



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Fingerprints in der Archäologie: Perspektiven und  
Limits“

Verfasser

Ali Darvish Zadeh

angestrebter akademischer Grad

Magister der Philosophie (Mag. Phil.)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 309

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Ur- und Frühgeschichte

Betreuerin:

Univ. Doz. Dr. Christine Neugebauer - Maresch



Abstract:

Many criminologists, medical scientists and anthropologists have dealt with dactyloscopic research in order to gain insights for their specific field of work.

They attempted to interpret dactyloscopic parameters such as papillary pattern, ridge breadth and ridge density in correlation to age, gender, ethnic affiliation, disease etc.

Archaeological artifacts, especially clay, often have imprints of finger and palm patterns. This paper consists of two parts. The first part deals with relevant dactyloscopic parameters and examples of latent imprints in archaeological artifacts (clay, bronze, painting, birch pitch) are introduced.

The second part contains the results of a test series about the influence of the shrinkage of clay during drying and burning process on the dimensions of papillary ridges on the surface of clay plates. All test values are shown in charts and diagrams with the aim of identifying useful values for the archaeological analysis of papillary ridges.

Viele Forscher und Wissenschaftler haben sich mit dem Thema Daktyloskopie auseinander gesetzt. Es waren vorwiegend Kriminalisten, Mediziner und Anthropologen, die für ihr Fach relevante Aspekte untersucht haben. Sie haben versucht, an Hand der Latentprints, Erkenntnisse über Alter, Geschlecht, Krankheiten und ethnische Zugehörigkeit der Personen zu gewinnen, die ihre Fingerabdrücke auf den Objekten hinterlassen haben.

In der Archäologie wurden öfters Fingerabdrücke auf Artefakten, hauptsächlich auf Tonmaterial, festgestellt. Nur einige wenige haben diese Funde daktylospisch untersucht.

Diese Arbeit besteht aus zwei Teilen. Im ersten Teil werden die für die Fingerabdruckmethode wichtigsten Fälle in der Archäologie vorgestellt. Es wird dargestellt, welche Aussagemöglichkeiten durch die Untersuchung der Beschaffenheit von Papillarleisten überhaupt möglich sind, und welche Limits dieser Methode gesetzt sind.

Im zweiten Teil dieser Arbeit werden die Ergebnisse einer experimentell durchgeführten Testreihe präsentiert, die das Thema „Schrumpfung des Tons“ durch Trocknung und Brand behandelt.

Die meisten Fingerabdrücke in der Archäologie befinden sich auf Tonmaterial. Es ist bekannt, dass sich die Abmessungen des Tons nach Trocknung und Brand verändern. Die generelle Veränderung des Volumens kann für die sich an der Oberfläche befindenden Fingerabdrücke von wenig Bedeutung sein. Daher wurden beim Experiment die Abstandsänderungen der Papillarleisten an der Oberfläche untersucht.

Die Resultate wurden in Tabellen und Diagrammen zusammengeführt.

### Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei allen bedanken die mich in unterschiedlichster Weise unterstützt haben. Ich danke meiner Betreuerin Frau Univ. Doz. Dr. Neugebauer-Maresch für ihre professionelle fachliche Führung und ihren persönlichen Einsatz, was Vieles ermöglicht hat.

Ich danke Herrn Prof. Dr. Králík für seine freundliche Unterstützung und für die umfangreichen Informationen über seine Forschung.

Weiters bin ich Vera und Ludwig Albustin zu einem besonderen Dank verpflichtet. Sie haben mich nicht nur durch ihr umfangreiches Wissen und ihre Erfahrung mit Ton unterstützt, sondern mir auch ihren Brandofen und Material zur Verfügung gestellt.

Ich danke Hrn. Hannes Mernig von der LKA für seine kompetente Unterstützung in Fragen der Spurendaktyloskopie.

Bei Hrn. Univ. Prof. Dr. Gerhard Trnka möchte ich mich für die zusätzlichen Informationen über das Neolithikum bedanken.

Ich danke Hrn. Dr. Schwabl für unsere Gespräche über physikalisch – mathematischen Aspekte der Auswertungsmethoden und für den Wein.

Meiner Frau und meinen Kindern danke ich für ihre Unterstützung und Geduld.

## Inhaltsverzeichnis

1. Teil - Fingerprints in der Archäologie: Perspektiven und Limits	7
1.1 - Einleitung	7
1.2 - Kurze Geschichte der Daktyloskopie	8
1.3 - Mustererkennung und Identifikation	14
1.3.1 - Klassifizierung des Abdruckmusters	15
1.3.2 - Abdruckdetails, Minutien	20
1.4 - Aussagemöglichkeiten der Fingerprintmethode	21
1.4.1 - Die Verteilung der Papillarmuster	22
1.4.2 - Breite der Papillarleisten	23
1.4.3 - Die Papillarleistendichte	24
1.4.4 - Geschlechtsdifferenzierung durch epidermale Leistendichte	25
1.4.5 - Zusammenhang zwischen Papillarleisten und Krankheiten	27
1.4.6 - Kritik an den Methoden	28
1.4.7 - Ein neuer Meßansatz zur Ermittlung von Papillarleistendichte	29
1.5 - Fingerprints in der Archäologie	30
1.5.1 - Bisher ältester bekannter Handabdruckabdruck eines Neandertalers im Birkenpech	31
1.5.2 - Venus von Dolni Věstonice	33
1.5.3 - Fingerabdrücke aus Krems-Wachtberg und Krems-Hundssteig	35
1.5.4 - Handabdrücke in der paläolithischen Höhlenkunst	38
1.5.5 - Tierplastiken aus Mondsee	41
1.5.6 - Fingerabdrücke der Mumien	44
1.5.7 - Die Lampe aus Tell en - Nasbeh	44
1.5.8 - Fingerabdrücke in China	46
1.5.9 - Linear B Tafeln aus Mykene, Pylos und Knossos	46
1.5.10 - Der Palast von Minos in Knossos	47
1.5.11 - Männerbestattung Franzhausen II	51
1.5.12 - Weitere Beispiele der Papillarabdrücke auf Artefakten	52
1.5.13 - Als Papillarmuster interpretierte Gebilde auf Megalithen und Petroglyphen	54
2. Teil - Einfluss von Trocknung und Brand des Tons auf den Abstand der Papillarlinien	55
2.1 - Beschreibung und die Parameter des Versuchsprojektes	56
2.2 - Projektbeschreibung	56
2.2.1 - Forschungsfragen	56
2.2.2 - Zielsetzung	56
2.2.3 - Versuchsaufbau	56
2.2.4 - Die Messung	59
2.3 - Versuchsreihe 1: Brand im offenen Feuer	62
2.4 - Tonbrand im Ofen	66
2.4.1 - Prozentuelle Änderung der Abstandswerte der Papillarleisten	70
2.4.2 - Prozentuelle Änderung der Maße der Referenzmarkierung	75
2.4.3 - Prozentuelle Reduzierung des Gewichts	80
2.4.4 - Vergleich der Änderungen der Papillarabstände nach Temperaturbereich	84
2.4.5 - Vergleich der Änderungen der Papillarabstände nach Magerung und Materialstärke	85
2.4.6 - Maximale und minimale Veränderungen der Schrumpfungswerte der Papillarleisten in Relation zum Gewichtsverlust der Tontafeln.	87
2.5 - Gesamtauswertung der Daten	88

2.5.1 - Maximal- und Minimalwerteveränderung des Papillarleistenabstands, der Referenzmarkierung und Gewichtsreduzierung, über alle Temperaturen	89
3. - Zusammenfassung	91
3.1 - Ausblick	93
4 - Abbildungsnachweis	94
5 - Literatur	96

## 1. Teil - Fingerprints<sup>1</sup> in der Archäologie: Perspektiven und Limits

### 1.1 - Einleitung

Die archäologische Arbeit ist eine Spurensuche nach Hinterlassenschaften der Menschheit. Diese Spuren führen im Idealfall zur Rekonstruktion der Ereignisse oder Lebensweise der Menschen. Es ist gewiss von Bedeutung ob diese Spuren intentionell entstanden sind, oder nicht.

Abdrücke auf Lehm, Ton, Metalle und anderen Gegenständen sind generell Indizien zu archäologischen Interpretationen. Diese Abdrücke können von den Fingern, Händen, Füßen, Insekten, Pflanzen, Bast, Textilien u. ä. stammen.

Abdrücke vom Bastmaterial der Körbe an der Wandung von Speichergruben sind ein Hinweis auf die Art der Nutzung, selbst wenn der Inhalt der Grube längst zerfallen und nicht erkennbar ist.

Paul Åström hat während verschiedener Ausgrabungsarbeiten in Zypern organische Abdrücke an Objekten untersucht. Die Analysen wiesen auf Nutzung von Weizen, Gerste, Linsen und Pistazien hin. Weiters wurde auch Weinbau um 1600 v.Chr. in Zypern nachgewiesen. Zum ersten Mal gelang es durch Kornabdrücke, anstatt Archäobotanik, Gefäßtypologie und Chronologie, Hinweise auf Agrartätigkeit in Zypern der Bronzezeit zu erlangen<sup>2</sup>.

Fingerabdrücke und Abdrücke der Handfläche sind ebenso eine, in der Archäologie bislang weniger bekannte, Informationsquelle.

Die dafür verwendete Bezeichnung Daktyloskopie kommt aus dem Griechischen „Daktylos“ = Finger und „skopia“ = schauen/spähen. Daktyloskopie ist ein Verfahren, Personen aufgrund unterschiedlicher Muster der Papillarleisten der Finger, Hände oder Füße zu identifizieren. Intentionell hinterlassene Fingerabdrücke etwa auf Dokumenten, Lehmtafeln etc. sind als Erkennung- und Identifikationsmerkmal zu verstehen. Die Intention und das Interesse enden mit dem Akt der Identifikation der Person, dem der Abdruck gehört. Bei nicht-intentionell hinterlassenen Fingerabdrücken wird die Person selbst zum Objekt des Interesses, da aufgrund der Art, Form und Position der Abdrücke evtl. Rückschlüsse auf die Person selbst sowie die verwendete Technik möglich sind.

---

<sup>1</sup> Die Bezeichnungen „Fingerprint“ und „Fingerabdruck“ sind beide im Fachjargon geläufig. In dieser Arbeit wird der deutschen Variante der Vorzug gegeben.

<sup>2</sup> Åström - Eriksson 1980, 5

Häufig beschränkt sich die Interpretation von Tonscherben und Tongefäßen auf die exakte Beschreibung der Form, Farbe des Materials und der Typologie. Naturwissenschaftliche Datierungsmethoden wie Thermolumineszenz und Spektrographie werden zusätzlich, aber selten angewendet. Die Suche nach Abdrücken jedweder Art und ihrer Dokumentation ist im Allgemeinen nicht Bestandteil archäologischer Datenerfassungsroutine.

Fingerabdrücke, die unbeabsichtigt bei der Herstellung von Tongefäßen erhalten geblieben sind, können Auskunft über die Person selbst geben: Ihre Alterskategorie, Links- oder Rechtshändigkeit, wie er das Gefäß bei der Herstellung gehalten hat oder möglicherweise sogar über das Geschlecht des Töpfers.

Der Erhalt brauchbarer Informationen an Hand von Fingerabdrücken bedingt die verwertbare Aufnahme derselben.

Bisher haben sich nur einige wenige Archäologen mit Daktyloskopie in Verbindung mit Funden auseinandergesetzt. Die rasanten technischen Entwicklungen der jüngsten Zeit, speziell auf dem Gebiet der Biometrie, eröffnen neue Perspektiven für die Forschung. Diese Arbeit soll einen Überblick über die vorhandene Forschung verschaffen, das Potential dieser Methode veranschaulichen und in weiterer Folge mit neuen Ansätzen zur weiteren Beschäftigung mit dem Thema anregen.

### 1.2 - Kurze Geschichte der Daktyloskopie

In der Entwicklungsgeschichte der Daktyloskopie kommen viele Persönlichkeiten mit ihren Forschungsbeiträgen vor. Die hier vorgestellten Forscher sind nur ein Teil dieser Personen und wurden aufgrund ihrer Relevanz für das Thema dieser Arbeit selektiert.

#### Johannes Evangelista Purkinje

Purkinje war ein preussisch/böhmischer Professor der Anatomie und Physiologie und lebte zwischen 1787-1869. Er war der Erste, der eine Klassifizierung der Fingerprintmuster vornahm. In seiner Dissertation hat Purkinje im Jahr 1823 die Unterteilung der Muster der Papillarlinien in Bogen, Tannenmuster (engl. Tented), 2 Schlingenarten, und 5 Wirbelmuster unterteilt. Viele seiner Klassifizierungen sind noch heute gültig<sup>3</sup>.

Der erste Hinweis, dass Primaten ebenfalls Papillardetails aufweisen, wurde von Purkinje in seiner Dissertation am 22. Dezember 1832 veröffentlicht.

---

<sup>3</sup> Farello 2009, 3

Er schreibt:

>>In the hands of monkeys, as well as in their prehensile tails, similar lines occur, the distinction of which adds to the knowledge of the characteristics of all species. Zoologists, unless they consider them unimportant, will add further details<sup>4</sup>.<<

## Henry Faulds

Der schottische Arzt Henry Faulds segelte im Dezember 1873 von London nach Japan, um dort die erste schottische Missionsklinik zu gründen. Die Klinik war zu Beginn in Holzbarracken der französischen Soldaten untergebracht. Bald mietete er ein größeres Gebäude, das er als Spital bis zu seiner Abreise bewohnte. Einige Zeit nach dem Eintreffen Faulds in Japan, reiste der amerikanische Archäologe Edward S. Morse ebenfalls nach Japan. Morse war, wie viele andere Archäologen dieser Zeit, ursprünglich auf der Suche nach archäologische Beweise für die Evolutionstheorie. Er hielt Vorträge über Darwinismus und zog daraus atheistische Schlüsse in seinen Reden. Seine Vorträge sind bei der

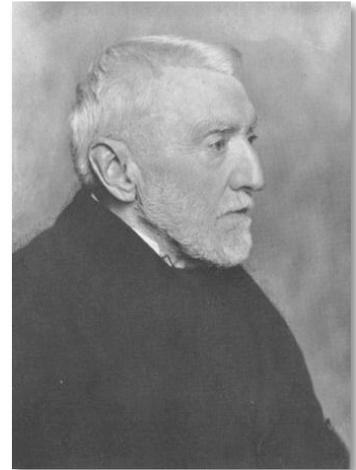


Abbildung 1: Henry Faulds  
Quelle:<http://www.galton.org/fingerprints/faulds.htm>

Bevölkerung auf reges Interesse gestoßen. Die Kleriker von Faulds Kirche benötigten einen eloquenten Gegner für Morse und schickten Faulds zu Diskussionen über die Evolution. Faulds, der selbst zwar der guten Sache dienen wollte, aber auch als Wissenschaftler der Evolutionstheorie etwas abgewinnen konnte, bestritt mehrere öffentliche Diskussionen mit Morse. Schließlich entwickelte sich eine Freundschaft zwischen Faulds und Morse. Morse entdeckte bei einer Ausgrabung entlang der Eisenbahn kurz vor Otari Station, etwa 9km außerhalb von Tokio, einen großen Befestigungshügel. Im Areal der Festung fand er eine große Anzahl an Tongefäßen und Scherben. Fauld besuchte ihn in regelmäßig. Eines Tages entdeckte Faulds Fingerabdrücke auf prähistorischer Keramik, und stellte sich die Frage, ob dies bei heutigen Töpfern ebenfalls zu beobachten wäre. Er besuchte die Märkte in Tokio und stellte fest, dass sich überall Fingerabdrücke befanden.<sup>5</sup>

Die Fingerabdrücke auf diesen japanischen prähistorischen Tonscherben waren dünner und schmaler als die Fingerabdrücke der Menschen seiner Zeit und Umgebung. Das veranlasste

---

<sup>4</sup> Lee – Gaensslen 2001, 4

<sup>5</sup> Beavan 2001, 67 - 70

ihn zu der Vermutung, dass es sich bei der Gefäßproduktion dieser Zeit um Kinderarbeit handeln könnte<sup>6</sup>.

Er nahm eine große Zahl an Fingerabdrücken von der japanischen Bevölkerung und später von Menschen anderer Nationalität.

Faulds fand Analogien zu den Fingerabdrücken von Menschen und Tieren, speziell Affen. Er zog die Möglichkeit in Betracht, ethnologische Klassifikationen aus der Analyse der Fingerprints ziehen zu können. Er schrieb >> If so, [wenn es gelingt, Anm. des Verfassers] those which are found in ancient pottery may become of immense historical importance<<<sup>7</sup>

In einem Artikel in der Zeitschrift Nature schrieb er weiter, dass bei entsprechender Behandlung die Fingerprints der Mumien verglichen werden könnten, zugleich ist er aber sehr skeptisch, dass dies gelingt.

Am 15. Februar 1880 schickte Faulds einen Brief mit den Ergebnissen seiner Forschung und auf einer Kupferplatte angebrachten Fingerabdruckproben an Charles Darwin, und bat ihn um seine Mithilfe, um Zugang zu den Fingerabdrücken von Lemuren, Affen und Antropoiden zu erhalten. Der damals gesundheitlich angeschlagene Darwin schrieb ihm am 7. April 1880 zurück:

„*Dear Sir!*

*The subject to which you refer in your letter of February 15th seems to me a curious one, which may turn out interesting, but I am sorry to say that I am most unfortunately situated for offering you any assistance. I will, however, forward your letter to Mr. F. Galton, who is the man most likely that I can think of to take up the subject and make further enquiries.*

*Wishing you success,*

*I remain, dear Sir*

*Yours faithfully*

*Charles Darwin*<sup>8</sup>“

Später wurde F. Galton als eine Autorität auf dem Gebiet der Fingerprints in England gefeiert.

Faulds selbst blieb die Anerkennung für seine Leistungen während seines Lebens verwehrt.

Erst Jahre nach seinem Tod wurde ihm diese durch die Bemühungen seiner Töchter und eines Freundes zuteil.

---

<sup>6</sup> Faulds 1894, 548

<sup>7</sup> Faulds 1911, 326 und Faulds 1880, 605

<sup>8</sup> Faulds 1911, 326

Sein berühmter Satz in dem Artikel der Zeitschrift Nature sollte später die Verbreitung der Daktyloskopie in der Kriminalistik einleiten: >> When bloody finger marks or impressions on clay, glass etc. exist, they may lead to scientific identification of criminals<<

## William Hershel

Etwa zur selben Zeit wie Faulds beschäftigte sich Sir William Hershel mit der Identifikation von Personen mit Hilfe von Fingerabdrücken. Sein Forschungsansatz kam aus einem völlig anderen Zusammenhang.

Der Engländer W. Hershel war Sekretär der Finanzkammer der britischen Regierung in Indien. Hershel hat 1858, zusätzlich zur Unterschrift des Vertragspartners, seine Handfläche an der Rückseite der Verträge abdrücken lassen.

Er wollte damit eine stärkere Bindung der Vertragspartner erreichen.

Der Vertragspartner sollte später nicht die Authentizität seiner Unterschrift bestreiten können.



Abbildung 2: William Hershel  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b7/William\\_James\\_Herschel.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b7/William_James_Herschel.jpg)



Abbildung 3: Von Hershel abgenommene Hand -und Fingerabdrücke. Quelle:  
[http://de.wikipedia.org/wiki/William\\_James\\_Herschel](http://de.wikipedia.org/wiki/William_James_Herschel)

In den folgenden Jahren hat er weiter experimentiert und stellte fest, dass die Abdrücke von den Fingern für die Identifikation genügen.

1860 war Hershel Kolonialbeamter in der Provinz Bengal in Indien. Die Briten hatten ein

Problem bei der Auszahlung der Pensionen für die pensionierten indischen Soldaten. Die Inder sahen für die Europäer ähnlich aus, gleiche Namen tauchten immer wieder auf und sie konnten weder lesen noch schreiben. Manche Soldaten stellten sich zweimal an, und behaupteten, sie hätten keinen Sold bekommen oder sie schickten Bekannte und Freunde in ihrem Namen noch einmal hin, um die Gelder zu kassieren. Es fiel aber auch auf, dass keiner der Soldaten jemals starb. Um das Problem zu lösen nahm Herschel 1858 von den pensionierten Soldaten Abdrücke von zwei Fingern, je einmal auf der Liste und auf dem Empfangsbeleg. Trotz des schwierigen Anlaufs bei der Abnahme der Fingerabdrücke älterer Inder ließen sich die Probleme dadurch bald beseitigen<sup>9</sup>.

Sowohl Faulds als auch Herschel beanspruchten für sich, als erster Fingerabdrücke zur Identifikation von Personen entdeckt zu haben. Bald nach dem Erscheinen von Faulds Artikel in der Zeitschrift Nature, hat Herschel ebenfalls einen Artikel veröffentlicht, in dem er angab, dass er seit zwanzig Jahren diese Methode praktiziere. Eine entsprechende Auseinandersetzung fand in den Medien wie dem Magazin „Nature“ statt<sup>10</sup>.

### Francis Galton

Galton, Charles Darwin's Halb Cousin, war ein weitgereister und prominenter Anthropologe. Er veröffentlichte 1892 sein Buch „Finger Prints“, in dem er Herschel's Forschung und Aufzeichnungen für sein Buch heranzog. In der Diskussion um die Pionierschaft der Fingerprintmethode stand er an der Seite von Herschel und verhinderte die Anerkennung der Leistungen Faulds sogar noch lange nach dessen Tod<sup>11</sup>.

Sein Werk wird in den Fachkreisen im höchsten Maße geachtet. Das Logo der International Association for Identification beinhaltet eine Kopie des Abdruckes seines rechten Zeigefingers.

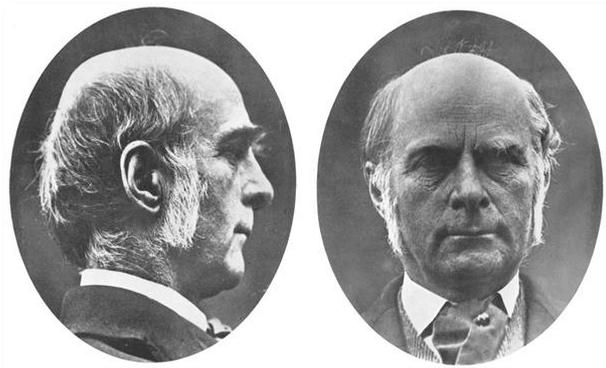


Abbildung 4: Francis Galton.

Quelle: <http://www.galton.org/>

<sup>9</sup> Farelo 2009, 3 und Åström 1980, 6, auch Herschel 1916, 18 - 21

<sup>10</sup> Faulds 1894, 548

<sup>11</sup> Beavan 2001, 189 - 190

Nur ein Jahr nach dem Erscheinen von Galton's Buch hat die britische Regierung das Asquith Committee, eine Gruppe, die die Möglichkeiten der Fingerprintmethode untersuchen sollte, ins Leben gerufen. Bereits 1894 hat England offiziell die Fingerprints als komplementäre Identifikationsmethode zur Aufklärung von Kriminalfällen aufgenommen<sup>12</sup>.

### Juan Vucetich

Einer der Pioniere der Fingerprintidentifikationsmethode war Juan Vucetich in Argentinien. Er arbeitete ein Klassifizierungssystem aus, das in Argentinien und Südamerika verwendet wurde. 1894 veröffentlichte er ein Buch zu diesem Thema.

Der erste bekannte Fall in dem die Fingerabdrücke zur Überführung des Täters führten, ist aus Argentinien bekannt. Ein Ermittler namens Alvarez und Assistent von Vucetich, konnte 1892 mit Hilfe von Fingerabdrücken am Tatort eine Mutter als Mörderin ihrer außerehelichen Kinder überführen.

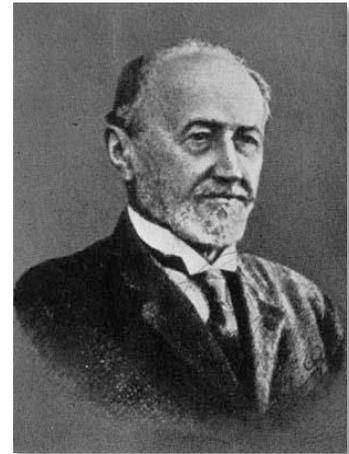


Abbildung 5: Juan Vucetich  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/20/Juan\\_Vucetich\\_100.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/20/Juan_Vucetich_100.jpg)

### Edward Henry

Sir Edward Henry hat das erste praktikable System mit 1024 Klassifikationen entwickelt. Damit löste um 1900 die Fingerprintmethode das anthropometrische System der Bertillonage<sup>13</sup> ab. Seine primären- und sekundären Referenzen wurden zum Standard. Sie werden noch heute in AFIS (Automated fingerprint Identification System) verwendet.

---

<sup>12</sup> Farelo 2009,3

<sup>13</sup> Nach dem französischen Anthropologen und Kriminalisten Alphonse Bertillon genanntes anthropometrisches System, zur Identifizierung von Personen auf Basis der körperlichen Größenmerkmale. Ein Vorgänger des biometrischen Systems. Bertillonage wurde kurz nach Bertillons Tod, wegen ihrer Komplexität und damit verbundenem Verwechslungsgefahr als Erkennungssystem der Kriminellen von der Fingerprintmethode abgelöst.

### 1.3 - Mustererkennung und Identifikation

Ein Fingerabdruck ist das Abbild des Hautmusters der Finger auf einer glatten Oberfläche. Das auffälligste Merkmal eines Fingerabdruckes ist das Muster der Papillarleisten und der dazwischen liegenden Täler.

Fingerabdrücke stehen in Wechselwirkung zwischen den Hautleisten und dem Spurträger. Das Bild der Papillarleisten überträgt sich beim Anfassen eines Gegenstandes auf die Fläche<sup>14</sup>.

Es gibt zwei grundsätzliche Aussagen in Bezug auf Fingerabdrücke:

1. Das Muster der Papillarleisten bleibt ein Leben lang unverändert. Ausnahmen sind bleibende Hautverletzungen wie Schnitte oder Verformungen in Folge von Krankheit.
2. Kein Abdruck eines Fingers gleicht dem eines Anderen.

Die Muster der Papillarleisten der Haut bilden sich bereits ab dem dritten Monat beim Fötus und bleiben im Laufe des Lebens gleich, auch wenn sie einige Änderungen erfahren. Die Stärke der Linien ändert sich im Übergang von Juvenil zu Adult. Die Elastizität der Haut variiert im Alter, das stellt primär für Kriminologen ein Kriterium bei der Identifikation dar, weil die Abdrücke durch den Druckunterschied anders aussehen können als die etwa bereits vorhandenen Abdrücke in der Datenbank, die von den Personen in jüngeren Jahren entnommen wurden. Sowohl Verletzungen und Narben als auch Krankheiten können neue Spuren auf der Haut hinterlassen oder die Linien völlig auflösen.

Bereits 1892 nimmt Galton in seinem Buch Bezug auf W. Herschel und weist darauf hin, dass die Fingerabdrücke von derselben Person, im Abstand von 20 Jahren, sich nicht geändert haben<sup>15</sup>.

In den Papillarleisten befinden sich Schweißporen, die bei entsprechender Vergrößerung der Bilder sichtbar werden. Sowohl die Verteilung der Poren, als auch chemische Substanzreste aus den Poren können zum Identifikationszweck verwendet werden.

---

<sup>14</sup> Amerkamp 2008, 11

<sup>15</sup> Galton 1892, 28

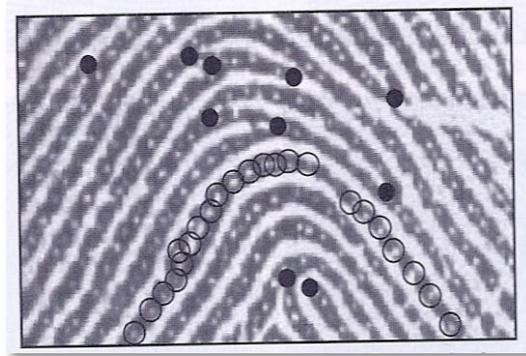


Abbildung 6: Poren=Leere Kreise Minutiaen= Volle Kreise. Quelle: Maltoni – Majo 2005, 86

Die Breite der Papillarleisten variiert zwischen 100  $\mu\text{m}$  bei schmalen und 300  $\mu\text{m}$  bei dickeren Linien. Die Breite eines Berg/Tal Gebildes beträgt im Allgemeinen ca. 500  $\mu\text{m}$ <sup>16</sup>. Die Sichtbarmachung der Fingerabdrücke hängt von Material, Fläche und Konsistenz des Spurenträgers ab. Demnach gibt es eine Vielzahl an Methoden, die je nach Beschaffenheit der Oberfläche und Rahmenbedingungen eingesetzt werden können<sup>17</sup>.

### 1.3.1 - Klassifizierung des Abdruckmusters

Es gibt eine Vielzahl an unterschiedlichen Mustern der Fingerprints, die Varianz ist jedoch limitiert, so dass man sie in Untergruppen klassifizieren und in Typen unterteilen kann. Manche Muster kommen generell häufiger vor als andere. Andere sind häufiger in bestimmten Fingern und wieder andere sind bei bestimmten Völkern häufiger anzutreffen. Ihre Verteilung ist sowohl innerhalb der Finger einer Person, als auch innerhalb der Gemeinschaften unterschiedlich.

In der forensischen Literatur trifft man häufig, dem Galton'schen System folgend, auf 3 Hauptgruppen: Bogen, Schleife und Wirbel, von denen sich andere Muster ableiten lassen<sup>18</sup>.

<sup>16</sup> Maltoni – Maio 2005, 83

<sup>17</sup> Amerkamp 2008, 14

<sup>18</sup> Galton 1892, 75, Fig. 11 - 13

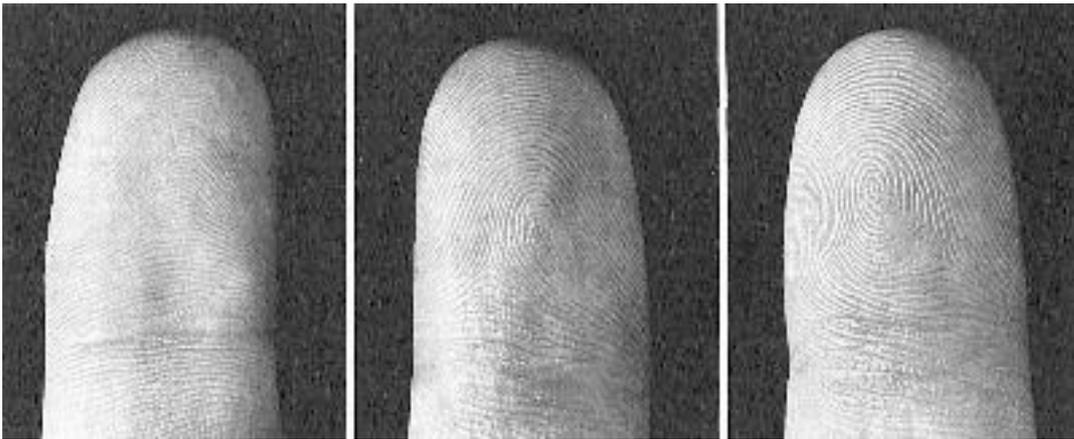


Abbildung 7: Bilder der Papillarmuster Bogen, Schleife und Wirbel, Quelle: Miller 1973, 435



Bogen



Schleife



Wirbel

Abbildung 8: Synthetisch generierte Papillarmuster. Quelle: Maltoni - Majo 2005

Häufig werden auch Unterteilungen verwendet in: rechte Schleife, linke Schleife, Verletzung, Tannenbogen (engl. tented Arch) und Wirbel.

Åström nimmt eine differenziertere Unterteilung der Leistenmuster vor, indem er den genetischen Hintergrund der Personen mit einfließen lässt. Er weist auf die Problematiken hin, die dadurch entstanden sind, dass die Genetiker bei den anthropologischen Fragestellungen blind dem Polizeisystem der Klassifizierung gefolgt sind<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> Åström 1980, 12

P. Åströms Klassifizierung der Papillarmuster:

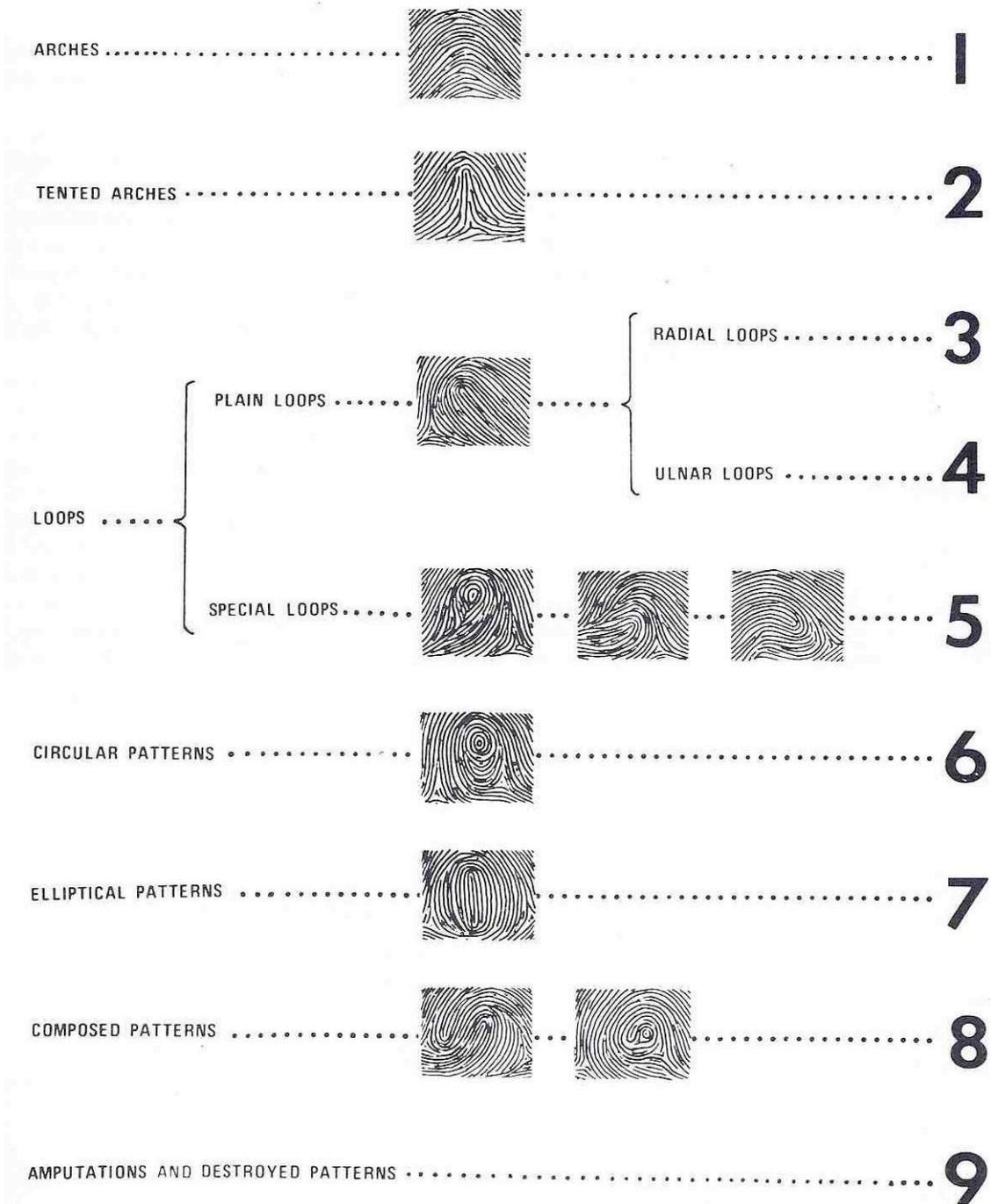


Abbildung 9: Unterteilung von Papillarmustern in 9 Hauptgruppen inkl. Sub-gruppen nach Åström.  
 Quelle: Åström - Ericsson 1980, 11

### Bögen:

Bögen stellen die einfachste Form der Papillarmuster dar. Sie verlaufen horizontal quer von der einen Seite des Fingers zu der anderen, während sie sich in die Richtung der Fingerspitze wölben.

