurch zwar an Härte, wird allerdings zugleich brüchiger.

Makroskopisch kann man vier Anteile des Knochens unterscheiden: Dem *Periost* (Knochenhaut) – der *Kortikalis* (Kompakta oder Rindenschicht) – der *Substantia Spongiosa* (Bälkchensubstanz) – der *Medulla ossium* (Knochenmark). Diese werden im Folgenden kurz erörtert.

AD PERIOST:

Dieses besteht aus straffem, faserigem Bindegewebe, welches sich zum größten Teil aus kollagenen Fasern zusammensetzt. Das Periost versorgt durch kleine Gefäße den Knochen und dient dadurch der nervösen und vaskulären Versorgung. Es trägt formgebend zu regenerativen Prozessen bei. Eine weitere Aufgabe die dem Periost zugrunde liegt ist die Verbindung von Sehnen und Bändern mit dem Knochen über Sharpey'sche Fasern.

AD KORTIKALIS, KOMPAKTA:

Dieses besteht aus lamellärem Knochengewebe. Es stellt den äußeren soliden Rand bei Röhrenknochen dar.

AD SUBSTANTIA SPONGIOSA:

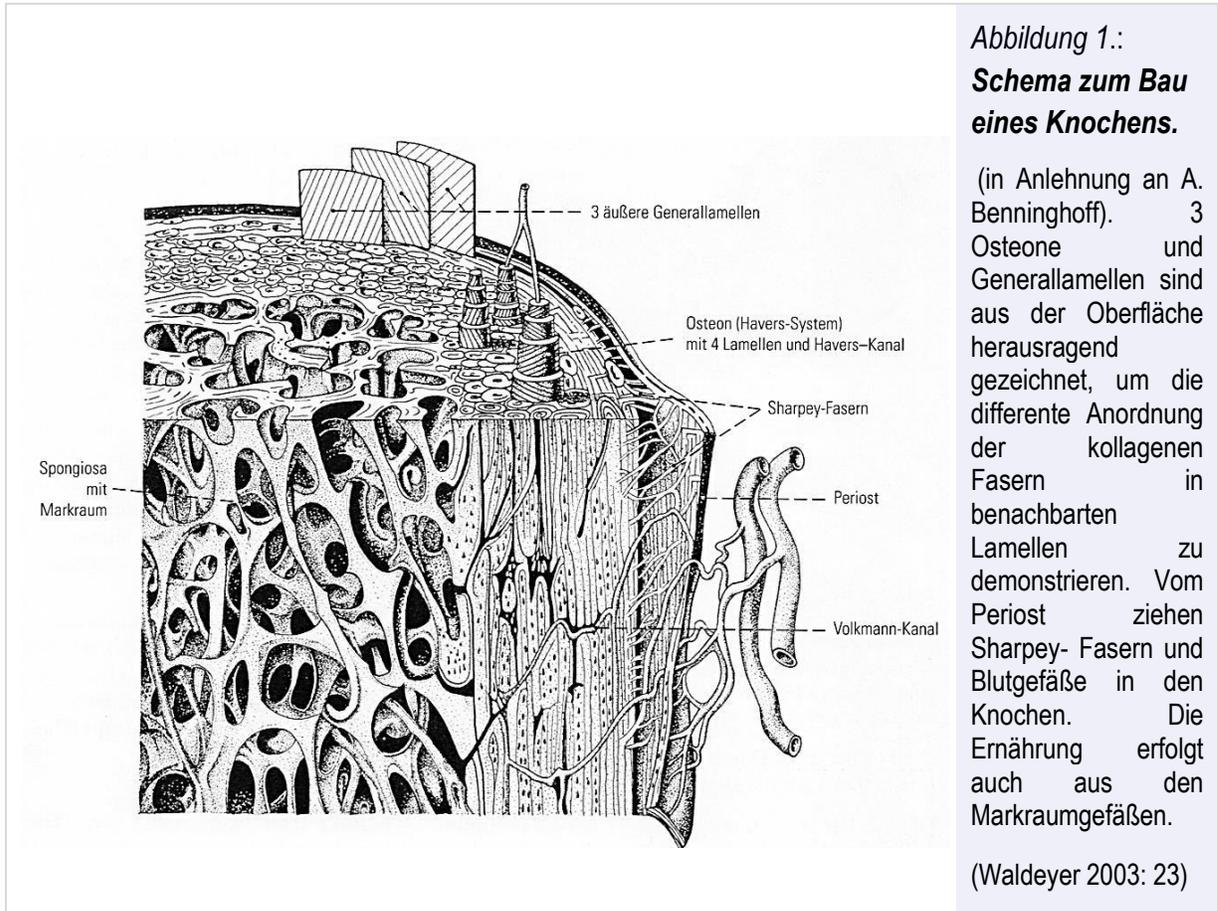
Sie besteht ebenfalls aus lamellärem Knochengewebe, hat einen schwammartigen Aufbau und stellt die Räume für das Knochenmark.

AD MEDULLA OSSIUM:

Man kann zwischen rotem und gelbem Knochenmark unterscheiden. Wobei das rote Knochenmark retikuläres Bindegewebe und Bindegewebszellen (retikuläre Fibroblasten), sowie blutbildende Stammzellen (Hämozytoblasten) und deren verschiedene Reifungsstadien und zahlreiche Blutgefäße enthält. Das rote Knochenmark ist für die Hämatopoese zuständig. Dabei werden die Blutzellen - Erythrozyten, Leukozyten und Thrombozyten - gebildet. Es findet sich beim Erwachsenen in den Hohlräumen der kleinen und platten Knochen in der Wirbelsäule, den Rippen, im Sternum, im Becken, in den Extremitäten (in den proximalen Enden von Humerus und Femur) und im Schädelknochen. Bei Neugeborenen hingegen befindet es sich noch in den Markhöhlen fast aller Knochen. Gelbes Knochenmark, auch Fettmark genannt, hat große Mengen Fett in die retikulären Fibroblasten eingelagert, kann aber keine Blutzellen mehr produzieren und ist vor allem im Inneren der großen Röhrenknochen lokalisiert (Wachtler 2000, Waldeyer 2003).

Der Knochen besitzt eine hohe äußere Formbeständigkeit und unterliegt ständigen Umbauprozessen. Diese erfolgen als Anpassung auf die sich stets ändernden mechanischen Anforderungen, denen er ausgesetzt ist. Für den Knochenauf- und -abbau sind respektive Osteoblasten und Osteoklasten verantwortlich welche in einem fortwährenden Prozess die Form des Knochens auf jeweilige veränderte Bedingungen umstrukturieren.

Die Form des Knochens ist genetisch festgelegt. Der wichtigste Faktor für Wachstum und Umbau ist die mechanische Beanspruchung (Waldeyer 2003). Der Knochen stellt das größte Reservoir für Kalzium und Phosphat im menschlichen Körper dar; diese werden als Kristalle in großen Mengen gespeichert und sorgen für die Steifigkeit der Knochenstruktur. Außerdem dienen sie als reversibler Speicher, aus dem je nach Bedarf Kalzium und Phosphat freigesetzt oder eingelagert werden. Die wichtigsten Hormone für diese Regulation sind Parathormon, Calcitonin und Vitamin D3 (Calcitriol), die Zielorgane sind Darm, Knochen und Niere. "*Weniger als 1% des Gesamtkörpercalciums befindet sich in der Extrazellulärflüssigkeit, mehr als 99% im Knochen.*" (Oberleithner 2009: 406).



Pionierarbeit für das Verständnis für Knochenauf- und -abbau leistete Dr. Julius Wolff, welcher 1892 „Das Gesetz der Transformation der Knochen“ formulierte. Dieses uns unter dem heute geläufigen Begriff „Wolff'sches Transformationsgesetz“ bekannte Gesetz besagt im Grunde, dass die Knochenformation in ihrer Struktur der biomechanischen Beanspruchung folgt. Der Auf- und Abbau des Knochens steht also in Relation zu der auf ihn einwirkenden Kraft. Da die Kraft eine physikalische Größe ist, muss die Knochenveränderung durch mathematische Gesetze beschreibbar sein. 1960 knüpfte Dr. Harold Frost an diesen Gedanken an und stellte, basierend auf Wolff's Überlegungen, das sogenannte „Mechanostat Theorem“ auf, welches das „Modeling und Remodeling“ - den Knochen Auf- und Abbau und die dem zu Grunde liegenden Ursachen - beschreibt (Hiort 2010: 426 - 429).

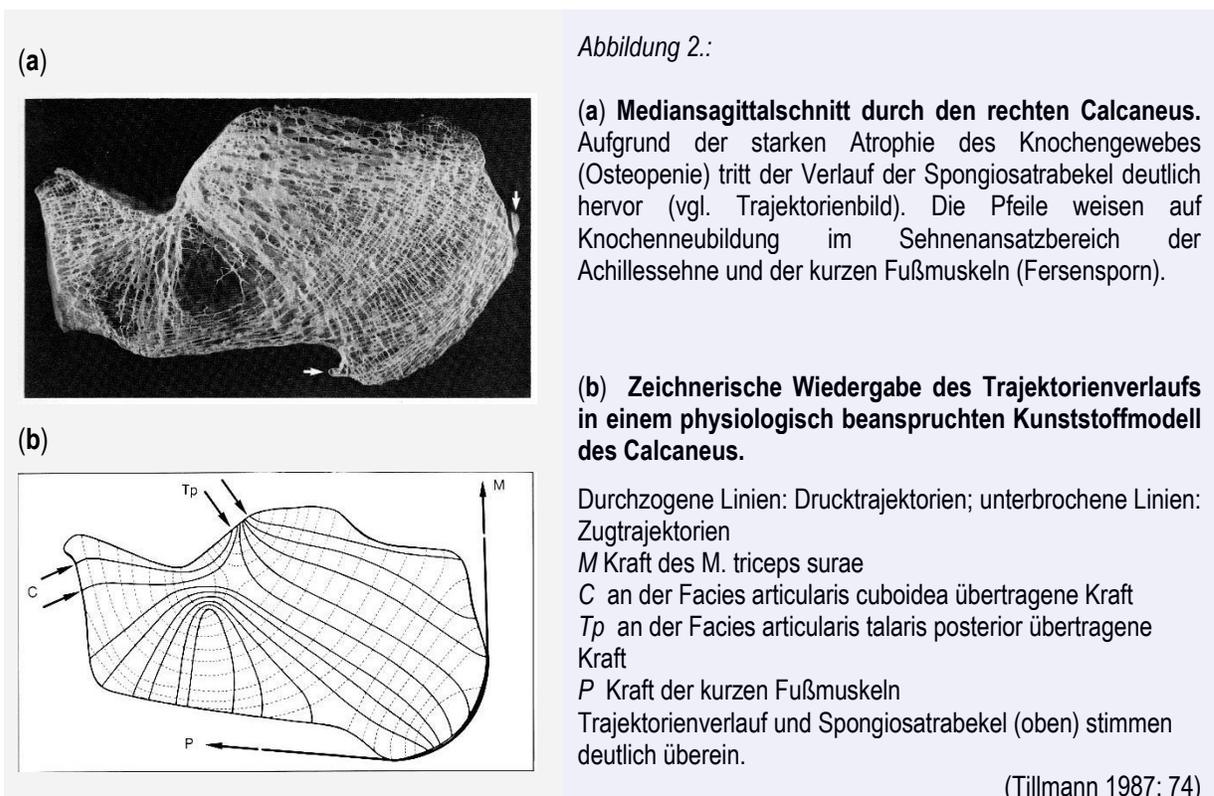
Zu diesem Schluss kommen auch Hellige et al. 1981. In ihrer Publikation zum Thema „Funktionelle Anatomie des oberen und unteren Sprunggelenkes“ wird beschrieben, dass die Substantia spongiosa des Knochens trajektorieell ausgerichtet und damit an die herrschende Beanspruchung funktionell angepasst ist und somit die Richtung der einwirkenden Kräfte widerspiegelt. In Bezug auf das Sprunggelenk wird aufgezeigt, dass die seitlichen Gelenksanteile der Malleolengabel durch die vertikalen und horizontalen Zugverspannungen der Kollateralbänder beansprucht werden. Durch röntgendiagnostische Untersuchungen konnte Hellige feststellen, dass Veränderungen am Knorpel auf repulsive beziehungsweise attraktive singuläre Punkte zurückzuführen sind (Hellige et al. 1981: 299 ff).

Der trabekuläre Aufbau im Calcaneus kann mit einem dreidimensionalen trajektorialen System verglichen werden und ist am besten geeignet, um Druck etwa in Form von Biegung zu übertragen (Gierse 1976: 82).

1 Einführung

1.2.1 AKTIVITÄTSINDUZIERTE VERÄNDERUNGEN

Der Knochen passt sich funktionell aufgrund seiner guten Vaskularisierung und seiner guten Innervation auch bei einer langsam steigenden und besonders bei einer unphysiologisch starken Beanspruchung beziehungsweise Überbeanspruchung an (Waldeyer 2003). Diese Art der Anpassung der Form des Knochens an seine Funktion wurde erstmals anhand der Ausrichtung der Knochen trabekel entlang der einwirkenden mechanischen Kräfte bei der Untersuchung von Femurhalsköpfen entdeckt (Wolff 1892). Beim Langknochen verursachen die auf ihn einwirkenden Kräfte in der Regel eine Verformung an der konkaven Seite als Stauchung und an der konvexen Seite als Dehnung. In Abb. 2 (a) ist am Mediansagittalschnitt durch den rechten Calcaneus der Verlauf der Spongiosatrabekel deutlich zu sehen. In (b) ist anhand eines Kunststoffmodells der Trajektorienverlauf mit der Visualisierung der übertragenden Kräfte dargestellt.



1.3 DAS SPRUNGGELENK: ANATOMISCHE GRUNDLAGEN

Im Allgemeinen versteht man in der Anatomie unter dem Begriff Gelenk eine Stelle, an welcher mindestens zwei Flächen miteinander artikulieren. Diese Fläche, Gelenkkörper genannt, ist meist von hyalinem, seltener von Faserknorpel oder Bindegewebe mit Faserknorpel­einlagerungen überkleidet, welcher die Gelenkkapsel bildet. Von diesen Gelenkkörpern besitzt meist jeweils einer einen konvex und sein Opponent einen konkav geformten Anteil. Umschlossen sind sie von einer Gelenkkapsel. Je nach Freiheitsgrad wird zwischen ein-, zwei- oder dreiachsigen Gelenken unterschieden. Neben den echten Gelenken, welche in sieben unterschiedliche Arten gegliedert werden können, gibt es die Amphiarthrosen welche eine Sonderform der Diarthrosen bilden. Es handelt sich hierbei um Gelenke die aufgrund ihrer Form und straffer Bandführung in ihrer Beweglichkeit stark eingeschränkt sind und daher auch straffe Gelenke genannt werden. Durch ihren speziellen Aufbau können sie Biegespannungen abbauen und gleichzeitig gewissermaßen als Stoßdämpfer fungieren. Hierzu zählen unter anderem das *Articulatio sacroiliaca* (Kreuz-Darmbeingelenk) und *Articulationes tarsometatarsales* (Fußwurzel-Mittelfuß-Gelenke). (Benninghoff, Drenckhahn 2002 : 261; Platzer et al. 1991 : 28). Abb. 3

zeigt eine vereinfachte schematische Darstellung zur besseren Veranschaulichung der unterschiedlichen Gelenkseinteilungen.

Das Sprunggelenk ist ein zusammengesetztes Gelenk, welches aus oberem und unterem Sprunggelenk besteht. Diese bilden gemeinsam zwar keine anatomische jedoch aufgrund des über beide Gelenke verspannten Muskel- und Bandapparates eine funktionelle Einheit. Während das untere

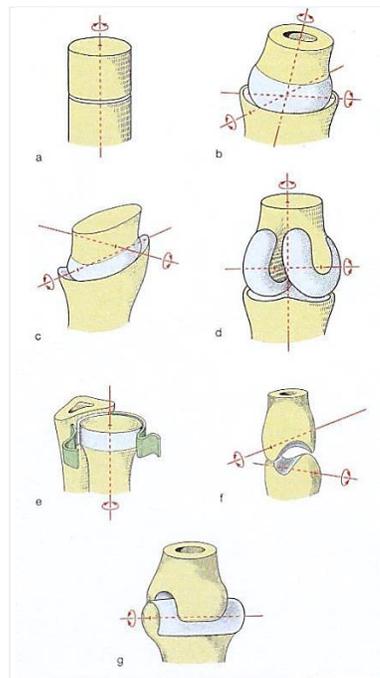


Abbildung 3.:

Unterschiedliche Gelenkformen:

- (a) Planes Gelenk (lat. *Articulatio plana*)
- (b) Kugelgelenk (lat. *Articulatio spherioidea*)
- (c) Ellipsoidgelenk (lat. *Articulatio ellipsoidea*)
- (d) bikondylare Gelenk (lat. *Articulatio bicondylaris*)
- (e) Radgelenk (lat. *Articulatio trochloidea*)
- (f) Sattelgelenk (lat. *Articulatio sellaris*)
- (g) Scharniergelenk (lat. *Articulatio ginglymus*)

(Drenckhahn, Eckstein 2002: 261)

1 Einführung

Sprunggelenk als Zapfengelenk mit einfacher Drehachse definiert ist, wird das obere Sprunggelenk aus biomechanischer Sicht nicht, wie oft vereinfacht beschrieben, als echtes Scharniergelenk verstanden (vergl. Frank 2009: 982; Graumann, Sasse 2004: 192; Rohen, Lütjen 2006: 322). Vielmehr können beide Gelenke in Kombination miteinander aus technischer Sicht am besten als Kardangelenk (Kreuzgelenk) beschrieben werden (Benninghoff, Drenckhahn 2002: 389).

1.3.1 OBERES SPRUNGGELENK – ARTICULATIO TALOCRURALIS

Das obere Sprunggelenk setzt sich aus drei knöchernen Anteilen zusammen:

Der konkave Teil der Articulatio talocruralis, die Gelenkspfanne, setzt sich zusammen aus der über die Syndesmosis tibiofibularis gebildeten Malleolengabel, welche aus Malleolus lateralis der Fibula (Wadenbein) und Malleolus medialis der Tibia (Schienbein) besteht. Die Trochlea tali (Sprungbeinrolle) bildet den konvexen Teil, den Gelenkkopf (siehe Abb. 4).

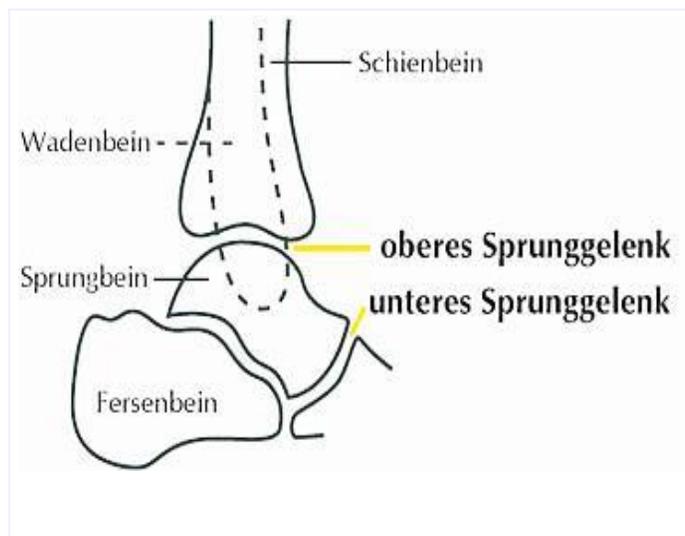


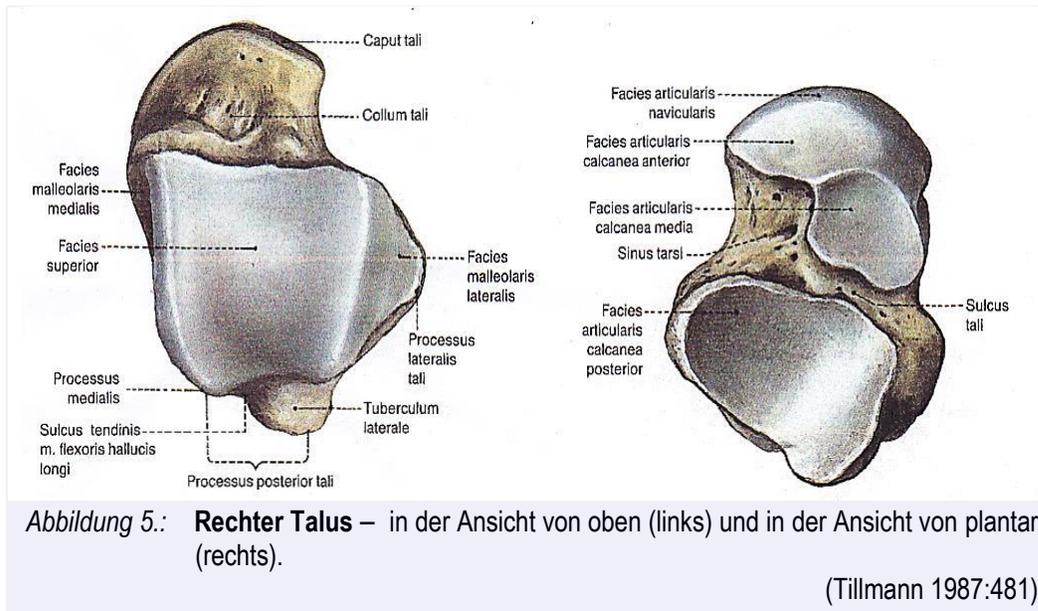
Abbildung 4.: **Schematische Darstellung des oberen und unteren Sprunggelenkes.** Seitliche Ansicht von lateral, die Fibula (Wadenbein) ist umrissen¹

Während am Calcaneus (Fersenbein), dem Protagonisten des unteren Sprunggelenkes, mehrere Muskeln

inserteren, ist der Talus (Sprungbein) frei von jeglichen Muskel- oder Sehnenansätzen (Benninghoff, Drenckhahn 2002: 389). Von proximal nach distal wird der Talus in drei Teile gegliedert: Corpus tali (Körper), Collum tali (Hals) und Caput tali (Kopf). Die Längsachse des Talus verläuft von lateral-dorsal nach medial-plantar und konjugiert im Bereich des Corpus medial-dorsal mit der Tibia (Facies malleolaris medialis) und dorsal lateral mit der Fibula (Facies malleolaris lateralis, vgl Abb. 5). Die Last

¹Abb.4.: HELLER, (o.J.). OP Therapie bei Verschleißerkrankungen des Sprunggelenkes
Online im Internet: URL:<http://www.heh-bs.de/index.php?id=98> [Stand 2013-04-09]

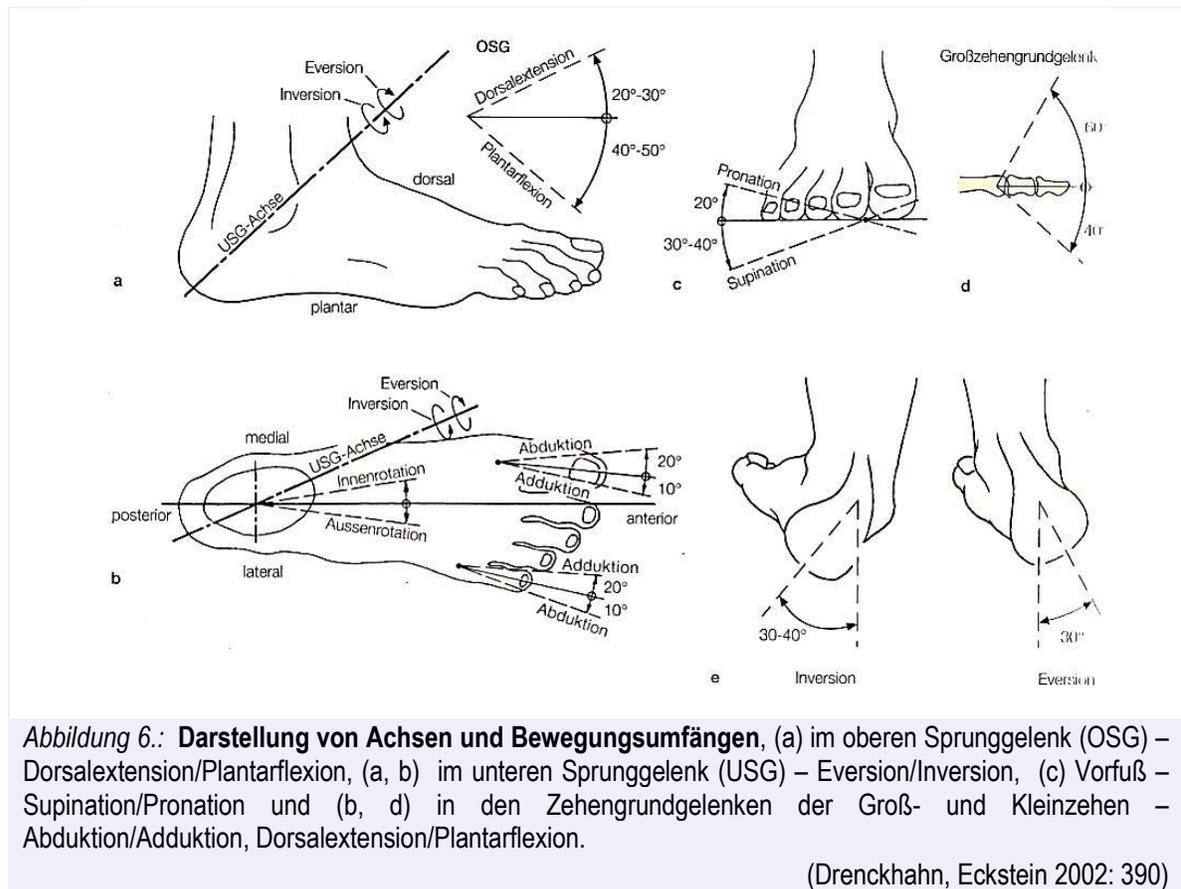
des Körpers wird im oberen Sprunggelenk über den Talus auf den darunter liegenden Calcaneus und das Os naviculare (Vor- und Rückfuß) übertragen (Tillmann 1987: 481).



Wie oben bereits angeführt, entspricht die Mechanik des oberen Sprunggelenkes nicht ganz dem eines Scharniergelenkes. Neben Dorsalextension und Plantarflexion, also Heben und Senken des Fußes, ermöglicht der schräge Verlauf der Sprunggelenksachse auch Bewegungen in der koronaren und transversalen Ebene. Durch das funktionelle Zusammenspiel mit dem unteren Sprunggelenk führt die Dorsalextension im oberen Sprunggelenk zu einer Eversion und die Plantarflexion zu einer Inversion des Fußes (Graumann, Sasse 2004: 192; Frank et al. 2009: 982; DocCheck²). Zur bildlichen Veranschaulichung der Freiheitsgrade des Fußgelenkes siehe Abb. 6.

2 DocCheck Medical Services GmbH: Sprunggelenk. Online im Internet: URL: flexikon.doccheck.com/de/Sprunggelenk [Stand 2013-05-26]

1 Einführung



In der orthopädischen Medizin versucht man, diese Bewegungsumfänge und Freiheitsgrade bei notwendigen Operationen zu erhalten. Der Gelenkersatz am oberen Sprunggelenk mit OSG Endoprothesen kann die Gesamtbeweglichkeit von durchschnittlich 21,5° auf 38,3° steigern. Beim Kofoed Ankle Score konnten die Patienten präoperativ im Mittel 31,2 von maximal 100 möglichen Punkten erreichen, postoperativ 91,6 Punkte (Hagena 2003).

