

ANHANG II

Untersuchungen an zwei mumifizierten Sarkophagbestattungen der Flur „Gstettenbreite“ in Carnuntum

1. Nicotin-Nachweis

S. BALABANOVA

Im folgenden werden Untersuchungen vorgestellt, die zum Nachweis von Nicotin und deren Metaboliten in Proben, welche von zwei römischen Mumien von der Flur „Gstettenbreite“ aus Petronell/Carnuntum stammen, durchgeführt wurden.

Material und Methoden

Die Proben aus eingetrockneten Weichteilen des Brustbereiches von einer Mumie sowie aus dem Brustbein der anderen wurden bei -180°C pulverisiert. Dann wurde 1 g in 0,9% NaCl-Lösung gelöst und mittels Ultraschall homogenisiert. Nach Zentrifugation wurde 1 ml vom Überstand bei pH 9 mit Chloroform extrahiert, der Chlorformextrakt unter N_2 getrocknet, in Phosphatpuffer (pH 7.4) gelöst und für die Nicotinbestimmungen verwendet.

Die Nicotinbestimmung wurde mittels Radioimmunoassay (BIERMANN, Deutschland) durchgeführt. Das Antiserum war in Kaninchen erzeugt und erfaßte Nicotin und Metaboliten wie z.B. Cotinin. Die Standardkurve erfaßte den Bereich von 5 ng/ml bis 10000 ng/ml. Für die Messungen wurden 50 μl Probeneluate (pH 7.4) verwendet. Als positiv wurden nur Proben mit einem Wert über 10 ng/ml betrachtet.

Die Intra- und Interassayvariationskoeffizienten betrugen 8,6% ($n=7$) und 10,5% ($n=42$).

Das Vorhandensein von Nicotin wurde zusätzlich auch mittels GC/MS bestätigt. Für die Bestimmungen wurden die Probeneluate bei pH 9 mit Essigester extrahiert, die Extrakte unter N_2 eingengt und 2 μl in den GC/MS injiziert.

Als Kontrollproben wurden Gewebeproben entnommen bei Obduktionen von Verkehrsopfern (Nichtraucher), wie oben vorbereitet und in den Assay eingesetzt.

Ergebnisse

Beide Proben, Weichteilgewebe aus dem Brustbereich (Mumie 1) sowie Brustbein (Mumie 2) waren positiv. Die GC/MS-Bestimmungen bestätigten das Vorhandensein von Nicotin. In den Kontrollproben konnte Nicotin nicht nachgewiesen werden.

Diskussion

Nicotin ist das Hauptalkaloid der Tabakpflanze *Nicotiana tabacum*, welche zur Familie der Nachtschattengewächse Solanaceen gehört. Es sind mehr als fünfzig Gattungen der Nachtschattengewächse, die Nicotin mehr oder weniger enthalten, bekannt. *Nicotiana* ist eine der wenig großen Gattungen mit den höchsten Nicotinkonzentrationen. Die Pflanze gedeiht in wärmeren Gebieten, in den Tropen und Subtropen.

Nach der Entdeckung von Amerika wurde Nicotin in Europa importiert und fand eine weite Verbreitung.

Es ist jedoch denkbar, daß die Nicotianapflanze in Kultur- oder Wildform auch schon im Römischen Reich bekannt war. Rege Handelsverbindungen zwischen dem Römischen Reich und Indien, Mesopotamien, Syrien – Länder, die später auch zum Römischen Reich gehörten – bestanden schon in der vorchristlichen Zeit. Ein Import der Nicotianapflanzen für sakrale oder medizinische Zwecke wäre durchaus denkbar. Weitere Untersuchungen sollen diese Hypothese klären.

2. Bestimmungen des Mineralbestandes von weißen Ausblühungen an Skeletteilen römischer Mumien

R. SEEMANN

5 Probeneinheiten

Mm 1	farblose bis weiße Kriställchen	
Mm 2	feinkörnige gelbliche poröse Aggregate	Beckenregion
Mm 3	weiße, relativ grobkörnige kristalline Massen	in den spong. Hohlräumen der Schädelregion
Mm 4	weiße, feinkörnige Aggregate	Armregion 2
Mm 5	weißer, feinkörniger Überzug	auf Talus (Individuum B)

Mineralbestand der 5 Proben

Mm 1, 4 und 5 setzen sich nur aus Brushit zusammen (nur Spuren von Carbonatapatit und Calcit).

Mm 2 und 3 enthalten neben Brushit als Hauptmenge etwas Carbonatapatit und Calcit.

Genesedeutung

Brushit entsteht bei geeigneter, langsamer Verwitterung von Knochensubstanz, d.h. unter relativ konstanten Luftfeuchtigkeits- und Milieubedingungen, meist als Ausblühung auf Knochenoberflächen.

Entsprechend ist der Anteil an umgesetztem, neugebildetem Carbonatapatit sehr gering. Er entsteht meist auf und im Umfeld von Knochensubstanz, die von Sediment umschlossen ist. Zum Teil wird bei den Verwitterungsumsetzungen (Brushitbildung) auch Calcit frei, der in sehr geringen Mengen auch nachgewiesen werden konnte.

