

# Programm und Abstractband

zum

**Dritten österreichischen Archäometrie-Kongress**

**TERTIUS CONVENTUS AUSTRIACUS ARCHAEOMETRI**  
*SCIENTI NATURALIS AD HISTORIAM HOMINIS ANTIQUI INVESTIGANDAM*

**MMXI**

**13. & 14. Mai 2011**

**Universität Salzburg, IFFB Gerichtsmedizin,  
Ignaz Harrer-Straße 79, 5020 Salzburg**

<http://archaeometrie.sbg.ac.at/>

[archaeometrie@sbg.ac.at](mailto:archaeometrie@sbg.ac.at)



# MMXI

Dritter Österreichischer Archäometrikongress  
Salzburg, 13. bis 14. Mai 2011

TERTIUS CONVENTUS AUSTRIACUS ARCHAOMETRIAE SCIENTIAE NATURALIS AD HISTORIAM HOMINIS ANTIQUI INVESTIGANDAM

## **Impressum:**

Herausgegeben von: Jan Cemper-Kiesslich, Felix Lang, Stefan Moser, Kurt Schaller,  
Christian Uhlir, Michael Unterwurzacher

Im Eigenverlag; c/o Universität Salzburg, Interfakultärer Fachbereich Gerichtsmedizin, Ignaz  
Harrer-Straße 79, 5020 Salzburg, Österreich.

tel.: ++43-(0)662-8044-3804, [archeometrie@sbg.ac.at](mailto:archeometrie@sbg.ac.at)

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren verantwortlich.

Grafische Gestaltung: Jan Cemper-Kiesslich

Druck: Printcenter Universität Salzburg

Salzburg, 2011

**Sponsoren:**



Prof.Dr. Heinrich Schmidinger,  
Rektor der Universität Salzburg



TuBa Privatstiftung

Land Salzburg



Stadt Salzburg



Applied Biosystems Life Technologies



Promega



Schweizerbart – Bornträger Science Publishers



QIAGEN



BETA Analytic Ltd.

**Radiocarbon Dating**

*Consistent Accuracy  
Delivered On-Time*

**Beta Analytic Ltd.**

Bundesministerium für Wissenschaft  
und Forschung



**TERTIUS Conventus Austriacus Archaeometriae**  
*scientiae naturalis ad historiam hominis antiqui investigandam*  
**MMXI**

<b>Freitag, 13. Mai 2011</b>						
timeline	Zeit (von - bis)			Zeit (einzeln)		
$\Delta t=5$ min				Minuten		
08.00	ab 08.00 Uhr	Anmeldung	Tagungsbüro geöffnet			
08.05						
08.10						
08.15						
08.20						
08.25						
08.30						
08.35						
08.40						
08.45						
08.50						
08.55						
09.00		Begrüßung	<b>Jan Cemper-Kiesslich</b> , Organisationskomitee	15 min		
09.05		Eröffnung	<b>Katja Sporn</b> - Professorin für Klassische und Frühägäische Archäologie am FB Altertumswissenschaften der Universität Salzburg	15 min		
09.10						
09.15						
09.20		Geleitwort	<b>Edith Tutsch-Bauer</b> , Leiterin des Interfakultären Fachbereichs Gerichtsmedizin, Hausherrin	10 min		
09.25						
09.30		Eröffnungsvortrag	<b>Sarah Karimnia</b> , Marcus Stecher, Björn Schlenker, Guido Brandt, Nicole Nicklisch, Christian Meyer, Sandra Pichler, Andrea Moser, Frank Ramsthaler, Christiane Bauer, Harald Niederstätter <sup>3</sup> , Walther Parson, Susanne Friederich, Harald Meller, Kurt W. Alt: "Catastrophe, Crime scene, or Ritual? A ninefold burial from Salzmünde, Germany "	40 min	Chair: Jan Cemper-Kiesslich	
09.35						
09.40						
09.45						
09.50						
09.55						
10.00						
10.05						
10.10						
10.15						
10.20		Diskussion		10 min		
10.25						
10.30		Kaffeepause		60 min		
10.35						
10.40						
10.45						
10.50						
10.55						
11.00		Vortrag	<b>Fabian Kanz</b> , Ronald Risy und Karl Großschmidt: "Der Stadtfriedhof von St. Pölten (11.-18. Jh.) – Eine erste Stichprobe (2010)"	15 min	Chair: Jan Cemper-Kiesslich	
11.05				Diskussion		5 min
11.10		Vortrag	<b>Karin Wiltshke-Schrotta</b> : "Angeknabbert – Spuren am menschlichen Skelett und ihre Interpretationen"	15 min		
11.15				Diskussion		5 min
11.20		Vortrag	<b>Caren Wegener &amp; Anke Prochnow</b> : "New Technologies in human identification for most challenging samples –Investigator Quantiplex and Investigator DIPplex Kit"	10 min		
11.25				Diskussion		5 min
11.30		Vortrag	<b>Alfred Galik</b> : "Römische Archäozoologie in Österreich"	25 min		
11.35						
11.40						
11.45						
11.50						
11.55						
12.00		Diskussion		5 min		
12.05		Mittagspause		70 min		
12.10						
12.15						
12.20						
12.25						
12.30						
12.35						
12.40						
12.45						
12.50						
12.55						
13.00						
13.05						
13.10						
13.15						
13.20						

**TERTIUS Conventus Austriacus Archaeometriae**  
*scientiae naturalis ad historiam hominis antiqui investigandam*  
**MMXI**

13.25		Vortrag	<b>Katja Sterflinger-Gleixner:</b> "The revages of time: how and why microbes deteriorated objects of cultural heritage and what they tell us about their history."	30 min	Chair: Fabian Kanz
13.30					
13.35					
13.40					
13.45					
13.50					
13.55	Diskussion	10 min			
14.00					
14.05	Vortrag	<b>Ludwig Husty:</b> "Tatort Riedling - spannend nicht nur für die Archäologie. Erste Erkenntnisse eines außergewöhnlichen Erdwerks der Münchshöfener Kultur im niederbayerischen Landkreis Straubing-Bogen."	15 min		
14.10					
14.15	Diskussion	5 min			
14.20					
14.25	Vortrag	<b>Mark R. Mc Coy:</b> "Tatort Riedling - schon wieder eine Pfeilspitze? - Erste Befunde aus der Archäoradiologie"	15 min		
14.30					
14.35	Diskussion	5 min			
14.40					
14.45	Vortrag	<b>Jan Cemper-Kiesslich:</b> "aDNA und 14C - Schwierigkeiten, Hoffnungen und ein Ausblick"	10 min		
14.50					
14.55	Vortrag	<b>Jan Cemper-Kiesslich:</b> "Bergung, Lagerung und Probenahme in der Bioarchäologie - Eine Standardverfahrensvorschrift"	10 min		
15.00					
15.05	Diskussion	5 min			
15.10					
15.15	Kaffeepause	30 min			
15.20					
15.25					
15.30					
15.35					
15.40					
15.45	Vortrag	<b>Elisabeth Johann:</b> "Waldgeschichte – Waldnutzung im Wandel der Zeit"	30 min		
15.50					
15.55	Diskussion	10 min			
16.00					
16.05	Vortrag	<b>Michael Grabner &amp; Kurt Nicolussi:</b> "Dendrochronologie – spezielle Anforderungen der Archäologie"	20 min		
16.10					
16.15	Diskussion	5 min			
16.20					
16.25	kurze Pause	15 min			
16.30					
16.35					
16.40	Vortrag	<b>Andrea Klein &amp; Michael Grabner:</b> "Historische Holzverwendung in der Region um den Schneeberg"	20 min		
16.45					
16.50	Diskussion	5 min			
16.55					
17.00	Vortrag	<b>Stephan Brather:</b> "Nassholzkonservierung. Zum gegenwärtigen Entwicklungsstand"	20 min		
17.05					
17.10	Diskussion	5 min			
17.15					
17.20	Vortrag	<b>Hans Reschreiter, Monika Horský, Michael Grabner, Kerstin Kowarik, Gabriel Wurzer &amp; Thomas Prohaska:</b> "Holz aus Hallstatt?"	20 min		
17.25					
17.30	Diskussion	5 min			
17.35					
17.40	Vortrag		20 min		
17.45					
17.50	Diskussion	5 min			
17.55					
18.00	Vortrag		20 min		
18.05					
18.10	Diskussion	5 min			

**TERTIUS Conventus Austriacus Archaeometriae**  
*scientiae naturalis ad historiam hominis antiqui investigandam*  
**MMXI**

18.15		Transfer in die Innenstadt		45 min	
18.20					
18.25					
18.30					
18.35					
18.40					
18.45					
18.50					
18.55					
19.00	um 19.00 Uhr	Rahmenprogramm	Führung im Salzburg Museum durch den Landesarchäologen Dr. <b>Raimund Kastler</b> - Neuerwerbungen im Fachbereich Archäologie / Für Salzburg gesammelt - Neuerwerbungen des Salzburg Museum 2000 bis 2010	ca. 60	
19.05					
19.10					
19.15					
19.20					
19.25					
19.30					
19.35					
19.40					
19.45					
19.50					
19.55					
20.00	ab 20.00 Uhr	Büffet und Empfang	in der Abgußsammlung des Fachbereiches Altertumswissenschaften, Residenzplatz 1	open end	

<b>Samstag 14. Mai 2011</b>						
timeline	Zeit (von - bis)			Zeit (einzeln)		
At=5 min				Minuten		
09.00	ab 09.00 Uhr	Kaffee....	Tagungsbüro geöffnet			
09.05						
09.10						
09.15						
09.20						
09.25						
09.30	<b>Claus-Stephan Holdermann:</b> "Organisation, Verfahrenstechniken und Arbeitsaufwand im frühbronzezeitlichen Metallhandwerk				Chair: Felix Lang	
09.35	Mitteleuropas – Ein Fertigungsmodell der Himmelscheibe von Nebra (Unstrut) / Sachsen Anhalt." - <b>ABGESAGT!</b>					
09.40	Vortrag	Diskussion	<b>Dieter Böhme:</b> "Portable XRF in der Archäometrie - Möglichkeiten und Grenzen"	20 min		
09.45				5 min		
09.50	Vortrag	Diskussion	<b>Franziska Lang:</b> "Ceramic reloaded – portable RFA und archäologische Keramikforschung"	20 min		
09.55				5 min		
10.00				20 min		
10.05				5 min		
10.10		Kaffeepause		30 min		
10.15						
10.20						
10.25						
10.30						
10.35						
10.40						
10.45						
10.50						
10.55						

**TERTIUS Conventus Austriacus Archaeometriae**  
*scientiae naturalis ad historiam hominis antiqui investigandam*  
**MMXI**