Die Gelenkkapsel des oberen Sprunggelenkes ist relativ dünn und setzt an der Knorpel-Knochengrenze von Tibia und Fibula sowie am Collum des Talus an. Die beiden Malleoli, lateralis und medialis, liegen außerhalb der Kapsel. Verstärkt wird diese medial durch das Ligamentum collaterale mediale (Deltaband oder "Innenband"). Die vorrangige Funktion des Deltabandes ist die Stabilisierung des Sprunggelenkes. Es stellt den wesentlichen Stabilitätsfaktor gegen Valgus, Pronation und Rotation für den Talus dar (Kramer 2011: 141). Eine weitere Funktion ist unter anderem die Begrenzung der Supinationsbewegung im unteren Sprunggelenk. Verletzungen in diesem Bereich sind oft auf

sogenannte Supinationstraumata zurückzuführen, bei denen das Band entweder überdehnt oder im schlimmsten Fall komplett reißt. Das Deltaband besteht wiederum aus vier Teilen, der Pars tibionavicularis, Pars tibiocalcanea, Pars tibiotalaris anterior und der Pars tibiotalaris posterior. Medial wird die Gelenkkapsel, vom Malleolus lateralis ausgehend zu den Fußknochen ziehend, von folgenden Bändern verstärkt:

– BÄNDER –
 ≧ OBERES SPRUNGGELENK ≦

Ligamentum talofibulare anterius, Ligamentum talofibulare posterius, Ligamentum calcaneofibulare (zusammengefasst auch Ligamentum collaterale laterale beziehungsweise "Außenband" genannt).³ (siehe auch Abb. 7)

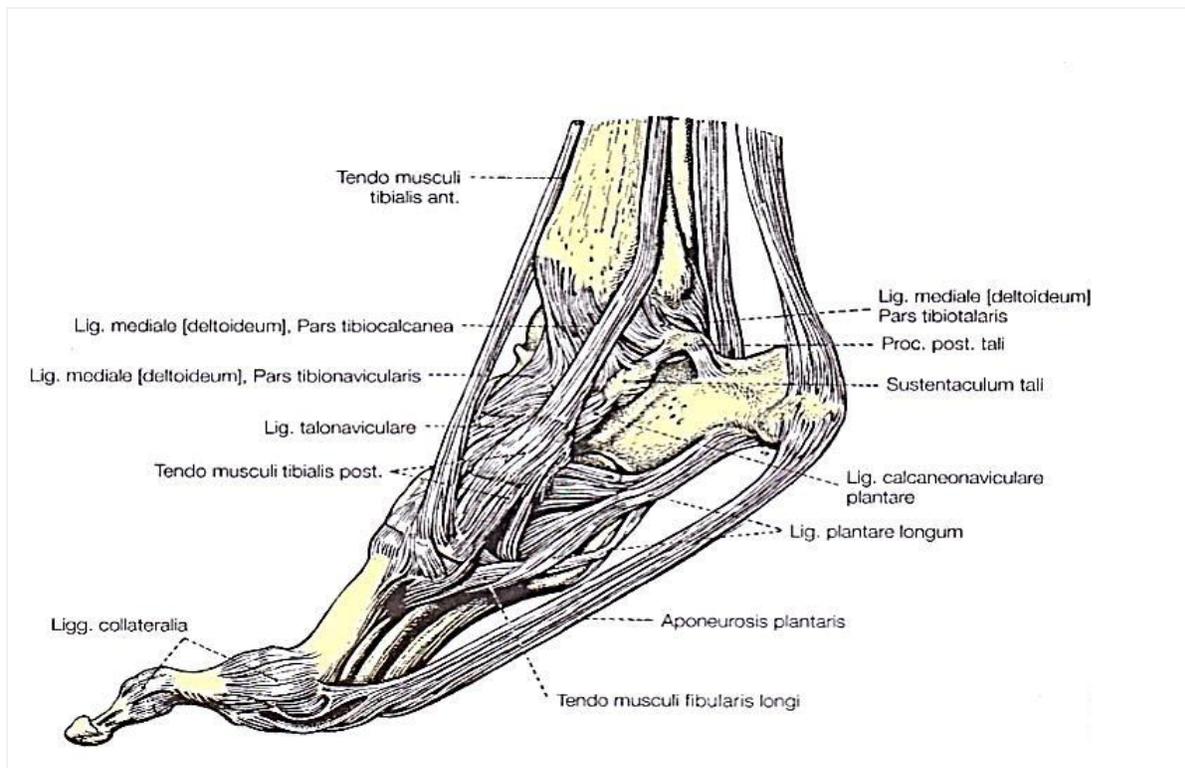


Abbildung 7.: Bänder des Fußes von medial unten. Fuß in Plantarflexion.

(Drenckhahn, Eckstein 2002: 392)

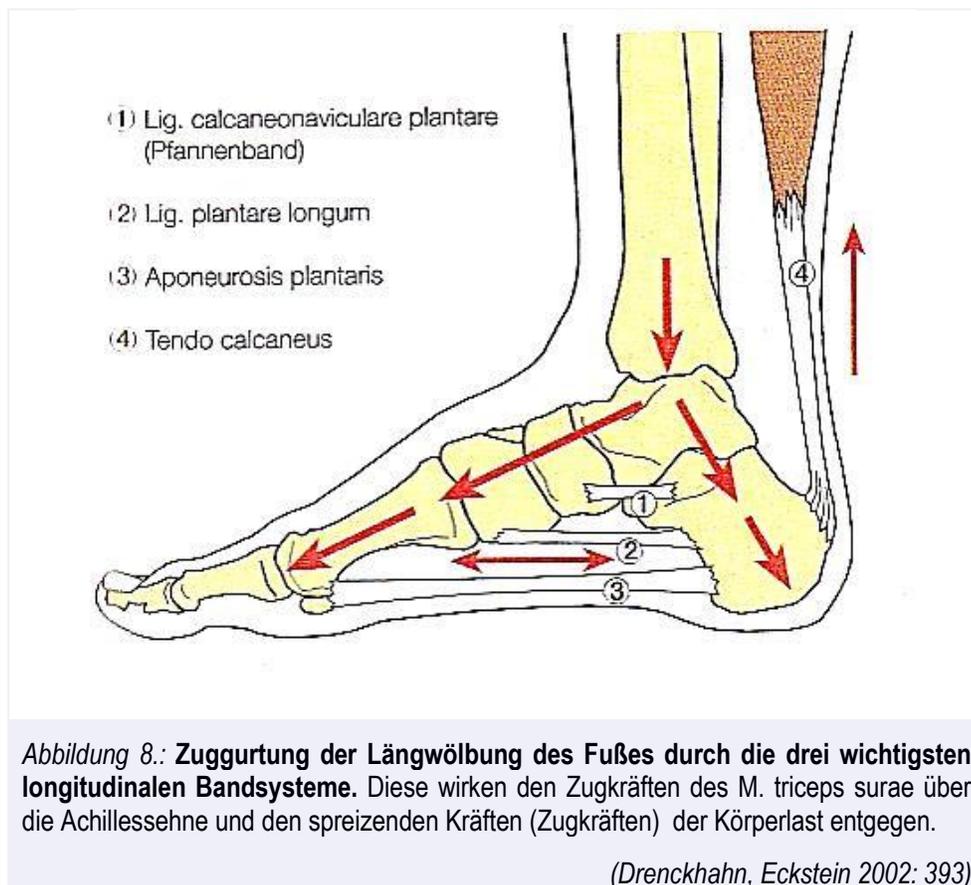
³ DocCheck Medical Services GmbH: Sprunggelenk. Online im Internet: URL: flexikon.doccheck.com/de/Sprunggelenk [Stand 2013-05-26]

1 Einführung

Das obere Sprunggelenk ist sowohl als ein- als auch als zweiarmiger Hebel anzusehen. In der Stemmbeinphase bildet der Fuß einen einarmigen Hebel, wobei hinterer und unterer Teil der Ferse die Achse bilden. Der zweiarmige Hebel setzt sich in der Schwungbeinphase aus Vorfuß und Ferse zusammen. Last und Kraft greifen beiderseits der Drehachse an, welche durch den Talus führt. Die Körperlast wird über ihn auf den kürzeren hinteren und den längeren vorderen Hebelarm übertragen (Münzenberg 1998).

Verletzungen des oberen Sprunggelenkes sind oft Folge von Freizeit- oder Arbeitsunfällen und in Deutschland der häufigste Grund für Behandlungen in Notfallambulanzen. Dies macht deutlich, wie anfällig dieser Bereich ist (Frank et al. 2009: 982).

Neben unfallbedingten Verletzungen gibt es auch eine Reihe von Pathologien, angeboren oder erworben, welche die Funktion des Sprunggelenkes stark einschränken können (Frank et al. 2009: 982). Näheres hierzu ist Abschnitt 1.4 zu entnehmen.



1.3.2 UNTERES SPRUNGGELENK – ARTICULATIO TALOTARSALIS

Beim unteren Sprunggelenk wird wiederum in „vorderes unteres Sprunggelenk“ (lat. *Articulatio talocalcaneonavicularis* oder *talotarsalis*) und in „hinteres unteres Sprunggelenk“ (lat. *Articulatio subtalaris*) unterschieden. Als Einheit wird es unter der Bezeichnung *Articulatio talotarsalis*

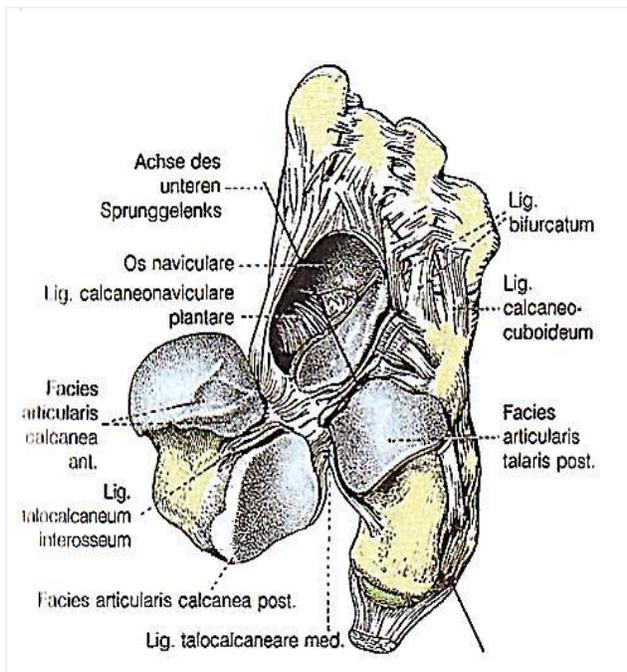


Abbildung 9.: Einblick in das untere Sprunggelenk von oben, Talus nach medial umgeschlagen.

(Drenckhahn, Eckstein 2002: 389)

zusammengefasst.⁴

Es setzt sich aus zwei anatomisch getrennten Elementen mit getrennten Gelenkkapseln, die an der Peripherie der Gelenkflächen befestigt sind, zusammen⁵. Beim unteren Sprunggelenk bildet die *Articulatio talocalcaneonavicularis* den konvexen Anteil, wohingegen *Calcaneus*, *Os naviculare* und *Ligamentum calcaneonaviculare plantare* gemeinsam die Gelenkpfanne bilden. Der *Talus* bildet den Gelenkkopf. Die *Articulatio subtalaris* setzt sich aus dem konkaven Teil des *Talus* und dem konvexen Teil des *Calcaneus* zusammen (Kirsch et al. 2011: 191).

Der *Calcaneus* ist der größte

Fußwurzelknochen und weist eine trapezartige Form mit langer Längs- und schmalerer Querachse auf, wobei sich die Breite distal-medial im Bereich der Gelenkflächen vergrößert. Die Gelenkflächen sind nach cranial gerichtet.

Proximal geht der schlanke *Corpus* in den *Tuber calcanei* über, welcher sowohl medial als auch

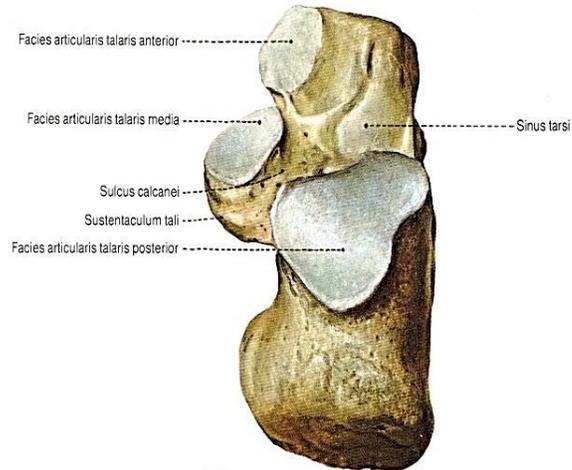
⁴ DocCheck Medical Services GmbH: Sprunggelenk. Online im Internet: URL: flexikon.doccheck.com/de/Sprunggelenk [Stand 2013-05-26]

⁵ DocCheck Medical Services GmbH: Sprunggelenk. Online im Internet: URL: flexikon.doccheck.com/de/Sprunggelenk [Stand 2013-05-26]

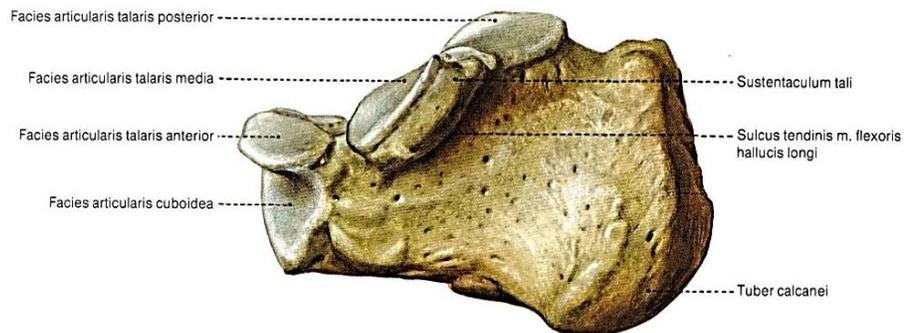
1 Einführung

lateral einen Processus tuberis calcanei aufweist. Der Calcaneus ist, im Gegensatz zum Talus, Ursprungsstelle einiger Muskeln und Ansatzstelle der Achillessehne. So entspringt am Processus medialis des Tuber calcanei der M. abductor hallucis und an der Plantarfläche des Tuber calcanei der M. flexor digitorum brevis. Der M. extensor digitorum brevis entspringt an der dorsalen und lateralen Fläche des Calcaneus und des Sinus tarsi. Der Sinus tarsi ist neben der dorsalen Fläche des Calcaneus auch der Ursprung des M. extensor hallucis brevis. Der Sinus tarsi bildet außerdem die Trennlinie der Gelenkhöhlen des unteren Sprunggelenkcomplexes. An der Plantarfläche des Calcaneus entspringt der M. quadratus plantae. Die Tuber calcanei über der Tendo calcaneus stellt die Ansatzfläche des M. triceps surae, dessen breite Seite als Achillessehne bezeichnet wird. Am distalen Ende befindet sich lateral gelegen die Facies articularis cuboidea, welche mit dem Os cuboideum in Verbindung steht. Daneben befindet sich medial die meist kleinere Facies articularis anterior, daneben die Facies articularis talaris media und zum Corpus hingehend die deutlich größere Facies articularis talaris posterior. Es kommt vor, dass Facies articularis talaris anterior und media nicht geteilt sind und eine zusammenhängende Fläche bilden. Zwischen Facies articularis talaris media und posterior befindet sich der Sulcus calcanei. Lateral in Höhe der Facies articularis talaris posterior befindet sich die Trochlea peronealis mit einem darunter liegenden Sulcus tendinis musculi peronei longi. Medial auf Höhe der Facies articularis talaris media ragt das Sustentaculum tali hervor. Darunter befindet sich der Sulcus tendinis musculi flexoris hallucis longi (Platzer 1991: 212, Sobotta 2007: 65 ff., Küster 2009: 5). Siehe auch Abb. 10.

(a)



(b)



(c)

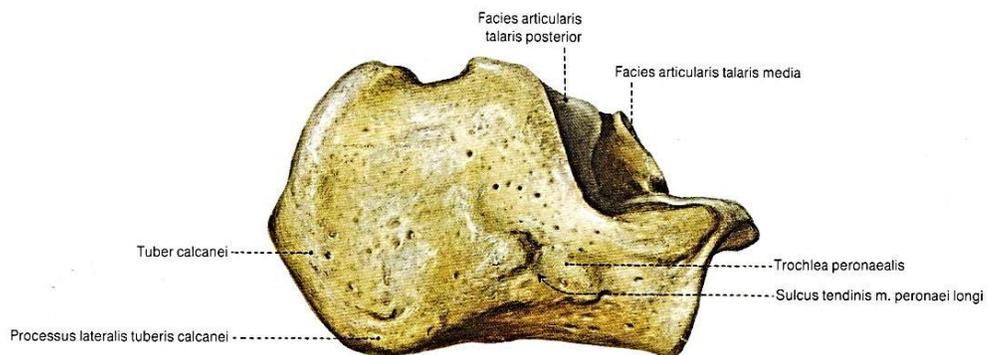


Abbildung 10.: **Rechter Calcaneus** – in der Ansicht von (a) oben (b) medial (c) lateral.

(Tillmann 1987: 483)

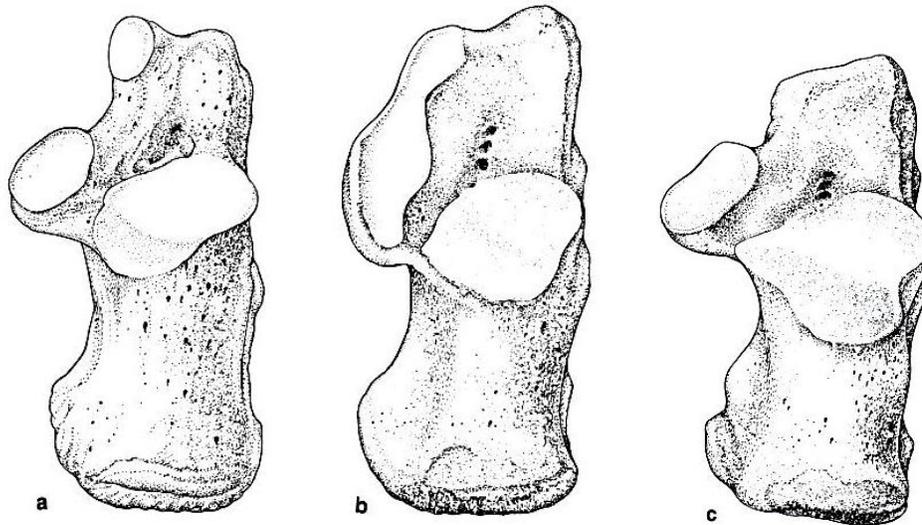


Abbildung 11.: Rechte Calcanei in der Ansicht von oben mit unterschiedlicher Ausbildung der mittleren und vorderen Gelenkfläche für den Talus.

- a Facies articularis talaris anterior und Facies articularis talaris media sind durch eine breite knorpelfreie Zone voneinander getrennt.
- b Facies articularis talaris anterior und Facies articularis talaris media bilden eine zusammenhängende Gelenkfläche.
- c Facies articularis talaris anterior ist nicht angelegt.

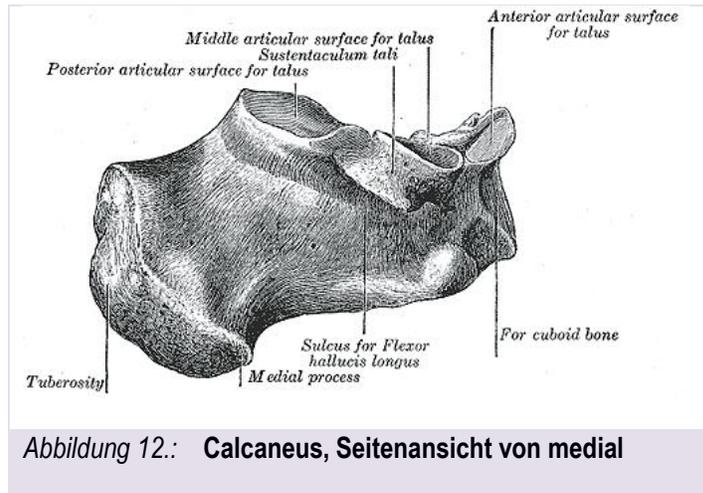


Abbildung 12.: Calcaneus, Seitenansicht von medial

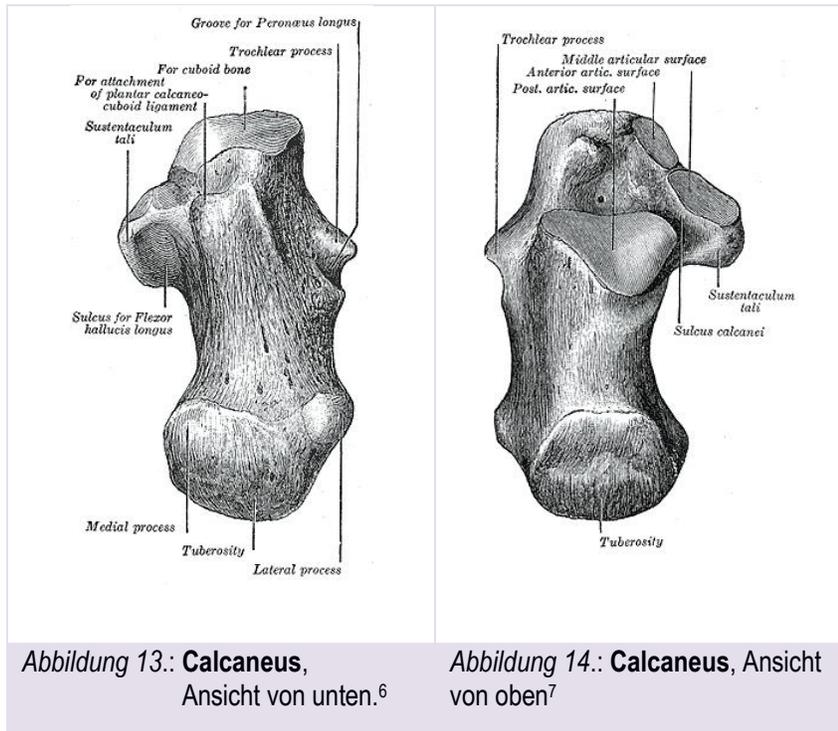


Abbildung 13.: Calcaneus, Ansicht von unten.⁶

Abbildung 14.: Calcaneus, Ansicht von oben⁷

⁶ Wikimedia: Calcaneus. Online im Internet: URL: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/ff/c/Gray265.png> [Stand 2013-05-30]

⁷ Wikimedia: Calcaneus. Online im Internet: URL: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/19/Gray264.png> [Stand 2013-05-30]

1 Einführung

Das untere Sprunggelenk wird im Gegensatz zum oberen von wesentlich mehr Bändern verstärkt, die zu einem straffen Zusammenhalt des Gelenkes beitragen. Für die Verstärkung der Gelenkkapseln sind folgende Bänder verantwortlich:

– BÄNDER –
» UNTERES SPRUNGGELENK «

Ligamentum talonaviculare (vom Talus zum Os naviculare), Ligamentum plantare longum (derbes breites Band, zieht von der Plantarseite des Calcaneus zum Os cuboideum und zu den Mittelfußknochen), Ligamentum talocalcaneum interosseum (trennt das untere Sprunggelenk in zwei Teilgelenke), Ligamentum collaterale mediale (Pars tibio calcanea als Teil des oberen und unteren Sprunggelenkes), Ligamentum calcaneofibulare, Ligamentum talocalcaneum mediale, Ligamentum talocalcaneum laterale⁸. Zum besseren Verständnis siehe Abb. 11.

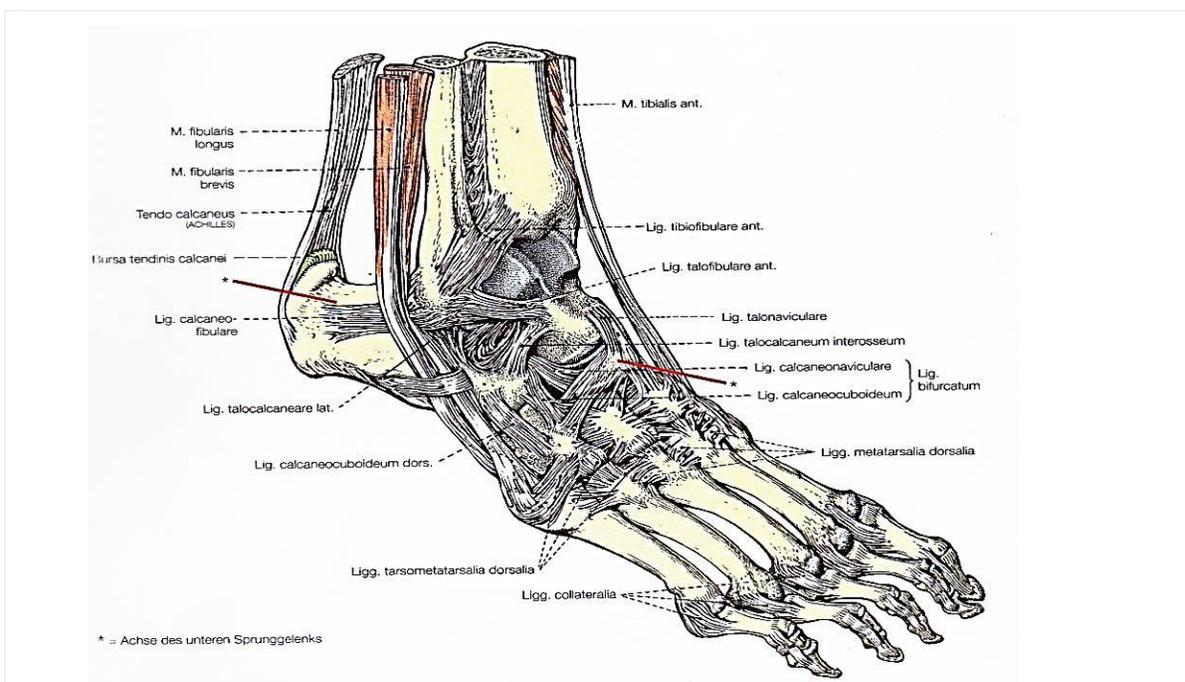


Abbildung 15.: **Bänder des Fußes von lateral.** Die Achse des unteren Sprunggelenks ist eingezeichnet. Fuß in Plantarflexion. (Benninghoff, Eckstein 2002: 387)

8 DocCheck Medical Services GmbH: Sprunggelenk. Online im Internet: URL: flexikon.doccheck.com/de/Sprunggelenk [Stand 2013-05-26]

Auf die Gelenke wirken unterschiedliche Kräfte ein. Einerseits werden sie durch die Last, die durch das Körpergewicht gegeben ist, andererseits durch die Kraft, welche durch Muskel und Bandkräfte zustande kommt, beansprucht. Das Massendrehmoment ist bei bipeder Normalstellung am Sprunggelenkkomplex vorwärts gerichtet (Kummer 2005). Eine häufige Verletzungslokalisation ist die Syndesmose. Gebildet wird diese aus den Syndesmosebändern Lig. tibiofibulare anterius, welches dorsal und Lig. tibiofibulare posterius, welches ventral des Unterschenkels lokalisiert ist.⁹

VERLETZUNGEN DES SPUNGGELLENKES

Die typischen Bandverletzungen werden in 3 Grade eingeteilt, Grad I - Zerrung mit Mikrorissen mit einer Bandverdickung und einem Umgebungsödem. Grad II – die Partialruptur, bei dieser sind einzelne Faserzüge abgerissen mit einem beträchtlichen Ödem der Weichteile bis in die Subcutis. Grad III – die komplette Ruptur, eine totale Unterbrechung des Bandes mit Ausfransungen der Bandstümpfe, ausgeprägtem Umgebungsödem und fallweiser osteochondraler Mitbeteiligung vor allem an der Talusrolle (nach Morrison 2003). Bei Subluxationen ist das Ligamentum fibulotalare anterius am häufigsten betroffen. Das Ligamentum fibulotalare posterius ist das stärkste Band an der Außenseite des Sprunggelenkes und reißt nur bei schweren Traumen ab.

– MUSKELN des OBEREN und UNTEREN SPUNGGELLENKES –

Alle, mit Ausnahme des *M. popliteus*, am Fußskelett ansetzenden Muskeln entspringen am Unterschenkel. Die Unterschenkelmuskulatur wird nach ihrer Funktion in an der Vorderfläche gelegene Streckmuskulatur (Dorsalflexion) und hinten gelegene Beuger (Plantarflexion) unterschieden.

Zur den vorderen Unterschenkelmuskeln zählen:

M. tibialis anterior, *M. extensor digitorum lonugs*, *M. extensor hallucis longus*

M. peronaeus (oder fibularis) longus, *M. peronaeus (oder fibularis) brevis*

⁹ BECKER, C. A., (o.J). Sprunggelenk. Online im Internet: URL:
<https://www.kenhub.com/de/library/anatomie/das-sprunggelenk> [Stand 2013-05-29]

1 Einführung

Zu den hinteren Unterschenkelmuskeln zählen:

M. soleus und *M. gastrocnemius* (Zwillingsmuskel) welche unter *M. triceps surae* zusammengefasst werden und *M. plantaris*.