3. Chemische Untersuchungen an mumifizierten Weichteilresten

N. VÁVRA

Einleitung

Die im folgenden beschriebenen chemischen Untersuchungen wurden an Resten von Körpergewebe und an Knochen einer römischen, vermutlich aus dem 3. Jh. n. Chr. stammenden Doppelbestattung vorgenommen. Nur die Knochen des größeren, zentral gelegenen Individuums („Individuum A“, Sterbealter: 30.–40. Lebensjahr, weiblich) zeigten schwarzbraune Auflagerungen, die den unteren Teil des Brustkorbes, das Becken und die Oberschenkel bedeckten; diese organischen Reste waren zunächst für Teile einer Lederbekleidung gehalten worden und wurden erst später als eingetrocknetes Körpergewebe und damit als Beleg für eine Teilmumifikation erkannt (WINKLER und LOSERT 1985/86). Von dem wohl gleichzeitig mitbestatteten Individuum B (Sterbealter: 4.–5. Lebensjahr, Geschlecht unbestimmbar) wurden Knochenreste für die vorliegende Untersuchung verwendet. Ziel der chemischen Bearbeitung der vorliegenden Funde war vor allem eine Untersuchung der in Resten erhaltenen Aminosäuren; es sollte festgestellt werden, ob die Aminosäuren bereits ein gewisses Ausmaß an Razemisierung erkennen lassen. Da solche Razemisierungsvorgänge immer wieder als Grundlage für Datierungsmethoden von Fossilien Verwendung fanden (z.B. BADA 1972; BADA ET AL. 1974; DUNGWORTH 1976), schien es von Interesse, diese Methode an Material aus historischer Zeit, dessen Alter zwar gering, aber dafür relativ genau bekannt war, zu erproben.

Allgemeines und Infrarotspektrum

Die erhaltenen Weichteilreste von Individuum A lassen bereits aufgrund der Farbe (dunkelbraun bis schwarzbraun) an Huminstoffe denken; einfache Tests bestätigten diese naheliegende Vermutung. Ein großer Teil des Weichteilmaterials dürfte wohl als „Braunhuminsäure“ (im Sinne der Einteilung der Huminstoffe nach SCHEFFER-ULRICH 1960; zitiert nach ZIECHMANN 1980) anzusprechen sein. Tiefbraune Farbe des Materials, gute Löslichkeit (eines relativ großen Anteils des Gewebematerials) in verdünnter Natronlauge, die leichte Fällbarkeit nach Ansäuern der alkalischen Lösung – all dies rechtfertigt wohl diese Bezeichnung.

Wie in der Huminstoff-Analytik üblich, wurde die vorliegende Probe durch ein Infrarotspektrum zu charakterisieren versucht. Obwohl aufgrund der geringen Zahl der zu erwartenden funktionellen Gruppen nur wenige Banden zu erwarten sind und obwohl die beachtliche Untergrundabsorption zur Folge hat, daß nur in gewissen Bereichen intensivere Banden beobachtet werden können, zählt diese Methode doch zu den „klassischen“ Methoden, um Huminstoffe ein wenig näher zu beschreiben. Eine „Strukturaufklärung“ – was immer man bei Huminstoffen darunter verstehen mag! – mit dieser Methode auch nur zu versuchen, bliebe freilich ein vermessenenes Unterfangen (vgl. hierzu ZIECHMANN 1980).

Das im vorliegenden Fall erhaltene Spektrum (KBr-Preßling) zeigt zunächst einmal im Bereich von $3.300\text{--}3.400\text{ cm}^{-1}$ eine auffallend breite Bande (Abb. 19); diese ist wohl – ebenso wie die Bande bei $1.640\text{--}1.650\text{ cm}^{-1}$ – überwiegend der HO-Schwingung des Wassers zuzuschreiben. Im Bereich $3.300\text{--}3.400\text{ cm}^{-1}$ sind aber wohl auch die NH-Schwingungen mit enthalten. Die relativ deutlichen Absorptionen bei 2.850 , 2.865 , 2.920 und 2.960 cm^{-1} , von denen die Bande bei 2.920 eindeutig die auffallendste darstellt, sind aliphatischen Molekülstrukturen zuzuordnen. Die Bande bei 2.920 cm^{-1} wird wohl durch Methylgruppen, die beiden bei 2.850 und 2.865 cm^{-1} durch Methylengruppen, vielleicht auch z.T. durch iso-Propylgruppen

hervorgerufen – detailliertere Aussagen zu riskieren, hieße, die Methode in unseriöser Weise überfordern.