Bögen kommen hauptsächlich im Zeige,- und Mittelfinger sowie im Daumen der linken Hand vor. Sie finden sich seltener im rechten Daumen, im Ring,- und Kleinfinger.

Eine andere Form des Bogens ist der Tannenbogen, hier sind die Papillarlinien stärker in Richtung Fingerspitze gezogen. Er kommt praktisch nur im Zeige,- und Mittelfinger vor.

### Schleife:

Die Schleife ist die häufigste Form in Nord-Westeuropa. Je nach Orientierung der Schleifenmuster zur Elle- oder Radialseite des Unterarms unterscheidet man zwischen der Ulnar-Schleife und Radial-Schleife.

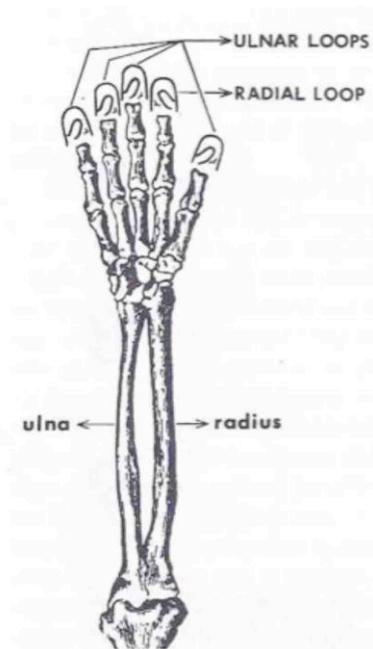


Abbildung 10: Unterschied zwischen Ulnar -und Radialtyp. Quelle: Åström - Ericsson 1980, 12

Innerhalb der Schleifen-Gruppe sind die Ulnartypen am häufigsten und hier am meisten in der linken Hand. Innerhalb der Finger ist ihre Zahl beim Mittel- und kleinen Finger viel größer als beim Zeigefinger. Bei den Zeigefingern beider Hände kommen die Radialtypen verstärkt vor. P. Åström zieht genetische Hintergründe als Klassifizierungsparameter in seiner Betrachtung mit ein. Er unterteilt die Gruppe der Schleifen Typ 5, siehe Abbildung 9 in einfache und

spezielle Schleifen aber weist auf den unterschiedlichen genetischen Hintergrund der beiden Typen hin<sup>20</sup>.

Die speziellen Schleifen sind häufig beim Ringfinger zu finden, sonst kommen sie relativ gleichmäßig an den anderen Fingern vor.

### Wirbel:

Die Charakteristika des Wirbels sind ein rundes (Rundwirbel) oder elliptisches Muster (elliptischer Wirbel) im Kern, während die Papillarlinien rund um das Zentrum nach rechts und links geneigt sein können.

Generell tendiert das Vorkommen der Wirbel häufiger zu den Fingern der rechten Hand als zur linken. Rundwirbel kommt öfter am Ringfinger der rechten Hand vor.

### Compound pattern, Gemischte Muster:

Vertreter dieser Gruppe sind die Doppelschleifen (engl. double loops). Sie sind meistens an den Daumen, hier öfter bei der linken Hand als der rechten, festzustellen.

### Zufällige Muster: (engl. accidentals)

Diese Gruppe beinhaltet alle Muster, die nicht durch andere Typen definiert sind. Sie haben diverse Variationen und bilden aus anderen Mustern gemischte Formen.

Diese Gruppe kommt sehr selten vor und wenn, dann zumeist beim Zeigefinger.

---

<sup>20</sup> Åström 1980, 12

### 1.3.2 - Abdruckdetails, Minutien

Die Linien und Täler verlaufen oft parallel zueinander. Es gibt jedoch Verzweigungen und Abweichungen entlang der Linien. Diese Anomalien werden Minutien genannt, (vom Lateinischen abgeleitet: *Minutiae* – *Kleinigkeiten*) Sie sind Merkmale des Fingerbildes und wichtige Elemente für die Identifikation der Papillarmuster.

Es gibt viele Minutien, die jedoch abhängig von einigen Parametern, wie z.B. der Druckstärke, in Erscheinung treten. Die häufigsten Minutien sind:



Abbildung 11: Sieben häufigste Minutien

In der Praxis werden in Österreich laut der anatomischen Richtlinien im Kriminalamt 12 Merkmale angeführt, die aber durch 6 Hauptmerkmale definiert werden können. Die „Einlagerung“ (auch Fragment genannt) gilt für 2 Enden.

Von den sieben genannten Minutien werden meist die zwei wichtigsten, Gabelung und Linienende, für die Identifikation herangezogen. Ein Verfahren zur Archivierung von bekannten Fingerprints ist die Speicherung einer definierten Zahl von Minutien.

Letztlich ist es die Anzahl der übereinstimmenden Details, die darüber entscheidet ob zwei Fingerabdrücke ein und derselben Person gehören oder nicht.

Tabelle 1: Die notwendige Zahl der Übereinstimmungen damit einer Identifikation als sicher gilt sind Kriminalisten in verschiedenen Ländern unterschiedlich<sup>21</sup>:

Äthiopien	8	(ehem.) Jugoslawien	12
Belgien	12	Columbien	7-12
China	6	Niederlanden	12
Frankreich	17	Österreich	12
Griechenland	12	Schweden	Kein fixes Limit
Großbritannien	12-16	Schweiz	12-14
Indien	3-6	Spanien	12-14
Irland	16	Türkei	8
Italien	16-17	USA	Keine fixes Limit
Lesotho	6	Venezuela	7-12

Bei den Werten in der Tabelle soll nicht der Eindruck entstehen, dass manche Länder bei der Identifikation genauer sind als andere. Zumindest für Europäischen Länder gelten ziemlich gleiche Bedingungen. Die unterschiedlichen Zahlen sind meist auf die Auswertung der einzelnen Minutien zurück zu führen. So wird z.B. die Ansprache des Überganges zwischen Punkt und „Einlagerung“ (Fragment) unterschiedlich betrachtet, wodurch fallweise dann statt einem Punkt zwei Enden gerechnet werden.

#### 1.4 - Aussagemöglichkeiten der Fingerprintmethode

Die daktyloskopische Arbeit des kriminaltechnischen Dienstes hat eine klar definierte Zielsetzung. Sie besteht im Wesentlichen aus Spurensicherung, also der Aufnahme von Fingerspuren am Tatort, ihre Digitalisierung und Archivierung zum Zwecke der Identifikation von Tätern. Es geht darum Übereinstimmungen in den bereits archivierten Fingerabdrücken und jenen des Tatorts zu finden. Natürlich erfordert diese Arbeit ein hohes Maß an Sicherheit und Zuverlässigkeit, weil eine rechtsrelevante Aussage getroffen wird, die zur Verurteilung eines Angeklagten führen kann. Die Frage von Schuld und Unschuld einer Person kann davon abhängen.

Es gibt zwei grundsätzliche Aussagen in Bezug auf Fingerabdrücke:

1. Das Muster der Papillarleisten bleibt ein Leben lang unverändert. Ausnahmen sind bleibende Hautverletzungen wie Schnitte oder Verformungen in Folge von Krankheit.
2. Kein Abdruck eines Fingers gleicht dem einen Anderen.

<sup>21</sup> Sjöquist – Åström 1985, 27, Zitiert nach International Criminal Police Review, no 217/1968

Es existieren noch keine wirklichen Standards für den Prozess der Aufnahme der Fingerprints und deren Identifikation. Für die Identifikation zweier Fingerabdrücke ist die Anzahl der übereinstimmenden Minutien maßgeblich. Es gibt noch keine Möglichkeit, die Details der übereinstimmende Minutien automatisch zu untersuchen, mehr noch, es gibt nicht einmal eine Methode, die in der Lage ist, die Anzahl der Übereinstimmungen im Vergleich zu zählen<sup>22</sup>.

#### 1.4.1 - Die Verteilung der Papillarmuster

Die Häufigkeit des Vorkommens einzelner Abdruckmuster: Bogen, Schleife und Wirbel variiert innerhalb von globalen Gesellschaften, von Land zu Land, sogar von Stadt zu Stadt. Es wäre daher durchaus denkbar mit Hilfe der Fingerprinttechnik Wanderbewegungen verschiedener Völker zu unterschiedlichen Zeiten nachzeichnen zu können, wenn eine entsprechende Anzahl von brauchbaren Fingerabdrücken vorhanden wäre. P. Åström's Intention war den Einzug neuer Populationen nach Griechenland mit Hilfe von Fingerabdrücken auf den Funden zeitlich nach zuweisen.

Er stellte dazu die folgende Tabelle zusammen:

*Tabelle 2: Die Häufigkeit des Vorkommens verschiedener Muster nach Regionen und im Vergleich zu den Funden aus Mykene, Zypern und Kreta mit zeitlicher Distanz<sup>23</sup>.*

	Bogen	Schleife	Wirbel
Mykene	19 %	43 %	38 %
Zypern, Spät Bronzezeit	9 %	41 %	50 %
Kreta, minoisch	3 %	42 %	55 %
Schweden	5 %	68 %	27 %
Italy	5 %	59 %	36 %
Bulgarien	2 %	63 %	35 %
Türkei	9 %	55 %	36 %
Libanon	3 %	55 %	42 %
Armenien	2 %	54 %	44 %
Indien	3 %	61 %	36 %
Nord Japan, Ainu	3 %	62 %	35 %
China	2 %	45 %	53 %
Südafrika, Bushmänner	16 %	69 %	15 %
Zentralafrika, Pygmäen	16 %	65 %	19 %
Nordamerika, Navajo Indianer	3 %	39 %	58 %

<sup>22</sup> Lee – Gaensslen 2001, 330

<sup>23</sup> Åström – Eriksson 1980, 87

Die drei ersten Zeilen in der Tabelle bis zur Doppellinie repräsentieren die Verteilung aus den historischen Fundstellen, die P. Åström bearbeitet hat (siehe Kapitel *Fingerabdrücke in der Archäologie*). Die weiteren Werte sind Statistiken aus mehreren Quellen die er zusammen getragen hat.

Es ist deutlich zu erkennen, dass Bogenmuster in Mykene eine hohe Präsenz hat. Annähernd hohe Werte kommen nur bei Pigmäen und Buschmännern in Afrika vor.

### 1.4.2 - Breite der Papillarleisten

Für die archäologischen Fragestellungen ist generell das Verhältnis von Papillarleistenbreite zu Geschlecht, Alter, Größe und Gewicht der Personen von Bedeutung. Diese Parameter wurden mehrfach experimentell untersucht.

Gewöhnlich wird bei den Untersuchungen das Alter in Gruppen unterteilt. Die Breite der Papillarleisten erfährt zwischen Geburt und Pubertät die größten Veränderungen.

Folgendes konnte dabei festgestellt werden:

Die durchschnittliche Papillarleistenbreite ist bei

- Frühgeborenen: 0,15 mm (3 Vergleichsabdrücke)
- Neugeborenen: 0,18 (7 Vergleichsabdrücke)
- Kindern mit 10 Jahren 0,3 – 0,35 mm
- adulten Frauen 0,40 – 0,50 mm
- adulten Männern 0,5 mm<sup>24</sup>

Die Leistenbreite der Altersgruppe zwischen 16 – 19 unterscheidet sich kaum von Personen beider Geschlechter im Alter von 20 Jahren und darüber.

Männer haben im Allgemeinen ca. 10 % größere Papillarleisten als Frauen<sup>25</sup>.

Die Papillarleistenbreite weist zwischen Populationen größere Unterschiede auf als zwischen Männern und Frauen der gleichen Population.

Laut Untersuchungen von K.A. Kamp besteht eine hohe Korrelation zwischen Leistenbreite und Größe und Alter der Menschen<sup>26</sup>. Die hohe Korrelation ist zum Teil der hochqualitativen Aufnahmemethode der Fingerabdrücke mit Tinte zu verdanken. Da archäologische Funde fast nie komplette Fingerabdrücke aufweisen und mehrheitlich auf Keramik zu finden sind, wurde eine weitere Untersuchung durchgeführt.

<sup>24</sup> Králík – Novotný 2003, 9 zitiert von Cummins 1941.

<sup>25</sup> Ebd

<sup>26</sup> Kamp u.a. 1999, 310f

101 Personen im Alter von 65 Monaten bis Erwachsenen haben je eine kleine Tonfigur modelliert.

Die Ergebnisse zeigten wieder hohe Korrelationen zwischen Alter und Leistenbreite  $r = 0,85$ , Größe und Leistenbreite  $r = 0,87$ .

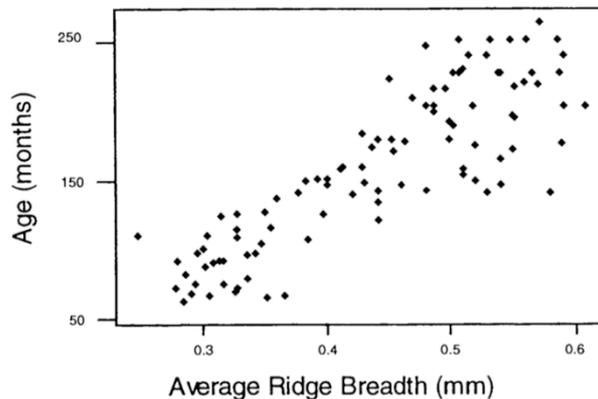


Abbildung 12: Das Verhältnis der mittleren Papillarleistenbreite und das Alter aus der Untersuchungsreihe K.A. Kamp. Quelle: Kamp u.a. 1999, 312

Die individuelle statistische Ungenauigkeit betrug rund 4,5 Jahre. Bei einer Gesamtbetrachtung aller Personen reduzierte sich auf ein Jahr.

M. Králík erreicht ähnliche Ergebnisse in seinen Untersuchungsreihen mit Keramik: Die Breite der Epidermaleisten kann ein Indikator für Alter und Geschlecht von Töpfern sein<sup>27</sup>.

Die Methode der Messung der Papillarleistenbreite auf Keramikoberflächen wird im Teil 2 dieser Arbeit gezeigt.

### 1.4.3 - Die Papillarleistendichte

Die Zählung der Linien eines Fingerabdruckes zählt zu den quantitativen Methoden der daktyloskopischen Evaluierung. Neben dem Papillarmuster bildet sie die Grundlage weiterführender Untersuchungen.

Zur Messung wird eine Linie zwischen dem Kern und dem Dreieck gezogen und alle Papillarleisten die durch diese Linie unterbrochen werden, gezählt. Wirbelmuster enthalten zwei Dreiecke, deshalb werden zwei Linien vom Kern zu den beiden Dreiecken gezogen. In Fachjargon wird diese Art Messung als Ridge – count - methode bezeichnet.

<sup>27</sup> Králík – Novotný 2003, 23

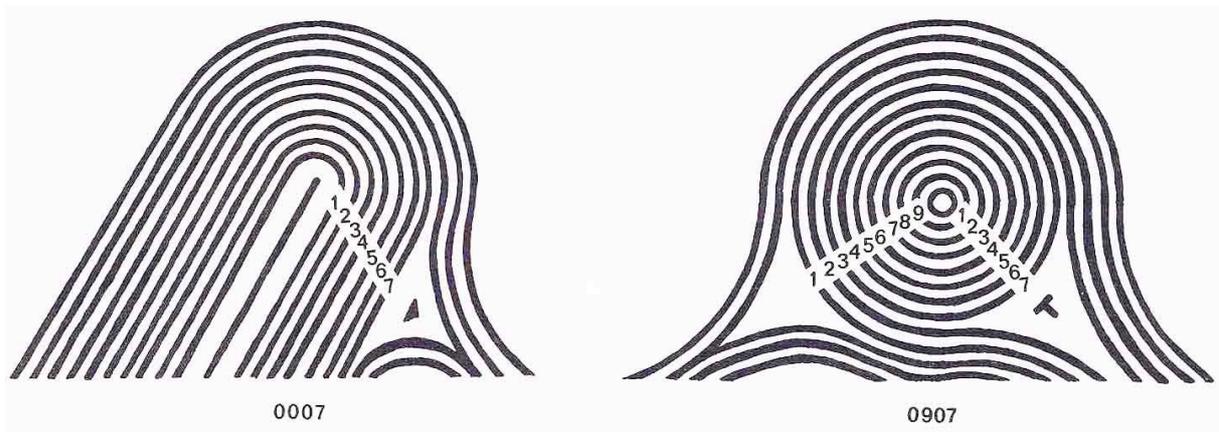


Abbildung 13: Ridge – Count – Methode. Li. Zählung der Papillarleisten bei Schleifen, re. Zählung der Papillarleisten bei Wirbel und gemischten Mustern. Quelle: Åström - Eriksson 1980, 16

Die Zählung von Compositmustern mit etwa zwei Kernen und zwei Dreiecken erfolgt, indem von jedem Kern, genau vom Scheitel der ersten Krümmung, eine Tangente zu der auslaufenden Spitze des nächsten Dreiecks gezogen wird.

Eine andere Methode ist die Zählung der Papillarleisten innerhalb einer definierten Fläche zum Beispiel 1x1 cm oder 0,5 x 0,5 cm.

#### 1.4.4 - Geschlechtsdifferenzierung durch epidermale Leistendichte

Der Zusammenhang zwischen Leistenbreite und Geschlecht wurde bereits im vorigen Kapitel beschrieben. Ein weiterer Ansatz zur Geschlechtsdifferenzierung ist die Betrachtung des Zusammenhanges zwischen Leistendichte und Geschlecht.

Bei einer Testreihe in Indien wurden Fingerabdrücke von je 100 Männern und Frauen zwischen 18 und 25 Jahren, die zufällig ausgewählt wurden, untersucht. Die Papillarleisten wurden in einer Fläche von 5 x 5 mm diagonal erfasst und ausgewertet, wobei Gabelungen als zwei Linien und Punkte, gar nicht gezählt wurden.



Sex	Number of ridges/25 mm <sup>2</sup>				
	Min	Max	Mean	SD	SE
Male (n = 100)	9.6	12.5	11.049	1.111	0.11
Female (n = 100)	12.0	15.9	14.198	0.634	0.02

SD – standard deviation, SE – standard error.

Abbildung 14: Statistische Parameter der Untersuchung der Liniendichte zwischen Männern und Frauen in Indien. Quelle: Nayak u.a. 2009

Abbildung 15: Papillarleisten in einer Fläche von 25mm<sup>2</sup> werden diagonal gezählt. Quelle: Nayak u.a. 2009

Mean ridge density <sup>a</sup>	Females	Males
9–10	00	16
10–11	00	64
11–12	02	18
12–13	07	02
13–14	66	00
>14	25	00
Total	100	100

<sup>a</sup> Average number of ridges/25 mm<sup>2</sup> per sample.

Abbildung 16: Verteilung der mittleren epidermalen Leistendichte bei Frauen und Männern in Indien. Quelle: Nayak 2009, Fig 1

Wie aus der Tabelle hervorgeht, haben 64 % der Männer eine Liniendichte von 11, und 66 % der Frauen haben eine mittlere Liniendichte von 14. Kein männlicher Fingerabdruck weist eine höhere Dichte als 13 Linien/25 mm<sup>2</sup>, während kein weiblicher Abdruck 12 Linien/25 mm<sup>2</sup> überschreitet. 20 Männer und 7 Frauen waren im Überlappungsbereich. Die Untersuchung kommt zum Ergebnis, dass die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fingerabdruck einem Mann gehört, bei einer Liniendichte  $\leq 11$  Leisten/25 mm<sup>2</sup>  $p = 0,99$  beträgt. Generell ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass Fingerabdrücke mit einer Liniendichte ab 12/25 mm<sup>2</sup> Frauen und die Werte darunter Männern gehören. M. Primas hat eisenzeitliche Keramik aus dem Tessin im Hinblick auf Genderdifferenzierung an Hand von der Leistendichte der Papillarleisten untersucht um Produktionsverhältnisse besser zu durchleuchten<sup>28</sup>.

Die meisten Autoren die sich mit Werten auseinandersetzen, kommen zum Ergebnis, dass statistisch relevante Unterschiede zwischen der Papillarleistendichte der Frauen und den Männern existieren<sup>29</sup>.

<sup>28</sup> Primas 1975, 129 - 131

<sup>29</sup> Králík – Novotný 2003, Kamp u.a. 1999, Cummins-Midlo 1961,272, Nayak u.a. 2009, Primas 1975 auch Penrose 1968

#### 1.4.5 - Zusammenhang zwischen Papillarleisten und Krankheiten

Es ist seit längerem bekannt, dass Personen mit chromosomaler Besonderheit mehrheitlich andere epidermale Merkmale haben als Andere. Etwa zwei Drittel von Personen mit Genommutation wie Trisomie 21 (Down-Syndrom), Trisomie 18, Trisomie 16, Trisomie 13, Trisomie 8 haben in einer oder beiden Handinnenflächen eine sogenannte Vierfingerfurche, auch als Affenfurche oder Sperrlinie bekannt.

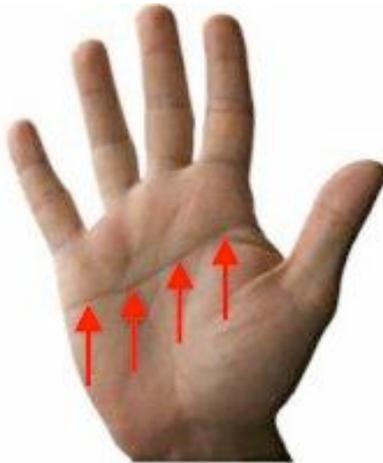


Abbildung 17: Vierfingerfurche. Quelle: [http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/bio/gym/fb3/4\\_klasse9\\_10/10\\_lz\\_erb/down/](http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/bio/gym/fb3/4_klasse9_10/10_lz_erb/down/)

Weitere Merkmale der Hand bei Down-Syndrom sind verkürzte Finger und tief angesetzte Daumen. Die Häufigkeit der Vierfingerfurchen bei Menschen ohne Chromosomenanomalien liegt bei etwa 2 %.

Männer haben durchschnittlich etwa 10 – 12 % mehr Papillarleisten als Frauen. Beim Turner Syndrom bei dem eine Frau nur ein Sex-Chromosom hat statt zwei, ist die Anzahl der Papillarleisten durchschnittlich um 23 % höher als jene der Männer. Die Reduktion der Sex-Chromosomen scheint in direktem Zusammenhang mit der Erhöhung der Anzahl der Papillarleisten zu stehen.

Bei Erhöhung der Zahl der Sex-Chromosomen, Klinefelter-Syndrom, reduziert sich die Zahl der Papillarleisten in einigen extremeren Fällen soweit, dass die Fingerprints nur noch aus Bögen bestehen. Dabei scheint, dass die Präsenz des X-Chromosoms doppelte Wirkung auf die Zahl der Papillarleisten hat als das Y-Chromosom<sup>30</sup>.

Es ist wichtig zu betonen, dass nicht alle Menschen mit Genommutationen die o.a. Merkmale aufweisen und daher dienen diese Angaben nur zu wahrscheinlichen Annahmen.

---

<sup>30</sup> Penrose 1968, 324

#### 1.4.6 - Kritik an den Methoden

An dieser Stelle muss in diesem Zusammenhang auf einige Punkte kritisch hingewiesen werden:

1. Es gibt unterschiedliche Mess- und Zählmethoden, die einen direkten Vergleich erschweren. Es gibt sogar semi automatische Aufnahmeprogramme<sup>31</sup>.
2. Autoren verwenden unterschiedliche statistische Programme und Algorithmen. Králík verwendet das Programm STATICA<sup>32</sup>, V.C. Nayak rechnet mit SPSS Statistical Analysis Program das auf Bayestheorem und Wahrscheinlichkeiten basiert, Bell verwendet ANOVA<sup>33</sup>, Gnanasivam<sup>34</sup> und Badawi entwickeln eigene Algorithmen, um nur einige zu erwähnen.
3. Obwohl die Daktyloskopie selbst als eine anerkannte Methode gilt, unterliegen ihre Ergebnisse und Aufnahmemethoden noch immer der Interpretation.
4. Es gibt auch kritische Meinungen, die eine Hypothese von unterschiedlichen Leistendichten zwischen Frauen und Männern nicht unterstützen<sup>35</sup> oder sie haben andere Erklärungsmodelle wie z. B. der vergleichende Ansatz: RTVTR Ridge thickness to Valley thickness ratio, white lines count<sup>36</sup>.

Verschiedene Forscher verwenden unterschiedliche Messmethoden, daher sind die Ergebnisse nicht unmittelbar miteinander vergleichbar.

Papillarleisten bei Abdrücken die fachgerecht mit Tinte aufgenommen wurden hinterlassen gute Konturen, während Abdrücke auf Ton sehr fließende Übergänge aufweisen. Aus diesem Grund ist es sehr schwierig zuverlässige Messpunkte zu finden. Diese Messungen unterliegen deshalb einer gewissen Messungenauigkeit.

#### Kritik an den Zählmethoden

Während der Untersuchungen der Tonschrumpfung (beschrieben im zweiten Teil dieser Arbeit), hat eine zufällige Begebenheit meine Aufmerksamkeit auf die Problematik der Zählung der Papillarleisten gezogen.

---

<sup>31</sup> Medland u.a. 2007

<sup>32</sup> Králík – Novotný 2003, 18

<sup>33</sup> Bell, 2

<sup>34</sup> Gnanasivam 2011, 191

<sup>35</sup> Bell, 2

<sup>36</sup> Badawi

Bei einer der Tontafelproben, war die Anzahl der Leisten nach der Trocknung eine andere als zu Beginn. Bei genauerem Hinschauen habe ich festgestellt, dass zwei Gabelungen, die sich nebeneinander befanden, von der Messlinie im Ansatz durchtrennt wurden.

Das Ergebnis war, dass oberhalb der Linie 7 Leisten und unterhalb der Linie 5 Leisten gezählt wurden. Siehe dazu Kapitel *Probleme bei der Abstandsmessung*.

Linien, wie bei der Ridge - Count - Methode verwendet, sind daher sehr eingeschränkte Lokalaufnahmen, und machen keine Aussage über die Gesamtheit des Abdruckes.

Die Anzahl der Linien zwischen dem Papillarmusterkern und dem Delta bleibt im Laufe des Lebens konstant. Es ändert sich lediglich die Breite der Papillarleisten und damit der Berg/Talabstand.

Die im Kapitel 1.5.5 Tierplastiken aus dem Mondsee von E. Pucher angewendete Zählmethode ist als Derivat der Ridge - Count - Methode zu verstehen.

Selbst die Flächenmessung innerhalb der 25mm<sup>2</sup> spiegelt nur einen Teil der enthaltenen Informationen wieder.

Bei Primas fehlen genauere Angaben zur Methode der Leistendichtenmessung<sup>37</sup>.

Die o.g. Methoden entstammen aus einer Zeit, in der heutige technische Möglichkeiten unbekannt waren. Es wäre nicht übertrieben sie als eine Art methodisches Rudiment zu bezeichnen.

#### 1.4.7 - Ein neuer Meßansatz zur Ermittlung von Papillarleistendichte

Ausgehend von der zuvor erörterten Kritik an den Zählmethoden, schlage ich eine weiterführende Methode vor, die zwar noch nicht realisiert wurde, aber mit heutigem Stand der Technik, durchaus realisierbar wäre:

Statt wie bisher einzelne Linien, ohne hinreichende Berücksichtigung der Anomalien, zu zählen, muss die Länge aller Papillarleisten per Software erfasst und zur beliebigen Fläche ins Verhältnis gesetzt werden.

$$LD = \sum L / A$$

LD... Leistendichte

L ... Länge der Papillarlinien in mm

A ... Fläche in mm<sup>2</sup>

---

<sup>37</sup> Primas 1975, 129 - 131

So werden alle vorhandenen Linien und Anomalien berücksichtigt und eine tatsächliche Liniendichte errechnet. Natürlich steigt auch hier die Akkuratheit der Ergebnisse mit der Erhöhung der Fläche, aber gleichzeitig können die nun mal vorhandenen Leistenflächen bessere Ergebnisse liefern.

Diese Methode eignet sich speziell für archäologische Anwendungen, weil das Ergebnis immer ein Verhältnis zu der vorhandenen Fläche ergibt und auch für kleine Flächen anwendbar ist.

Die Entwicklung der Algorithmen und der entsprechenden Software wird in künftigen Arbeiten verfolgt.

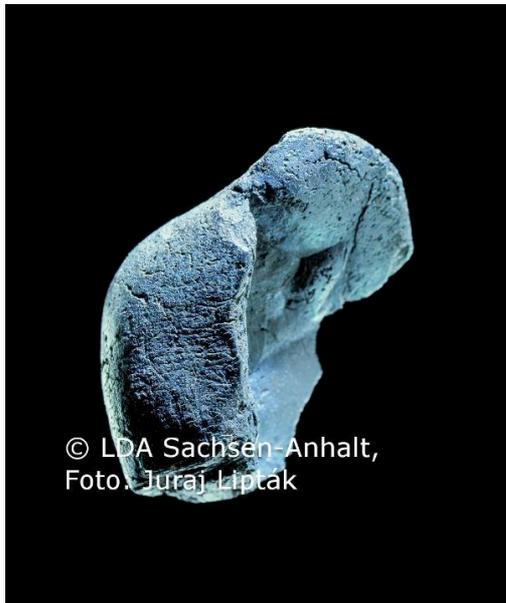
### 1.5 - Fingerprints in der Archäologie

Es ist nicht bekannt, wann genau die Fingerprints als ein praktisches Mittel, etwa als ein zusätzliches Identifizierungsmerkmal, verwendet wurden. Die Interpretation einer kultischen Nutzung oder die Nutzung als Gestaltungselement lassen sich schwer von einem praktischen Einsatz abgrenzen.

Bis vor relativ kurzer Zeit hat sich niemand seitens der Archäologie systematisch mit dem Thema Fingerprints in Verbindung mit Artefakten beschäftigt.

Einige Forscher haben Fingerabdrücke auf archäologischem Material oder Funden, die in diesem Zusammenhang stehen, beobachtet.

### 1.5.1 - Bisher ältester bekannter Handabdruckabdruck eines Neandertalers im Birkenpech



1936 fand der Geologe und Professor am Institut für Ur- und Frühgeschichte an der Universität Jena, D. Mania, bei der Grabung in Königsau, etwa 30km von Halle entfernt, zwei Klümpchen, die zunächst als verhärtetes Harz angesprochen wurden. Das Areal war vor 80.000 Jahren ein See, an dem sich Neandertaler zeitweise aufhielten. Die Klümpchen befanden sich in einer Müllablagerungsstätte der Neandertaler. Die Funde wurden deponiert und erst viel später erneut untersucht.

Abbildung 19: Neandertaler Birkenpech  
Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie  
Sachsen-Anhalt, Foto: Juraj Lipták  
<http://www.museum-digital.de/san/singleimage.php?imageNr=5089&inwi=1&w=1280&h=666>

Chemische Untersuchungen die ca. 20 Jahre nach der Grabung stattfanden, ergaben ein überraschendes Ergebnis. Es handelt sich bei den Klümpchen nicht um einfaches Baumharz sondern um Birkenpech. Eines der beiden ca. 2 cm großen Klümpchen enthält einen Papillarabdruck<sup>39</sup>.

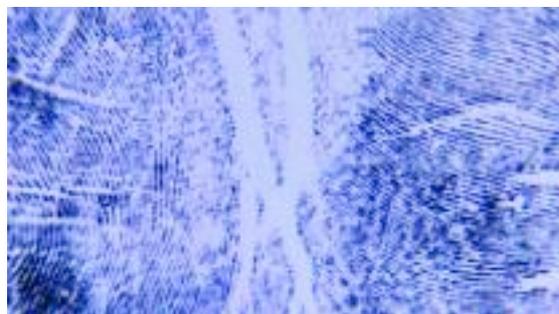


Abbildung 20: Papillarabdruck in Birkenpech,  
Quelle: WDR 2006

<sup>39</sup> Uni-Journal Jena 2002 und WDR 2006

Kriminologen des Landes Sachsen-Anhalt die später diesen Abdruck untersuchten, haben festgestellt, dass aufgrund der kleinen Abmessung des Abdrucks und dem Fehlen von Minutien (es sind nur parallele Linien zu erkennen), es sich dabei nicht um einen Fingerabdruck, sondern wahrscheinlich um den Abdruck einer Handfläche handelt<sup>40</sup>.