M. tibialis posterior, *M. flexor hallucis longus* und *M. flexor digitorum longus*.

Abbildung 12 zeigt die Sehnenansatzstellen der einzelnen Muskeln für das obere und untere Sprunggelenk. Im Folgenden soll nun näher auf die unterschiedlichen Muskeln, welche im oberen und unteren Sprunggelenk inserieren, eingegangen werden.

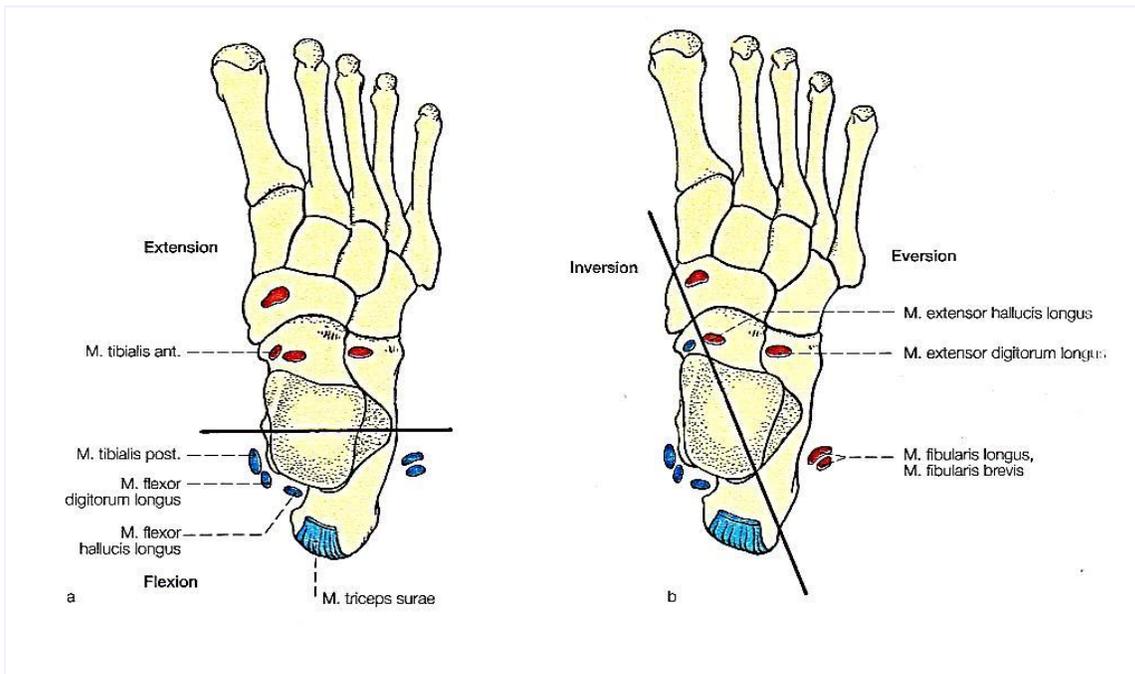


Abbildung 16.: Lage (Projektion) der Sehnen der langen Fußmuskeln zu den Achsen der Sprunggelenke.

- (a) Oberes Sprunggelenk. Extensorsehnen – rot; Flektorsehnen – blau.
- (b) Unteres Sprunggelenk. Sehnen der Pronatoren – rot; Sehnen der Supinatoren – blau.

(Drenckhahn, Eckstein 2002)

– MUSKELN –

≧ OBERES SPRUNGGELENK ≦

Extensoren:

M. tibialis anterior – vorderer Schienbeinmuskel;

- U:** Entspringt am proximalen Tibiaende unterhalb des Condylus lateralis, an den oberen zwei Dritteln der Facies lateralis der Tibia und an der Fascia cruris (Membrana interossea).
- A:** Die Sehne tritt durch das mediale Fach des Retinaculum musculorum extensorum inferius und verläuft am Innenrand des Fußes zu seinem Ansatz an der plantaren Fläche des Os cuneiforme mediale und des Os metatarsale I.
- F:** Dorsalflexion im oberen Sprunggelenk.
- I:** N. fibularis profundus (N. ischiadicus)

Flektoren:

M. triceps surae – bestehend aus *M. gastrocnemius*, *M. soleus* und *M. plantaris*; Die breite Seite wird als »Achillessehne« bezeichnet.

- U:** Das Caput mediale des *M. gastrocnemius* entspringt an der Facies poplitea des Femurs proximal des Condylus medialis.
Das Caput laterale des selbigen entspringt an der Facies poplitea des Femurs proximal des Condylus lateralis.

Der *M. soleus* entspringt am Caput fibulae, am proximalen Drittel der Facies posterior und des Margo posterior der Fibula, an der Facies posterior der Tibia an und unterhalb der Linea muscoli solei, Arcus tendineus muscoli solei

Der *M. plantaris* entspringt an der Facies poplitea femoris proximal des Condylus lateralis.
- A:** Setzt an der Tuber calcanei, über dem Tendo calcaneus, an.
- F:** Plantarflexion im oberen Sprunggelenk.
- I:** N. tibialis (N. ischiadicus)

1 Einführung

„Der *M. triceps surae* ist der Muskel der Plantarflexion schlechthin. Er ist imstande, das Gewicht des Körpers beim Stehen und Gehen zu heben. Besonders deutlich wird seine Kraft beim Spitzentanz, bei dem eine maximale Plantarflexion notwendig ist. Die volle Wirkung des *M. triceps surae* kann nur bei gestrecktem Knie erreicht werden, da bei Beugung im Kniegelenk der *M. gastrocnemius* bereits verkürzt ist. Daher ist der *M. gastrocnemius* beim Gehen von besonderer Bedeutung, da er nicht nur beim Abheben der Ferse, sondern auch beim Beugen im Kniegelenk wirksam wird. Dabei wird er geringfügig vom *M. plantaris* unterstützt. Der *M. triceps surae* gilt auch als stärkster Supinator für das untere Sprunggelenk.“ (Platzer 1991: 258)

M. flexor digitorum longus – Langer Zehenbeuger;

- U:** Entspringt an der Facies Tibialis, distal der Linea musculi solei, an der Sehnenkante zwischen Tibia und Fibula proximal des Chiasma crurale.
- A:** Setzt an der Phalanx distalis der 2. -5. Zehe an.
- F:** Plantarflexion im oberen Sprunggelenk; Flexion der Zehengelenke.
- I:** N. tibialis (N. ischiadicus)

M. flexor hallucis longus – langer Großzehenbeuger;

- U:** Entspringt an den distalen zwei Dritteln der Facies posterior der Fibula, an der Membrana interossea und am Septum intermusculare cruris posterius.
- A:** Setzt an der Phalanx distalis der Großzehe an.
- F:** Plantarflexion im oberen Sprunggelenk; Flexion der Großzehe.
- I:** N. tibialis (N. ischiadicus)

M. tibialis posterior – hinterer Schienbeinmuskel;

- U:** In den oberen drei Vierteln der Membrana interossea und an den angrenzenden Bereichen der Tibia und Fibula.
- A:** Setzt an der Tuberositas ossis navicularis, der Plantarfläche der Ossa cuneiformia I-III und der Basis der Ossa metatarsi II-IV an.
- F:** Plantarflexion im oberen Sprunggelenk.
- I:** N. tibialis (N. ischiadicus)

⇒ UNTERES SPRUNGGELENK ⇐

Pronatoren:

M. extensor hallucis longus – langer Großzehenstrecker;

- U:** An den distalen zwei Dritteln der Facies medialis der Fibula, der Membrana ossea und der Fascia cruris.
- A:** An der Basis der Phalanx distalis und der Phalanx proximalis des Hallux.
- F:** Dorsalflexion im oberen Sprunggelenk; Für die Gelenke der Großzehe ermöglicht er eine Extension.
- I:** N. fibularis profundus (N. ischiadicus)

M. extensor digitorum longus – langer Zehenstrecker;

- U:** Am proximalen Tibiaende unterhalb des Condylus lateralis, dem Margo anterior der Fibula, der Membrana interossea cruris, dem Septum intermusculare cruris und der Fascia cruris.
- A:** Setzt an den Dorsalaponeurosen der 2.- 5. Zehe an.
- F:** Dorsalflexion im oberen Sprunggelenk; In den Zehengelenken ermöglicht er die Extension.
- I:** N. fibularis profundus (N. ischiadicus)

M. fibularis longus – Langer Wadenbeinmuskel;

- U:** Entspringt am Caput fibulae, an den proximalen zwei Dritteln der Facies lateralis und des Margo posterior der Fibula, der Septa intermuscularia cruris anterior et posterior und der Fascia cruris.
- A:** Setzt an der Tuberositas ossis metatarsi I und an der Plantarfläche des Os cuneiforme intermedium an.
- F:** Plantarflexion im oberen Sprunggelenk.
- I:** N. fibularis superficialis (N. ischiadicus)

1 Einführung

M. fibularis brevis – Kurzer Wadenbeinmuskel;

U: Entspringt an der distalen Hälfte der Facies lateralis und des Margo anterior der Fibula und an der Septa intermuscularia cruris anterior et posterior.

A: Setzt an der Tuberositas ossis metatarsi V und am Sehnenstreifen zur kleinen Zehe an.

F: Platarflexion im oberen Sprunggelenk.

I: N. fibularis superficialis (N. ischiadicus)

Supinatoren:

M. tibialis posterior → U, A, I - siehe oberes Sprunggelenk

F: Supination im unteren Sprunggelenk.

M. flexor digitorum longus → U, A, I - siehe oberes Sprunggelenk

F: Supination im unteren Sprunggelenk, Flexion der Zehengelenke.

M. flexor hallucis longus → U, A, I - siehe oberes Sprunggelenk

F: Supination im unteren Sprunggelenk; Flexion der Großzehe.

Legende: **U** – URSPRUNG; **A** – ANSATZ; **F** – FUNKTION; **I** – INNERVATION

Quelle SOBOTTA, Atlas der Anatomie des Menschen: Tabellen zu Muskeln, Gelenken und Nerven. (2007) PUTZ, R., PABST, R. (Hg). 22. Auflage, München: Urban&Fischer Verlag bei Elsevier, S 62ff.

1.4 VERÄNDERUNGEN UND PATHOLOGIEEN AM FUßSKELETT

ANGEBORENE PATHOLOGIEEN UND VERÄNDERUNGEN:

Hierzu zählen der angeborene Klumpfuß, welcher die häufigste Extremitätenfehlbildung bei Säuglingen darstellt, der in den meisten Fällen zwar erworbene aber selten auch angeborene Platt- oder Senkfuß, der als Begleiterscheinung oft einen Knickfuß mit sich bringt (Knickplattfuß) und der Hohlfuß (Benninghoff, Drenckhahn 2002: 394 - 395). Beim Klumpfuß befindet sich der Fuß in plantarflektierter und supinierter Stellung, der Rückfuß ist dadurch nach medial gekippt und der laterale Fußrand zeigt nach unten, wobei die Fußsohle nach medial oben zeigt. Diese Fehlstellung führt zu einer Fehlbelastung und ein daraus resultierendes fehlerhaftes Wachstum der Fußknochen, wodurch eine

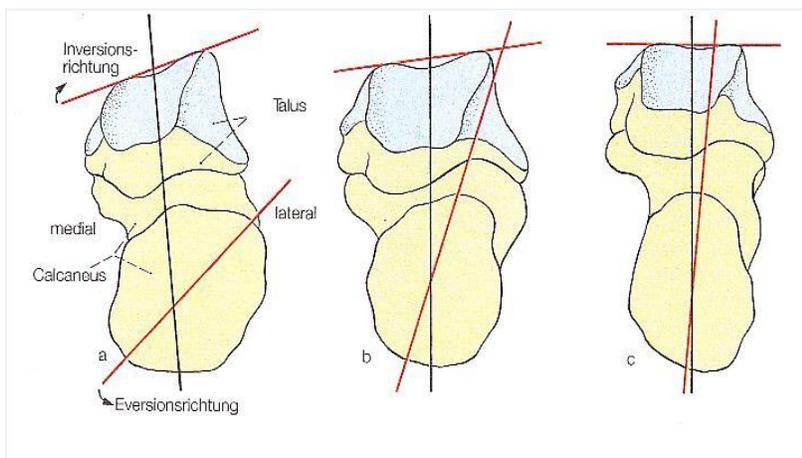


Abbildung 17.: Entwicklung der Fersenstellung des rechten Fußes von dorsal.

- (a) Beim Neugeborenen.
- (b) Beim 2-jährigen Kind.
- (c) Beim Erwachsenen.

Der Längendurchmesser des Fersenbeinhöckers dreht sich auf die Mittellinie zu, von a bis c nahezu bis zur Vertikalen. Gleichzeitig wird die Gelenkfläche des Sprungbeins in umgekehrter Richtung bis zur Horizontalen gedreht. Beim Neugeborenen (a) steht die Traglinie des Beins noch nicht vertikal.

(Drenckhahn, Eckstein 2002: 394)

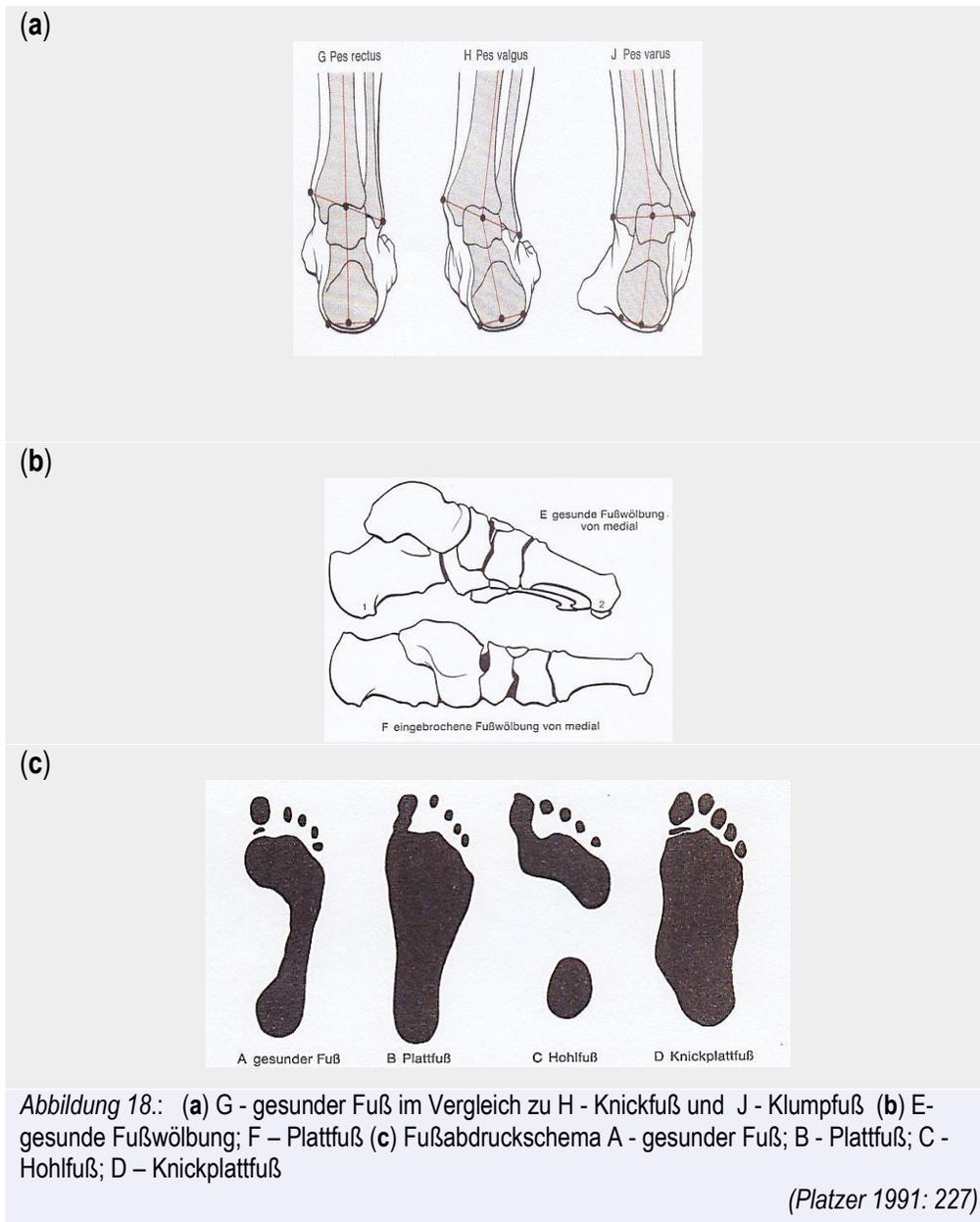
knöcherne fixierte Fehlform entsteht. Es ist besonders wichtig, dass die Korrektur des Klumpfußes in den ersten Lebensstagen des Neugeborenen (vergl. Abb. 11) stattfindet, da nur in dieser Zeit der Knochen noch weich und somit verformbar ist. Beim Plattfuß hingegen liegt ein Versagen der Haltevorrichtung der Bänder zugrunde. Ursache dafür können unter anderem Übergewicht oder Muskelschwäche sein.

Durch den verlorenen Halt

verlagert sich der Talus nach medial und der Tuber calcanei nach außen, wobei sich zum Plattfuß

1 Einführung

zusätzlich ein Knickfuß gesellt und sich dadurch ein sogenannter Knickplattfuß ausbildet. Sowohl Längs- als auch Querwölbung sind in dieser Fehlstellung aufgehoben (Benninghoff, Drenckhahn 2002: 394 - 395). Siehe Abb. 12.



ERWORBENE PATHOLOGIEN UND VERÄNDERUNGEN:

Dass sogenannte High Heels oder besonders spitz zulaufendes Schuhwerk, das wenig bis kaum Freiraum für die Zehen bietet, deutliche bis irreversible Schäden für den skelettalen und ligamentösen Aufbau des Fußes mit sich ziehen können, ist in vielen orthopädischen Studien dargestellt (vergl. Borges Machado 1999;

Kunde, Sterzling 2009).

Besonders Schuhe mit einem stark ausgeprägten und schlecht tarierten oder zu schmalen Absatz verlagern das Gewicht in eine für den Körper belastende Stellung. Es ist zu bedenken, dass durch die besondere Zentrierung und Verlagerung des Körperschwerpunktes das gesamte Gewicht, welches sich bei flachem Schuhwerk oder barfuß mehr oder minder auf den gesamten Fuß verteilt, nun vorwiegend auf den

Metatarsalia (Mittelfußknochen) lastet. Diese sind allerdings für eine lang andauernde zentrierte Belastung nicht konzipiert. So sind Frakturen der Metatarsalia und Distorsionen bei Dauerbelastung nicht selten die Konsequenz. Eine weitere krankhafte Veränderung ist etwa der *Hallux valgus*, die Großzehenfehlstellung oder die *Hammer-* beziehungsweise *Krallenzehe*. Beim *Hallux valgus* findet eine starke Abspreizung des Zehengrundgelenkes statt, sodass sich die erste Zehe nach lateral unter die zweite Zehe schiebt. Dadurch entsteht der charakteristische, nach medial zeigende Höcker im

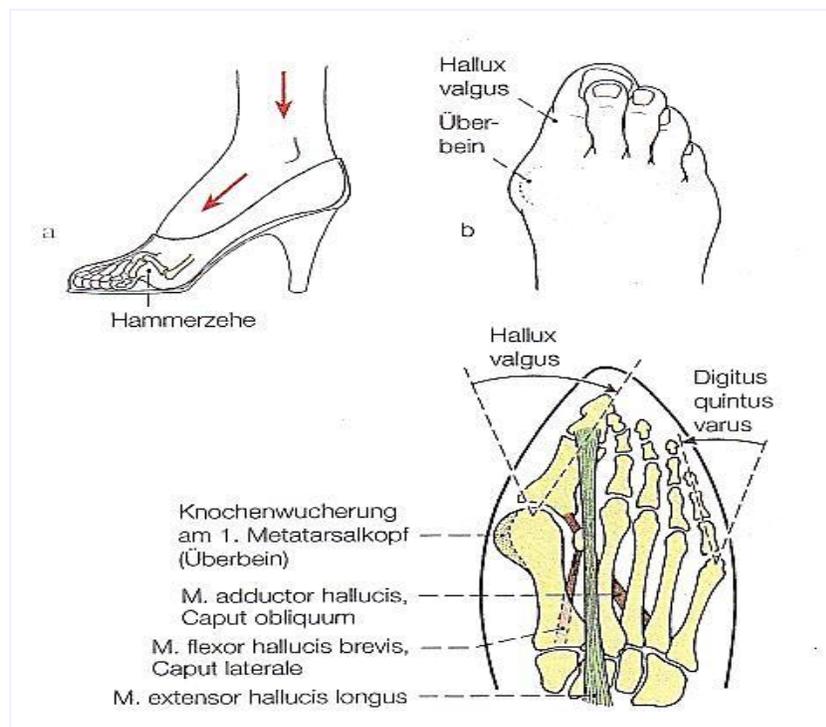


Abbildung 19.: Fehlstellung der Zehen. Entstehung einer Hammerzehe (a) und eines Hallux valgus (b) durch Tragen von nicht funktionsgerechtem Schuhwerk. Durch reaktive Knochenwucherung am medialen Rand des Os metatarsale I entsteht ein schmerzhaftes Überbein.

(Drenckhahn, Eckstein 2002: 395)

Metatarsalia (Mittelfußknochen) lastet. Diese sind allerdings für eine lang andauernde zentrierte Belastung nicht konzipiert. So sind Frakturen der Metatarsalia und Distorsionen bei Dauerbelastung nicht selten die Konsequenz. Eine weitere krankhafte Veränderung ist etwa der *Hallux valgus*, die Großzehenfehlstellung oder die *Hammer-* beziehungsweise *Krallenzehe*. Beim *Hallux valgus* findet eine starke Abspreizung des Zehengrundgelenkes statt, sodass sich die erste Zehe nach lateral unter die zweite Zehe schiebt. Dadurch entsteht der charakteristische, nach medial zeigende Höcker im

1 Einführung

Bereich des Vorfußes, welcher den Metatarsalkopf des Hallux repräsentiert.

Bei der Hammerzehe hingegen verschiebt sich das Zehengrundglied auf den Rücken des Metatarsalkopfes, was zur Ausprägung der charakteristischen Form führt. Oft ist die Ursache das Zusammenspiel mehrerer Faktoren. Eine erbliche oder krankheitsbedingte Bindegewebsschwäche kann durch das dauerhafte Tragen falschen Schuhwerks den Krankheitsverlauf der orthopädischen Veränderungen mitunter deutlich beschleunigen (Benninghoff, Drenckhahn 2002: 394 - 395).

Bezüglich der Stressfrakturen die speziell bei Soldaten zu beobachten sind, ergab eine Untersuchung bei Rekruten der US-Marines in beiden Geschlechtern, mit einem Durchschnittsalter von 19 Jahren, folgendes: „[...] *differences in fitness, muscle, and bone parameters suggest poor skeletal adaption in fracture cases due to inadequate physical conditioning prior to training*“ (Beck et al. 2000: 437). Als Faktum stellte sich heraus, dass nicht die Knochengometrie oder die Knochenstärke entscheidend waren, sondern der schwächere Oberschenkel-Muskel der der massiven Beanspruchung nicht standhielt. Kleinere Muskelquerschnitte müssen größeren einwirkenden Spitzenkräften standhalten. Bei Trainingsbeginn mit schwächerer Muskulatur und kleinerer Knochengometrie ist die Chance für einen Knochenschaden während des Trainings höher (Beck et al. 2000).

NATÜRLICHE UND KRANKHEITSBEDINGTE ABNUTZUNG DER GELENKE:

Anthropologische Untersuchungen an archäologischem Skelettmaterial, die sich auch mit Osteoarthritis befassten, ergaben, dass die Rate an Osteoarthritis am häufigsten im Ellenbogen-, Schulter- und Kniegelenk und am seltensten im Hüft-, Hand- und Sprunggelenk auftrat (Larsen 1999: 181).

ZUR GESCHICHTE DES SCHUHS

Da wie bereits erwähnt das Tragen von Schuhwerk einen deutlichen Einfluss auf die anatomische Beschaffenheit und infolgedessen auf die Gesundheit des Fußes haben kann, stellt sich zwangsläufig die Frage nach der Historie des Schuhs. Trinkaus hat sich der Erforschung dieser Frage angenommen und beschreibt 2008 in seiner Arbeit „Anatomical evidence for the antiquity of human footwear: Tianyuan and Sunghir“, dass der älteste direkte Nachweis, basierend auf Funden von Schuhwerk in Form von Stricksandalen aus Nordamerika, aus der Zeit des Altholozän beziehungsweise des Jungpleistozän stammt (Trinkaus 2008: 1928 - 1929).

1.5 EIN KURZER EINBLICK IN DAS LEBEN DER GLADIATOREN

Das wissenschaftliche und historische Studium des Gladiatorenwesens hat sich jahrelang darauf beschränkt, schriftliche Überlieferungen der Antike immer wieder neu zu beurteilen, zu bewerten und zu diskutieren. Das Studium der antiken Texte, der Mosaiken und bildlichen Darstellungen und vor allem der Originalfunde der Gladiatorenausrüstungen hat aber auch dazu geführt, experimentalarchäologische Untersuchungen anzustellen wie M. Junkelmann (2000). Er unternahm mit seinem Team u.a. auch einen legendären Legionärsmarsch von Verona über die Alpen nach Augsburg in Originalrüstung, Bewaffnung und Verpflegung römischer Legionäre. Weiters unternahm er Limesritte in originalgetreuer rekonstruierter Kavallerierüstung. Für sein Gladiatorenprojekt wurden im Auftrag des Rheinischen Landesmuseums Trier die Rüstungsteile angefertigt, um sie im archäologischen Experiment zu testen. Aufgrund seiner gewonnenen Ergebnissen und Erfahrungen ist es neben vieler anderer Erkenntnisse als Tatsache anzusehen, dass die Gladiatoren barfuß trainierten und kämpften.

Verbrecher nach römischem Recht konnten von einem römischen Richter unter anderem zum Eintritt in eine Gladiatorschule (*ad ludos*) verurteilt werden. Eine Verurteilung zum Galeerensträfling oder zur Bergwerksarbeit bedeutete den sicheren Tod. Ein verurteilter Gladiator hatte hingegen die Chance, nach drei Jahren überlebten Kampfes nicht mehr in der Arena auftreten zu müssen und er konnte nach fünf Jahren sogar seine Freiheit zurückerlangen. Ein tapferer Kämpfer in der Arena konnte so vom Tode „auferstehen“ (Wiedemann 2001: 112). Das Recht, Gnade walten zu lassen und ihm das Leben zu schenken, hatte ausschließlich die Gesellschaft, die repräsentiert wurde durch das Publikum in der Arena und nicht der Kaiser oder der Magistrat oder der Spieleausrichter.

Der Ausdruck *hordearii* (Gerstenesser) wurde für die Gladiatoren als Dysphemismus verwendet. Heute hingegen weiß man, dass dieser nur den Umstand der für ihre athletische Lebensweise nötige Ernährungsart beschreibt, die auf einer kohlehydratreichen, pflanzlichen Kost basierte, analog zu der heutiger Leichtathleten (z.B. Ausdauerläufer wie 3000- oder 5000 Meter Läufer). „Damit der Körper sich zur Vollkraft entwickelt, wird er erst mit besonders kräftigen Speisen gefüttert, und die starken, massigen Glieder nehmen zu, bis sie Polster und Fett ansetzen, ...“ (Wiedemann 2001: 123). Tatsache ist es auch, dass sie die beste medizinische Versorgung der antiken Welt genossen. In der Regel trainierten sie mit hölzernen Waffen, nur knapp vor ihrem Kampf in der Arena fassten sie scharfe

1 Einführung

Waffen aus. Dies hatte auch den Grund, einen Aufstand und oder ein Ausbrechen der Gladiatoren zu verhindern.