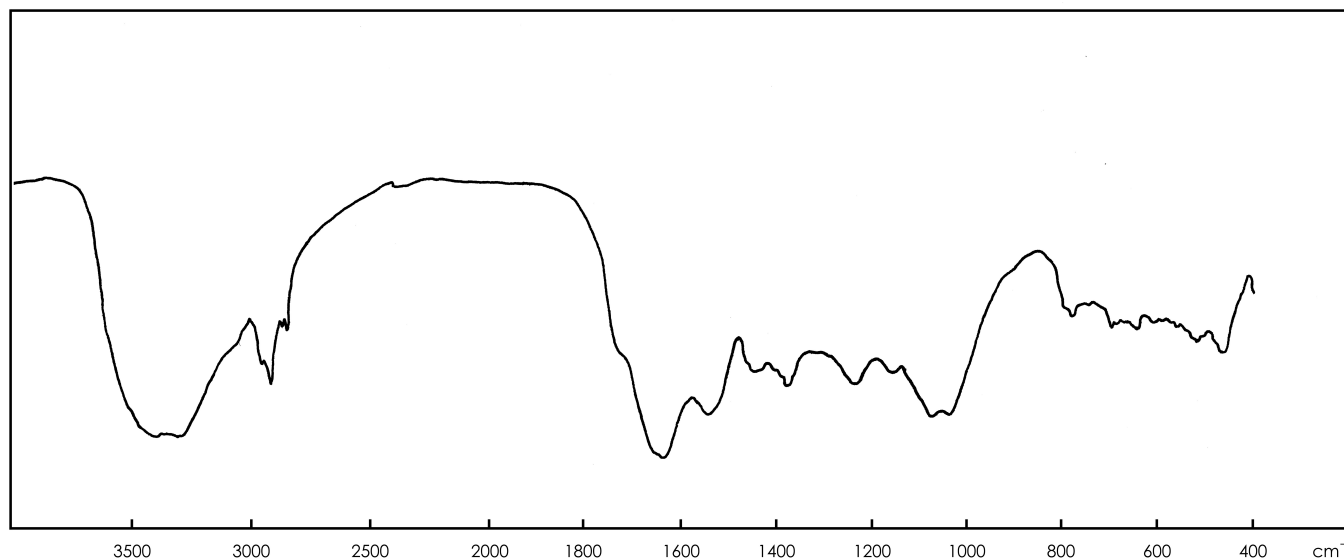


Abb. 19: Infrarotspektrum der Weichteilreste von Individuum A (KBr-Preßling).

Bei etwa 1.730 cm^{-1} zeigt das vorliegende Spektrum nicht viel mehr als eine deutliche Unstetigkeit, die aber eine durch die starke Absorption bei $1.640/1.650$ überlagerte Bande andeutet. Dieser Bereich (1.730 cm^{-1}) ist aber ein Gebiet, wo Huminstoffe eine ihrer besonders charakteristischen Banden zeigen; es ist dies jene Bande, die durch die chinoide $\text{C}=\text{O}$ -Gruppe verursacht wird. Diese Gruppe und damit auch die ihr entsprechende Absorption findet sich freilich nur in Huminstoffen pflanzlicher Herkunft. In unserem Material kann die – leider überlagerte – Bande bei 1.730 , zusammen mit den Absorptionen bei 1.450 und 1.240 cm^{-1} , aber wohl mit ziemlicher Sicherheit der Carboxylgruppe zugeordnet werden. Die relativ deutliche Bande bei 1.540 deutet hingegen in Richtung Aminosäure, Amid oder sekundäres Amin; die Bande bei 1.380 cm^{-1} dürfte wohl einer CH -Beugungsschwingung und die Absorption im Bereich $1.020\text{--}1.080\text{ cm}^{-1}$ wohl den Schwingungen von Äthylgruppen zuzuordnen sein.

Aminosäuren

Es wurden insgesamt drei verschiedene Analysen am vorliegenden Untersuchungsmaterial durchgeführt. Einerseits wurde ein Hydrolysat der Weichteilreste von Individuum A in der vom Verfasser schon mehrfach beschriebenen Weise analysiert (z.B. VÁVRA 1986), andererseits wurden aber auch Knochenreste von Individuum B auf Aminosäuren untersucht. Dabei wurde zunächst ein wässriger Extrakt des fein zermahlenen Knochenmaterials, andererseits eine als „Rohkollagen“ bezeichnete Fraktion hydrolysiert und gaschromatographisch untersucht.

Die angewandte Analyseverfahren gestattet aus experimentellen Gründen nur den Nachweis bzw. die Identifizierung einer beschränkten Anzahl von Aminosäuren, ermöglicht aber andererseits durch die Verwendung einer optisch aktiven Trennphase (t-butylierter Lauroylester des L-Valins) die Erkennung einer etwaigen beginnenden Razemisierung bei Alanin, Valin und Isoleucin.

Die durchgeführte Analyse ergab nach der Hydrolyse der Weichteilreste (Individuum A) eine relativ geringe Menge eines Aminosäuregemisches, in dem L-Alanin, Glyzin, L-Valin, Isoleucin, Leucin, Prolin und Asparaginsäure gaschromatographisch nachgewiesen werden konnten. Weitere Aminosäuren mit höheren Retentionszeiten können bei den gewählten Analysebedingungen (Acetylierung mit Acetanhydrid, gepackte Säule) nicht erfaßt werden. Auffallendstes Ergebnis

war wohl das vollständige Fehlen von D-Alanin; d.h., daß sowohl das Alter der Probe als auch die Temperatur im Inneren des Sarkophages zu gering gewesen sind, um ein nachweisbares, wenn auch geringes, Ausmaß einer Razemisierung zu ermöglichen. Als Beispiel für eine dieser nach der „100%-Methode“ ausgewerteten Analysen sei auf die folgende Tabelle 49 verwiesen:

Tabelle 49: Prozentuelle Zusammensetzung (gaschromatographisch nach der „100%-Methode“) eines durch Hydrolyse erhaltenen Aminosäuregemisches der Weichteile von Individuum A.

Aminosäure	Flächenprozent
L-Alanin	16 %
Glyzin	7 %
L-Valin	19 %
Isoleucin	4 %
Leucin	31 %
Prolin	10 %
Asparaginsäure	13 %

Die Untersuchung des Knochenmaterials von Individuum B ergab zunächst, daß ein durch rund 27-stündige Extraktion des fein zermahlenden Knochenmaterials in einem Soxhlet-Extraktor erhaltener Extrakt zwar einen geringfügigen Rückstand im Ausmaß von etwa 2,9 Gew% lieferte, in dem sich aber nach Hydrolyse keine Aminosäuren nachweisen ließen.

Eine durch Auflösen von Knochenmaterial von Individuum B erhaltene durch Dialyse gereinigte Kollagenfraktion (Ausbeute 11,4 Gew%) ermöglichte nach Hydrolyse den Nachweis von L-Alanin, Glyzin, L-Valin, Leucin und Asparaginsäure. Aminosäuren mit höheren Retentionszeiten konnten – wie früher schon erwähnt – auch hier nicht erfaßt werden. L-Alanin, Glyzin und Leucin stellen die Hauptanteile des erhaltenen Aminosäuregemisches dar. Es konnte auch hier nicht der geringste Hinweis auf eine beginnende Razemisierung des Alanin beobachtet werden. Eine etwaige Razemisierung der Asparaginsäure – mag sie geringfügig oder auch weitgehend sein – kann unter den gewählten Analysebedingungen nicht erfaßt werden.