11.00	Vortrag	<b>Detlef Hopp:</b> "Industriearchäologie am Beispiel der ehemaligen Krupp Gußstahlfabrik in Essen"	20 min	Chair: Michael Unterwurzacher
11.05				
11.10	Diskussion		5 min	
11.15				
11.20	Vortrag	<b>Peter Tropper:</b> "Mineralogisch-petrologisch und geochemische Untersuchungen von Erzproben und bronzezeitlichen Kupferschlacken aus dem Revier Mitterberg"	15 min	
11.25				
11.30	Diskussion		5 min	
11.35				
11.40	Vortrag	<b>Matthias Krismer:</b> "Mineralogische und Petrologische Untersuchungen an metallurgischen Kupferschlacken der Spätbronzezeit aus dem Revier Mauken (Brixlegg, Tirol)"	15 min	
11.45				
11.50	Diskussion		5 min	
11.55				
12.00	Vortrag	<b>Erich Knop:</b> "Mineralogische und Geochemische Untersuchungen an kunstgeschichtlich bedeutsamen Ockerpigmenten aus Thüringen"	10 min	
12.05				
12.10	Diskussion		5 min	
12.15				
12.20	Mittagspause		60 min	
12.25				
12.30				
12.35				
12.40				
12.45				
12.50				
12.55				
13.00				
13.05				
13.10	Vortrag	<b>Christian Uhlir:</b> "The Historic Quarry Project and its application on the Adnet quarry complex – establishment of a Geopark"	15 min	Chair: Wolfgang Vetter
13.15				
13.20	Diskussion		5 min	
13.25				
13.30	Vortrag	<b>Kurt Schaller:</b> "Historic Quarries - Informationssysteme"	15 min	
13.35				
13.40	Diskussion		5 min	
13.45				
13.50	Vortrag	<b>Rudolf Holzer,</b> Martin Bednarik & Marek Laho: „Historische Steinbrüche und Denkmäler der Slowakei: Beitrag der geologischen Forschung zur Erhaltung der Kulturerbe“	15 min	
13.55				
14.00	Diskussion		5 min	
14.05				
14.10	Vortrag	<b>Michael Unterwurzacher:</b> "Die Rottenburg - eine historisch bedeutsame Festung in transdisziplinärer Sichtweise - Geschichte, Bauforschung, Geologie, Geophysik, Archäologie"	15 min	
14.15				
14.20	Diskussion		5 min	
14.25				
14.30	Kaffeepause		30 min	
14.35				
14.40				
14.45				
14.50				
14.55				
15.00	Öffentlicher Abschlußvortrag	<b>Wolfgang Vetter:</b> "Die Goldlagerstätte der Norischen Taurischer – Rekonstruktion aus einem Text von Polybios/Strabon"	45 min	Chair: Christian Uhlir
15.05				
15.10				
15.15				
15.20				
15.25				
15.30				
15.35				
15.40				
15.45				
15.50	Diskussion		10 min	
15.55				
15.55	Verabschiedung	<b>Jan Cemper-Kiesslich,</b> Organisationskomitee	5 min	
18.00	Tagungsbüro geschlossen			

**Inhaltsverzeichnis**

Vorträge – Freitag, 13. Mai 2011.....	4
Catastrophe, Crime scene, or Ritual? A ninefold burial from Salzmünde, Germany.....	4
Der Stadtfriedhof von St. Pölten (11.-18. Jh.) – Eine erste Stichprobe (2010).....	5
Angeknabbert – Spuren am menschlichen Skelett und ihre Interpretationen.....	7
New Technologies in human identification for most challenging samples Investigator Quantiplex and Investigator DIPplex Kit.....	7
„Römische Archäozoologie“ in Österreich.....	8
The revages of time: how and why microbes deteriorated objects of cultural heritage and what they tell us about their history.....	10
Tatort Riedling – spannend nicht nur für die Archäologie - Ein außergewöhnliches Erdwerk der Münchshöfener Kultur in Riedling, Gem. Oberschneiding, Landkreis Straubing-Bogen .	11
Tatort Riedling - schon wieder eine Pfeilspitze? Erste Befunde aus der Archäoradiologie ....	15
aDNA und 14C - Schwierigkeiten, Hoffnungen und ein Ausblick.....	16
Bergung, Lagerung und Probennahme in der Bioarchäologie - Eine Standardverfahrensvorschrift.....	17
Waldnutzung im Wandel der Zeit unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit.....	18
Dendrochronologie – spezielle Anforderungen der Archäologie.....	19
Historische Holzverwendung in der Region um den Schneeberg.....	20
Nassholzkonservierung - zum gegenwärtigen Entwicklungsstand.....	22
Holz aus Hallstatt?.....	22



Vorträge – Samstag, 14. Mai 2011.....	24
Organisation, Verfahrenstechniken und Arbeitsaufwand im frühbronzezeitlichen Metallhandwerk Mitteleuropas. Ein Fertigungsmodell der Himmelscheibe von Nebra (Unstrut) / Sachsen Anhalt.....	24
<i>Processing techniques and expenditure of work in Early Bronze Age metal craft and technological aspects of the Nebra Sky Disc – a model.....</i>	<i>25</i>
Portable XRF - Möglichkeiten und Grenzen.....	26
<i>Ceramic reloaded – portable RFA und archäologische Keramikforschung.....</i>	<i>27</i>
Industriearchäologie am Beispiel der ehemaligen Krupp Gusstahlfabrik in Essen.....	28
Mineralogisch-petrologische und geochemische Untersuchungen von Erzproben und bronzezeitlichen Kupferschlacken aus dem Revier Mitterberg.....	29
Mineralogische und Petrologische Untersuchungen an metallurgischen Kupferschlacken der Spätbronzezeit aus dem Revier Mauken (Brixlegg, Tirol).....	31
Mineralogische und geochemische Untersuchungen an kunstgeschichtlich bedeutsamen Ockerpigmenten aus Thüringen.....	34
The Historic Quarry Project and its application on the Adnet quarry complex – establishment of a Geopark.....	35
Historic Quarries - Informationssysteme.....	36
„Historische Steinbrüche und Denkmäler der Slowakei: Beitrag der geologischen Forschung zur Erhaltung der Kulturerbe“.....	37
Die Rottenburg - Eine historisch bedeutsame Festung in transdisziplinärer Sichtweise – Geschichte, Bauforschung, Geologie, Geophysik, Archäologie.....	38
Die Goldlagerstätte der Norischen Taurischer – Rekonstruktion aus einem Text von Polybios/Strabon.....	40

---

Poster .....	41
Mineralogische Untersuchungen an Kupfervererzungen aus der Region Mauken (Lagerstätte Schwaz-Brixlegg, Tirol) .....	41
Historische Steinbrüche und Abbaugelände Österreichs – „Culture 07-13“ Projekt „Historic Quarries“ .....	43
Aufnahme historischer Steinbrüche im Leithagebirge .....	44
Lokalisierung von alten Steinbrüchen in und um Wien .....	46
Improved Fingerprinting Of Melos Obsidian Using Three Complementary Analytical Techniques .....	49
Effiziente Baudokumentation mittels Laserscanning .....	50

## Vorträge – Freitag, 13. Mai 2011

*in order of appearance*

### **Catastrophe, Crime scene, or Ritual? A ninefold burial from Salzmünde, Germany**

*Sarah Karimnia<sup>1</sup>, Marcus Stecher<sup>1</sup>, Björn Schlenker<sup>2</sup>, Guido Brandt<sup>1</sup>, Nicole Nicklisch<sup>1</sup>, Christian Meyer<sup>1</sup>, Sandra Pichler<sup>4</sup>, Andrea Moser<sup>2</sup>, Frank Ramsthaler<sup>5</sup>, Christiane Bauer<sup>3</sup>, Harald Niederstätter<sup>3</sup>, Walther Parson<sup>3</sup>, Susanne Friederich<sup>2</sup>, Harald Meller<sup>2</sup>, Kurt W. Alt<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Bioarchaeometry Group, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Fachbereich 10, Institut für Anthropologie, Colonel Kleinmann Weg 2 (SB II 2.OG 02342), D55099 Mainz, Mail: [karimni@uni-mainz.de](mailto:karimni@uni-mainz.de) & [altkw@uni-mainz.de](mailto:altkw@uni-mainz.de)

<sup>2</sup> Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt mit Landesmuseum für Vorgeschichte, Germany.

<sup>3</sup> Institut für Gerichtliche Medizin Innsbruck, Austria.

<sup>4</sup> Institut für Prähistorische und Naturwissenschaftliche Archäologie, Universität Basel University, Schweiz.

<sup>5</sup> Zentrum der Rechtsmedizin, Klinikum Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt, Germany.

Excavations of the monumental Neolithic earthwork of Salzmünde near Halle, Germany, yielded numerous complete and partial burials. A ninefold burial of the Middle Neolithic Salzmünde culture is analyzed in-depth in order to assess whether it represents a variant of normal burial rites or whether the individuals fell victim to a crime or catastrophe. In a second step, the burial is compared with another ninefold burial of the chronologically preceding Schöningen group. The investigation is part of an interdisciplinary project of the Landesamt für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt (LDA) and the Johannes Gutenberg-University of Mainz (UniM) which aims at reconstructing the Neolithic settlement history of the Mittelelbe-Saale region of Central Germany with the help of archaeology, physical anthropology, molecular genetics, biogeochemistry and forensic science.

## Der Stadtfriedhof von St. Pölten (11.-18. Jh.) – Eine erste Stichprobe (2010)

*Fabian Kanz<sup>1,4</sup>, Ronald Risy<sup>2</sup> und Karl Grossschmidt<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Medizinische Universität Wien, Department für Gerichtsmedizin, Sensengasse 2, A-1090 Wien, mail: [fabian.kanz@medunivie.ac.at](mailto:fabian.kanz@medunivie.ac.at)

<sup>2</sup> Magistrat St. Pölten, Kulturverwaltung – Stadtarchäologie, Prandtauerstraße 2, A-3100 St. Pölten, [ronald.risy@st-poelten.gv.at](mailto:ronald.risy@st-poelten.gv.at)

<sup>3</sup> Medizinische Universität Wien, Zentrum für Anatomie und Zellbiologie, Schwarzspanierstraße 17, A-1090 Wien, ++43-(0)1-4277-61341, mail: [karl.grossschmidt@meduniwien.ac.at](mailto:karl.grossschmidt@meduniwien.ac.at)

<sup>4</sup> CAMAS – Center of Archaeometry and Applied Molecular Archaeology Salzburg, c/o Universität Salzburg, Interfakultärer Fachbereich Gerichtsmedizin, Ignaz Harrerstraße 79, 5020 Salzburg. tel.: ++43-(0)662-8044-3804, mail: [archaeometrie@sbg.ac.at](mailto:archaeometrie@sbg.ac.at)

Die geplant Neugestaltung des Domplatzes als zentrales Element der künftigen Stadtentwicklung von St.Pölten und die damit verbundene Erneuerung seines Unterbaus erfordert eine im Denkmalschutzgesetz begründete archäologische Untersuchung. Denn aus dem erhaltenen historischen Quellenmaterial, aus Georadaruntersuchung sowie kleineren Sondierungsgrabungen war bekannt, dass mit römischen Bauwerksresten des *municipium Aelium Cetium* und zwei mittelalterlichen Kirchenbauten (ehemalige Pfarrkirche und eine Doppelkapelle), sowie mit tausenden Bestattungen zu rechnen ist. Beheimatete der Domplatz doch ab Mitte des 11. Jahrhunderts bis 1779 den Stadtfriedhof.