Außer dem Papillarabdruck, befinden sich der Abdruck einer Steinkante mit bearbeiteten Steinoberfläche sowie Spuren von Holzmaserung in dem schwarzen Klumpen. All das sind Indizien dafür, dass diese Klümpchen zur Befestigung einer Steinklinge in einer hölzernen Schäftung benützt wurden.

Birkenpech ist kein Naturprodukt und kommt in dieser Form in der Natur nicht vor. Seine Herstellung erfordert bestimmte Fertigkeiten und Wissen. Die Rinde muss im luftdichten Raum einer Temperatur zwischen 340°C – 370°C ausgesetzt werden. Der so gewonnene Birkenteer wird beim Aushärten zum Birkenpech. Es ist bis heute den experimentellen Archäologen nicht gelungen, das Verfahren welches die Neandertaler vor 80.000 Jahren zur Gewinnung von Birkenpech benützt haben, zu rekonstruieren. Obgleich die Gewinnung von sehr geringen Mengen an Birkenpech unter paläolithischen Bedingungen, ohne Einsatz von Gefäßen, experimentell bereits gelungen sein dürfte<sup>41</sup>. Die Herstellung von Birkenpech stellt einen Meilenstein in der menschlichen Entwicklung dar, weil sie mentale Fähigkeiten, zielgerichtetes Handeln und wahrscheinlich auch eine Sprache zur Weitergabe vom Wissen voraussetzt<sup>42</sup>.

Dieser Fund und seine Auswertung durch Daktyloskopie haben mitunter zur Korrektur eines bisweilen verbreiteten, primitiven Bildes des Neandertalers geführt.

Das Stück befindet sich heute im Landesmuseum für Vorgeschichte in Halle.

---

<sup>40</sup> WDR 2006, 5

<sup>41</sup> Palmer 2007, 75-83

<sup>42</sup> Uni-Journal Jena 2002

### 1.5.2 - Venus von Dolni Věstonice

Die für das östliche Gravettien namengebenden Fundstellen (Pavlovien) in den Pollauer Bergen Südmährens zeichnen sich durch eine für diesem Zeitraum ungewöhnliche Fundkategorie aus, nämlich durch das Vorkommen von Tier- und Menschenfiguren und anderen Objekten aus gebranntem Ton. Beim Modellieren sind mehrfach Fingerabdrücke hinterlassen worden, die schon Gegenstand von Untersuchungen wurden<sup>43</sup>.

Die Statuette wurde in der zentralen Feuerstelle im oberen Bereich der Siedlung gefunden. Die Datierung ordnet die Figur dem Gravettien (27.000-24.000 BP) zu. Sie war in zwei Teile zerbrochen, die etwa 10 cm voneinander entfernt lagen. Die Statuette ist 11,5 cm hoch, 4,3 cm breit und 2,7 cm dick. Die körperlichen Merkmale werden durch ausladende Kurven hervorgehoben. Das Gesicht hat keine individuellen Merkmale, die Augen werden durch zwei Einkerbungen angedeutet. Die Venus von Dolni Věstonice wurde aus gebranntem Ton gefertigt und gebrannt, was ihre außerordentliche Bedeutung für die Archäologie, als die älteste Tonfigur überhaupt, erklärt.

75 Jahre später, im Sommer des Jahres 2000, schrieb S. Brodesser in einem Artikel zum 75. Jubiläum der Entdeckung der Venus von Dolni Věstonice, über die Existenz von einem Fingerabdruck auf der Statuette. Er bezog sich dabei auf die Aussagen eines Grabungsmitglieds, E. Dania, der damals den Fingerabdruck entdeckt hatte<sup>44</sup>. Im Rahmen einer Forschung des mährischen Museums, haben M. Králík, V. Novotný und M. Oliva diesen paläodermatologisch untersucht.



Abbildung 21: Venus von Dolni Věstonice I, Vorderseite und die Rückseite mit der Lage des Fingerprints. Quelle: Králík – Novotný – Oliva 2002, 109

<sup>43</sup> Szilvássy 1983

<sup>44</sup> Králík – Novotný – Oliva 2002, 107

### Dermatoglyphische Analyse: Alterseinschätzung

Králík und seine Kollegen haben die Breite der Papillarleisten gemessen. Sie ändert sich wie andere biometrische Größen mit dem Alter und während der Wachstumsphase. Nach Angaben Králík's betrug die durchschnittliche Breite der gemessenen Papillarleisten 0,37 mm mit einer Standardabweichung von 0,029 mm. Danach berücksichtigt er die Tonschrumpfung mit dem Durchschnittswert von 7,5 %. Daraus ergab sich eine durchschnittliche Leistenbreite von 0,4 mm mit einer Standardabweichung von 0,031 mm. Um das Alter der Personen zu errechnen, deren Fingerprints auf der Statuette erhalten geblieben sind, setzte er diese Werte in die Kampsche<sup>45</sup> Formel ein.

$$Y = 614X - 112$$

Y... Alter in Monaten

X... Papillarleistenbreite in mm

Das daraus resultierende Alter beträgt 11,3 Jahre. Er weist darauf hin, dass experimentell ermittelte Werte nur etwa 1,9 Jahre vom tatsächlichen Alter abweichen. Generell weichen die Schätzungen bei Großteil der Proben nicht mehr als 4 Jahre ab. Die Standardabweichung beträgt hierbei 1,3 Jahre.

Nach den o.a. Berechnungen liegt das Alter des Menschen, der den Abdruck auf die Venus von Dolni Věstonice hinterlassen hat, zwischen 7 und 15 Jahren. Weiters kommt er zum Schluss, dass diese Fingerprints kaum einem adulten Mann, als vielmehr einer adoleszenten, oder adulten Frau angehören könnten<sup>46</sup>, die Papillarleisten von Frauen sind schmaler als jene der Männer. Die Voraussetzung ist, dass die Korrelation der Papillarleisten zum Alter in Paläolithikum dieselbe war wie heute.

M. Králík geht in seiner Publikation von linearen Schrumpfungswerten des Tons während der Trocknung und dem Brand zwischen 0 und 20 % aus (im Durchschnitt 7-10 %).

Er weist daraufhin, dass die 7-10 % etwa dem Größenunterschied zwischen Papillarleisten der Männer und Frauen entsprechen würden<sup>47</sup>.

Králík betont in seinem Resümee, dass die Abhandlung auf der Annahme basiert, dass

- 1) der Schrumpfungsgrad des Tons den er mit 7,5 % angenommen hat, richtig ist und
- 2) die Variabilität der Papillarleistenbreite heute dieselbe ist wie damals<sup>48</sup>.

<sup>45</sup> Kamp – Timmermann – Lind 1999

<sup>46</sup> Králík – Novotný – Oliva 2002, 112

<sup>47</sup> Králík – Novotný 2003, 8

<sup>48</sup> Králík – Novotný – Oliva 2002, 112

Der zweite Teil dieser Arbeit beschäftigt sich mit der Schrumpfung des Abstandes der Papillarleisten, die auf Ton abgedruckt wurden. Die Erkenntnisse aus den Untersuchungen des Tones können für eine neuerliche Betrachtung und Evaluierung der Venus hinsichtlich der Schrumpfung des Fingerabdrucks von Bedeutung sein.

### 1.5.3 - Fingerabdrücke aus Krems-Wachtberg und Krems-Hundssteig

Im Rahmen der Aufarbeitung der Grabungen J.Bayers am Wachtberg von Krems entdeckte Th. Einwögerer Teile von Tierfiguren und weitere Tonobjekte, die z.T. ebenfalls Papillarleisten aufwiesen<sup>49</sup>. Insgesamt waren es 17 Objekte aus Krems Wachtberg, Krems – Hundssteig und Kamegg. In einem Gemeinschaftsprojekt zwischen der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Institute of Archaeology AS CR Brno und der Universität Wien wurden Fundobjekte aus den paläolithischen Fundstellen Pavlov, Dolní Věstonice und Krems technologisch und dermatoglyphisch untersucht. Die Objekte aus den o.g. Fundstellen gelten als die ältesten Artefakte aus gebranntem Ton aus dem Zeithorizont Gravettien. Ein vorläufiger Bericht erschien 2004 in Brünn.

Die Zahl der Objekte aus Pavlov I betrug 2635, aus Krems Wachtberg 17, Krems Hundsteig 3 und Kamegg 2 Stück<sup>50</sup>.

Anlässlich einer Paläolithtagung in Wien 2005 hatte M. Králík die Ergebnisse der Studie über die Kremser Fundobjekte veröffentlicht. Folgende zentrale Fragen waren Gegenstand der Untersuchungen<sup>51</sup>:

- Die Identifikation und Verifikation der Oberflächenspuren als menschliche Papillarabdrücke
- Analyse der Leistenbreite der Linien
- Vergleich zu Ergebnissen anderer Untersuchungen aus Pavlov<sup>52</sup> und Dolní Věstonice
- Interpretation der Ergebnisse

In der Publikation werden 18 Objekte behandelt, davon 7 Objekte (2 von Krems-Wachtberg und 4 von Krems-Hundsteig) hinsichtlich Papillarleisten direkt miteinander verglichen. Einige Funde weisen Abdrücke des Handballens, ein anderes, einen möglichen Textilabdruck auf.

---

<sup>49</sup> Einwögerer 2000

<sup>50</sup> Svoboda - Dolezal – Králík 2004, 44

<sup>51</sup> Králík – Einwögerer 2010, 256

<sup>52</sup> Králík – Novotný 2005



Abbildung 22: Textilabdruck an der Oberfläche eines Objekts aus Krens – Hundsteig.  
Quelle: Králík – Einwögerer 2010, 269

Objekt KW01 ist eine zoomorphe Figur eines Pferdes, einer Antilope oder eines Rentiers<sup>53</sup>.

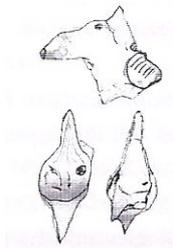


Abbildung 23: Tierplastik aus KW, Parallele Linien, markiert durch Pfeile, ersichtlich an der Oberfläche.  
Quelle Králík – Einwögerer 2010, 262

Die Ergebnisse der Untersuchungen der Papillarleistenbreite deuten auf eine Korrelation mit den Funden aus Pavlov und Dolní Věstonice hin. Auf keinem der Objekte werden

<sup>53</sup> Einwögerer 2000, 126

Papillarleistenbreiten über 0,4 mm beobachtet. Die Fingerabdrücke entstammen Kindern um die 12 Jahre. Natürlich gilt dies unter der Annahme, dass die statistische Bewertung heutiger Papillarleisten, für die Menschen des Paläolithikums ebenfalls Gültigkeit hat.

Selbstverständlich kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, ob Kinder diese Objekte gemacht oder sie nur am Ende angegriffen haben. Aber da sich diese Spuren meist an jenen Stellen befinden wo eine Modellierung notwendig war, kann man mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit davon ausgehen, dass Kinder in dem Prozess der Herstellung, zumindest eingebunden waren. Es ist jedoch auffallend, dass bei den Funden in Krems-Wachtberg und Krems-Hundsteig Fingerabdrücke von Erwachsenen gänzlich fehlen.

M. Králík bietet eine Überleitung zu anderen paläolithischen Kunstobjekten wie die Handschablonen in Höhlenmalereien in Spanien und Frankreich. Während die meisten Handabdrücke in den Höhlenmalereien den Männern zugeordnet werden, gehören 20% der Abdrücke, Pre – Adoleszenten im Alter zwischen 10-16 Jahren<sup>54</sup>.

Schließt man nun die, im Jahr 2005 in Krems ausgegrabene, liebevoll anmutende Bestattung von zwei Kleinkindern aus dem Gravettienhorizont, mit in unseren Überlegungen ein, kann die Diskussion, über die Rolle der Kinder im paläolithischen Gesellschaftsverband erweitert werden.

---

<sup>54</sup> Králík – Einwögerer 2010, 259

#### 1.5.4 - Handabdrücke in der paläolithischen Höhlenkunst

Es befinden sich hunderte Handabdruckmatrizen in paläolithischen Höhlenmalereien in der Provinz Kalimantan – Indonesien. Die Hände weisen Linien oder Punktlinienverzierungen auf.



Abbildung 24: Schablonierte Handabdrücke an der Wand von Gua Tewet in Kalimantan, Borneo – Indonesien.

Quelle: Wang u.a. 2010, 1326

Aus etwa 20 Höhlen in Spanien und Frankreich sind mittlerweile 20 Handabdrücke (Positive) und 500 Handmatrizen (Negative) bekannt<sup>55</sup>.

Die Höhlenmalereien von Pech – Merle im Südwesten Frankreichs weisen ähnliche Handabdruckmatrizen mit einem geschätzten Alter von 20.000 Jahren auf.

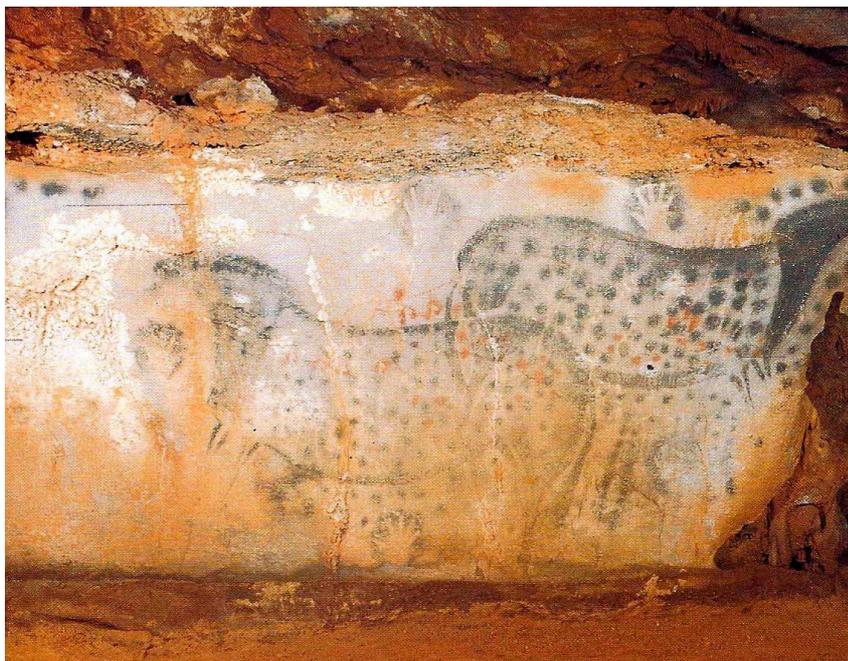


Abbildung 25: Schwarze Handabdruckmatrizen dargestellt in Verbindung mit gefleckten Pferden in Pech – Merle, Frankreich. Quelle: Lorblanchet 1997, 181

<sup>55</sup> Lorblanchet 1997, 62-64



Abbildung 27: Handnegativ, Ausschnitt aus dem Bild der schwarzen Pferde aus Pech-Merle. Quelle: Lorblanchet 1997, 181

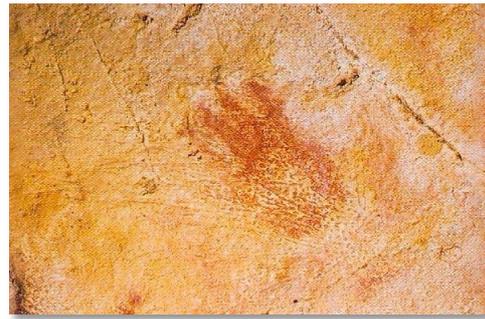


Abbildung 26: Handpositiv aus Altamira, Santillana del Mar, Kantabrien. Quelle Lorblanchet 1997, 94

Ein Team von Informatikern und Anthropologen versucht Algorithmen zur Genderidentifikation mit einer entsprechenden Software zu entwickeln. Das Programm soll anhand der digitalisierten Handabdrücke das Geschlecht der Schöpfer dieser Malereien, oder zumindest von den Handmatrizen bestimmen. Das Team hat vier der Handabdrücke in Pech – Merle als mögliche Frauenhände identifiziert. Untersuchungen in weiteren Höhlen weisen darauf hin, dass wahrscheinlich die Mehrheit der Handabdruckmatrizen (75 %) zu Frauen gehört<sup>56</sup>.



Abbildung 28: Das von Wang u.a. entwickelte System prognostiziert das Geschlecht aufgrund der Zeichnungen in der Höhle. Quelle Wang u.a. 2010, 1329

<sup>56</sup> Wang – Ge – Snow 2006, 1325

In Pech – Merle wurden ein Dutzend Fußabdrücke in zwei Richtungen entdeckt die einem Kind gehören. Die Authentizität dieses Abdrucks gilt dadurch als gesichert, weil der einzige Eingang zur Höhle seit dem Auftauen der letzten Eiszeit um 10.000 BP versiegelt war<sup>57</sup>.

Dem Verfasser liegen keine Informationen vor, ob diese Fußabdrücke je auf die Existenz von Papillarabdrücken hin untersucht wurden oder nicht.

*Abbildung 29: Fußabdruck aus der Höhle Pech-Merle. Quelle: [http://www.quercy.net/pechmerle/imagenes/IMG0065\\_600.jpg](http://www.quercy.net/pechmerle/imagenes/IMG0065_600.jpg)*



---

<sup>57</sup> Centre de Préhistoire du Pech Merle, 2012

### 1.5.5 - Tierplastiken aus Mondsee

In einer Pfahlbausiedlung in Mondsee wurden bis in den 80'er Jahren 14 Tierfiguren aus der jungneolithischen Mondsee-Kultur Mitte 4. Jt. v. Chr., gefunden. Sie wurden in der Forschung wenig beachtet. Erst viel später haben sich E. Pucher und E. Ruttkey mit den Figuren beschäftigt und 2006 ihre Ergebnisse veröffentlicht<sup>58</sup>.



Abbildung 30: Tierplastiken aus dem Mondsee in Aufsicht.  
Quelle: Pucher – Ruttkey 2006, 236

Auf vier der zoomorphen Plastiken aus gebranntem Ton, sind Fingerabdrücke in einem brauchbaren Zustand erhalten geblieben. Signifikante Fingerabdrücke befanden sich im Bereich des Rückenkammes, des Rücken selbst und an den Beinen der Figuren.

<sup>58</sup> Pucher – Ruttkey 2006

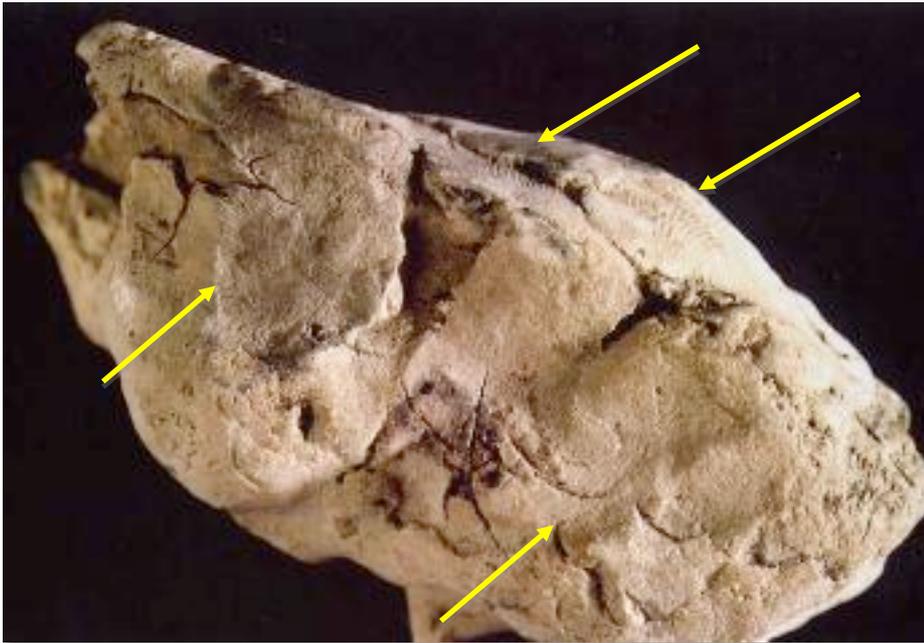


Abbildung 31: Fingerabdrücke auf dem Rücken einer Plastik. Quelle: Pucher – Ruttkay 2006, 237

Zur Ermittlung der Liniendichte wurde die Anzahl der Papillarlinien, welche eine Messlinie von 5 mm durchquerten, herangezogen. Dieser Wert wurde anschließend mit zwei multipliziert um die Dichte für einen Zentimeter zu erhalten. Diese Methode entspricht in etwa der bereits vorgestellten Ridge – count – Methode mit dem Unterschied, dass die Zähllinie einfach über die vorhandenen Linien gezogen wird und nicht vom Papillarmusterkern zum Delta, da diese Zonen auf den Plastiken nicht vorhanden sind.

Die nach o.a. Zählmethode durchgeführten Messungen ergaben Papillarleistendichten von<sup>59</sup>: 24, 28, 30, 34, 36, und in einem Fall 38-40 Leisten/cm.

Um diese Werte interpretieren zu können, mussten sie in Relation zu anderen Menschen gesetzt werden. Diese Referenzwerte wurden von E. Pucher durch eine eigene Testreihe, mit 23 Männern, 27 Frauen und 27 Kindern aus Österreich und einigen aus Übersee im unterschiedlichen Alter, ermittelt.

---

<sup>59</sup> Pucher – Ruttkay 2006, 238

Die Testreihe hat folgende Referenzwerte geliefert<sup>60</sup>:

- Die durchschnittliche Leistendichte bei Männern: 20,1 Leisten/cm Daumen und Zeigefinger gleich.
- Die durchschnittliche Leistendichte bei Frauen: 21,5 Leisten/cm Daumen, 21,9 Zeigefinger.
- Die Leistendichten bei Kindern variiert naturgemäß beträchtlich. Von 50 (Daumen bei einem 2 Monate alten männlichen Säugling) bis 24 (Daumen eines 7 jährigen Mädchens)

Es wird darauf hingewiesen, dass die Bandbreite der einzelnen Leistendichten mit Werten zwischen 14 und 30 Leisten/cm bei Männern und 18 bis 30 Leisten/cm bei Frauen, sehr groß ist. Dieser Umstand relativiert die Brauchbarkeit eines mittleren Dichtewerts.

Eine differenziertere Darstellung der Messwerte der Testreihe Pucher's, etwa wie bei V.C. Nayak, siehe Kapitel 1.4.4 Geschlechtsdifferenzierung durch epidermale Leistendichte Abbildung 16, hätte möglicherweise die Interpretationsmöglichkeiten erweitert.

Eine weitere interessante Beobachtung der Testreihe ist die Tatsache, dass Leistendichten über 30 Leisten/cm bei keiner Frau aus Österreich beobachtet wurden.

E. Pucher bezeichnet die herstellungsbedingte Schrumpfung des Tones als „geringfügig“ und kommt zum Ergebnis, dass bei der Herstellung zumindest einiger der Tierfiguren Kinder involviert waren<sup>61</sup>.

Ergebnisse aus der vorliegenden Arbeit zeigen jedoch, dass die Rolle der Tonschrumpfung nicht unterschätzt werden soll.

---

<sup>60</sup> Pucher – Ruttkay 2006, 238

<sup>61</sup> Pucher – Ruttkay 2006, 235 - 239

### 1.5.6 - Fingerabdrücke der Mumien

Papillarleisten auf Mumienhänden wurden erstmalig von J. Vucetich, im La Plata Museum entdeckt<sup>62</sup>.

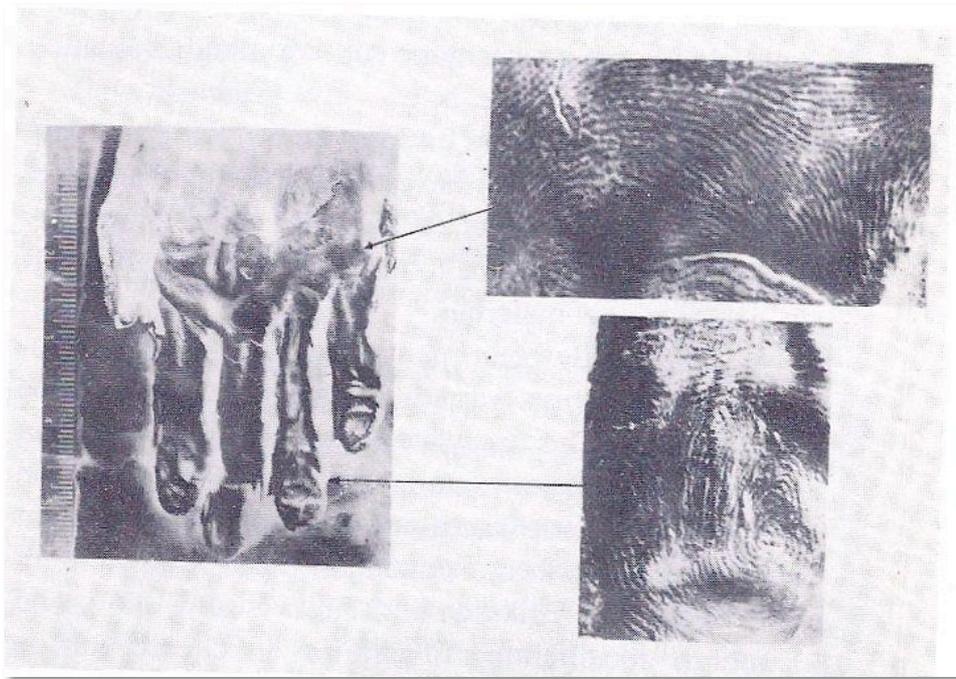


Abbildung 32: Papillarleisten der Mumien. Quelle: Åström – Eriksson 1980, 7

Der britische Genetiker J. Berry schrieb einst, er habe Museen in vielen Ländern besucht, um nach Papillardetails der Mumien zu suchen. Er bestätigt, dass die epidermalen Details nach Muster der Schleifen, Bögen und Wirbel erkennbar sind<sup>63</sup>.

### 1.5.7 - Die Lampe aus Tell en - Nasbeh

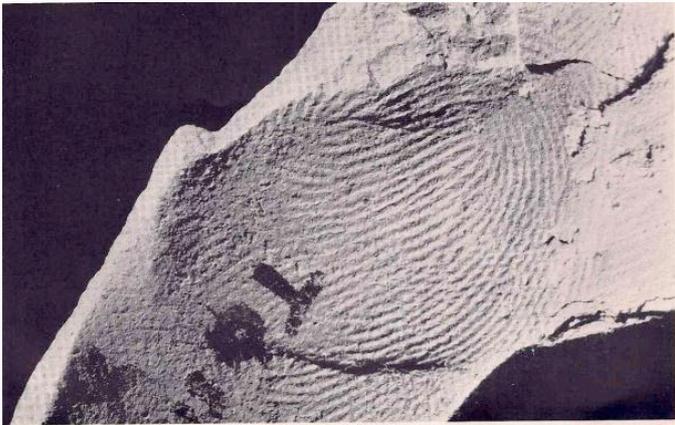
Tell en-Nasbeh (vermutlich die biblische Stadt Mizbah) befindet sich 12 Kilometer nordwestlich von Jerusalem. Die Stadt wurde zwischen 1926 und 1936 unter der Leitung von William F. Badè ausgegraben.

Es wurden fünf Schichten zwischen Frühbronzezeit I (3500 - 3300 v. Chr.) und byzantinischer Zeit (323 v. Chr. – 630 n. Chr.) dort sichergestellt. Die Bewohner jedes Zeithorizontes hatten dort wie so oft, während Bauarbeiten darunterliegende Schichten gestört und ältere Gegenstände nach oben befördert.

<sup>62</sup> Åström - Eriksson 1980, 7

<sup>63</sup> Lee – Gaensslen 2001, 11

W.F. Badè fand viele Fingerabdrücke an jenen Stellen, wo die Henkel an den Gefäßen angebracht wurden. Der beste Fingerabdruck wurde innerhalb einer handmodellierten Lampe gefunden. Badè schrieb dann, dass diese Spuren keine Aussage, im Sinne einer forensischen Identifikation, über die Personen machen, von denen sie stammen. Aber er erkannte ihr Potential, mit Hilfe von Fingerabdrücken eine zeitliche Zuordnung der Keramik zu den Schichten durchführen zu können, vorausgesetzt, dass sich Fingerabdrücke der gleichen Person in verschiedenen Schichten finden<sup>64</sup>.



Badè hat die gefundenen Fingerabdrücke mit Hilfe eines bekannten Kriminalisten archiviert. Bedauerlicherweise gerieten sowohl das Archiv, als auch Badè's Gedankenansatz in Vergessenheit und wurden bei der Grabungsdokumentation nicht erwähnt.

Abbildung 33: Fingerabdruck des Töpfers auf Ton von Tell en-Nezbah. Quelle Badè 1934, Innencover

Charles Walston interessierte sich ebenfalls für dieses Thema und veröffentlichte 1925 in der Zeitschrift „The illustrated London News“ einen Artikel, in dem er die Meinung vertrat, dass die Griechen auf die Siegeln schematisch ihre Finger abgedrückt hätten. Er stellte einen Henkel eines Kruges aus Tell Amarna mit erhaltenen Fingerabdrücken vor<sup>65</sup>.

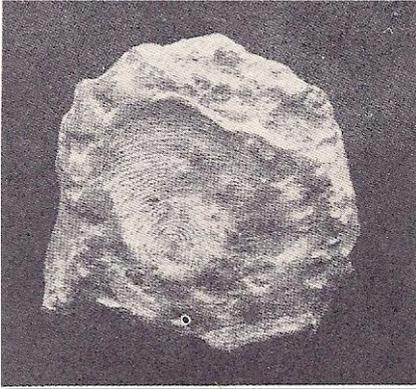
---

<sup>64</sup> Badè 1934, 45

<sup>65</sup> Åström - Eriksson 1980, 8

### 1.5.8 - Fingerabdrücke in China

Die intentionelle Verwendung von Papillarlinien der Haut zum Zweck der Identifizierung wird erstmalig schriftlich in China erwähnt. In einem Dokument aus der Zeit der Qin Dynastie (221-206 v. Chr.) wird die Überführung eines Kriminellen aufgrund seines Handabdruckes beschrieben.



Später zur Zeit der Han Dynastie ( -220 v.Chr.) wurden Fingerprints gemeinsam mit dem Namen, als Stempel auf die Versiegelung der Dokumente zur Identifizierung des Autors in China verwendet.

*Abbildung 34: Daumenabdruck auf einem chinesischen Tonsiegel maximal 3 Jh. v.Chr.  
Quelle: Cummins – Midlo 1961, 6*

### 1.5.9 - Linear B Tafeln aus Mykene, Pylos und Knossos

Paul Åström hat wohl als Erster eine systematische Arbeit über Fingerprints durchgeführt. Anfang der 1960'er bei den Ausgrabungsarbeiten in Kalopsidha und anderen Orten in Zypern beobachtete und dokumentierte er Fingerabdrücke auf Tonscherben und stellte fest, dass eine umfassende Untersuchung sich lohnen würde. Gemeinsam mit Sven A. Eriksson, dem damaligen Leiter des Fingerprintzentrums in Stockholm, verbrachte er einen Monat, um die Fingerabdrücke in Griechenland, Kreta und Zypern zu dokumentieren<sup>66</sup>.

1980 erschien ihr Buch „Fingerprints and Archaeology“ in Göteborg. Dieses Buch beinhaltet seine Überlegungen und Untersuchungen zum Thema Daktyloskopie in der Archäologie an Hand von Beispielen aus Mykene und Pylos.

Mykene war ein wichtiges Handelszentrum, das für eine ganze Kultur zwischen 1550 -1050 v.Chr. namengebend wurde. Viele Paläste dieser Region, Mykene, Thebes, Pylos und Knossos auf Kreta zählen zu den wichtigsten Zentren der mykenischen Kultur. In allen Palästen wurden Tontafeln mit Linear B Schrift entdeckt. Die frühere Linear A Schrift kommt hauptsächlich auf Kreta vor.

<sup>66</sup> Åström 2007, 2 und Åström – Eriksson 1980, 8

Die Schriftseite der Tontafeln war fein geglättet, während die Rückseite ungeglättet blieb und daher öfters Papillarlinien enthielt.

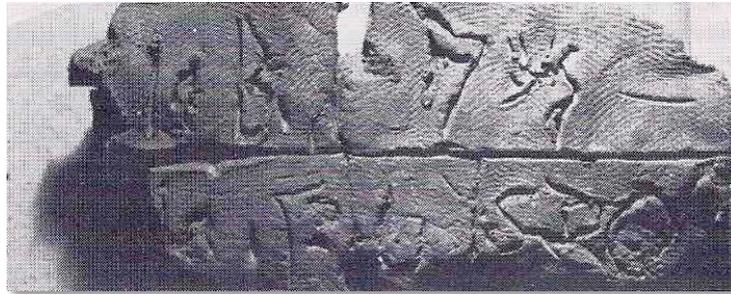


Abbildung 35: Papillarleisten der Handfläche und Linear B Schrift auf einer Tontafel aus Pylos: Quelle: Åström - Eriksson 1980, fig. 12a

Laut einer vorsichtigen Schätzung haben mindestens 33 Schreiber die Tafel in Pylos beschrieben. Es herrschte eine Hierarchie innerhalb der Schreiber, manche Tafeln wurden von drei unterschiedlichen Schreibern beschrieben<sup>67</sup>.

#### 1.5.10 - Der Palast von Minos in Knossos

Der Palast von Minos in Knossos wurde ab 1900 von Sir A. Evans ausgegraben. Er verfasste den Grabungsbericht zwischen 1921 und 1935. Evans entdeckte dort in Summe 10.000 Schriften in Hieroglyphen, Linear A und Linear B. Die Tontafeln wurden bei der Zerstörung des Palastes 1400 v.Chr. im Feuer gebrannt und blieben uns dadurch erhalten.