Zusammenfassend läßt sich also feststellen, daß weder am Weichteilmaterial noch an der Rohkollagenfraktion des untersuchten Knochenmaterials eine Razemisierung des L-Alanins oder gar des Isoleucins beobachtet werden konnte. Dies ist nicht von unbeträchtlichem Interesse für künftige Anwendungen der Razemisierungsmessung an fossilem Knochenmaterial zwecks Korrelation von Fundkomplexen bzw. Datierung derselben. Bedeuten doch diese negativen Resultate, daß selbst geringe Werte einer Razemisierung des Alanins in Knochenresten in Hinkunft eine relativ hohe Glaubwürdigkeit haben können und nicht etwa auf Zufälligkeiten des „Temperaturschicksals“, der untersuchten Probe oder gar auf beginnende Razemisierung während der Aufarbeitung im Labor zurückgeführt werden müssen.

Experimentelles

Hydrolyse der Weichteilreste:

Halbkonzentrierte Salzsäure, 22 Stunden bei 120°. Hydrolysat durch Filtrieren über Aktivkohle entfärbt.

Aufarbeitung des Knochenmaterials:

Reinigung: 5 Minuten mit Ultraschall in Dest. Wasser behandelt. Eine Woche im Vakuumexsikator über Blaugel getrocknet.

Zermahlen: ca. 1 Stunde in Kugelmühle.

Extraktion: 27 Stunden in Soxhlet-Extraktor.

„Rohkollagen“: Einwaage in halbkonzentrierter Salzsäure gelöst, am Rotationsverdampfer eingedampft, in Wasser aufgenommen und 38 Stunden dialysiert.

Hydrolyse: 22 Stunden, 122–124°, Hydrolysat über Aktivkohle filtriert.

Derivatisierung für die Gaschromatographie: Die jeweilige Probe wurde im Vakuum zur Trockene eingedampft, der Rückstand mit wasserfreier, methanolischer Salzsäure versetzt (26%ig) und 1/2 Stunde erhitzt. Nach neuerlichem Eindampfen im Vakuum wurde das gebildete Methylestergemisch 1 Stunde mit Acetanhydrid bei Zimmertemperatur acetyliert. Nach Abdampfen des Überschusses an Acetanhydrid im Vakuum wurde der Rückstand in 1 ml Benzol aufgenommen und chromatographiert.

Gaschromatographie:

Gerät: Perkin Elmer 3920B, Flammenionisationsdetektor

Säule: gepackte Säule, „SP-300“ (t-butylierter Lauroylester des L-Valin, 5% auf Supelcoport, 100–120 mesh wie von Supelco inc., Bellefonte, Pa., Bull.No. 765 beschrieben)

Säulentemperatur: 140°, isotherm

Trärgas: Stickstoff, 15 ml/min

Injektor: 200°, Interface: 200°

Detektor: FID, H₂ : 1,25, Luft: 2,0

Papiervorschub: 300mm/Stunde

Quantitative Auswertung: „100%-Methode“, Flächenprozent (Peakflächen aus Höhe × Halbwertsbreite berechnet).

Für die Aufnahme des Infrarotspektrums ist der Verfasser Herrn Univ.Doiz.Dr. Beran (Institut für Mineralogie der Universität Wien) zu großem Dank verpflichtet.

Literatur

- Bada J.L.**, 1972: The Dating of Fossil Bones Using the Razemization of Isoleucine. *Earth Planetary Sci.Letters* 15, 223–231.
- Bada J.L.**, R.A. Schroeder, R. Protsch und R. Berger, 1974: Concordance of Collagen-Based Radiocarbon and Aspartic-Acid Razemization Ages. *Proc.Nat.Acad.Sci.USA*, 71/3, 914–917.
- Dungworth G.**, 1976: Optical Configuration and the Racemization of Amino Acids in Sediments and Fossils – a Review. *Chem.Geol.* 17, 135–153.
- Vávra N.**, 1986: Aminosäuren aus dem Knochenmaterial des Höhlenbären aus der Ramesch-Knochenhöhle (Totes Gebirge, Oberösterreich). In: P. Hille und G. Rabeder (Hrsg.): *Die Ramesch-Knochenhöhle im Toten Gebirge. Mitt.Komm.Quartärforsch. Österr.Akad.Wiss.* 6, 67–72.
- Winkler E.-M.** und A. Losert, 1985/86: Natürliche Mumifikation bei einer römerzeitlichen Doppelbestattung aus Petronell-Carnuntum, NÖ. *FÖ* 24/25, 197–204.
- Ziechmann W.**, 1980: *Huminstoffe*. Verlag Chemie, Weinheim, Deerfield Beach, Florida, Basel.

4. Untersuchungen der Gewebereste

I. PETRASCHKE-HEIM – A. LOSERT

Schleierstoff

Wie dem Vorbericht von E.M. WINKLER und A. LOSERT zu entnehmen ist¹, hatte sich an der rechten Schulter des größeren Individuums, einer Frau, ein Stück Gewebe in der Größe von $6,5 \times 4$ mm erhalten (Taf. XXV). Es liegt auf einem Unterhautgewebe auf. Die gedrehten Fäden (s. Taf. XXVI,1) sind 0,05–0,08 mm stark und sind in einer weitmaschigen Leinen- oder einer Schleierbindung verwebt worden. Die Fadendichte beträgt 45 und 30 je cm. Kette und Schuß sind nicht feststellbar, da Webkanten fehlen. Die Fäden zeigen nur eine leichte S-Drehung mit vier Spindrehungen auf einen cm. Daraus kann man schließen, daß keine sehr kurzen oder zur Kräuselung neigenden Fasern versponnen sind.

