

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Zeitschrift:</b> | Archäologie Bern : Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern = Archéologie bernoise : annuaire du Service archéologique du canton de Berne |
| <b>Herausgeber:</b> | Archäologischer Dienst des Kantons Bern   |
| <b>Band:</b>        | - (2010)  |
| <br>                |   |
| <b>Artikel:</b>     | Spiez-Einigen, Holleeweg 3 : naturwissenschaftliche Untersuchungen zu den bronzezeitlichen Bestattungen   |
| <b>Autor:</b>       | Cooper, Christine / Harbeck, Michaela / Kühn, Marlu   |
| <b>DOI:</b>         | <a href="https://doi.org/10.5169/seals-726708">https://doi.org/10.5169/seals-726708</a>   |

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Spiez-Einigen, Holleeweg 3

## Naturwissenschaftliche Untersuchungen zu den bronzezeitlichen Bestattungen

Christine Cooper, Michaela Harbeck, Marlu Kühn, Antoinette Rast-Eicher, Mike Schweissing  
Susi Ulrich-Bochsler und Patricia Vandorpe

Im Frühling 2008 wurden in Spiez-Einigen, Holleeweg vier Gräber gefunden. Sie gehören zu einem Gräberfeld, dessen erste Bestattungen bereits 1970 bei Bauarbeiten angeschnitten worden waren.<sup>1</sup> Die insgesamt sieben Gräber von Einigen können typologisch in die späte Frühbronzezeit und den Übergang zur Mittelbronzezeit datiert werden. Dies bestätigen C14-Daten.<sup>2</sup> Am unteren Thunersee wurden seit dem späten 19. Jahrhundert mehrere Gräber dieser Zeitstellung gefunden und als «Thunerseegruppe» bezeichnet.<sup>3</sup> Das letzte wurde 1978 in Hilterfingen, Im Äbnit freigelegt.<sup>4</sup> Die frühbronzezeitlichen Gräber am unteren Thunersee und dem anschliessenden Aaretal sind Teil einer typologischen Gruppe, der sog. «Aare-Rhone-Kultur», die sich über die Westschweiz erstreckte.<sup>5</sup> Die Neufunde von 2008, die ersten dieser Art seit dreissig Jahren, lösten neben der archäologischen Grabung und Auswertung auch verschiedene naturwissenschaftliche Untersuchungen aus. Ihre interessanten Resultate, die nicht nur für die Region des unteren Thunersees relevant sind, sondern auch eine überregionale Bedeutung haben, werden im Folgenden vorgestellt.

Der Aufsatz gliedert sich in sechs Teile. Die ersten drei beschäftigen sich mit Untersuchungen, die sich auf die Grabung 2008 beschränken. An den Bronzefunden der 2008 freigelegten Gräber haben sich organische Reste erhalten, die von Antoinette Rast-Eicher und Marlu Kühn untersucht wurden. Die Sedimentproben aus Schichten und Gräbern wurden von Patricia Vandorpe analysiert.

In den letzten drei Teilen des Aufsatzes werden anthropologische Themen behandelt und Bestattungen anderer Fundstellen am unteren Thunersee mit einbezogen. Susi Ulrich-Bochsler und Christine Cooper unternahmen eine Neubestimmung aller vorhandenen Skelette aus frühbronzezeitlichen Gräbern der Thunerseegruppe. Michaela Harbeck untersuchte die DNA von sechs der sieben Bestattungen von Einigen und Mike Schweissing die Herkunft von vier frühbronzezeitlichen Individuen (zwei aus Einigen, zwei aus Hilterfingen) anhand der Isotopenanalyse.

### 1. Fell- und Lederreste aus den Gräbern 2008

Antoinette Rast-Eicher

#### 1.1 Vorgehen

Die Metallfunde wurden in einem ersten Durchgang gesichtet und in einem zweiten die Objekte mit organischen Resten (Abb. 1) am Binokular dokumentiert und beprobt. Die Proben wurden von der Autorin am Rasterelektronenmikroskop (REM) bestimmt. Die Freilegung der Objekte unternahm Sabine Brechbühl (ADB).

#### 1.2 Erhaltung

Die organischen Reste sind an der Bronze ankorrodiert. Die Erfahrung zeigt, dass je älter solche Funde sind, desto stärker sind die oxi-

<sup>1</sup> Grüter 1980, 82–83.

<sup>2</sup> Gubler 2010.

<sup>3</sup> Hafner/Suter 1998. Hafner 2008.

<sup>4</sup> Grüter 1980, 85–87.

<sup>5</sup> David-Elbiali/Hafner im Druck. David-Elbiali 2000.

| Fundnummer                            | Objekt  | Dokumentation am Binokular                  | Bestimmung am REM              |
|---------------------------------------|---|---|--------------------------------|
| Fnr. 105983<br>Gubler 2010, Abb. 7,7  | Blechfingerring, Bronze                         | Schwarze Schicht mit Poren                  | ?                              |
| Fnr. 105984<br>Gubler 2010, Abb. 7,8  | Blechfingerring, Bronze                         | Braune Schicht                              | Oberfläche netzartig, n.b.     |
| Fnr. 105989<br>Gubler 2010, Abb. 11,1 | Kopfschmuck Oberseite<br>Kopfschmuck Unterseite | Braune oder grüne Flächen mit Poren<br>Fell | Leder, Poren sichtbar<br>Schaf |
| Fnr. 105991<br>Gubler 2010, Abb. 11,3 | Pfriem, Bronze                                  | Längliche Struktur, faserig                 | Holz                           |
| Fnr. 106158<br>Gubler 2010, Abb. 17,4 | Drahtarmring, Bronze                            | faserig                                     | Holz                           |

Abb. 1: Spiez-Einigen, Holleeweg. Organische Reste an Bronzeobjekten.

Abb. 2: Spiez-Einigen, Holleeweg. Pfriem (Fnr. 105991). Fasern an der Oberfläche. M. 5:1.



derten Reste schon zerfallen. Eine Bestimmung glückt daher nicht mehr in jedem Fall. Bronze oxidiert weniger schnell als Eisen. Die organischen Reste, die auf Metall aufliegen, haben damit mehr Zeit zu zerfallen. Deshalb haben bestimmmbare Proben frühbronzezeitlicher Funde, die aus Gräbern sowieso schon rar sind, eigentlich einen gewissen Seltenheitswert. An den Funden von Spiez-Einigen konnten am Binokular verschiedene oxidierte Materialien dokumentiert werden. Dabei waren die Reste am Kopfschmuck am ergiebigsten.

Zu erwarten ist gewissermassen alles: Vom pflanzlichen Rest irgendwelcher Beigaben (zum Beispiel Blumen), Holz, Fell oder auch Textilien. Aufgelöstes Holz oder Textilien können dabei am Binokular so faserig wie Fell aussehen. Je nachdem sind an der Oberfläche ebenfalls feine Wurzeln oder sonstige neuere Einflüsse zu finden. Bei schlechter Erhaltung kann allein aufgrund der Untersuchung am Binokular keine Bestimmung vorgenommen werden. Faserige Strukturen wie am Pfriem (Fnr. 105991, Abb. 2) entfalten erst am REM ihre wahre Identität und lassen sich erst dann – wenn überhaupt – bestimmen.

6 Schoch et al. 1988, z.B. 111 oder 118. Die Samen vom Waldziest oder Lein haben sehr ähnliche Oberflächen. Das Netzmuster ist jedoch bei beiden grösser als beim Fragment aus Spiez-Einigen.

### 1.3 Organische Reste – Bemerkungen zu den Bestimmungen

Die Fasern auf dem Pfriem (Fnr. 105991) konnten als Holz bestimmt werden (Abb. 3). Das REM-Bild zeigt die überlagernden Faserschichten, die für Holz typisch sind. Eine weitere Bestimmung von Holz (am Drahtarmring Fnr. 106158) war schwieriger, da die Reste viel schlechter erhalten waren (Abb. 4). Beide Reste befinden sich an einem Drahtarmring, respektive Bronzedraht, und können am ehesten als Sargrest interpretiert werden. Auf dem Blechfingerring Fnr. 105983 wurden schwarze Reste, vermutlich von Leder, dokumentiert. Die später während der Freilegung an diesem Ring genommenen Proben waren nicht bestimmbar. Eine andere Struktur ergab sich aus einer Probe vom Blechfingerring Fnr. 105984, die einer Samenoberfläche ähnlich sieht, aber letztlich unbestimmbar blieb (Abb. 5).<sup>6</sup>

Der Kopfschmuck aus Grab 2008.2 (Fnr. 105989) war am ergiebigsten. Er lag am Hinterkopf der Toten. An der Oberseite (Abb. 6) wurden Leder und einzelne botanische Reste dokumentiert (Abb. 7, vgl. Vandorp 2008). Das Leder ist am Rand des Kopfschmucks zum Teil bandartig erkennbar (Abb. 8). Das REM-Bild zeigt eindeutig Leder mit einer Pore (Abb. 9). Der Durchmesser dieser Pore beträgt rund 25 µ. Leder ist ebenfalls an einem Ende des Kopfschmucks, auf dem letzten Röhrchen sichtbar. Dieses



Abb. 3: Spiez-Einigen, Holleeweg. Pfriem (Fnr. 105991). Holzfasern mit deutlicher Überlagerung der Fasern. REM-Foto.

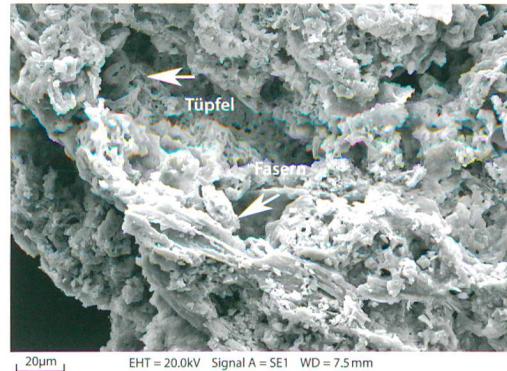


Abb. 4: Spiez-Einigen, Holleeweg. Drahtarmring (Fnr. 106158). Holzfasern, schlecht erhalten. REM-Foto.

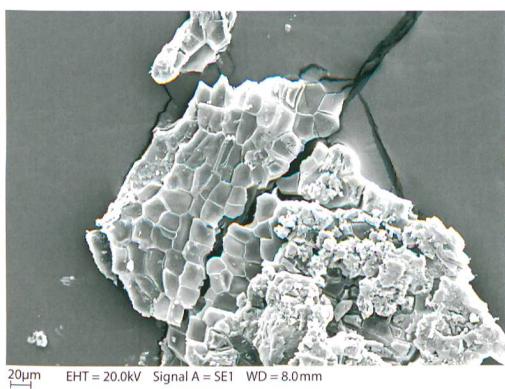


Abb. 5: Spiez-Einigen, Holleeweg. Blechfingerring (Fnr. 105984). Struktur mit netzartiger Oberfläche. REM-Foto.

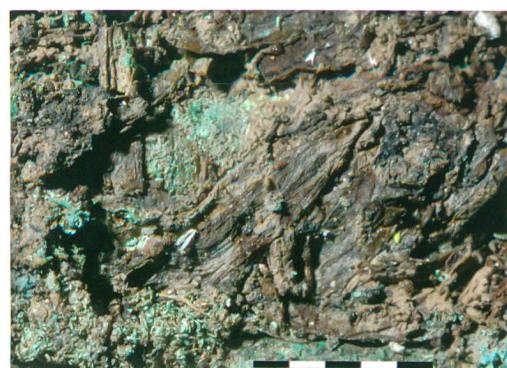


Abb. 7: Spiez-Einigen, Holleeweg. Kopfschmuck aus Blechröhrchen (Fnr. 105989). Botanische Reste auf der Oberseite.

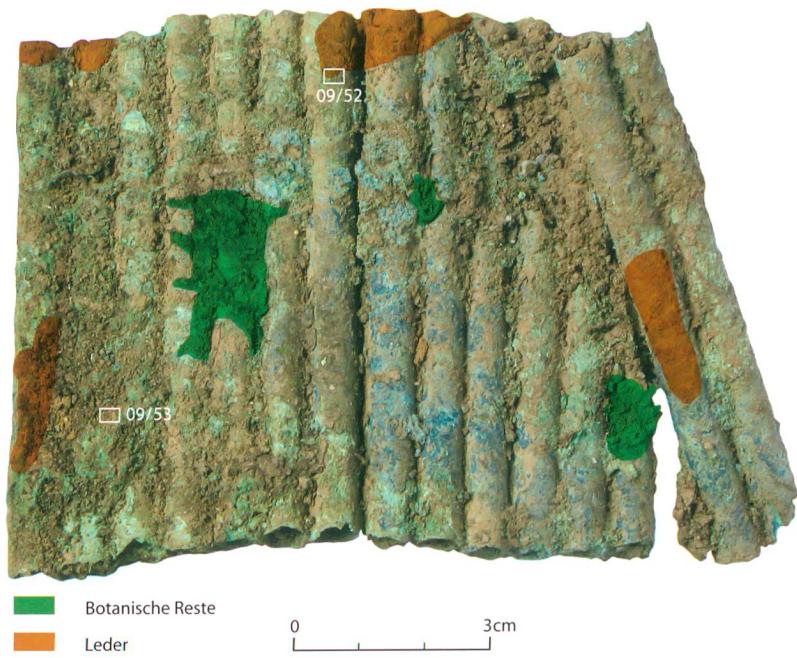


Abb. 6: Spiez-Einigen, Holleeweg. Kopfschmuck aus Blechröhrchen (Fnr. 105989). Umzeichnung der Oberseite mit organischen Resten.

Abb. 8, links: Spiez-Einigen, Holleeweg. Kopfschmuck aus Blechröhrchen (Fnr. 105989). Leder auf der Oberseite.

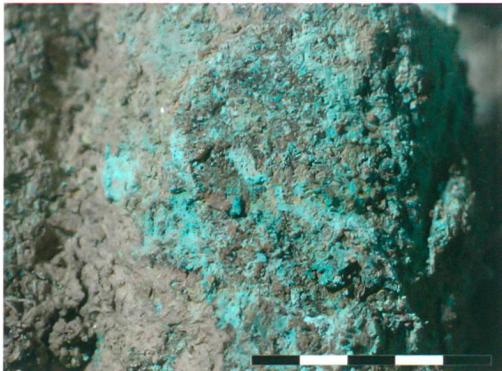


Abb. 9, rechts: Spiez-Einigen, Holleeweg. Kopfschmuck aus Blechröhrchen (Fnr. 105989). Leder auf der Oberseite. Der Pfeil zeigt auf eine Pore. REM-Bild.