Den Untersuchungen der Finger- und Handabdrücke in Knossos sind Åström's und K.E. Sjöquist's Untersuchungen von Mykene und Pylos vorausgegangen. So konnten sich die Forscher ein besseres Bild von den Techniken und Gegebenheiten machen. Von den ca.10.000 Linear B Tafeln in Knossos wiesen 3.000 Hand- und Fingerspuren auf. Davon konnten nur 1.002 Stück für

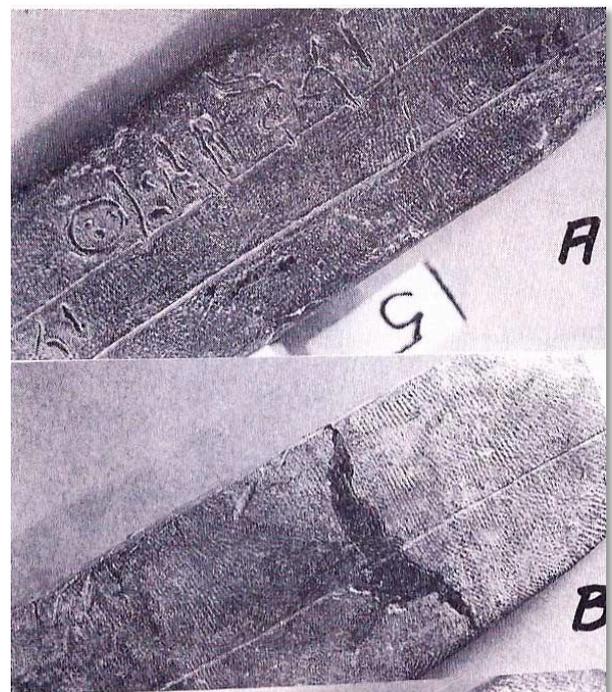


Abbildung 36: Papillarspuren der rechten Hand einer identifizierten Person auf vor- und Rückseite der Linear B Tontafel 5. Quelle: Sjöquist – Åström 1991, Fig. 31A-B

<sup>67</sup> Sjöquist – Åström 1985, 10 - 12

statistische Zwecke benützt werden. Wiederum nur 388 Tafeln hatten identifizierbare Papillarlinien.

Ihr Buch enthält Aussagen zur Organisation der Schreibarbeiten im Palast. Einzelne Schreiber, so wie Kinder und körperlich hart arbeitende Menschen treten in Erscheinung. Es scheint auch, dass die Tafeln selbst öfters von Assistenten für Schreiber geformt wurden. Manchmal haben auch die Schreiber selbst die Tafel angefertigt. Manchmal wurden die Tafeln direkt schnell vor Ort angefertigt.

Eine interessante Frage in diesem Zusammenhang war die, nach dem Verfahren zur Herstellung und Abflachung der Tontafeln. In Knossos scheinen die Tafeln mit einem nasserem Ton geformt worden zu sein als in Pylos. Die Handstellungen während der Fertigung weisen Variationen auf. Die Handstellung in dem der Tonzylinder schräg zur Handachse liegt stammt aus aus Pylos (siehe Abbildung 37). Sie ist auch in Knossos vorherrschend. In 39 % der Tafeln liegt der Tonzylinder entlang der Handachse (siehe Abbildung 38). Bei weiteren 7 % der Tontafeln liegen die Tonzylinder quer zur Handachse (siehe Abbildung 36).

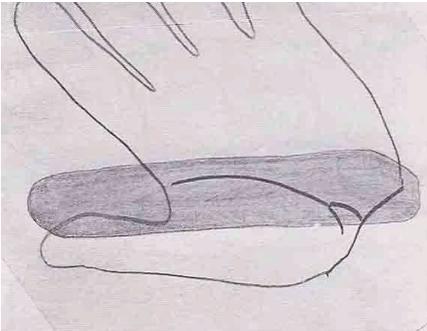


Abbildung 38: Quelle: Sjöquist - Åström 1991, 7

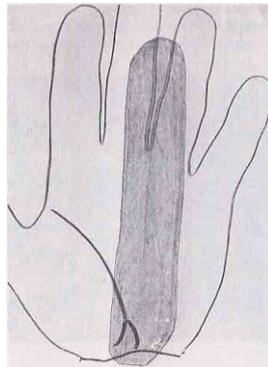


Abbildung 39: Quelle: Sjöquist - Åström 1991, Fig. 6

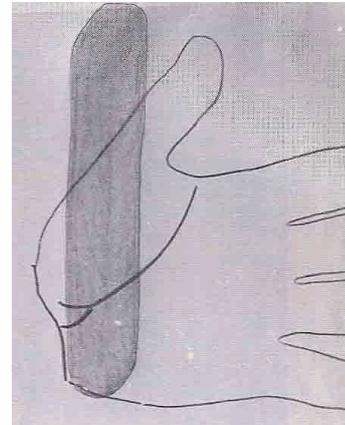


Abbildung 37: Quelle: Sjöquist - Åström 1991, Fig. 5

Natürlich ist es schwierig eindeutige Handspuren zu erhalten. Die Tafeln wurden mehrfach mit der Hand gedrückt, wobei sich die Handposition immer wieder geändert hat. Dadurch sind Abdrücke unterschiedlicher Handsegmente erhalten geblieben.

In beiden Fällen wurde der Ton heftigen Konditionen ausgesetzt. Einige Tafeln wurden während des Brandes im Palast so heftig gebrannt, dass sie bei Berühren zerfallen. Andere

wurden porös oder schwellen an, sodass sowohl die Schriften als auch Fingerspuren verschwanden<sup>68</sup>.

### Überdurchschnittliche Präsenz der linken Hand

Ein Phänomen bei den Tafeln von Knossos war der Umstand, dass mindestens 29 % aller Tafeln nur Handabdrücke der linken Hand enthielten. Das stellte das Forscherteam zunächst vor ein ungelöstes Problem. Statistiken zeigen, dass der Prozentsatz der Linkshänder in der Gesellschaft etwa 10 % ausmacht. Die weiteren Hypothesen, wie religiös- kultische Regeln oder genetische Merkmale einer bestimmten Tafel machenden Kaste usw. konnten nicht bestätigt werden. Die Antwort auf diese Besonderheit lieferte eine Versuchsreihe, die K.E. K.E. Sjöquist mit Kindern durchführte. In Sommer 1986 hat er gemeinsam mit seinen Enkelkindern 360 Tafeln repliziert. Die Kinder haben bei der Anfertigung von Tafeln gerne beide Hände für die Abflachung des Tones benützt<sup>69</sup>. Die Kinder legten die linke Hand auf den Ton und drückten die Rechte darauf. Auf Anfrage von K.E. Sjöquist gaben sie an, dass es so leichter sei ohne einen Grund angeben zu können. K.E. Sjöquist selbst hat die Abflachung versucht, und konnte keinen Unterschied feststellen<sup>70</sup>.

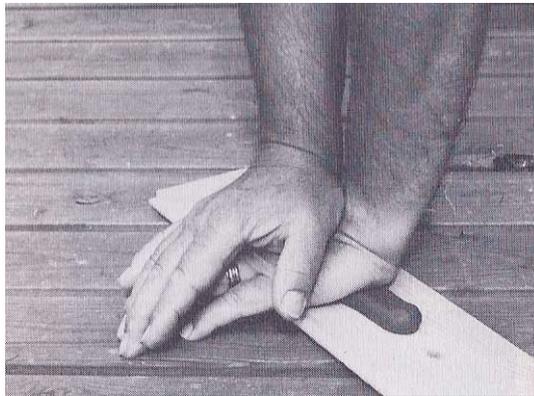


Abbildung 40: Quelle Bild 22 : Sjöquist - Åström 1991, Fig.22

### Kinderhände

Die o.a. Feststellung, dass die linke Hand doppelt so oft in den Tafeln vorkommt wie die Rechte führte automatisch zu der Frage, wie häufig kommen Spuren von Kinderhänden vor.

---

<sup>68</sup> Sjöquist – Åström, 1991, 11 - 15

<sup>69</sup> Sjöquist – Åström, 1991, 16 - 18

<sup>70</sup> Sjöquist – Åström, 1991, 25

Vorerst ist die Frage der Diversifikation von Kindern und Adulten anhand ihrer Papillarlinien zu klären. K.E. Sjöquist entwickelte eine Methode die auf 2 Parametern basiert:

- Die Messung der Handregionen
- Die Messung der Liniendichte innerhalb der Region.

Basierend auf 29 % untersuchten Proben der linken Hand, kommt er zum Ergebnis, dass 16 % von Kindern und 9 % von Erwachsenen angefertigt wurden. Die verbleibenden 4 % konnten nicht näher definiert werden<sup>71</sup>.

Schließlich gelang es K.E. Sjöquist und P. Åström einzelne Individuen zu identifizieren und ihre Wechselbeziehungen und Hierarchie innerhalb der Tonanfertigung und Beschreibung zu definieren.

K.E. Sjöquist führt an, dass erwachsene Männer im Durchschnitt 20-23 Linien per Zentimeter der Handfläche aufweisen, während beispielsweise ein neugeborenes Kind bis zu 40 Linien per Zentimeter hat. Weiters bemerkt er richtig, dass selten Fingerspuren mit einem Zentimeter bei der Keramik zu finden sind. Daher halbiert er den Wert und bezieht ihn auf 5 Millimeter. Auch bei Sjöquist muss die Kritik an der Zählmethode, siehe Kapitel 1.4.5, erwähnt werden.

---

<sup>71</sup> Sjöquist – Åström, 1991, 25 - 28

### 1.5.11 - Männerbestattung Franzhausen II

In den Jahren 1981 - 2006 wurden in einem Schotterabbaugebiet in Franzhausen MG Nußdorf ob der Traisen, unter anderem eine frühbronzezeitliche Nekropole II entdeckt. Eine der herausragenden Bestattungen in der Nekropole II, war das Grab eines Mannes (Verf. 1190) mit reichen Beigaben. Der Mann trug ein Bronzeblechband mit Ornamentverzierung, ein Pektorale<sup>72</sup>. Seine Hand lag auf dem unteren Bereich des Pektorales. Durch Kupfersalze im Zuge der Patinierung blieben Dermalschichten erhalten. Die Papillarspuren sind dadurch deutlich erkennbar.

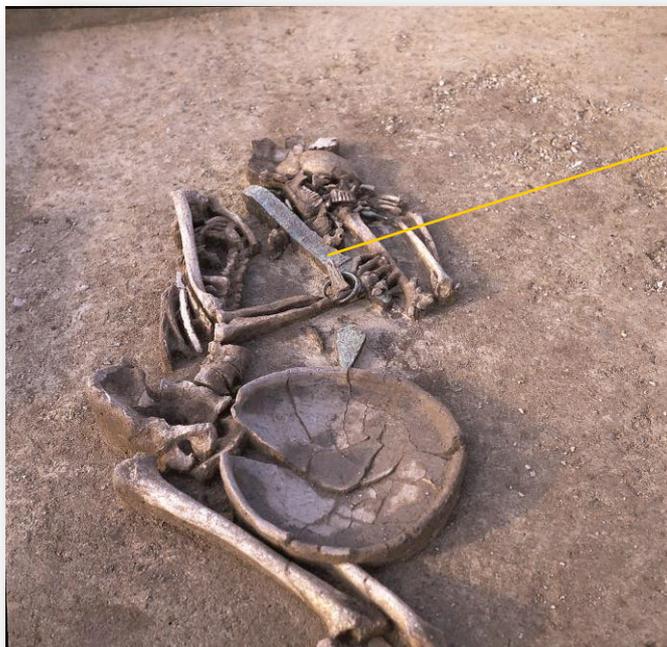


Abbildung 41: Männerbestattung mit Pektorale aus Franzhausen Nekropole II. Quelle: BDA-J.-W.Neugebauer

Bei genauerer Betrachtung der Papillarleisten fällt auf, dass es sich hierbei um parallele Linien handelt, ohne Minutien. Es kann sich hierbei um die Leisten der rechten Hand unterhalb des kleinen Fingers handeln.

Abbildung 42: Detailansicht des unteren Teils des Pektorales.



<sup>72</sup> Neugebauer 1994, 89 - 96

### 1.5.12 - Weitere Beispiele der Papillarabdrücke auf Artefakten

#### Vase aus der Würzburger Sammlung

Papillarabdrücke können sich auf unterschiedliche Arten auf Objekte manifestieren. Wie zum Beispiel durch Berührung der Farbe beim Auftragen. In den Bildern 42 - 43 sind solche Abdrücke auf einer Vase dargestellt.

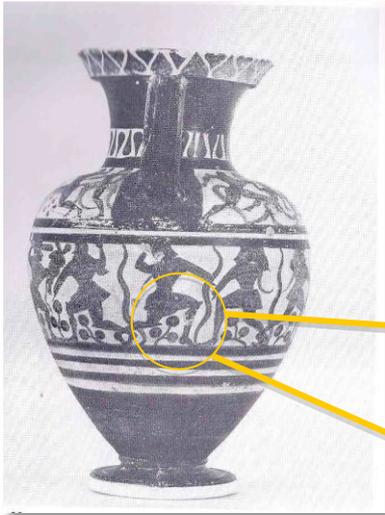


Abbildung 43: Quelle: Sjöquist – Åström 1985, Fig. 35

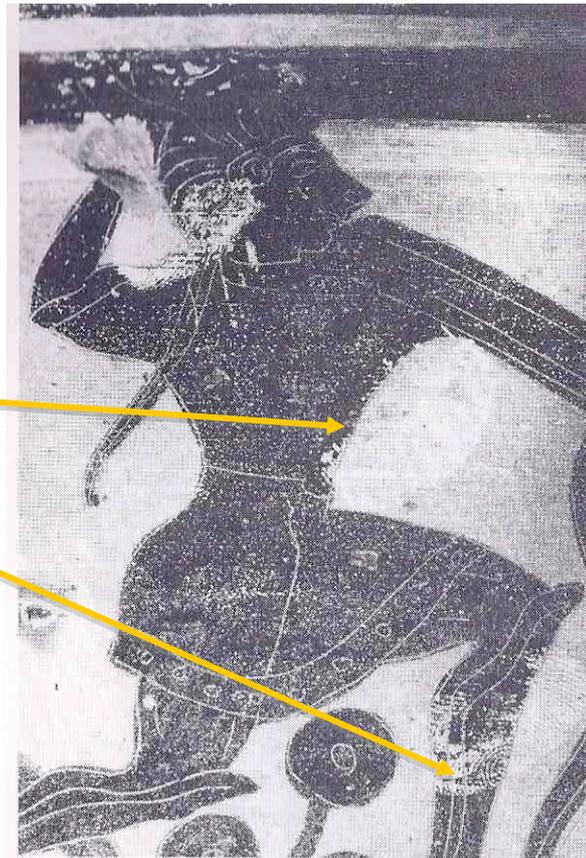


Abbildung 44: Quelle: Sjöquist – Åström 1985, Fig. 37

#### Gefäß aus Helmen Weser I

Fragment eines Gefäßbodens aus der Bronzezeit.  
Hügelgräber in Helmen an der Weser I. Fingerspuren wurden an der Innenseite des Bodens gefunden. Vier Daumenabdrücke der linken Hand wurden von links nach rechts bewegt<sup>73</sup>.

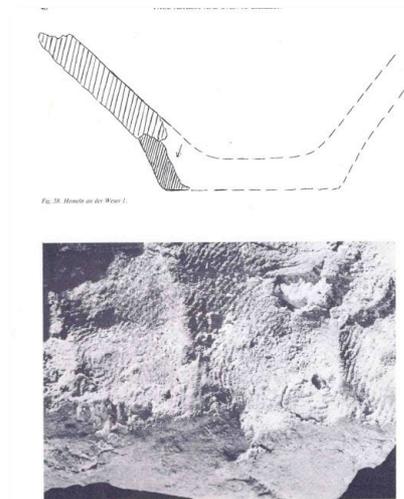


Abbildung 45: Quelle: Åström-Eriksson 1980, Fig. 58 - 59

<sup>73</sup> Åström – Eriksson 1985, 39

Piktogramm –Schrifttafel aus dem Minospalast

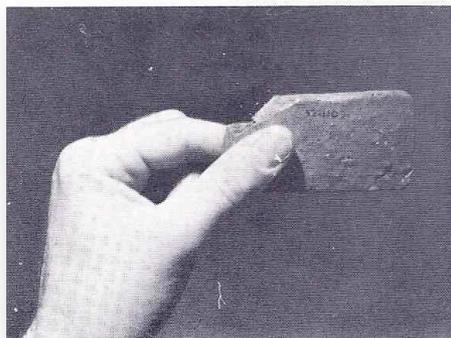
Abbildung 46:  
Quelle: Åström- Eriksson  
1980, Fig. 73



Piktogramm-Schrift auf Ton, Mittelminoisch II. Fundort: Minospalast in Knossos. Mehrere Fingerspuren und ein klarer Daumenabdruck der linken Hand in der Mitte sind sichtbar.

Schrifttafel aus Mykene

Abbildung 47: Quelle:  
Åström- Eriksson 1980,  
Fig. 105



Diese Tafel aus Mykene zeigt die Art der Handhabung und beinhaltet Fingerprints von einem Schreiber der mehrere Tafeln beschrieben hat.

Persischer Tongefäßapplikation aus der Sasaniden Zeit

Sasanidenzeitliche Tonapplikation mit Siegelaufdruck aus 5 – 7 Jh.n.Chr.

Das Motiv zeigt Mihren, Dar-Andarzbed mit den Astralsymbolen Sonne und Mond im Feld. Am oberen Rand sind Titel und Namen in Pahlavisprache sichtbar. Abdrücke der Papillarleisten sind am unteren Rand deutlich erkennbar. Abmessung: 6,5 cm



Abbildung 48: Tonapplikation aus Sasanidenzeit, Quelle: Cristies catalogue [http://www.christies.com/LotFinder/lot\\_details.aspx?intObjectID=5478190](http://www.christies.com/LotFinder/lot_details.aspx?intObjectID=5478190)

### 1.5.13 - Als Papillarmuster interpretierte Gebilde auf Megalithen und Petroglyphen

Es finden sich mehrere Abbildungen von auffälligen gebogenen parallelen Linien, die an Papillarleistenmuster denken lassen, auf Felsen an verschiedenen Orten wie beispielsweise in den spanischen Pyrenäen oder in Nova Scotia in Kanada.



In der Megalithanlage auf der Insel Gavrinis im Golf von Morbihan/ Frankreich (3500 v.Chr.) befinden sich auf Stein eingeritzte halbkreisförmige und andersförmige Muster.

P. Åström interpretiert diese als Abbildungen und Andeutungen von Papillarleisten der Hände. Zugleich räumt er ein, dass nicht alle Forscher mit ihm hinsichtlich seiner Interpretation übereinstimmen<sup>74</sup>.

Abbildung 49: Einritzungen auf Stein ähneln Papillarmustern. Quelle: [http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Gavrinis\\_Gang.jpg&filetimestamp=20101108050919](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Gavrinis_Gang&filetimestamp=20101108050919)

Åström hat in seinem Buch einen solchen Handabdruck abgebildet und den Fundort mit „Kejikook Lake“ angegeben<sup>75</sup>. 64 Hände und 35 Hände teils mit Details wie Nägel und Papillarleistenmustern sind dort in den Felsen eingraviert<sup>76</sup>.

Abbildungen von Papillarmustern auf einem Megalithgrab in Newgrange an der irischen Küste<sup>77</sup>.



Abbildung 50: Stein aus Newgrange  
Quelle: Barnes u.a. 2011, 1/8



Abbildung 51: Steele aus Goat Island, aus 2000 v.Chr. Nachzeichnungen von Fingerprints sind deutlich erkennbar. Quelle: Lee – Gaensslen 2001, 10 zitiert von *Megalithic Builders of Western Europe*, Glyn Daniel, 1963.

<sup>74</sup> Sjöquist – Åström 1985, 13

<sup>75</sup> Sjöquist – Åström 1985, 13, Es dürfte sich hierbei um das „Kejimkujik Lake“ und die berühmten Petroglyphen handeln.

<sup>76</sup> Lenik 2002, 20-21

<sup>77</sup> Barnes u.a. 2011, 1/8

## 2. Teil - Einfluss von Trocknung und Brand des Tons auf den Abstand der Papillarlinien

In den vorangegangenen Kapiteln wurden die Methoden der Auswertung daktyloskopischer Daten erörtert. Dabei nimmt die Schrumpfung des Tons eine zentrale Rolle zur Bewertung der Parameter ein. Es ist wesentlich zu wissen, in welchem Maß sich die Abmessungen der Papillarleisten ändern, damit sie richtig interpretierbar sind.

Alle die sich mit dem Thema Ton beschäftigen, wissen, dass sich die Maße der Tonobjekte nach der Trocknung und dem Brandprozess reduziert. Es ist daher naheliegend, dass sich die Abstände der Papillarlinien ebenfalls reduzieren. Die Berücksichtigung nicht akkurater Werte, kann in weiterer Folge zur Fehlinterpretationen führen. Insofern, dass Fingerabdrücke von Erwachsenen in Folge der Reduzierung, im Überlappungsbereich für jene eines Kindes gehalten werden können. Das Gleiche gilt für eine mögliche Interpretation eines Männerabdruckes, der für jenen einer Frau gehalten werden kann.

Die Recherchen in einschlägiger Literatur haben wenig Ergebnisse gebracht. Immer wieder tauchten Werte wie 7,3 % oder 15 % (bezieht sich auf die Gesamtschrumpfung des Tones) auf, die entweder auf Erfahrungswerte mit der Tonarbeit oder ohne nachvollziehbare Methode angegeben wurden.

K.A. Kamp hat einen Versuch über die Tonschrumpfung unternommen, mit dem Ergebnis, dass die Papillarleisten nach der Trocknung 0,05 mm geschrumpft sind. Nach dem Brand bei drei Std. und bei 800°C war die Schrumpfung nur 0,002 und damit, laut K.A. Kamp, statistisch nicht relevant.

Im Papier wird die Mischung des verwendeten Tones angegeben.

G. Weiß beschreibt den Prozess der Schwindung des Wassers und gibt Werte für die Tonschrumpfung an. Diese Werte sind jedoch für die Arbeit der Töpfer gedacht, damit sie die zu erwartende Schwindung des Gesamtvolumens errechnen und kompensieren können<sup>78</sup>.

Es war daher logisch, das Verhalten des Tones bei Trocknung und Brand, und das Verhältnis zu den wenigen bestehenden Richtwerten, genauer untersuchen zu müssen, um mehr Licht in das Problem zu bringen.

---

<sup>78</sup> Weiß 2003, 267-268

## 2.1- Beschreibung und die Parameter des Versuchsprojektes

An dieser Stelle müssen folgende Kriterien hervorgehoben werden:

1. Die Untersuchung gilt primär den Änderungen der Fingerabdrücke, den Veränderungen an einem kleinen Teil der Oberfläche eines Tonobjektes und nicht der Tonschrumpfung, etwa Volumenänderung, im Allgemeinen.
2. Es ist eine Unterscheidung zu treffen zwischen Objekten, wo die Fingerabdrücke vor, und jenen, wo sie nach dem Brand (wie zum Beispiel auf, nach dem Brand aufgetragene Farbe), entstanden sind.
3. Alle Fingerabdrücke auf Ton sind Negativabdrücke!

## 2.2 - Projektbeschreibung

### 2.2.1 - Forschungsfragen

- Welches Ausmaß haben die Änderungen der Abstände von Papillarleisten nach der Trocknung und dem Brand?
- Welchen Einfluss hat die Magerung in diesem Prozess?
- Welchen Einfluss hat die Brandtemperatur in diesem Prozess?
- Welchen Einfluss hat die Materialstärke in diesem Prozess?

### 2.2.2 - Zielsetzung

Die Definition einer Korrekturkonstante oder einer Tabelle mit deren Hilfe archäologische Funde, die Fingerabdrücke aufweisen, möglichst nahe auf die tatsächlichen Abmessungen ihrer ursprünglichen Verursacher zurückgerechnet werden können.

### 2.2.3 - Versuchsaufbau

Liste der verwendeten Messgeräte:

- Digitalwaage Soehnle 66171
- Stereolupe der Marke Bresser Typiorit ICD-CS mit 10 facher Vergrößerung.
- Bresser MikrOkular II 640x480 VGA (elektr. Okular)

- Dreikanal Temperatur Datenlogger der Marke EXTECH Typ SD200.  
Temperaturbereich -100 bis + 1300°C
- Messsonden zu Temperaturmessgerät: B+B Thermo-Technik 0625 1189-41  
Mantelthermoelement NiCr-Ni, Typ K. Temperaturbereich -100 bis + 1000°C
- Digital Schublehre Merox

Als Ausgangsmaterial wurde ein fetter Ton verwendet, der bereits geschlemmt war und ein Jahr geruht hatte. Der Grad der notwendigen Magerung wurde empirisch ermittelt, indem der Ton mit dem Magerungsmaterial solange geknetet wurde, bis er die notwendige Konsistenz für das Töpfern erhielt und gerade noch keine Risse warf.

Als Magerungsmaterial wurde Feinsand, Grobsand/Steinchen und Spreu gewählt, um ein möglichst breites Spektrum abzudecken.

Sowohl der Ton als auch die Magerungsmaterialien wurden zu Beginn mit einer Digitalwaage genau gemessen und anschließend geknetet.

Folgende 3 Arten wurden gemischt und hergestellt:

- Ton mit 10 % Feinsand gemagert.
- Ton mit 10 % Grobsand/Steinchen gemagert.
- Ton mit 2 % Spreu gemagert.

Der gemagerte Ton wurde anschließend zu 5 x 5cm großen Tonplättchen als Spureenträger geformt. Der Aufdruck von Daumen und Zeigefinger der rechten Hand erfolgte in dem noch weichen Ton. Der gesamte Versuch wurde einmal mit 5 mm starken Plättchen und einmal mit 10 mm Materialstärke durchgeführt.

Mit Hilfe einer eigens für diesen Zweck angefertigten Vorrichtung sollte das Ausgangsmaterial in die gewünschte Stärken gebracht werden.

Die Vorrichtung bestand aus zwei Holzplatten mit je 2 cm Stärke. Das Ausgangsmaterial wurde sandwichförmig zwischen den beiden Platten ausgebreitet und danach mit vier Schraubzwingen kreuzförmig gepresst. Die Platten wurden durch vier Bolzen an den Ecken gegen das Verrutschen gesichert.

Bei jeder Plättchenreihe haben 5 mm oder 10 mm lange Distanzhülsen um den Eckbolzen für eine gleichmäßige Druckverteilung gesorgt.

Anschließend wurde mit einer 5 x 5 cm Stechform von jedem Ausgangsmaterial vier gleichgroße Plättchen heraus gestochen.

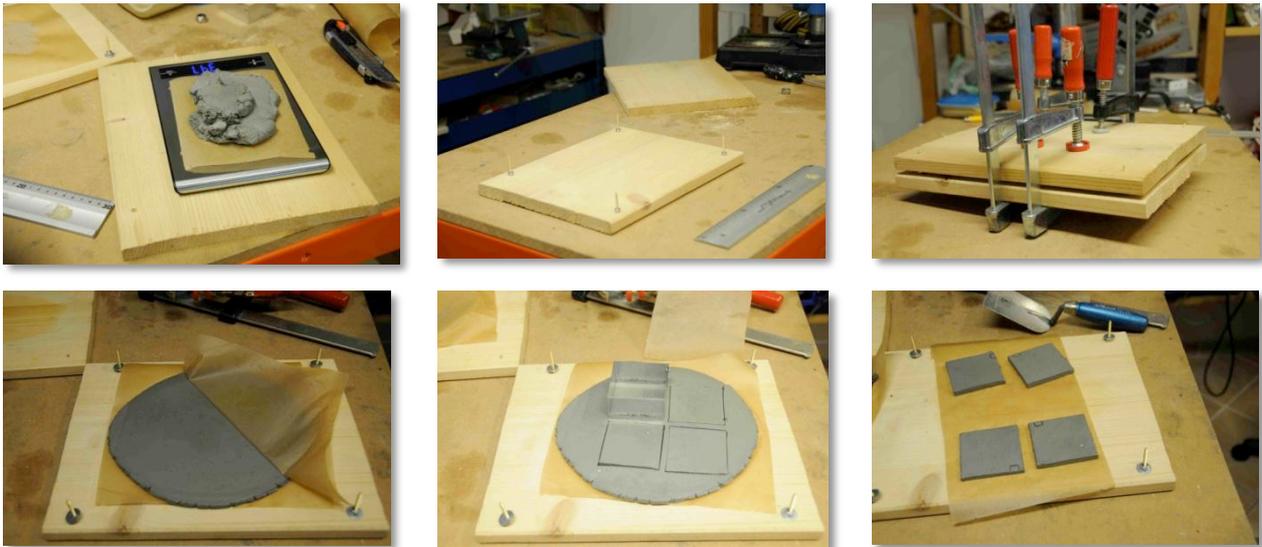


Abbildung 52: Herstellungsprozess der Rohlinge.

Obwohl die Distanzhülsen den Druck der Platten bei 5 mm und 10 mm abgrenzten, expandierte das Material nach dem Lösen und der Abnahme der Druckplatte wieder, sodass die Tonplättchen eine Stärke von 6 mm und die dickeren zwischen 11-12 mm aufwiesen. Da es sich bei diesem Versuch um relative Änderungen der Oberfläche handelt, wurden die neuen Abmessungen weiter verwendet.

An jedem Plättchen wurden einmal der Daumen und einmal der Zeigefinger der rechten Hand aufgedrückt. Am Eck eines jeden Plättchens wurde eine Referenzmarkierung, als eine Art Eichung, zum späteren Vergleich angebracht.

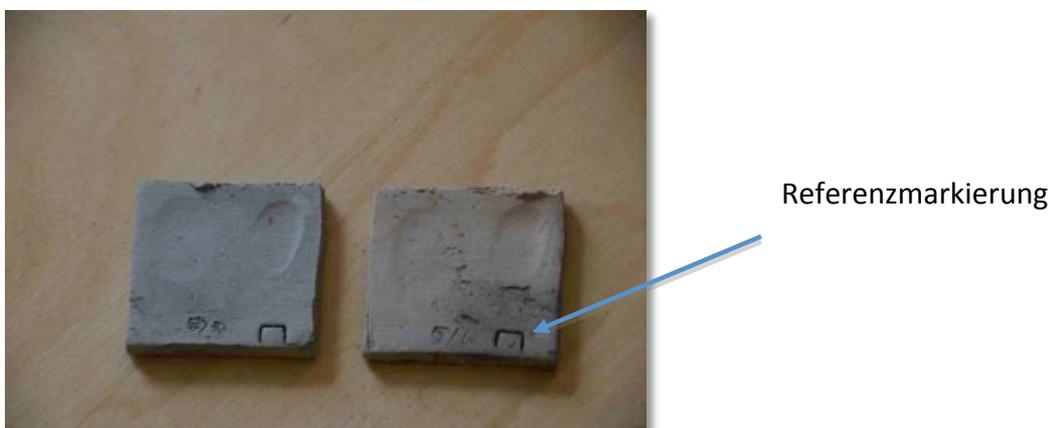


Abbildung 53: Lage der Referenzmarkierung.

Am Ende standen folgende sechs Reihen zur Verfügung:

1/1 bis 1/4 Tonplättchen mit Feinsand gemagert, Materialstärke 6 mm

2/1 bis 2/4 Tonplättchen mit Grobsand/Steinchen gemagert, Materialstärke 6 mm

3/1 bis 3/4 Tonplättchen mit Spreu gemagert, Materialstärke 6 mm

4/1 bis 4/4 Tonplättchen mit Spreu gemagert, Materialstärke 10 mm

5/1 bis 5/4 Tonplättchen mit Feinsand gemagert, Materialstärke 10 mm

6/1 bis 6/4 Tonplättchen mit Grobsand/Steinchen gemagert, Materialstärke 10 mm

Die Stärke der Tontafeln wird ab nun in mittlerer Stärke von 10 mm angegeben.

#### 2.2.4 - Die Messung

Unter einer Stereolupe konnte der am besten sicht- und messbare Bereich des Fingerabdrucks ermittelt werden. Zur Messung wurden jeweils fünf Papillarlinien (in einem Fall sechs Linien) zur Identifizierung markiert und zur Messung herangezogen.

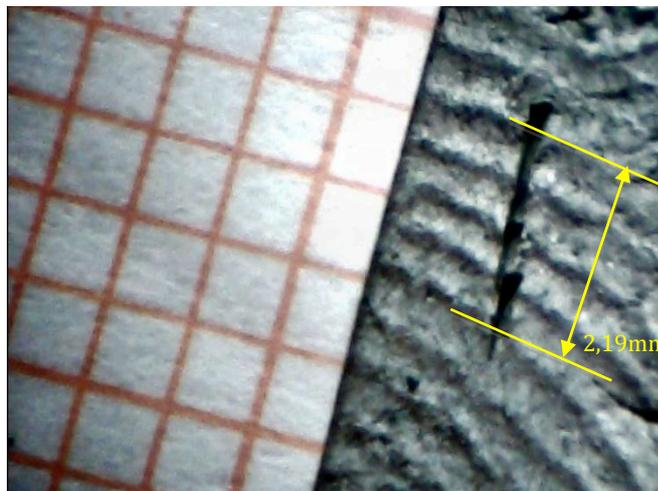


Abbildung 54: 5-2 Trl\_da\_31.07.2011 Daumenabdruck nach Trocknung

Alle Abstandswerte der Papillarlinien, die Breite der Referenzmarkierung sowie das Gewicht wurden unmittelbar nach der Herstellung der Plättchen dokumentiert.

Danach wurden alle Proben unter Zimmertemperatur zur Trocknung aufgelegt.