Abbildung 20.: **Gladiators fighting, on a wall decoration. Each kind of gladiator had different armour and weapons.**¹⁰



Abbildung 21.: **Schaukampf zweier Studenten in Carnuntum**¹¹ ©Georg Hochmuth/DPA

¹⁰ BBC: Did Romans have free time?. Online im Internet: URL:
<http://www.bbc.co.uk/schools/primaryhistory/romans/leisure/> [Stand 2013-10-02]

¹¹ Stern.de: Experimentelle Archäologie: Wie Studenten zu Gladiatoren werden. Online im Internet: URL:
http://d1.stern.de/bilder/stern_5/wissen/2010/KW31/gladiatoren_regensburg_fitwidth_489.jpg [Stand 2013-10-02]

1.6 EIN KURZER EINBLICK IN DAS LEBEN DER KHOISANIDEN

Khoisaniden beziehungsweise Buschmänner sind die direkten Nachfahren von spätsteinzeitlichen Menschen im südlichen Afrika. Sie sind Jäger und Sammler. Sie bilden zusammen mit den Hottentotten die Gruppe der Khoisan. Dieser Begriff ist abgeleitet von „Khoikhoi“ und von „San“. Khoikhoi ist die Bezeichnung der Hottentotten für sich selbst und San ist die Bezeichnung der Hottentotten für die Buschmänner. Die Bezeichnung Buschmann stammt von den holländischen Einwanderern in Südafrika und zielt auf den Umstand ab, dass sie nur von den Mitteln des Busches lebten. Sie verwenden Steine, Knochen, Holz und alles was der Busch bietet etwa für ihr bevorzugtes Jagdwerkzeug, Pfeil und Bogen. Zudem gehen sie dem Fischfang nach und ernähren sich von Muscheln. Ihre Nahrung ergänzt sich durch das Sammeln von Beeren und Wurzeln. Buschmänner können anthropologisch nicht eindeutig von anderen Bevölkerungsgruppen abgegrenzt werden. Sie sind von auffällig kleiner Statur und schlank, mit prägnanten Gesichtszügen wie hohen Wangenknochen und mandelförmigen Augen. Das am meisten herausragende Merkmal ist aber ihre Sprechweise, die durch Klick- und Schnalz-Laute gekennzeichnet ist. (Südafrikanisches Museum 1976).

Es besteht kein Zweifel daran, dass sie auch Höhlenmalereien schufen. Höhlen oder überhängende Felsen dienten den Buschmännern auch als Unterschlupf. Ihre nomadische Lebensweise bedingte aber in der Regel, dass sie sich Windschirme und Laubhütten als vorübergehende Unterkunft bauten. Bei der Jagd wurde manchmal beobachtet, dass sie Rennschuhe aus Oryxfell trugen, die Laufjagd kann sich dabei über mehr als 40 km hinziehen (vgl. Von Opel 1972).

Die Buschmänner folgen den Massenbewegungen des Wildes. Die traditionelle Kleidung des Mannes ist das Lendentuch. Bei kaltem Wetter tragen sie Mäntel und Fellmützen. Frauen tragen kleine Schürzen und einen Rock. Der Frauenmantel kann auch als Beutel verwendet werden, in dem die gesammelte Nahrung und auch ihre Säuglinge transportiert werden. Manchmal werden von beiden Geschlechtern Sandalen benutzt. Bei der Jagd auf sandigem Boden tragen die Männer manchmal besonders geformte Jagdsandalen mit einer nach unten gebogenen Spitze, die beim Laufen ein Zurückrutschen auf den Sanddünen verhinderte. Im Alltag pflegten sie jedoch eine barfußige Lebensweise (Südafrikanisches Museum 1976).

1 Einführung

Im Gegensatz zu den Buschmännern führen die Hottentotten ein Hirtenleben. Reste der Population der Buschmänner findet man heute in der nordwestlichen Kapprovinz von Südafrika, in Botswana, im Südwesten von Zambia, in Südwestafrika und in Südafrika. Alle diese Gebiete grenzen an die Kalahari Wüste. Die Kalahari ist im eigentlichen Sinn keine durchgehende, echte Wüste, ihre Vegetation ist ein Gemisch aus Gras und Busch. Bei normalen Regenzeiten hält sich ganzjährig Wasser in Pfannen und Quellen.



Abbildung 22.: Stamm der Khoi San ¹²

©Kazimierz Nowak

¹² Central South Afrika Portfolia Blog: Khoi San. URL: <http://www.centralsouthafrica.com/blog/tag/khoi-san/>
[Stand 2013-10-02]



Abbildung 23.: A reconstruction of Khoikhoi life from the South African Museum¹³
©HistoryWiz 1999-2008

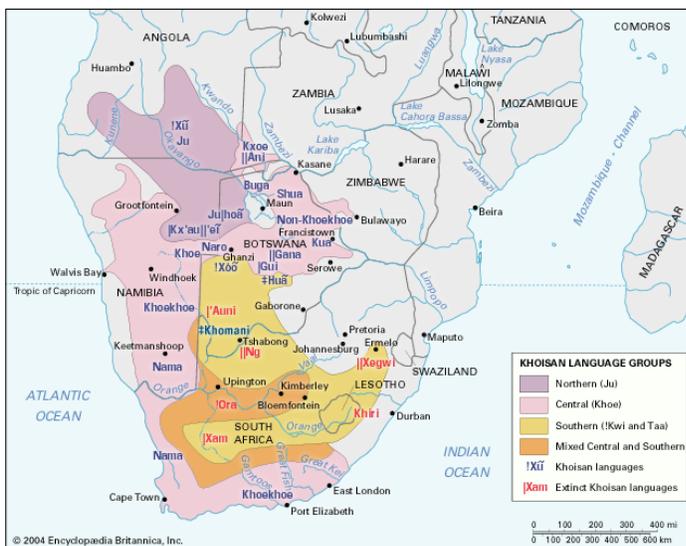


Abbildung 24.: Verteilung der unterschiedlichen Volksstämme¹⁴

¹³HistoryWiz: The Khoikoi. URL: <http://www.historywiz.com/khoisan.htm> [Stand 2013-10-02]

¹⁴ Encyclopaedia Britannica: Khoisan Languages. URL: <http://media.web.britannica.com/eb-media/91/22191-004-7DCF4EF8.gif> [Stand 2013-10-02]

2 MATERIAL UND METHODE

2.1 MATERIAL

GLADIATORENKNOCHEN UND KNOCHEN ZEITGLEICHER ADELIGER UND KHOISANIDEN-KNOCHEN:

Bei dem untersuchten Material handelt es sich um Gladiatorenknochen und Knochen zeitgleicher männlicher Adelige aus einer Grabung des Österreichischen Archäologischen Institutes in Ephesos 1981, welche als Vergleichsgruppe fungieren.

Für die Kontrollgruppe wurden Knochen aus der Sammlung von Rudolf Pöch verwendet. Rudolf Pöch hat auf seiner Forschungsreise (1907-1909) nach Südafrika die Lebensweise mehrerer einheimischer Volksstämme in der Kalahari untersucht und anhand von zusammengetragenen Materialien und Schriftstücken festgehalten. Neben Fotos, archivphonographischen Proben und kinematographischen Aufnahmen befinden sich auch Knochenfunde unter dem gesammelten Material. Dr. med. Rudolf Pöch unternahm zwischen 1907-1909 zwei Forschungsreisen unter dem Protektorat der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, welche ihn unter anderem nach Südafrika und dem heutigen Namibia führten. Pöch interessierte sich vor allem für die in der Kalahari lebenden kleinwüchsigen Restvölker. Während seiner ersten Forschungsreise 1907-1908 in die mittlere Kalahari Region traf er auf den Stamm der Hei //um, ≠ Au-nin und ≠ Gabe (Pacher 1961).

Ogleich Pöch genaue Aufzeichnungen über Fundort und Herkunft machte, ist es wahrscheinlich, dass durch den oftmaligen Transport und mehrere Bearbeitungen der Knochenfunde teilweise Vertauschungen stattgefunden haben, welche im Zuge der Bearbeitung des Materials durch Helga-Maria Pacher (1961) berichtigt wurden. Die in dieser Arbeit verwendeten Daten stammen aus der Arbeit Pachers „Anthropologische Untersuchungen an den Skeletten der Rudolf Pöch'schen Buschmannsammlung. 1. Heft: Herkunft des Sammlungsgutes, Massbefunde und Lichtbilder der Schädel“. Ogleich für die Bearbeitung der Knochen die Aufzeichnungen Pöchs als Quelle der Herkunft herangenommen wurden, sollte auf eine gewisse Fehlerunsicherheit hingewiesen werden, da zwar die meisten Knochen mit einer Erkennungsnummer versehen wurden, nicht jedoch die einzelnen Fuß- oder Handknochen. Im Zuge der Untersuchung der Sprunggelenksknochen wurden diese durch

Herannahme der verfügbaren Aufzeichnungen Pacher's eine Zuordnung für Talus und Calcaneus vorgenommen. Dies soll unter anderem eine Überprüfung und Rekonstruktion ermöglichen. Um Rückschlüsse für die unterschiedlichen Beanspruchungs- und Abnützungserscheinungen an den Knochen zu liefern soll an dieser Stelle kurz auf die Lebensumstände der untersuchten Gruppen eingegangen werden.

In **Tabelle 1** werden die untersuchten Tali und Calcanei mit Fundort, ungefährem Alter, Geschlecht und Erhaltung aufgeführt.

Tabelle 0.1.: Folgende Individuen wurden für die Auswertung herangezogen:

S3	Fundgebiet mittlere Kalahari, Oas auf der Farm Zachas, Buschmann Stamm der ≠ Gabe namens Aukwes † 1905, männlich, adult
S4	Fundgebiet Groot Kibi, Koranna-Hottentotte, männlich, adult
S7	Fundgebiet Groot Kibi, Koranna-Hottentotte, männlich, adult
S8	Fundgebiet Groot Kibi, Koranna-Hottentotte, weiblich, adult
S10	Fundgebiet Kalahari, Oas auf der Farm Zachas, Masarwa-Buschmann, männlich, matur
S23	*k.A.
S26	Fundgebiet Zoutpan, Kattea-Buschmann, weiblich, adult
S29	Fundgebiet Nooitgedagt, Buschmann-Neger-Mischling, männlich, adult, (nur rechter Calcaneus vorhanden)
S47	Fundgebiet Valse Pan bei / Kuris, Nu-Buschmann, weiblich, matur
S49	Fundgebiet Witkop, Buschmannmischling, weiblich, matur
S50	Fundgebiet Middleputz, Buschmannmischling, weiblich, juvenil
S51	Fundgebiet Kuhukoop, Buschmannmischling, weiblich, adult, (nur linker Talus vorhanden)

2 Material und Methode

S52	Fundgebiet Kuhukoop, Buschmannmischling, weiblich, adult
S53	Fundgebiet Kuhukoop, Buschmannmischling, männlich, matur
S56	Fundgebiet Gordania-Distrikt, Buschmann oder Buschmannmischling, männlich, adult
S57	Fundgebiet Gordania-Distrikt, Buschmann oder Buschmannmischling, weiblich, adult
S66	Fundgebiet Gordania-Distrikt, Buschmann-(Europäer?)mischlings, männlich, matur (nur rechter Talus vorhanden)
S68	Fundgebiet Gordania-Distrikt, Buschmann oder Buschmannmischling, männlich, adult
S82	*k.A.
S83	*k.A. (weder linker noch rechter Talus und Calcaneus erhalten)
S94	(linker Talus und Calcaneus aufgrund des Verwesungszustandes noch zusammenhängend)
S96	Fundgebiet Maneering, Native Reserve, männliches Individuum, senil
S98	Fundgebiet Kurumadistrikt, stark verwittertes Skelett eines weiblichen Individuums, adult
S101	Fundgebiet Gampede, Buschmann, weiblich, adult
S102	Fundgebiet Kalahari, Buschmann, weiblich, adult
S103	Fundgebiet Kalahari, Buschmann, männlich, juvenil, (nur linker Talus und Calcaneus erhalten)

*k.A. – keine Angaben

Daten-Quelle: PACHER, H.M. (1961). *Anthropologische Untersuchungen an den Skeletten der Rudolf Pösch'schen Buschmannsammlung. 1. Heft: Herkunft des Sammlungsgutes, Massbefunde und Lichtbilder der Schädel.* Österreichische Akademie der Wissenschaften, Serie A: Physische Anthropologie, Bd. XII: 1-12. In Kommission bei RM Rohrer.

2.2 METHODE

Für die fotografische Dokumentation der Knochen wurde ein digitaler Fotoapparat der Marke Nikon J1 mit Objektiv Leica Makro-Elmarit-R 1:2,8/60 und Adapter Novoflex NIK1/LER auf einem Repröstativ Kaiser VR mit Normlichtbeleuchtung verwendet.

Die anschließende Bearbeitung der Bilder erfolgte mit Adobe Photoshop CS6 für Windows im tiff.-Format beziehungsweise als psd.-Datei. Die statistische Auswertung erfolgte mit Excel 2010.

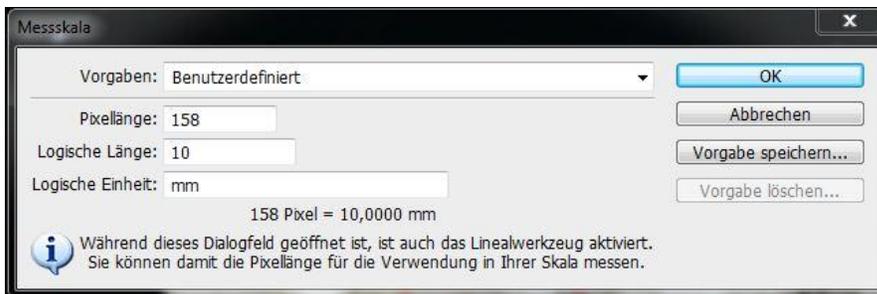
Die Vorgangsweise im Photoshop für die Bearbeitung der Bilder wurde folgendermaßen durchgeführt. Das Bild in seiner Hintergrundebene wurde kopiert und diente als Bearbeitungsebene, das Originalbild blieb unverändert für Kontrollzwecke erhalten. Die zu markierenden Flächen wurden in eigenen Ebenen mit dem Malstift mit einer Transparenz von 23% entlang der Konturen nachgezogen und anschließend mit dem Füllwerkzeug mit der gleichen Transparenz ausgefüllt. Dies deshalb um feststellen zu können, ob die Gelenksflächen in ihrer Gänze erfasst werden konnten. Von dieser Ebene wurde ein weiteres Duplikat erstellt und der nicht zur Fläche gehörende Bereich wurde mit dem Radiere Werkzeug entfernt. Die Messstrecken wurden ebenfalls auf einer eigenen Ebene mit dem Linienzeichner-Werkzeug mit einer Strichstärke von 0,05cm eingezeichnet. Nach dem Einfärben wurden die Bilder berechnet.



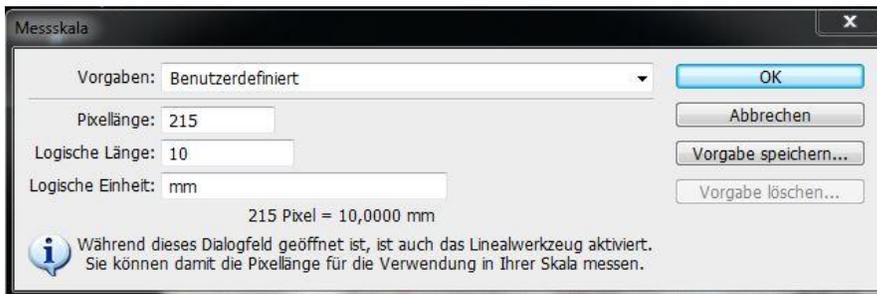
2 Material und Methode

Anschließend wurden in den jeweiligen Ebenen mit dem Zauberstab-Werkzeug die Flächen mit einer Aufnahmegröße 5x5 Pixel Durchschnitt mit der Toleranz 5 und den Einstellugen „Glätten und Benachbart“ ausgewählt und berechnet. Dazu wurde im Anwendungsmenü → Bild → Analyse → Messskala festlegen → Benutzerdefiniert – wurden jeweils für die Gladiatoren und für die Khoisaniden Messungen folgende Eichungen vorgenommen:

Messskala-Gladiatoren:



Messskala-Khoisaniden:



Die Messungen wurden mit der Option im Anwendungsmenü → Bild → Analyse → Messung aufzeichnen festgehalten und anschließend als Text Datei in Excel exportiert.

Die Augewählten Flächen und Messstrecken in den einzelnen Ansichten von Talus und Calcaneus werden nachstehend in Bildbeispielen gezeigt:



Abbildung 25.: *Rechter Calcaneus von plantar.*

An der plantaren Seite des Calcaneus wurden zwei Flächen festgelegt (Abb. 16). Am Tuber calcanei wurde dessen ventral sichtbarer Anteil als F1 definiert. Die Unterseite des Calcaneus wurde als F2 definiert. Sie erstreckt sich von der Grenze der Fläche F1 am Tuber calcanei bis zum Ansatz des Ligamentum calcanei cuboidei plantare Gelenksfläche. Als seitliche Begrenzung wurden die Kanten am Übergang zur medialen und lateralen Seitenfläche des Calcaneus festgelegt.

Weiters wurden zwei Messstrecken, a1 und a2, definiert. Die Endpunkte der Messstrecke a1 liegen einerseits am Unterrand des Tuber calcanei an dessen tiefsten medial gelegenen Punkt, andererseits auf der Längsachse des Calcaneus projektivisch bis zum ausladendsten Punkt des Processus medialis tuberis calcanei. Die Messstrecke a2 setzt die Messstrecke a1 fort und führt projektivisch bis zum auslandendsten Punkt des Processus lateralis tuberis calcanei.

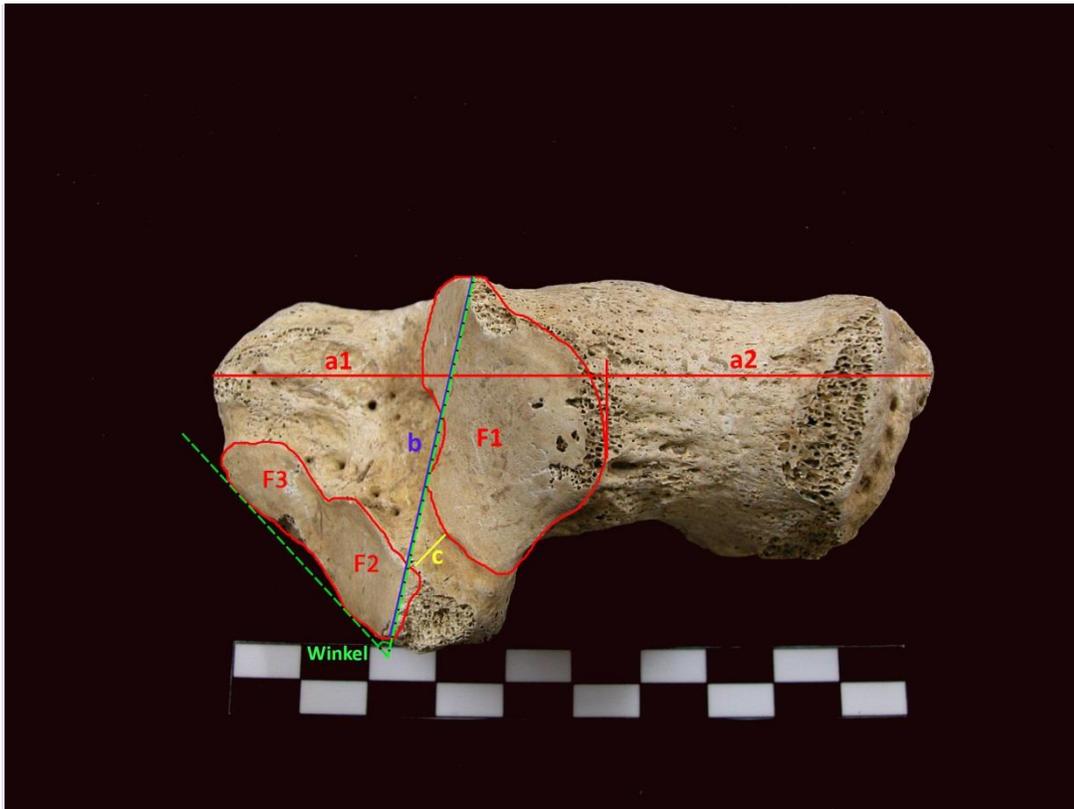


Abbildung 26.: *Rechter Calcaneus von cranial.*

Abbildung 17 zeigt den rechten Calcaneus von oben. F1 wurde durch die sichtbare Grenze der Facies articularis talaris posterior definiert. Analog hierzu wurden die Flächen F2 durch den Rand der Facies articularis talaris media und F3 durch den Rand der Facies articularis talaris anterior festgelegt.

Die Messstrecke a1 entspricht dem Maß 5a. Lastarmlänge nach Bräuer (1988) und damit der load arm length nach Steele (1976) und stellt die projektivische Entfernung des hintersten Punktes der Facies articularis talaris posterior von dem am meisten vorn und oben gelegenen Punkt der Facies articularis cuboidea dar. Die Messstrecke a2 entspricht der Kraftarmlänge nach Steele (1976).

Die Endpunkte der Messstrecke b sind die am weitesten ausladenden Punkte des lateralen Randes der Facies articularis talaris posterior und des medialen Randes der Facies articularis talaris medialis.

Die Messstrecke c definiert die engste Stelle des Sulcus calcanei.

Ausgehend vom projektivisch ausladendsten Punkt der Facies articularis talaris posterior und medialis wurde der Winkel ermittelt.



Abbildung 27.: *Rechter Calcaneus von hinten*

Abbildung 18 zeigt den rechten Calcaneus mit seinem Tuber calcanei in der Hinteransicht, die in drei Flächen (F1, F2 und F3) unterteilt ist. An der Grenze zwischen F1 und F2 inseriert der M. triceps surae mit seiner Achillessehne. Die Fläche F2 entspricht der Bursa tendinis calcanei und die Fläche F3 entspricht dem Rest der Hinteransicht.

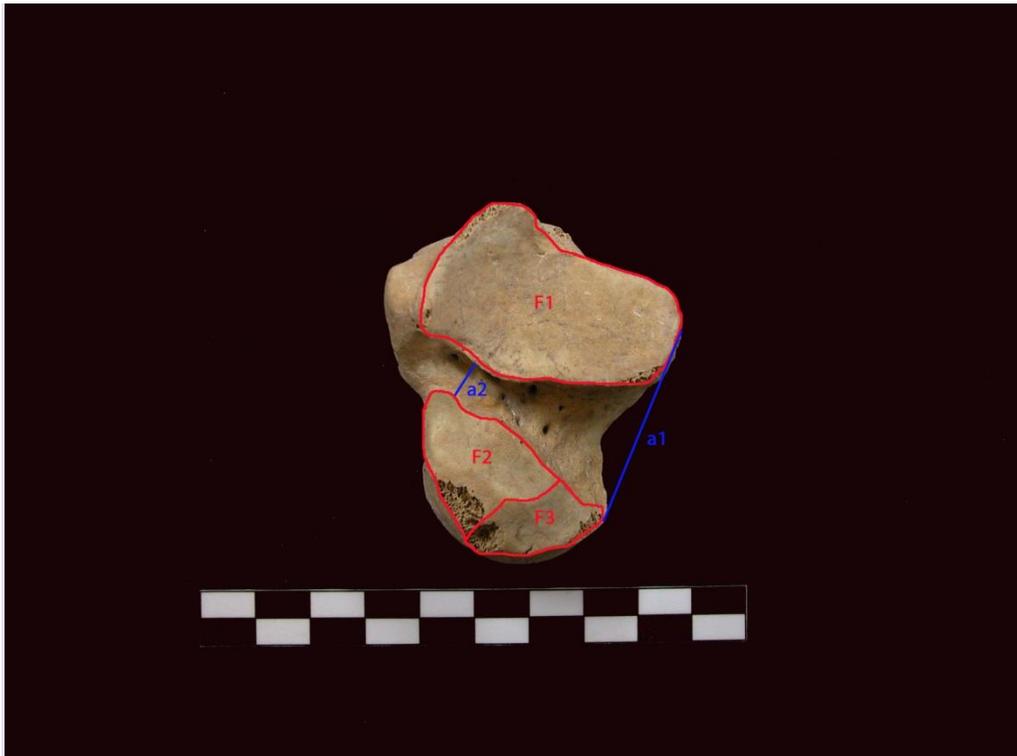


Abbildung 28.: **Rechter Talus von unten**

Die Abbildung 19 zeigt den rechten Talus in plantarer Ansicht. Die Fläche F1 entspricht der Facies articularis calcanea posterior. F2 entspricht der Facies articularis calcanea media und F3 der Facies articularis calcanea anterior.

Die Messstrecke a1 bezeichnet die weiteste Öffnung des Sulcus tali, die Messstrecke a2 dessen engste Stelle.

3 ERGEBNISSE

Im Anhang befinden sich in Excel Listen zusammengefasst alle Messwerte gegliedert nach dem Datei-beziehungsweise Dokumentennamen des betreffenden in Photoshop bearbeiteten Bildes. Die Spalten gliedern sich in die Anzahl der jeweiligen Messfläche in Fläche, Umfang, Höhe, Breite und der Maßzahl für die Kreisförmigkeit. Weiters ist noch die Beschriftung und die Länge der einzelnen Messstrecken und der Winkel angegeben. In Tabelle 2 werden zur besseren Übersicht die Mittelwerte der wichtigsten Messergebnisse mit ihrer Standardabweichung von Talus und Calcaneus der Khoisaniden (Buschmänner) nach Geschlecht und Seite getrennt, ebenso wie diejenigen der Gladiatoren. Angeführt sind beim Talus die Gesamtfläche in der Ansicht von unten (GesFl) und die Fläche F1 (entspricht der Facies articularis calcanea posterior), darauf folgt die Maßzahl für die prozentuellen Anteile dieser Fläche an der Gesamtfläche. In der nächsten Spalte befinden sich die Mittelwerte der Flächen F2 und F3, wobei F2 der Facies articularis calcanea media und die Fläche F3 der Facies articularis calcanea anterior entspricht. Als Beispiel für eine Messstrecke wird die weiteste Öffnung des Sulcus tali (a1) und mit a2 dessen engste Stelle bezeichnet. Die letzte Spalte beinhaltet den prozentuellen Anteil der Strecke a2 und a1.

Die für den Calcaneus beispielhaft angegebenen Ergebnisse gliedern sich folgendermaßen: In der ersten Spalte sind die Werte der beiden gemessenen Flächen an der Plantarseite (siehe dazu in Kapitel Methodik) angeführt. Die nächste Spalte F1 beinhaltet die von unten sichtbare Fläche des Tuber calcanei, darauf folgt der prozentuelle Anteil dieser Fläche an der Gesamtfläche. In einer weiteren Spalte sind die Messergebnisse der Gesamtfläche von cranial angeführt, nur die Fläche der Facies articularis talaris posterior wird hier separat ausgewiesen. Die letzten beiden Spalten beinhalten die zusammengefassten Flächen Facies articularis talaris media und anterior.