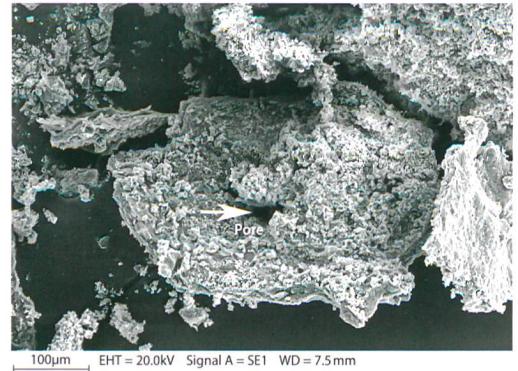
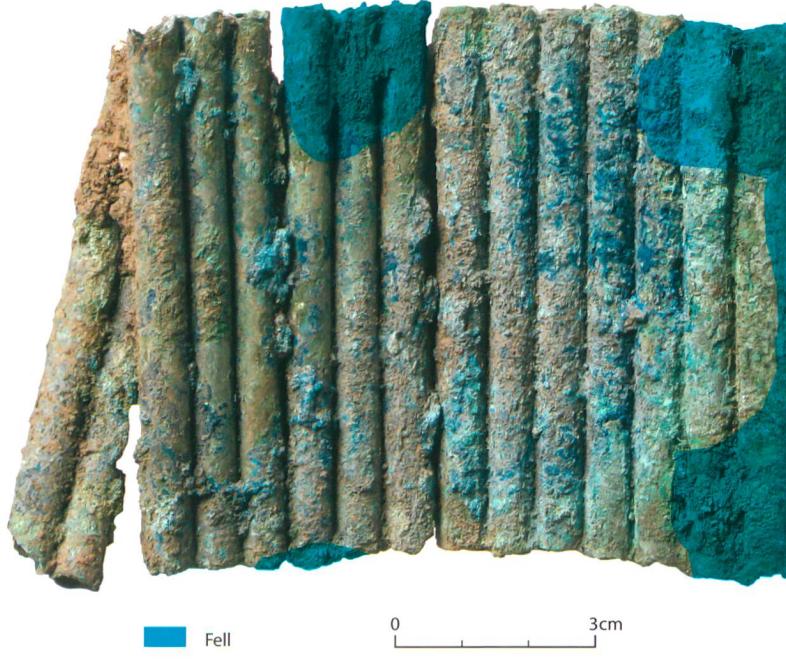
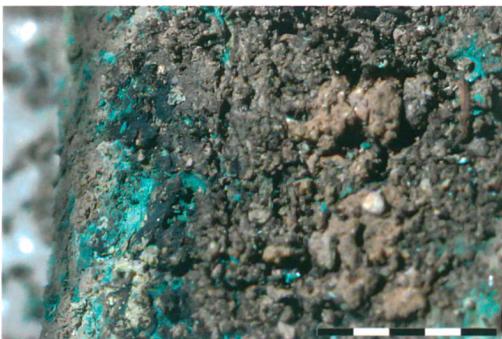


Abb. 10: Spiez-Einigen, Holleeweg. Kopfschmuck aus Blechröhrchen (Fnr. 105989). Leder auf der Oberseite, Lage unter dem Kopf, im dunklen Teil sind Poren sichtbar.



7 Fröhlich et al. 1929, 83.

8 Fröhlich et al. 1929, 391.

9 Rast-Eicher 2008, Abb. 11.

10 Ich danke F. Wyss für die Zustellung der Proben.

11 Das Objekt (ADB Fnr.

100971/Probe Rast-Eicher 09/130, Publikation in Vorbereitung) wurde mit zwei anderen Fellstücken geborgen. Eines der Felle wurde C14-datiert und stammt aus dem Neolithikum.

Abb. 11: Spiez-Einigen, Holleeweg. Kopfschmuck aus Blechröhrchen (Fnr. 105989). Umzeichnung der Unterseite mit den Fellresten.

Ende lag am Kopf. Dort erscheint das Leder als dunkle Fläche, nicht als Band; Poren sind sichtbar (Abb. 10).

An der Unterseite des Kopfschmucks ist an mehreren Stellen Fell erkennbar (Abb. 11 und 12). Die Hautseite liegt auf dem Metall (Abb. 13). Das Fell reicht bei der nicht umgelegten Seite der Röhrchen auf die Kante, ist aber auf der Oberseite nicht nachweisbar. Die Bestimmung ergab Schaffell mit einer – verglichen mit heutigen Schafen – unüblichen Form der Haarschuppen (Abb. 14). Die Schuppenstruktur kann je nach Schaftyp etwas variieren. Generell nimmt mit zunehmender Verfeinerung der Haare (Zucht) die Anzahl der nebeneinanderliegenden Cuticulazellen, die das Haar umfassen, ab.<sup>7</sup> Vergleiche mit rezenten Proben von verschiedenen Schafrassen zeigten, dass die Schuppenzeichnung des «Karakulschafes» der Faser aus Spiez-Einigen sehr ähnlich ist (Abb. 15). Das Karakulschaf ist eine alte Rasse, die ursprünglich aus Mittelasien stammt und zu den Fettschwanzschafen gehört.<sup>8</sup> Eine weitere Schafrasse mit ähnlichen Haaren ist das «Scottish Blackface», ebenfalls eine alte Rasse mit Mischwolle. Dazu weisen die Fasern von Spiez-Einigen feine Linien auf den Schuppen auf, die für Schafe typisch und besonders beim Mouflon (Wildschaf) und bei mischwolligen Schafrassen gut sichtbar sind. Sie fehlen an den groben Haaren heutiger Ziegen, die in den feinen Durchmessern leicht mit feiner Schafwolle verwechselt werden können.<sup>9</sup> Aber auch bei einer alten Ziegenrasse aus Kirgistan waren auf der Schuppenoberfläche von Fasern mit einem Durchmesser von rund 60 $\mu$  keine solchen Linien sichtbar.<sup>10</sup> Interessant ist zudem der Vergleich zu Faserresten vom Schnidejoch im Berner Oberland: Es gibt dort ein Objekt, ein Fell mit grau-schwarzen Haaren, das eine sehr ähnliche Schuppenstruktur aufweist (inkl. feinen Linien auf der Schuppenoberfläche).<sup>11</sup>

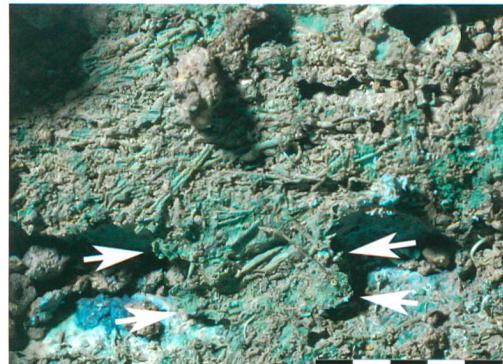


Abb. 12, links: Spiez-Einigen, Holleeweg. Kopfschmuck aus Blechröhrchen (Fnr. 105989). Fell an der Unterseite.

Abb. 13, rechts: Spiez-Einigen, Holleeweg. Kopfschmuck aus Blechröhrchen (Fnr. 105989). Fell an der Unterseite, Haut unter dem Fell (Pfeile).

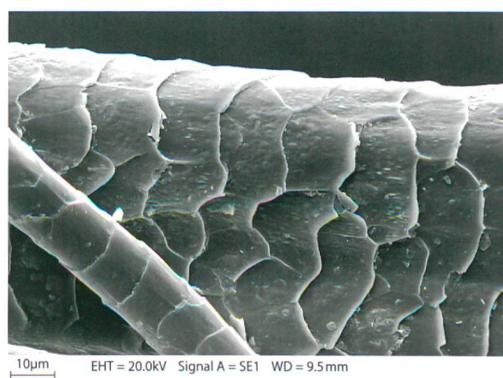
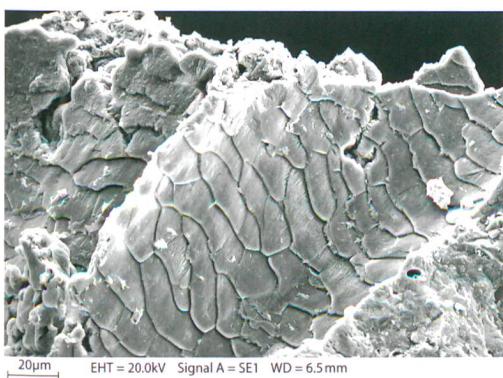


Abb. 14, links: Spiez-Einigen, Holleeweg. Kopfschmuck aus Blechröhrchen (Fnr. 105989). Fell an der Unterseite. REM-Bild der Schafhaare.

Abb. 15, rechts: Fasern des Karakulschafes. REM-Foto.

An der grossen doppelschäftigen Nadel (Fnr. 105990), die aus demselben Grab wie der Kopfschmuck stammt, konnten mittels Binokular auf der Unterseite, zum Nadelkopf hin, Knochenreste dokumentiert werden. An beiden Nadelenden fanden sich Fasern, die leider unbestimmt blieben. Aufgrund der Knochen ist jedenfalls anzunehmen, dass die Nadel körnernah lag und somit einen möglichen Stoff unter dem Fell verschloss.

#### 1.4 Der Kopfschmuck – Befund und Interpretation

Der Kopfschmuck aus Bronzeröhrchen lag hinter dem Kopf, weshalb sich eine erste Frage unmittelbar aufdrängte: Was hielt diese Röhrchen zusammen? Aufgrund der regelmässigen Anordnung ist klar, dass ursprünglich sicher irgendeine Fixierung vorhanden war. Es wurden keine organischen Reste gefunden, die eindeutig auf ein Binden oder Aufnähen der Röhrchen schliessen lassen würden. Einzig die bandartigen Lederfragmente an einem Röhrchenrand (vgl. Abb. 8) könnten von einem hierzu verwendeten Band stammen. Die Röntgenaufnahme zeigte zwei feine, hellere Linien in der Längsrichtung (d.h. quer zu den Röhr-

chen, über die ganze Länge des Objekts), wie wenn an diesen Streifen das Metall anders oxidiert wäre.<sup>12</sup> Was diese feinen Linien bedeuten und wie sie zu interpretieren sind, bleibt unklar. Eine andere Erklärung könnte das Leder auf dem untersten Röhrchen geben, das unter dem Kopf lag (vgl. Abb. 10). Dort sind keine Haare sichtbar, d.h. weder Fell von der Unterseite noch Kopfhaare. Handelt es sich hier – zusammen mit den Lederfragmenten in der Mitte und am Rand der Röhrchen – um Reste einer Fläche, auf der der Bronzeschmuck fixiert (geklebt und/oder genäht) war?

Das Fell ist nur auf der Unterseite der Röhrchen erkennbar. Es zieht zwar an einem Ende leicht über die Kante, ist aber nicht weiter zu verfolgen. Ich nehme deshalb ein Fell an, dessen Fleischseite sich auf dem Metall, an der Unterseite des Kopfschmucks, befindet; die Haare des Fells waren also nach unten gerichtet. Eine solche Lage ist kaum als Unterlage zu deuten, auf der die Tote gebettet war, da die Haare nach unten so keinen Sinn machen würden. Vielmehr müssen wir einen Fellumhang vermuten, der mit dem Fell nach aussen getragen oder mit dem die Tote eingewickelt wurde.

<sup>12</sup> Röntgenaufnahme: Sabine Brechbühl, ADB. Umzeichnung vgl. Gubler 2010, Abb. 14.

Es gibt gerade im Norden Europas, besonders im bronzezeitlichen Dänemark, aber auch in Norddeutschland, Holland und Irland eine ganze Reihe von Fellumhängen aus Gräbern, da sich in saurem Boden tierische Fasern und Leder besonders gut erhalten.<sup>13</sup> Margarete Hald betont in ihrem Buch, dass sie im Grab nicht unbedingt wie zu Lebzeiten getragen wurden, sondern auch den Toten umhüllten. Aus den Berichten von Altgrabungen geht zudem nicht immer klar hervor, ob das Fell innen oder aussen getragen wurde. Hald unterscheidet symmetrische und asymmetrische Mäntel (ungefähr halbrunde Form) mit Verschluss in der Mitte und Umhänge mit seitlichem Verschluss. Es gibt aber auch Mäntel mit Kapuzen. Die bekannten dänischen Beispiele mit Kapuzen scheinen aber jünger zu sein und sind eisenzeitlich oder sogar mittelalterlich zu datieren. Die dänischen Capes bestehen zudem nicht unbedingt aus dem Fell nur einer Tierart. Sie sind zum Teil aus Fellstücken verschiedener Tierarten zusammenge näht.

In der Schweiz sind in eisenzeitlichen Gräbern Felle belegt, in einem Fall – ein latènezeitliches Grab aus Bramois VS – kann man aufgrund des Befundes von einem Mantel oder Umhang ausgehen.<sup>14</sup> Das Fell liegt hier auf der Innenseite.

Der aussergewöhnliche Kopfschmuck aus Spiez-Einigen weist mit den vorhandenen organischen Resten auf eine Grablegung mit Fell, eine Tradition, die nun auch in der Schweiz für die Bronzezeit belegt werden kann. Das Fell wurde nicht nur für die Grablegung verwendet, sondern gehörte vorher sehr wahrscheinlich zur Kleidung der verstorbenen Person. Eine solche Bekleidung schliesst nahtlos an die bisher nachgewiesenen Leder- und Fellkleider aus dem Neolithikum an, die nicht nur durch «Ötzi», sondern jüngst auch aufgrund von Funden vom relativ nahe gelegenen Schnidejoch belegt werden können.<sup>15</sup>

## 1.5 Katalog

### **Fnr. 105980 (vgl. Gubler 2010, Abb. 7,4)**

Arming, Bronze. Keine organischen Reste klar erkennbar, auf der Oberseite in der Mitte mineralisiertes Material, Struktur nicht erkennbar.