Die Annahme, daß als Material Seide verwendet worden ist, liegt nahe². Es sind nicht nur die technischen Angaben, die auf ein solches Gewebe hinweisen, sondern Seidenschleier wurden schon frühzeitig im Orient hergestellt und exportiert.

Die Feststellung des Materials durch die einfache Brennprobe war bei der Kleinheit des Fundstückes und durch den Termin der Übernahme dieser Arbeit nicht durchzuführen, da das winzige Objekt schon mit Gold für das Rasterelektronenmikroskop überzogen war. Es ist auch fraglich, ob diese Brennprobe nicht in gleicher Weise wie bei den Wollstofffragmenten negativ ausgegangen wäre, da sich durch die Mumifizierung in den Sarkophagen andere Substanzen an den Fasern angereichert haben. Chemische Arbeiten über diese Frage sind mir nicht bekannt.

So bleibt als einzige Möglichkeit, ein winziges Stück eines Fadens aus dem Schleiergewebe herauszulösen, was dankenswerterweise gelang³, um es mit dem Durchlicht bzw. Phasenkontrastdurchlicht aufzunehmen. Die Durchlichtaufnahme (Taf. XXVI,3) zeigt nun, daß es sich dabei um keine Seidenfäden handelt. Die parallel liegenden Fasern geben die typischen Querschnitte der Wachstumsphasen von Flachsfaser wieder. Diese kommen besonders klar an den Rändern des Fadens heraus. Die dunklen Querstriche (Taf. XXVI,3) könnten auch von Brüchen, Verfärbungen, Schmutz oder anderen, chemischen Einwirkungen herkommen, die in dem geschlossenen Sarkophag die Textilien in besonderer Weise angegriffen haben. Es werden in einem Sarkophag ganz andere Faktoren zur Erhaltung oder Vernichtung der Textilien mitspielen, als bei der bekannten Mineralisation. Die Stoffe oder Kleidungsstücke lagen dabei meistens unter oder neben Metallgegenständen und sind mit Lösungen daraus überzogen worden. 1979 wurde in Bad Deutsch-Altenburg aus einem römischen Kindergrab ein Gewebe in beinahe neuwertigem Zustand geborgen. Es war unter einer Kupfermünze gelegen. Der Überzug muß sehr bald nach der Grablegung stattgefunden haben⁴.

„The Department of Textiles at the University of Manchester Institute of Science and Technology“ hat ein Forschungsprojekt für Textilien ganz allgemein unter folgenden Gesichtspunkten entwickelt: „Parallel with the growth of the photographic record, the researchs have developed an increasingly comprehensive understanding of the various mechanism of fibre breakdown,

¹ E.M. WINKLER – A. LOSERT, Natürliche Mumifikation bei einer römischen Doppelbestattung aus Petronell-Carnuntum, NÖ, FuBerÖ 24/25, 1985/86, 197–204.

² EBENDA 1985/86, 198 Anm. 2.

³ Ich danke Herrn Prof. J.P. WILD (University Manchester) für seine Beratung in all diesen Fragen und für seine Bestätigung von Flachsfasern auf dem Durchlichtungsfoto.

⁴ M. GRÜNEWALD, Ein römisches Kindergrab aus Bad Deutsch-Altenburg, NÖ, mit einem Beitrag von I. Petraschke-Heim, Der Textilrest, FuBerÖ 21, 1982.

and the conditions under they occur. The greater proportion of this work has concentrated on fibres which are commercially significant nowadays, i.e. wool, cotton, nylon, rayon, polyester, polyolefin, aramid, carbon etc., but recently the authors of this article W.D. Cooke and B. Lomas have started to apply the same techniques of fracture analysis to archaeological textiles“⁵. In einem Artikel dieser Gruppe „Ancient Textiles – Modern Technology“ geben Fotos die Reaktionen verschiedener Fasern auf chemische oder mechanische Behandlungen wieder. So zeigt eine Mikroaufnahme in dieser Arbeit Brüche bei Flachsfasern, die durch verschiedene Behandlungen entstanden sind (Taf. XXVII,1)⁶. Diese Brüche aber verändern die Lage der Fasern und zeigen Splitterungen. Der Vergleich mit der Mikroaufnahme des Schleierstoffes aus Carnuntum (Taf. XXVI,3) zeigt, daß die sichtbaren Querstriche auf den Fasern nicht auf Druck von außen als Brüche entstanden sind, weil die Parallelität gewahrt ist, sondern daß es sich dabei um den Aufbau der Flachsfasern handelt. So ist damit ein weiterer Beweis für die Verwendung von Flachsfasern in dem Schleierstoff vorhanden. Ich weise noch einmal auf die hellen Fasern am Rande des Fadens hin (Taf. XXVI,3), die das auch eindeutig zeigen. Ein anderes Stück Faden des Schleiergewebes wird auf den Fotos (Taf. XXVI,2 und 4) wiedergegeben. Auch hier handelt es sich um Flachsfasern, die neben den dunklen Stellen, dem Goldüberzug, liegen. Schleierstoffe aus Leinen sind in den Gräbern unserer Zonen nicht häufig nachzuweisen. Das liegt hauptsächlich daran, daß sich im europäischen Klima die Textilien aus pflanzlichen Rohstoffen im Erdboden nicht erhalten. In einer Arbeit über stein- und bronzezeitliche Textilfunde aus dem Kanton Zürich wird herausgearbeitet, daß in dieser Gegend auffallend viel Textilien aus Pflanzenfasern gefunden worden sind. Sie haben sich im dort vorhandenen basischen Wasser erhalten. Tierhaare und Hornsubstanzen werden in sauren Gewässern und Mooren bewahrt⁷. Der p.H. Wert der mumifizierten Gewebe (Haut, Muskulatur) aus dem Sarkophag von Petronell-Carnuntum liegt zwischen 5,2–5,8, also im sauren Bereich⁸. Dementsprechend wäre die Erhaltung eines tierischen Produkts – einer Seide – die logische Folge.