Hier sollen die vorläufigen Ergebnisse der ersten Grabungsperiode (August bis November 2010) des auf mehrere Jahre anberaumten Projektes vorgestellt werden. Die römische Epoche konnte stellenweise zwar nur oberflächlich „angekratzt“ werden, dennoch bestätigte sich der Verlauf des in diesem Bereich vermuteten innerstädtischen Straßenzuges. Zahlreiche Funde wie z.B. Münzen und Gegenstände aus Bronze sind dieser Zeit zuzuordnen.

Große Überraschung bot die Entdeckung von Mauerstrukturen des spätmittelalterlichen Klosters des Heiligen Hippolytus. Ein Teil dieser Mauern umgab offene Höfe, in einem davon war eine Latrine angelegt. In der Verfüllung des Latrinenschachtes fanden sich zahlreiche Fundstücke aus dem ausgehenden 15. Jahrhundert n. Chr. Einzigartig und als Prunkstück hervorzuheben ist ein Beleuchtungsgerät in Form einer weiblichen Figur aus gebranntem Ton, deren Physiognomie stark an heutige Teufels- oder Hexendarstellungen erinnert. Aus den in mühsamer Schlämm-Arbeit gewonnenen Speiseresten wie diversen Knochen, Fischgräten, Kerne von Obst und Beeren wird sich bald ein lebendiges Bild des Klosterlebens im ausgehenden Mittelalter zeichnen lassen.

Der Ostabschluss der gotischen ehemaligen Pfarrkirche wurde ebenfalls noch in der 2010er Grabungsfläche erfasst, womit sich die Kirche in ihrer Ausdehnung viel größer erweist, als es die bildlichen Quellen bisher vermuten ließen.

Im freigelegten Bereich des spätmittelalterlichen Klosters wurde im Zuge des großzügig angelegten barocken Neubaus mehrfach die dazugehörige Baustelle eingerichtet: Diverse Kalkwannen, Pfostensetzungen und eine aus Holzbalken und Mörtel errichtete Plattform für die Aufstellung eines Baukrans ermöglichen die Rekonstruktion des barocken Baubetriebs.

Während der Grabungskampagne 2010 konnten alle menschlichen Skelettfunde anthropologisch bearbeitet werden. Es wurden knapp mehr als 500 Individuen identifiziert. Davon handelte es sich um 60% Erwachsene und um 40% Kinder und Jugendliche. Die Frauen umfassten 37% und die Männer 62% (nur 1% war nicht mehr bestimmbar). Männer erreichten ein durchschnittliches Alter von 34 Jahren und eine Körperhöhe von 170 cm, Frauen starben im Durchschnitt um 3 Jahre früher und erreichten eine Körperhöhe von 158 cm. Das niedrigere durchschnittliche Sterbealter der Frauen könnte durch ihr erhöhtes Sterberisiko aufgrund von Schwangerschaften und Geburten erklärt werden.

Eine Vielzahl von krankhaften bzw. traumatischen Veränderungen konnte bestimmt werden. Eine Synchronisierung mit der bisherigen St. Pöltner Stadtgeschichte scheint möglich, so wurden zwei bekannte Pestepidemien durch entsprechende Bestattungen belegt. Neben der kurzzeitig, aber meist tödlich verlaufenden Pest konnten auch andere infektiöse Erkrankungen, wie z.B. die Syphilis nachgewiesen werden, die ein langsames Siechtum für die Betroffenen bedeuteten. Mit interpersonellen Konflikten dürften einige der mittelalterlichen Bewohner St. Pöltens auch Erfahrungen gemachten haben: Neben einer Vielzahl von Knochenbrüchen belegen dies verheilte, aber auch tödliche Schädeltraumata, verursacht durch scharfe Gewalt. Besonders dramatisch stellt sich in diesem Zusammenhang der Fall eines 8 – 9 jährigen Kindes dar, das durch eine dreifache Verletzung am linken Schädeldach getötet worden ist.

## **Angeknabbert – Spuren am menschlichen Skelett und ihre Interpretationen**

*Karin Wiltschke-Schrotta*

Naturhistorisches Museum Wien, Anthropologische Abteilung, Burgring 7, A-1010 Wien, Tel.: 0043-1-52-177,  
mail: [karin.wiltschke@nhm-wien.ac.at](mailto:karin.wiltschke@nhm-wien.ac.at)

CAMAS – Center of Archaeometry and Applied Molecular Archaeology Salzburg, c/o Universität Salzburg,  
Interfakultärer Fachbereich Gerichtsmedizin, Ignaz Harrerstraße 79, 5020 Salzburg. tel.: ++43-(0)662-8044-  
3804, mail: [archaeometrie@sbg.ac.at](mailto:archaeometrie@sbg.ac.at)

CAMAS – Center of Archaeometry and Applied Molecular Archaeology Salzburg

Bei der Untersuchung menschlicher Skelette sind oft Oberflächenveränderungen zu beobachten. Die Unterscheidung von taphonomischen und pathologischen Prozessen am Knochen kann manchmal schwierig sein. Typische Muster für knochenauflösende, taphonomische Prozesse wie Wurzelfraß, Tierverbiss und Bodensäureeinwirkung werden einigen osteolytischen Krankheitsmustern gegenüber gestellt. Die Interpretationsmöglichkeiten werden an mehreren Beispielen, unter anderem an den Skeletten der urnenfelderzeitlichen Siedlungsgrube Grube aus Stillfried 1985/86 dargestellt. An mindestens 4 der 16 Individuen konnten Tierverbisspuren makroskopisch wie auch mikroskopisch nachgewiesen werden. Dies lässt auf eine offene Lagerung der Toten schließen. Die Bissmarken dürften von Carnivoren stammen. Da die Skelette in mehr als 2 m Tiefe gefunden wurden, kann angenommen werden, dass die Toten vor der Einbringung in die Grube angeknabbert wurden.

## **New Technologies in human identification for most challenging samples**

### **Investigator Quantiplex and Investigator DIPplex Kit**

*Caren Wegener, Anke Prochnow*

Qiagen GmbH, Forensics – HID, Qiagenstr. 1, D-40724 Hilden, phon: ++49-(0)2103-29-12250, mail:  
[Caren.Wegener@qiagen.com](mailto:Caren.Wegener@qiagen.com)

At present in the forensic field, STR typing can be considered as standard approach and method of choice allowing a high discrimination power adequate for addressing most problems of human identification. However, as alternatives to STRs the use of SNPs has proved valuable in specific applications mainly in the analysis of highly degraded samples.

By combining many of the desirable features of STRs and SNPs, DIPs (INDELs) can bridge the gap between these established strategies. However, these multiplex assays used for human identification are complex systems that require a defined range of template input. Accuracy of quantification, even of low concentrated samples and an assessment of the presence of PCR inhibitors are key requirements to ensure successful genotyping on the first try.

Here we present a novel human DNA quantification assay – the Investigator Quantiplex Kit - which provides fast and accurate quantification of human DNA in human identification. The assay provides sensitivity down to less than 2 pg/reaction, with highly accurate quantification in linear range of standard curve of less than 10 pg/reaction in less than 50 minutes. The workflow can be further streamlined by the Investigator DIPplex Kit that enables the amplification of 30 biallelic deletion/insertion polymorphism (DIP) loci plus Amelogenin. Highly suited for the generation of DNA profiles from forensic stains, hair, and bone samples, the kit was designed as an alternative to STR-based and SNP-based human identification. Carefully selected markers and formulated chemistry enable the same sensitivity required for identification in forensic and anthropology cases, but with some significant advantages, such as the absence of stutter peaks and very short amplicon length.

## **„Römische Archäozoologie“ in Österreich**

*Alfred Galik, Gerhard Forstenpointner & Gerald Weissengruber*

Veterinärmedizinische Universität Wien, Departement für Pathologie und Anatomie, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien, phon: ++43-(0)1-25077-2519, mail: [alfred.galik@vu-wien.ac.at](mailto:alfred.galik@vu-wien.ac.at)

Die Erforschung provinzialarchäologischer Siedlungsstrukturen verweist in Österreich auf eine lange Tradition. Folglich konnten über die Zeit zahlreiche Fundplätze, wie dörfliche und urbane Siedlungen, Villa rusticae oder etwa militärisch genutzte Stützpunkte dokumentiert werden. In dem weiten Betätigungsfeld der provinzialrömischen Archäologie findet auch die Archäozoologie ihre feste Verankerung. Selektiert man die römischen Fundstellen mit bearbeiteten und publizierten archäozoologischen Fundkomplexen schrumpft ihre Zahl merklich. Die archäozoologisch bearbeiteten Fundstellen sind hinsichtlich der archäologischen Befundung wie auch der Fundquantitäten von unterschiedlicher Qualität und verteilen sich entsprechend der Forschungsschwerpunkte relativ uneinheitlich über Österreich. Nicht nur archäozoologisches Interesse ergibt sich aus dem Spannungsfeld vorrömischer, römischer und

nachrömischer Besiedlungen, die das Potential für eine Dokumentation von Wirtschaftsweisen und kulturellen Änderungen in sich bergen.

Etwa am Beispiel der Rinderwirtschaft lassen sich Veränderungen in der Viehwirtschaft aus dem archäozoologischen Material ablesen. In vorrömischer Zeit waren die Rinder der heimischen Schläge kleinwüchsige und widerstandsfähige Tiere. Im Verlaufe der römischen Einflussnahme erscheinen stärkere und großwüchsige Rinder, die als Importrinder gedeutet werden und die Hinweise auf Ähnlichkeiten zur alten Chianina Rinderrasse liefern.