### **Fnr. 105983 (vgl. Gubler 2010, Abb. 7,7)**

Fingerring, Bronzeblech aufgerollt. An dieser Stelle schwarze Verfärbung, aufgrund der Poren wahrscheinlich Leder. Bei Freilegung Probe entnommen (Sabine Brechbühl, ADB), Fnr. 112701 und Fnr. 112702 am REM angesehen, Fnr. 112701 vermutlich Wurzel, ansonsten nicht bestimmt.

### **Fnr. 105984 (vgl. Gubler 2010, Abb. 7,8)**

Fingerring, Bronzeblech. Wenig braune Reste, Probe 09/57 (Fnr. 108309): Oberfläche wie Mosaik, unbekannt.

### **Fnr. 105989 (vgl. Gubler 2010, Abb. 11,1)**

Blechröhrchen, Bronze. Am Hinterkopf. OS: Am Rand kleine Lederflächen erkennbar (Probe 09/52, Fnr. 108304): Leder mit Pore. In der Mitte botanische Reste (vgl. Beitrag Kühn). An südlicher Ecke ev. Fasern, Probe 09/53 (Fnr. 108305): Faser mit Rippen und netzartiger Struktur zwischen den Rippen, Wurzel. An anderer Stelle zum Rand der Rolle hin dunkle Fläche über grüner Leder (?)-Fläche.

US: Am Anfang noch viel Erde, aber an mehreren Stellen Fell erkennbar, scheint nicht auf OS zu ziehen, Probe 09/58 (Fnr. 108310): Haare/Fell, Schaf.

Es ist unklar, wie die Blechröhrchen miteinander verbunden bzw. befestigt waren. Es gibt über gewissen Röhrchen feine Linien und innen/am Rand sind teilweise Reste von Material erkennbar. Diese Linien sehen auf der Röntgenaufnahme wie Riemen aus. Bei der Probe 09/58 unter dem Fell glatte Stellen, ev. mit Poren. Dies würde bedeuten, dass die Fleischseite am Metall anlag. Aus den Resten der Röhrchen, Nr. 12 = erstes Röhrchen (gerader Anfang, nicht schrages Röhrchen in Fundlage) kleine Fragmente mit Leder(?), Probe Fnr. 108650 nicht bestimmbar.

### **Fnr. 105990 (vgl. Gubler 2010, Abb. 11,2)**

Doppelschäftige Ösenkopfnadel, Bronze. Daran, vor allem an US, Fasern von Textil oder Fell, zum Kopf der Nadel hin auch Knochen. Probe 09/55: nicht bestimmbar. Probenentnahme durch Sabine Brechbühl bei Freilegung, Fnr. 112703 und Fnr. 112704 am REM angesehen, bei Fnr. 112703 Fasern erkennbar, unbestimmbar, Fnr. 112704 ist eine Wurzel.

### **Fnr. 105991 (vgl. Gubler 2010, Abb. 11,3)**

Pfriem, Bronze. Reste von Fasern? Probe 09/54 (Fnr. 108306): Holz.

### **Fnr. 106157 (vgl. Gubler 2010, Abb. 17,3)**

Drahtarmring, Bronze. An der Innenseite Haare? Keine Probe, da zu stark ankorrodiert.

### **Fnr. 106158 (vgl. Gubler 2010, Abb. 17,4)**

Drahtarmring, Bronze. Haar-/Faserreste rundherum festkorrodiert. Probe 09/56 (Fnr. 108308): Holz, sehr schlecht erhalten, runde Zellen (Tüpfel) und Überlagerung, ev. auch Markstrahl sichtbar.

<sup>13</sup> Hald 1980, 317. Die dänischen Fellumhänge werden im Rahmen eines grossen Projekts neu publiziert: Mannering/Gleba in Vorbereitung. Comis 2003. Winicott Heckett 2001, die irischen Umhänge sind jünger, 2. und 4. Jh. n. Chr.

<sup>14</sup> Rast-Eicher 2008, 103.

<sup>15</sup> Winiger 1995. Rast, in Vorbereitung.

## 2. Vegetative Pflanzenteile am Kopfschmuck aus Grab 2008.2

Marlu Kühn

Bei der Konservierung des Kopfschmucks aus Blechröhrchen aus Grab 2008.2 wurden auf der dem Schädel zugewandten Seite Pflanzenteile festgestellt.<sup>16</sup> Von zwei Bereichen wurden mit einer feinen Pinzette mit Hilfe einer Stereolupe mehrere Proben der potentiell pflanzlichen Reste entnommen. Die trocken erhaltenen, wohl metallkonservierten Pflanzenteile wurden in demineralisiertem Wasser gelagert. Am IPNA in Basel wurden von diesen Resten mikroskopische Präparate hergestellt und auf ihre anatomischen Merkmale hin untersucht.

Die Untersuchung der Reste ergab, dass es sich um Nadelepidermen bzw. Nadelfragmente der Weisstanne (*Abies alba*) handelt (Abb. 16 und 17). Einzelne Stücke liessen sich anhand der charakteristischen Form bestimmen: Weisstannennadeln sind flach und weisen an ihrem apikalen Ende in der Regel zwei Spitzchen auf. Am basalen Ende verbreitern sich die Nadeln zu einer saugnapfartigen Erweiterung, mit der sie am Zweig befestigt sind.

Weisstannennadeln besitzen auf der Unterseite zwei Reihen von Stomata (Spaltöffnungen). Diese typische Anordnung der Stomata ermöglichte die mikroskopische Bestimmung auch kleinster Epidermisfragmentchen.

Eine Erklärung für das Vorhandensein von Weisstannennadeln (-zweiglein) zwischen Schädel und Bronzeschmuck ist nicht offensichtlich. Als immergrüne Baumart verliert die Weisstanne ihre Nadeln im Winter nicht. Immergrüne Bäume haben im Volksglauben als Sinnbild für immerwährende Lebenskraft seit jeher eine wichtige Bedeutung gehabt. Es bleibt jedoch eine Spekulation, ob ihr Nachweis am Kopfschmuck mit einer derartigen Symbolik in Zusammenhang steht oder nicht.

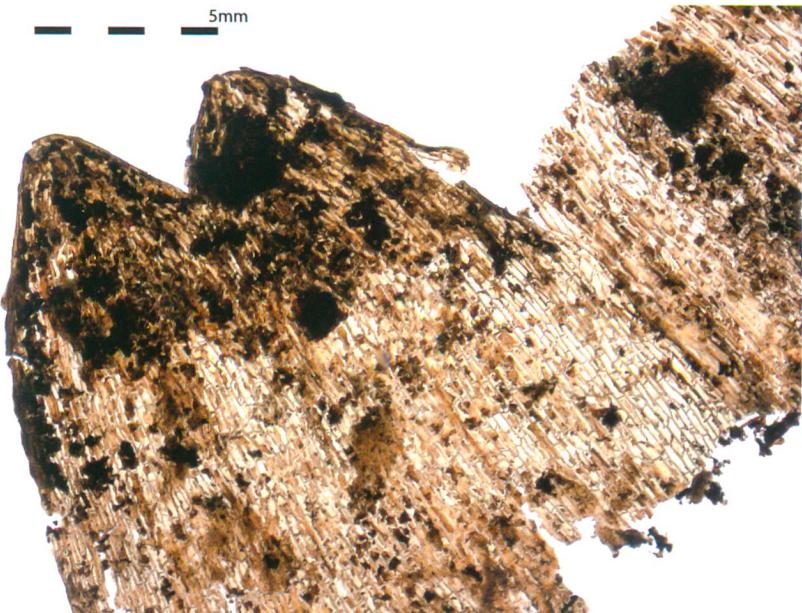


Abb. 16: Spiez-Einigen, Holleeweg. Weisstanne (*Abies alba*), Nadelfragment.

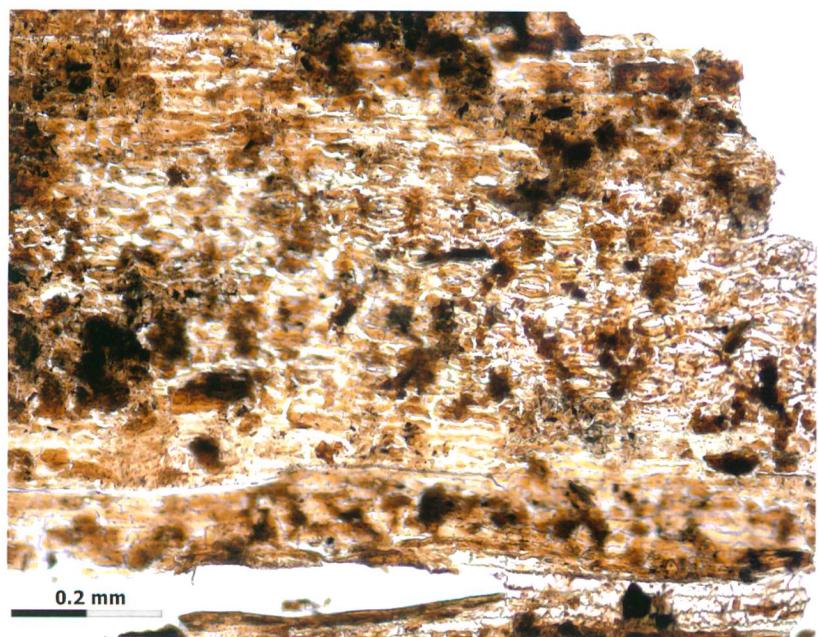


Abb. 17: Spiez-Einigen, Holleeweg. Weisstanne (*Abies alba*), Epidermis Nadelunterseite.

<sup>16</sup> Die archäobotanische Untersuchung der Grabfüllung (Position 26, Fundnummer 106189) ergab ein verkohltes, amorphes Objekt. Vgl. Kapitel 3 von Patricia Vandorpe, IPNA.

### 3. Archäobotanische Untersuchungen an Proben der Grabung 2008

Patricia Vandorpe

#### 3.1 Einleitung

Das Institut für prähistorische und naturwissenschaftliche Archäologie (IPNA) der Universität Basel erhielt vom Archäologischen Dienst des Kantons Bern 16 Proben der Fundstelle Spiez-Einigen, Holleeweg zur archäobotanischen Bearbeitung. Die bearbeiteten Proben stammen aus Grabfüllungen und Schichtresten, die an den Übergang zwischen der Früh- und Mittelbronzezeit datieren. Die vorliegende Arbeit zeigt, dass pflanzliche Reste in den Gräbern und Schichten kaum erhalten geblieben sind. Erwähnenswert ist der Fund eines Rispenhirsekorns. Rispenhirse ist bisher erst ab der Mittelbronzezeit in der Schweiz nachgewiesen.

#### 3.2 Material und Methoden

Insgesamt wurden 16 Proben bearbeitet. Das Volumen der einzelnen Proben variierte zwischen 0,25 und 5,5 Litern (Abb. 18). Alles in allem wurden 44,95 Liter Sediment aufbereitet. Die Proben wurden mittels Halbflotation durch eine Siebkolonne mit Maschenweiten von 4 mm, 1 mm und 0,35 mm geschlämmt, mit dem Ziel, das organische vom anorganischen Material zu trennen.<sup>17</sup> Der Anteil des organischen Materials in den Proben war klein (zwischen 0,5 ml und 26 ml). Die organischen Fraktionen der Proben wurden unter einer Stereolupe Wild M3Z bei 6 bis 40-facher Vergrösserung vollständig ausgelesen. Die pflanzlichen Reste (v.a. Samen und Früchte, ohne Holzkohle) wurden bestimmt und quantifiziert. Die Bestimmungen erfolgten anhand der rezenten Vergleichssammlung des IPNA Basel und der dort vorhandenen Literatur.<sup>18</sup> Beim Quantifizieren der botanischen Makroreste wurde jeder Samen oder jede Frucht, ganz oder fragmentiert, als eins gezählt. Die Nomenklatur der wissenschaftli-

<sup>17</sup> Die Autorin dankt David Brombacher für die Aufbereitung der Bodenproben.

<sup>18</sup> U.a. Beijerinck 1947. Berggren 1969. Berggren 1981. Anderberg 1994.

| Probennummer<br>Grabfüllung/Schicht | 106182<br>2008.1           | 106184<br>2008.1 | 106185<br>2008.1 | 106189<br>2008.2 | 106194<br>17 | 106196<br>2008.4 | 106197<br>2008.4 | 106200<br>2008.3 | 106251<br>2008.3 | 106252<br>16 |
|-------------------------------------|----------------------------|------------------|------------------|------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------|
| Probenvolumen (in ml)               | 3000                       | 5000             | 5500             | 1000             | 3500         | 4000             | 3000             | 4000             | 3000             | 5000         |
| Volumen 4 mm org.                   | –                          | 8                | –                | –                | 2            | 1                | –                | 1                | –                | 7            |
| Volumen 1 mm org.                   | 2                          | 8                | 5                | 1                | 4            | 6                | 2                | 4                | 2                | 10           |
| Volumen 0.35 mm org.                | 2                          | 1                | 8                | 1                | 4            | 5                | 4                | 4                | 5                | 9            |
| <b>KULTURPFLANZEN</b>               |                            |                  |                  |                  |              |                  |                  |                  |                  |              |
| Panicum miliaceum                   | Rispenhirse                | Körner           | –                | –                | –            | 1                | –                | –                | –                | 1            |
| Triticum sp.                        | unbest. Weizen             | Spelze           | –                | –                | –            | 1                | 2                | –                | –                | 3            |
| Triticum sp.                        | unbest. Weizen             | Hüllspelzenbasis | –                | 1                | –            | –                | –                | –                | –                | 1            |
| Cerealia                            | unbest. Getreide           | Körner           | –                | –                | –            | 2                | –                | –                | –                | 2            |
| <b>WILDPFLANZEN</b>                 |                            |                  |                  |                  |              |                  |                  |                  |                  |              |
| Anagallis arvensis/<br>foemina      | Blauer/<br>Acker-Gauchheil | Samen            | 1                | –                | –            | –                | –                | –                | –                | 1            |
| Chenopodiaceae                      | Gänsefuss                  | Samen            | –                | –                | –            | 1                | –                | –                | –                | 1            |
| Corylus avellana                    | Haselnuss                  | Schale           | –                | –                | 1            | –                | 1                | 2                | –                | 11           |
| Silene flos-cuculi                  | Kuckucksnelke              | Samen            | 1                | –                | –            | –                | –                | –                | –                | 1            |
| Origanum vulgare                    | Dost                       | Samen            | –                | –                | –            | 1                | –                | –                | –                | 1            |
| Picea abies                         | Fichte                     | Nadelfragment    | 1                | –                | –            | –                | –                | –                | 1                | –            |
| Potentilla sp.                      | Fingerkraut                | Samen            | 1                | –                | –            | –                | –                | –                | –                | 1            |
| Stellaria sp.                       | Sternmiere                 | Samen            | –                | –                | –            | –                | –                | 1                | –                | 1            |
| Indeterminata                       | unbestimmt                 | amorphes Objekt  | –                | –                | –            | 1                | 1                | –                | –                | 2            |
| Indeterminata                       | unbestimmt                 | Halm Nodium      | –                | 1                | –            | –                | –                | –                | –                | 1            |
| Indeterminata                       | unbestimmt                 | Samen/Frucht     | –                | 1                | 1            | 1                | 1                | –                | –                | 5            |
| Indeterminata                       | unbestimmt                 | Schale           | –                | –                | –            | 1                | –                | –                | –                | 1            |
| <b>Summe</b>                        |                            |                  |                  |                  |              |                  |                  |                  |                  |              |
| Fundkonzentration                   | 4                          | 3                | 2                | 1                | 4            | 6                | 5                | 1                | 2                | 6            |
|                                     | 1                          | 0.6              | 0.4              | 1                | 1.1          | 1.5              | 1.7              | 0.3              | 0.7              | 34           |
| 1.2                                 |                            |                  |                  |                  |              |                  |                  |                  |                  |              |