Gewebe in Schleierbindung zu weben, setzt schon ein besonderes Können und entsprechende Webgeräte voraus. K. SCHLABOW hat einen solchen Fund aus Weyhausen, Kreis Gifhorn bearbeitet⁹. Er stammt aus der La-Tène Zeit, 4.–3. Jh.v.Chr. (15 Kett- und 28 Schußfäden je cm). Leider ist keine Angabe der Fadenstärke vorhanden.

Nehmen wir dazu als Vergleich die technischen Daten von Seidenschleiern verschiedener Zeiten. Sie sind ähnlich den in Carnuntum gefundenen und gleichen sich auch durch die Jahrhunderte. Das Seidenschleiergewebe vom Kerameikos, Griechenland (5. Jh.v.Chr.) ist aus verschiedenen Fäden vom Durchmesser 0,03 – maximal 0,1 mm in Leinenbindung hergestellt. In den verschiedenen Fragmenten beträgt die Fadendichte 40 und 45 Fäden je cm, aber auch 20–25 je cm¹⁰. Zieht man als Vergleich noch die Meßdaten von einigen der in Villach-Judendorf gefundenen Seidenschleier (13. Jh.) heran, so beträgt die Stärke der Grègefäden in beiden Richtungen im Durchmesser 0,025 mm und die Webdichte in Kette und Schuß 30 je cm. Etwas stärkere Schleierfäden haben bei diesen Funden einen Durchmesser von 0,07–0,1 mm und eine Fadendichte bis zu 40 je cm¹¹. Diese Liste könnte noch durch weitere Beispiele ergänzt werden.

Bei allen diesen Meßdaten liegt der Webfadendurchmesser unter 1 mm oder schließt damit ab. Das kommt bei den angeführten Beispielen, obgleich sie zeitlich weit auseinanderliegen,

⁵ W.D. COOKE – B. LOMAS, Ancient Textiles – Modern Technology. in: Archaeology Today, März 1987, 21. Ich danke Herrn J.P. Wild für die Überlassung dieser Arbeit.

⁶ EBENDA 1987, 22 Anm. 6.

⁷ E. RUOFF, Stein- und bronzezeitliche Textilfunde aus dem Kanton Zürich. In: Helvetia Archaeologica 1981, 252.

⁸ Feststellung von A. LOSERT.

⁹ K. SCHLABOW, Ein Beitrag zum Stand der Leinengewebeforschung vorgeschichtlicher Zeit, „Die Kunde“, Mitteilungsblatt des Niederösterreichischen Landesvereins für Urgeschichte. N.F. 23, 1972.

¹⁰ H.J. HUNDT, Über vorgeschichtliche Seidenfunde, JbRGZM 16, 1970, 126.

¹¹ I. PETRASCHKE-HEIM, Die Goldhauben und Textilien der hochmittelalterlichen Gräber von Villach-Judendorf, Neues aus Alt-Villach. Jb des Stadtmuseums, 7, 1970, 126. Es sind in diesen Gräbern sehr viele Schleierreste gefunden worden, die nur ganz geringe Unterschiede in den Meßdaten zeigen.

klar heraus. Die Meßdaten des hier vorliegenden Fundes aus Carnuntum weisen auf einen Seidenschleier hin. Das Faserbild (Taf. XXVI,3 und 4) zeigt Flachsfasern, die selten so fein zu verspinnen sind. Wegen der Kleinheit des Objekts sind weitere Möglichkeiten der Untersuchung jedoch nicht gegeben.

Einige Überlegungen sollen hier angeschlossen werden: Es liegt nahe zu denken, daß dieser Schleier aus feinstem ägyptischen Leinen, auch Byssus-Leinen genannt, hergestellt worden ist¹². Es wurden als Vergleich dazu Mikroaufnahmen von Fäden eines ägyptischen Gewandes (1080–720 v.Chr., Taf. XXVII,2) und eines Umhanges (1080–720 v.Chr., Taf. XXVII,3) aus der ägyptischen Sammlung des Kunsthistorischen Museums, Wien gemacht¹³. Sie zeigen bei gleicher Vergrößerung (400fach) auf den Durchlicht-Phasenkontrastaufnahmen (Taf. XXVII,2 und 3) die Gliederung der Wachstumsschübe in den Querstrichen. Dasselbe ist auf Taf. XXVII,4, den Fasern eines mittelalterlichen Leinengewebes aus einem Reliquiar des Dom- und Diözesan-Museums St. Stefan, Wien vielleicht noch klarer zu beobachten¹⁴. Mit Hilfe dieser Vergleichsaufnahmen kann man auf dem Fadenstück (Taf. XXVI,3) aus Carnuntum, das so viele parallele Linien zeigt, die Breite der Fasern durch die Querverbindungen feststellen. Sie gehen weitgehend mit denen auf den Taf. XXVII,2–4 überein, was durch die gleiche Vergrößerung leicht festzustellen ist. Der Unterschied liegt im wesentlichen darin begründet, daß die Flachsfasern aus Carnuntum im geschlossenen Sarkophag stark mit Verwesungssäuren durchtränkt worden sind und sich dadurch auch äußerlich verändert haben (s. Taf. XXVI,3). Die hier angeführten ägyptischen und mittelalterlichen Leinengewebe haben trotz ihres Alters die normale Struktur erhalten.