Kulturelle wie auch wirtschaftliche Aspekte lassen sich durch das Bestreben bestimmte Lebensstandards beizubehalten oder sich diesen anpassen zu wollen belegen. Solche Verhaltensweisen können etwa durch Importwaren, wie die Verwendung von würzigen Fischsaucen, die in fernen Ländern erzeugt wurden, beleuchtet werden. Neben dem Fischfang in heimischen Gewässern kaufte man auch im Mittelmeer gefangene und haltbar gemachte Makrelen. Eine lebendig importierte Luxuspeise waren Austern, deren Schalen sich bis an den Rhein nachweisen lassen.

Archäozoologischen Reste können Strategien in der Versorgung mit Fleisch zwischen verschiedenen Siedlungsstrukturen, wie dörflichen, urbanen Bereichen oder in einer Villa rustica erkennen lassen. Unterschiedliche Wirtschaftsweisen und Speisegewohnheiten können sich auch auf Grund regionaler Gegebenheiten verändern. Während im nördlichen Teil Österreichs im Bereich der Donau überwiegend die Rinderwirtschaft im Vordergrund stand, dürfte die Versorgung mit Fleisch kleiner Hauswiederkäuer, wie Schaf und Ziege, im Süden Österreichs von größerer Bedeutung gewesen sein. Allerdings sind neben einer Berücksichtigung sozialer Zugehörigkeit der Bewohner auch die ergrabenen Befunde von großer Wichtigkeit für die Interpretationen der Fundergebnisse.



## **The revages of time: how and why microbes deteriorated objects of cultural heritage and what they tell us about their history**

*Katja Sterflinger*

University of Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna, Department of Biotechnology, Muthgasse 18, 1190 Vienna, mail: [Katja.Sterflinger@boku.ac.at](mailto:Katja.Sterflinger@boku.ac.at)

Fungi, bacteria, lichen and archaea play a considerable role for the deterioration of cultural heritage, works of art and archaeological findings. Due to their enormous enzymatic activity and their ability to grow at low  $a_w$  values fungi do not only inhabit but decay paintings, textiles, paper, parchment, leather, oil, casein, glue, bones, terracotta and other materials used for historical and recent art objects. Even the weathering of stone monuments and archaeological findings – as soon as they are excavated from the soil - are significantly increased by epi- and endolithic fungi, halophilic bacteria and lichen. Case studies of microbes in museums and their storage rooms, on objects and on monuments - including wooden coffins, books, wall paintings, sculptures and mummies - are shown in order to demonstrate how contaminations can be detected, monitored and prevented. The mummies in the catacombs of the Capuchin in Palermo are shown as a prominent example where biodeterioration threatens valuable cultural heritage. Climate control, regular cleaning and microbiological monitoring are essential in order to prevent fungal and bacterial contamination. Anti-microbial measures are one of the most important steps after excavation of archaeological findings or exposure of wall paintings.

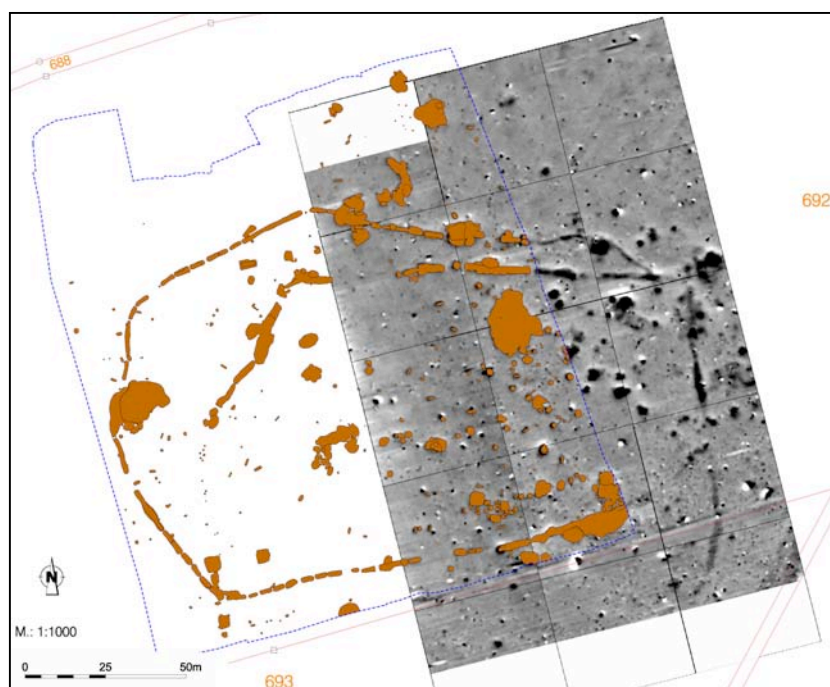
## Tatort Riedling – spannend nicht nur für die Archäologie

### Ein außergewöhnliches Erdwerk der Münchshöfener Kultur in Riedling, Gem. Oberschneiding, Landkreis Straubing-Bogen

*Ludwig Husty*

Kreisarchäologie Straubing-Bogen, Kulturforum Oberalteich, Klosterhof 1, 94327 Bogen,  
phon: ++49-(0)9422/505650, mail: [archaeologie@landkreis-straubing-bogen.de](mailto:archaeologie@landkreis-straubing-bogen.de)

Der niederbayerische Landkreis Straubing-Bogen ist eine der archäologisch fundreichsten Regionen Südostbayerns. Fruchtbare Böden vor allem rechts der Donau in den Weiten des Gäubodens und dem tertiären Hügelland, ausreichende Wasserversorgung durch zahlreiche Bach- und Flusstäler und klimatische Gunstlagen waren Grundlage für eine intensive vor- und frühgeschichtliche Siedlungstätigkeit, die im Altneolithikum mit der Sesshaftwerdung etwa Mitte des 6. vorchristlichen Jahrtausends begann.



**Abbildung 1:** Grabungsplan und Magnetometerplan (grau hinterlegt) des Münchshöfener Erdwerks in Riedling: Plangrundlage: G. Meixner Fa. ArcTron/ArcTeam und J. Faßbinder, Bayer. Landesamt für Denkmalpflege München, Stand 2010.

Im südlichen Landkreisteil im tertiären Hügelland nahe dem kleinen Weiler Riedling bei Oberschneiding, wird seit vielen Jahren großflächig Lehm abgebaut. Dieser Abbau wird seit 2006/07 intensiv archäologisch begleitet.

Bereits nach der ersten Grabungskampagne 2007, bei der eine Fläche von ca. 11.500 m<sup>2</sup> aufgedeckt

werden konnte, wurden Teile eines großen zweiphasigen Grabenwerkes entdeckt. Eine parallel durchgeführte Magnetometermessung lies den weiteren Verlauf erkennen, der inzwischen zu nahezu zwei Drittel durch drei weitere Grabungskampagnen bestätigt werden konnte (Abb.1). Zahlreiche datierende Funde sowie einige  $^{14}\text{C}$  Daten erlauben eine Münchshöfenzeitliche Zeitstellung des Grabenwerkes in die 2. Hälfte des 5. vorchristlichen Jahrtausends. Eine spätere Nutzung des Areals scheint mit einigen Altheimzeitlichen Hausgrundrissen gegeben zu sein.

Ungewöhnlich im Vergleich weiterer Münchshöfener Grabenwerke sind sowohl die Größe der Anlage – ca. 180 x 120 m in Ost-West bzw. Nord-Süd Richtung - und der dachförmig geknickte Verlauf der ansonsten rundovalen Anlage, die offensichtliche Gleichzeitigkeit der beiden Grabenzüge und der Bau der Anlage durch Aneinanderreihung zahlreicher schmal ovaler Gruben. Ebenso ungewöhnlich ist die an zahlreichen Stellen des Grabenzugs angetroffene Einbringung von Keramikdeponierungen und Skeletten bzw. Skeletteilen (Abb.2).

Besondere Aufmerksamkeit erhielt 2010 die randliche Niederlegung mehrerer Verstorbener in einer Münchshöfenzeitlichen Großgrube (Bef.440), wobei vor allem eine Gruppe von drei nahe beieinander liegenden Individuen großes Interesse hervorrief (Abb. 3).

Von diesen drei Verstorbenen, die anscheinend gleichzeitig in Hockstellung beerdigt wurden waren zwei, möglicherweise erwachsene Individuen mit dem Gesichtsschädel zueinander gewandt; das dritte, in situ als Jugendlicher interpretiert, lag um 180 Grad gespiegelt zwischen den beiden anderen. Archäologisch wurde der Befund als zwei Erwachsene und ein Jugendlicher, vielleicht Angehörige einer Familie, interpretiert. Zur Klärung soll im Rahmen eins überregionalen Projektes versucht werden nicht nur anthropologisch Geschlecht, Sterbealter etc. zu ermitteln sondern mögliche Verwandtschaftsverhältnisse mittels DNA-Analysen zu erhalten.

Lit: L. Husty/G. Meixner, Ein neues Münchshöfener Grabenwerk in Riedling, Gde. Oberschneiding, Lkr. Straubing-Bogen. In: K. Schmotz (Hrsg.) Vorträge des 27. Niederbayerischen Archäologentages 2009, (Rahden/Westf.) 29 – 63.