Abb. 18: Spiez-Einigen, Holleeweg. Ergebnisse der botanischen Analysen.

chen Pflanzennamen folgt der Flora Europaea für Wildpflanzen, Zohary/Hopf für Kulturpflanzen.<sup>19</sup>

### 3.3 Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse der botanischen Analysen wurden in einer Tabelle (vgl. Abb. 18) zusammengefasst. Insgesamt lieferten die organischen Fraktionen der Proben kaum Material. Ausser Samen und Früchten wurden wenige Holzkohlen registriert. Sechs der bearbeiteten Proben waren fundleer und wurden nicht in der Tabelle aufgenommen.<sup>20</sup>

Im Ganzen wurden 34 verkohlte Pflanzenreste (ohne Holzkohle) ausgelesen, von denen neun nicht näher bestimmt werden konnten. Es handelt sich dabei um ein Halm-Nodium, ein Schalenfragment, fünf Samen oder Früchte und zwei «amorphe Objekte». Letztere stellen nicht näher zu bestimmende Reste von vermutlich Brei, Gebäck oder Fruchtfleisch dar. Die Fundkonzentration der verkohlten Reste in den einzelnen Proben war sehr niedrig und lag zwischen 0,3 und 1,7 Resten pro Liter. Ausser verkohlten Makroresten wurden auch wenige unverkohlte Samen und Früchte registriert. Es dürfte sich dabei um rezente/moderne Funde handeln. Aus diesem Grund wurden diese für die Auswertung nicht berücksichtigt.

Eine Verkholung des botanischen Materials findet bei höheren Temperaturen unter sauerstoffarmen Bedingungen statt. Für die Erhaltung von Pflanzenteile ist eine graduelle Erhitzung bis zu einer Temperatur von 300° ohne Kontakt mit offenem Feuer ausreichend. Derartige Situationen kommen häufig im alltäglichen Leben (zum Beispiel beim Kochen und anderen Haushaltaktivitäten) vor, sind aber auch bei kultischen Handlungen wie Bestattungen häufig.<sup>21</sup>

Die 25 bestimmmbaren Pflanzenreste sind zehn verschiedenen Taxa zuzuordnen. Zwei dieser Taxa gehören zu den Kulturpflanzen und acht zu den Wildpflanzen. Die Kulturpflanzen sind durch zwei Getreidearten vertreten. Es handelt sich dabei um Weizen (*Triticum sp*) und Rispenhirse (*Panicum miliaceum*) (Abb. 19 und 20), zusätzlich wurden zwei Körner von



Abb. 19: Spiez-Einigen, Hollee weg. Verkohltes Rispenhirsekorn (*Panicum miliaceum*) aus Grab 2008.4.



Abb. 20: Blütenstand der Rispenhirse.

unbestimmbarem Getreide gefunden. Weizen bzw. Spelzweizen (wozu Einkorn, Emmer und Dinkel gehören) sind durch eine Spelze und eine Hüllspelzenbasis vertreten. Von Rispenhirse konnte ein Korn nachgewiesen werden. Letzteres stellt einen besonderen Fund dar, weil Rispenhirse – nach heutigem Forschungsstand – erst ab der Mittelbronzezeit in der Schweiz vereinzelt auftaucht.<sup>22</sup>

Unter den sicher gesammelten Wildpflanzen (vgl. Abb. 18) fanden sich elf Fragmente von Haselnusssschalen (*Corylus avellana*). Haselnusssträucher gedeihen im Wald und am Waldrand. An diesen Standorten kommen auch Dost (*Origanum vulgare*) und Fichte (*Picea abies*) vor. Blauer/Acker-Gauchheil (*Anagallis arvensis/foemina*) ist eine Ruderalpflanze, sie wächst im Acker, Garten und auf Schuttplätzen. Kuckucksnelke (*Silene flos-cuculi*) wächst in feuchten Wiesen, Mooren und Sümpfen. Es

19 Flora Europaea. Zohary/Hopf 2000.

20 Fundnummern 106183, 106187, 106188, 106190, 106191, 106195.

21 Jacomet/Kreuz 1999.

22 Jacomet et al. 1998. Jacomet/Brombacher 2009. Jacomet/Behre 2009.

ist sehr wahrscheinlich, dass beide Pflanzen in unmittelbarer Nähe des Fundorts gewachsen sind. Die übrigen Wildpflanzen konnten nicht genau bestimmt und somit keinem ökologischen Standort zugeteilt werden.

### 3.4 Fazit

Archäobotanisch untersuchte Fundstellen aus der Bronzezeit gibt es in der Schweiz immer noch wenige.<sup>23</sup> Deshalb ist jede Studie zur Vervollständigung der archäobotanischen Datengrundlage für die Bronzezeit wichtig. Die niedrige Funddichte des botanischen Materials der Fundstelle Spiez-Einigen, Holleeweg ist leider wenig aussagekräftig. Weil die Proben aus den Gräbern auffällig fundarm sind, dürften die verkohlten Samen/Früchte kaum Beigaben darstellen. Ihre Herkunft ist wahrscheinlich auf Aktivitäten in einer naheliegenden Siedlung zurückzuführen. Der Fund von Rispenhirse in einem Befund am Übergang zwischen Früh- und Mittelbronzezeit ist bemerkenswert. Es handelt sich jedoch um einen Einzelfund und somit sind neue Rückschlüsse über die Verbreitung der Hirse kaum möglich.

<sup>23</sup> Jacomet et al. 1998.

<sup>24</sup> Grüter 1971. Grüter 1980.

<sup>25</sup> Hafner/Suter 1998.

<sup>26</sup> Ein Gräberkatalog mit den detaillierten Untersuchungsergebnissen für alle Gräber der vier Fundorte befindet sich im Gemeindearchiv des ADB.

<sup>27</sup> Die Geschlechts- und Altersbestimmung wurde anhand der Kriterien von Acsádi/Nemeskéri 1970 und Ferembach et al. 1980 vorgenommen. Die Berechnung der Körperlöhnen Erwachsener erfolgte nach Breitinger 1937 für Männer beziehungsweise Bach 1965 für Frauen. Die Körperlöhnen der Kinder wurden nach Schmid/Künle 1958 bestimmt. Bei Grab 1970.2.1 von Spiez-Einigen wurde der mutmasslich dazugehörige verschwundene Schädel nicht berücksichtigt.

## 4. Anthropologische Befunde an den frühbronzezeitlichen Skeletten der Thunersee-region

Susi Ulrich-Bochsler und Christine Cooper

### 4.1 Übersicht über die Gräber und das Skelettmaterial

Die Untersuchung der frühbronzezeitlichen Skelette aus dem Thunerseeraum wurde durch die Neufunde von Spiez-Einigen, Holleeweg 2008 ausgelöst. Diese vier Gräber schliessen lokaltopographisch an eine Gräbergruppe an, die bereits im Jahre 1970 ausgegraben wurde. Es lag auf der Hand, im Zug der Bearbeitung von Spiez-Einigen auch die frühbronzezeitlichen Skelette des näheren Raumes in die Untersuchung einzuschliessen. Bei diesen handelt es sich um zwei Skelette, von denen eines 1978 in Hilterfingen, Im Äbnit und eines 1971 in Hilterfingen, Schlosspark Hünegg zutage trat.<sup>24</sup> Aus den Altgrabungen von Thun, Wiler 1920–1941 standen die noch erhaltenen Knochen von vier Individuen zur Verfügung.<sup>25</sup> Insgesamt konnten 13 Individuen aus vier Fundorten beurteilt werden. Von anderen frühbronzezeitlichen Gräbern der Region sind keine Skelettreste erhalten respektive auffindbar. Die Dokumentation der Gräber weist zeitbedingt grosse Unterschiede auf und ist, was die Skelette anbetrifft, vor allem bei Thun, Wiler höchst verwirrend. Hinzu kommt bei diesem Fundkomplex eine äusserst schlechte Knochenerhaltung. Entsprechend wenig ergiebig sind die anthropologischen Befunde. Die anschliessende Gesamtbeurteilung stützt sich daher in erster Linie auf die Fundstellen Spiez-Einigen und Hilterfingen.<sup>26</sup>

### 4.2 Befunde zu Alter und Geschlecht

Bei den vier Fundorten sind Erwachsene beiderlei Geschlechts wie auch Nichtadulte nachzuweisen (Abb. 21).<sup>27</sup> In Hilterfingen, Im Äbnit fand sich das Grab eines älteren Mannes, in Hilterfingen, Schlosspark Hünegg dasjenige einer 17- bis 19-jährigen Frau. Die Überreste

| Grab-Nr.                                       | NMBE-Nr. | Erhaltung | Geschlecht     | Alter | Altersstufe       | KH     | Pathologica/Besonderheiten  |
|--|----------|-----------|----------------|-------|-------------------|--------|---|
| <b>Hilterfingen, Im Aebnitz 1978</b>           |          |           |                |       |                   |        |   |
| –  | A 2275   | [S] + [P] | männlich       | 50–70 | matur II–senil    | [~168] | Extreme Abrasion, Schmelzhypoplasien. Spondylarthrose an BWS und LWS.   |
| <b>Hilterfingen, Schlosspark Hünenegg 1971</b> |          |           |                |       |                   |        |   |
| –  | A 1260   | [S] + [P] | weiblich       | 17–19 | juvenil           | –      | Schmelzhypoplasien, Karies, Zahnstein, beginnende Parodontitis. Nur geringe Abrasion.   |
| <b>Spiez-Einigen, Holleeweg, 1970, 2008</b>    |          |           |                |       |                   |        |   |
| 1970.1   | 1256     | [S] + [P] | indet.         | 9–10  | infans II         | 120    | –   |
| 1970.2.1                                       | 1257     | [P]       | männlich       | 35–45 | adult II–matur I  | 167,8  | Der Wirbelkörper von LW 5 ist stark asymmetrisch (rechts höher als links). Ursache unbekannt (Variation/Trauma?). Radii recht stark gekrümmmt.  |
| 1970.2.2                                       | 1258     | (S) + [P] | indet.         | 7–10  | infans II         | 120    | Für das Alter grossgewachsen. Variation I1 OK: «shovel shaped incisor». Insgesamt guter Gebisszustand.  |
| 2008.1   | 6487     | [S] + [P] | verm. weiblich | 25–40 | adult             | –      | Schmelzhypoplasien, Karies.   |
| 2008.2   | 6488     | (S) + (P) | weiblich       | 30–40 | adult II          | (162)  | Metopie. Mässige Abrasion und Parodontitis. Schmelzhypoplasien, Karies, periapikal Abszess (Zahn 17) mit Durchbruch in den Sinus. Tibia li: am proximalen Drittel medial periostale Reaktion: verdickt und strähnig-gefurchte Oberfläche. |
| 2008.3   | 6489     | [S]       | indet.         | 0,5–1 | infans I          | –      | –   |
| 2008.4   | 6490     | [S]       | indet.         | 1–1,5 | infans I          | –      | –   |
| <b>Thun, Wiler 1920–1941</b>                   |          |           |                |       |                   |        |   |
| 1–4?   | A 656    | [S]       | indet.         | 35–60 | adult II–matur II | –      | –   |
| 6  | A 657    | [S]       | indet.         | 30–60 | adult II–matur II | –      | –   |
| 7  | A 658    | [S] + [P] | indet.         | 12–14 | infans II         | 134    | Karies, Schmelzhypoplasien. Plattenartige Auflagerung an der rechten Ulna. Evtl. periostale Reaktion an der rechten Tibia (erhaltungsbedingt schwierig zu beurteilen). Variation beider I2 OK: «shovel shaped incisor».                   |
| 8  | A 659    | [S] + [P] | verm. weiblich | 40–70 | matur I–senil     | –      | Parodontitis am UK. HW 4 mit starker Degeneration (Stadium 3).  |

Abb. 21: Spiez-Einigen, Holleeweg. Individualdaten der Gräber der Thunerseegruppe.

der vier Bestattungen von Thun, Wiler waren drei über 30-jährigen Erwachsenen zuzuordnen, von denen eine vermutlich weiblich, die beiden anderen nicht bestimmbar sind. Das vierte Grab enthielt ein 12- bis 14-jähriges Kind unbestimmten Geschlechts.