## Probleme bei der Abstandsmessung

### Einfluß der Minutien

Wie bereits im Kapitel 1.3.2 erläutert wurde, können Papillarleisten neben dem Linienmuster, verschiedene Abzweigungen und Sonderformen, Minutien, annehmen. Diese Formen sind etwa für die Ermittlung der Liniendichte und für die Messung des Abstandes der Linien zueinander relevant.

In der Abbildung 54 ist eine Gabelung entlang der Schnittlinie ersichtlich. Die Schnittmarkierung ist zufällig genau an der Gabelungsstelle angesetzt. Zählt man die Linien oberhalb der Schnittlinie, erhält man eine andere Zahl, als wenn man die Zählung unterhalb der Linie vornimmt. Die Liniendichte ist daher eine Andere. An dieser Stelle ist besondere Aufmerksamkeit in Bezug auf Formenvarianz geboten, da sich sonst in weiterer Folge sehr unterschiedliche Ergebnisse ergeben können.

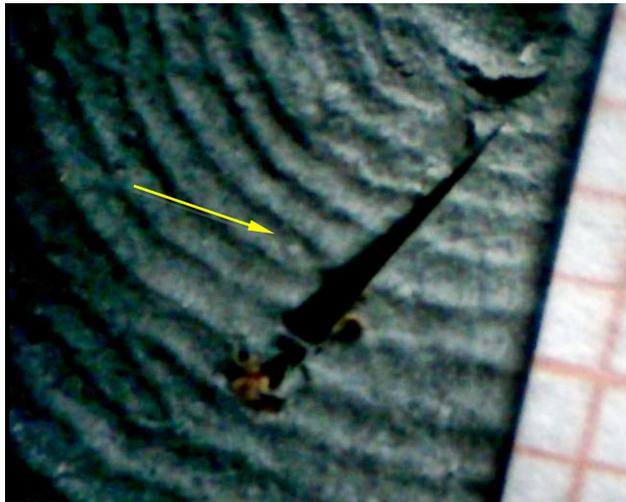


Abbildung 55: 6-4Trl\_Z Tonplatte 6-4 Spuren des Zeigefingers nach sechs Wochen Trocknung

Optische Täuschung und Lichteinfall

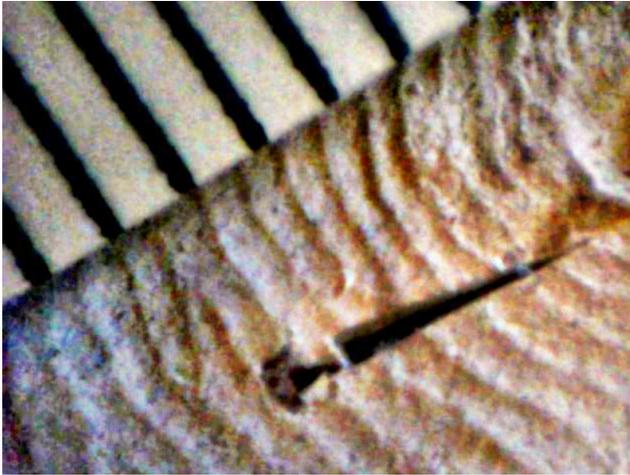


Abbildung 56

umgekehrtes Bild.

Je nach Lichteinfall stellen sich optische Täuschungen im Bild ein. Höhen und Täler der Linien können vertauscht wahrgenommen werden und völlig andere Verhältnisse schaffen. Die Abbildung 55 zeigt dieselbe Probe 6-4 nach dem Brand mit mehr Farbe. Zum Vergleich dieselbe Probe in Schwarz / Weiß, Abbildung 56. Der blaue Pfeil zeigt die richtige Lichteinfallrichtung. Der Lichteinfall aus der Richtung des roten Pfeils erzeugt ein

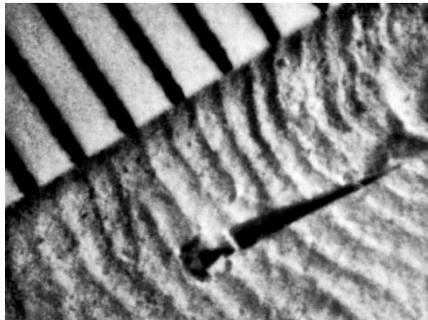


Abbildung 57: 6-4BR\_Z Tonplatte 6-4  
Spuren des Zeigefingers nach dem  
Brand

### 2.3 - Versuchsreihe 1: Brand im offenen Feuer

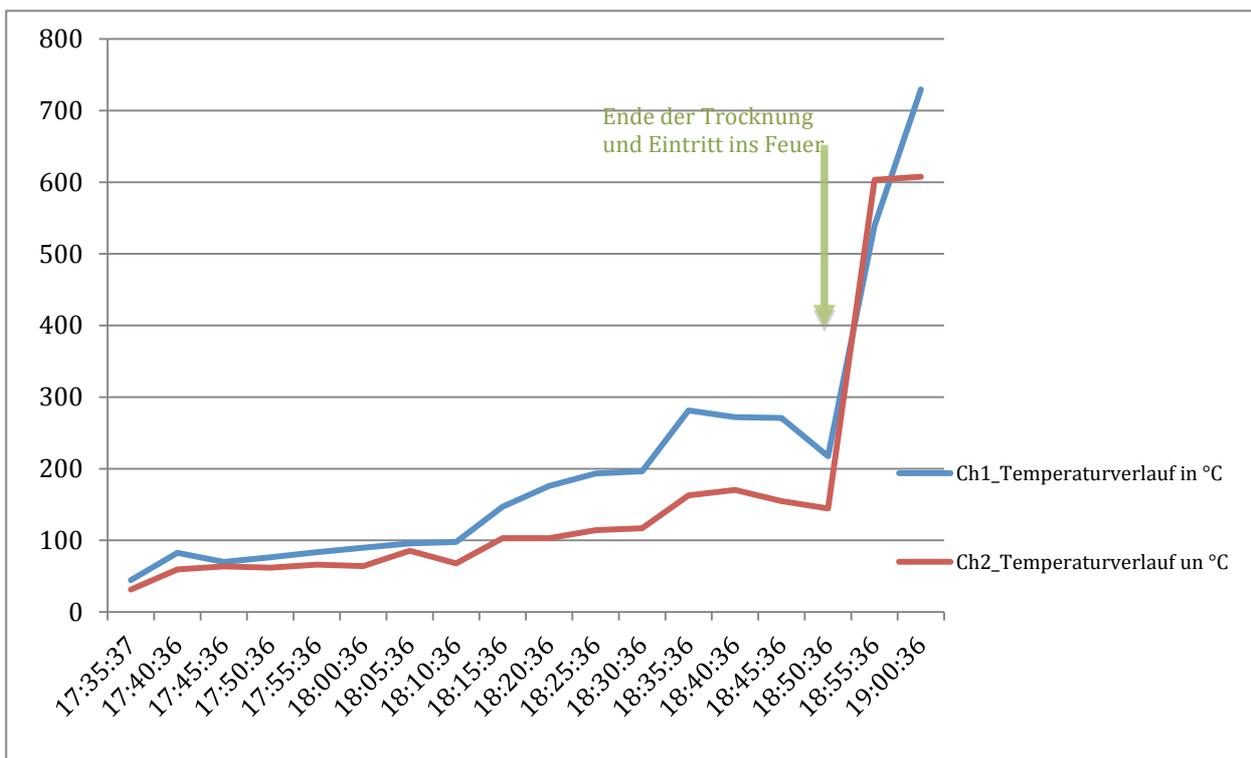
Die Tonplättchen 1/1 bis 6/1 wurden 5 Tage zur Trocknung deponiert. Die Abstände, der auf ihnen befindlichen Papillarleisten, Referenzmarkierungen und das Gewicht, wurden erneut gemessen und aufgezeichnet.

Vor dem Brand war es notwendig, den Ton weiter am Feuer zu trocknen. Dies erfolgte durch Niederlegung der Tonplättchen in der Nähe des Feuers und regelmäßiges Wenden.

Anschließend wurden sie ins Feuer gelegt.

Die Temperatur wurde immer an zwei Stellen gemessen. Aus der Temperaturkurve sind der Verlauf der Trocknung und des Brandes, so wie die erreichten Temperaturen ersichtlich.

Diagramm 1: Der Temperaturverlauf beim Brandversuch der Proben im offenen Feuer.



X... Temperaturwerte in °C

Y... Zeitverlauf nach Uhrzeit

Der Brand der Tontafeln verlief reibungslos und ohne Rissbildung im Ton.

Die gemessenen Abstandswerte der Papillarleisten dieser Testreihe wiesen große Abweichungen voneinander auf. Bei einer genaueren visuellen Untersuchung fielen deutliche

Oberflächendeformierungen auf. Starke und plötzliche Temperaturunterschiede in direkter Berührung mit der Tonoberfläche führten offensichtlich zu diesen Deformierungen. Daher kommt der Form und den Abmessungen der Versuchsobjekte eine größere Bedeutung zu als angenommen. Relativ dünne, kleine und gerade Objekte verformen sich möglicherweise leichter als etwa die Wandung eines größeren runden Gefäßes. Es sind in jedem Fall weitere Untersuchungen in dieser Richtung nötig, um verlässliche Aussagen diesbezüglich machen zu können.



*Abbildung 58: Bild 1-BR\_Z, Papillarleisten des Zeigefingers nach dem Brand im offenen Feuer*

Tabelle 3: Gemessene Werte der Versuchsreihe 1. Fünf Tage Trocknung der Tonplättchen mit anschließendem Brand im offenen Feuer, maximale Temperatur 730°C

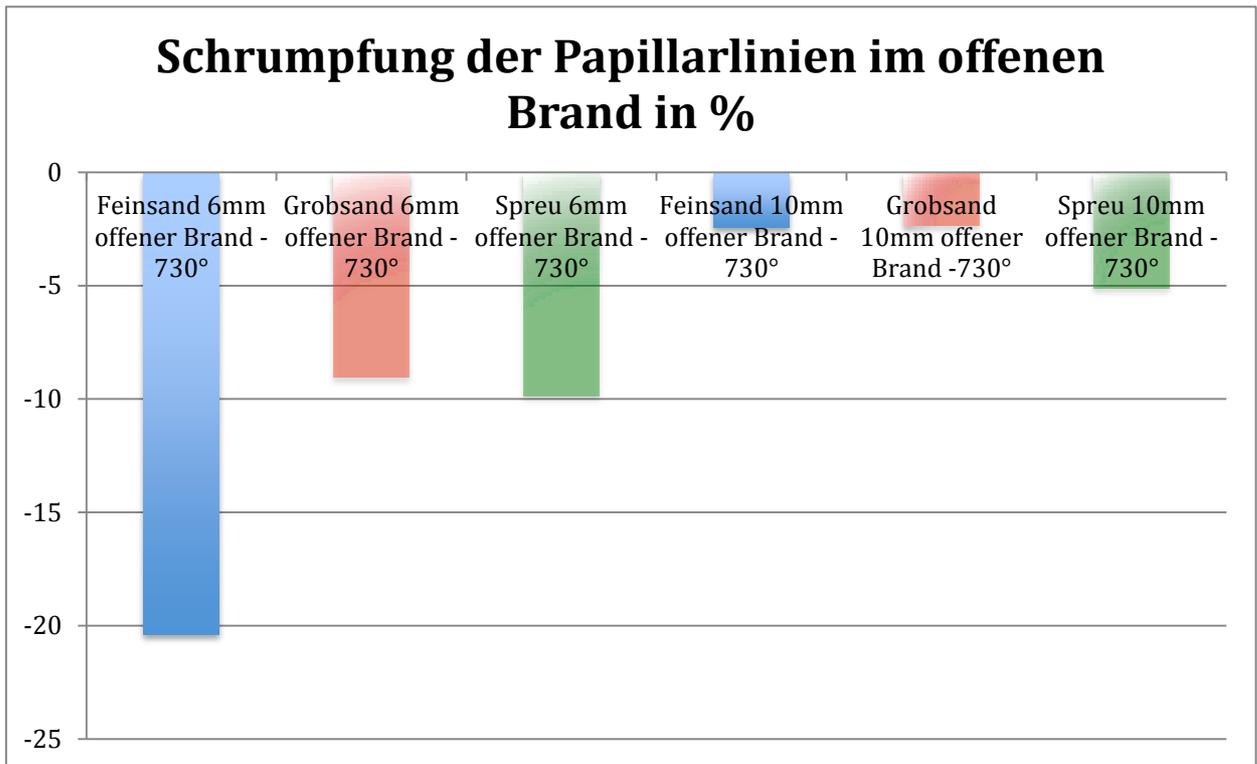
	Anzahl der Papillarleisten	Ungebrannt										Brand - im offenen Feuer				
		Ungetrocknet					Getrocknet 5 Tage					Getrocknet 5 Tage				
		Gesamtbreite	Durchschnittliche Breite der Papillarleiste (Berg/Tal)	Breite der Referenzmarkierung	Stärke	Gewicht	Gesamtbreite nach Trocknung	Durchschnittliche Breite der Papillarleiste	Breite der Referenzmarkierung	Stärke	Gewicht	Gesamtbreite nach dem Brand	Durchschnittliche Breite der Papillarleiste	Breite der Referenzmarkierung	stärke	Gewicht
mm	mm	mm	mm	g	mm	mm	mm	mm	g	mm	mm	mm	mm	mm	g	
1-1 Feinsand 6 mm	5	2,65	0,66	7,21		45	2,17	0,54	7,05		37	2,11	0,53	6,89		35
2-1 Grobsand 6 mm	5	2,1	0,53	7,3	7,09	48	1,96	0,49	7,04	6,71	41	1,91	0,48	7,16	6,96	36
3-1 Spreu 6 mm	6	3,04	0,61	7,3	8,14	47	2,92	0,58	7,08	7,41	36	2,74	0,55	6,98	7,56	32
4-1 Spreu 10 mm	5	2,35	0,59	7,26	12,12	75	2,03	0,51	6,95	11,33	60	2,23	0,56	6,85	11	54
5-1 Feinsand 10 mm	5	2,47	0,62	7,24	8,96	55	2,33	0,58	7,02	8,23	47	2,41	0,60	6,97	8,19	42
6-1 Grobsand 10 mm	5	2,54	0,64	7,22	9,43	66	2,35	0,59	6,97	8,67	54	2,48	0,62	7,1	8,65	50

Die Tonplättchen sind nach dem Brand stark deformiert gewesen, die Oberfläche wies auf die Fläche bezogen gröbere Verformungen auf.

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe sind daher als Vergleichswerte heranzuziehen, sie sind für einen vergleichenden Prozess jedoch ungeeignet.

Um die Leistenbreite zu errechnen, muss die Gesamtbreite durch 4 (im Fall der Probe 3-1 durch 5) dividiert werden.

Diagramm 2: Schrumpfung der Papillarlinien im offenen Brand in %



Der Bindestrich vor dem Wert bedeutet bis 730°C.

Es ist auffallend, dass alle Proben mit 6 mm Wandstärke eine wesentlich größere Schrumpfung der Papillarleisten erfahren haben als Proben mit 10 mm. Möglicherweise steht das in direktem Zusammenhang mit der zuvor erwähnten Deformierung der Tontafeln.

## 2.4 - Tonbrand im Ofen

Versuchsreihen 2 bis 4, Brand im Ofen bei unterschiedlichen Temperaturen.

Die restlichen Tonplättchen sind sechs Wochen zur Trocknung bei Zimmertemperatur gelegen. Um möglichst große Authentizität zu urgeschichtlichen Verhältnissen zu wahren, erfolgte der Brand mit drei unterschiedlichen Temperaturen in einem Ofen mit Tonziegelwandung. Der Ofen wurde durch zwei Schürkanäle mit Holz befeuert.

Um stabile Temperaturverhältnisse zu erreichen, wurde der Ofen mit weiteren Tongefäßen befüllt. Ein Zweikanal – Temperaturdatenlogger zeichnete den Temperaturverlauf mit einem Intervall von zwei Minuten auf, wobei ein Messfüller im unteren Drittel und der Zweite im



Abbildung 59: Geschlossener Ofen mit zwei Schürkanälen u.r.

oberen Bereich des Ofens platziert wurde.

Jene Reihe von Plättchen, die bei einer höheren Temperatur brennen sollte, befand sich im unteren Bereich und der Rest lag oben auf einem Gitter innerhalb des Ofens.

Der Brennvorgang wurde stetig überwacht, damit die Plättchen beim Erreichen der gewünschten Temperaturen rechtzeitig aus dem Ofen genommen werden konnten.

Die starke Temperaturschwankung der Temperaturkurve zeigt den Moment, in dem das Material herausgenommen wurde. Das Erreichen der Brandtemperatur ist mit Pfeilen in der Kurve gekennzeichnet.



Abbildung 60: Tontafel nach dem Brand. Unterschiedliche Brenntemperaturen sind aus den unterschiedlichen Farbschattierungen ersichtlich. Von links nach rechts:  
Brand im Ofen  $T = 480^{\circ}\text{C} - 520^{\circ}\text{C}$ , Brand im Ofen  $T = 600^{\circ}\text{C} - 650^{\circ}\text{C}$ , offener Brand  $T = 730^{\circ}\text{C}$ , Brand im Ofen  $T = 900^{\circ}\text{C}$

Diagramm 3: Temperaturkurve nach Messpunkten im Ofen.

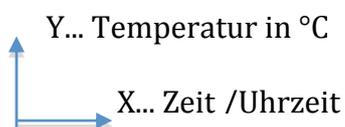
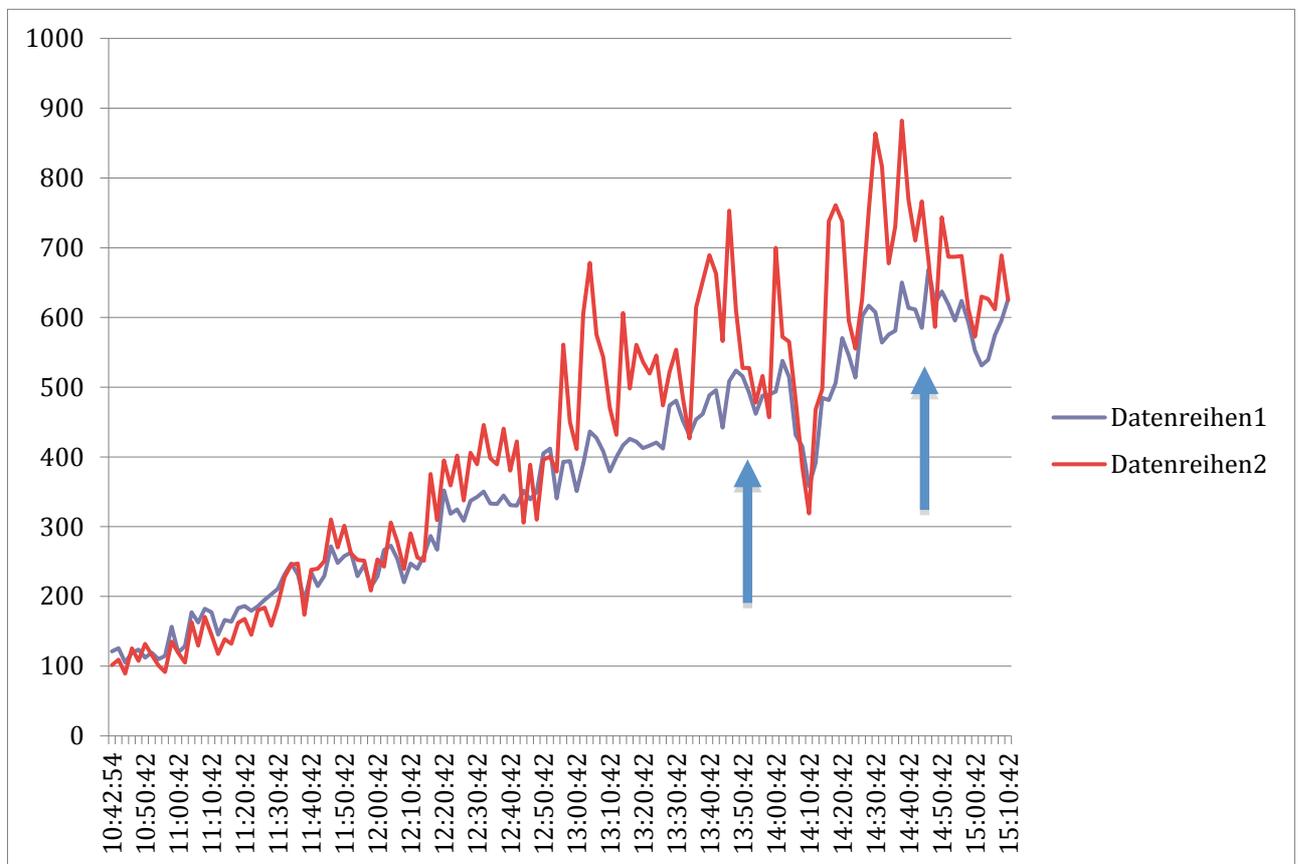


Tabelle 4: Versuchsreihe 2: Abstandswerte der Papillarleisten nach Trocknung von 6 Wochen und anschließendem Brand im Ofen bei 480°C-520°C

			Ungebrannt						Gebrannt 480°C-520°C		
			Ungetrocknet			Getrocknet 6 Wochen			Getrocknet 6 Wochen		
			Gesamtpapillarlinie	Referenzmarkierung	Gewicht	Gesamtpapillarlinie	Referenzmarkierung	Gewicht	Gesamtpapillarlinie	Referenzmarkierung	Gewicht
			mm	mm	g	mm	mm	g	mm	mm	g
1-3	Feinsand 6 mm	5	2,15	7,08	39	1,84	7,03	33	1,83	7,06	32
2-3	Grobsand 6 mm	5	2,14	7,06	50	2,31	6,7	42	2,09	6,81	41
3-3	Spreu 6 mm	5	1,85	7,39	44	1,87	6,84	36	1,8	7,02	34
4-3	Spreu 10 mm	5	2,93	7,27	77	2,25	7	62	2,08	7,03	59
5-3	Feinsand 10 mm	5	2,79	7,22	65	2,43	6,75	53	2,38	6,94	51
6-3	Grobsand 10 mm	5	2,02	7,15	64	1,89	6,84	52	1,79	6,90	51

Tabelle 5: Versuchsreihe 3: Abstandswerte der Papillarleisten nach Trocknung von 6 Wochen und anschließendem Brand im Ofen bei 600°C-650°C

			Ungebrannt						Gebrannt 600°C-650°C		
			Ungetrocknet			Getrocknet 6 Wochen			Getrocknet 6 Wochen		
			Gesamtpapillarlinie	Referenzmarkierung	Gewicht	Gesamtpapillarlinie	Referenzmarkierung	Gewicht	Gesamtpapillarlinie	Referenzmarkierung	Gewicht
			mm	mm	g	mm	mm	g	mm	mm	g
1-2	Feinsand 6 mm	5	2,240	7,21	43	2,030	6,81	38	2,020	6,800	35
2-2	Grobsand 6 mm	5	2,100	7,3	43	1,970	6,68	36	1,810	7,125	35
3-2	Spreu 6 mm	5	2,140	6,76	48	2,120	6,84	39	1,850	6,750	36
4-2	Spreu 10 mm	5	2,430	7,15	84	2,250	6,9	66	2,300	7,000	62
5-2	Feinsand 10 mm	5	2,190	7,1	60	2,210	6,84	50	2,103	6,890	48
6-2	Grobsand 10 mm	5	2,430	7,29	64	2,312	6,8	54	2,312	7,000	50

Tabelle 6: Versuchsreihe 4- Abstandswerte der Papillarleisten nach Trocknung von 6 Wochen und anschließendem Brand im Ofen bis 900°C

			Ungebrannt						Gebrannt bis 900°C		
			Ungetrocknet			Getrocknet 6 Wochen			Getrocknet 6 Wochen		
			Gesamtpapillarlinie	Referenzmarkierung	Gewicht	Gesamtpapillarlinie	Referenzmarkierung	Gewicht	Gesamtpapillarlinie	Referenzmarkierung	Gewicht
			mm	mm	g	mm	mm	g	mm	mm	g
1-4	Feinsand 6 mm	5	2,670	7,15	40	2,589	7,06	33	2,568	7,250	32
2-4	Grobsand 6 mm	5	2,520	7,01	52	2,370	6,9	44	2,330	7,125	41
3-4	Spreu 6 mm	5	2,970	7,22	48	2,340	7	39	2,312	7,000	36
4-4	Spreu 10 mm	5	2,830	7,22	83	2,793	7,09	66	2,687	7,030	60
5-4	Feinsand 10 mm	5	3,070	7,11	57	2,778	7	48	2,953	6,937	44
6-4	Grobsand 10 mm	5	2,600	7,53	68	2,490	7,12	55	2,460	7,210	51

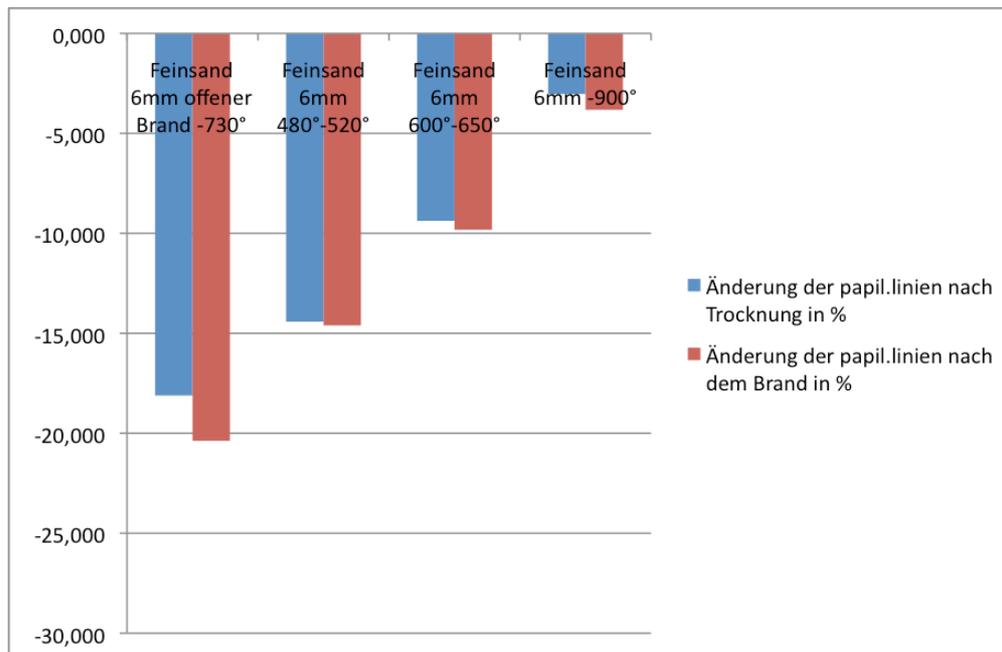
### 2.4.1 - Prozentuelle Änderung der Abstandswerte der Papillarleisten

Die Änderungen der Werte nach dem Brand sind nicht kumulativ, sie gehen von dem Anfangszustand aus und sind nicht in Bezug auf die Änderungswerte nach der Trocknung zu werten. ( Immer von Null gemessen)

Tabelle 7: Prozentuelle Schrumpfungswerte der Papillarleisten

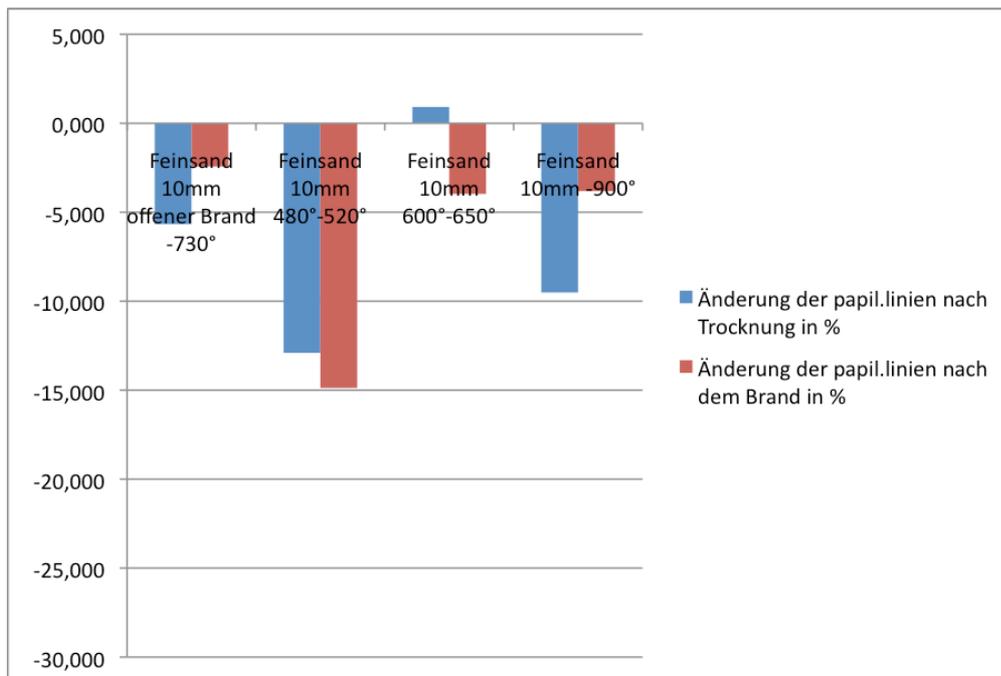
		Änderung der papil.linien nach Trocknung in %	Änderung der papil.linien nach dem Brand in %
1-1	Feinsand 6 mm offener Brand -730°	-18,113	-20,377
1-3	Feinsand 6 mm 480°-520°	-14,419	-14,605
1-2	Feinsand 6 mm 600°-650°	-9,375	-9,821
1-4	Feinsand 6 mm -900°	-3,034	-3,820
2-1	Grobsand 6 mm offener Brand -730°	-6,667	-9,048
2-3	Grobsand 6 mm 480°-520°	7,944	-2,336
2-2	Grobsand 6 mm 600°-650°	-6,190	-13,810
2-4	Grobsand 6 mm -900°	-5,952	-7,540
3-1	Spreu 6 mm offener Brand -730°	-3,947	-9,868
3-3	Spreu 6 mm 480°-520°	1,351	-2,811
3-2	Spreu 6 mm 600°-650°	-0,935	-13,551
3-4	Spreu 6 mm -900°	-21,212	-22,155
4-1	Spreu 10 mm offener Brand -730°	-13,617	-5,106
4-3	Spreu 10 mm 480°-520°	-23,208	-29,010
4-2	Spreu 10 mm 600°-650°	-7,407	-5,350
4-4	Spreu 10 mm -900°	-1,307	-5,053
5-1	Feinsand 10 mm offener Brand -730°	-5,668	-2,429
5-3	Feinsand 10 mm 480°-520°	-12,903	-14,875
5-2	Feinsand 10 mm 600°-650°	0,913	-3,973
5-4	Feinsand 10 mm -900°	-9,511	-3,811
6-1	Grobsand 10 mm offener Brand -730°	-7,480	-2,362
6-3	Grobsand 10 mm 480°-520°	-6,436	-11,238
6-2	Grobsand 10 mm 600°-650°	-4,856	-4,856
6-4	Grobsand 10 mm -900°	-4,231	-5,385

Diagramm 4: Ton mit Feinsandmagerung, Materialstärke 6 mm



Die Proben a, b, c weisen unterschiedliche Schrumpfungsgrade nach der Trocknung auf, obwohl sie alle die gleichen Bedingungen erfahren haben. Die Schrumpfung des Abstandes der Papillarleisten zeigt kaum einen Unterschied zwischen Trocknung und Brand. Hier scheint viel mehr der Anfangszustand des Tons für die Schrumpfung maßgebend zu sein, als die Brandtemperatur.

Diagramm 5: Ton mit Feinsandmagerung, Materialstärke 10 mm



Der größte Schrumpfungswert liegt bei Materialstärke

6 mm: -14,6 %

10 mm: -14,8 %

jeweils bei der niedrigsten Brenntemperatur von 480°C – 520°C.

Der geringste Schrumpfungswert von -3,8 % liegt bei der höchsten Brenntemperatur von 900°C.

Beziehen wir den Brennvorgang in unsere Betrachtung mit ein so erhalten wir ein interessantes Phänomen.

Die Tonproben wurden in den Ofen platziert und die Temperatur wurde kontinuierlich erhöht. Beim Erreichen von 520°C wurden die Tonproben der zweiten Versuchsreihe aus dem Ofen entfernt. Feinsandgemagerte Proben mit einem höheren Schrumpfungswert wurden daher früher aus dem Ofen genommen. Wenn nun Proben mit geringeren Schrumpfungswerten bis zum Brandende und dem Erreichen von 900°C im Ofen verbleiben, bedeutet dies, dass sich der Papillarleistenabstand auf den Tonproben mit Feinsandmagerung später vergrößert hat!