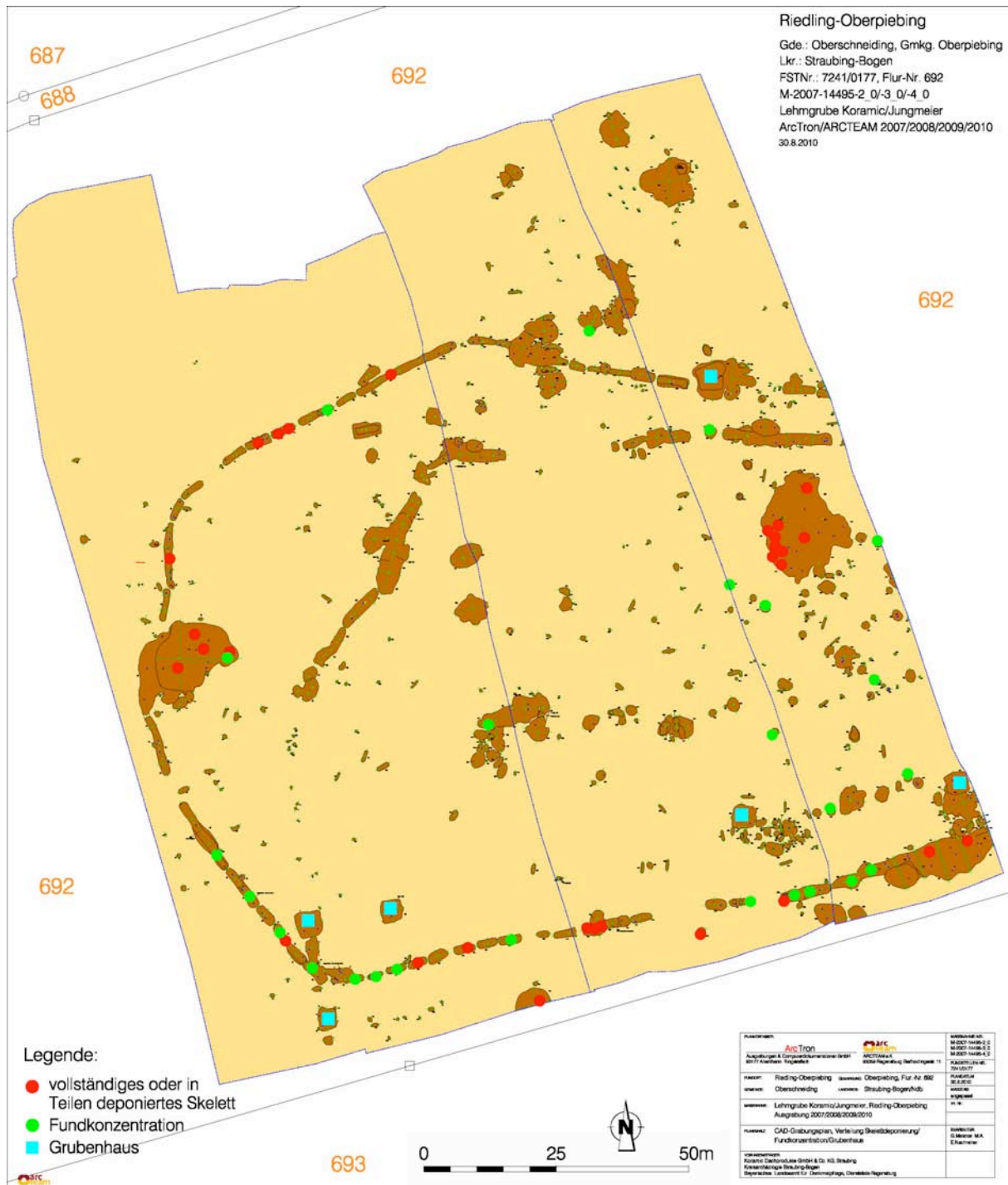


Abbildung 2: Riedling, Gem. Oberschneiding, Grabungsplan mit eingetragenen Fundkonzentrationen und Skeletten bzw. Teilskeletten. Plangrundlage: G. Meixner, Fa. ArcTeam, Regensburg



**Abbildung 3:** Riedling, Gem. Oberschneiding, Bef. 440 Skelett Bef. 602, 603 und 607. Foto: G. Meixner Fa. ArcTeam, Regensburg.



## **Tatort Riedling - schon wieder eine Pfeilspitze? Erste Befunde aus der Archäoradiologie**

*Mark R. McCoy<sup>1,3</sup>, Jan Cemper-Kiesslich<sup>2,3</sup> & Ludwig Husty<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Christian Doppler-Klinik, Landeskrankenanstalten Salzburg und Paracelsus Medizinische Privatuniversität, Institut für Radiologie und MRT, Ignaz Harrerstraße 79, 5020 Salzburg, tel.: ++43-(0)662-4483-56166, mail: [Ma.McCoy@salk.at](mailto:Ma.McCoy@salk.at)

<sup>2</sup> Universität Salzburg, Interfakultärer Fachbereich Gerichtsmedizin, Ignaz Harrerstraße 79, 5020 Salzburg, tel.: ++43-(0)662-8044-3804, mail: [jan.kiesslich@sbg.ac.at](mailto:jan.kiesslich@sbg.ac.at)

<sup>3</sup> CAMAS – Center of Archaeometry and Applied Molecular Archaeology Salzburg, c/o Universität Salzburg, Interfakultärer Fachbereich Gerichtsmedizin, Ignaz Harrerstraße 79, 5020 Salzburg, tel.: ++43-(0)662-8044-3804, mail: [archaeometrie@sbg.ac.at](mailto:archaeometrie@sbg.ac.at)

<sup>4</sup> Kreisarchäologie Straubing-Bogen, Kulturforum Oberalteich, Klosterhof 1, 94327 Bogen, phon: ++49-(0)9422/505650, mail: [archaeologie@landkreis-straubing-bogen.de](mailto:archaeologie@landkreis-straubing-bogen.de)

**Untersuchungstechnik:** Spiral Computertomographie (CT) Untersuchung (Philips 10 Zeiler) im Dezember 2010 von 3 Schädel skeletten (Riedling 602, 603 und 607) nach Stückbergung.

**Befunde:** Es zeigen sich 3 massiv entkalkte Knochenskelette in Lehm eingebettet, die Kalotte misst mit 842 HE (Houndsfield - Einheiten) – eine kalkdichte Schädelkalotte würde etwa 1489HE messen; das Dentin misst etwa 647 HE, nur das Amelum (Zahnschmelz) ist noch mit einer hohen Dichte dargestellt (1843 HE), der umgebende Lehm misst etwa 1094 HE

Die Schädel skelette sind teils stark komprimiert, die Kalotte mehrfach frakturiert, und von Lehm vollständig ausgefüllt – keine luftgefüllten Anteile des Schädel skeletts, nur in Spalten des Lehms aufgrund der Trocknung. Es zeigen sich erhaltene Kiefer mit vollständigem Gebiss, ohne Hinweis für Karies – jugendliche Individuen, Teilweise fehlende Kalottenabschnitte durch Grabung bedingt.

2 Schädel skelette zeigen unterhalb der geborstenen Kalotte eine dichtere annähernd dreieckige Struktur (eine HE 1506, die zweite 1276 HE messend) nur fraglich einer Pfeilspitze entsprechend – diese Befunde werden diskutiert.

Die computertomographische Untersuchung vor archäologischen Funden nach Stückbergung bringt große Vorteile, da eine zerstörungsfreie Einsicht gegeben ist – eine Röntgenuntersuchung würde bei derart entkalkten Skeletteilen keine Befunderweiterung bringen. Ein weiterer Vorteil ist eine mögliche CT gezielte Untersuchung von interessanten Teilbefunden.

## aDNA und 14C - Schwierigkeiten, Hoffnungen und ein Ausblick

*Jan Cemper-Kiesslich<sup>1,3</sup>, Eva-Maria Wild<sup>2</sup>, Franz Neuhuber<sup>1</sup> & Ludwig Husty<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Universität Salzburg, Interfakultärer Fachbereich Gerichtsmedizin, Ignaz Harrerstraße 79, 5020 Salzburg. tel.: ++43-(0)662-8044-3804, mail: [jan.kiesslich@sbg.ac.at](mailto:jan.kiesslich@sbg.ac.at)

<sup>2</sup> Universität Wien, Fakultät für Physik, VERA-Laboratorium, Währinger Straße 17, Kavalierstrakt, A-1090 Wien, phon: ++43-(0)1-4277-51704, mail: [eva.maria.wild@univie.ac.at](mailto:eva.maria.wild@univie.ac.at)

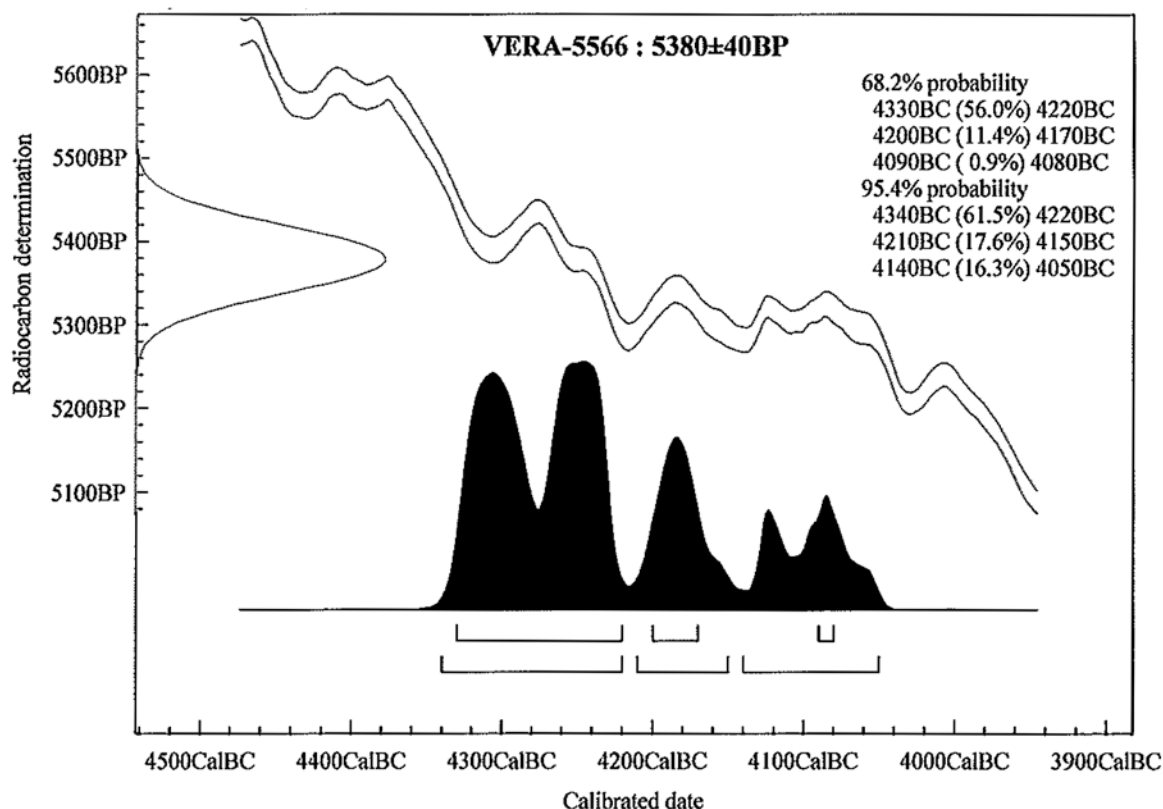
<sup>3</sup> CAMAS – Center of Archaeometry and Applied Molecular Archaeology Salzburg, c/o Universität Salzburg, Interfakultärer Fachbereich Gerichtsmedizin, Ignaz Harrerstraße 79, 5020 Salzburg. tel.: ++43-(0)662-8044-3804, mail: [archaeometrie@sbg.ac.at](mailto:archaeometrie@sbg.ac.at)

<sup>4</sup> Kreisarchäologie Straubing-Bogen, Kulturforum Oberalteich, Klosterhof 1, 94327 Bogen, phon: ++49-(0)9422/505650, mail: [archaeologie@landkreis-straubing-bogen.de](mailto:archaeologie@landkreis-straubing-bogen.de)

**aDNA-Analyse:** Die Auffindesituation und die besondere relative Lage der Individuen 602, 603 und 607 des Befundes 440 (Riedling, Gem. Oberschneiding) kann als Hinweis auf eine Familienbestattung gesehen werden. Zur Überprüfung dieser Hypothese und zur Identifizierung des biologischen Geschlechtes wurden aus je einem Langknochenfragment Proben für die DNA-Analytik entnommen. Erste Versuche mit mäßiger bis hoher Nachweisempfindlichkeit konnten keine nucleäre DNA nachweisen. Mögliche Gründe und technische Schwierigkeiten sowie weitere Möglichkeiten der aDNA Analyse werden diskutiert.