Anders als die obigen Gräber gehören die Gräber von Spiez-Einigen lokaltopographisch zu einem Begräbnisplatz, so dass dessen Alters- und Geschlechteraufbau mehr interessiert. Die sieben Individuen der Fundjahre 1970 und 2008 setzen sich aus drei Erwachsenen (zwei Frauen, ein Mann) und vier Nichterwachsenen im Alter von halbjährig bis 10-jährig zusammen. Die Frage, ob es sich um Mitglieder einer oder mehrerer Familien handelt, wird im Zusammenhang mit den aDNA-Analysen behandelt (vgl. unten). Von Seiten

der Archäologie können die Gräber von 1970 und 2008 einer typologischen Phase (BzA2b/B1) zugeordnet werden.<sup>28</sup> Die drei Bestattungen von 1970 enthielten einen 35- bis 45-jährigen Mann und zwei geschlechtsunbestimmte Kinder im Alter von neun bis zehn und sieben bis zehn Jahren. Die Bestattungen von 2008 setzen sich aus zwei unter 40-jährigen Frauen und zwei Kleinkindern zusammen. In beiden Fällen handelt es sich um Säuglinge, der eine sechs bis zwölf Monate alt, der andere ein- bis anderthalbjährig. Zusammenfassend weisen die Befunde auf eine hohe Kindersterblichkeit hin. Von den erwachsen gewordenen Individuen erreichte keines ein hohes Alter. Allerdings wissen wir nicht, wie viele Bestattungen der Friedhof am Holleeweg ursprünglich enthielt.

28 vgl. Gubler 2010.



Abb. 22: Spiez-Einigen, Holleeweg. Grab 1970.2.1. Schädelansichten aus der Dokumentation von P. W. Morgenthaler (Archiv NHM BE).

### 4.3 Morphologische Befunde

Aufgrund der noch sehr dürftigen Datenbasis ist es schwierig, sich ein zuverlässiges Bild vom physischen Aussehen der bronzezeitlichen Menschen zu verschaffen. Nur wenige gut erhaltene Skelette aus Einzelgräbern bzw. kleinen Gruppen oder Nekropolen bilden die anthropologische Ausgangslage. Eingehende Untersuchungen liegen von Simon<sup>29</sup> für die Westschweiz vor. Diese zeigen, dass innerhalb der westschweizerischen frühbronzezeitlichen Menschen morphologisch zwei Gruppen umrissen werden können. Die eine umfasst Individuen mit breiten Gesichtern und Schädeln (tendenziall brachycran), die andere beinhaltet Menschen mit kleinerem und deutlich weniger hohem und weniger breitem Schädel (meso- bis leicht brachycran).

Die erste Gruppe unterscheidet sich gemäss Simon deutlich vom mittelneolithischen Typus, der sich durch einen mittelhohen und länglichen (dolichocranen) Schädel mit mittel-grossem Gesicht und einer mittelbreiten Nase auszeichnet. Gruppe 2 steht dem jungsteinzeitlichen Typus sehr nahe. Endneolithische, vorglockenbecherzeitliche Menschen scheinen zwischen dem mittelneolithischen dolichocranen und dem glockenbecherzeitlichen hohen und kurzen, brachycranen Typus zu stehen. Von diesem Erscheinungsbild sind die Vertreter der frühbronzezeitlichen Gruppe 2 nicht weit entfernt. Die angesprochene Entwicklung

hin zur brachycranen Form könnte auf Veränderungen in der Umwelt (Ernährung, Klima) oder auf soziale Faktoren zurückgehen, die am Ende des 3. Jahrtausends wirksam waren.

Der Übergangstyp verringert den Kontrast zwischen mittelneolithischem und glockenbecherzeitlichem Menschentyp. Letzterer galt bislang als neuer Menschenschlag, der aus Zentraleuropa stammte.<sup>30</sup> Für die Glockenbechermenschen sind der grosse, brachycranen Schädel mit flachem Hinterhaupt und eine auffallende Körperhöhe (Mittel der Männer 169 cm) charakteristisch. Insgesamt besteht bei den frühbronzezeitlichen Menschen eine grosse Formenvielfalt, die nach Simon<sup>31</sup> möglicherweise aus dem Vorhandensein zweier Elemente hervorgeht: einerseits einem starken im Neolithikum wurzelnden Substrat (zweite der oben genannten Gruppen), andererseits einem Zustrom von Glockenbecherelementen (erste Gruppe).

Für die Nord- und Ostschweiz gibt Kaufmann an,<sup>32</sup> dass die Schädel mehrheitlich mittelbreit oder breit und hoch bis mittelhoch waren. Bei den Gesichtern sollen einerseits archaisch anmutende Formen mit neandertalerartigem Stirnbau und derb-kräftigem Gesicht und andererseits eine Gruppe mit relativ niedrigem oder mittelhohem Gesicht, niedrig-breiten Augen und variablen Nasenformen feststellbar sein.<sup>33</sup>

Für die 2009 untersuchten frühbronzezeitlichen Skelettfunde aus dem Thunerseeraum können lediglich für drei Individuen Aussagen zur Schädelmorphologie gemacht werden. Es betrifft dies Grab 1970.2.1 und Grab 2008.2 von Spiez-Einigen sowie das Grab aus Hilterfingen, Im Äbnit. Die Daten für Grab 1970.2.1 müssen der früheren Dokumentation P. W. Morgenthals entnommen werden, da der mutmasslich zugehörige Schädel (Abb. 22) verschollen ist. Bei diesem handelt es sich um einen gut erhaltenen männlichen Schädel, der lang und mittelbreit ist und damit einen Längen-Breiten-Index an der Grenze von meso- zu dolichocran aufweist. Im Hinblick auf die Höhe liegt Metriocranie vor. Die Obergesichtshöhe ist mittelhoch, Obergesichtsindex und Nase sind nieder-breitförmig.

29 Simon 1998, 349.

30 Simon 1998.

31 Simon 1998.

32 Kaufmann 1998, 354.

33 Kaufmann 1998, 354.



Abb. 23: Spiez-Einigen,  
Holleeweg. Grab 2008.2.  
Schädelansichten.



Abb. 24: Hilterfingen, Im  
Äbnit. Schädelansichten  
von rechts, oben und hin-  
ten.

Dagegen ist der weibliche Schädel Grab 2008.2 (Abb. 23) als hochmesocran mit Tendenz zu Brachycranie anzusprechen und gehört demzufolge zu den breitförmigeren Typen. Die (nicht messbare) Höhe scheint mittelhoch bis hoch zu sein. Gleichfalls mittelhoch ist die Obergesichtshöhe. Die Nase von Grab 2008.2 ist schmalförmig (leptorrhin), die Augentrichter weisen eine hoch-kurze Form (hypsonch) auf. Die Unterkieferwinkelbreite ist breit.

Der männliche Schädel aus dem Grab von Hilterfingen, Im Äbnit (Abb. 24) ist ebenfalls dem breitförmigen Typus zuzuordnen, indem er einen hochmesocranen bis brachycranen Längen-Breiten-Index aufweist. Zudem zeigt die Hirnschädelform durch die übers Lambda hinaus steil abfallende Scheitelbeinkurve gewisse Affinitäten zum Glockenbechertypus. Zu den Gesichtsmerkmalen dieses Mannes sind keine Aussagen möglich.

Zusammenfassend spiegeln diese drei Individuen die von Simon<sup>34</sup> erwähnte Formenvielfalt wider und lassen sich in die morphologischen Hauptgruppierungen der frühbronzezeitlichen Menschen einordnen.

Was die Körperhöhe angeht, so ist ein Vergleich mit den westschweizerischen wie auch mit den nord- und ostschweizerischen Daten problematisch, weil vermutlich unterschiedliche Methoden zu ihrer Berechnung verwendet wurden. Die durchschnittliche Körperhöhe der in Collombey-Muraz, La Barmaz VS Bestatteten betrug für Männer 165 cm und für Frauen 153 cm.<sup>35</sup> Für die Nord- und Ostschweiz wird für die bronzezeitlichen (ohne nähere chronologische Eingrenzung) Männer eine durchschnittliche Körperhöhe von 168 cm angegeben, während die Frauen im Mittel 160 cm gross waren.<sup>36</sup> Vereinzelt werden in der Bronzezeit auch hochgewachsene Individuen (Männer bis 178 cm, Frauen bis 172 cm) angetroffen.<sup>37</sup> Allerdings sind weder die hierfür berücksichtigten Fundorte beziehungsweise Individuenzahlen noch die zur Berechnung verwendete Methode angeführt.

Die Frau aus Grab 2008.2 (Spiez-Einigen, Holleeweg) wies eine Körperhöhe von etwa 162 cm auf.<sup>38</sup> Der Mann aus Grab 1970.2.1 (Spiez-Einigen, Holleeweg) war rund 168 cm gross, derjenige von Hilterfingen, Im Äbnit besass eine ähnliche Körperhöhe.<sup>39</sup> Die drei

<sup>34</sup> Simon 1998, 349.

<sup>35</sup> Simon 1998, 348. Ohne Angabe zur Methode.

<sup>36</sup> Kaufmann 1998, 354.

<sup>37</sup> Kaufmann 1998, 354.

<sup>38</sup> Nach Bach 1965.

<sup>39</sup> Beide nach Breitinger 1937 berechnet.

Abb. 25: Spiez-Einigen, Holleeweg. Grab 1970.2.1. Mögliche Kompressionsfraktur des untersten Lendenwirbels.



Individuen der Thunerseeregion waren also eher gross gewachsen, zeigen aber im Vergleich zur übrigen Schweiz keine Auffälligkeit, sofern die methodischen Probleme der Vergleichswerte unberücksichtigt bleiben. Der Körperbau scheint bei allen untersuchten Individuen eher grazil. Allerdings mag der hohe Korrosionsgrad der Knochen diesen Eindruck etwas verfälschen.

Erwähnenswert ist schliesslich noch der Körperwuchs der beiden unter zehnjährigen Kinder aus der Grabung Spiez-Einigen, Holleeweg 1970. Beide weisen nämlich eine im Vergleich zum Zahnalter grosse Körperhöhe auf. Andere Wachstumsverhältnisse in dieser frühbronzezeitlichen Bevölkerung können diesen Befund zwar teilweise erklären. Davon abgesehen darf man aber davon ausgehen, dass diese Kinder von guten Lebensbedingungen insbesondere hinsichtlich der Ernährung profitierten.

#### 4.4 Paläopathologische Befunde

Bei der Diagnostizierung der pathologischen Veränderungen ist der meist ausgesprochendürftige Erhaltungszustand beinahe aller untersuchten Skelette zu berücksichtigen. Durch die häufig sehr unvollständige quantitative Erhaltung konnten viele Teile gar nicht beurteilt werden. Zudem könnten die starken Abbauvorgänge an den noch vorhandenen Knochen, speziell an den Knochenoberflächen, krankhafte Veränderungen zum Verschwinden gebracht haben. Die vorgelegten Befunde entsprechen demzufolge nur dem Mindestbefall an Knochenpathologica.

#### Verletzungen

Bei keinem der untersuchten Individuen wurden Hinweise auf einen gewaltsamen Tod gefunden. Auch Frakturen wurden nicht festgestellt. Einzig der unterste Lendenwirbel eines Individuums (Spiez-Einigen, Holleeweg Grab 1970.2.1) könnte traumatisch bedingte Veränderungen aufweisen, wobei andere Ursachen für die asymmetrische Form des Wirbelkörpers (Abb. 25) keinesfalls auszuschliessen sind.

Demgegenüber sind tödlich ausgegangene Verletzungen in der Frühbronzezeit der Westschweiz durchaus bekannt. So zeigt eine Frau aus Ecublens, En Vallaire VD drei Eindellungen am Schädel, die als wahrscheinlich tödlich angesprochen werden.<sup>40</sup> Für die Nord- und Ostschweiz werden zahlreiche, meist gut verheilte, Knochenbrüche erwähnt.<sup>41</sup> Weil Angaben zu den einbezogenen Fundorten beziehungsweise den betroffenen Individuen sowie Frequenzen fehlen, sind solche Pauschalangaben für Vergleiche weitgehend wertlos. Dasselbe gilt für die gleichenorts erwähnten «sehr vielen Hinweise auf einen gewaltsamen Tod», für die aber keine «wirklich eindeutigen Beweise» vorlägen. Die Frage eines gleichzeitigen Todes stellt sich auch für die Doppelbestattung von Spiez-Einigen, Holleeweg (Grab 1970.2), bei der ein Kind und ein Mann gegeneinander gerichtet im gleichen Grab beigesetzt worden sind. An den Knochen gibt es keine Hinweise auf einen gewaltsamen Tod der beiden. Auch ist die Gleichzeitigkeit ihrer Bestattung im Nachhinein kaum mehr belegbar.

#### Abnutzungsschäden

Gelenkschäden und Wirbelsäulenleiden werden in der Regel in einem Zusammenhang mit einem höheren Lebensalter, aber auch mit harter körperlicher Arbeit gesehen. Auch zu diesem Aspekt liefern die Thunerseegräber kaum relevante Aussagen. Lediglich beim Mann aus Hilterfingen, Im Äbnit sind deutliche degenerative Veränderungen an der Wirbelsäule zu beobachten (Abb. 26). Da es sich hier aber um ein betagtes Individuum handelt, sind Rückslüsse auf eine Übermässigkeit an körperlicher Belastung nicht angebracht. Dies trifft auch auf Grab 8 aus Thun, Wiler zu, bei dem

<sup>40</sup> Simon 1998, 350.

<sup>41</sup> Kaufmann 1998, 356–357.

der einzige erhaltene Halswirbel Spondylose und Spondylarthrose in starker Ausprägung sowie Osteochondrose zeigt.

Insgesamt sind nur bei vier erwachsenen Individuen beurteilbare Gelenke und/oder Wirbel vorhanden. Die übrigen zwei weisen keine krankhaften Veränderungen auf, was aber in erster Linie mit dem tiefen Sterbealter zu erklären ist.

### Stressindikatoren

Bestimmte Veränderungen an Knochen und Zähnen werden als Stresssymptome angesehen und geben somit Hinweise auf das Lebensumfeld der jeweiligen Menschen. Dazu zählen Cribra orbitalia, die sich als kleine Löcher variiert in der Ausprägung im Augenhöhlendach darstellen. Sie gelten als unspezifisches Merkmal für Anämien und andere Mangelkrankungen. Als Ursache kommen Ernährungsmängel wie Eisen-, speziell auch Vitaminmangel in Frage. Bei drei Individuen waren die Augenhöhlen beobachtbar, jedoch wies keines Cribra orbitalia auf.