Diagramm 6: Ton mit Grobsand/Steinchenmagerung, Materialstärke 6 mm

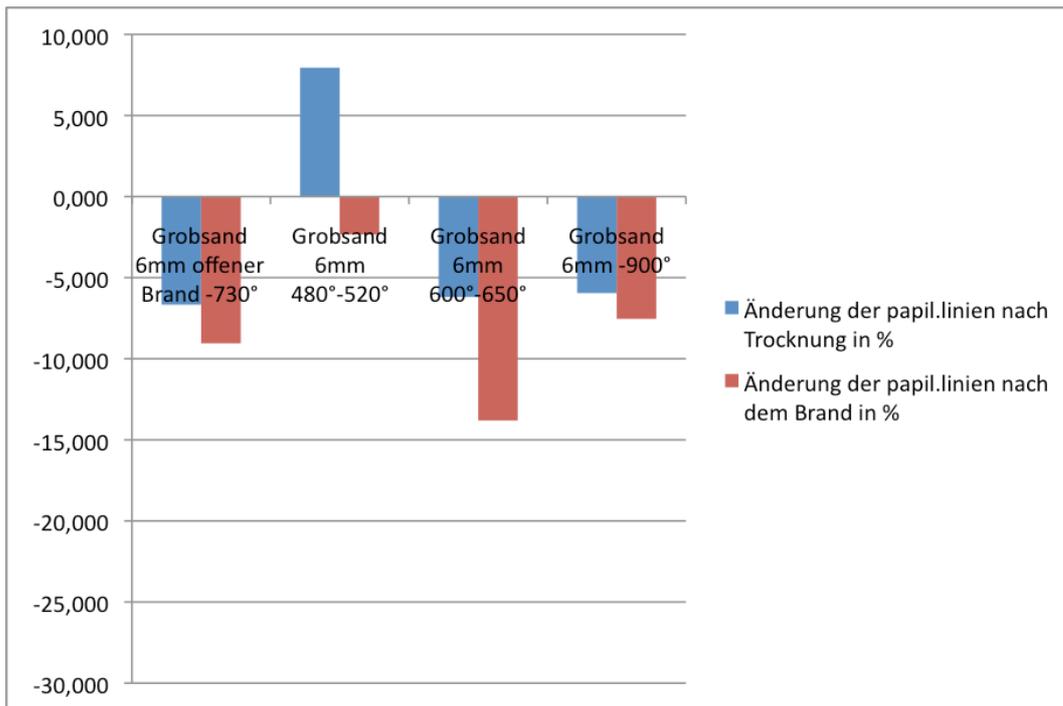
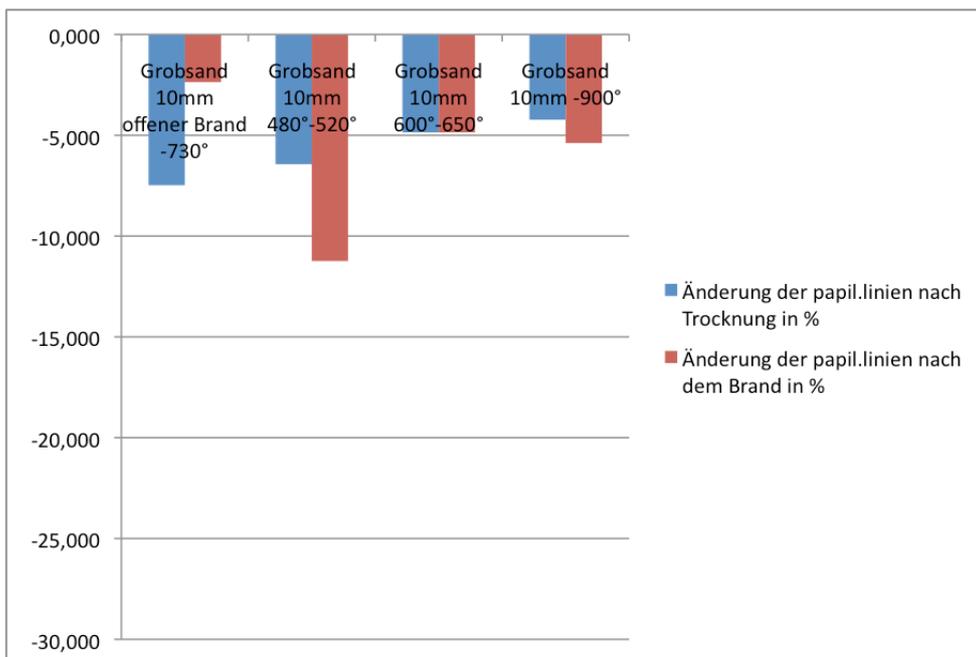


Diagramm 7: Ton mit Grobsand/Steinchenmagerung, Materialstärke 10 mm



Die Schrumpfung der Papillarleisten ist beim mit Grobsand/Steinchen gemagerten Ton im Bereich 900°C sowohl bei 6 mm als auch bei 10 mm Materialstärke stabiler als bei den anderen Brenntemperaturen.

Die Werte variieren bei niedrigen Temperaturen deutlicher.

Diagramm 8: Ton mit Spreumagerung, Materialstärke 6 mm

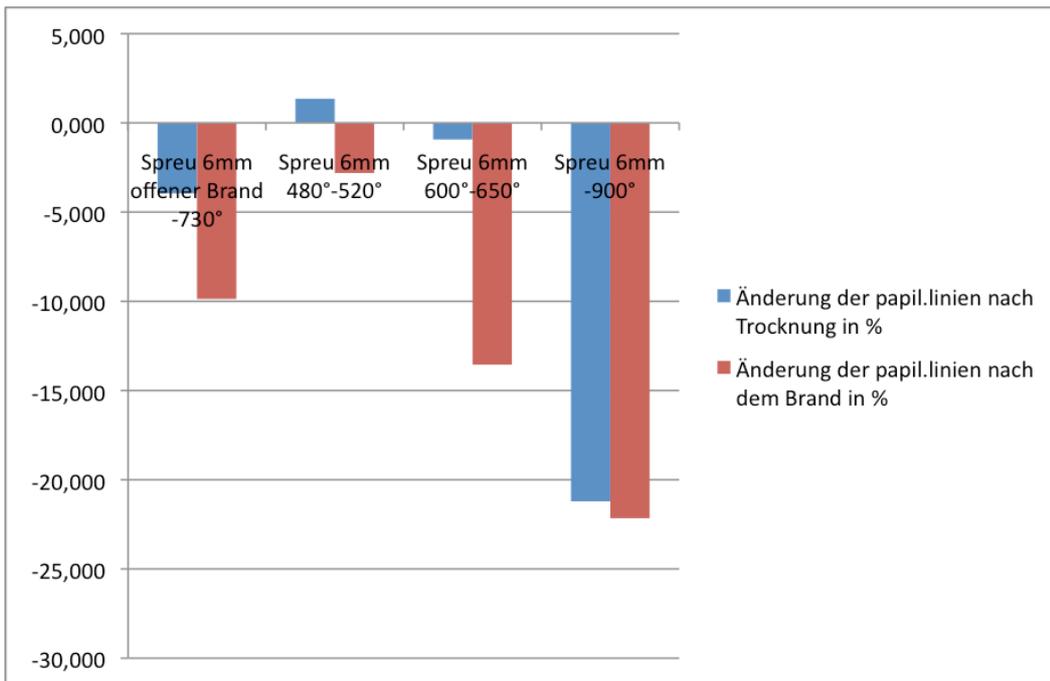
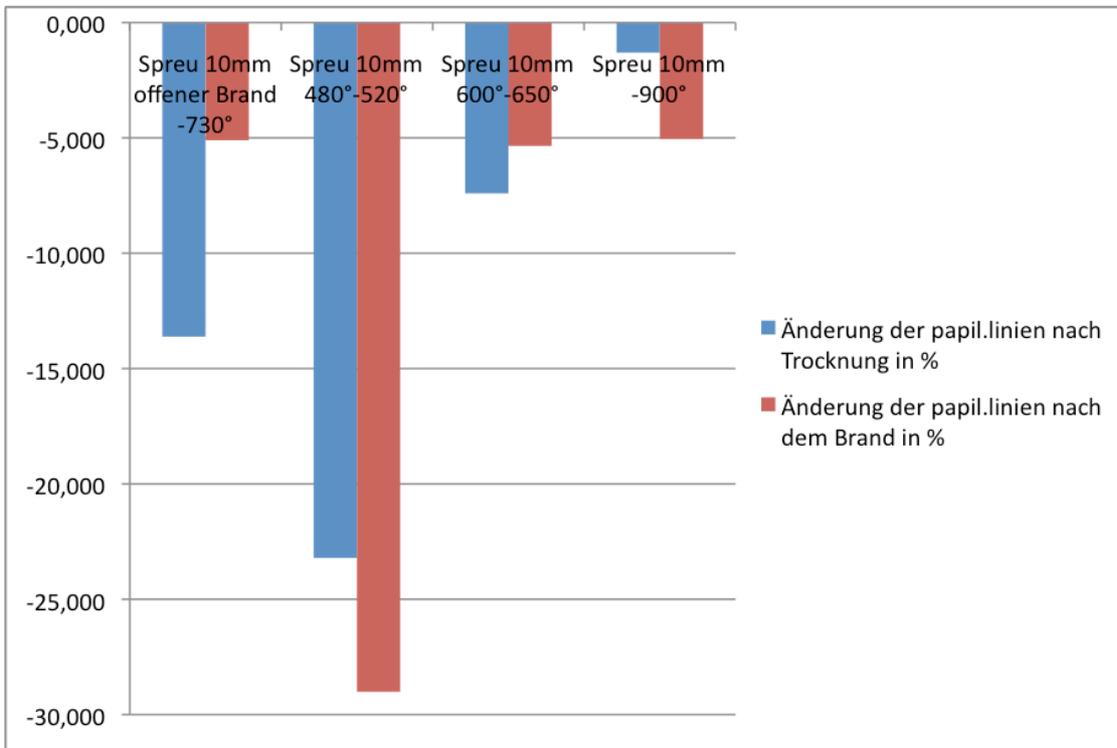


Diagramm 9: Ton mit Spreumagerung, Materialstärke 10 mm



Die größten Divergenzen bei beiden Materialstärken haben sich bei der Magerung mit Spreu ergeben. Die überhaupt größte Schrumpfung von 29,01 % fand bei 10 mm Materialstärke und einer Brenntemperatur von 480-520°C statt. Bei einer Materialstärke von 6 mm betrug die Schrumpfung nur 2,33 %.

### 2.4.2 - Prozentuelle Änderung der Maße der Referenzmarkierung

Die Änderungen der Werte nach dem Brand sind nicht kumulativ. Sie gehen von dem Anfangszustand aus und sind nicht in Bezug auf die Änderungswerte nach der Trocknung zu werten.

Tabelle 8: Prozentuelle Änderung der Maße der Referenzmarkierung

		Änderung der Referenzmarkierung in % nach Trocknung	Änderung der Referenzmarkierung in % nach Brand
1-1	Feinsand 6 mm offener Brand -730°	-2,219	-4,438
1-3	Feinsand 6 mm 480°-520°	-0,706	-0,282
1-2	Feinsand 6 mm 600°-650°	-5,548	-5,687
1-4	Feinsand 6 mm -900°	-1,259	1,399
2-1	Grobsand 6 mm offener Brand -730°	-3,562	-1,918
2-3	Grobsand 6 mm 480°-520°	-5,099	-3,541
2-2	Grobsand 6 mm 600°-650°	-8,493	-2,397
2-4	Grobsand 6 mm -900°	-1,569	1,641
3-1	Spreu 6 mm offener Brand -730°	-3,014	-4,384
3-3	Spreu 6 mm 480°-520°	-7,442	-3,301
3-2	Spreu 6 mm 600°-650°	1,183	-0,148
3-4	Spreu 6 mm -900°	-3,047	-3,047
4-1	Spreu 10 mm offener Brand -730°	-4,270	-5,647
4-3	Spreu 10 mm 480°-520°	-3,714	-3,301
4-2	Spreu 10 mm 600°-650°	-3,497	-2,098
4-4	Spreu 10 mm -900°	-1,801	-2,632
5-1	Feinsand 10 mm offener Brand -730°	-3,039	-3,729
5-3	Feinsand 10 mm 480°-520°	-6,510	-3,920
5-2	Feinsand 10 mm 600°-650°	-3,662	-2,958
5-4	Feinsand 10 mm -900°	-1,547	-2,433
6-1	Grobsand 10 mm offener Brand -730°	-3,463	-1,662
6-3	Grobsand 10 mm 480°-520°	-4,336	-3,497
6-2	Grobsand 10 mm 600°-650°	-6,722	-3,978
6-4	Grobsand 10 mm -900°	-5,445	-4,250



Abbildung 61: Bild 1-4Trl\_ref, Referenzmarkierung nach Trocknung (6 Wochen)



Abbildung 62: Bild 1-4\_br\_ref, Referenzmarkierung nach Brand

Die Darstellung der Referenzgröße dient hier als Vergleich zwischen der Gesamtschrumpfung des Materials (Volumen) und den Papillarleistenveränderungen an der Oberfläche.

Diese Werte mögen zusätzliche Anhaltspunkte für das Verhalten des Tons während der Trocknung und dem Brand liefern.

Diagramm 10: Ton mit Feinsandmagerung, Materialstärke 6 mm - Referenzmarkierung

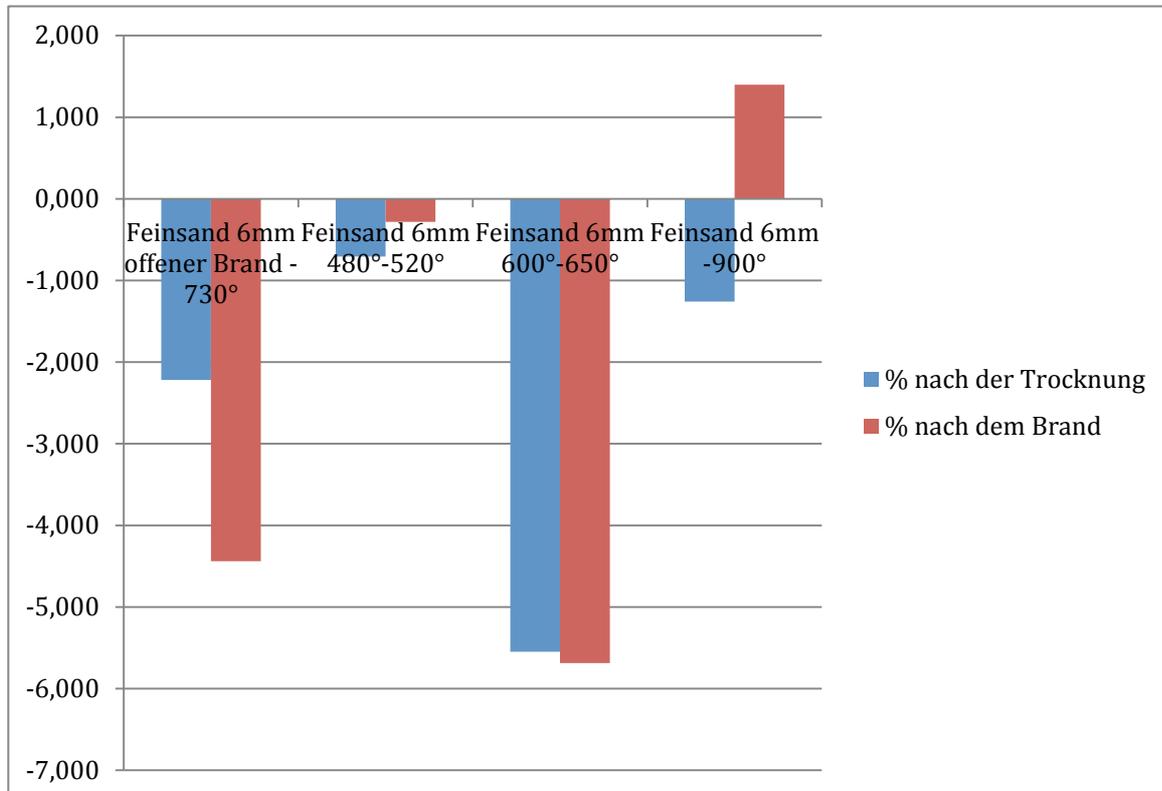
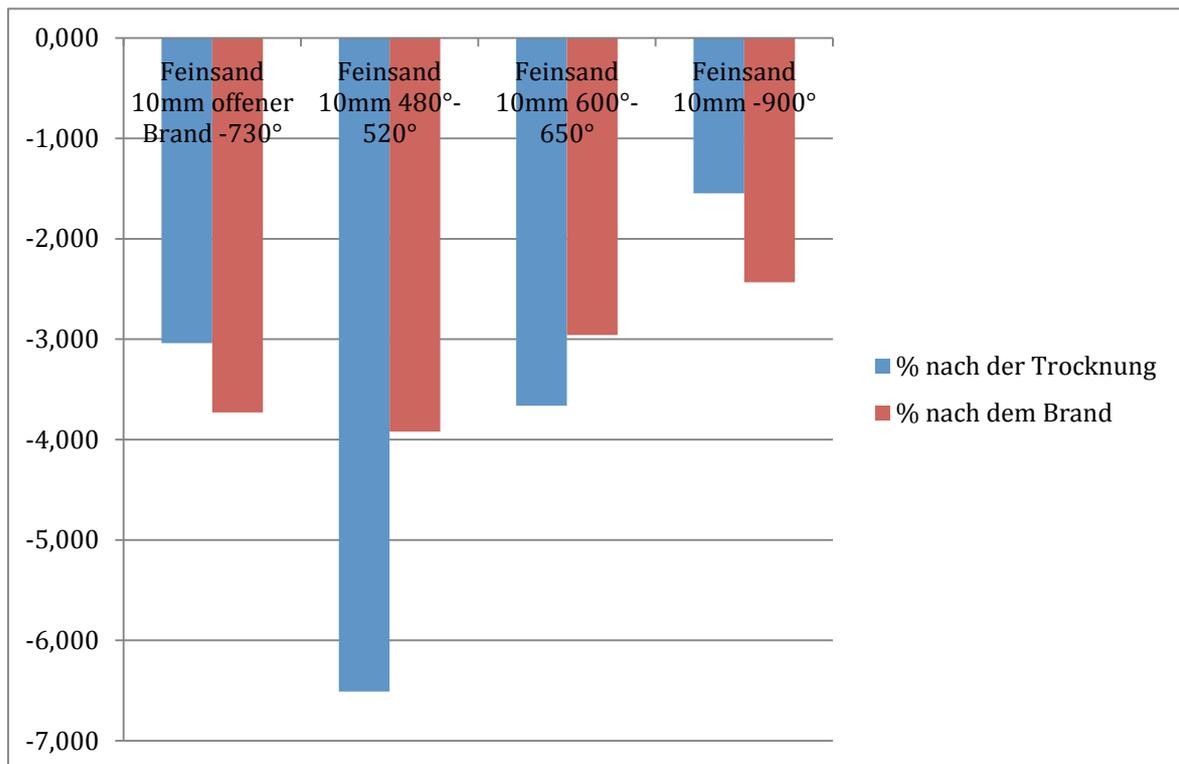


Diagramm 11: Ton mit Feinsandmagerung, Materialstärke 10 mm - Referenzmarkierung



Das Schrumpfungsverhalten der Referenzmarkierung scheint bei 10 mm Materialstärke mit Werten zwischen 2,4 % und 3,9 % wesentlich homogener als jenes bei 6 mm Materialstärke. Generell übersteigen die Werte, sowohl bei 6 mm als auch bei 10 mm Wandstärke, nicht die 6 % Marke.

Die Vergrößerung des Wertes bei 900°C, die bei der Materialstärke von 6 mm beobachtet wurde (siehe Diagramm 9), hätte leicht als Meßfehler interpretiert werden können, wenn nicht dasselbe Verhalten auch bei der Markierung mit Grobsand/Steinchen (siehe folgender Abschnitt Diagramm 11) ebenfalls bei der 6 mm Materialstärke und im Bereich von 900°C beobachtet worden wäre.

Auch wenn ein doppelter Messfehler nicht auszuschließen ist, so ist das parallele Verhalten der beiden Zustände einer späteren genaueren Beobachtung wert.

Diagramm 12: Ton mit Grobsand/Steinchenmagerung, Materialstärke 6 mm - Referenzmarkierung

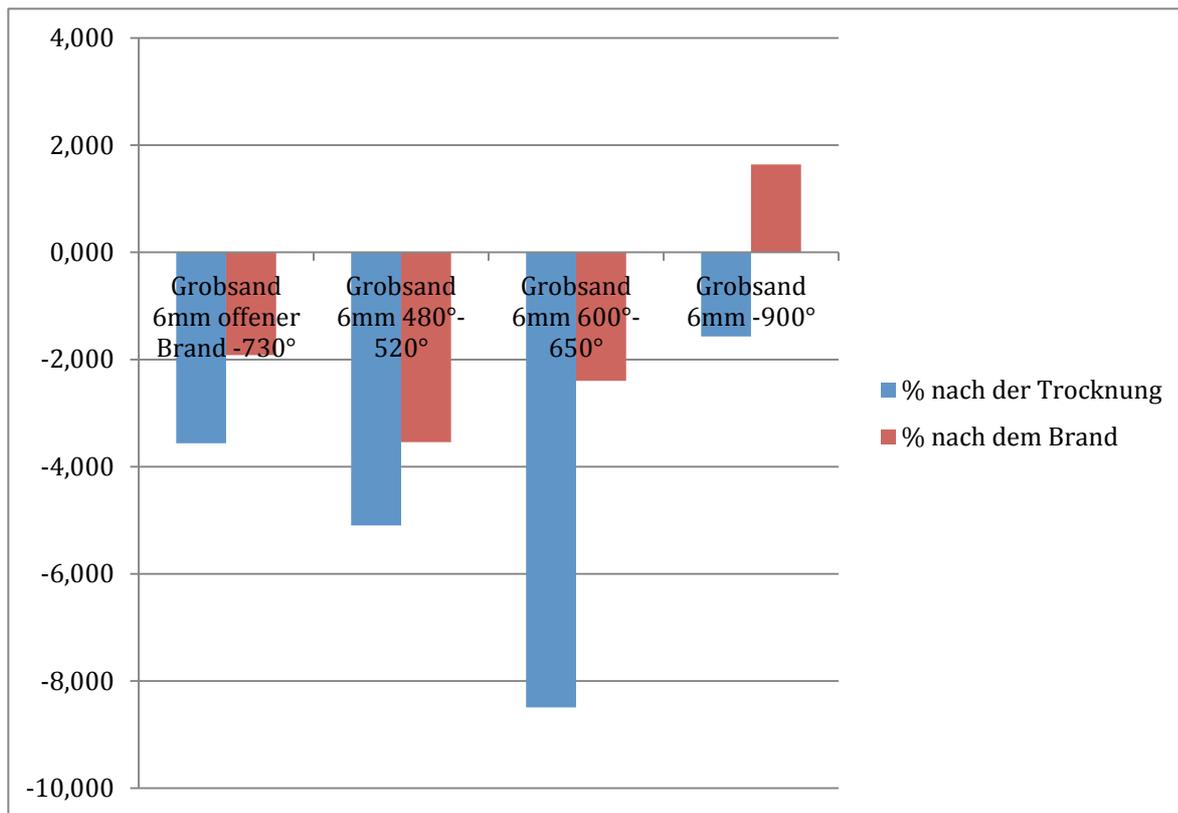


Diagramm 13: Ton mit Grobsand/Steinchenmagerung, Materialstärke 10 mm - Referenzmarkierung

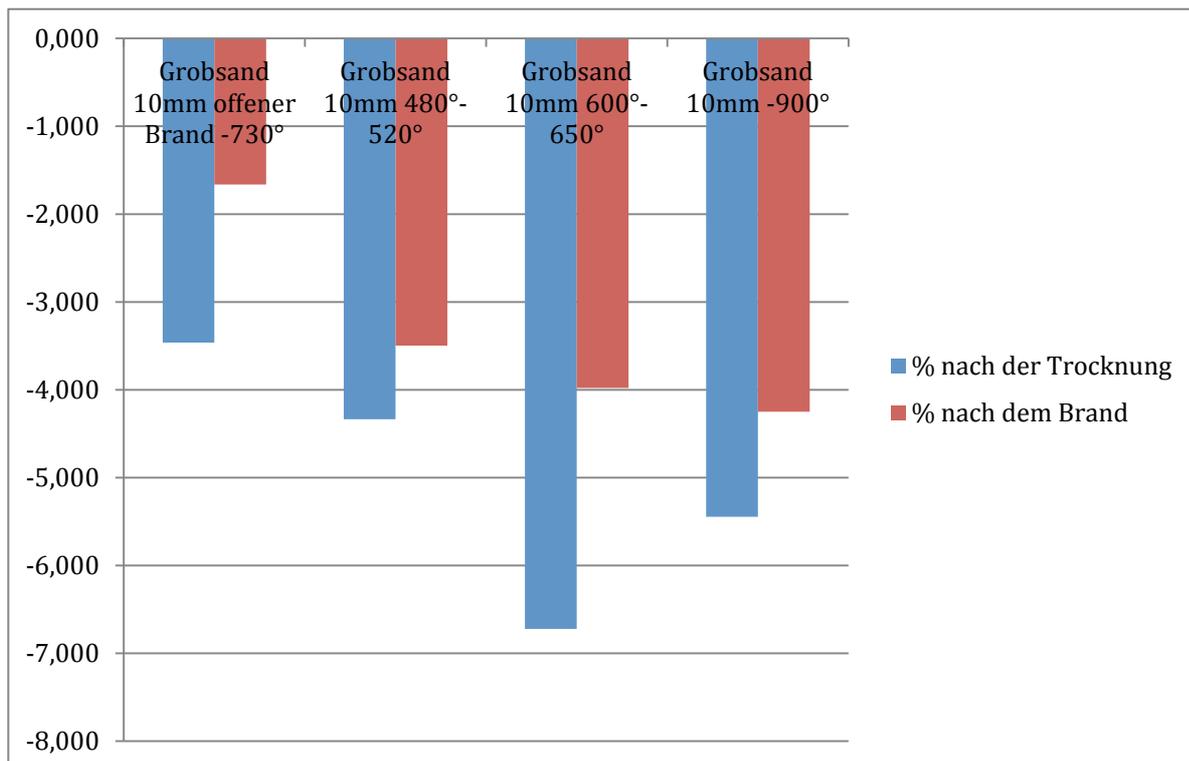


Diagramm 14: Ton mit Spreumagerung, Materialstärke 6mm - Referenzmarkierung

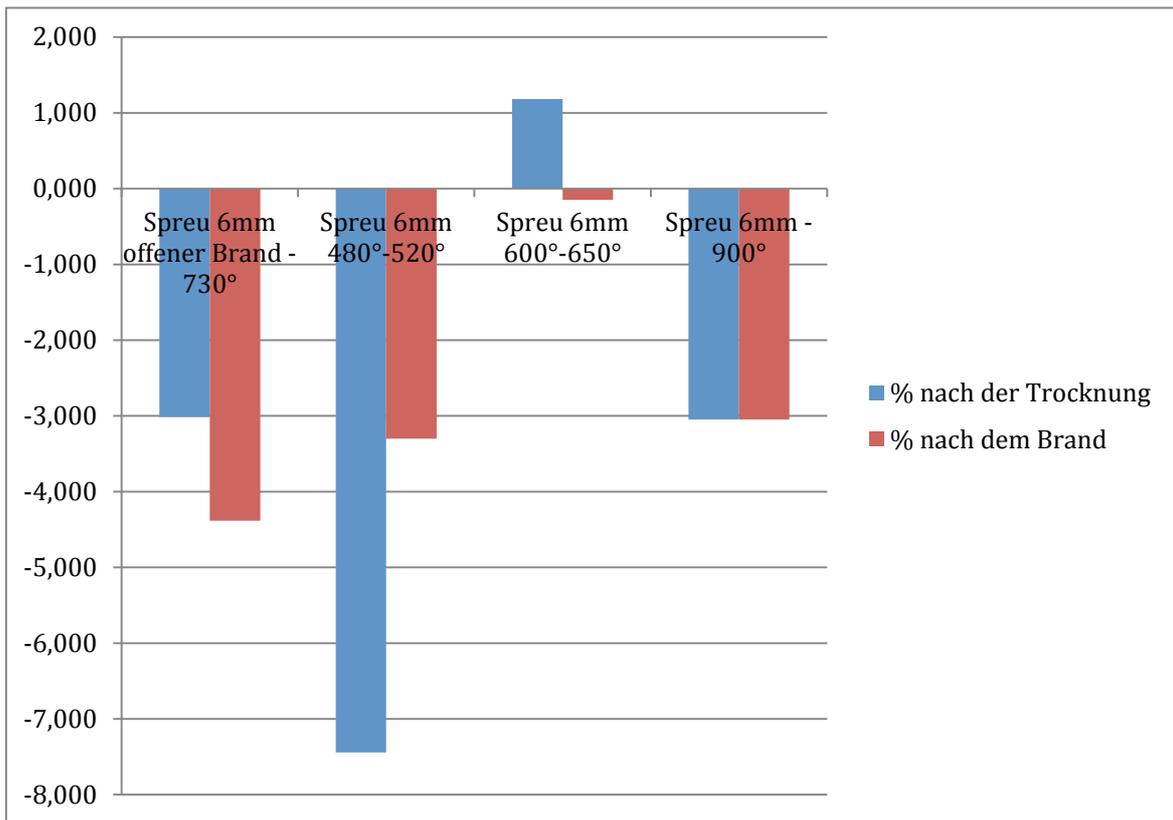
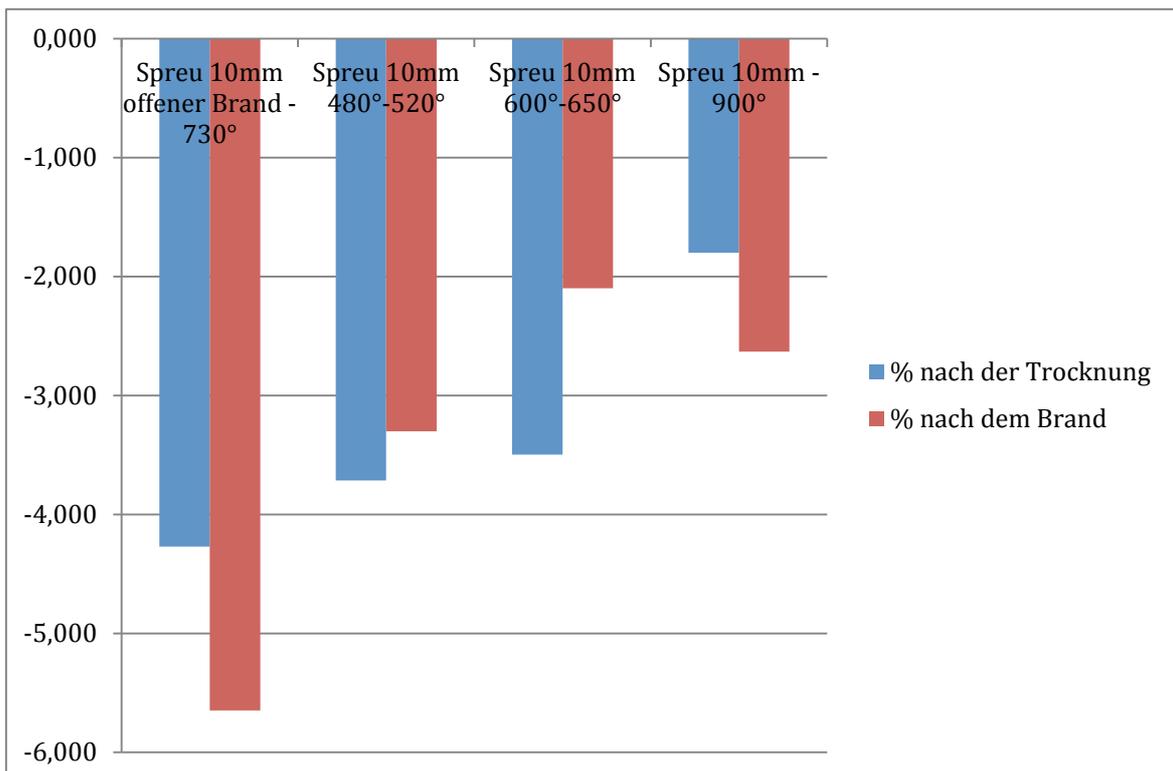


Diagramm 15: Ton mit Spreumagerung, Materialstärke 10 mm - Referenzmarkierung



### 2.4.3 - Prozentuelle Reduzierung des Gewichts

Die Gewichtsänderung ist bei dieser Untersuchung die genaueste Messgröße. Sie unterliegt am wenigsten den Messfehlern.

Der Hauptanteil des Gewichtsverlustes ist dem Verdampfungsprozess des Wassers zuzuordnen.

Wir können nun bei der Gesamtbetrachtung des Gewichtsverlustes in Folge der Trocknung und des Brandes der Tonproben, die Werte aus dem „offenen Brand“ mit berücksichtigen. Die Oberflächenverformungen der Tontafeln haben keinen Einfluss auf die Gewichtsveränderung. Nur die Trocknungsdauer von fünf Tagen soll bei den Überlegungen berücksichtigt werden.