**<sup>14</sup>C-Analyse (VERA-ID 5566):** Aus einem Wadenbeinschaft des Individuums 603 wurde ein ca. 5 cm langes Knochenfragment mittels Beschleunigermassenspektrometrie (Accelerator Mass Spectrometry, AMS) - analysiert. Das <sup>14</sup>C-Alter aus dem Kollagen der Probe wurde mit 5380 +/- 40 Jahre BP bestimmt, nach Kalibrierung ergaben sich 3 mögliche Datierungen (siehe Abbildung): **4340 bis 4220 BP mit 61,5 %**, 4210 bis 4150 BP (17,6 %) und 4140 bis 4050 BP (16,3 %).

Auffällig war der niedrige Kollagengehalt (weniger als 1 %) der Probe, was erfahrungsgemäß mit dem negativen nucleären DNA-Befund korreliert. Eine Kollagenausbeute von 1% der eingesetzten Ausgangsmenge wird von manchen <sup>14</sup>C Labors als Limit für Knochen, die ein verlässliches <sup>14</sup>C-Alter ergeben, angesehen.



## Bergung, Lagerung und Probennahme in der Bioarchäologie Eine Standardverfahrensvorschrift

*Jan Cemper-Kiesslich<sup>1,2</sup> & Franz Neuhuber<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Universität Salzburg, Interfakultärer Fachbereich Gerichtsmedizin, Ignaz Harrerstraße 79, 5020 Salzburg. tel.: ++43-(0)662-8044-3804, mail: [jan.kiesslich@sbg.ac.at](mailto:jan.kiesslich@sbg.ac.at), [franz.neuhuber@sbg.ac.at](mailto:franz.neuhuber@sbg.ac.at)

<sup>2</sup> CAMAS – Center of Archaeometry and Applied Molecular Archaeology Salzburg, c/o Universität Salzburg, Interfakultärer Fachbereich Gerichtsmedizin, Ignaz Harrerstraße 79, 5020 Salzburg. tel.: ++43-(0)662-8044-3804, mail: [archaeometrie@sbg.ac.at](mailto:archaeometrie@sbg.ac.at)

Die Bergung, Lagerung und Probennahme von biogenem Untersuchungsmaterial ist vor allem im Hinblick auf eine mögliche aDNA-Analyse ein kritischer Faktor. Hier ist vor allem darauf zu achten, dass das Untersuchungsmaterial, jedenfalls aber ggf. für eine DNA-Analyse vorgesehene Proben nach der Auffindung schnellst möglich so gesichert werden, dass eine weitere Schädigung der Erbsubstanz minimiert bzw. unterbunden wird. Erfahrungsgemäß ist eine – aus Sicht der Molekularbiologie - optimale Probennahme, abhängig von den Gegebenheiten bei der Ausgrabung bzw. in Abhängigkeit von den Fundumständen aber nur



selten möglich. Zudem ist den verschiedenen Anforderungen molekular-archäologisch arbeitender Labore Rechnung zu tragen.

Wir versuchen einen praktischen und flexiblen Leitfaden zur Probennahme für die aDNA-Analyse zu geben. Eine Arbeitsvorschrift (Standardverfahrensvorschrift) in Anlehnung an die Vorgaben der DIN ISO/EN 17025 (Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien) wird erstellt und auf der Kongresshomepage in der Download-Sektion zur Verfügung gestellt. <http://archaeometrie.sbg.ac.at/downloads.html>

## **Waldnutzung im Wandel der Zeit unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit**

*Elisabeth Johann*

Fachausschuss Wald- und Forstgeschichte des Österreichischen Forstvereins, mail: [elisabet.johann@aon.at](mailto:elisabet.johann@aon.at)

Seit Jahrtausenden wird der mitteleuropäische Wald mehr oder weniger stark von Menschen genutzt und hat in der Entwicklung unserer Kultur eine entscheidende Rolle gespielt. Er war sowohl Siedlungsraum als auch Nahrungs-, Energie- und Rohstoffquelle für die verschiedenartigsten Produkte. Der Wald war dabei häufig ein dienendes Glied anderer Wirtschaftszweige wie der Landwirtschaft, zahlreicher Gewerbe oder der Jagd. Da die Bevölkerung weitgehend von der unmittelbaren Umwelt lebte, war ihr der Zugang zu den begrenzt vorhandenen natürlichen Ressourcen sowie deren langfristige Sicherung seit jeher ein zentrales Anliegen. Der hohe Wert des Waldes führte dazu, dass die Bemühungen um Teilhabe daran der Kern für eine Fülle von Auseinandersetzungen unterschiedlicher Art und Intensität waren.

Im Spannungsfeld der unterschiedlichen Interessen entstanden vorerst Normen, die den Zugang zu den Ressourcen regulieren sollten. Darüber hinaus aber wurden schon früh traditionelle Techniken entwickelt, die versuchten, die verschiedenen Nutzungsansprüche in Einklang zu bringen. Die Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, welche ordnungspolitischen Maßnahmen gesetzt und welche Techniken bei der Bewirtschaftung des Waldes - lange vor Einsetzen einer wissenschaftlich fundierten Forstwirtschaft - seit der Antike bis in die frühen Neuzeit mit ihren wachsenden Ansprüchen entwickelt wurden, um die Ressource Wald als Gesamtheit nachhaltig zu sichern und versucht der Frage nachzugehen, inwieweit diese Anstrengungen von Erfolg gekrönt waren. Sie stützt sich dabei einerseits auf zeitgenössische

Geschichtsquellen, andererseits auf die seit dem Spätmittelalter aufgezeichneten Dorfrechte sowie die Ergebnisse pollenanalytischer Untersuchungen.

## **Dendrochronologie – spezielle Anforderungen der Archäologie**

*Michael Grabner<sup>1</sup> und Kurt Nicolussi<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Holzforschung, Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien, [michael.grabner@boku.ac.at](mailto:michael.grabner@boku.ac.at)

<sup>2</sup> Universität Innsbruck, Institut für Geographie, Innrain 52, 6020 Innsbruck, [kurt.nicolussi@uibk.ac.at](mailto:kurt.nicolussi@uibk.ac.at)

Holz war und ist ein elementarer Naturrohstoff. Die Nutzung von Holz hat aber auch eine ausgeprägte kulturhistorische Dimension mit großer zeitlicher Tiefe. So gehört Holz seit über 400.000 Jahren – seit der archäologisch belegten Verwendung von Werkzeugen und Brennholz – zu den wichtigsten Rohstoffen, die die Menschheit begleiten. Leider bleibt Holz nur in komplett trockener Umgebung oder unter Luftabschluss über sehr lange Zeiträume erhalten. So sind umfangreiche archäologische Holzfunde in Österreich relativ rar.

Mit der „Dendrochronologie“ ist Anfang des 20. Jahrhunderts eine Wissenschaftsdisziplin etabliert worden, die u.a. den unübertroffenen Vorteil der jahrgenaue Datierung liefert. Durch diese Möglichkeit, Holz und damit verbundene Fundsituationen jahrgenau zu datieren, wurde dem Roh- und Werkstoff Holz auch eine wissenschaftliche Bedeutung zugeschrieben.

Durch Auswertung der Jahrringzuwächse lassen sich Zeitreihen erstellen, die sich über Jahrhunderte, ja über Jahrtausende erstrecken können. Bei der Datierung einer Holzprobe besteht die Absicht, das Datum des zuletzt gebildeten Jahrringes auf der Probe zu bestimmen. Im Idealfall ist dieser Jahrring die so genannten Waldkante, d.h. der zuletzt zugewachsene Jahrring unter der Rinde, der somit das Jahr der Fällung angibt. Im Idealfall kann der Fällzeitpunkt sogar saisonal – Winterhalbjahr oder Sommer – aufgelöst werden.

Archäologische Fragestellungen stellen spezielle Anforderungen an die Dendrochronologie. Oftmals ist mit Proben mit vergleichsweise wenigen Jahrringen (zumindest 30 bis 50 sind nötig) zu arbeiten, eine Herausforderung ist es häufig auch diese exakt zu messen. Da Artefakte oft nicht in klassischer Manier beprobt (Bohrung oder Zerschneiden) werden dürfen, bleibt nur der Ausweg über Messungen an den Oberflächen oder mittels Röntgen-Computertomographie, was wiederum andere Limitierungen mit sich bringt.

Sind die Jahrringe gemessen, kann das Problem bestehen, dass die entsprechende Referenzchronologie für das Wuchsgebiet und die Holzart nicht vorhanden ist. Gerade in

Österreich mit seiner starken ökologischen Vielfalt der Landschaft (von der trockenen Tiefebene bis zur temperaturbedingten Waldgrenze in über 2000 m Seehöhe) ist gegenwärtig noch für die Zeiträume vor dem Spätmittelalter mit solchen Problemen zu rechnen. So können etwa bronzezeitliche Funde aus tieferen Lagen Ostösterreichs nicht mit zentralalpinen Hochlagen-Chronologien datiert werden.

Holzfunde sind jedoch nicht nur „Datierungsmaterial“. Die Bestimmung der Holzart (Baum-, bzw. Strauchart) liefert sowohl Hinweise auf selektive Holzverwendung aber auch auf frühere Waldverhältnisse sowie die Waldbewirtschaftung. So liefern z.B. abrupte Zuwachssteigerungen in vielen Holzfunden im selben Jahrring, Hinweise darauf, dass es Auflichtungen des Waldes auf Grund der Nutzung der benachbarten Bäume gab. Da die Methode der Dendrochronologie auf einem engen Zusammenhang zwischen Klima und Zuwachs basiert, stellen Jahrringe auch ein Klimaarchiv dar. Somit können mit Jahrringdaten auch vergangene Klimaverhältnisse rekonstruiert werden.