Zahnschmelzhypoplasien sind linien- oder punktförmige Läsionen im Zahnschmelz. Sie bilden sich in der kindlichen Entwicklungszeit der Zahnkronen, also in der Kindheit, aus und bleiben dann zeitlebens sichtbar. Auch dieser Stressmarker ist unspezifisch, das mögliche Ursachenspektrum gross, teilweise auch noch umstritten und weiterhin Forschungsgegenstand. Im Wesentlichen sind diese Zahnschmelzdefekte Zeichen einer Mangelernährung oder aber einer Stoffwechselstörung. Neben Ernährungsstörungen, Vitamin-D-Mangel, Mangel an Kalzium respektive Proteinen, Stoffwechselerkrankungen, Erkrankungen des Magen-Darmtraktes werden insbesondere auch Fieber- und Infektionskrankheiten diskutiert. Sechs Gebisse konnten auf diese Veränderungen hin untersucht werden, wobei in zwei Fällen nur wenige Zähne vorlagen. Vier der fünf beurteilbaren Individuen (80 %), zwei Frauen aus Spiez-Einigen (Grab 2008.1 und 2008.2), der Mann aus Hilterfingen, Im Äbnit und die Jugendliche von Hilterfingen, Schlosspark Hünegg wiesen Hypoplasien auf (Abb. 27). Der Befall mit Schmelzhypoplasien scheint demzufolge



Abb. 26: Hilterfingen, Im Äbnit. Spondylarthrose.



Abb. 27: Spiez-Einigen, Holleeweg, Grab 2008.1. Schmelzhypoplasie.

recht hoch, erreicht er doch Werte, wie wir sie für Skelette der frühen Neuzeit kennen. Allerdings wurde für das frühbronzezeitliche Gräberfeld von Singen D ein noch höherer Befall festgestellt, indem dort alle zehn untersuchten Individuen Hypoplasien aufwiesen.<sup>42</sup>

Zu den Stressmarkern zählen im weitesten Sinn auch die periostalen Reaktionen. Sie äussern sich als Veränderungen der Knochenoberflächen und können von feinen porösen Auflagerungen bis hin zu furchigen Formationen variieren. Ebenso vielfältig sind die möglichen Ursachen zu denen Traumata, Durchblutungsstörungen, infektiöse Erkrankungen (Osteomyelitis, Syphilis, Tuberkulose), Stoffwechselstörungen (z.B. Vitaminmangelerkrankungen wie Skorbut, Rachitis) zählen.<sup>43</sup> Neun Individuen waren auf periostale Reaktionen hin untersuchbar, von denen sechs aber kaum beurteilbar waren. Entsprechende Veränderungen fanden sich an zwei Individuen. Bei der Frau aus Grab 2008.2 von Spiez-Einigen ist im oberen Drittel des linken Schienbeins medial eine deutliche Verdickung des Schafts mit strähnig gefurchter Oberfläche

42 Haidle 1997, 117–118.

43 Weston 2008, 48–59.

Abb. 28: Spiez-Einigen, Holleeweg. Grab 2008.2. Periostale Reaktion an der linken Tibia.



Abb. 29: Thun, Wiler. Grab 7. Auflagerungen an der rechten Ulna.



festzustellen (Abb. 28). Die Ursache der Veränderung ist nicht sicher zu entscheiden. An der Diaphyse der rechten Elle des Kindes aus Grab 7 von Thun, Wiler sind in der unteren Hälfte feinporöse, plattenartige Auflagerungen ausgebildet (Abb. 29). Auch die rechte Tibia zeigt möglicherweise eine periostale Reaktion, die aber wegen der Korrosionserscheinungen nicht genau erkennbar ist. In diesem Fall könnte es sich um die Folgen einer Mangelkrankung handeln.

<sup>44</sup> Bach 1978. Grupe 1989.  
Holtfreter 1989.

### Gesundheitszustand der Gebisse

Von sieben Individuen mit untersuchbaren, bleibenden Zähnen wiesen vier kariöse Defekte auf, meist jedoch in sehr geringer Ausprägung (Abb. 30). Insgesamt fanden sich unter den 121 Zähnen aller Individuen zehn mit Karies (Befall 8,2 %). Die einzelnen individuellen Befallsraten variieren zwischen 0 % und 25 %, wobei im Vergleich der vier Fundorte keine speziellen Auffälligkeiten auszumachen sind. Der Kariesbefall für Spiez-Einigen allein beläuft sich auf 7,1 %. Vergleichsdaten liegen von neolithischen Populationen aus Deutschland vor. Bei diesen wurden Befallsraten zwischen 6,9 % und 10,7 % festgestellt.<sup>44</sup> Unsere Werte bewegen sich damit unauffällig im Rahmen jener der Vergleichsgruppen.

Die Abrasion bei den Erwachsenen kann insgesamt als stark bezeichnet werden und ist schon bei Individuen der Altersstufe adult beträchtlich und im hohen Alter extrem (Abb. 31 und 32). Auch an den beurteilbaren Gebissen von Kindern kann an den Milchzähnen teils eine auffallend starke Abrasion festgestellt werden.

### Besonderheiten

In unserer Stichprobe frühbronzezeitlicher Skelette sind in zwei Fällen schaufelförmige Incisiven festzustellen (Spiez-Einigen, Holleeweg Grab 1970.2.2. und Thun, Wiler Grab 7). Die Datenbasis der epigenetischen Merkmale ist derart klein und lückenhaft, dass keinerlei Rückschlüsse auf Verwandtschaftsbeziehungen möglich sind. Erwähnenswert ist höchstens die Metopie (offene Stirnnaht) beim Frauenschädel aus Grab 2008.2 von Spiez-Einigen.

### 4.5 Gesamtbewertung

Die untersuchte Stichprobe frühbronzezeitlicher Gräber aus der Thunerseeregion umfasst 13 Individuen, darunter sechs Kinder und Jugendliche und sieben Erwachsene. Auch mit den neuen Funden aus Spiez-Einigen liegt nur eine kleine Stichprobe frühbronzezeitlicher Bestattungen aus dem Gebiet vor. Die anthropologische Datenbasis ist aufgrund des in quantitativer und qualitativer Hinsicht insgesamt schlechten Erhaltungszustands der Ske-

lette dürftig. Verallgemeinernde Aussagen sind damit kaum möglich. Besonders die äusserst spärlichen Skelettreste aus Thun, Wiler waren, auch aufgrund der verwirrenden Dokumentation, anthropologisch nicht ergiebig.

Die festgestellte Sterbealtersverteilung lässt eine hohe Kindersterblichkeit vermuten. Die Körperhöhen der untersuchten Individuen wirken im Vergleich mit anderen bronzezeitlichen Gruppen unauffällig, wobei die Gegenüberstellung aufgrund von möglichen methodischen Unterschieden bzw. fehlenden Angaben bei den Vergleichsgruppen stark eingeschränkt ist. Die morphologischen Merkmale der Schädel sind heterogen, lassen sich jedoch den Hauptgruppen frühbronzezeitlicher Menschen zuordnen.

Aufgrund des Erhaltungszustands und der geringen Stichprobengrösse lassen die paläopathologischen Befunde nur schlaglichtartige Aussagen zum Gesundheitszustand zu. Der festgestellte Kariesbefall entspricht dem anderer prähistorischer Gruppen. Die Abrasion ist erwartungsgemäss insgesamt stark. Der hohe Befall mit Schmelzhypoplasien sowie vereinzelt festgestellte periostale Reaktionen können Hinweise auf Mangelerkrankungen oder Stoffwechselstörungen geben, wobei für diese unspezifischen Stressmarker im Einzelfall keine genaue Eingrenzung der Ursache möglich ist. Cribra orbitalia wurde in keinem Fall festgestellt.

Die untersuchte Stichprobe fügt sich damit hinsichtlich der erhobenen Befunde unauffällig in eine Reihe von Vergleichsgruppen ein, soweit die lückenhafte Datenbasis eine solche Feststellung erlaubt.

#### 4.6 Dank

Domenic Rüttimann, Historische Anthropologie, Institut für Medizingeschichte der Universität Bern, danken wir für die Mitarbeit bei der *in situ* Dokumentation. Dr. Marc Nussbaumer vom Naturhistorischen Museum Bern hat uns freundlicherweise die Archivunterlagen zu den Altfunden hervorgesucht und uns Kopien überlassen.



Abb. 30: Thun, Wiler, Grab 7.  
Deutliche kariöse Läsionen  
der Molaren.

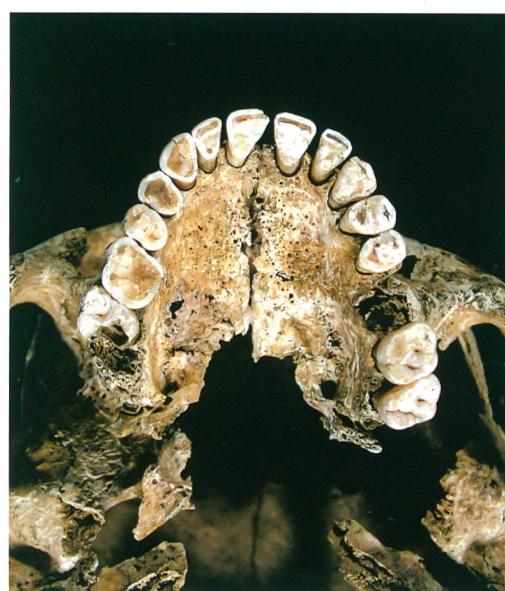


Abb. 31: Spiez-Einigen, Hollee-  
weg. Grab 2008.2. Abrasion.



Abb. 32: Hilterfingen, Im  
Äbnit. Extreme Abrasion  
der Zähne.

## 5. Molekulargenetische Analyse an Individuen der Grabungen 1970 und 2008

Michaela Harbeck

## 5.1 Fragestellung und Studiendesign

Ziel der molekurgenetischen Analyse an den skeletalen Überresten von sechs Individuen war die Überprüfung einer möglichen genetischen Verwandtschaft. Die Methode der Wahl ist in solchen Fällen die Analyse der DNA. In diesem langen Kettenmolekül ist in der Abfolge (Sequenz) von vier verschiedenen Bausteinen, den paarig vorliegenden Basen Adenin (A), Guanin (G), Thymin (T) und Cytosin (C), die Erbinformation gespeichert. Der Grossteil der DNA liegt als chromosomal DNA im Zellkern vor. Allerdings besitzt ein anderes Zellorganell, das Mitochondrium, ein eigenes DNA-Molekül, die so genannte mitochondriale DNA (mtDNA). Im Gegensatz zur chromosomal DNA wird diese ausschliesslich mütterlich vererbt und besteht aus nur 16569 Basenpaaren, die nach ihrer Position mit den Zahlen 1 bis 16569 bezeichnet werden.

In einem Abschnitt der mtDNA-Sequenz, der hypervariablen Region I (HVR I) fanden gehäuft Mutationseignisse statt, die Unterschiede in der Basenabfolge bedingen. Dementsprechend variiert hier die mtDNA zwischen unterschiedlichen mütterlichen Vererbungslinien am stärksten (Haplotypen, vgl. Abb. 33). Weiterhin liegt die mtDNA im Gegensatz zur

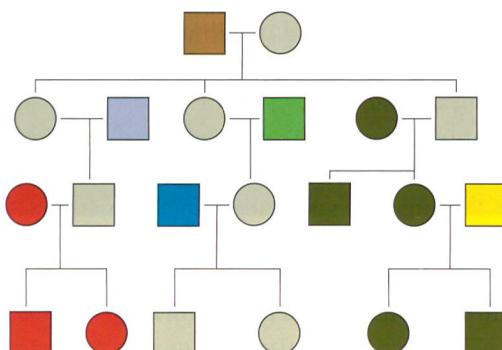


Abb. 33: Spiez-Einigen, Holleeweg. Darstellung der mütterlichen Vererbung der mitochondrialen DNA. Quadrate repräsentieren Männer, Kreise Frauen. Jeder einzigartige DNA-Haplotyp wird durch verschiedene Muster repräsentiert.

chromosomalen DNA in hunderten Kopien pro Zelle vor. Daher ist ihre Erhaltungswahrscheinlichkeit in archäologischem Knochenmaterial im Vergleich zur Zellkern-DNA erhöht. Sie bietet damit einen guten Ansatzpunkt der Analyse von alter DNA (aDNA).

Um aber auch die väterliche Abstammungs- linie zu detektieren oder Eltern-Kind-Ver- wandtschaften der Individuen aufdecken zu können, ist eine Untersuchung der chromosomal DNA, die sich aus mütterlichem und väterlichem Erbgut zusammensetzt, nötig. Mittels der Analyse eines Abschnittes des chromosomal Amelogenin-Genortes kann das Geschlecht molekulargenetisch bestimmt werden.