Tabelle 9: Prozentuelle Reduzierung des Gewichts der Tontafeln

		Änderung des Gewichts nach Trocknung in %	Änderung des Gewichts nach dem Brand in %
1-1	Feinsand 6 mm offener Brand -730°	-17,778	-22,222
1-3	Feinsand 6 mm 480°-520°	-15,385	-17,949
1-2	Feinsand 6 mm 600°-650°	-11,628	-18,605
1-4	Feinsand 6 mm -900°	-17,500	-20,000
2-1	Grobsand 6 mm offener Brand -730°	-14,583	-25,000
2-3	Grobsand 6 mm 480°-520°	-16,000	-18,000
2-2	Grobsand 6 mm 600°-650°	-16,279	-18,605
2-4	Grobsand 6 mm -900°	-15,385	-21,154
3-1	Spreu 6 mm offener Brand -730°	-23,404	-31,915
3-3	Spreu 6 mm 480°-520°	-18,182	-22,727
3-2	Spreu 6 mm 600°-650°	-18,750	-25,000
3-4	Spreu 6 mm -900°	-18,750	-25,000
4-1	Spreu 10 mm offener Brand -730°	-20,000	-28,000
4-3	Spreu 10 mm 480°-520°	-19,481	-23,377
4-2	Spreu 10 mm 600°-650°	-21,429	-26,190
4-4	Spreu 10 mm -900°	-20,482	-27,711
5-1	Feinsand 10 mm offener Brand -730°	-14,545	-23,636
5-3	Feinsand 10 mm 480°-520°	-18,462	-21,538
5-2	Feinsand 10 mm 600°-650°	-16,667	-20,000
5-4	Feinsand 10 mm -900°	-15,789	-22,807
6-1	Grobsand 10 mm offener Brand -730°	-18,182	-24,242
6-3	Grobsand 10 mm 480°-520°	-18,750	-20,313
6-2	Grobsand 10 mm 600°-650°	-15,625	-21,875
6-4	Grobsand 10 mm -900°	-19,118	-25,000

Diagramm 16: Gewichtsreduzierung der Proben, Feinsand 6 mm Stärke

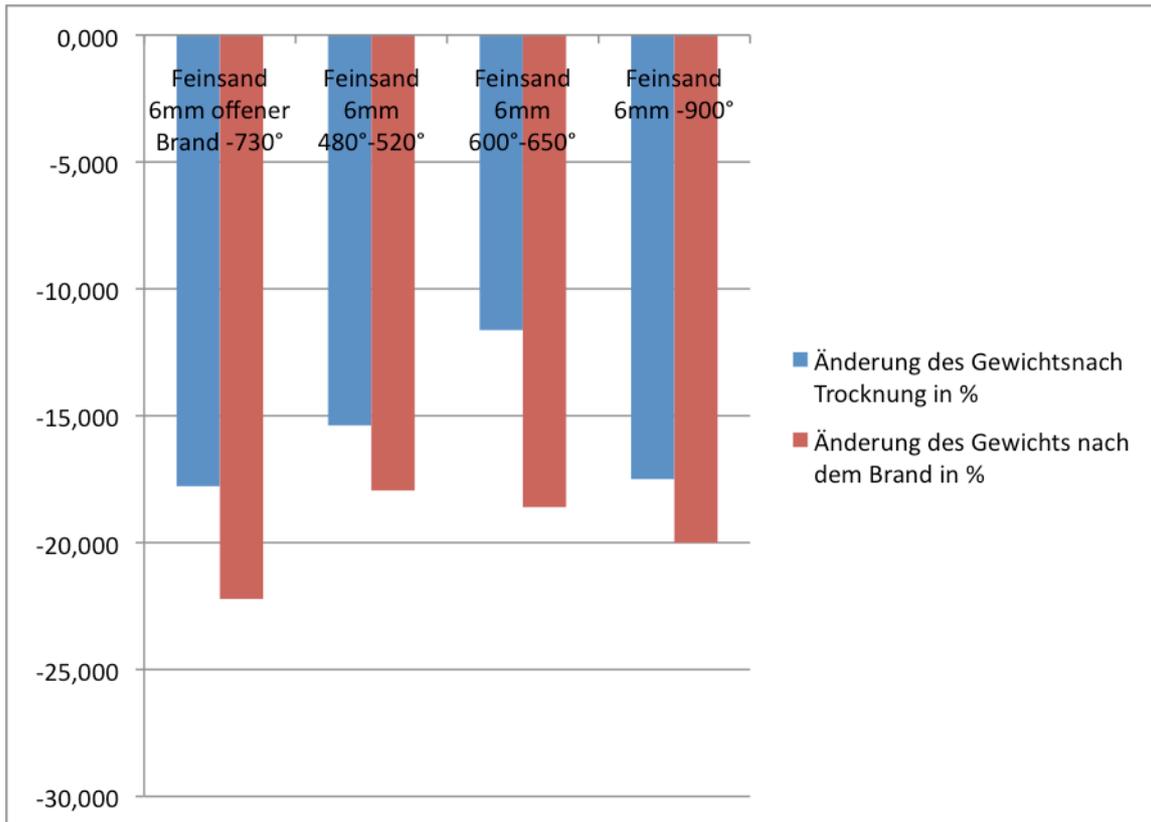


Diagramm 17: Gewichtsreduzierung der Proben, Feinsand 10 mm Stärke

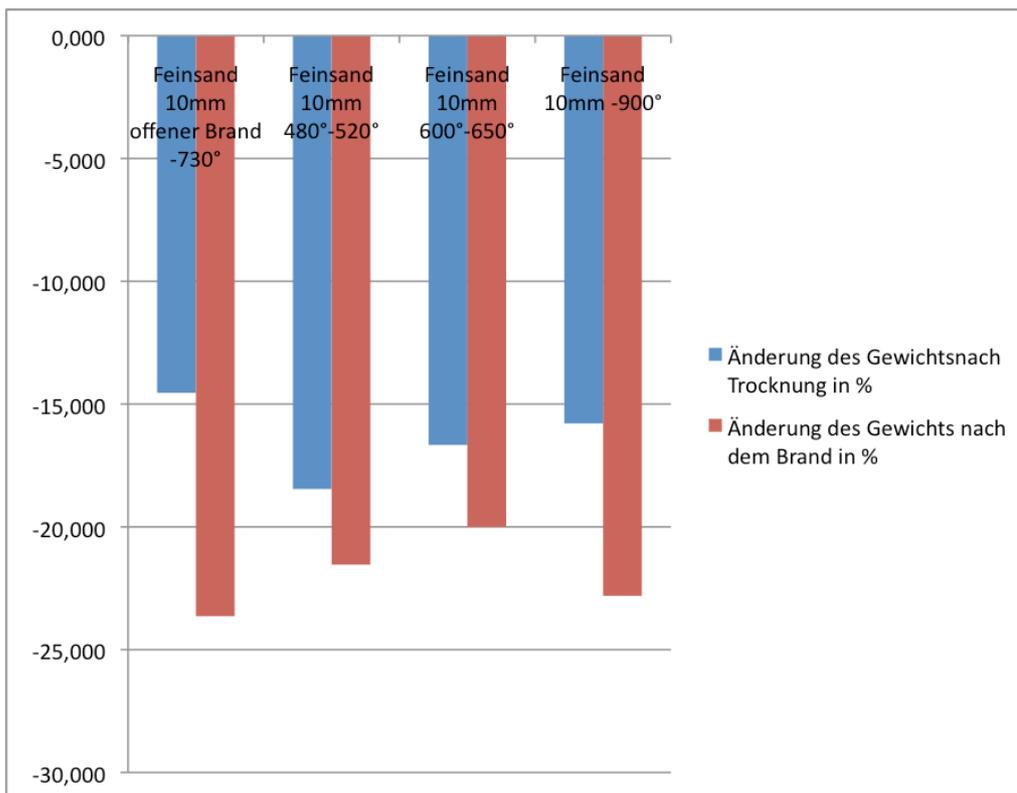


Diagramm 18: Gewichtsreduzierung der Proben, Grobsand/Steinchen 6 mm Stärke

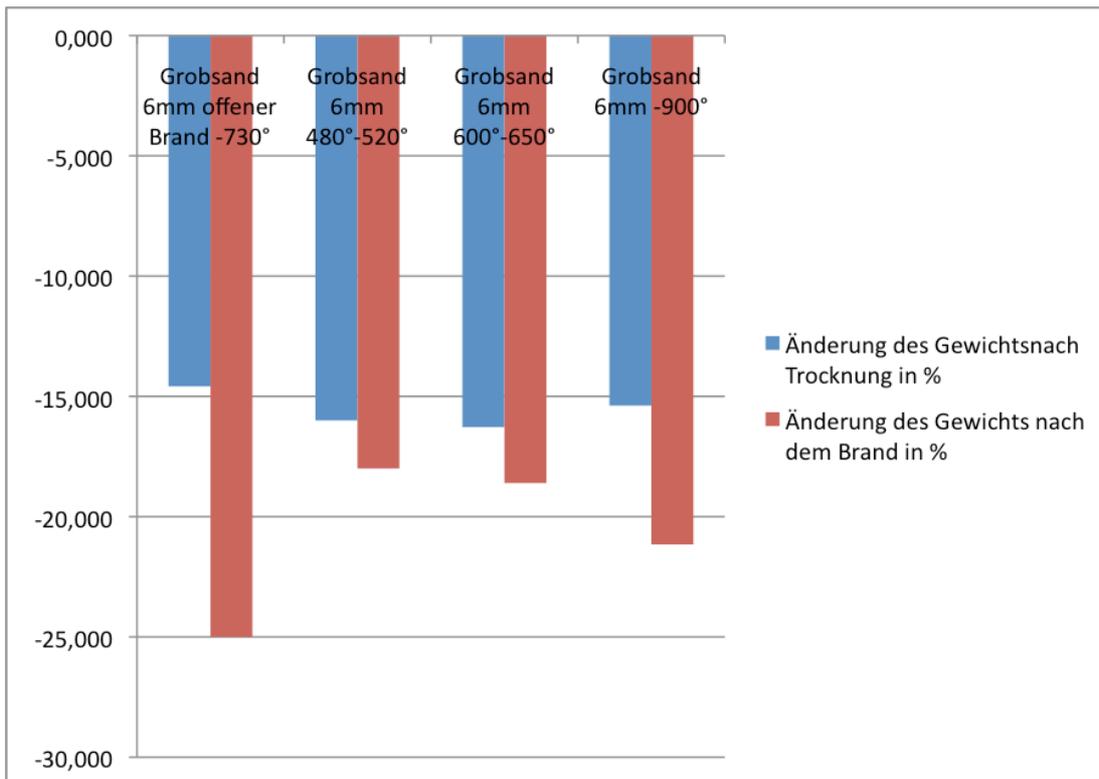


Diagramm 19: Gewichtsreduzierung der Proben, Grobsand/Steinchen 10 mm Stärke

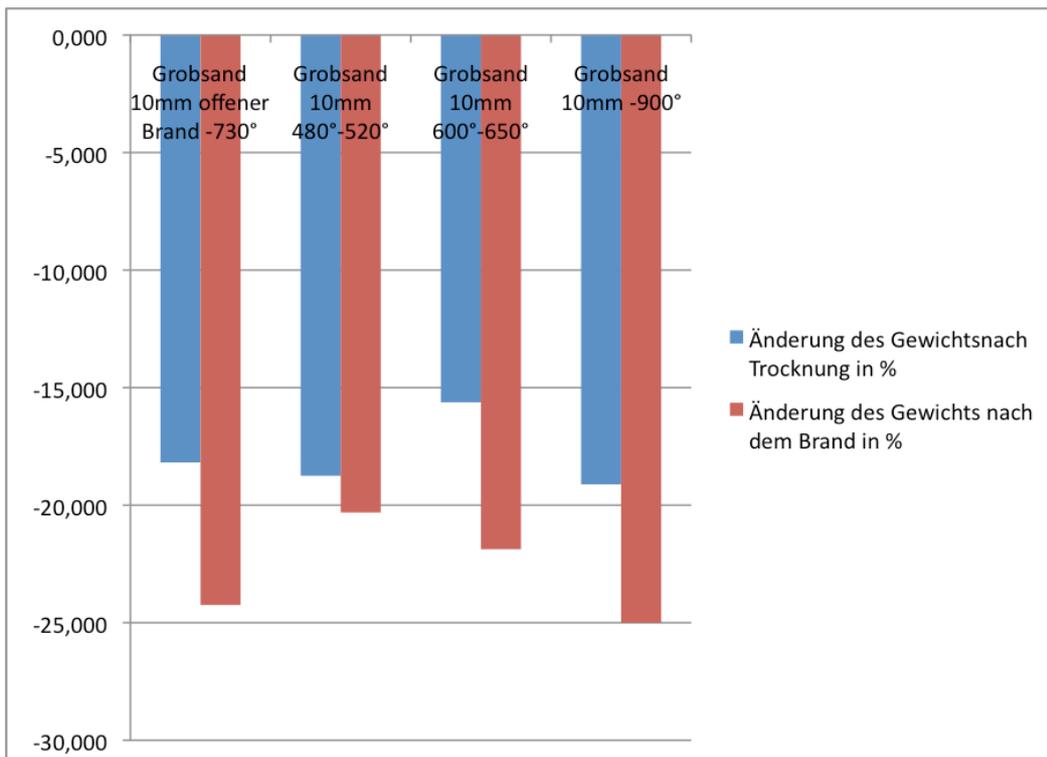


Diagramm 20: Gewichtsreduzierung der Proben, Spreumagerung 6 mm Stärke

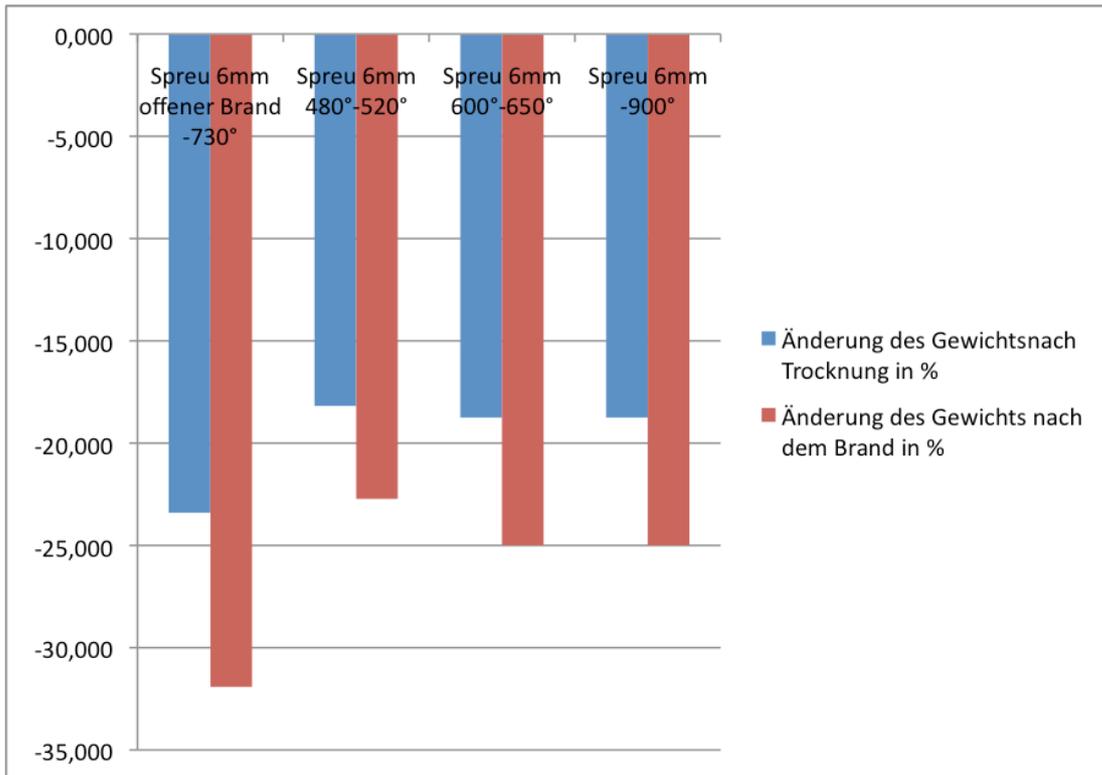
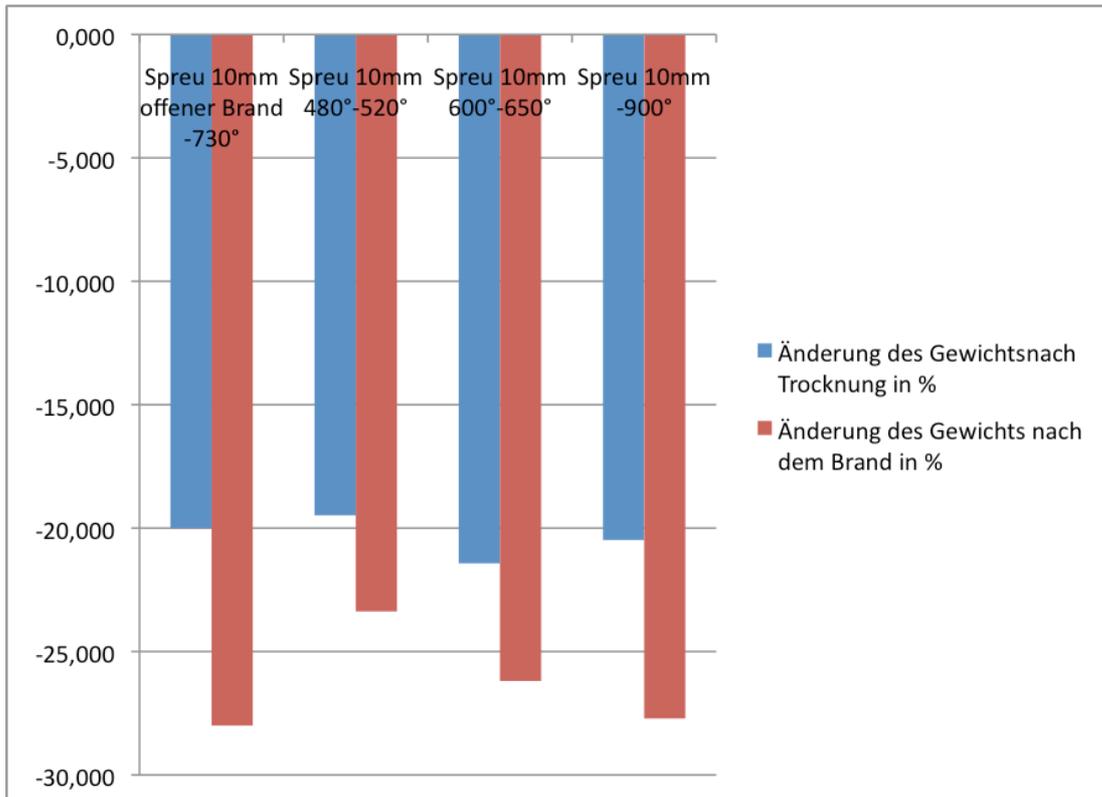


Diagramm 21: Gewichtsreduzierung der Proben, Spreumagerung 10 mm Stärke

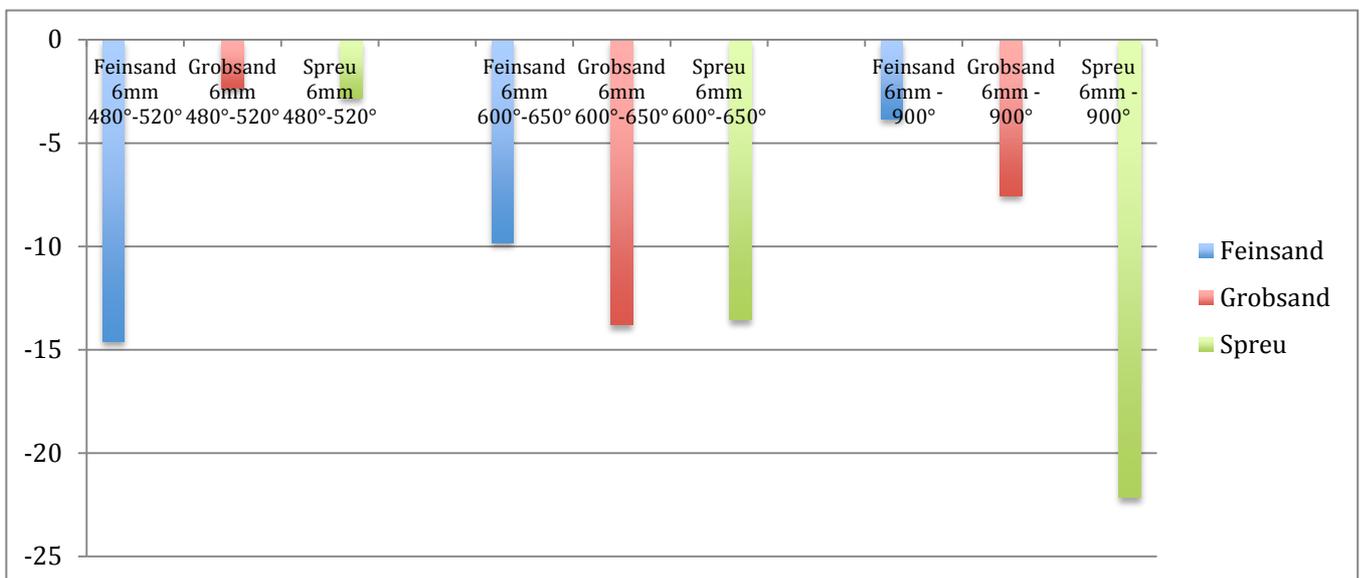


Die Ergebnisse der Gewichtsmessung ergeben meist ein homogenes Bild bei allen Proben. Die prozentuelle Gewichtsreduzierung steigt fast gleichmäßig mit der Temperaturerhöhung. Die unterschiedlichen Gewichtsabnahmen nach der Trocknung scheinen keinen Einfluss auf den finalen Gewichtsverlust zu haben, denn ungeachtet der Werte nach der Trocknung (blaue Balken), ist eine gleichmäßig wirkende Steigung der Werte nach dem Brand (roten Balken) festzustellen.

#### 2.4.4 - Vergleich der Änderungen der Papillarabstände nach Temperaturbereich

In den vorangegangenen Abschnitten wurden einzelne Werte verschiedener Materialien dargestellt, in diesem Abschnitt wird eine Sortierung der Werte nach der Brenntemperatur vorgenommen.

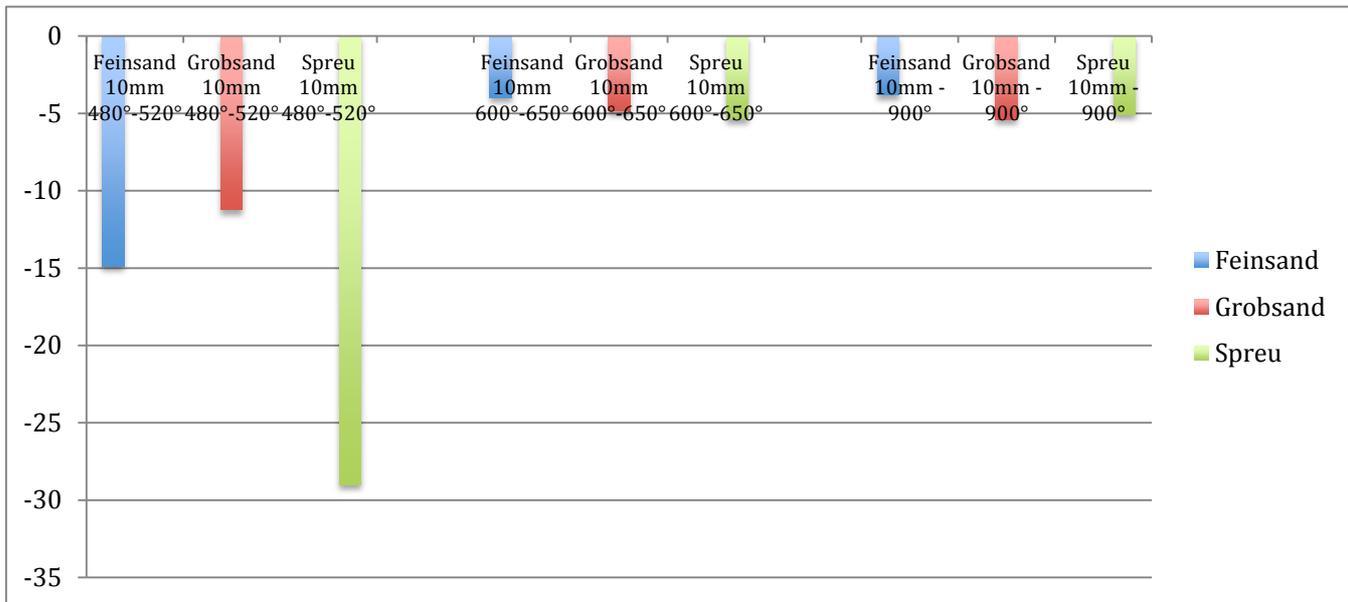
Diagramm 22: Änderung der Papillarleistenabstände geordnet nach Temperatur. Materialstärke 6 mm



Hier liegen die Werte aller Magerungsarten nur bei Temperaturen zwischen 600°C – 650°C relativ nahe beieinander zwischen ca. -10 % - 14 %.

Der größte Schrumpfungswert ergibt sich bei Spreumagerung im 900°C Bereich.

Diagramm 23: Änderung der Papillarleistenabstände geordnet nach Temperatur. Materialstärke 10 mm



Aus den beiden Graphiken wird ersichtlich, dass die Schrumpfungswerte bei 10 mm Wandstärke und Brandtemperaturen von 600°C bis 900°C durchgehend für alle Magerungstypen einander nahe Werte aufweisen.

Sie sind, anders als Werte der Proben mit 6 mm Wandstärke und Schrumpfungswerte bei niedrigen Temperaturen, stabil und liegen um -5 %. Daher eignen sie sich besonders gut für den praktischen Einsatz.

#### 2.4.5 - Vergleich der Änderungen der Papillarabstände nach Magerung und Materialstärke

Diagramm 24: Schrumpfung der Papillarleistenabstände geordnet nach Magerungsart - Feinsand

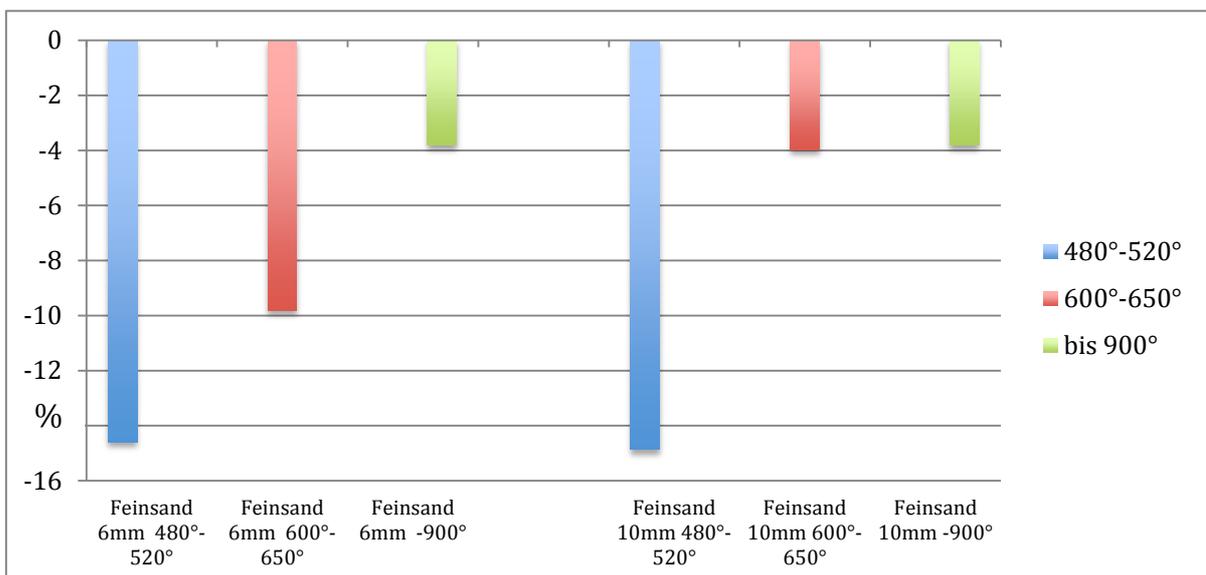


Diagramm 25: Schrumpfung der Papillarleistenabstände geordnet nach Magerungsart - Grobsand

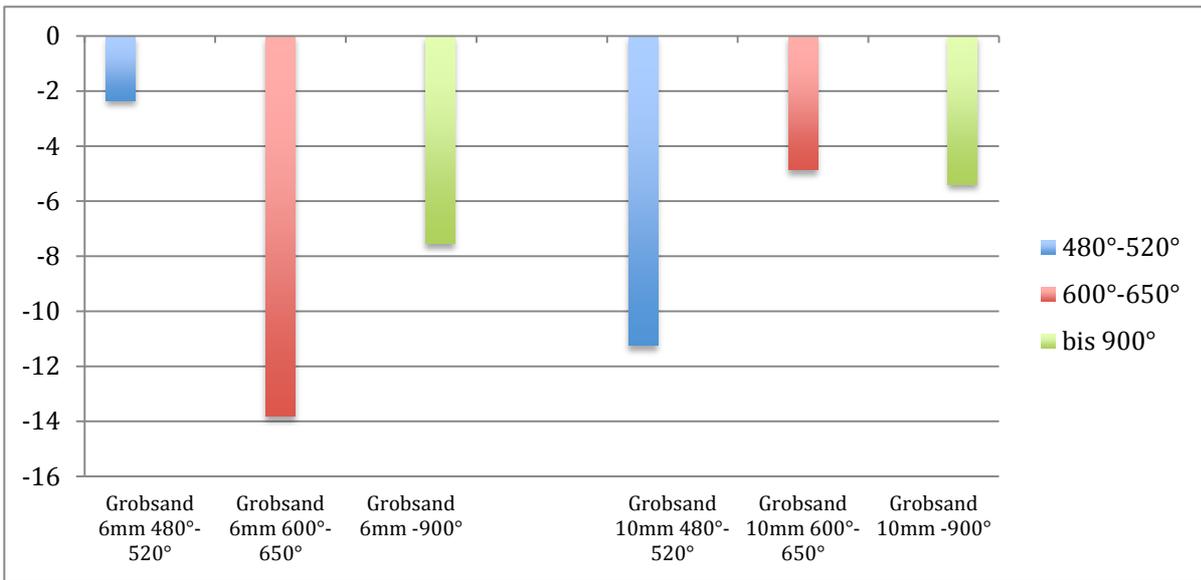
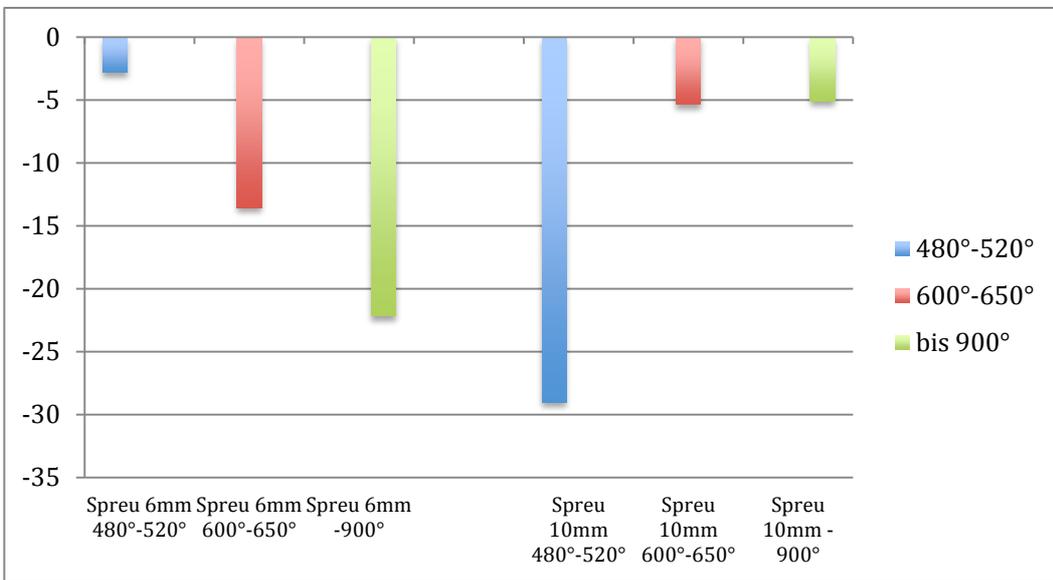


Diagramm 26: Schrumpfung der Papillarleistenabstände geordnet nach Magerungsart - Spreu

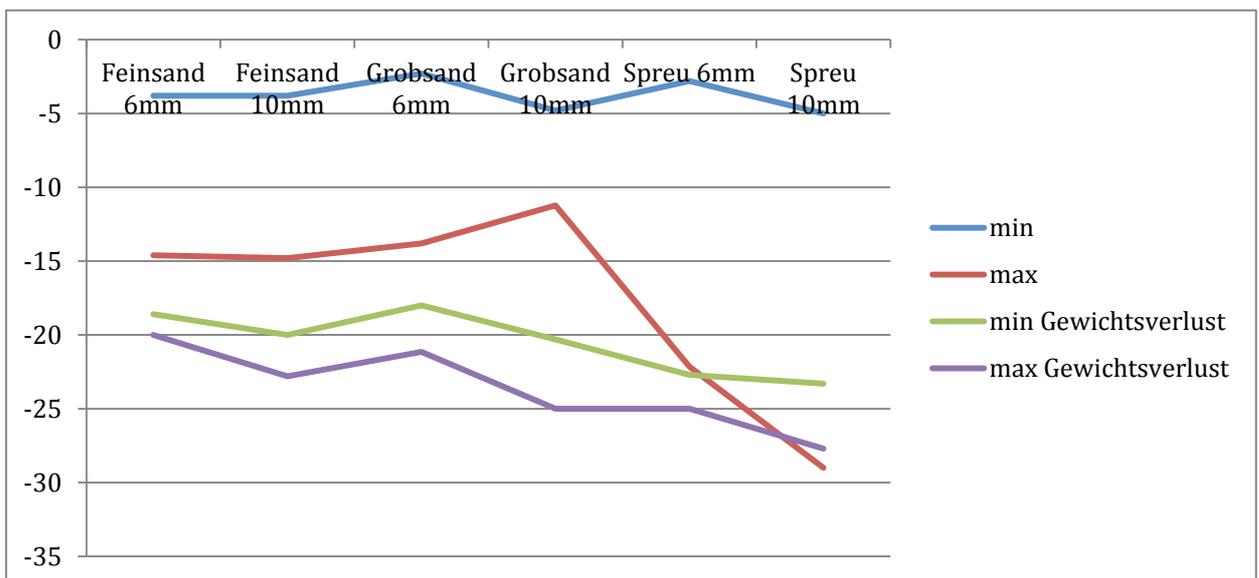


### 2.4.6 - Maximale und minimale Veränderungen der Schrumpfungswerte der Papillarleisten in Relation zum Gewichtsverlust der Tontafeln.