## **Historische Holzverwendung in der Region um den Schneeberg**

*Andrea Klein & Michael Grabner*

Universität für Bodenkultur, Institut für Holzforschung, [andrea.klein@boku.ac.at](mailto:andrea.klein@boku.ac.at), und [michael.grabner@boku.ac.at](mailto:michael.grabner@boku.ac.at)

In vergangenen Zeiten setzte die Verwendung von Holz ein breites Wissen über die unterschiedlichen Holzarten und ihre jeweiligen Vorzüge voraus. Verschiedene Holzarten wurde wo immer möglich ihren Eigenschaften entsprechend für den Einsatzbereich ausgewählt. Durch Untersuchung von historischem Museumsinventar lässt sich dieses Wissen unserer Vorfahren teilweise noch rekonstruieren. Das Waldbauernmuseum in Gutenstein zeigt die Wirtschafts- und Sozialgeschichte der Schneebergregion. Nachdem dieses Gebiet zum größten Teil von Wald bedeckt ist, spielte Holz in der Entwicklung von Industrie und Technik seit jeher eine wesentliche Rolle. Die Menschen der Region hatten gelernt, Holz gewinnbringend einzusetzen und sich durch Handel von Holzgütern das Leben zu erleichtern. Im Museum finden Gewerbe wie Wagnerie, Zimmerei, Fass- und Bottichbinderei, Korbbinderei, Köhlerei, Pecherei, Sägerei und Landwirtschaft Beachtung.

Die Holzartenbestimmungen im Waldbauernmuseum machen den gezielten Einsatz von verschiedenen Holzarten deutlich. Bei etwa 1400 durchgeführten Holzartenbestimmungen wurden 32 Holzarten unterschieden, neun davon waren einheimische Sträucher. Bei der

Auswertung der Ergebnisse wurde auf die Herkunft der Objekte und den Einsatz in den unterschiedlichen Gewerben Rücksicht genommen. Es zeigte sich, dass die unterschiedlichen Holzeigenschaften der einheimischen Bäume und Sträucher, sowie die Belastungen denen das Objekt in Verwendung ausgesetzt war, wichtige Kriterien für die Wahl der Holzart darstellten.

Unter den Holzarten wurden 10% als Sträucher bezeichnet, darunter Dirndl, Hasel, Weißdorn, gemeiner und wolliger Schneeball, Berberitze, Buchsbaum und Wacholder. Sie fanden vorrangig als Werkzeugstiele, aber auch als Kleinteile wie Spindeln, Antriebswellen und Rechenzähne oder als Verstärkung bei Transportgeräten oder Tragegestellen Verwendung.

Werkzeugstiele wurden zu 73% mit der Hacke bearbeitet, zu 20% gedrechselt und zu 7% aus Ästen hergestellt. Jene Stiele, die aus Ästen gefertigt wurden, waren nahezu ausschließlich aus Nadelholz, Dirndlholz oder Haselnussholz, während bei den gedrechselten und den gespaltenen Stielen jeweils 40% Buchen verarbeitet wurden.

Auffallend ist auch die breite Nutzung der natürlichen Wuchsformen, wie Krümmungen, Astansätze, Astgabelungen oder Wurzelansätze. So wurden beispielsweise Dachrinnenhaken oder Pferdekummets aus gekrümmtem Holz hergestellt, Schlittenkufen aus Wurzelansätzen, Heugabeln aus Astgabelungen und Schabergriffe aus Astansätzen.

Untersuchungen an Eschenholzobjekten lassen vermuten, dass die Handwerker bei der Auswahl des Holzes auch auf die Jahrringbreiten Rücksicht nahmen. Ein weiterer Beweis dafür, dass die Menschen der damaligen Zeit sehr genau über die Eigenschaften des Holzes und die Vorzüge der jeweiligen Holzarten Bescheid wussten und dieses Wissen auch einsetzten.

## Nassholzkonservierung - zum gegenwärtigen Entwicklungstand.

*Stephan Brather*

Referatsleiter Restaurierung archäologischen Kulturgutes, Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum, Wünsdorfer Platz 4-5, D-15806 Zossen (Ortsteil Wünsdorf), Germany, Fon: (+49) 033702-71830, Fax: (+49) 033702-71831, eMail: [Stephan.Brather@bldam-brandenburg.de](mailto:Stephan.Brather@bldam-brandenburg.de), Internet: <http://www.denkmalpflege.brandenburg.de>

In Europa wird Holz im archäologischem Kontext ist überwiegend durch feuchte Lagerungsbedingungen erhalten. Die Schäden der ausgegrabenen Objekte resultieren aus einem überwiegend biologischen Abbau der Holzsubstanz und durch während der Trocknung auftretenden Zellkollaps Schrumpfungen.

In den letzten 50 Jahren haben sich zur Erhaltung von Nassholz mehrere Konservierungsmethoden entwickelt, die heute gleichberechtigt nebeneinander bestehen. Weiteste Anwendung hat die Tränkung in gemischten wässrigen Lösungen von Polyethylenglykol mit anschließender Vakuumgefriertrocknung gefunden.

## Holz aus Hallstatt?

*Hans Reschreiter<sup>1</sup>, Monika Horsky<sup>2</sup>, Michael Grabner<sup>3</sup>, Kerstin Kowarik<sup>4</sup>, Gabriel Wurzer<sup>5</sup> & Thomas Prohaska<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Naturhistorisches Museum, Prähistorische Abteilung, Burgring 7, A-1010 Wien, [hans.reschreiter@nhm-wien.ac.at](mailto:hans.reschreiter@nhm-wien.ac.at)

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Department für Chemie, Abteilung für Analytische Chemie, VIRIS Labor, Konrad – Lorenz Str. 24 (UFT), 3430 Tulln, [monika.horsky@boku.ac.at](mailto:monika.horsky@boku.ac.at), [thomas.prohaska@boku.ac.at](mailto:thomas.prohaska@boku.ac.at)

<sup>3</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Holzforschung, Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien, [michael.grabner@boku.ac.at](mailto:michael.grabner@boku.ac.at)

<sup>4</sup> Naturhistorisches Museum, Prähistorische Abteilung, Burgring 7, A-1010 Wien, [kerstin.kowarik@nhm-wien.ac.at](mailto:kerstin.kowarik@nhm-wien.ac.at)

<sup>5</sup> Technische Universität Wien, Institut für Architekturwissenschaften, IEMAR: Abt. Digitale Architektur und Raumplanung, Treitlstr. 3/1, 1040 Wien, [wurzer@iemar.tuwien.ac.at](mailto:wurzer@iemar.tuwien.ac.at)

Die Ausgrabungen in den prähistorischen Salzbergwerken von Hallstatt erbrachten in den letzten Jahrzehnten tausende hervorragend konservierte Geräte und Gegenstände aus Holz. Nachdem es mit Hilfe der Dendrochronologie gelungen ist, die einzelnen Betriebsphasen der

unterschiedlichen Bergbaue zu datieren, richtet sich im Moment der Schwerpunkt der Untersuchungen auf die Versorgungsstruktur der prähistorischen Betriebe.

Das häufige Auftreten von Artefakten aus Hölzern, die nicht in unmittelbarer Nähe von Hallstatt wachsen und wuchsen, legt nahe, dass bereits im 1500 v. Chr. Betriebsmittel für den Bergbau importiert wurden. Mit Hilfe von Isotopenuntersuchungen soll die Herkunft der im Bergwerk verwendeten Geräte geklärt werden. Im Rahmen eines ersten Pilotprojektes konnten bereits wichtige Ergebnisse erzielt werden, die nun die Basis für eine umfangreiche Untersuchung darstellen sollen.

Weiters wird mittels unterschiedlicher Computersimulationen versucht den Verbrauch an Leuchtpänen und Werkzeugen zu errechnen. Die Basisdaten für diese Berechnungen werden sowohl durch die Ausgrabungen als auch durch Experimente zum Arbeitsablauf und Materialverbrauch des prähistorischen Abbaus gewonnen.

Die Erarbeitung der Daten für diese Berechnungen lenkte den Blick zusätzlich auf einen bisher vernachlässigten Aspekt. Es zählt bei den hohen Anforderungen, die der Bergbau an seine Geräte stellt, nicht nur die Quantität, sondern vielmehr die Qualität der Ausgangsrohstoffe. Die Erfassung dieser hohen Qualitätskriterien soll als nächstes in Angriff genommen werden.

## Vorträge – Samstag, 14. Mai 2011

*in order of appearance*

### **Organisation, Verfahrenstechniken und Arbeitsaufwand im frühbronzezeitlichen Metallhandwerk Mitteleuropas. Ein Fertigungsmodell der Himmelscheibe von Nebra (Unstrut) / Sachsen Anhalt.**

*Holdermann, C.-St.<sup>1</sup> & Trommer, F.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> CONTEXT OG Archäologie-Bauforschung-Kulturraumanalysen, Außerdorf 16, A-6179 Ranggen. E-mail: [claus-stephan.holdermann@context-archaeology.info](mailto:claus-stephan.holdermann@context-archaeology.info)

<sup>2</sup> Staatlich geprüfter Denkmalpfleger, Ulmer Str. 43, D-89143 Blaubeuren. E-Mail: [frank.trommer@aol.com](mailto:frank.trommer@aol.com)

Die Arbeitsgruppe „Prähistorische Metalltechnologie“ befasst sich mit der Rekonstruktion prähistorischer und historischer Bronzeguss- und Bronzeverarbeitungstechniken. Die Basis hierfür liefern Daten, die im Rahmen experimentalarchäologischer Untersuchungen gewonnen wurden. Hierbei finden Materialien, Objektformen und Prozesse Verwendung, die in archäologischen Befunden nachgewiesen sind.

Im Verlauf mehrerer Versuchsreihen konnte ein Fertigungsmodell erstellt werden, das Antworten auf verschiedene Fragestellungen rund um den Herstellungsprozess der frühbronzezeitlichen Himmelscheibe von Nebra bietet. Hierbei erfolgte eine schrittweise Annäherung an potentielle Arbeitstechniken der bronzezeitlichen Metallhandwerker, die letztendlich in einem plausiblen Fertigungsmodell mündeten:

1. die einleitenden Versuchsreihen beinhalteten Verfahrensweisen unter der Verwendung von modernen Produktionsmitteln einer Schmiede (Lufthammer, moderne Esse etc.);
2. hierauf folgten Arbeitsschritte mit einfachen, selbst angefertigten Stahlwerkzeugen und Werkzeugen aus Industriebronzen;

3. schließlich wurden Produktionsmittel hergestellt und verwendet, deren Formen, Aufbau und Materialeigenschaften in archäologischen Befunden Mitteleuropas oder in völkerkundlichen Quellen nachzuweisen sind. Im Vordergrund der Untersuchungen stand in dieser letzten Phase die Dokumentation des Materialbedarfs, des Arbeits- und Zeitaufwands sowie bestimmte Aspekte der Werkstattlogistik.

Der finale Fertigungsprozess besteht im Modell aus fünf Hauptarbeitsschritten:

1. dem Anfertigen originalgetreuer oder rekonstruierter Werkzeuge;
2. dem Gießen eines Scheibenrohlings;
3. dem Dehnen und Strecken des Rohlings auf die Maße der Originalscheibe;
4. dem Anbringen der verschiedenen Motive auf der Scheibe;
5. dem Anbringen der Lochungen am Scheibenrand.