## 5.2 Material und Methoden

Es standen fünf Zahnproben und eine Knochenprobe von Individuen aus unterschiedlichen Grablegungen zur Verfügung (Abb. 34). Die Analysen wurden in speziell für aDNA-Untersuchungen ausgestatteten Räumen durchgeführt und die üblichen Vorkehrungen zur Kontaminationsvermeidung getroffen. Des Weiteren wurden bei jeder Analyse Negativkontrollen mitgeführt, um Kontaminationen auszuschliessen. Um eventuell anhaftende oberflächliche Kontaminationen zu entfernen wurde die oberste Schicht des Knochenstücks abgetragen und alle Proben wurden vor der Zerkleinerung äusserlich mit Natriumhypochlorit behandelt und UV-bestrahlt. Neben dem bei aDNA-Analysen ständig vorhandenen Kontaminationsrisiko sind auch Schädigungen der Sequenz durch Degradation der Basen zu erwarten. Dies macht eine mehrfache Wiederholung der Analysen notwendig, um falsche positive Ergebnisse auszuschliessen. Die DNA jeder Probe wurde jeweils zweimal unabhängig voneinander mittels eines modifizierten Protokolls nach Yang et al. 1998 extrahiert (Extrakt I und II). Da die Menge der DNA in altem Knochenmaterial meist sehr gering ist, wird anschliessend die Polymerasekettenreaktion (PCR) eingesetzt, die in der Lage ist, gezielt ausgesuchte DNA-Sequenzen zu vervielfältigen (amplifizieren). Diese Zielsequenzen müssen relativ kurz sein, da alte DNA häufig fragmentiert vorliegt.

| Probe | Bezeichnung  | Extraktion | PCR | Fragment 1A |              | Fragment 1B |              | Fragment 2A |              | Fragment 2B |              |
|-------|--|------------|-----|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|       |  |            |     | Sequenz vor | Sequenz rück |
| SE1   | Spiez-Einigen, Holleeweg<br>Grab 1970.2.2 (A1258)<br>2 Molar                       | I          | 1   | nein        | nein         | nein        | nein         | ja          | teilweise    | nein        | nein         |
|       |  |            | 2   | nein        | nein         | ja          | ja           | nein        | nein         | –           | ja           |
|       |  |            | 3   | ja          | nein         | ja          | nein         | –           | –            | –           | –            |
| SE2   | Spiez-Einigen, Holleeweg<br>Grab 2008.1<br>2 Molar, Unterkiefer links              | II         | 1   | nein        | nein         | nein        | gut          | ja          | nein         | nein        | nein         |
|       |  |            | 2   | nein        | nein         | ja          | nein         | nein        | nein         | ja          | nein         |
|       |  |            | 1   | nein        | ja           | ja          | nein         | ja          | ja           | ja          | ja           |
| SE3   | Spiez-Einigen, Holleeweg<br>Grab 1970.1 (A1256)<br>1 Molar, Unterkiefer links      | I          | 1   | nein        | nein         | ja          | nein         | ja          | teilweise    | nein        | nein         |
|       |  |            | 2   | ja          | nein         | nein        | gut          | nein        | nein         | nein        | nein         |
|       |  |            | 1   | nein        | nein         | nein        | nein         | ja          | ja           | nein        | nein         |
| SE4   | Spiez-Einigen, Holleeweg<br>Grab 2008.2<br>3 Molar                                 | I          | 1   | ja          | nein         | ja          | nein         | ja          | ja           | Ja          | Ja           |
|       |  |            | 2   | nein        | nein         | ja          | nein         | nein        | nein         | Ja          | nein         |
|       |  |            | 1   | nein        | ja           | ja          | ja           | ja          | nein         | nein        | nein         |
| SE5   | Spiez-Einigen, Holleeweg<br>Grab 2008.4<br>1 Molar, Oberkiefer<br>links und rechts | I          | 1   | nein        | nein         | ja          | ja           | ja          | ja           | nein        | nein         |
|       |  |            | 2   | ja          | nein         | nein        | nein         | nein        | nein         | nein        | ja           |
|       |  |            | 3   | ja          | nein         | –           | –            | –           | –            | –           | –            |
| SE6   | Spiez-Einigen, Holleeweg<br>Grab 1970.2.1 (A1257)<br>Femur                         | II         | 1   | teilweise   | nein         | nein        | teilweise    | ja          | nein         | nein        | nein         |
|       |  |            | 2   | teilweise   | nein         | nein        | nein         | nein        | nein         | teilweise   | ja           |
|       |  |            | 1   | nein        | nein         | nein        | nein         | ja          | ja           | nein        | nein         |
|       |  |            | 2   | nein        | nein         | nein        | nein         | –           | –            | nein        | nein         |

Abb. 34: Spiez-Einigen, Holleeweg. Durchgeführte Analysen und Erfolg der jeweiligen Sequenzierreaktionen.

Von der 342 Basenpaar umfassenden HVR I-Region wurden daher vier, sich überlappende, kürzere Fragmente amplifiziert (Abb. 35). Alle vier Fragmente wurden mindestens zweimal pro Probe vom Extrakt I amplifiziert und jeweils einmal pro Probe vom Extrakt II, so dass sich drei Amplifikate aller vier Fragmente pro Individuum ergeben (vgl. Abb. 34).<sup>45</sup> Von den erhaltenen Fragmenten wurde jeweils die DNA-Sequenz festgestellt (jeweils einmal vorwärts und einmal rückwärts gelesen), um Hinweise auf eventuell unterschiedliche mütterliche Vererbungslinien zu erhalten.<sup>46</sup> Die jeweils gefundenen Mutationen werden standardgemäß im Vergleich zur revidierten Cambridge-Reference-Sequenz (rCRS, Genebank Nr.: NC\_012920) angegeben. Zur Feststellung des Geschlechts wurde das chromosomal Amelogenin-System analysiert. Dazu wurde pro DNA-Extrakt jeweils eine PCR durchgeführt.<sup>47</sup> Da für diese Analyse nur sehr kurze DNA-Abschnitte (nicht über 112 Basenpaar lang) nötig sind, eignet sie sich ebenfalls gut als Vortest für den generellen Erhalt von DNA.

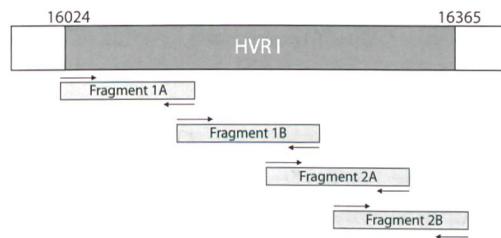


Abb. 35: Spiez-Einigen, Holleeweg. Darstellung der Vervielfältigungsstrategie der HVR I-Region der mitochondrialen DNA. Jedes entstandene Fragment wurde sowohl vorwärts als auch rückwärts sequenziert (Pfeile).

## 5.3 Ergebnisse

### Erhaltungsgrad der DNA

Es gelang mitochondriale DNA-Fragmente der HVR I von fünf Individuen zu erhalten (vgl. Abb. 34). Von dem Individuum aus Grab 1970.2.1 konnten nur vereinzelt degradierte Sequenzbruchstücke erhalten werden, die für eine Interpretation nicht ausreichend waren. Bei der Probe handelte es sich um das einzige Knochenstück aus der Stichprobe, was auch die Erklärung für den schlechteren Erhaltungsgrad der DNA sein könnte: Knochen ist im Gegensatz zu Zähnen, die durch Kiefer und harten Zahnschmelz geschützt sind, ein offeneres System, das anfälliger für die Degradation von Biomolekülen ist.

45 Details zu den verwendeten Primerpaaren entnehme man Gabriel et al. 2001, zu verwendeten PCR-Ansätzen Dissing et al. 2007.

46 Aufreinigung mittels NucleoSpin® Extract II – Kits (Machery and Nagel), Sequenzierreaktion mittels BigDye® Sequencing Kit v. 3.1 (Applied Biosystems). Die Auftrennung erfolgte durch den Sequencing Service des Departments Biologie der Ludwig-Maximilians-Universität, München.

47 PCR-Details und Angaben zur Auftrennung der Amplifikate mittels Silbergelektrophorese entnehme man Wiechmann/Grupe 2005.

Auch der Erhaltungsgrad der DNA aus den fünf Zahnproben ist als ungenügend einzuschätzen. So ist es zu erklären, dass die Sequenzierergebnisse in vielen Fällen (vgl. Abb. 34) nicht reproduzierbar waren und daher die Interpretation teilweise auf nur einem erfolgreichen Nachweis des entsprechenden Fragments beruht (vgl. Spalte Nachweis in Abb. 36). Demzufolge sind die davon abgeleiteten Interpretationen nur eingeschränkt aussagekräftig.

Unglücklicherweise ist bei keiner Probe die Amplifikation des chromosomalen Amelogenin-Systems gelungen, so dass eine molekulargenetische Geschlechtsbestimmung nicht möglich war. Weiterhin zeigt dieses Ergebnis, dass keine analysierbare chromosomale DNA aus den Proben gewonnen werden konnte. Daraus wurde auf weitere Analysen in dieser Richtung verzichtet.

Keine der erhaltenen mtDNA-Sequenzen entsprach der der Bearbeiterin. Des Weiteren blieben alle Extraktions- und PCR-Kontrollen negativ, so dass Kontaminationen mit moderner DNA im Labor ausgeschlossen werden können. Eine Kontamination der Proben mit moderner DNA vor dem Zeitpunkt der Untersuchung (z.B. durch die Ausgräber) ist zwar grundsätzlich möglich, die Authentizität der Ergebnisse erscheint aber aufgrund der Dekontaminationsmaßnahmen, der negativen Befunde zu Knochenprobe und chromosomaler DNA sehr wahrscheinlich.

### Verwandtschaftsverhältnisse

Die mitochondriale DNA aller fünf analysierten Individuen zeigt Abweichungen zur

revidierten Cambridge Referenz-Sequenz. In Abb. 36 sind die Häufigkeiten der gefundenen Mutationen in der heutigen Bevölkerung angegeben. Diese können allerdings nur als Näherungswerte für die untersuchte historische Bevölkerung gelten, da hier eine völlig andere Verteilung vorgelegen haben kann.

Die Kinder aus Grab 1970.2.2 und Grab 1970.1 weisen den gleichen mitochondrialen Haplotyp mit einer Mutation an Position 16244 auf. Dementsprechend ist eine Verwandtschaft der beiden Individuen über die mütterliche Linie denkbar. Es könnte sich sogar um Geschwister handeln. Eine zufällige Übereinstimmung ist allerdings nicht vollständig auszuschliessen, aber unwahrscheinlich: Der Haplotyp kommt in der heutigen Bevölkerung in durchschnittlich zwei von 1000 analysierten Fällen vor.

Die analysierten Individuen aus den Gräbern 2008.1, 2008.2 und 2008.4 weisen jeweils unterschiedliche Haplotypen auf, die sich an mindestens zwei Positionen voneinander unterscheiden. So ist mit Sicherheit festzustellen, dass diese Individuen mütterlicherseits nicht miteinander verwandt waren.

Also kann das Kinderskelett in Grab 2008.4 kein direkter Nachkomme der als weiblich einzuschätzenden Individuen (vgl. Ulrich/Cooper oben) aus den Gräbern 2008.1 und 2008.2 sein. Ebenso ist eine Verwandtschaft dieser drei Individuen über die mütterliche Linie mit den beiden Kindern aus den Gräbern 1970.2.2 und 1970.1 auszuschliessen. Es bleibt aber zu bedenken, dass eine Verwandtschaft über die väterliche Linie vorliegen kann.

| Probe Bezeichnung         | Sequenziert Abschnitt                       | gefundene Abweichung von der rCRS                    | Nachweis | Häufigkeit in rezenter Bevölkerung                  |
|---------------------------|---|--|----------|---|
| SE1 Grab 1970.2.2 (A1258) | 16088–16353                                 | 16224 Substitution T > C                             | 1×       | ca. 2 Fälle in 1000 analysierten Fällen             |
| SE2 Grab 2008.1           | 16112–16411                                 | 16294 Insertion G                                    | 2×       | nicht beschrieben                                   |
| SE3 Grab 1970.1 (A1256)   | 16096–16322                                 | 16224 Substitution T > C                             | 2×       | ca. 2 Fälle in 1000 analysierten Fällen             |
| SE4 Grab 2008.2           | 16160–16410                                 | 16319 Substitution G > A                             | 2×       | ca. 3 Fälle in 1000 analysierten Fällen             |
| SE5 Grab 2008.4           | 16031–16356                                 | 16069 Substitution C > T<br>16126 Substitution T > C | 1×       | Degradationsartefakt<br>ca. 1 Fall in 10 000 Fällen |
| SE6 Grab 1970.2.1 (A1257) | keine interpretierbaren Sequenzen erhaltbar |  | 1×       |   |

Abb. 36: Spiez-Einigen, Holleeweg. Ergebnisse der Analyse der hypervariablen Region I der mitochondrialen DNA. Es werden die Abweichungen zur revidierten Cambridge Referenz Sequenz (rCRS) angegeben. Die Häufigkeiten wurden folgender Datenbank entnommen: European DNA Profiling Group mitochondrial DNA population database project (<http://www.empop.org>).

## 6. Strontiumisotopenanalyse ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) an Zähnen aus Gräbern von Spiez-Einigen und Hilterfingen

Mike Schweissing

### 6.1 Einleitung

Die Archäometrie erlaubt den Zugriff auf Skelettfunde in ihrer Funktion als «biologische Datenbanken» zur prähistorischen und historischen Forschung. Die an das Material gestellten Fragen beziehen sich unter anderem auf die Umstände von Bevölkerungsmischungen und Fragen zur Herkunft einzelner Individuen. Ortswechsel von Individuen oder Gruppen initiieren nicht selten einen Transfer von Kultur und Technologie. Dieser Transfer kann Veränderungen in den Lebensgewohnheiten von einzelnen Individuen oder sogar Populationen bewirken und dadurch wiederum den Einfluss auf die Umwelt verändern, und sogar das gesamte soziale Gefüge betreffen. Die Untersuchung prähistorischer und historischer menschlicher Populationen wirft Fragen zur Bevölkerungsdynamik sowie den Anteil von ortsfremden Individuen oder deren Herkunft auf.<sup>48</sup>

Mit Hilfe der Strontiumisotopenanalyse können Skelettfunde untersucht werden, um einen «isotopisch» anderen Herkunftsraum zu erkennen. Der Zahnschmelz dient hier als Datenbank der ersten drei Lebensjahre eines Individuums. Unterscheidet sich das Verhältnis von  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  im Zahn von dem des Bestattungsortes, muss von einer anderen Geburtsregion ausgegangen werden. Strontium wird bei Mensch und Tier regelmässig über die Nahrung und das Trinkwasser aufgenommen und, da es keine biologische Relevanz besitzt, im Mineral von Knochen und Zähnen eingelagert, wo es aufgrund seiner ähnlichen Grösse Kalzium ersetzt. So sollte das im Knochen und Zahnschmelz eingelagerte Strontium in seiner Isotopenzusammensetzung jener der Nahrung und somit auch des anstehenden Bodens ent-

sprechen. Strontiumisotope geben also eigentlich die durchschnittliche «Nahrungskunst» an.<sup>49</sup>

Weist eine Probe ein signifikant unterschiedliches  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnis zum Sediment auf, so kann das dazugehörige Individuum als primär gebietsfremd ausgewiesen werden, denn eine Kontamination kann nur mit dem umgebenden Sediment stattfinden. Die Herkunftsregion von als ortsfremd identifizierten Individuen ist aber nicht eindeutig festzulegen, da ein  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnis auf mehrere Regionen zutreffen kann. Um letztendlich die plausibelste Herkunftsregion zu ermitteln, spielt die Interpretation von archäologischen Hinweisen, neben der geologischen Einschränkung von Herkunftsregionen, eine wesentliche Rolle. Zur hinreichend sicheren Interpretation mittels Strontiumisotopenanalyse muss der «Lebensraum», jenes Gebiet aus welchem die Nahrung stammt, hinreichend gross und geologisch einheitlich sein, um es von potentiellen Zuwanderungsgebieten unterscheiden zu können.