3 Ergebnisse

Tabelle 2.:

	GesFI	F1	%	F2uF3	%	a1	a2	%
Talus links BM_männlich								
MW	3667,3	1308,7	35,7	1365,5	37,3	47,0	6,6	14,0
STD	1079,8	385,8		680,7		10,5	1,0	
Talus rechts BM_männlich								
MW	3879,5	1524,9	39,3	1311,6	33,8	43,6	6,7	15,4
STD	1224,1	417,7		835,8		11,1	1,9	
Talus links BM_weiblich								
MW	2699,5	994,8	36,8	1038,8	38,5	39,9	4,5	11,3
STD	306,3	178,6		305,9		5,9	0,4	
Talus rechts BM_weiblich								
MW	2736,6	952,8	34,8	1115,4	40,8	38,2	4,2	10,9
STD	368,6	374,8		133,3		4,9	1,1	
Talus links G								
MW	1476,4	685,6	46,4	422,8	28,6	29,8	4,0	13,4
STD	356,6	145,4		130,0		3,8	1,1	
Talus rechts G								
MW	1386,1	666,9	48,1	411,2	29,6	25,3	2,9	11,5
STD	233,2	64,8		121,7		1,9	1,0	

	GesFl	F1	%	F2uF3	%	a1	a2	%
Calcaneus links								
BM_männlich								
MW	4496,5	1491,4	33,2	4041,8	772,2	19,1	1892,1	46,8
STD	252,9	193,4		130,2	245,9		683,0	
Calcaneus rechts								
BM_männlich								
MW	4148,2	1249,2	30,1	3981,3	1207,6	30,3	1220,4	30,7
STD	1234,9	196,7		1301,6	428,3		768,0	
Calcaneus links								
BM_weiblich								
MW	3675,2	1273,4	34,7	3534,2	1102,5	31,2	958,0	27,1
STD	1277,4	388,9		1191,3	404,1		409,0	
Calcaneus rechts								
BM_weiblich								
MW	3015,3	1159,7	38,5	2665,3	1138,4	42,7	701,0	26,3
STD	444,2	212,1		76,5	207,5		35,1	
Calcaneus links								
G								
MW	1977,6	812,3	41,1	1465,7	390,6	26,7	659,7	45,2
STD	302,6	125,4		215,2	243,8		6,2	
Calcaneus rechts								
G								
MW	2551,0	983,9	38,6	1960,8	824,1	42,1	360,6	18,4
STD	326,8	164,7		313,2	57,5		80,2	

4 DISKUSSION

Bezüglich des ersten Metatarsophalangalgelenkes ist bekannt, dass die Belastung an diesem Gelenk am stärksten bei barfüßiger Fortbewegung ist. Eine unphysiologische Belastung in diesem Gelenk tritt durch eine exzessive Pronation des subtalaren Gelenkes, beim Tragen von Schuhen mit hohen Absätzen oder allgemein bei degenerativen Arthrosen auf. Eine diesbezüglich durchgeführte Studie ergab, dass der Extensionswinkel 62° betrug (bei einer Standardabweichung von 7,8 mit einem 95% Konfidenzintervall zwischen $58,6$ bis 65°). Bei der Verwendung von Plimsolls (Sneaker, flacher Turnschuh) betrug dieser Winkel 55° (Standardabweichung 6,35 mit einem 95% Konfidenzintervall von $52,6$ zu $57,85^\circ$ (Kilmartin 1991). Mechanische Modelle, die Stressfrakturen im Metatarsalbereich studierten, zeigten eine hohe Inzidenz beim Metatarsale II und III, weil hier die höchsten Kräfte auftraten ($341,1\text{N}$ und $279,1\text{N}$). Der auftretende Stress war beim Metatarsale II $6,9\text{x}$ höher als beim I Metatarsale. Bei einer Untersuchung von 320 Leichtathleten wiesen 69% Stressfrakturen auf. Die am meisten betroffene Region war die Tibia in 52% der Fälle, gefolgt vom Metatarsale I (19%). Bei den Frakturen im Metatarsalbereich war in 39% der Fälle das Metatarsale II und in 41% der Schaft des Metatarsale III betroffen (Gross 1989). Die häufigste Lokalisation von Stressfrakturen bei Balletttänzern ist die Basis des Metatarsale II. Es erfolgte zum ersten Mal eine Beschreibung die diese Frakturen auf den normalen Berufsalltag zurückführt und nicht auf überbordendes Training, Fehlernährung oder verzögerte Menarche. So wurden bei 51 professionellen Balletttänzern insgesamt 64 Frakturen festgestellt (O'Malley 1996). Eine Untersuchung der Ephyphysitis am Calcaneus bei 20 Jugendlichen ergab, dass bei 80% ein Fersenschmerz auftrat. Da durch radiologische Untersuchungen keine Weichteilaffektionen darstellbar sind, wurden dementsprechend keine Röntgenbilder angefertigt. Das Durchschnittsalter betrug 11,2 Jahre. Alle Betroffenen betrieben mindestens vier Tage pro Woche Laufsport über die normale Schulaktivität hinaus. Die Schmerzen traten im Durchschnitt für eine Dauer von 5,5 Monate auf. Die häufigsten Affektionen betrafen Entzündungen des Schleimbeutels der Achillessehne (McKenzie 1981). Generell gilt, dass Messungen der Inversion und Eversion des Calcaneus während des Gehens sehr eingeschränkt sind, wenn das Individuum Schuhwerk trägt. Dementsprechende Analysen ergaben, dass bei einer

barfüßigen Lokomotion die Innenrotation der Tibia maximal war. Dies wurde anhand von zweidimensionalen Video-Aufnahmen und Markierungspunkten an Unterschenkel und Ferse festgestellt (Cornwall 1995: 339).

„The result of this study indicates that rearfoot and transverse tibial rotation during the stance phase of gait are significantly related to each other. In addition, the case studies presented in this paper illustrate that the tibial pointer device can be used effectively to look at the efficacy of footwear as well as foot orthotic devices within a shoe.“(Cornwall 1995: 344)

Larsen (1999) beschreibt Studien, wonach Probanden, die in Gebieten mit mehr Sonneneinstrahlung und höheren Temperaturen leben, einen geringeren Prozentsatz an Osteoarthritis aufwiesen als Vergleichsprobände aus Gebieten mit geringerer Sonneneinstrahlung.

So ist laut Larsen (1999) der Prozentsatz an Osteoarthritis besonders in den gewichtstragenden Gelenken bei Übergewichtigen höher als bei Normalgewichtigen. Interessant ist auch, dass laut Larsen innerhalb der Übergewichtigen eine weitere Differenzierung erfasst werden konnte. So hatten übergewichtige Frauen einen höheren Anteil an Osteoarthritis im Knie als die männlichen Individuen der Studie.

Es gibt unterschiedliche Marker (siehe Abb. 31), die aufgrund der hockenden Haltung am Knochen erkennbar sind, wie etwa die Poirie'sche Facette, die Martin's Facette, die interkondylare Linie und die Abflachung des Condylus Femoralis, die Abrundung des hinteren Abstandes der lateral-tibialen Condylus und die quadrizipidale Rinne der Tibia (Boullse 2001).

Ergebnisse einer Studie von D.A. Greene et al. im Jahre 2005 über die Auswirkung von körperlicher Aktivität auf den BSI (Bone Strenght Index) adoleszenten Mädchen (16-jähriger) haben gezeigt, dass

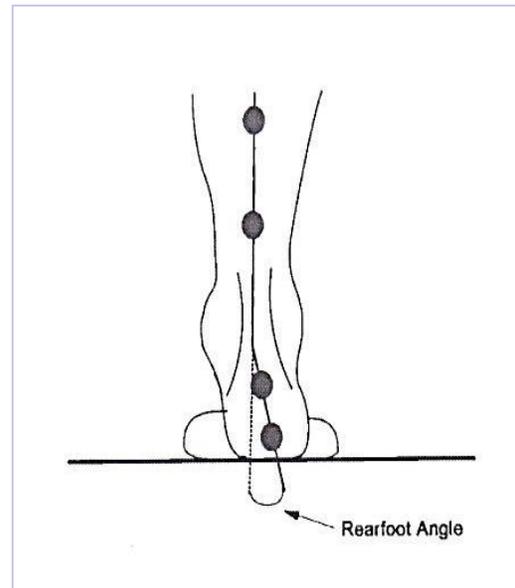


Abbildung 29.: Drawing of the position of the reflective markers and the rearfoot angle calculated from two-dimensional video image.

(Cornwall,McPoil 1995: 339)

4 Diskussion

mechanische Beanspruchung sich positiv auf Knochenaufbau und Knochendichte der Probanden auswirkten. So konnte anhand der Studienergebnisse gezeigt werden, dass die Athletinnen, welche gewichtsbeanspruchende Sportarten wie etwa Laufen praktizierten, einen höheren BMI als Athletinnen, welche gewichtstützende Sportarten, wie Schwimmen oder Radsport aufwiesen als die Vertreter der Referenzpopulation, welche keiner sportlichen Aktivität nachgingen (Greene et al. 2005: 622-626).

Eine Studie an 200 Läufern des dritten Münster Marathon 2004 (Nagel et al. 2006)

ergab, dass es einen signifikanten Unterschied bei den Läufern vor und nach dem Absolvieren des Marathons gab. Für die Belastungsmessungen wurden die Läufer vor und nach dem Marathon barfuß gehend gemessen. Die Maximalbelastung lastete laut den Studienergebnissen zum größten Teil auf den Köpfen der Metatarsalknochen 2-5 und in geringerem Ausmaß auf der Zehenregion. Man stellte also eine erhöhte Vorfußbelastung im Vergleich zu einer verringerten Belastung der Zehenregion bei den Probanden fest. Die Belastung verlagert sich laut Studie also von den Zehen zu den Metatarsalköpfen des belasteten Fußes. Interessant an der Studie ist auch der Schluss, dass orthopädische Einlagen und oder die Art des Laufschuhs kaum Einfluss auf den Bogenindex oder das plantare Druckmuster hatten. Dies lässt auf eine gesteigerte Beanspruchung der metatarsalen Knochen schließen, was einen Grund für das vermehrte Auftreten von metatarsalen „Stress“ Frakturen in Langstreckenläufern erklären könnte.

Auch Hockenbury (1999) kommt zu dem Ergebnis, dass bei Athleten, welche Sportarten wie Laufen oder Springen betreiben, ein hohes Risiko an Vorfuß-Frakturen durch chronische Überbelastung auftritt. So sind Stressfrakturen des Metatarsus gerade bei diesen Athleten keine Seltenheit.

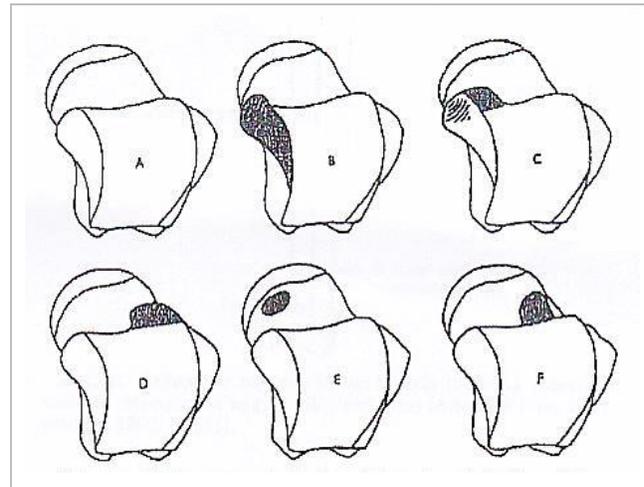


Abbildung 30.: **Unterschiedliche Morphologien des Talus.** A – Talus ohne spezifische Variation. B – Vorwärtsverlängerung der medialen Gelenkfläche. C – Mediale Extension der Trochlearfläche. D – Laterale Extension der Trochlearfläche. E – Mediale Hocker-Facette (Adaptiert von Barnett, 1954: 510).

(Boulle 2001)

Eine Langzeitstudie, welche sich über 15 Jahre und zwei Generationen erstreckte und anthropometrische Veränderungen untersuchte, ergab im Hinblick auf die Körperform („sport morphological optimization“, Norton 2001) von Wasserpolospielern schmalere Hüften und breitere Schultern, der BMI blieb gleich, aber das Muskel-Fett-Verhältnis stieg an.

Bei einer fünf Jahre andauernden Follow-Up-Studie bei älteren Männern und Frauen in Finnland wurde festgestellt, dass der BMD (Bone Mineral Density) und deren Anstieg im Calcaneus eine Verringerung der Frakturrisikos zeigten (Cheng 1997).

Andere Studien (vergl. Brahm et al. 1997: 448 - 454) an Läufern behandeln die Frage, ob Training ebenso einen negativen Effekt auf Knochendichte und Knochenaufbau hat. Wie zu erwarten zeigten die Studienergebnisse, dass Ausdauerläufer eine höhere Knochendichte u.a. in den Beinen, im Bereich des Ward'schen Dreieckes, am Trochanter und am Femurhals als Vergleichsgruppen mit kaum oder keiner sportlichen Betätigung aufweisen. Viel interessanter ist jedoch, dass es einen Unterschied in der Knochendichte innerhalb der Läufer gab. So hatten Läufer, welche weniger exzessiv trainierten eine höhere Knochendichte (BMD) als Läufer, welche mehr Stunden in ihr Training investierten. Eine negative Korrelation zwischen aufgewendeten Trainingsstunden pro Woche und dem gemessenen BMD Wert konnte festgestellt werden.

Eine Studie von gesunden prämenopausalen Japanerinnen zeigte, dass eine tägliche Bewegung von mindestens 10,000 Schritten einen positiven Einfluss auf die Knochendichte hat und zeigt somit, dass selbst ein gewisses Maß an körperlicher Bewegung sich positiv auf den BMD auswirkt (Shibata et al. 2003).

Eine japanische Studie (vergl. Shono 2000) an gesunden jungen (22-33 Jahre) und Männern im mittleren Alter (45-59 Jahre) ergab, dass sich sportliche Aktivität und ein höherer BMI positiv auf die Knochendichte auswirkt. Laut dieser Studie wirkt sich erhöhter Alkoholkonsum negativ bei den jungen Probanden aus. Bei der Vergleichsgruppe der Probanden im mittleren Alter zeigte sich eine negative Korrelation zwischen abdominalem Fett und Knochendichte. Positiv hingegen scheint sich Muskelkraft in den Beinen bei der Vergleichsgruppe der älteren Probanden auf die Knochendichte auszuwirken.

Eine Studie an 37 gesunden, postpubertären High-School Mädchen zwischen 14 und 24 über einen Zeitraum von 4 Monaten zeigte einer Veränderung u.a. der Steifigkeit (SI, „stiffness index“) des Os Calcaneum durch Sport. Dazu wurden drei Gruppen – häufiges Training (HV), wenig häufiges Training (LV) und die Kontrollgruppe – gebildet. Dabei stellte sich ein deutlicher Unterschied zwischen der HV

4 Diskussion

und der Kontrollgruppe heraus und ein geringer Unterschied zwischen der LV und der Kontrollgruppe (Arnett et. al 2002: 1913-1918).

In einer Studie von Seeman (1997) wurden Unterschiede hinsichtlich der Knochendichte und Osteoporose in Bezug auf Geschlecht, Ethnie und Alter der Probanden untersucht. Forschungsobjekt waren afro-amerikanische und kaukasischen Frauen (pre- und postmenopausal) und Männer. Durch die Studie wurde deutlich, dass Osteoporose generell seltener bei afroamerikanischen Probanden auftritt, wobei jedoch Osteoporose bei den weiblichen Probanden häufiger vorkommt als bei der kaukasischen Vergleichsgruppe. In der kaukasischen Vergleichsgruppe wiesen Frauen ebenfalls einen höheren Anteil an Osteoporose als Männer. Seeman kommt zu dem Schluss, dass die Afroamerikaner einen niedrigeren Oberfläche/Knochenvolumen Anteil haben als Kaukasier. Seemann nimmt daher an, dass dies den Grund für den niedrigeren Knochenumsatz (bone turnover) darstellt.

Die kniende Position mit Hyperdorsiflexion der Zehen wird im Gegensatz zur Hyperdorsiflexion der Metatarsal-Phalangeal-Gelenke der Zehen beim Laufenden oder Gehen länger eingehalten.

Durch diese Mehrbeanspruchung der Gelenke bilden sich charakteristische Veränderungen der Gelenksflächen aus.

Was nun die gewonnenen Ergebnisse in dieser Diplomarbeit betrifft sind bei den Khoisaniden sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen Seitenunterschiede zu erkennen. Dies zum Beispiel beim prozentuellen Anteil der Fläche F1 (Facies articularis calcanea posterior) an der Gesamtfläche des Talus bei den männlichen Individuen der Khoisaniden ist eine stärkere Seitendifferenz (rechts 39,3% zu links 35,7%) zu beobachten, bei den weiblichen Individuen ist dieser Unterschied hingegen nicht so starke Ausprägung (rechts 34,8% zu links 36,8%) zu erkennen. Die Verhältnisse bei den Gladiatoren hingegen zeigen einen eindeutig anderen Trend, hier ist der Anteil rechts mit 48,1% und links mit 46,4% deutlich größer als bei der Kontrollgruppe der Khoisaniden. Ein ebenso deutlich ausgeprägter Unterschied, der die Gruppe der Gladiatoren hier auszeichnet, ist der wesentlich kleinere Anteil der Flächen F2 und F3 (Facies articularis calcanea media und anterior) mit 29,6% rechts und 28,6% links, was ausgewogene Seitenverhältnisse beschreibt. Dies gilt auch für die weiblichen Individuen der Kontrollgruppe der Khoisaniden, die rechts, 40,8% und links 38,5% aufwiesen. Hingegen ist bei den Männern dieser Gruppe eine deutliche Seitendifferenz zu beobachten. Der Anteil rechts liegt mit 33,8% wesentlich niedriger als links mit 37,3%. Betreffend der Messstrecken a1 und a2, die die weiteste und engste Öffnung des Sulcus tali beschreiben, zeigt sich, dass die Männer der Kontrollgruppe bei der

Strecke a1 den höchsten Mittelwert mit 47,0 und einer Streuung von 10,5 aufwiesen, die Gladiatoren hingegen haben den niedrigsten Wert, sogar niedriger als die Frauen der Kontrollgruppe der Khoisaniden mit einem Mittelwert rechts von 25,3 und einer äußerst geringen Streuung von 1,9 und links mit 29,8 und einer Streuung von 3,8 aufweisen.

Das kann dahingegen interpretiert werden, dass die Gladiatoren eine relativ einheitliche Körpergröße und eine gleiche körperlich athletische Statur aufwiesen, wohingegen bei der Kontrollgruppe auch alte und junge Individuen die höhere Streuung bewirken.

Bezüglich des Calcaneus und des prozentuellen Anteils der Facies articularis talaris posterior liegt diese Wert bei den Gladiatoren bei 42,1%, bei den Frauen der Kontrollgruppe bei 42,7%. Bei den Männern der Kontrollgruppe hingegen gibt es einen deutlichen Seitenunterschied, der rechts besonders ausgeprägt ist genauso wie bei den Gladiatoren. Die Übereinstimmungen zwischen den Gladiatoren und den weiblichen Individuen der Kontrollgruppe könnten dahin begründet sein, dass beide Gruppen einer gleichmäßigen Belastung ausgesetzt waren.

5 LITERATURVERZEICHNIS

ARNETT, M. G., LUTZ, B. (2002). Effects of rope-jump training on the os calcis stiffness index of postpubescent girls. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(12): 1913-1919.

BANDAK, F. A., TANNOUS, R. E., TORIDIS, T. (2001). On the development of an osseoligamentous finite element model of the human ankle joint. *International journal of solids and structures*, 38(10): 1681-1697.

BECK, T. J., RUFF, C. B., SHAFFER, R. A., BETSINGER, K., TRONE, D. W., BRODINE, S. K. (2000). Stress fracture in military recruits: gender differences in muscle and bone susceptibility factors. *Bone*, 27(3): 437-444.

BENNINGHOFF, A., DRENCKHAHN, D. (2002). *Makroskopische Anatomie, Histologie, Embryologie, Zellbiologie*, Band 1, 16. Auflage. München und Jena: Urban & Fischer Verlag, Elsevier GmbH.

BORGES MACHADO, D. (1999). Zur Plantardruckverteilung im Kindesalter: Einfluß von Schuhwerk. Dissertation, Universität Konstanz.

BOULLE, E. L. (2001). Evolution of two human skeletal markers of the squatting position: A diachronic study from antiquity to the modern age. *American Journal of Physical Anthropology*, 115(1): 50-56.

BRAHM, H., STRÖM, H., PIEHL-AULIN, K., MALLMIN, H., LJUNGHALL, S. (1997). Bone metabolism in endurance trained athletes: a comparison to population-based controls based on DXA, SXA, quantitative ultrasound, and biochemical markers. *Calcified Tissue International*, 61(6): 448-454.

BRÄUER, G. (1988). 2. Osteometrie. In: KNUSSSMANN, R. (Hg) (1988). *Band I. Wesen und Methoden der Anthropologie. 1. Teil. Wissenschaftstheorie, Geschichte, morphologische Methoden.* Stuttgart: G. Fischer Verlag, S. 226.

CORNWALL, M. W., McPOIL, T. G. (1995). Footwear and Foot Orthotic Effectiveness Research: A New Approach. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 21 (6): 337-344.

DRENCKHAHN, D., ECKSTEIN, F. (2002): 5.5 Untere Extremität. In: BENNINGHOFF, A., DRENCKHAHN, D. (2002). *Makroskopische Anatomie, Histologie, Embryologie, Zellbiologie*, Band 1, 16. Auflage. München und Jena: Urban & Fischer Verlag, Elsevier GmbH.

FRANK, M., BAUWENS, K., EKKERNKAMP, A. (2009). Frakturen des oberen Sprunggelenkes. *Der Orthopäde*, 38. Jg., 10: 981-996.

FROST, H. M. (2000). The Utah paradigm of skeletal physiology: an overview of its insights for bone, cartilage and collagenous tissue organs. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 18(6): 305-316.

- GIERSE, H.** (1976). The cancellous structure in the calcaneus and its relation to mechanical stressing. *Anatomy and Embryology*, 150(1): 63-83.
- GRAUMANN, W., SASSE, D.** (Hg.) (2004). *Compact Lehrbuch Anatomie 2 Bewegungsapparat*. Schattauer Verlag, Stuttgart.
- GREENE, D. A., NAUGHTON, G. A., BRIODY, J. N., KEMP, A., WOODHEAD, H., CORRIGAN, L.** (2005). Bone strength index in adolescent girls: does physical activity make a difference? *British Journal of Sports Medicine*, 39(9):622-627.
- GROSS, T. S., BUNCH, R. P.** (1989). A mechanical model of metatarsal stress fracture during distance running. *The American Journal of Sports Medicine*, 17 (5), 669-674.
- HAGENA, F.-W., CHRIST, R., KETTRUKAT, M.** (2003). Die Endoprothese am oberen Sprunggelenk. *FussSprungg*, 1: 48-55.
- HELLIGE, R., GRETENKORD, K., TILLMANN, B.** (1981). Funktionelle Anatomie des oberen und unteren Sprunggelenkes. *Orthop Prax*, 4, 299-304.
- HIORT, O., DANNE, T., WABITSCH, M.** (Hg.) (2010). *Pädiatrische Endokrinologie und Diabetologie*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- HOCKENBURY, R. T.** (1999). Forefoot problems in athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(7): 448-458.
- JUNKELMANN, M.** (2000). *Das Spiel mit dem Tod. So kämpften Roms Gladiatoren*, Mainz am Rhein: von Zabern
- KILMARTIN, T. E., WALLACE, A. W., HILL, T. W.** (1991). Orthotic Effect on Metatarsophalangeal Joint Extension. A Preliminary Study. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 81: 414-417.
- KIRSCH, J., MAY, A., LORKE, D., WINKELMANN A., SCHWAB, W., HERMANN, G., Funk, R.** (2011). *Taschenlehrbuch Anatomie*, Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- KLINKE, R., PAPE, H.-C., SILBERNAGL, S.** (2005). *Physiologie*. 5. Auflage, Stuttgart: Thieme Verlag.
- KRAMER, D. I. J., SCHEURECKER, G., RUTHMANN, E., STELZL, R.** (2011). Sprunggelenk. *Arthroscopie*, 24(2): 141-149.
- KRUMMER, B.** (2005). *Biomechanik, Form und Funktion des Bewegungsapparat*. Köln: Deutscher Aezte-Verlag.
- KUNDE, S., STERZING, T., MILANI, T. L.** (2009). Der Einfluss von Körperposition und sportlicher Aktivität auf die Fussdimension. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 60. Jg., 4: 90.
- LARSEN, C. S.** (1999). *Bioarchaeology: interpreting behavior from the human skeleton* (Vol. 21). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

5 Literaturverzeichnis

McKANZIE, D.C., TAUNTON, J. E., CLEMENT, D. B., SMART, G. W., McNICOL, K. L. (1981). Calcaneal Epiphysitis in Adolescent Athletes. *Canadian Journal Applied Sport Sciences*, 6: 123-125.

MORRISON, W. B. (2003). Magnetic resonance imaging of sports injuries of the ankle. *Top Magn Reson Imaging*, 14(2): 179-197.

MÜNZENBERG, K. J. (1998). *Orthopädisches Schuhwerk: Konstruktion-Indikation-Musterrezepte*. Darmstadt, Steinkopf: Springer Verlag.

NIINIMÄKI, S. (2011). What do Muscle Marker Ruggedness Scores actually tell us? *Int J Osteoarchaeol*, 21: 292-299.

NIINIMÄKI, S. (2012). The relationship between Musculoskeletal Stress Markers and biomechanical properties of the humeral diaphysis. *Am J Phys Anthropol*, 147: 618-628.

NORTON, K., OLDS, T. (2001). Morphological evolution of athletes over the 20th century: causes and consequences. *Sports Med*, 31: 763-83.

OBERLEITHNER, H. (2009). 11.7.1 Calcium im Extrazellularraum. In: *Physiologie*. KURTZ, A., PAPE, H-C., KLINKE, R., SILBERNAGEL, S. (Hg.) 6. Auflage, Stuttgart: Thieme.

PACHER, H.M. (1961). *Anthropologische Untersuchungen an den Skeletten der Rudolf Pöch'schen Buschmannsammlung. 1. Heft: Herkunft des Sammlungsgutes, Massbefunde und Lichtbilder der Schädel*. Österreichische Akademie der Wissenschaften, Serie A: Physische Anthropologie, Bd. XII: 1-12. In Kommission bei RM Rohrer.

PUTZ, R., MÜLLER-GERBL, M. (1991). Funktionelle Anatomie des Fußes. *Der Orthopäde*, S. 2-10.

ROHEN, J. W., LÜTJEN-DRECOLL, E. (2006). *Funktionelle Anatomie des Menschen: Lehrbuch der makroskopischen Anatomie nach funktionellen Gesichtspunkten*. 11. Auflage, Stuttgart: Schattauer Verlag.

SEEMAN, E. (1997). From density to structure: growing up and growing old on the surfaces of bone. *Journal of Bone and Mineral Research*, 12(4): 509-521.

SHIBATA, Y., OHSAWA, I., WATANABE, T., MIURA, T., SATO, Y. (2003). Effects of physical training on bone mineral density and bone metabolism. *Journal of physiological anthropology and applied human science*, 22(4): 203-208.

SOBOTTA, *Atlas der Anatomie des Menschen: Tabellen zu Muskeln, Gelenken und Nerven*. (2007) PUTZ, R., PABST, R. (Hg). 22. Auflage, München: Urban&Fischer Verlag bei Elsevier . S 62ff.

STEELE, D. G. (1976). The estimation of sex on the basis of the talus and calcaneus. *Amer. J. Phys. Anthropol.* 45: 581-588.

SÜDAFRIKANISCHES MUSEUM (Hg) (1976). *Die Buschmänner*. Kapstadt: The South Afrikan Museum, Cape Town.

TRINKAUS, E., SHANG, H. (2008). Anatomical evidence for the antiquity of human footwear: Tianyuan and Sunghir. *Journal of Archaeological Science*, 35(7): 1928-1933.

VALDERRABANO, V., ENGELHARDT, M., KÜSTER, H.-H. (Hg.) (2009). *Fuß & Sprunggelenk und Sport: Empfehlungen von Sportarten aus orthopädischer und sportmedizinischer Sicht; mit 62 Tabellen*. Köln: Deutscher Ärzteverlag.

VIOLLETTE, S., CASTEX, D., COULLIER, V., DURTOUR, O., KNÜSEL, C.J., HENRY-GAMBIER, D. (2010). Enthesopathies as occupational stress markers: evidence from the upper limb. *Am J Phys Anthropol*, 142, 224-234.

VON OPEL, G. (1962). *Der letzte erste Mensch. Besuch in einem Buschmannndorf*, Frankfurt am Main: Georg von Opel Verlag.

WACHTLER, F. (2000). *Histologie*. 6. Auflage, Wien: Facultas.

WALDEYER, A. J., FANGHÄNEL, J., PERA, F., et al (Hg) (2003). *Anatomie des Menschen*. 17. Auflage, Berlin: de Gruyter.

WIEDEMANN, TH. (2001). *Kaiser und Gladiatoren. Die Macht der Spiele im antiken Rom*, Darmstadt: Wiss. Buchges.

WOLFF, J. (1892). *Das Gesetz der Transformation der Knochen*. Berlin: Hirschwald, Reprint 1991.

O'MALLEY, M. J., HAMILTON, W. G., MUNYAK, J., DEFRANCO, M. J. (1996). Stress fractures at the base of the second metatarsal in ballet dancers. *Foot & Ankle international*, 17(2): 89-94.

„Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen und ihre Zustimmung zur Verwendung der Bilder in dieser Arbeit eingeholt. Sollte dennoch eine Urheberrechtsverletzung bekannt werden, ersuche ich um Meldung bei mir.“

6 ANHANG

Dokument	Anzahl	Fläche	Umfang	Höhe	Breite	Länge	Winkel
f_DSCN0080.tif	1	2298,197404	201,166929	56,202532	60,56962		
f_DSCN0080.tif	2	1333,752604	246,621863	56,835443	59,43038		
f_DSCN0080.tif		886,152059	130,420984	46,075949	28,670886		
f_DSCN0080.tif		447,600545	116,200878	31,898734	38,734177		
f_DSCN0080.tif	1					60,843955	-4,773541
f_DSCN0080.tif	1					43,46862	-5,179323
f_DSCN0080.tif	1					57,437258	-99,89826
f_DSCN0080.tif	2					136,039468	51,243508
f_DSCN0080.tif	1					57,831618	-99,194298
f_DSCN0080.tif	1	2295,285211	199,901106	56,202532	60,56962		
f_DSCN0080.tif	2	1333,752604	246,621863	56,835443	59,43038		
f_DSCN0080.tif		886,152059	130,420984	46,075949	28,670886		
f_DSCN0080.tif		447,600545	116,200878	31,898734	38,734177		
f_DSCN0080.tif	1	2295,285211	199,901106	56,202532	60,56962		
f_DSCN0080.tif	2	1333,752604	246,621863	56,835443	59,43038		
f_DSCN0080.tif		886,152059	130,420984	46,075949	28,670886		
f_DSCN0080.tif		447,600545	116,200878	31,898734	38,734177		
f_DSCN0080.tif	1					61,406106	-7,46196
f_DSCN0080.tif	1					43,802041	179,172084
f_DSCN0080.tif	1					56,579447	-95,39172
f_DSCN0080.tif	1					61,921898	-3,985479
f_DSCN0080.tif	1					42,117483	176,208834
f_DSCN0080.tif	1					56,430147	-95,147885
f_DSCN0080.tif	2					126,045481	49,356354
f_DSCN0080.tif	1	2295,285211	199,901106	56,202532	60,56962		
f_DSCN0080.tif	2	1333,752604	246,621863	56,835443	59,43038		
f_DSCN0080.tif		886,152059	130,420984	46,075949	28,670886		
f_DSCN0080.tif		447,600545	116,200878	31,898734	38,734177		
f_DSCN0080.tif	1					62,571222	-4,176458
f_DSCN0080.tif	1					105,152699	-4,626173
f_DSCN0080.tif	1					56,79723	-94,986334
f_DSCN0080.tif	2					113,77082	53,813223
f_DSCN0080.tif						61,493718	80,401952
f_DSCN0080.tif						52,277102	134,215175
f_DSCN0080.tif	1	2295,285211	199,901106	56,202532	60,56962		
f_DSCN0080.tif	2	1333,752604	246,621863	56,835443	59,43038		
f_DSCN0080.tif		886,152059	130,420984	46,075949	28,670886		
f_DSCN0080.tif		447,600545	116,200878	31,898734	38,734177		
f_DSCN0080.tif	1					61,853158	-2,932671
f_DSCN0080.tif	1					107,477374	-0,742307
f_DSCN0080.tif	1					56,907569	-96,129081
f_DSCN0080.tif	2					115,418924	50,056931
f_DSCN0080.tif						61,254576	83,712109
f_DSCN0080.tif						54,164348	133,76904
f_DSCN0082.tif	1	2908,78465	256,214863	49,303797	95		
f_DSCN0082.tif	3	1119,772472	181,073337	49,303797	38,860759		
f_DSCN0082.tif	1					7,975688	179,09062

f_DSCN0082.tif	1					14,829588	177,064327
f_DSCN0085.tif	1	1223,365647	151,736059	45	42,405063		
f_DSCN0085.tif	5	670,20109	186,786892	43,797468	42,531646		
f_DSCN0085.tif	1					40,961886	-1,416608
f_DSCN0085.tif	1					82,037134	-0,97252
f_DSCN0085.tif	1					43,51435	97,269728
f_DSCN0085.tif	2					77,49245	46,674097
f_DSCN0087.tif	1	1648,289537	208,454913	39,556962	73,291139		
f_DSCN0087.tif	1	672,187951	133,763558	39,43038	29,303797		
f_DSCN0087.tif	1					7,093127	177,954592
f_DSCN0087.tif	1					14,071145	176,905942
f_DSCN0089.tif	1	2439,308604	216,764629	69,113924	48,734177		
f_DSCN0089.tif	2	1580,672168	278,816652	68,860759	48,734177		
f_DSCN0090.tif	1	1539,152379	167,259966	49,240506	49,810127		
f_DSCN0090.tif	2	943,422528	207,909684	49,240506	48,544304		
f_DSCN0090.tif		279,286172	99,311554	30	29,113924		
f_DSCN0090.tif		664,136356	108,598131	35,443038	28,164557		
f_DSCN0090.tif	1					49,274987	-6,193905
f_DSCN0090.tif	1					86,525446	-4,951587
f_DSCN0090.tif	1					49,497717	-89,267357
f_DSCN0090.tif	2					106,898477	40,466105
f_DSCN0092.tif	1	2040,950969	212,606045	43,544304	75,759494		
f_DSCN0092.tif	1	850,628906	151,79376	43,544304	32,721519		
f_DSCN0092.tif	1					8,988233	179,193071
f_DSCN0092.tif	1					16,077943	179,097779
f_DSCN0094.tif	1	2893,178177	212,238381	69,050633	56,582278		
f_DSCN0094.tif	2	2384,153181	344,953842	70,379747	56,582278		
f_DSCN0094.tif		531,970037	133,949931	22,025316	49,367089		
f_DSCN0094.tif		1852,183144	211,003911	49,303797	56,582278		
f_DSCN0095.tif	1	1674,359077	170,578093	51,265823	49,556962		
f_DSCN0095.tif	2	1062,245634	208,620924	50,379747	49,367089		
f_DSCN0095.tif		772,524435	114,628461	39,050633	27,721519		
f_DSCN0095.tif		289,721199	93,992463	30	26,139241		
f_DSCN0095.tif	1					49,521019	1,904273
f_DSCN0095.tif	1					87,803677	2,478789
f_DSCN0095.tif	1					51,112915	-95,399973
f_DSCN0095.tif	2					91,263507	50,235577
f_DSCN0097.tif	1	2268,290338	212,86094	42,594937	74,303797		
f_DSCN0097.tif	1	800,777119	149,86913	42,594937	34,746835		
f_DSCN0097.tif	1					5,56962	180
f_DSCN0097.tif	1					12,532285	179,421274
f_DSCN0099.tif	1	2854,686749	211,641453	69,683544	55,253165		
f_DSCN0099.tif	2	2359,637879	380,17524	69,683544	55,253165		
f_DSCN0099.tif		1623,870373	226,208954	42,151899	55,253165		
f_DSCN0099.tif		735,767505	153,966286	30,253165	51,392405		
f_DSCN0100.tif	1	1912,842493	183,751833	53,101266	52,025316		
f_DSCN0100.tif	2	1158,183785	226,6037	53,037975	50,886076		
f_DSCN0100.tif		813,727768	124,512606	44,746835	25,443038		
f_DSCN0100.tif		344,456017	102,091094	36,518987	23,797468		
f_DSCN0100.tif	1					49,241645	4,127592
f_DSCN0100.tif	1					89,405539	4,628908
f_DSCN0100.tif	1					55,016712	75,612057
f_DSCN0100.tif	2					101,566061	51,334261
f_DSCN0102_V2.tif	2	2475,925332	242,419126	45	86,075949		
f_DSCN0102_V2.tif		2475,921327	242,229252	45	86,075949		

6 Anhang

f_DSCN0102_V2.tif		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		
f_DSCN0102_V2.tif	1	1031,43727	157,860168	45	34,746835		
f_DSCN0102_V2.tif	1					9,113924	180
f_DSCN0102_V2.tif	1					10,886812	-179,3338
f_DSCN0104.tif	2	3567,981894	242,706091	74,873418	64,050633		
f_DSCN0104.tif	3	2333,243871	346,341523	74,873418	63,797468		
f_DSCN0104.tif		1454,35427	182,9917	32,911392	62,468354		
f_DSCN0104.tif		878,885595	163,159949	29,113924	55,56962		
f_DSCN0104.tif		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		
f_DSCN0105.tif	1	1634,517705	174,25598	51,265823	50,886076		
f_DSCN0105.tif	2	877,707899	216,174514	49,367089	49,746835		
f_DSCN0105.tif		222,388239	105,554793	36,835443	28,227848		
f_DSCN0105.tif		655,31966	110,619721	38,860759	25,56962		
f_DSCN0105.tif	1					48,491588	-1,196605
f_DSCN0105.tif	1					81,946067	-1,947483
f_DSCN0105.tif	1					50,053969	-81,419082
f_DSCN0105.tif	2					100,700021	39,284295
f_DSCN0107.tif	1	2243,450569	210,311754	45,253165	72,974684		
f_DSCN0107.tif	2	914,072264	161,424646	45,189873	38,481013		
f_DSCN0107.tif		914,068258	161,234773	45,189873	38,481013		
f_DSCN0107.tif		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		
f_DSCN0107.tif	1					4,305659	178,315316
f_DSCN0107.tif	1					14,186254	177,954592
f_DSCN0110.tif	1	1557,074187	177,214987	53,227848	46,518987		
f_DSCN0110.tif	3	860,258773	191,092873	52,974684	44,177215		
f_DSCN0110.tif		706,609518	114,009363	38,607595	27,151899		
f_DSCN0110.tif		68,71495	35,974624	11,075949	10,56962		
f_DSCN0110.tif		84,934305	41,108885	16,835443	7,151899		
f_DSCN0110.tif	1					44,845155	-2,264755
f_DSCN0110.tif	1					87,104153	-1,082495
f_DSCN0110.tif	1					52,751409	84,768229
f_DSCN0110.tif	2					92,134916	34,079012
f_DSCN0110.tif						38,753201	118,909184
f_DSCN0110.tif						53,381714	84,830172
f_DSCN0109.tif	1	2552,275276	202,687741	67,341772	47,848101		
f_DSCN0109.tif	2	1764,580997	316,424217	67,341772	47,848101		
f_DSCN0109.tif		606,293062	123,924035	28,860759	38,544304		
f_DSCN0109.tif		1158,287935	192,500183	36,392405	47,848101		
f_DSCN0112.tif	1	2127,97228	222,962982	42,974684	80,253165		
f_DSCN0112.tif	1	651,498157	139,184784	42,974684	32,405063		
f_DSCN0112.tif	1					7,974684	180
f_DSCN0112.tif	1					16,09388	177,295124
f_DSCN0115.tif	1	2912,594136	222,381053	75,379747	48,860759		
f_DSCN0115.tif	2	2351,834642	303,967455	75,379747	48,860759		
f_DSCN0115.tif		2038,928056	196,007053	56,139241	48,860759		
f_DSCN0115.tif		312,906585	107,960402	19,43038	36,772152		
f_DSCN0116.tif	2	970,25717	183,327372	53,101266	35,506329		
f_DSCN0116.tif		156,136837	63,151008	17,78481	20,56962		
f_DSCN0116.tif		814,120333	120,176363	38,860759	32,278481		
f_DSCN0116.tif	1					50,886233	0,142527
f_DSCN0116.tif	1					87,73902	-0,909314
f_DSCN0116.tif	1					54,302305	-100,16851
f_DSCN0116.tif	2					102,609123	33,839358
f_DSCN0118.tif	1	2088,739785	220,019878	45,126582	73,101266		
f_DSCN0118.tif	1	923,998558	155,601316	45,126582	33,670886		

f_DSCN0118.tif	1					9,367944	-179,22578
f_DSCN0118.tif	1					17,596758	179,175657
f_DSCN0120.tif	1	3570,377343	234,639998	73,481013	57,21519		
f_DSCN0120.tif	2	2930,171447	390,060117	73,481013	57,21519		
f_DSCN0120.tif		764,144368	159,699657	26,455696	52,721519		
f_DSCN0120.tif		2166,027079	230,36046	46,582278	57,21519		
f_DSCN0121.tif	1	1946,555039	193,605529	52,594937	55,189873		
f_DSCN0121.tif	3	1306,032687	252,393946	52,594937	55,189873		
f_DSCN0121.tif		949,419164	136,332824	47,78481	28,607595		
f_DSCN0121.tif		206,313091	60,525131	17,594937	17,468354		
f_DSCN0121.tif		150,300433	55,535991	21,012658	12,594937		
f_DSCN0121.tif	1					54,821965	-1,190734
f_DSCN0121.tif	1					98,25427	-1,328788
f_DSCN0121.tif	1					52,031938	83,013295
f_DSCN0121.tif	2					94,693734	58,008295
f_DSCN0121.tif						42,661796	141,02159
f_DSCN0121.tif						52,031938	83,013295
f_DSCN0123.tif	1	2585,743471	235,030191	48,797468	82,278481		
f_DSCN0123.tif	1	781,897933	148,890366	48,797468	30,443038		
f_DSCN0123.tif	1					7,849122	179,075955
f_DSCN0123.tif	1					14,561914	178,505666
f_DSCN0125.tif	1	4259,537734	265,95897	86,772152	65,253165		
f_DSCN0125.tif	3	3445,930139	363,745269	87,088608	65,253165		
f_DSCN0125.tif		2706,068739	241,692435	51,772152	65,253165		
f_DSCN0125.tif		739,857395	121,799669	26,772152	42,531646		
f_DSCN0125.tif		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0126.tif	1	1398,017145	159,777985	44,620253	49,303797		
f_DSCN0126.tif	2	817,953854	204,952221	43,544304	48,924051		
f_DSCN0126.tif		118,346419	84,895533	29,240506	21,582278		
f_DSCN0126.tif		699,607435	120,056688	43,544304	25,632911		
f_DSCN0126.tif	1					45,334131	1,600025
f_DSCN0126.tif	1					83,799858	0,432739
f_DSCN0126.tif	1					40,06744	-103,333802
f_DSCN0126.tif	2					104,034341	37,048727
f_DSCN0128.tif	1	1728,31277	195,401675	33,101266	74,303797		
f_DSCN0128.tif	1	612,510014	112,946456	31,139241	26,202532		
f_DSCN0128.tif	1					6,202532	180
f_DSCN0128.tif	1					8,227848	180
f_DSCN0130.tif	1	2306,497356	197,710776	68,417722	42,721519		
f_DSCN0130.tif	2	1585,042461	337,550735	68,417722	42,025316		
f_DSCN0130.tif		678,25669	125,266642	31,012658	37,531646		
f_DSCN0130.tif		906,785772	212,284093	30,443038	42,025316		
f_DSCN0131.tif	1	1805,572024	183,849151	49,050633	57,278481		
f_DSCN0131.tif	4	1091,663996	234,891151	48,544304	57,278481		
f_DSCN0131.tif		32,967473	22,037399	6,012658	7,341772		
f_DSCN0131.tif		836,837045	123,857789	41,202532	32,151899		
f_DSCN0131.tif		89,288576	38,228752	9,493671	12,658228		
f_DSCN0131.tif		132,570902	50,767211	17,594937	12,658228		
f_DSCN0131.tif	1					52,293803	-1,387036
f_DSCN0131.tif	1					81,449082	-2,137575
f_DSCN0131.tif	1					47,756425	85,286806
f_DSCN0131.tif	2					95,854108	54,227466
f_DSCN0131.tif						46,036462	139,125301
f_DSCN0131.tif						49,817645	84,897835
f_DSCN0140.tif	1	2612,978689	204,920151	67,78481	48,924051		

6 Anhang

f_DSCN0140.tif	2	2268,142125	322,62084	67,78481	48,924051		
f_DSCN0140.tif		1515,037654	179,327627	44,936709	48,797468		
f_DSCN0140.tif		753,10447	143,293212	22,721519	48,35443		
f_DSCN0133.tif	1	2143,410511	206,95292	39,43038	74,620253		
f_DSCN0133.tif	1	726,542221	145,959438	39,43038	32,78481		
f_DSCN0133.tif	1					9,746835	180
f_DSCN0133.tif	1					16,716531	178,264295
f_DSCN0138.tif	3	1716,455696	214,388923	37,468354	76,708861		
f_DSCN0138.tif		1716,447685	213,882594	37,468354	76,708861		
f_DSCN0138.tif		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0138.tif		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0138.tif	2	766,439673	138,570504	37,468354	35,632911		
f_DSCN0138.tif		766,435667	138,317339	37,468354	35,632911		
f_DSCN0138.tif		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0138.tif	1					6,963176	178,958373
f_DSCN0138.tif	1					15,700796	178,614082
f_DSCN0135.tif	1	2980,908508	214,409456	70,822785	53,860759		
f_DSCN0135.tif	2	2277,940234	317,675774	70,822785	53,860759		
f_DSCN0135.tif		1524,026598	179,602058	38,607595	53,860759		
f_DSCN0135.tif		753,913636	138,073716	26,708861	47,341772		
f_DSCN0136.tif	1	1617,148694	169,775803	47,721519	49,936709		
f_DSCN0136.tif	3	885,150617	194,429537	47,151899	49,810127		
f_DSCN0136.tif		183,015542	55,559798	17,78481	15,886076		
f_DSCN0136.tif		90,674571	39,274214	11,64557	11,898734		
f_DSCN0136.tif		611,460503	99,595526	33,670886	23,291139		
f_DSCN0136.tif	1					50,007851	-1,015262
f_DSCN0136.tif	1					78,739163	-0,644781
f_DSCN0136.tif	1					47,746359	-82,535848
f_DSCN0136.tif	2					99,020729	49,646516
f_DSCN0136.tif						45,691118	-137,470051
f_DSCN0136.tif						53,329611	-87,823536
f_DSCN0141.tif	1	1744,231694	170,986559	45,949367	54,240506		
f_DSCN0141.tif	2	940,746675	197,852528	42,405063	52,848101		
f_DSCN0141.tif		155,636116	75,293817	23,670886	22,405063		
f_DSCN0141.tif		785,110559	122,558711	42,405063	27,911392		
f_DSCN0141.tif	1					48,202758	5,57585
f_DSCN0141.tif	1					88,447233	2,624903
f_DSCN0141.tif	1					42,194641	-92,579148
f_DSCN0141.tif	2					121,043827	36,89731
f_DSCN0141.tif						58,129251	-126,320913
f_DSCN0141.tif						62,914576	-89,423603
f_DSCN0143.tif	1	1947,36821	206,095375	39,746835	76,708861		
f_DSCN0143.tif	1	761,164076	125,165504	38,734177	25,506329		
f_DSCN0143.tif	1					5,697609	178,72697
f_DSCN0143.tif	1					8,608526	179,157476
f_DSCN0145.tif	1	3263,627624	225,816579	78,544304	54,367089		
f_DSCN0145.tif	2	2238,851947	341,220889	78,544304	53,924051		
f_DSCN0145.tif		731,277039	139,582523	28,037975	49,43038		
f_DSCN0145.tif		1507,574908	201,638366	51,64557	53,924051		
f_DSCN0146.tif	1	1607,775196	178,513613	46,582278	54,493671		
f_DSCN0146.tif	3	946,250601	202,0212	46,518987	52,278481		
f_DSCN0146.tif		721,555039	113,766738	34,303797	32,531646		
f_DSCN0146.tif		71,362762	35,524453	9,746835	10,253165		
f_DSCN0146.tif		153,332799	52,730008	15,886076	15,696203		
f_DSCN0146.tif	1					53,164557	0

f_DSCN0146.tif	1					80,655264	1,348945
f_DSCN0146.tif	1					46,350033	88,278514
f_DSCN0146.tif	2					92,141453	51,279113
f_DSCN0148.tif	1	2101,137638	213,976731	39,683544	78,35443		
f_DSCN0148.tif	1	18931,35315	567,088608	121,518987	162,025316		
f_DSCN0148.tif	1					9,0096	-175,971736
f_DSCN0148.tif	1					14,435376	-178,492564
f_DSCN0150.tif	1	2468,558725	194,644083	61,708861	53,164557		
f_DSCN0150.tif	2	1869,243711	314,784369	61,708861	53,164557		
f_DSCN0150.tif		1089,62506	160,134377	30,949367	53,164557		
f_DSCN0150.tif		779,618651	154,649992	31,012658	50,126582		
f_DSCN0151.tif	1	1064,621054	137,433804	38,291139	41,329114		
f_DSCN0151.tif	3	571,234578	157,236159	38,291139	39,746835		
f_DSCN0151.tif		390,878866	80,991657	25,379747	20,886076		
f_DSCN0151.tif		180,351706	75,991337	19,746835	26,265823		
f_DSCN0151.tif		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0151.tif	1					39,792162	2,73498
f_DSCN0151.tif	2					79,14847	53,754798
f_DSCN0151.tif						39,855732	140,800218
f_DSCN0151.tif						39,292738	87,04542
f_DSCN0153.psd	2	1211,905143	157,378285	31,075949	59,620253		
f_DSCN0153.psd		1211,901138	157,125121	31,075949	59,620253		
f_DSCN0153.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0153.psd	1	431,064733	96,498664	30,443038	23,797468		
f_DSCN0153.psd	1					7,472644	-178,058514
f_DSCN0153.psd	1					10,762472	-178,652113
f_DSCN0155.psd	1	1501,530203	152,18414	51,265823	37,405063		
f_DSCN0155.psd	2	955,547989	218,994856	51,265823	36,582278		
f_DSCN0155.psd		649,639481	119,612333	27,088608	36,582278		
f_DSCN0155.psd		305,908508	99,382523	22,974684	32,594937		
f_DSCN0156.psd	1	1329,478449	153,921306	43,734177	47,151899		
f_DSCN0156.psd	2	714,773274	180,431336	40,189873	47,151899		
f_DSCN0156.psd		216,772152	82,033938	28,101266	21,835443		
f_DSCN0156.psd		498,001122	98,397398	30,253165	27,721519		
f_DSCN0156.psd	1					47,241483	4,610649
f_DSCN0156.psd	1					70,40911	3,814075
f_DSCN0156.psd	1					41,340501	-77,623422
f_DSCN0156.psd	2					77,705077	51,533001
f_DSCN0158.psd	1	1414,572985	176,322191	34,303797	63,417722		
f_DSCN0158.psd	1	641,663996	118,282541	34,303797	31,012658		
f_DSCN0158.psd	1					4,810127	180
f_DSCN0158.psd	1					14,692272	178,025066
f_DSCN0160.psd	1	1733,239865	171,521606	54,873418	40		
f_DSCN0160.psd	3	1303,432943	250,771825	54,873418	40		
f_DSCN0160.psd		265,021631	84,487255	15,759494	31,075949		
f_DSCN0160.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0160.psd		1038,407307	166,031406	35,506329	40		
f_DSCN0183.psd	3	2317,505207	238,619022	44,810127	79,493671		
f_DSCN0183.psd		2317,497196	238,112693	44,810127	79,493671		
f_DSCN0183.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0183.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0183.psd	3	1134,016984	160,574648	44,810127	32,721519		
f_DSCN0183.psd		1134,008973	160,068319	44,810127	32,721519		
f_DSCN0183.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0183.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		

6 Anhang

f_DSCN0183.psd	1					9,248306	177,646703
f_DSCN0183.psd	1					15,306083	178,815316
f_DSCN0170.psd	1	3066,956417	228,531604	74,240506	54,113924		
f_DSCN0170.psd	3	2437,698286	345,380939	74,240506	54,113924		
f_DSCN0170.psd		1912,397853	214,567618	49,683544	54,113924		
f_DSCN0170.psd		525,296427	130,623447	25,506329	44,240506		
f_DSCN0170.psd		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		
f_DSCN0161.psd	1	1500,608877	163,586539	47,405063	49,367089		
f_DSCN0161.psd	2	901,470117	196,891756	46,962025	49,177215		
f_DSCN0161.psd		739,028201	112,228216	39,367089	27,721519		
f_DSCN0161.psd		162,441916	84,663541	28,101266	23,860759		
f_DSCN0161.psd	1					49,873578	-0,14542
f_DSCN0161.psd	1					80,379847	0,090229
f_DSCN0161.psd	1					47,262846	81,218837
f_DSCN0161.psd	2					95,291105	46,285305
f_DSCN0186.psd	4	2149,875821	198,10206	52,721519	62,468354		
f_DSCN0186.psd	2	1234,782086	226,939371	50,443038	57,151899		
f_DSCN0186.psd		257,158308	91,715619	25,379747	25,126582		
f_DSCN0186.psd		977,623778	135,223752	41,455696	34,43038		
f_DSCN0186.psd	1					60,137374	1,085474
f_DSCN0186.psd	1					89,873507	0,080698
f_DSCN0186.psd	1					51,747541	-77,425587
f_DSCN0186.psd	2					112,368259	54,340848
f_DSCN0163.psd	3	2090,181862	211,298423	42,594937	74,493671		
f_DSCN0163.psd	1	524,431181	101,475177	33,670886	23,924051		
f_DSCN0163.psd	1					9,262156	-176,081751
f_DSCN0163.psd	1					18,229606	-179,204276
f_DSCN0165.psd	1	2224,355071	184,776216	61,772152	43,35443		
f_DSCN0165.psd	4	1793,915238	283,940015	61,835443	43,860759		
f_DSCN0165.psd		1173,017145	164,567033	34,810127	43,860759		
f_DSCN0165.psd		620,890082	118,866652	23,417722	39,050633		
f_DSCN0166.psd	1	2176,662394	196,642412	57,341772	57,78481		
f_DSCN0166.psd	3	1485,883672	269,473558	57,341772	56,708861		
f_DSCN0166.psd		1136,700849	141,276892	43,924051	36,835443		
f_DSCN0166.psd		75,260375	40,782662	13,227848	9,873418		
f_DSCN0166.psd		273,922448	87,414004	20,822785	28,164557		
f_DSCN0166.psd	1					57,358675	-1,391015
f_DSCN0166.psd	1					85,443132	-0,084883
f_DSCN0166.psd	1					53,566892	81,027373
f_DSCN0166.psd	2					101,422695	37,232325
f_DSCN0166.psd						47,855803	118,259698
f_DSCN0166.psd						53,566892	81,027373
f_DSCN0168.psd	1	2459,954334	218,634925	46,075949	79,303797		
f_DSCN0168.psd	2	969,287774	147,415587	46,075949	33,101266		
f_DSCN0168.psd	1					28,987618	-179,749802
f_DSCN0171.psd	1	1668,398494	180,162456	47,658228	53,860759		
f_DSCN0171.psd	3	1120,705816	227,225978	48,481013	53,037975		
f_DSCN0171.psd		215,374139	65,456571	16,329114	19,556962		
f_DSCN0171.psd		104,342253	43,036244	15,063291	9,240506		
f_DSCN0171.psd		800,989425	118,733163	33,734177	33,607595		
f_DSCN0171.psd	1					53,680439	1,080924
f_DSCN0171.psd	1					79,883447	0,90794
f_DSCN0171.psd	1					47,915029	-86,971301
f_DSCN0171.psd	2					98,268472	47,774744
f_DSCN0173.psd	5	1999,114725	212,926094	35,063291	75,759494		

f_DSCN0173.psd	1	681,192918	104,899805	34,810127	25,822785		
f_DSCN0173.psd	1					6,456937	-178,876697
f_DSCN0173.psd	1					14,937245	179,514454
f_DSCN0175.psd	4	2481,485339	206,038671	62,151899	52,21519		
f_DSCN0175.psd		2481,473322	205,279177	62,151899	52,21519		
f_DSCN0175.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0175.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0175.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0175.psd	4	1682,422689	326,69238	62,151899	52,721519		
f_DSCN0175.psd		581,329114	120,021796	22,278481	42,531646		
f_DSCN0175.psd		1101,085563	206,164255	31,075949	52,721519		
f_DSCN0176.psd	1	1528,200609	165,30035	46,392405	50,379747		
f_DSCN0176.psd	3	959,770069	196,155072	46,392405	50		
f_DSCN0176.psd		360,495113	91,130322	26,708861	28,227848		
f_DSCN0176.psd		599,27095	104,771586	27,848101	31,202532		
f_DSCN0176.psd	1					50,130578	-0,723393
f_DSCN0176.psd	1					79,372035	0,639639
f_DSCN0176.psd	1					45,382527	-84,718759
f_DSCN0176.psd	2					113,802033	42,718139
f_DSCN0178.psd	2	1832,526839	208,543329	38,670886	75,949367		
f_DSCN0178.psd	1	695,705816	162,027842	38,670886	38,607595		
f_DSCN0178.psd	1					17,855282	-178,375024
f_DSCN0178.psd	1					30,254224	179,520549
f_DSCN0180.psd	1	2193,702932	189,935188	60,189873	46,329114		
f_DSCN0180.psd	3	1391,143246	296,026666	60,189873	46,012658		
f_DSCN0188.psd	1	2003,989745	216,270211	34,43038	77,531646		
f_DSCN0188.psd	1	769,027399	131,31997	34,493671	30,253165		
f_DSCN0188.psd	1					7,472644	178,058514
f_DSCN0188.psd	1					22,169613	177,70939
f_DSCN0181.psd	1	2187,51402	201,196193	52,594937	61,64557		
f_DSCN0181.psd	2	1267,873738	234,247701	52,594937	59,177215		
f_DSCN0181.psd		385,390963	100,06096	30,316456	30,759494		
f_DSCN0181.psd		882,482775	134,186741	44,620253	32,594937		
f_DSCN0181.psd	1					60,76279	-0,596809
f_DSCN0181.psd	1					91,393808	-0,317425
f_DSCN0181.psd	1					53,21351	-79,999915
f_DSCN0181.psd	2					107,838364	53,080838
f_DSCN0190.psd	2	2850,460663	221,346583	72,658228	51,772152		
f_DSCN0190.psd	3	2445,028842	380,421872	72,658228	51,898734		
f_DSCN0185.psd	6	3645,09694	251,872447	73,417722	66,329114		
f_DSCN0185.psd	9	3112,413876	404,580043	73,417722	66,329114		
f_DSCN0011.psd	2	1561,508572	183,645332	54,683544	43,607595		
f_DSCN0011.psd	3	1254,149976	233,679039	54,683544	39,620253		
f_DSCN0011.psd	1					30,227731	-70,426874
f_DSCN0011.psd	1					1,898734	-53,130102
f_DSCN0013.psd	2	1357,250441	167,854353	50,189873	41,455696		
f_DSCN0013.psd		1357,246435	167,601188	50,189873	41,455696		
f_DSCN0013.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0013.psd	6	1051,6664	210,06704	50,189873	38,35443		
f_DSCN0013.psd	1					26,611497	-67,338206
f_DSCN0013.psd	1					3,856088	113,198591
f_DSCN0015.psd	1	1395,413395	163,747561	50,949367	42,594937		
f_DSCN0015.psd	2	1112,522032	213,269576	50,949367	39,493671		
f_DSCN0015.psd		706,032687	110,791283	30,253165	36,772152		
f_DSCN0015.psd		406,489345	102,478293	27,594937	28,924051		