Tabelle 10: Maximal- und Minimalwerte der Schrumpfung von Papillarleisten und dazugehöriger Gewichtsverlust

	Schrumpfung min in %	Schrumpfung max in %	Gewichtsverlust min in %	Gewichtsverlust max in %	Brenntemperatur bei Schrumpf. Min in °C	Brenntemperatur bei Schrumpf. Max in °C
Feinsand 6 mm	-3,8	-14,6	-18,6	-20	900	520
Feinsand 10 mm	-3,8	-14,8	-20	-22,8	900	520
Grobsand 6 mm	-2,3	-13,8	-18	-21,15	520	650
Grobsand 10 mm	-4,8	-11,23	-20,3	-25	650	520
Spreu 6 mm	-2,8	-22,15	-22,7	-25	520	900
Spreu 10 mm	-5	-29	-23,3	-27,7	900	520

Diagramm 27: Absolute Schrumpfungswerte der Papillarleistenabstände in Relation zur Gewichtsreduktion



## 2.5 - Gesamtauswertung der Daten

Sowohl aus den Werten der Tabelle 10, als auch aus dem Diagramm 26 wird ersichtlich, dass sich die Schrumpfung des Tones mit Feinsand- und Grobsandmagerung innerhalb einer gewissen Bandbreite befindet. Diese Werte verhalten sich ebenfalls in einer relativen Korrelation zu der Gewichtsabnahme. Die Schrumpfungswerte des mit dem Spreu gemagerten Tones weichen im Maximalbereich von den anderen ab, obwohl die Gewichtsreduktion durchaus der Tendenz der anderen Tonmagerungen folgt.

Eine mögliche Erklärung dafür kann im geringen Gewicht und dem größeren Volumen der Spreu liegen. Durch das Verbrennen der Spreu könnte sich das Material mehr verdichtet haben. Diesem Erklärungsversuch steht allerdings der Umstand entgegen, dass die größte Schrumpfung bei einer Materialstärke von 6 mm bei 520°C liegt, bei 10 mm Materialstärke aber bei 900°C. An dieser Stelle sind weitere Untersuchungen zur Erklärung dieses Phänomens notwendig.

Bei Materialstärken von 10 mm entstehen die kleinsten Schrumpfungswerte jeweils bei höheren Temperaturen, während umgekehrt die größten Schrumpfungswerte bei niedrigeren Temperaturen zustande kommen!

Feinsand verhält sich konstant bei beiden Varianten. Auch die Schrumpfungswerte sind beinahe identisch.

Bei 6 mm Materialstärke sind die kleinsten Schrumpfungswerte bei niedrigster Temperatur und die größten Werte bei höheren Temperaturen festzustellen. (mit der Ausnahme von mit Feinsand gemagerten Proben)

Trotz der großen Varianz der erhobenen Werte wird in diesem Kapitel der Versuch unternommen, brauchbare Aussagen für die archäologische Arbeit zu ermitteln.

Dies geschieht zum einen durch die Erstellung einer Tabelle mit Angabe von Maximal- und Minimalwerten über alle Zustände, um die Bandbreite der Werteänderungen abzustecken, zum anderen durch eine Matrix mit konzentrierten Parametern, die zum Vergleich mit den Parametern von Tonfunden herangezogen werden kann.

### 2.5.1 - Maximal- und Minimalwerteveränderung des Papillarleistenabstands, der Referenzmarkierung und Gewichtsreduzierung, über alle Temperaturen

Tabelle 11: Maximalwerteveränderung der drei Messfelder: Papillarleisten, Referenzmarkierung und Gewicht. (Werte ohne jene aus dem offenen Brand)

Maximalwerte der Änderungen			
<b>Ton mit Magerung und Stärke</b>	<b>Papil.linien in %</b>	<b>Referenz in %</b>	<b>Gewicht in %</b>
Feinsand 6 mm	-3,8 bis -14,6	+1,4 bis -5,6	-18,6 bis -22,2
Feinsand 10 mm	-3,8 bis -14,8	-2,4 bis -3,9	-20 bis -23,6
Grobsand 6 mm	-2,3 bis -13,8	+1,6 bis -3,5	-18 bis -25
Grobsand 10 mm	-4,8 bis -11,23	-3,4 bis -4,2	-20,3 bis -25
Spreu 6 mm	-2,8 bis -22,15	+0,15 bis -3,3	-22,7 bis -31,9
Spreu 10 mm	-5 bis -29	-2,0 bis -3,3	-23,3 bis -28

Tabelle 12: Matrix der Tonschrumpfung nach benachbarten Werten

<b>Tonschrumpfungswerte geordnet nach benachbarten Werten</b>																			
Tonschrumpfung in %	Grobsand 6 mm 480°-520°	Spreu 6 mm 480°-520°	Feinsand 6 mm -900°	Feinsand 10 mm 600°-650°	Feinsand 10 mm -900°	Grobsand 10 mm 600°-650°	Spreu 10 mm 600°-650°	Spreu 10 mm -900°	Grobsand 10 mm -900°	Grobsand 6 mm -900°	Feinsand 6 mm 600°-650°	Grobsand 10 mm 480°-520°	Grobsand 6 mm 600°-650°	Spreu 6 mm 600°-650°	Feinsand 6 mm 480°-520°	Feinsand 10 mm 480°-520°	Spreu 6 mm -900°	Spreu 10 mm 480°-520°	
2% - 3%	x	x																	
3% - 4%			x	x	x														
4% - 5%						x													
5% - 6%							x	x	x										
6% - 7%																			
7% - 8%										x									
8% - 9%																			
9% - 10%											x								
10%-11%																			
11% - 12%												x							
12% - 13%																			
13% - 14%												x	x						
14% - 15%															x	x			
15% - 16%																			
16%-18%																			
18% - 19%																			
19% - 20%																			
20% - 21%																			
21% - 22%																			
22% - 23%																	x		
23% - 24%																			
24% - 25%																			
25% - 26%																			
26% - 27%																			
27% - 28%																			
28% - 29%																			
29% - 30%																			x

Die Matrix veranschaulicht welche Magerungsarten und Brenntemperaturen ähnliche Schrumpfungswerte ergeben. Die Kreise markieren die, sich am nächsten befindlichen, Werte und sind als Versuch einer Gruppierung zu verstehen.

### 3. - Zusammenfassung

In dem vergangenen Kapitel wurden an Hand von Beispielen einerseits die bereits bestehenden Möglichkeiten der Fingerprintmethode veranschaulicht, andererseits das bestehende Potenzial dieser Methode für die archäologische Arbeit aufgezeigt.

Zusammenfassend sind folgende Aussagen möglich:

- Zuordnung von Objekten zu Menschen
- Alter und Geschlecht der Töpfer
- Einige Krankheiten
- Soziale Strukturen der Produzierenden
- Verwendete Techniken
- Zuordnung von verschobenen Objekten zu den richtigen stratigraphischen Schichten
- Identifikation von Personen
- Unterstützung bei Korrespondenzanalysen
- Es wäre möglich, durch Veränderung der Papillarmuster festzustellen, ob zum Beispiel eine Stadt von Fremden oder durch eine Naturgewalt zerstört wurde. Im ersten Fall würden sich die Papillarleisten über die Zeit ändern in im zweiten Fall nicht!

Nicht alle der o.a. Möglichkeiten lassen sich aus heutiger Sicht zur Gänze realisieren, sie sollen vielmehr das Potential dieser Methode verdeutlichen.

Die wichtigsten Einschränkungen beim Einsatz der Fingerprintmethode sind:

- Die oft sehr kleinen Abdruckfragmente erschweren eine Untersuchung oder machen sie unmöglich. Der Rückgriff auf die existierenden Datenbanken ist nur bedingt möglich.
- Es ist fraglich, ob die heutigen daktyloskopischen Daten auch in der Prähistorie Gültigkeit haben, d.h. ob Menschen der Prähistorie dieselben Fingerprintmuster hatten wie die heutigen Menschen.
- Die auf Keramik erhaltenen Fingerabdrücke sind meist nur fragmentarisch, oft verwischt oder überlagert von anderen Fingerspuren.
- Es fehlen weltweite anthropometrische Vergleichsuntersuchungen
- Fingerabdrücke sind bei glatten Oberflächen vermutlich nicht mehr erhalten (wurde noch nicht ausprobiert)

- Für die Sichtbarmachung und Aufnahme von Latentprints werden Spezialisten benötigt
- Es gibt keine kommerziell angebotene Ausbildung für dieses Berufsbild, es zählt praktisch nur die Erfahrung!

Teil 2 dieser Arbeit beschäftigt sich mit der elementaren Frage nach der Schrumpfung der Papillarleistenabstände. Die Rekonstruktion der Schrumpfungsprozesse bildet die Grundlage der Auswertung und ist daher von zentraler Bedeutung.

Die zum Schluß zusammen gestellte Matrix, dient als Hilfsmittel zur Orientierung und Einschätzung der Schrumpfung von Abständen der Papillarleisten in Latentprints auf dem Ton.

Weiters wurde in diesem Kapitel ein neuer Ansatz zur Ermittlung von dem wichtigen Parameter der Leistendichte vorgeschlagen, deren Realisierung für die Zukunft geplant ist.

Fast alle Autoren, die sich mit den Fingerabdrücken im archäologischen Kontext beschäftigen, ordnen einen wesentlichen Anteil an Fingerabdrücken, Kindern zu. Angesicht der Ergebnisse der Untersuchungen über Lehmschrumpfung ist es naheliegend die Funde neu zu bewerten und zwar so, dass möglichst experimentell, Repliken der Figuren und Objekte dem Brennvorgang unterzogen werden. Dabei soll die Materialkomposition dem Original möglichst ähnlich sein.

Es ist von großer Wichtigkeit für die Archäologie, eigene daktyloskopische Parameter zu definieren. Seit dem Ende des 19. Jh. haben sich viele um die Klassifizierung der Papillarmuster bemüht. Fast allen ging es dabei um die Identifikation der Personen im Hintergrund der Kriminalistik. Die heutigen Entwicklungen im Bereich der Biometrie folgen dieser Tendenz. Die Bemühungen, rechnergestützte automatisierte Algorithmen und Software zur Diversifikation und Archivierung von Fingerprints zu schaffen, konzentrieren sich in der Regel auf geometrische Muster -und Anomalienerkennung.

Für einen Fingerprintsensor, der die Zutrittsfreigabe für eine Tür veranlassen muss, sind Themen der Archäologie und Anthropologie nicht relevant. Das Gleiche gilt für den Datenzugang zu einem mit Fingerprintsensor ausgestatteten Computer. Die Archäologie kann aus industriellen Forschungen im Bereich der Sensortechnik und Erkennungssoftware nur im Hinblick auf Datenaufnahme und Archivierung profitieren.

In der Archäologie jedoch sind Aussagen über den anthropometrischen, genetischen sowie geographischen Hintergrund im historischen Zusammenhang von zentraler Bedeutung. Die archäologischen und anthropologischen Untersuchungen bilden gewissermaßen die Grundlagenforschung für Daktyloskopie. Für Kriminalisten würden Aussagen über Geschlecht, Größe und Ethnie den Kreis der Verdächtigen einengen.

### 3.1 - Ausblick

Es ist heute schwierig die Einsatzmöglichkeiten der Fingerprintmethode in ihrer Gesamtheit für die Archäologie abzuschätzen. Neue Entdeckungen und neue Technologien können neue Perspektiven eröffnen.

Momentan haben wir jedoch weder Richtlinien, noch gemeinsame Methoden der Untersuchung und Aufnahme, noch Konventionen für die Fingerprintmethode in der Archäologie.

Zielgerichtete anthropometrische Untersuchungen können Grundlagen für statistische Auswertungen liefern.

Weltweite Datenbanken mit archäologischen Fingerabdrücken können zum besseren Vergleich beitragen und zum besseren Verständnis der Zusammenhänge auf globaler Ebene führen.

Die Zusammenarbeit mit Kriminologen kann ein Multiplikator für die Weiterentwicklung dieser Methode sein.

In Bezug auf die Lehmschrumpfung ist es durchaus denkbar, statt eine experimentelle Annäherung an die Schrumpfungswerte, eine Simulationssoftware zu entwickeln.

Wenn genug Datenmaterial zur Verfügung steht, ist eine solche Software schon heute realisierbar.

Archäologen müssen für das Thema Fingerabdruckmethode sensibilisiert werden damit sie die Papillarabdrücke bei den Grabungen als solche erkennen.

Die Fingerprintmethode erfüllt alle Voraussetzungen, um zu einem Standardelement der archäologischen Grabung und Auswertung zu werden.

## 4 - Abbildungsnachweis

Abbildung 1: Henry Faulds Quelle: <a href="http://www.galton.org/fingerprints/faulds.htm">http://www.galton.org/fingerprints/faulds.htm</a>	9
Abbildung 2: William Herschel <a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b7/William_James_Herschel.jpg">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b7/William_James_Herschel.jpg</a>	11
Abbildung 3: Von Herschel abgenommene Hand -und Fingerabdrücke. Quelle: <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/William_James_Herschel">http://de.wikipedia.org/wiki/William_James_Herschel</a>	11
Abbildung 4: Francis Galton.	12
Abbildung 5: Juan Vucetich <a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/20/Juan_Vucetich_100.jpg">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/20/Juan_Vucetich_100.jpg</a>	13
Abbildung 6: Poren=Leere Kreise Minutiaen= Volle Kreise. Quelle: Maltoni – Majo 2005, 86	15
Abbildung 7: Bilder der Papillarmuster Bogen, Schleife und Wirbel, Miller 1973, 435	16
Abbildung 8: Synthetisch generierte Papillarmuster. Quelle: Maltoni - Majo 2005	16
Abbildung 9: Unterteilung von Papillarmustern in 9 Hauptgruppen inkl. Sub-gruppen nach Åström. Quelle: Åström - Ericsson 1980, 11	17
Abbildung 10:Unterschied zwischen Ulnar -und Radialtyp. Quelle: Åström - Ericsson 1980, 12	18
Abbildung 11: Sieben häufigste Minutien	20
Abbildung 12: Das Verhältnis der mittleren Papillarleistenbreite und das Alter aus der Untersuchungsreihe K.A. Kamp. Quelle: Kamp u.a. 1999, 312	24
Abbildung 13: Ridge – Count – Methode. Li. Zählung der Papillarleisten bei Schleifen, re. Zählung der Papillarleisten bei Wirbel und gemischten Mustern. Quelle: Åström - Eriksson 1980, 16	25
Abbildung 14: Statistische Parameter der Untersuchung der Liniendichte zwischen Männern und Frauen in Indien. Quelle: Nayak u.a. 2009	25
Abbildung 15: Papillarleisten in einer Fläche von 25mm <sup>2</sup> werden diagonal gezählt. Quelle: Nayak u.a. 2009	25
Abbildung 16: Verteilung der mittleren epidermalen Leistendichte bei Frauen und Männern in Indien. Quelle: Nayak 2009, Fig 1	26
Abbildung 17: Vierfingerfurch. Quelle: <a href="http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/bio/gym/fb3/4_klasse9_10/10_lz_erb/down/">http://lehrerfortbildung-bw.de faecher/bio/gym/fb3/4_klasse9_10/10_lz_erb/down/</a>	27
Abbildung 18: Vierfingerfurch. Quelle: <a href="http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/bio/gym/fb3/4_klasse9_10/10_lz_erb/down/">http://lehrerfortbildung-bw.de faecher/bio/gym/fb3/4_klasse9_10/10_lz_erb/down/</a>	30
Abbildung 19: Neandertaler Birkenpech Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt, Foto: Juraj Lipták	31
Abbildung 20: Papillarabdruck in Birkenpech, Quelle: WDR 2006	31
Abbildung 21: Venus von Dolni Věstonice I, Vorderseite und die Rückseite mit der Lage des Fingerprints. Quelle: Králík – Novotný – Oliva 2002, 109	33
Abbildung 22: Textilabdruck an der Oberfläche eines Objekts aus Krems – Hundsteig.	36
Abbildung 23: Tierplastik aus KW, Parallele Linien, markiert durch Pfeile, ersichtlich an der Oberfläche. Quelle Králík – Einwögerer 2010, 262	36
Abbildung 24: Schablonierte Handabdrücke an der Wand von Gua Tewet in Kalimantan, Borneo – Indonesien.	38
Abbildung 25:Schwarze Handabdruckmatrizen dargestellt in Verbindung mit gefleckten Pferden in Pech – Merle, Frankreich. Quelle: Lorblanchet 1997, 181	38
Abbildung 26: Handpositiv aus Altamira, Santillana del Mar, Kantabrien. Quelle Lorblanchet 1997, 94	39
Abbildung 27: Handnegativ, Ausschnitt aus dem Bild der schwarzen Pferde aus Pech-Merle. Quelle: Lorblanchet 1997, 181	39
Abbildung 28: Das von Wang u.a. entwickelte System prognostiziert das Geschlecht aufgrund der Zeichnungen in der Höhle. Quelle Wang u.a. 2010, 1329	39
Abbildung 29: Fußabdruck aus der Höhle Pech-Merle. Quelle: <a href="http://www.quercy.net/pechmerle/images/IMG0065_600.jpg">http://www.quercy.net/pechmerle/images/IMG0065_600.jpg</a>	40
Abbildung 30: Tierplastiken aus dem Mondsee in Aufsicht. Quelle: Pucher – Ruttkay 2006, 236	41
Abbildung 31: Fingerabdrücke auf dem Rücken einer Plastik. Quelle: Pucher – Ruttkay 2006, 237	42
Abbildung 32: Papillarleisten der Mumien. Quelle: Åström – Eriksson 1980, 7	44
Abbildung 33: Fingerabdruck des Töpfers auf Ton von Tell en-Nezbah. Quelle Badè 1934, Innencover	45
Abbildung 34: Daumenabdruck auf einem chinesischen Tonsiegel maximal 3 Jh. v.Chr. Quelle: Cummins – Midlo 1961, 6	46
Abbildung 35: Papillarleisten der Handfläche und Linear B Schrift auf einer Tontafel aus Pylos: Quelle: Åström - Eriksson 1980, fig. 12a	47
Abbildung 36: Papillarspuren der rechten Hand einer identifizierten Person auf vor –und Rückseite der Linear B Tontafel 5. Quelle: Sjöquist – Åström 1991, Fig. 31A-B	47
Abbildung 37: Quelle: Sjöquist - Åström 1991, Fig. 5	48
Abbildung 38: Quelle: Sjöquist - Åström 1991, 7	48

Abbildung 39: Quelle: Sjöquist - Åström 1991, Fig. 6	48
Abbildung 40: Quelle Bild 22 : Sjöquist - Åström 1991, Fig.22	49
Abbildung 41: Männerbestattung mit Pektorale aus Franzhausen Nekropole II. Quelle: BDA-J.-W. Neugebauer	51
Abbildung 42: Detailansicht des unteren Teils des Pektorales.	51
Abbildung 43: Quelle: Sjöquist - Åström 1985, Fig. 35	52
Abbildung 44: Quelle: Sjöquist - Åström 1985, Fig. 37	52
Abbildung 45: Quelle: Åström- Eriksson 1980, Fig. 58 - 59	52
Abbildung 46: Quelle: Åström- Eriksson 1980, Fig. 73	53
Abbildung 47: Quelle: Åström- Eriksson 1980, Fig. 105	53
Abbildung 48: Tonapplikation aus Sasanidenzeit, Quelle: Cristies catalogue <a href="http://www.christies.com/LotFinder/lot_details.aspx?intObjectID=5478190">http://www.christies.com/LotFinder/lot_details.aspx?intObjectID=5478190</a>	53
Abbildung 49: Einritzungen auf Stein ähneln Papillarmustern. Quelle: <a href="http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Gavrinis_Gang.jpg&amp;filetimestamp=20101108050919">http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Gavrinis_Gang.jpg&amp;filetimestamp=20101108050919</a>	54
Abbildung 50: Stein aus Newgrange Quelle: Barnes u.a. 2011, 1/8	54
Abbildung 51: Steele aus Goat Island, aus 2000 v.Chr. Nachzeichnungen von Fingerprints sind deutlich erkennbar. Quelle: Lee – Gaensslen 2001, 10 zitiert von Megalithis Builders of Western Europe, Glyn Daniel, 1963.	54
Abbildung 52: Herstellungsprozess der Rohlinge.	58
Abbildung 53: Lage der Referenzmarkierung.	58
Abbildung 54: 5-2 Trl_da_31.07.2011 Daumenabdruck nach Trocknung	59
Abbildung 55: 6-4Trl_Z Tonplatte 6-4 Spuren des Zeigefingers nach sechs Wochen Trocknung	60
Abbildung 56	61
Abbildung 57: 6-4BR_Z Tonplatte 6-4 Spuren des Zeigefingers nach dem Brand	61
Abbildung 58: Bild 1-BR_Z, Papillarleisten des Zeigefingers nach dem Brand im offenen Feuer	63
Abbildung 59: Geschlossener Ofen mit zwei Schürkanälen u.r.	66
Abbildung 60: Tontafel nach dem Brand. Unterschiedliche Brenntemperaturen sind aus den unterschiedlichen Farbschattierungen ersichtlich. Von links nach rechts:	67
Abbildung 61: Bild 1-4Trl_ref, Referenzmarkierung nach Trocknung (6Wochen)	75
Abbildung 62: Bild 1-4_br_ref, Referenzmarkierung nach Brand	75

Ich habe mich bemüht, sämtliche Inhaber der Bildrechte und Literaturrechte 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.

Abbildungen ohne Quellenangabe stammen vom Autor.

## 5 - Literatur

### Amerkamp 2008

U. Amerkamp, Spezielle Spurensicherungsmethoden, Verfahren zur Sichtbarmachung von daktyloskopischen Spuren, Frankfurt 2008.

### Åström - Eriksson 1980

P. Åström – S. Eriksson, Studies in Mediterranean Archaeology Vol.XXVIII, Fingerprints and Archaeology, Göteborg 1980.

### Åström 2007

P. Åström, The study of ancient Fingerprints, Journal of Ancient Fingerprints 1, 2007.

### Badawi

A. Badawi – M. Mahfouz – R. Tadross – R. Jantz, Fingerprint-Based Gender Classification, Biomedical Engineering Department, University of Tennessee Knoxville, Anthropology Department, University of Tennessee Knoxville, o.O. und o.J.

### Badè 1934,

W.F. Badè, A Manual of Excavation in the Near East, Berkeley 1934.

### Barnes u.a. 2011

J.G. Barnes – A.V. Maceo – K. Wertheim – B.T. Cutro – L.A. Hutchins – K.R. Moses – B. Yamashita & M. Frenc – J.R. Vanderkolk – J. Perez-Avila – M.L. Gray – A.A. Moenssens & S.B. Meagher – G. Langenburg – T.A. Busey & I.E. Dror, The Fingerprint Sourcebook, U.S. Department of Justice National Institute of Justice, Washington 2011.

### Beavan 2001

C. Beavan, Fingerprints: The Origins of Crime Detection and the Murder Case that launched Forensic Science, New York 2001.

### Bell

A. Bell, Loop ridge count differences between genders, Nebraska Wesleyan University, o.O. o.J.

**Cole 2001**

S.A. Cole, *Suspect Identities: A History of Fingerprinting and Criminal Identification*, Harvard University Press 2001.

**Cummins 1941**

H.Cummins, *Ancient Fingerprints in Clay*, *The Scientific Monthly*, 52:389 – 402, o.O 1941.

**Einwögerer 2000**

T. Einwögerer, *Die jungpaläolithische Station auf dem Wachtberg in Krems, NÖ. Eine Rekonstruktion und wissenschaftliche Darlegung der Grabung von J. Bayer aus dem Jahre 1930*, *Mitteilungen der Prähistorischen Kommission* 34, Wien 2000.

**Faulds 1911**

H. Faulds, *Finger Prints, A chapter in the History of Their Use for Personal Identification*, *Scientific American Supplement* No. 1872, 1911.

**Faulds 1880**

H. Faulds, *On the Skin-furrows of the Hand*, *Nature* 22, 1880.

**Faulds 1894**

H. Faulds, *On the Identification of Habitual Criminals by Fingerprints*, *Nature*, October 4 1894.

**Farelo 2009**

A. Farelo, *Interpol, A History of Fingerprints*, Interpol 2009.

**Galton 1892**

F. Galton, *Finger prints (Auflage 2003)*, London 1892.

**Gnanasivam 2011**

P. Gnanasivam – S.Muttan, *Gender Identification Using Fingerprint through Frequency Domain Analysis in European Journal of Scientific research* ISSN 1450-216X Vol. 59 No. 2, EuroJournals Publishing, Inc. 2011. <http://www.eurojournals.com/ejsr.htm>

Herschel 1916

W.J. Herschel, *The Origin of Finger-Printing*, Oxford 1916.

Kamp u.a. 1999

K.A. Kamp – N. Timmermann – G. Lind – J. Graybill – I. Natowsky, *Discovering Childhood: Using Fingerprints to find Children in the Archaeological Record*, *American Antiquity* vol. 64 No. 2, 1999.

Králík – Einwögerer 2010

M. Králík – T. Einwögerer, *New Aspects of Central and eastern European Upper Palaeolithic – Methods, Chronology, Technology and Subsistence*, Symposium by the Prehistoric Commission of the Austrian Academy of Sciences Vienna, November 9-11-2005, *Mitteilungen der Prähistorischen Kommission ÖAW Bd. 72*, 2010, 255-272.

Králík – Novotný – Oliva 2002

M. Králík – V. Novotný – M. Oliva, *Fingerprint on the Venus of Dolni Věstonice I*. Fachkonferenz „Natural scientific methods in archaeology and anthropology“ am 16 Februar 2001 in Masaryk Universität Brno, *Anthropology XL/2*, Brno 2002.

Králík – Novotný 2003

M. Králík – V. Novotný, *Epidermal Ridge Breadth: An Indicator of Age and Sex in Paleodermatoglyphics, Variability and Evolution Vol. 11: 5-30*, Poznan 2003.

Králík – Novotný 2005

M. Králík – V. Novotný, *Dermatoglyphics of ancient ceramics*, in: J. Svoboda (ed.), *Pavlov I – Southeast, The Dolni Věstonice Studies 14*, Brno 2005, 449-497.

Lee – Gaensslen 2001

H.C. Lee – R.E. Gaensslen, *Advances in fingerprint technology*, *CRC Series in forensic and police science*, Boca Raton 2001.

Lenik 2002,

E.J. Lenik, *Picture Rocks, American Indian Rock Art in the Northeast Woodlands*, University press of New England 2002.

Lorblanchet 1997

M. Lorblanchet, Höhlenmalerei, Sigmaringen 1997.

Maltoni – Maio 2005

D. Maltoni – D. Maio – A.K. Jain – S. Prabhakar, Handbook of Fingerprint recognition, New York 2005.

Medland u.a. 2007

S.E. Medland – D.A. Park – D.Z. Loesch – N.G. Martin, Ridgecounter: A Program for obtaining semi-automated finger ridge counts in *Annals of Human Biology*, July-August 2007, 34(4): 504-517.

Miller 1973

J.R. Miller, Dermatoglyphics in *The Journal of Investigative Dermatology* Vol.60, No 6, USA 1973.

Nayak u.a. 2009

V.C. Nayak – P. Rastogi – T. Kanchan – S.W. Lobo – K. Yoganarasimha – S. Nayak – N.G. Rao – P. Kumar – B. S. Kumar Shetty – R.G. Menzes, Sex differences from fingerprint ridge density in Indian population, *Journal of Forensic and Legal Medicine* (2009), doi:10.1016/j.jflm.2009.09.002.

Neugebauer 1994

J.W. Neugebauer, Bronzezeit in Ostösterreich, *Wissenschaftliche Schriftenreihe Niederösterreich* 98/99/100/101, St. Pölten-Wien 1994.

Palmer 2007

F.Palmer, Die Entstehung von Birkenpech in einer Feuerstelle unter paläolithischen Bedingungen, *Mitteilungen der Gesellschaft für Urgeschichte* Nr. 16, 75 – 83.

Penrose 1968

L.S. Penrose, Medical Significance of Finger-prints and Related Phenomena, *British medical Journal* 2, 231-325, o.O. 1968.

#### Primas 1975

M. Primas, Fingerabdrücke auf Keramik der Eisenzeit im Tessin, Archäologisches Korrespondenzblatt 5, Küssnacht 1975.

#### Sjöquist - Åström 1985

K.E. Sjöquist – P. Åström, Pylos: Palmprints and Palmleaves, Göteborg 1985.

#### Sjöquist - Åström 1991

K.E. Sjöquist – P. Åström, Knossos: Keepers and Kneaders, Göteborg 1991.

#### Svoboda - Dolezal – Králík 2004

J.A. Svoboda - J. Dolezal, M. Králík, Technological and dermatoglyphic analysis of the earliest ceramic: Pavlov (south Moravia) and Krems (lower Austria), Archeologický Ústav Akademie Věd České Republiky V Brně Přehled Výskumů 45, Brno 2004.

#### Szilvássy 1983

J. Szilvássy, Hautleistenbefunde aus jungpaläolithischer Station Pavlov, Südmähren, ČSSR, Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft Wien 113,1983, 61-64.

#### Wang, u.a. 2010

J. Z. Wang – W. Ge – D. R. Snow , P. Mitra - C. Lee Giles; Determining the Sexual Identities of Prehistoric Cave Artists using Digitized Handprints, A Machine Learning Approach, College of Information Sciences and Technology, Department of Computer Science and Engineering, Department of Anthropology, The Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania, Firenze 2010.

#### Weiß 2003

G. Weiß, Keramik Lexikon, Bern 2003.

#### Wilton 1938

G. Wilton, Fingerprints: History, Law and Romance, London 1938.

Internet Quellen:

Uni-Journal Jena 2002

Uni-Journal Jena / Juni 2002, [http://www2.uni-jena.de/journal/02jour05/forschung\\_1.htm](http://www2.uni-jena.de/journal/02jour05/forschung_1.htm)

WDR 2006

Scripten zur WDR: Sendung Auf der Spur der Neandertaler, 2006, in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Wissenschaftsjournalismus in Dortmund. Autoren: Sophie Stigler, Sven Schiefelbein und Tim Gabel; Redaktion: Tilman Wolff

Centre de Préhistoire du Pech Merle, 2012

Centre de Préhistoire du Pech Merle, <http://www.quercy.net/pechmerle/> Stand 07.01.2012

Weitere, interessante Internet links:

[http://ridgesandfurrows.homestead.com/early\\_pioneers.html](http://ridgesandfurrows.homestead.com/early_pioneers.html)

<http://www.galton.org/fingerprints/faulds.htm>

Faulds, H. 1912. *[Dactylography. or the study of finger-prints.](#)* Milner, Halifax.

Francis Galton and Fingerprints <http://www.galton.org/>

Faulds, H. 1923. *[A Manual of Practical Dactylography](#)* The "Police review" publishing co., London.

Galton, F. 1893d. *['Enlarged finger prints.'](#)* *Photographic Work* (10 February).

U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs <http://www.nij.gov/pubs-sum/225320.htm>

FBI Biometric center of excellence:

<http://www.biometriccoe.gov/Modalities/Fingerprint.htm>

FBI Fingerprints & other Biometrics:

[http://www.fbi.gov/about-us/cjis/fingerprints\\_biometrics/](http://www.fbi.gov/about-us/cjis/fingerprints_biometrics/)



## **CURRICULUM VITAE**

### **Persönliche Daten:**

Geboren am 4 Februar 1964 in Kerman / Iran  
Verheiratet, drei Töchter

### **Beruflicher Werdegang:**

- Seit 2002        Eigenes Unternehmen im Bereich Telekommunikationstechnik und Sicherheitselektronik für Krankenhäuser, Seniorenheime und Justizvollzugsanstalten. Sowie Exporttätigkeit in den Mittleren Osten.
- 1999 – 2002    International Sales Expert bei „Siemens AG Österreich“. Im Bereich Telekommunikationsanlagen für Energieverteilnetze zuständig für den gesamten Osteuropäischen und Zentralasiatischen Raum. Aufgabengebiet: Leitung des Angebotsteams, Projektbegleitung, Erfolgsanalyse, Ergebnisverantwortung. Repräsentationsaufgaben.
- 1995 - 1999    Export Manager bei der Firma „SCHRACK SECONET AG“ Kommunikation und Sicherheitssysteme.  
Verantwortlich für den Großraum Süd -und Ost Europa und den mittleren Osten. Zu meinen wichtigsten Aufgaben gehörten:  
Auf –und Ausbau von Vertriebsstrukturen, Kontrolle der nationalen Geschäftsführer und der Länderbüros. Budget und Plandaten, strategische Marktentwicklung, Marktbeurteilung.
- 1994 - 1995    Selbständige Tätigkeit, Beendigung der laufenden Projekte der Firma Hoffmeister nach ihrer Auflösung.
- 1993 - 1994    Projektleiter bei der „ Fa. Hoffmeister – Leuchten“
- 1990 -1993    Vertriebsingenieur im Außendienst, Firma „ Trilux - Ges.m.b.H. & Co KG “ für Österreich und teilweise im Export (hauptsächlich Iran und arabischer Raum)
- 1988 - 1990    Vertriebsingenieur bei der Firma STAFF Leuchten GmbH.
- 1986            Projektleiter für lichttechnische Anlagen im Planungsbüro „Bartenbach - Wagner “, Nationale und internationale Projekte im Bereich innovative Lichtkonzepte, Tageslicht, Sonnenlichtumlenksysteme.

### **Ausbildung:**

WS/2007 – SS/2012	Studium der Ur- und Frühgeschichte an Universität Wien
06.06.1991	Meister der Elektromechnik ( Mechatronik)
08.10.1990	Verleihung der Standesbezeichnung „Ingenieur“ („Ing.“)
1989 – 1990	Speziallehrgang für Automatisierungstechnik an der HTL und der TU Wien
1981 – 1986	Höhere technische Lehranstalt - Fachrichtung Elektrotechnik

### **Weiterbildung**

Mehrere Firmeninterne und externe Kurse in Management, Verkauf sowie Export

### **Grabung und Prospektion**

Jänner 2009	Teilnahme an der Grabung in Schwarzenbach im Rahmen der Lehrveranstaltung „Stratigraphische Praxis“ der Universität Wien
August 2009	Teilnahme an der Ausgrabung einer mittelalterlichen Kirche in Göttweig /Österreich im Rahmen der Lehrgrabung
August 2010	Teilnahme an der Ausgrabung einer Urartäische Festung in Aramus/Armenien
Mai 2010	Geophysikalische Prospektion des Amphitheaters in Carnuntum mit Bodenradar im Rahmen der Lehrveranstaltung „Praktikum geophysikalische Prospektion“

### **Sprachen:**

Deutsch  
Persisch  
Englisch  
Italienisch  
Azeri