Der Vorteil dieser Methode liegt vor allem in der Unabhängigkeit von archäologischen Funden, da die Daten aus biologischem Material gewonnen werden und somit das Individuum selbst als ortsfremd oder nicht ausweisen.

### 6.2 Ergebnisse

Die zwei untersuchten Individuen aus Spiez-Einigen (Grab 2008.1 und 2008.2) weisen deutlich unterschiedliche Sr-Isotopensignaturen ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) auf. Das Individuum aus Grab 2008.1 zeigt ein Isotopenverhältnis von 0,708747, das aus Grab 2008.2 einen Wert von 0,710607. Die Bodenprobe hatte einen Wert von 0,70893. Es ist zu vermuten, dass es sich bei der Bestatteten aus Grab 2008.2 um ein nicht lokales Individuum handelt, welches zumindest die frühe Kindheit in einer geologisch abweichenden Gegend verbracht hat.

Ein ähnliches Bild ergibt sich für die Individuen aus Hilterfingen. Die Person aus dem Grab Hilterfingen, Schlosspark Hünegg weist ein Isotopenverhältnis von  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  von

<sup>48</sup> Schweissing 2004.

<sup>49</sup> Bentley et al. 2004. Hoppe et al. 2003.

0,709009 auf, die Person aus dem Grab Hilterfingen, Im Äbnit eines von 0,710791. Auch hier ist bei einem Individuum (Hilterfingen, Im Äbnit) der Isotopenwert deutlich unterschiedlich zu dem andern. Da es sich um in den 1970er Jahren ausgegrabene Bestattungen handelt, lagen leider keine Bodenproben vor, die als Anhaltspunkt für lokale Werte hätten dienen können.

Die beiden Fundorte liegen geologisch gesehen in den südlichsten Ausläufern des Molassebeckens des Schweizer Mittellandes. Strontiumisotopenwerte ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) im Bereich von 0,708 bis 0,709 sind für diese geologische Situation typisch. Die Interpretation, dass das Individuum 2008.2 aus Spiez-Einigen und das Individuum aus Hilterfingen, Im Äbnit nicht lokal sind, könnte so geologisch

begründet werden. Die gemessenen Werte von  $>0,71$  weisen auf ältere Gesteine hin, welche zum Teil in den Berner Alpen zu finden sind, vor allem in solchen Gegenden wo das kristalline Grundgebirge nicht vom Kalkmantel überdeckt ist. Beispielsweise ist im Bereich des Jungfraumassivs der Kalkmantel deutlich mit dem Kristallin durchsetzt. Dies wäre ein möglicher Herkunftsgebiet der nicht-lokalen Individuen. Allerdings ist anzumerken, dass allein die geologischen Verhältnisse nicht zwingend Auskunft über das bioverfügbare Strontium geben, aus welchem sich die Werte in den Hartgeweben der untersuchten Individuen ergeben. Eine Bodenprobe zeigt immer nur einen sehr begrenzt lokalen Wert an, während im Zahnschmelz eine Mischung bzw. ein «Nahrungseinzugsgebiet» abgebildet wird.

## 7. Literatur

### *Acsádi/Nemeskéri 1970*

György Acsádi und János Nemeskéri, History of Human Life Span and Mortality. Budapest 1970.

### *Anderberg 1994*

Anna-Lena Anderberg, Atlas of Seeds. Part 4 Resedaceae-Umbelliferae. Stockholm 1994.

### *Bach 1978*

Adelheid Bach, Neolithische Populationen im Mittelälbe-Saale-Gebiet. Zur Anthropologie des Neolithikums unter besonderer Berücksichtigung der Bandkeramiker. Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte 1. Weimar 1978.

### *Bach 1965*

Herbert Bach, Zur Berechnung der Körperhöhe aus den langen Gliedmassenknochen weiblicher Skelette. Anthropologischer Anzeiger 29, 1965, 12–21.

### *Beijerinck 1947*

Willem Beijerinck, Zadenatlas der niederländische flora. Wageningen 1947.

### *Bentley et al. 2004*

R. Alexander Bentley, T. Douglas Price und Elisabeth Stephan, Determining the local  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  range of archaeological skeletons: a case study from Neolithic Europe. Journal of Archaeological Science 31, 2004, 265–375.

### *Berggren 1969*

Greta Berggren, Atlas of Seeds. Part 2 Cyperaceae. Stockholm 1969.

### *Berggren 1981*

Greta Berggren, Atlas of Seeds. Part 3 Salicaceae-Cruciferae. Stockholm 1981.

### *Breitinger 1937*

E. Breitinger, Zur Berechnung der Körperhöhe aus den langen Gliedmassenknochen. Anthropologischer Anzeiger 14, 1937, 249–274.

### *Comis 2003*

Sandra Comis, Prehistoric garments from the Netherlands. In: Lise Bender Jørgensen, Johanna Banck-Burgess und Antoinette Rast-Eicher: Textilien aus Archäologie und Geschichte. Festschrift für Klaus Tidow. Neumünster 2003, 193–204.

### *David-Elbiali 2000*

Mireille David-Elbiali, La Suisse occidentale au II<sup>e</sup> millénaire av. J.-C. Chronologie, culture, intégration européenne. Cahiers d'archéologie romande 80. Lausanne 2000.

### *David-Elbiali/Hafner im Druck*

Mireille David-Elbiali und Albert Hafner, Gräber, Horte und Pfahlbauten zwischen Jura und Alpen, die Entwicklung von elitären sozialen Strukturen in der Frühen Bronzezeit der Westschweiz. In: Harald. Meller (Hrsg.): Der Griff nach den Sternen und die Sternenscheibe von Nebra (Internationale Tagung Halle/Saale 16.–21.2.2005). Schriften des Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt. Halle/Saale im Druck.

### *Dissing et al. 2007*

Jørgen Dissing, Jonas Binladen, Anders Hansen, Birgitte Sejrse, Eske Willerslev und Niels Lynnerup, The last Viking King: A royal maternity case solved by ancient DNA analysis. Forensic Science International 166, 2007, 21–27.

### *Ferembach et al. 1980*

Denise Ferembach, Ilse Schwidetzky und Milan Stloukal, Recommendations for age and sex diagnosis of skeletons. Journal of Human Evolution 9, 1980, 517–549.

### *Flora Europaea*

Flora Europaea. Band 1–5. Cambridge.

### *Frölich et al. 1929*

Gustav Frölich, Walter Spöttel und Ernst Tänzer, Wollkunde. Technologie der Textilfasern VIII, 1. Teil. Berlin 1929.

### *Gabriel et al. 2001*

Matthew N. Gabriel, Edwin F. Huffine, John H. Ryan, Mitchell M. Holland und Thomas J. Parsons, Improved mtDNA sequence analysis of forensic remains using a «mini-primer set» amplification strategy. Journal of Forensic Science 46, 2001, 247–253.

### *Grupe 1989*

Gisela Grupe, Die Skelettreste aus dem neolithischen Kollektivgrab von Odagsen, Ldkr. Northeim. In: Herbert Bach und Adelheid Bach (Hrsg.), Paläoanthropologie im Mittelälbe-Saale-Werra-Gebiet. Weimar 1989, 80–93.

### *Grütter 1971*

Hans Grütter, Hilterfingen-Hünegg: Grab einer jungen Frau aus der frühen Bronzezeit. Historisches Museum Schloss Thun, 1971, 24–30.

### *Grütter 1980*

Hans Grütter 1980: Neue Grabfunde der frühen Bronzezeit aus dem Thunerseegebiet. Archäologie der Schweiz 3/2, 1980, 82–88.

### *Gubler 2010*

Regula Gubler, Spiez-Einigen, Holleweg 3. Gräber am Übergang zwischen Früh- und Mittelbronzezeit. Archäologie Bern/Archéologie bernoise. Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern/Annuaire du Service archéologique du canton de Berne 2010, 147–173.

### *Hafner 2008*

Albert Hafner, Frühbronzezeitliche Funde von Spiez-Faulensee, Glumme, St. Columban und Burg. Archäologie Bern/Archéologie bernoise. Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern/Annuaire du Service archéologique du canton de Berne, 2008, 117–124.

### *Hafner/Suter 1998*

Albert Hafner und Peter J. Suter, Die frühbronzezeitlichen Gräber des Berner Oberlandes. In: Barbara Fritsch, Margot Maute, Irenäus Matuschik, Johannes Müller und Claus Wolf (Hrsg.), Tradition und Innovation. Prähistorische Archäologie als historische Wissenschaft. Festschrift für Christian Strahm. Internationale Archäologie. Studia honoraria 3. Rahden 1998, 385–416.

### *Haidle 1997*

Miriam Noël Haidle, Mangel - Krisen - Hungersnöte. Ernährungszustände in Süddeutschland und der Nordschweiz vom Neolithikum bis ins 19. Jahrhundert. Urgeschichtliche Materialhefte 11. Tübingen 1997.

### *Hald 1980*

M. Hald, Ancient Danish textiles from bogs and burials. Copenhagen 1980.

### *Holtfreter 1989*

Jürgen Holtfreter, Zur Anthropologie der Aunjetitzer des Mittelälbe-Saale-Gebietes. In: Herbert Bach und Adelheid Bach (Hrsg.), Paläoanthropologie im Mittelälbe-Saale-Werra-Gebiet. Weimar 1989, 105–132.

### *Hoppe et al. 2003*

Kathryn A. Hoppe, Paul L. Koch und Tracy T. Furutany, Assessing the preservation of biogenic strontium in fossil bones and tooth enamel. International Journal of Osteoarchaeology 13, 2003, 20–28.

### *Jacomet/Behre 2009*

Stefanie Jacomet und Karl-Ernst Behre, Der mittelbronzezeitliche Getreidefund. In: Adrian N. Lanzrein, Die befestigte Höhensiedlung Toos-Waldi von der Frühbronzezeit bis in die Spätantike. Archäologie im Thurgau 15. Frauenfeld 2009, 71–79.

*Jacomet/Brombacher 2009*

Stefanie Jacomet und Christoph Brombacher, Geschichte der Flora in der Regio Basilensis seit 7500 Jahren: Ergebnisse von Untersuchungen pflanzlicher Makroreste aus archäologischen Ausgrabungen. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaften beider Basel 11, 2009, 28–106.

*Jacomet/Kreuz 1999*

Stefanie Jacomet und Angela Kreuz, Archäobotanik: Aufgaben, Methoden und Ergebnisse vegetations- und agrargeschichtlicher Forschung. Stuttgart 1999.

*Jacomet et al. 1998*

Stefanie Jacomet, Anne-Marie Rachoud-Schneider und Heinrich Zoller, Vegetationsentwicklung, Vegetationsveränderung durch menschlichen Einfluss, Ackerbau und Sammelwirtschaft. Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum frühen Mittelalter, Bd. 3 Bronzezeit (SPM III). Basel 1998, 141–170.

*Kaufmann 1998*

Bruno Kaufmann, Bronzezeitliche Menschen der Nord- und Ostschweiz. Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum frühen Mittelalter, Bd. 3 Bronzezeit (SPM III). Basel 1998, 354–357.

*Mannering/Gleba in Vorbereitung*

Ulla Mannering und Margareta Gleba, Designed for Life and Death. Nationalmuseet. Kopenhagen in Vorbereitung.

*Rast-Eicher 2008*

Antoinette Rast-Eicher, Textilien, Wolle, Schafe der Eisenzeit in der Schweiz. Antiqua 44. Basel 2008.

*Schmid/Künle 1958*

F. Schmid und A. Künle, Das Längenwachstum der langen Röhrenknochen in Bezug auf Körperlänge und Lebensalter. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der Nuklearmedizin 89, 1958, 350–356.

*Schoch et al. 1988*

Werner H. Schoch, Barbara Pawlik und Fritz H. Schweingruber, Botanische Makroreste. Ein Atlas zur Bestimmung häufig gefundener und ökologisch wichtiger Pflanzensamen. Bern 1988.

*Schweissing 2004*

Mike Schweissing, Strontium-Isotopenanalyse ( $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ ): eine archäometrische Applikation zur Klärung anthropologischer Fragestellungen in Bezug auf Migration und Handel. Münchner Geologische Hefte Reihe A, Heft 31.

*Simon 1998*

Christian Simon, Westschweiz. Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum frühen Mittelalter, Bd. 3 Bronzezeit (SPM III). Basel 1998, 347–354.

*Weston 2008*

Darlene A. Weston, Investigating the specificity of periosteal reactions in pathology museum specimens. American Journal of Physical Anthropology 137/1, 2008, 48–59.

*Wiechmann/Grupe 2005*

Ingrid Wiechmann und Gisela Grupe, Detection of *Yersinia pestis* DNA in two early medieval skeletal finds from Aschheim (Upper Bavaria, 6<sup>th</sup> century AD). American Journal of Physical Anthropology 126, 2005, 48–55.

*Wincott-Heckett 2001*

Elizabeth Wincott Heckett, Beyond the empire: an Irish mantle and cloak. In: Lise Bender Jørgensen, Penelope Walton Rogers und Antoinette Rast-Eicher (Hrsg.), The Roman textile industry and its influence. Festschrift for J. P. Wild. Oxford 2001, 91–97.

*Winiger 1995*

Josef Winiger, Die Bekleidung des Eismannes und die Anfänge der Weberei nördlich der Alpen. In: Hans Moser, Werner Platzer, Horst Seidler und Konrad Spindler (Hrsg.), Der Mann im Eis Band 2. Wien/New York 1995, 119–187.

*Yang et al. 1998*

Dongya Y. Yang, Barry Eng, John S. Waye, J. Christopher Dudar und Shelley R. Saunders, Technical note: improved DNA extraction from ancient bones using silica-based spin columns. American Journal of Physical Anthropology 105, 1998, 539–543.

*Zohary/Hopf 2000*

Daniel Zohary und Maria Hopf, Domestication of plants in the old world. The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley. Oxford 2000.