6 Anhang

f_DSCN0015.psd	1					26,477491	-113,378426
f_DSCN0015.psd	1					2,889294	-118,810794
f_DSCN0017.psd	4	1371,034289	161,800121	50,696203	41,202532		
f_DSCN0017.psd		1371,022272	161,103919	50,696203	41,202532		
f_DSCN0017.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0017.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0017.psd		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		
f_DSCN0017.psd	6	1074,455216	211,85709	50,696203	40,56962		
f_DSCN0017.psd		749,955937	118,830575	29,113924	40,56962		
f_DSCN0017.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0017.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0017.psd		324,483256	92,077148	23,924051	26,708861		
f_DSCN0017.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0017.psd		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		
f_DSCN0017.psd	1					25,304428	-63,563127
f_DSCN0017.psd	1					5,323985	-61,606981
f_DSCN0019.psd	2	1767,581317	196,915205	57,025316	47,468354		
f_DSCN0019.psd		1767,577311	196,662041	57,025316	47,468354		
f_DSCN0019.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0019.psd	3	1318,542701	233,838877	57,025316	43,670886		
f_DSCN0019.psd		879,907066	134,721695	30,506329	43,670886		
f_DSCN0019.psd		438,63163	98,864018	27,088608	29,240506		
f_DSCN0019.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0019.psd	1					29,175774	-114,34109
f_DSCN0019.psd	1					5,741033	-104,036243
f_DSCN0021.psd	3	1438,68771	171,592482	50,632911	42,658228		
f_DSCN0021.psd		1438,679699	171,086153	50,632911	42,658228		
f_DSCN0021.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0021.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0021.psd	4	1160,258773	208,158125	50,632911	40,506329		
f_DSCN0021.psd		704,646691	115,074999	27,721519	38,291139		
f_DSCN0021.psd		455,60407	92,576796	25,316456	28,417722		
f_DSCN0021.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0021.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0021.psd	1					27,947177	-119,583939
f_DSCN0021.psd	1					3,377636	-102,994617
f_DSCN0023.psd	2	1723,053197	181,623196	54,493671	46,582278		
f_DSCN0023.psd		1723,049191	181,370032	54,493671	46,582278		
f_DSCN0023.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0023.psd	3	1260,503124	223,762825	54,493671	40,253165		
f_DSCN0023.psd		873,025156	126,116283	32,151899	40,253165		
f_DSCN0023.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0023.psd		387,473963	97,393378	20,949367	30,822785		
f_DSCN0023.psd	1					28,823538	-109,230672
f_DSCN0023.psd	1					5,015598	-100,175511
f_DSCN0025.psd	3	1778,641243	191,680672	57,341772	46,392405		
f_DSCN0025.psd		1778,633232	191,174343	57,341772	46,392405		
f_DSCN0025.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0025.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0025.psd	8	1342,220798	263,140811	57,341772	46,392405		
f_DSCN0025.psd		799,751642	128,461142	35,822785	38,860759		
f_DSCN0025.psd		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		
f_DSCN0025.psd		542,445121	133,540429	32,531646	30,063291		
f_DSCN0025.psd		0,004006	0,126582	0,063291	0,063291		
f_DSCN0025.psd		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		

f_DSCN0025.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0025.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0025.psd		0,004006	0,126582	0,063291	0,063291		
f_DSCN0025.psd	1					30,270902	-57,639062
f_DSCN0025.psd	1					3,266706	-54,462322
f_DSCN0027.psd	2	1561,716872	181,150216	51,962025	46,582278		
f_DSCN0027.psd		1561,712867	180,897051	51,962025	46,582278		
f_DSCN0027.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0027.psd	4	1254,59061	245,184213	51,962025	41,772152		
f_DSCN0027.psd		863,339208	129,414781	31,898734	40,632911		
f_DSCN0027.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0027.psd		391,24339	115,263103	25,063291	27,594937		
f_DSCN0027.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0027.psd	1					23,708425	-120,124318
f_DSCN0027.psd	1					2,281994	-109,440035
f_DSCN0029.psd	3	396784	2782,065763	860	685		
f_DSCN0029.psd		396782	2776,065763	860	685		
f_DSCN0029.psd		1	3	1	1		
f_DSCN0029.psd		1	3	1	1		
f_DSCN0029.psd	5	321017	3799,316159	868	678		
f_DSCN0029.psd		185880	1879,720526	453	644		
f_DSCN0029.psd		135134	1908,595634	535	505		
f_DSCN0029.psd		1	3	1	1		
f_DSCN0029.psd		1	4	1	1		
f_DSCN0029.psd		1	4	1	1		
f_DSCN0029.psd	1					432,342457	-65,687659
f_DSCN0029.psd	1					34	-61,927513
f_DSCN0031.psd	1	1554,718795	181,163484	53,797468	42,594937		
f_DSCN0031.psd	4	1230,796347	228,205833	53,987342	41,012658		
f_DSCN0031.psd		716,139241	117,076509	28,734177	38,734177		
f_DSCN0031.psd		514,649095	110,686286	31,455696	26,898734		
f_DSCN0031.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0031.psd		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		
f_DSCN0031.psd	1					25,448076	-113,759929
f_DSCN0031.psd	1					1,932195	-121,607502
f_DSCN0033.psd	2	1833,964909	192,143245	55,759494	50,189873		
f_DSCN0033.psd		1833,960904	191,890081	55,759494	50,189873		
f_DSCN0033.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0033.psd	3	1403,364845	240,924398	55,759494	45,759494		
f_DSCN0033.psd		843,510655	128,942892	29,050633	45,632911		
f_DSCN0033.psd		559,850184	111,728341	28,481013	32,78481		
f_DSCN0033.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0033.psd	1					32,234768	-65,649148
f_DSCN0033.psd	1					5,044268	-72,474432
f_DSCN0035.psd	2	1474,511296	171,318691	53,670886	43,35443		
f_DSCN0035.psd		1474,50729	171,065526	53,670886	43,35443		
f_DSCN0035.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0035.psd	2	1063,239064	201,353583	53,670886	35,316456		
f_DSCN0035.psd		656,028681	113,755747	28,101266	35,316456		
f_DSCN0035.psd		407,210383	87,597836	22,848101	26,075949		
f_DSCN0035.psd	1					31,87386	-105,195249
f_DSCN0035.psd	1					4,099781	-98,880659
f_DSCN0037.psd	1	1483,560327	178,146136	52,658228	41,455696		
f_DSCN0037.psd	2	1133,079635	222,235294	52,658228	41,392405		
f_DSCN0037.psd		691,055119	115,709548	30	35,443038		

6 Anhang

f_DSCN0037.psd		442,024515	106,525746	24,113924	30,189873		
f_DSCN0037.psd	1					23,439607	-115,596374
f_DSCN0037.psd	1					3,926092	-110,772255
f_DSCN0039.psd	1	1120,729851	151,758322	47,088608	36,265823		
f_DSCN0039.psd	3	858,492229	182,813232	47,088608	31,772152		
f_DSCN0039.psd		557,190354	101,847471	29,303797	29,810127		
f_DSCN0039.psd		301,297869	80,712596	21,772152	22,468354		
f_DSCN0039.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0039.psd	1					25,437999	-110,689524
f_DSCN0039.psd	1					2,830466	-116,565051
f_DSCN0041.psd	5	1119,960743	149,149892	46,139241	37,278481		
f_DSCN0041.psd		1119,94472	148,137233	46,139241	37,278481		
f_DSCN0041.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0041.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0041.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0041.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0041.psd	7	870,609678	194,898113	46,582278	36,772152		
f_DSCN0041.psd		593,502644	108,9284	25,126582	36,772152		
f_DSCN0041.psd		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		
f_DSCN0041.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0041.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0041.psd		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		
f_DSCN0041.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0041.psd		277,087005	84,830472	24,746835	21,582278		
f_DSCN0041.psd	1					27,116394	-116,923893
f_DSCN0041.psd	1					2,802018	-108,434949
f_DSCN0045.psd	1	1373,622016	165,006571	53,164557	37,025316		
f_DSCN0045.psd	3	991,872296	199,891206	53,481013	33,417722		
f_DSCN0045.psd		575,793142	103,18799	26,708861	33,35443		
f_DSCN0045.psd		416,075148	96,450052	25,759494	26,075949		
f_DSCN0045.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0045.psd	1					29,934769	-103,448615
f_DSCN0045.psd	1					6,486647	-107,020526
f_DSCN0049.psd	1	1021,89553	143,77101	41,582278	38,987342		
f_DSCN0049.psd	2	661,584682	157,440259	41,582278	33,164557		
f_DSCN0049.psd		404,971158	86,26477	19,746835	28,481013		
f_DSCN0049.psd		256,613523	71,175489	20,126582	20,443038		
f_DSCN0049.psd	1					22,664238	-121,293039
f_DSCN0049.psd	1					5,606895	-118,300756
f_DSCN0051.psd	3	1848,137318	193,459637	59,620253	47,658228		
f_DSCN0051.psd		1848,129306	192,953308	59,620253	47,594937		
f_DSCN0051.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0051.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0051.psd	4	1519,183624	272,02965	59,620253	47,531646		
f_DSCN0051.psd		970,950168	145,76661	34,367089	46,582278		
f_DSCN0051.psd		548,225445	125,75671	32,21519	32,025316		
f_DSCN0051.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0051.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0051.psd	1					32,325109	-58,612978
f_DSCN0051.psd	1					1,363333	-68,198591
f_DSCN0053.psd	2	1597,600545	182,898015	57,151899	42,721519		
f_DSCN0053.psd		1597,596539	182,708141	57,151899	42,721519		
f_DSCN0053.psd		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		
f_DSCN0053.psd	2	1213,932062	219,419676	57,151899	41,582278		
f_DSCN0053.psd		727,747957	120,141923	34,556962	35,886076		

f_DSCN0053.psd		486,184105	99,277753	27,658228	26,708861		
f_DSCN0053.psd	1					28,967712	-60,410391
f_DSCN0053.psd	1					5,126192	-57,094757
f_DSCN0055.psd	4	1443,14613	172,426672	52,025316	41,455696		
f_DSCN0055.psd		1443,134113	171,79376	52,025316	41,455696		
f_DSCN0055.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0055.psd		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		
f_DSCN0055.psd		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		
f_DSCN0055.psd	6	1111,792982	212,189223	52,025316	41,455696		
f_DSCN0055.psd		689,901458	117,751765	33,037975	34,113924		
f_DSCN0055.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0055.psd		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		
f_DSCN0055.psd		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		
f_DSCN0055.psd		421,875501	93,614673	25	28,860759		
f_DSCN0055.psd		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		
f_DSCN0055.psd	1					24,417587	-61,176193
f_DSCN0055.psd	1					3,858165	-48,990913
f_DSCN0061.psd	5	1752,912194	186,389341	54,43038	45,443038		
f_DSCN0061.psd	3	1249,907867	230,480588	54,43038	40		
f_DSCN0061.psd		0,004006	0,189873	0,063291	0,063291		
f_DSCN0061.psd		765,890883	120,502454	27,658228	38,987342		
f_DSCN0061.psd		484,012979	109,78826	25,886076	31,455696		
f_DSCN0061.psd	1					27,743474	-107,525568
f_DSCN0061.psd	1					5,929133	-106,113418
f_DSCN0057.psd	2	1145,825989	157,216491	47,21519	37,848101		
f_DSCN0057.psd		1145,821984	156,963327	47,21519	37,848101		
f_DSCN0057.psd		0,004006	0,253165	0,063291	0,063291		
f_DSCN0057.psd	2	876,646371	192,128434	47,21519	34,873418		
f_DSCN0057.psd		497,408268	101,330057	24,936709	33,164557		
f_DSCN0057.psd		379,238103	90,798377	23,607595	24,177215		
f_DSCN0057.psd	1					24,922569	-65,387458
f_DSCN0057.psd	1					4,654374	-67,619865
f_DSCN0059.psd	1	1445,149015	179,766355	52,341772	42,405063		
f_DSCN0059.psd	2	1099,018587	221,053163	52,341772	40,443038		
f_DSCN0059.psd		683,612402	111,001105	28,544304	36,075949		
f_DSCN0059.psd		415,406185	110,052058	28,037975	27,278481		
f_DSCN0059.psd	1					23,489797	-59,565764
f_DSCN0059.psd	1					3,242088	-51,340192
f_DSCN0061.psd	5	1752,912194	186,389341	54,43038	45,443038		
f_DSCN0061.psd		1752,89617	185,439974	54,367089	45,443038		
f_DSCN0061.psd	3	1249,907867	230,480588	54,43038	40		
f_DSCN0061.psd		765,890883	120,502454	27,658228	38,987342		
f_DSCN0061.psd		484,012979	109,78826	25,886076	31,455696		
f_DSCN0061.psd	1					26,178978	-108,610165
f_DSCN0061.psd	1					5,686349	-106,82141

6 Anhang

Dokument	Anzahl	Fläche	Umfang	Höhe	Breite	Kreisförmigkeit	Länge	Winkel
Bm_S_3_liT_6140.JPG	2	3177,133586	239,338318	63,162791	72,837209	0,696981		
Bm_S_3_liT_6140.JPG		3177,131422	239,152272	63,162791	72,837209	0,698065		
Bm_S_3_liT_6140.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_3_liT_6140.JPG	3	2324,367766	333,928476	55,674419	71,953488	0,261944		
Bm_S_3_liT_6140.JPG		1450,427258	164,242657	52,651163	35,023256	0,675669		
Bm_S_3_liT_6140.JPG		873,938345	169,499772	54,139535	34,651163	0,382254		
Bm_S_3_liT_6140.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_3_liT_6140.tif	1						43,095958	-4,456749
Bm_S_3_liT_6140.tif	1						6,038887	-6,634212
Bm_S_4_liT_6239.JPG	1	3159,926447	238,489296	62,930233	71,906977	0,69815		
Bm_S_4_liT_6239.JPG	2	2127,093564	291,530242	54,651163	71,813953	0,314506		
Bm_S_4_liT_6239.JPG		659,149811	132,591847	43,953488	30,883721	0,471151		
Bm_S_4_liT_6239.JPG		1467,943753	158,938395	54,651163	35,72093	0,730233		
Bm_S_4_liT_6239.tif	1						46,528364	5,506891
Bm_S_4_liT_6239.tif	1						6,882422	17,704714
Bm_S_4_reT_6180.JPG	6	3489,179016	269,408077	67,674419	74,55814	0,604104		
Bm_S_4_reT_6180.JPG		3489,168199	268,570868	67,674419	74,55814	0,607875		
Bm_S_4_reT_6180.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_4_reT_6180.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_4_reT_6180.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_4_reT_6180.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_4_reT_6180.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_4_reT_6180.JPG	2	2422,433748	308,230283	62,651163	74,55814	0,320414		
Bm_S_4_reT_6180.JPG		841,135749	144,696087	36,55814	44,790698	0,50485		
Bm_S_4_reT_6180.JPG		1581,297999	163,534196	53,255814	43,488372	0,74303		
Bm_S_4_reT_6180.JPG	1						35,842063	-35,18169
Bm_S_4_reT_6180.JPG	1						7,10583	133,401473
Bm_S_50_liC_5493.JPG	2	2821,129259	244,487595	60,511628	71,581395	0,593088		
Bm_S_50_liC_5493.JPG		2821,127096	244,301549	60,511628	71,581395	0,593991		
Bm_S_50_liC_5493.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_50_liC_5493.JPG	7	1711,64305	289,370004	59,72093	71,395349	0,256872		
Bm_S_50_liC_5493.JPG		1133,815035	146,208967	46	36,976744	0,666506		
Bm_S_50_liC_5493.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_50_liC_5493.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_50_liC_5493.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_50_liC_5493.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_50_liC_5493.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_50_liC_5493.JPG		577,817198	142,323828	37,488372	43,348837	0,358464		
Bm_S_50_liC_5493.JPG	1						71,566314	179,441435
Bm_S_50_liC_5493.JPG	1						102,68263	179,14352
Bm_S_50_liC_5493.JPG	1						60,139999	104,645217
Bm_S_50_liC_5493.JPG	2						115,88482	59,357556
Bm_S_50_liC_5493.JPG	1						2,751875	-59,540921
Bm_S_50_liC_5530.JPG	2	2429,596539	245,880412	42,27907	85,674419	0,505006		
Bm_S_50_liC_5530.JPG		2429,594375	245,694365	42,27907	85,674419	0,50577		
Bm_S_50_liC_5530.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_50_liC_5530.JPG	1	491,75338	123,924059	38,232558	26,976744	0,402389		
Bm_S_50_liC_5530.JPG	1						6,974943	0
Bm_S_50_liC_5530.JPG	1						12,279071	-1,302289
Bm_S_50_liT_5537.JPG	2	2570,773391	230,210296	58,27907	67,72093	0,609571		
Bm_S_50_liT_5537.JPG		2570,771228	230,070761	58,27907	67,72093	0,61031		
Bm_S_50_liT_5537.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_50_liT_5537.JPG	2	1853,434289	278,934706	52,837209	67,627907	0,299352		

Bm_S_50_liT_5537.JPG		1204,683613	148,04733	49,162791	33,44186	0,690688		
Bm_S_50_liT_5537.JPG		648,750676	130,887375	44,093023	32,604651	0,475874		
Bm_S_50_liT_5537.JPG	1						47,111042	11,445901
Bm_S_50_liT_5537.JPG	1						4,979201	11,312778
Bm_S_50_reC_5424.JPG	3	2719,426717	236,403852	57,023256	76,139535	0,611474		
Bm_S_50_reC_5424.JPG		2719,42239	236,031759	57,023256	76,139535	0,613403		
Bm_S_50_reC_5424.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_50_reC_5424.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_50_reC_5424.JPG	3	2010,935641	316,200768	57,023256	73,953488	0,252745		
Bm_S_50_reC_5424.JPG		1285,062196	158,022851	42,511628	45,069767	0,646687		
Bm_S_50_reC_5424.JPG		725,871282	157,99187	36,186047	49,302326	0,365426		
Bm_S_50_reC_5424.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_50_reC_5424.JPG	1						76,447411	-0,418318
Bm_S_50_reC_5424.JPG	1						101,56897	-0,944594
Bm_S_50_reC_5424.JPG	1						57,835439	75,900201
Bm_S_50_reC_5424.JPG	2						127,817569	72,632266
Bm_S_50_reC_5424.JPG	1						3,135426	-122,268965
Bm_S_50_reC_5447.JPG	2	2731,244997	259,858505	48,837209	92,325581	0,508273		
Bm_S_50_reC_5447.JPG		2731,242834	259,672459	48,837209	92,325581	0,509001		
Bm_S_50_reC_5447.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_50_reC_5447.JPG	2	922,764738	145,867964	38,697674	34,093023	0,544981		
Bm_S_50_reC_5447.JPG		922,762574	145,681917	38,697674	34,093023	0,546372		
Bm_S_50_reC_5447.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_50_reC_5447.JPG	1						5,161458	180
Bm_S_50_reC_5447.JPG	1						5,586928	177,136857
Bm_S_50_reT_5467.JPG	2	2731,316387	241,431714	63,953488	72,093023	0,588834		
Bm_S_50_reT_5467.JPG		2731,314224	241,245667	63,953488	72,093023	0,589743		
Bm_S_50_reT_5467.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_50_reT_5467.JPG	3	2109,641969	301,195105	63,953488	72,093023	0,292229		
Bm_S_50_reT_5467.JPG		882,634938	146,549872	36,186047	50,186047	0,51644		
Bm_S_50_reT_5467.JPG		1227,004867	154,459186	48,976744	38,55814	0,646292		
Bm_S_50_reT_5467.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_50_reT_5467.JPG	1						45,796266	-35,65944
Bm_S_50_reT_5467.JPG	1						2,746944	-61,699244
Bm_S_51_liC_5043.tif	3	3753,817198	308,471967	54,790698	111,44186	0,495737		
Bm_S_51_liC_5043.tif		3753,812872	308,099874	54,790698	111,44186	0,496935		
Bm_S_51_liC_5043.tif		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_51_liC_5043.tif		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_51_liC_5043.tif	2	1352,028123	194,928244	41,906977	51,581395	0,447143		
Bm_S_51_liC_5043.tif		1352,02596	194,788709	41,906977	51,581395	0,447783		
Bm_S_51_liC_5043.tif		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_51_liC_5043.tif	1						12,697463	-178,74063
Bm_S_51_liC_5043.tif	1						24,026645	177,003925
Bm_S_51_liT_5079.JPG	1	3692,523526	261,303299	66,27907	76,046512	0,679584		
Bm_S_51_liT_5079.JPG	2	2770,548405	324,287112	59,162791	76,046512	0,331067		
Bm_S_51_liT_5079.JPG		1774,541915	177,117596	59,162791	36,976744	0,710841		
Bm_S_51_liT_5079.JPG		996,00649	147,169516	49,44186	35,953488	0,577878		
Bm_S_51_liT_5079.JPG	1						42,795594	6,176776
Bm_S_51_liT_5079.JPG	1						6,46237	13,739681
Bm_S_51_reC_4986.JPG	2	3897,793402	277,813821	70,697674	82,232558	0,634631		
Bm_S_51_reC_4986.JPG		3897,791239	277,674286	70,697674	82,232558	0,635268		
Bm_S_51_reC_4986.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_51_reC_4986.JPG	2	2408,29205	349,33287	67,023256	79,534884	0,247993		
Bm_S_51_reC_4986.JPG		1503,4808	170,589538	52,55814	44,697674	0,649237		
Bm_S_51_reC_4986.JPG		904,811249	178,743332	39,395349	53,581395	0,355884		

6 Anhang

Bm_S_51_reC_4986.JPG	1						80,351341	180
Bm_S_51_reC_4986.JPG	1						120,389534	179,667961
Bm_S_51_reC_4986.JPG	1						52,894714	76,113834
Bm_S_51_reC_4986.JPG	2						181,420339	48,381118
Bm_S_51_reC_4986.JPG	1						6,893314	-54,064919
Bm_S_51_reC_5001.JPG	3	4090,888048	303,934228	71,162791	82,325581	0,556504		
Bm_S_51_reC_5001.JPG		4090,883721	303,608646	71,162791	82,325581	0,557698		
Bm_S_51_reC_5001.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_51_reC_5001.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_51_reC_5001.JPG	6	2573,577069	393,098376	68,511628	82,325581	0,209288		
Bm_S_51_reC_5001.JPG		751,8053	167,690161	40,232558	48,372093	0,33597		
Bm_S_51_reC_5001.JPG		1821,763115	224,757052	53,534884	52,790698	0,453185		
Bm_S_51_reC_5001.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_51_reC_5001.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_51_reC_5001.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_51_reC_5001.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_51_reC_5001.JPG	1						80,260374	178,007392
Bm_S_51_reC_5001.JPG	1						121,366082	177,232254
Bm_S_51_reC_5001.JPG	1						68,500618	77,891975
Bm_S_51_reC_5001.JPG	2						134,023437	65,788157
Bm_S_51_reC_5001.JPG	1						7,596921	44,263336
Bm_S_51_reC_5017.JPG	3	3552,041103	304,71003	55,860465	106,883721	0,480745		
Bm_S_51_reC_5017.JPG		3552,036777	304,384449	55,860465	106,883721	0,481773		
Bm_S_51_reC_5017.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_51_reC_5017.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_51_reC_5017.JPG	4	1195,130341	194,851846	49,255814	51,674419	0,395563		
Bm_S_51_reC_5017.JPG		1195,123851	194,386729	49,255814	51,674419	0,397456		
Bm_S_51_reC_5017.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_51_reC_5017.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_51_reC_5017.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_51_reC_5017.JPG	1						11,725379	-177,954064
Bm_S_51_reC_5017.JPG	1						18,734983	-176,156557
Bm_S_52_liC_6617.JPG	2	2094,288805	189,942981	45,44186	64,744186	0,729457		
Bm_S_52_liC_6617.JPG		2094,286641	189,803446	45,44186	64,744186	0,73053		
Bm_S_52_liC_6617.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_52_liC_6617.JPG	3	1442,126555	273,135149	42,883721	64,744186	0,242917		
Bm_S_52_liC_6617.JPG		1151,279611	173,580942	42,883721	40,790698	0,480161		
Bm_S_52_liC_6617.JPG		290,844781	99,414672	30,790698	15,906977	0,369803		
Bm_S_52_liC_6617.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_52_liC_6620.JPG	2	2827,723094	267,183001	47,581395	94,604651	0,49777		
Bm_S_52_liC_6620.JPG		2827,72093	267,043466	47,581395	94,604651	0,49829		
Bm_S_52_liC_6620.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_52_liC_6620.JPG	2	1110,087615	157,138632	40,55814	43,395349	0,564939		
Bm_S_52_liC_6620.JPG		1110,085452	156,952586	40,55814	43,395349	0,566278		
Bm_S_52_liC_6620.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_52_liC_6620.JPG	1						5,858952	180
Bm_S_52_liC_6620.JPG	1						11,023943	178,549409
Bm_S_52_liC_6635.JPG	3	2832,203353	221,906649	66,604651	58,744186	0,722759		
Bm_S_52_liC_6635.JPG		2832,199027	221,581068	66,604651	58,744186	0,724884		
Bm_S_52_liC_6635.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_52_liC_6635.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_52_liC_6635.JPG	6	2127,037317	297,531737	66	58,744186	0,301938		
Bm_S_52_liC_6635.JPG		1298,747431	159,331387	45,116279	45,953488	0,642883		
Bm_S_52_liC_6635.JPG		828,281233	137,502676	47,627907	35,162791	0,55051		
Bm_S_52_liC_6635.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		