ROSALIND HALL macht darauf aufmerksam, daß es im alten Ägypten vier Qualitäten von Leinenstoffen gab: „...The Egyptians terms for which in order of descent, can be translated as royal linen or byssos linen, fine thin cloth, and smooth or ordinary cloth“¹⁵. Leider gibt sie keine Meßdaten für die einzelnen Qualitäten an. Zur Zeit der Ptolemäer und des darauf folgenden Römischen Kaiserreiches ist in Ägypten viel Byssus-Leinen für den Export angefertigt worden¹⁶. So können auch solche Schleier im 3. Jh.n.Chr. nach Carnuntum gekommen sein. Andererseits weist G. Schäfer darauf hin, daß feiner Flachs bis in jüngste Zeit in Europa (z.B. in Belgien) angebaut wurde. Er mußte sehr dicht ausgesät werden. „Um die beste Qualität der Gespinnstfasern zu gewinnen, wartet man nicht bis die Samen reif sind, sondern man erntet den Flachs vorher, womit eine zu starke Ausbildung der holzigen Teile verhindert wird“¹⁷.

Die Anfertigung der Mikroaufnahmen und aller Meßdaten, die sich z.T. schwierig gestalten, verdanke ich A. LOSERT.

Wollstoff

Reste eines Gewebes lagen auch in dem zweiten Sarkophag. Mehrere Kinderbestattungen sind darin gefunden worden. Durch die Beigaben ist der Sarkophag in das 3. Jh.n.Chr. zu datieren¹⁸. In dem Kindergrab lagen die Gewebereste in der Mitte der Körper nahe bei den Oberschenkelknochen. Durch die Lage, ebenso wie durch die Größe der zwei vorhandenen Fragmente – Stück A:

¹² O. SCHMITT (Hrsg.), Reallexikon zur deutschen Kunstgeschichte. Stuttgart 1954, Bd. III. „Byssus“. Byssus wird hier in der Weise festgelegt, daß dieser Terminus für die feinsten Leinenfasern und nicht für die Muschel – mit gleichem Namen – und deren Seidenfäden verwendet werden soll.

¹³ Alt-ägyptisches Gewand KHM Inv.Nr. 3559 und Umhang KHM Inv.Nr. 9295 der ägyptischen Sammlung. Vermutlich 21./22. Dynastie 1080–720 v.Chr. zu datieren.

¹⁴ Im Jahr 1903 wurden aus verschiedenen mittelalterlichen Reliquarien der Diözese St. Stephan, Wien Schleier in der Büste des Papstes Urban übertragen. Sie sind unveröffentlicht. R. BACHLEITNER, Der Heiligtumschatz der Allerheiligen Domkirche zu St. Stephan in Wien. (1960), 30 (Anm. zu Schleierstoffen).

¹⁵ R. HALL, Egyptian Textiles. Shire Egyptology 1986, 9.

¹⁶ EBENDA 1986, 9.

¹⁷ G. SCHÄFER, Flachs und Hanf. in: Ciba Rundschau 62, 1944, 2274.

¹⁸ M. KANDLER-H. ZABEHLICKY, Bericht über die Bergung von Steinsarkophagen im Bereich der Baustelle „Gstettenbreite“ der Bundesstraße B9. Carnuntum Jb 1986 (1987) 133ff.

Länge 3,5 cm und Breite 1–1,5 cm leicht eingerollt (Taf. XXVIII,1 und 2) und Stück B 1,5 × 1 cm (Taf. XXVII,3 und 4) – ist auf keinerlei ursprüngliche Verwendung zu schließen.

Als Material ist Wolle anzunehmen, was schon allein durch den äußeren Eindruck der sich leicht kräuselnden Fasern in den Fäden hervorgerufen wird. Die Brennprobe hat versagt. Die Struktur des Fadens blieb erhalten und ist schwarz geworden, aber nicht zu einer Kugel zusammengeschmolzen. Im mikroskopischen Bild der Fäden sind neben kleinen Kristallen und glänzenden Teilchen auch winzige schwarze Kugeln an den Fasern vorhanden (s. Taf. XXIX,1). Diese haben wohl, da sie Reste des chemischen Zersetzungsprozesses sind, den Verbrennungsvorgang verzögert oder gar verhindert.

Aber es handelt sich um einen Wollstoff. Bei stärkerer Vergrößerung im Rasterelektronenmikroskop ließ sich bei fast allen Fasern die typische Schuppenschicht erkennen, wie sie Taf. XXIX,2 wiedergibt. Eine weitere Bestätigung für die Wollfaser geben mikroskopische Durchlichtaufnahmen, worin man das Lumen der Wolle, den hier dunkel gefärbten Markkanal an manchen Stellen erkennen kann (Taf. XXIX,3)¹⁹. Damit kann die Annahme von Wolle als Grundmaterial dieses Gewebes als bestätigt angesehen werden.

Wie es das Mikrofoto (Taf. XXIX,1) zeigt, sind verschieden starke Wollfasern in den Fäden versponnen worden. Drei Meßergebnisse für die Einzelfasern liegen vor: 0,01, 0,015 und 0,025 mm. Diese Fasern sind in Z-Drehung zu Fäden mit einem Durchmesser von 0,25–0,35 mm versponnen worden und bilden den jetzt noch vorhandenen Faden, dessen Spindrehungen 6–7 auf 1 cm betragen.