Bm_S_52_liC_6635.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_52_liC_6635.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_52_liC_6635.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_52_liC_6635.JPG	1						62,663741	91,148018
Bm_S_52_liC_6635.JPG	1						95,351727	88,155569
Bm_S_52_liC_6635.JPG	1						47,630786	-28,522915
Bm_S_52_liC_6635.JPG	2						191,554738	27,884818
Bm_S_52_liC_6635.JPG	1						3,25708	46,743089
Bm_S_52_liT_6653.JPG	1	2599,221201	216,502822	56,511628	64,697674	0,696829		
Bm_S_52_liT_6653.JPG	2	1931,370471	287,413113	51,44186	64,697674	0,293807		
Bm_S_52_liT_6653.JPG		752,692266	134,430875	40	33,488372	0,523395		
Bm_S_52_liT_6653.JPG		1178,678204	152,982238	49,348837	32,55814	0,632883		
Bm_S_52_liT_6653.JPG	1						34,615902	16,38954
Bm_S_52_liT_6653.JPG	1						4,870192	28,523119
Bm_S_52_reC_6554.JPG	1	3032,811249	278,704663	46,418605	96,139535	0,490644		
Bm_S_52_reC_6554.JPG	2	1090,647918	205,846154	43,674419	43,906977	0,323451		
Bm_S_52_reC_6554.JPG		1090,645754	205,660108	43,674419	43,906977	0,324036		
Bm_S_52_reC_6554.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_52_reC_6554.JPG	1						4,205849	-5,712058
Bm_S_52_reC_6554.JPG	1						8,272904	-5,808216
Bm_S_52_reC_6564.JPG	2	2074,371011	194,730305	55,534884	57,023256	0,687431		
Bm_S_52_reC_6564.JPG		2074,368848	194,544258	55,534884	57,023256	0,688746		
Bm_S_52_reC_6564.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_52_reC_6564.JPG	4	1581,520822	290,103374	55,534884	57,023256	0,236145		
Bm_S_52_reC_6564.JPG		1254,422931	159,011517	43,72093	42,651163	0,623443		
Bm_S_52_reC_6564.JPG		327,093564	130,719764	38,325581	26	0,240547		
Bm_S_52_reC_6564.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_52_reC_6564.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_52_reT_6610.JPG	4	2496,48675	214,290097	66,930233	58,046512	0,68318		
Bm_S_52_reT_6610.JPG		2496,48026	213,871492	66,930233	58,046512	0,685855		
Bm_S_52_reT_6610.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_52_reT_6610.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_52_reT_6610.JPG		0,002163	0,093023	0,046512	0,046512	3,141593		
Bm_S_52_reT_6610.JPG	9	1925,998918	275,338582	66,930233	55,627907	0,319251		
Bm_S_52_reT_6610.JPG		684,55814	118,290372	39,302326	32,883721	0,614782		
Bm_S_52_reT_6610.JPG		1241,425635	155,93193	39,069767	49,488372	0,641594		
Bm_S_52_reT_6610.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_52_reT_6610.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_52_reT_6610.JPG		0,002163	0,093023	0,046512	0,046512	3,141593		
Bm_S_52_reT_6610.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_52_reT_6610.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_52_reT_6610.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_52_reT_6610.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_52_reT_6610.JPG	1						37,114764	-122,096715
Bm_S_52_reT_6610.JPG	1						4,781432	-127,092837
Bm_S_53_liC_9350.JPG	1	3627,158464	307,349478	53,581395	111,348837	0,482516		
Bm_S_53_liC_9350.JPG	2	1154,706328	164,581627	48,139535	44,511628	0,535696		
Bm_S_53_liC_9350.JPG		1154,704164	164,39558	48,139535	44,511628	0,536909		
Bm_S_53_liC_9350.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_53_liC_9350.JPG	1						5,858952	0
Bm_S_53_liC_9350.JPG	1						12,976395	-1,232295
Bm_S_53_liC_9352.JPG	1	3437,306652	256,657945	66,697674	74,976744	0,65572		
Bm_S_53_liC_9352.JPG	4	1750,513791	292,760844	63,069767	74,930233	0,256655		
Bm_S_53_liC_9352.JPG		307,472147	75,366791	21,209302	22,744186	0,68023		
Bm_S_53_liC_9352.JPG		257,233099	69,447629	19,302326	19,813953	0,670227		

6 Anhang

Bm_S_53_liC_9352.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_53_liC_9352.JPG		1185,806382	147,760378	46,55814	35,72093	0,682508		
Bm_S_53_liC_9352.JPG	1						73,28487	2,073192
Bm_S_53_liC_9352.JPG	1						133,375213	0,839216
Bm_S_53_liC_9352.JPG	2						124,923919	68,260523
Bm_S_53_liC_9352.JPG	1						7,404993	-47,297984
Bm_S_53_liC_9358.JPG	2	3366,851271	237,847151	56,232558	78	0,74789		
Bm_S_53_liC_9358.JPG		3366,849108	237,707616	56,232558	78	0,748768		
Bm_S_53_liC_9358.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_53_liC_9358.JPG	3	2394,515955	328,1195	56,232558	78	0,279488		
Bm_S_53_liC_9358.JPG		1940,945376	223,810859	56,232558	49,488372	0,486924		
Bm_S_53_liC_9358.JPG		453,568415	104,122595	37,348837	19,674419	0,52573		
Bm_S_53_liC_9358.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_53_reC_9380.JPG	1	3320,432666	250,368225	68,976744	72,837209	0,66565		
Bm_S_53_reC_9380.JPG	3	1657,702542	329,439322	66,27907	72,27907	0,19194		
Bm_S_53_reC_9380.JPG		246,704164	75,957321	17,953488	19,767442	0,537337		
Bm_S_53_reC_9380.JPG		299,444024	103,133666	23,72093	23,44186	0,353773		
Bm_S_53_reC_9380.JPG		1111,554354	150,348335	48,325581	31,813953	0,617936		
Bm_S_53_reC_9380.JPG	1						72,958035	179,89042
Bm_S_53_reC_9380.JPG	1						133,666199	178,863509
Bm_S_53_reC_9380.JPG	2						133,427697	81,580516
Bm_S_53_reC_9380.JPG	1						7,705517	-121,668857
Bm_S_53_reC_9389.JPG	2	3660,140617	332,705287	55,581395	111,72093	0,415516		
Bm_S_53_reC_9389.JPG		3660,138453	332,612264	55,581395	111,72093	0,415749		
Bm_S_53_reC_9389.JPG		0,002163	0,093023	0,046512	0,046512	3,141593		
Bm_S_53_reC_9389.JPG	2	982,682531	162,093704	56,046512	37,767442	0,469992		
Bm_S_53_reC_9389.JPG		982,680368	162,000681	56,046512	37,767442	0,470531		
Bm_S_53_reC_9389.JPG		0,002163	0,093023	0,046512	0,046512	3,141593		
Bm_S_53_reC_9389.JPG	1						9,768907	178,363001
Bm_S_53_reC_9389.JPG	1						15,215616	-177,897803
Bm_S_53_reC_9391.JPG	1	3519,197404	231,079425	56,511628	76,883721	0,828192		
Bm_S_53_reC_9391.JPG	2	2720,348296	276,844793	56,511628	76,883721	0,446028		
Bm_S_53_reC_9391.JPG		2444,547323	199,335729	56,511628	52,418605	0,773104		
Bm_S_53_reC_9391.JPG		275,800973	77,509064	32,418605	13,72093	0,5769		
Bm_S_53_reT_9403.JPG	8	3772,40887	280,267818	67,953488	83,162791	0,603507		
Bm_S_53_reT_9403.JPG		3772,393726	279,058515	67,953488	83,162791	0,608746		
Bm_S_53_reT_9403.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_53_reT_9403.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_53_reT_9403.JPG		0,002163	0,093023	0,046512	0,046512	3,141593		
Bm_S_53_reT_9403.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_53_reT_9403.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_53_reT_9403.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_53_reT_9403.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_53_reT_9403.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_53_reT_9403.JPG	3	2678,033532	370,574356	60,27907	83,162791	0,245062		
Bm_S_53_reT_9403.JPG		1712,912926	188,217542	54	48,744186	0,60761		
Bm_S_53_reT_9403.JPG		965,118442	182,170767	46,930233	46,418605	0,365454		
Bm_S_53_reT_9403.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_53_reT_9403.JPG	1						43,542811	-17,91684
Bm_S_53_reT_9403.JPG	1						5,2645	-32,012033
Bm_S_56_liT_0868.JPG	1	4780,242293	297,962401	78,139535	92,372093	0,676608		
Bm_S_56_liT_0868.JPG	3	3435,59113	389,372455	76,976744	92,372093	0,284761		
Bm_S_56_liT_0868.JPG		1454,111412	203,194882	65,395349	58,139535	0,44257		
Bm_S_56_liT_0868.JPG		1981,477555	185,991526	63,581395	48,093023	0,719801		
Bm_S_56_liT_0868.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_56_liT_0868.JPG	1						58,46458	11,28596

Bm_S_56_liT_0868.JPG	1						8,033253	20,327956
Bm_S_56_reT_0841.JPG	1	5043,327204	294,743847	78,418605	98,093023	0,729521		
Bm_S_56_reT_0841.JPG	2	3615,115197	373,954106	73,395349	98,093023	0,324859		
Bm_S_56_reT_0841.JPG		2160,690103	191,216388	64,27907	50,325581	0,742595		
Bm_S_56_reT_0841.JPG		1454,425095	182,737718	56,511628	50,27907	0,547324		
Bm_S_56_reT_0841.JPG	1						58,896542	-17,795508
Bm_S_56_reT_0841.JPG	1						7,897594	-17,479013
Bm_S_68_liC_0919.JPG	3	3778,520281	268,765255	71,488372	79,674419	0,657333		
Bm_S_68_liC_0919.JPG		3778,515955	268,393162	71,488372	79,674419	0,659156		
Bm_S_68_liC_0919.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_68_liC_0919.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_68_liC_0919.JPG	3	2395,848567	300,74328	66,046512	78,976744	0,332872		
Bm_S_68_liC_0919.JPG		687,764197	135,018266	26,744186	47,209302	0,474094		
Bm_S_68_liC_0919.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_68_liC_0919.JPG		1708,082207	165,538968	53,813953	44,325581	0,783282		
Bm_S_68_liC_0919.JPG	1						75,912517	-1,474579
Bm_S_68_liC_0919.JPG	1						139,553557	-1,604277
Bm_S_68_liC_0919.JPG	1						61,265673	-77,106409
Bm_S_68_liC_0919.JPG	2						105,761257	86,500045
Bm_S_68_liC_0919.JPG							44,495584	-163,606454
Bm_S_68_liC_0919.JPG							61,265673	-77,106409
Bm_S_68_liC_0919.JPG	1						7,521134	-49,521294
Bm_S_68_liC_0923.JPG	2	4639,79232	361,307698	62,930233	119,906977	0,446636		
Bm_S_68_liC_0923.JPG		4639,790157	361,121652	62,930233	119,906977	0,447096		
Bm_S_68_liC_0923.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_68_liC_0923.JPG	1	1524,984316	214,222715	61,395349	53,302326	0,417584		
Bm_S_68_liC_0923.JPG	1						14,650038	178,908502
Bm_S_68_liC_0923.JPG	1						1,192149	110,551181
Bm_S_68_liC_0934.JPG	3	4546,563548	281,580764	85,581395	71,302326	0,720588		
Bm_S_68_liC_0934.JPG		4546,559221	281,255183	85,581395	71,302326	0,722257		
Bm_S_68_liC_0934.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_68_liC_0934.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_68_liC_0934.JPG	7	3802,234721	458,023229	85,581395	71,348837	0,227758		
Bm_S_68_liC_0934.JPG		3407,180097	278,379912	66,325581	70,046512	0,552496		
Bm_S_68_liC_0934.JPG		395,043807	178,806108	38,744186	42,139535	0,155271		
Bm_S_68_liC_0934.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_68_liC_0934.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_68_liC_0934.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_68_liC_0934.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_68_liC_0934.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_68_liT_0937.JPG	3	4730,942131	304,551023	79,767442	90,139535	0,64097		
Bm_S_68_liT_0937.JPG		4730,937804	304,17893	79,767442	90,139535	0,642538		
Bm_S_68_liT_0937.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_68_liT_0937.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_68_liT_0937.JPG	4	3266,719308	389,144612	75,023256	90,139535	0,271081		
Bm_S_68_liT_0937.JPG		2156,843699	192,243115	64,418605	50,511628	0,733376		
Bm_S_68_liT_0937.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_68_liT_0937.JPG		1109,871282	196,575915	55,302326	48,883721	0,360929		
Bm_S_68_liT_0937.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_68_liT_0937.JPG	1						48,706695	20,983548
Bm_S_68_liT_0937.JPG	1						10,233548	27,619105
Bm_S_68_reC_0891.JPG	1	3810,608978	249,195312	71,162791	78,418605	0,771125		
Bm_S_68_reC_0891.JPG	3	2301,127096	300,971662	67,302326	78,418605	0,319227		
Bm_S_68_reC_0891.JPG		1534,029205	160,188429	51,209302	41,953488	0,751244		
Bm_S_68_reC_0891.JPG		767,095727	140,597186	34,511628	45,255814	0,487648		

6 Anhang

Bm_S_68_reC_0891.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_68_reC_0891.JPG	1						75,334035	-0,636758
Bm_S_68_reC_0891.JPG	1						140,221415	-1,083354
Bm_S_68_reC_0891.JPG	1						7,648247	-128,326142
Bm_S_68_reC_0897.JPG	1	4855,744727	335,538389	62,930233	124,232558	0,541978		
Bm_S_68_reC_0897.JPG	1	1470,630611	217,609752	57,953488	52,186047	0,390262		
Bm_S_68_reC_0897.JPG	1						14,239826	177,753678
Bm_S_68_reC_0897.JPG	1						8,550516	174,380978
Bm_S_68_reC_0899.JPG	1	4429,726339	268,560774	86,511628	77,162791	0,771794		
Bm_S_68_reC_0899.JPG	6	3945,812872	396,001018	86,511628	77,162791	0,316194		
Bm_S_68_reC_0899.JPG		3408,406706	249,810544	79,488372	71,627907	0,686341		
Bm_S_68_reC_0899.JPG		537,397512	145,539312	37,906977	36,232558	0,31882		
Bm_S_68_reC_0899.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_68_reC_0899.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_68_reC_0899.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_68_reC_0899.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_68_reT_0905.JPG	4	4786,591671	311,783132	79,953488	93,488372	0,618773		
Bm_S_68_reT_0905.JPG		4786,585181	311,318016	79,953488	93,488372	0,620622		
Bm_S_68_reT_0905.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_68_reT_0905.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_68_reT_0905.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_68_reT_0905.JPG	5	3327,755544	392,986006	74,372093	93,488372	0,270774		
Bm_S_68_reT_0905.JPG		1156,17523	191,369214	42,046512	54,697674	0,396725		
Bm_S_68_reT_0905.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_68_reT_0905.JPG		2171,573824	201,198188	63,860465	55,767442	0,674119		
Bm_S_68_reT_0905.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_68_reT_0905.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_68_reT_0905.JPG	1						47,476454	-33,743597
Bm_S_68_reT_0905.JPG	1						12,114969	-35,161143
Bm_S_8_liT_7541.jpg	1	2762,448891	224,489932	60,697674	65,72093	0,688827		
Bm_S_8_liT_7541.jpg	2	1952,982153	270,285949	50,465116	65,72093	0,33594		
Bm_S_8_liT_7541.jpg		866,682531	138,941466	46,465116	32,511628	0,564165		
Bm_S_8_liT_7541.jpg		1086,299621	131,344483	44,465116	29,395349	0,79129		
Bm_S_8_liT_7541.jpg	1						38,510495	-8,543201
Bm_S_8_liT_7541.jpg	1						4,047873	-1,975444
Bm_S_8_reT_7470.jpg	1						37,872796	-12,554837
Bm_S_8_reT_7470.jpg	1						5,312171	156,796052
Bm_S_82_liC_8764.JPG	2	3282,342888	290,816579	56	95,72093	0,487703		
Bm_S_82_liC_8764.JPG		3282,340725	290,677044	56	95,72093	0,488171		
Bm_S_82_liC_8764.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_82_liC_8764.JPG	1	1319,212547	171,55797	44,976744	39,627907	0,563252		
Bm_S_82_liC_8764.JPG	1						4,742961	180
Bm_S_82_liC_8764.JPG	1						2,24936	-172,873162
Bm_S_82_liC_8768.JPG	1	3218,448891	235,073479	70,883721	67,813953	0,731896		
Bm_S_82_liC_8768.JPG	2	1736,25311	296,855139	62,604651	67,906977	0,24759		
Bm_S_82_liC_8768.JPG		1197,691725	154,183325	47,953488	38,046512	0,633111		
Bm_S_82_liC_8768.JPG		538,561385	142,671814	44,186047	34,232558	0,332482		
Bm_S_82_liC_8768.JPG	1						68,218508	-179,414023
Bm_S_82_liC_8768.JPG	1						110,78459	-178,845283
Bm_S_82_liC_8768.JPG	1						64,062683	104,244584
Bm_S_82_liC_8768.JPG	2						141,160664	54,026733
Bm_S_82_liC_8768.JPG							73,9761	52,748205
Bm_S_82_liC_8768.JPG							67,184565	106,774939
Bm_S_82_liC_8768.JPG	1						8,37512	-29,988044
Bm_S_82_liC_8775.JPG	1	1208027	4571,573086	1515	1033	0,726365		

Bm_S_82_liC_8775.JPG	3	886033	6919,680479	1515	1004	0,232535		
Bm_S_82_liC_8775.JPG		677863	3834,929904	1019	1004	0,579211		
Bm_S_82_liC_8775.JPG		1	4	1	1	0,785398		
Bm_S_82_liC_8775.JPG		208169	3080,750576	606	899	0,275621		
Bm_S_82_reC_8794.JPG	2	2907,787994	256,436174	52,883721	92,976744	0,555666		
Bm_S_82_reC_8794.JPG		2907,78583	256,250127	52,883721	92,976744	0,556473		
Bm_S_82_reC_8794.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_82_reC_8794.JPG	3	947,69497	164,615816	51,023256	35,860465	0,439476		
Bm_S_82_reC_8794.JPG		947,690644	164,243723	51,023256	35,860465	0,441468		
Bm_S_82_reC_8794.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_82_reC_8794.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_82_reC_8794.JPG	1						7,673706	-1,041896
Bm_S_82_reC_8794.JPG	1						9,355793	2,564431
Bm_S_82_reC_8797.JPG	2	2923,177934	231,755428	67,813953	63,348837	0,68392		
Bm_S_82_reC_8797.JPG		2923,175771	231,569381	67,813953	63,348837	0,685019		
Bm_S_82_reC_8797.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_82_reC_8797.JPG	4	1515,041644	277,250468	67,581395	63,348837	0,247679		
Bm_S_82_reC_8797.JPG		545,202812	137,358467	48,697674	33,534884	0,363126		
Bm_S_82_reC_8797.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_82_reC_8797.JPG		969,834505	139,612932	45,906977	31,162791	0,625254		
Bm_S_82_reC_8797.JPG		0,002163	0,093023	0,046512	0,046512	3,141593		
Bm_S_82_reC_8797.JPG	1						61,531812	178,830559
Bm_S_82_reC_8797.JPG	1						107,446832	178,58613
Bm_S_82_reC_8797.JPG	1						68,347469	-102,614465
Bm_S_82_reC_8797.JPG	2						141,989608	46,719169
Bm_S_82_reC_8797.JPG							73,642139	-55,895296
Bm_S_82_reC_8797.JPG							68,347469	-102,614465
Bm_S_82_reC_8797.JPG	1						7,310902	-138,086703
Bm_S_82_reC_8803.JPG	2	2633,098972	209,442874	48,27907	71,162791	0,754303		
Bm_S_82_reC_8803.JPG		2633,096809	209,256827	48,27907	71,162791	0,755644		
Bm_S_82_reC_8803.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_82_reC_8803.JPG	3	1905,120606	270,240073	48,27907	71,162791	0,327818		
Bm_S_82_reC_8803.JPG		270,392645	88,159522	28,372093	24,651163	0,437186		
Bm_S_82_reC_8803.JPG		1634,725798	181,894505	48,27907	46,55814	0,620891		
Bm_S_82_reC_8803.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_96_liC_9525.JPG	2	4133,996755	279,273744	81,255814	79,767442	0,66607		
Bm_S_96_liC_9525.JPG		4133,994592	279,087697	81,255814	79,767442	0,666958		
Bm_S_96_liC_9525.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_96_liC_9525.JPG	3	2355,193077	330,18911	79,674419	78,837209	0,271463		
Bm_S_96_liC_9525.JPG		946,096268	158,56416	48,139535	49,162791	0,472863		
Bm_S_96_liC_9525.JPG		1409,094646	171,485416	51,674419	41,72093	0,602137		
Bm_S_96_liC_9525.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_96_liC_9525.JPG	1						77,153088	-0,932639
Bm_S_96_liC_9525.JPG	1						140,533618	-1,649997
Bm_S_96_liC_9525.JPG	1						80,310603	-80,703692
Bm_S_96_liC_9525.JPG	2						141,0377	56,703132
Bm_S_96_liC_9525.JPG							59,349764	-137,564922
Bm_S_96_liC_9525.JPG							81,687937	-80,861791
Bm_S_96_liC_9525.JPG	1						8,376203	-60,024765
Bm_S_96_liC_9544.JPG	1	4675,281774	380,36665	62,093023	119,581395	0,406081		
Bm_S_96_liC_9544.JPG	2	1628,1298	204,745033	56,651163	50,651163	0,488059		
Bm_S_96_liC_9544.JPG		1628,127637	204,558987	56,651163	50,651163	0,488946		
Bm_S_96_liC_9544.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_96_liC_9544.JPG	1						27,482692	179,418187
Bm_S_96_liC_9544.JPG	1						15,773249	-177,972154

6 Anhang

Bm_S_96_liC_9555.JPG	2	4322,068145	263,865339	82,093023	72,837209	0,780076		
Bm_S_96_liC_9555.JPG		4322,065982	263,679293	82,093023	72,837209	0,781177		
Bm_S_96_liC_9555.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_96_liC_9555.JPG	3	3660,586263	396,413911	82,093023	72,837209	0,292727		
Bm_S_96_liC_9555.JPG		2867,309897	223,21318	70,697674	57,72093	0,723177		
Bm_S_96_liC_9555.JPG		793,274202	173,014685	56,27907	43,302326	0,333018		
Bm_S_96_liC_9555.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_96_liT_9571.JPG	1	4818,104922	317,799522	76,883721	95,581395	0,599487		
Bm_S_96_liT_9571.JPG	2	3736,28556	395,412562	71,860465	95,581395	0,300296		
Bm_S_96_liT_9571.JPG		1548,757166	192,523388	60,976744	47,395349	0,525081		
Bm_S_96_liT_9571.JPG		2187,528394	202,889174	59,674419	48,511628	0,667799		
Bm_S_96_liT_9571.JPG	1						54,913985	11,728698
Bm_S_96_liT_9571.JPG	1						6,798339	16,699244
Bm_S_96_reC_9449.JPG	1	5163,796647	361,716856	65,069767	126,27907	0,495954		
Bm_S_96_reC_9449.JPG	1	1228,521363	188,717719	56,604651	48,139535	0,433478		
Bm_S_96_reC_9449.JPG	1						9,071719	-1,762846
Bm_S_96_reC_9449.JPG	1						9,629466	-1,660711
Bm_S_96_reC_9459.JPG	2	4961,248242	313,249637	82,325581	88,883721	0,63536		
Bm_S_96_reC_9459.JPG		4961,246079	313,063591	82,325581	88,883721	0,636115		
Bm_S_96_reC_9459.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_96_reC_9459.JPG	2	3108,969173	358,738164	82,325581	88,55814	0,303579		
Bm_S_96_reC_9459.JPG		1013,709032	168,004582	52,046512	51,162791	0,451316		
Bm_S_96_reC_9459.JPG		2095,260141	190,733582	58,186047	47,395349	0,723758		
Bm_S_96_reC_9459.JPG	1						87,627059	178,722587
Bm_S_96_reC_9459.JPG	1						142,816434	177,760259
Bm_S_96_reC_9459.JPG	1						83,548168	-105,494691
Bm_S_96_reC_9459.JPG	2						161,002213	63,553821
Bm_S_96_reC_9459.JPG							77,454044	-41,94087
Bm_S_96_reC_9459.JPG							83,548168	-105,494691
Bm_S_96_reC_9459.JPG	1						7,310902	-138,086703
Bm_S_96_reC_9479.JPG	4	3869,771769	266,761285	78,27907	71,813953	0,68336		
Bm_S_96_reC_9479.JPG		3869,765279	266,203146	78,27907	71,813953	0,686228		
Bm_S_96_reC_9479.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_96_reC_9479.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_96_reC_9479.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_96_reC_9479.JPG	6	3345,453759	420,961636	78,27907	71,813953	0,237236		
Bm_S_96_reC_9479.JPG		2716,08437	242,079004	72,976744	57,581395	0,582423		
Bm_S_96_reC_9479.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_96_reC_9479.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_96_reC_9479.JPG		629,360736	178,138446	55,023256	37,72093	0,249226		
Bm_S_96_reC_9479.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_96_reC_9479.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_96_reT_9487.JPG	4	5290,656571	378,555463	82,465116	100,046512	0,463938		
Bm_S_96_reT_9487.JPG		5290,650081	378,090347	82,465116	100,046512	0,46508		
Bm_S_96_reT_9487.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_96_reT_9487.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_96_reT_9487.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_96_reT_9487.JPG	4	5290,656571	378,555463	82,465116	100,046512	0,463938		
Bm_S_96_reT_9487.JPG		5290,650081	378,090347	82,465116	100,046512	0,46508		
Bm_S_96_reT_9487.JPG		0,002163	0,186047	0,046512	0,046512	0,785398		
Bm_S_96_reT_9487.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_96_reT_9487.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_96_reT_9487.JPG	3	4281,527312	441,902089	79,069767	99,534884	0,275522		
Bm_S_96_reT_9487.JPG		1566,673878	200,51538	61,348837	45,209302	0,489658		
Bm_S_96_reT_9487.JPG		2714,851271	241,247174	67,488372	57,627907	0,586181		

Bm_S_96_reT_9487.JPG		0,002163	0,139535	0,046512	0,046512	1,396263		
Bm_S_96_reT_9487.JPG	1						51,401953	-22,672973
Bm_S_96_reT_9487.JPG	1						6,531366	-19,987859

CURRICULUM VITAE

Personal Data

Full Name **Kathrin Bettina Moser**
Date of birth **03rd of January 1983 in Vienna (Austria)**
Residence **Vienna**
Nationality **Austria**
Contact: **k.moser080@gmail.com**

Education

August 2011 **Diploma thesis at the Department of Anthropology University of Vienna,**
Supervisors Univ.-Prof. Mag. Mag. Dr. Sylvia Kirchengast and Prof. Dr. Karl
Großschmidt
Topic: *“The ankle joint of roman Gladiators in comparison”*

Since Winter 2005 Study of Anthropology (focus on Social Anthropology) at the University of
Vienna

Since Winter 2002 Japanology, University of Vienna (ongoing)

1995 – 2003 Grammar School with focal point on Natural Sciences:
GRG 3 Hagenmüllergasse 1030 Vienna

1991 – 1995 Primary School: **Eslarngasse, 1030 Vienna**

Internships

Summer 2000

- **Mobilkom Austria AG:** *Customer Care*

Summer 2001

- **Mobilkom Austria AG:** *Customer Service*

Summer 2002

- **Mobilkom Austria AG:** *Customer Service*

Summer 2003

- **Mobilkom Austria AG:** *Customer Service*

Further Activities

January 2006 – September 2008

- **Schütz Marketing:** *Acquisition of new customers and customer care*
- **Various jobs in promoting**

January 2008 – March 2009

- **Department Library of East Asian Studies:** *Retro, various library tasks*

Since January 2010

- **Wiener Sozialdienste:** *Stand-by / operations management*

Special Skills:

Languages

Englisch: *Fluent in speech and writing*

Japanese: *Basic knowledge*

EDV Skills

Microsoft Office / Open Office

Photoshop

Gimp

HTML Programming

Profound Internet skills

Linux

Tex/Latex basic knowledge