Zu einem Gewebe gehören zweierlei Fadenarten – Kette und Schuß. Hier aber sind nur Fäden in einer Richtung vorhanden, die zweite ist im Grab vergangen und muß daher aus anderem Material gewesen sein. Aus welchem Material diese Fäden hergestellt waren, ist nicht mehr festzustellen, da keine Restbestände nachzuweisen sind. Bei dem Wollgewebe aus dem Hohmichele Grab sind ebenfalls vergangene Fäden erkannt worden. Trotz eingehender Untersuchungen von winzigen Resten mit verschiedenen wissenschaftlichen Methoden konnte das Material nicht bestimmt werden²⁰. Man könnte hier bei dem Fund aus Carnuntum eventuell an Leinenfäden denken. In unserem Klima halten sich pflanzliche Fasern in Gräbern selten. Eigenartigerweise haben sich an den Fragmenten aus Carnuntum die Bindungsstellen erhalten. Aus der Entfernung dieser Eindrücke von 2 mm kann man schließen, daß es sich bei dem fehlenden Faden um einen starken oder doppelt geführten Bindungsfaden gehandelt hat (Taf. XXVIII,1 und 2). Ob es die Kette oder der Schuß gewesen ist, muß offen bleiben, da an den Fragmenten weder Reste einer Webe- noch einer mit Brettchen gewebten Anfangskante vorhanden sind.

Die Bindung, die sich nachvollziehen läßt ist eine Ripsbindung. Sie wird von zwei in der Stärke verschiedenen Fäden gebildet, wobei die feineren sehr dicht über einem starken oder zwei doppelten genommenen Fäden angeschlagen werden. Eine Zeichnung, die einer Arbeit über den Ronbjerg-Mantel entnommen ist, zeigt diese Art der Technik schematisch (Taf. XXIX,4)²¹. Bei dem hier vorliegenden Gewebe (Taf. XXVIII,1 und 2) sind die Bindungspunkte jeweils 2 mm voneinander entfernt. Die auf dem Foto sich abzeichnende streifenartige Wirkung ergibt sich daraus. Die Richtung dieser Streifen wird dadurch bestimmt, ob jeweils die Kett- oder die Schußfäden den stärkeren Faden stellen. Bei diesem Wollstoff sind in der vorhandenen Richtung 30 Fäden je cm verwebt worden und bei dem vergangenen Faden betrug die Webdichte 5–6 Fäden je 6 cm, was aus den Eindrücken der Bindungspunkte abzulesen ist. Bei dem Wollrips, der auf dem Hohmichele – aus der Hallstattzeit stammend – gefunden wurde, beträgt die Fadenzahl ebenfalls 30 Schußfäden zu 7 Doppelfäden der Kette je 1 cm²². Ein Vergleich liegt nahe und könnte den vergangenen Faden als Kette kennzeichnen.

¹⁹ Leider ist nicht bei allen Fasern der Markkanal zu erkennen.

²⁰ H.J. HUNDT 1969, 62ff.

²¹ K.H. NIELSON, The Ronbjerg Garment in Tunic-Form. In: Textilsymposium Neumünster. Archäologische Textilfunde (1981), 60.

²² H.J. HUNDT 1969, 60, Anm. 3.

Die Ripsbindung ist eine Abwandlung der Leinenbindung und schon sehr früh an Woll- und Seidenstoffen nachgewiesen, so in den reichen Gräbern, wie auf dem Hohmichele der Hallstattzeit und beim Ronbjerg-Gewand aus der La-Tène Zeit, wo es sich um Wollgewebe handelte, und vom Kerameikos in Griechenland (5. Jh.v.Chr.), wo auch Seidenstoffe in dieser Bindung gefunden wurden²³. Eine technische Zeichnung vom Ronbjerg-Gewand gibt eine solche Ripsbindung wieder (Taf. XXIX,4). Die Kleidung in der Hallstattzeit wurde nicht aus meterlangen Stoffen, wie heute, zu Gewändern zerschnitten und wieder zusammengenäht. Man nahm nur so lange Fäden, wie sie der Länge des Gewandes entsprachen und berücksichtigte innerhalb der Weberei Kopf und Ärmelschlitz etc. Diese Art der Technik, die uns heute weitgehend unbekannt ist, ist für das Ronbjerg-Gewand ausgearbeitet worden²⁴. Eigenartigerweise hat sie sich in Nuristan (im Osten von Afghanistan gelegen) bis ins 19. Jahrhundert erhalten, wie es eine Ausstellung im Völkerkundemuseum Wien (November 1988) zeigt. Diese in einem Stück gewebten Gewänder aus handgesponnener Wolle sind wohl für die Hirten und Senner von dem Volk der Kafiren hergestellt worden²⁵.

Die Farbe der Wollstoff-Fragmente aus Carnuntum (Taf. XXVIII) ist rotbraun. Es liegt nahe, dabei an den Einfluß von Eisen auf die Farbe zu denken. Ein einfacher Eisennachweis nach Spatz wurde von A. Losert ausgeführt und ist negativ verlaufen. Es lagen auch keine aus Metall verfertigten Gegenstände in dem Sarkophag. Eine chemische Untersuchung der Farbe liegt nicht vor.

²³ H.J. HUNDT 1969, 60, Anm. 3 und 67, Taf. 6, 7 und 14; NIELSON 1981, 45, Anm. 4.

²⁴ M. HALD, *Olddanske Tekstiler*. Kopenhagen 1950; NIELSON 1981, 60 und 61 Anm. 4.

²⁵ G.S. ROBERTSON, *The Kafirs of the Hindu Kush*. London (1896), in Vorbereitung: Bericht über die Ausstellung von Nuristan von A. JANATA.