\*\*\*

### ***Processing techniques and expenditure of work in Early Bronze Age metal craft and technological aspects of the Nebra Sky Disc – a model***

*The project group “Prehistoric Metal Technology” has dealt with experimental reconstructions of prehistoric and early historical bronze casting and bronze processing techniques for a considerable time, during which it has consistently laid special emphasis on archaeological finds.*

*In the course of various experiments we have been able to create a model image, which provides hints and answers related to different questions concerning the production process of the Nebra Sky Disc. Within this framework we did not only focus on the demand for materials but also on both time and work involved in the process and on logistical aspects.*

*According to our model the production process essentially consists of five main steps:*

1. *the production of a set of tools which were recreated as precisely as possible;*
2. *the casting of a blank bronze disc model;*
3. *the stretching and lengthening of this blank model until it had the same size as the original disc;*
4. *the fixing of various gold motifs on the disc;*
5. *the perforating of the disc.*



## Portable XRF - Möglichkeiten und Grenzen

*Dieter Böhme*

analyticon instruments gmbh, Dieselstraße 18, D-61191 Rosbach v. d. Höhe, phon: ++49-(0)-6003-9355-29,  
mail: [d.boehme@analyticon-instruments.de](mailto:d.boehme@analyticon-instruments.de)

Neue, portable XRF-Geräte (P-XRF) sind überall einsetzbar und einfach in der Handhabung. Damit eröffnen sich der Archäometrie neue Möglichkeiten. Die Fachwelt schwankt zwischen Euphorie und Ablehnung, auch weil es P-XRF nun ermöglicht, Analysen in-situ außerhalb von Laboratorien und durch einen breiten Personenkreis durchzuführen. Damit stellt sich die Frage wie sicher sind die archäologischen Interpretation von P-XRF Analysen? Die Antwort hängt von Aufgabenstellung, relevantem Element-Umfang und Elementgehalten sowie von der Probenart ab. Wichtig für die praktische Arbeit des Archäologen: Worauf ist zu achten? Wo liegen die Grenzen der P-XRF und der Probe? Welche Qualifikation und analytische Erfahrung ist zur Bedienung eines P-XRF Gerätes, zur Dokumentation der Abläufe und zur Bewertung der Resultate erforderlich? Die Beantwortung dieser Fragen stellt neben der Gerätetechnik den Schlüssel für die erfolgreiche Anwendung der P-XRF in der Archäometrie dar.

## ***Ceramic reloaded* – portable RFA und archäologische Keramikforschung**

*Franziska Lang<sup>1</sup>, Markus Helfert<sup>2</sup>, Oliver Mecking<sup>3</sup> & Christina Rathodis<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Klassische Archäologie – FB 15, Technische Universität Darmstadt, El-Lissitzky-Str. 1, D 64287 Darmstadt, Telefon: 0049 - (0)6151 – 16-3130, Email: [flang@klarch.tu-darmstadt.de](mailto:flang@klarch.tu-darmstadt.de)

<sup>2</sup> Archäologische Analytik (Johann-Wolfgang-Goethe-Universität zu Frankfurt)

<sup>3</sup> Archäometrie (Thüringisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie)

<sup>4</sup> Archäometrie (University of Patras, Greece)

Keramik ist die umfangreichste Fundgattung der Antike. Für die Archäologie bietet sie ein vielfältiges Interpretationspotential: als Datierungsgrundlage durch stilistische, chronotypologische etc. Merkmale im Bereich der griechisch-römischen Kultur sowie als Nachweis sozialer Praxis im Bereich ihrer Nutzung. Technologische Aspekte geben Hinweise auf Produktionswissen, und schließlich kann man wirtschaftsarchäologische Fragestellungen etwa nach Produktionsorten und Austausch von Waren verfolgen.

Für die Herkunftsbestimmung haben sich verschiedene naturwissenschaftliche Methoden etabliert (RFA, NAA etc.). Im Rahmen technischer Forschungen wurde ein portables RFA-Gerät entwickelt, das neue Dimensionen in der archäologischen Keramikforschung eröffnet. Besonders für ArchäologInnen, die im Ausland arbeiten und ihre Funde nicht in ihr Heimatland mitnehmen dürfen, eröffnen sich durch das mobile Gerät bislang undenkbbare Forschungsperspektiven: a) Messungen am Forschungsort; b) zerstörungsfreie Messungen; c) bisher nicht finanzierbare Massenmessungen; d) Screening als Methode einer qualifizierten Auswahl von Tonobjekten, die in Labors für weitere naturwissenschaftliche Analysen zur Verfügung stehen. Da das Verfahren in der Erprobungsphase ist, werden die Messungen zur Qualitätskontrolle von einem Monitoring begleitet, in dem die Messwerte des mobilen Gerätes in den Labors unserer Kooperationspartner in Patras (Griechenland) und Weimar überprüft werden.

Abgesehen von diesen neuen Möglichkeiten verfolgen wir u.a. folgende Ziele hinsichtlich einer Qualitätssicherung: Vergleichbarkeit von Messdaten durch die Einführung standardisierter Proben zur Kalibrierung der portablen Geräte; Anspruch einer transparenten Wissenschaftspolitik durch die Offenlegung aller Messwerte einschließlich der Angabe von Standardabweichungen; Aufbau qualifizierter Referenzgruppen; Diagnose der lokalen

geochemischen Marker. Diese geochemischen Analysen werden von petrographischen, makroskopischen wie auch mikroskopischen Untersuchungen ergänzt. An ausgewählten Beispielen aus dem Untersuchungsgebiet in Griechenland werden die neuen Potentiale illustriert.

## **Industriearchäologie am Beispiel der ehemaligen Krupp Gussstahlfabrik in Essen**

*Detlef Hopp*

Institut für Denkmalschutz und Denkmalpflege/Stadtarchäologie Essen, Rathenastr. 2, 45121 Essen, Tel.: 0201/8861806, e-mail: [detlef.hopp@amt61.essen.de](mailto:detlef.hopp@amt61.essen.de)

Die industrielle Nutzung des Geländes, an der Altendorfer Straße begann im Winter 1819/20. Bereits nach 100 Jahren nahm die Friedrich – Krupp - Gussstahlfabrik eine Fläche von circa 500 Hektar ein. Im 2. Weltkrieg wurden die Anlagen stark beschädigt, danach ein Großteil der Fabrik geschleift und Maschinen und Einrichtungen demontiert. Von der Gussstahlfabrik an der Altendorfer Straße, blieben kaum alte Werksbauten erhalten.

2006 entschied sich der Konzern ThyssenKrupp, seinen Verwaltungssitz nach Essen, in das neu zu errichtende ThyssenKrupp – Quartier, zu verlegen. 2010 wurde das neue Quartier bezogen.

Seit 2001 wurden auf dem Gelände der ehemaligen Gussstahlfabrik Baumaßnahmen durch die Essener Stadtarchäologie begleitet. In dieser Zeit wurde deutlich, dass zumindest im näheren Umfeld, im Ruhrgebiet, vergleichbare Relikte im Boden, insbesondere des 19. Jahrhunderts und jüngerer Zeit, in der Regel völlig unbeobachtet verloren gingen. Eine Ausnahme bilden Ausgrabungen in Oberhausen (2006-2009). Zwischen 2007 - 2009 lag in Essen der Schwerpunkt der archäologischen Beobachtung auf dem Gelände des neuen ThyssenKrupp – Quartiers (23 Hektar). Die Zusammenarbeit der Stadtarchäologie Essen mit der Hochschule Bochum (Fb. Vermessungswesen und Geoinformatik) führte in enger Abstimmung mit der Rheinischen Bodendenkmalpflege dazu, dass während der laufenden Baumaßnahme alle relevanten freiliegenden Baubefunde auf dem Areal des neuen Quartiers fotografisch und photogrammetrisch erfasst wurden bzw. versucht wurde, diese zu erfassen. Zusätzlich wurde durch Luftbilder und Laserscans dokumentiert.

Die erhobenen Daten werden in einem gemeinsamen Projekt der Hochschule Bochum (Fb. Vermessungswesen und Geoinformatik), der Fachhochschule Mainz (Fb. Architektur, Bauingenieurwesen, Geoinformatik und Vermessung) und der Stadtarchäologie Essen ausgewertet.

Lit.: A. Grünkemeier/ Heinz-Jürgen Przybilla (Hrsg.), Denkmäler3.de – Industriearchäologie (Aachen 2009); D. Hopp (Hrsg.), Denkmäler 3D: Erfassung - Verwaltung - Analyse - Präsentation, VDV - Schriftenreihe Bd. 23, (Wiesbaden 2004). – D. Hopp, Krupp: ein Stahlgigant als Bodenkunde, in: Archäologie in Deutschland 3, 2008, S. 30 – 31. - D. Hopp/H.-J. Przybilla, Krupp: a cast steel manufactory as archaeological resource, Berichte der Tagung BigStuff v. 11.-14.9.2007 (Bochum 2008) 80. – J. Obladen-Kauder, Wo im Ruhrgebiet alles begann, in: Archäologie in Deutschland 3, 2008, S. 20 – 21. - R. Stremmel, 100 Jahre Historisches Archiv Krupp (München/Berlin 2005). - K. Tenfelde (Hrsg.), Bilder von Krupp (München 1994).

## **Mineralogisch-petrologische und geochemische Untersuchungen von Erzproben und bronzezeitlichen Kupferschlacken aus dem Revier Mitterberg**

*Hans-Peter Viertler & Peter Tropper*

Institut für Mineralogie und Petrographie, Fakultät für Geo- und Atmosphärenwissenschaften, Universität Innsbruck, Innrain 52f, A-6020 Innsbruck, phone: ++43-(0)512-507-5513, mail: [Peter.Tropper@uibk.ac.at](mailto:Peter.Tropper@uibk.ac.at)

Ziel dieser Untersuchungen ist, die petrologisch-mineralogisch-geochemische Charakterisierung von Schlacken, die von zwei bronzezeitlichen Verhüttungsplätzen (SP20 u. SP52) am Mitterberg stammen. Aus diesen Daten sollen eventuelle Unterschiede mineralogisch chemischer Art herausgearbeitet werden, um daraus folgend Rückschlüsse auf Prozessbedingungen (T-fO<sub>2</sub>), Verhüttungstechniken, Rohstoffbasis etc. machen zu können. Bei den Erzproben richtet sich der Fokus einerseits auf die petrographische und mineralchemische Beschreibung sowie den textuellen Zusammenhang der Erzminerale zueinander und andererseits auf die quantitativen T-Bestimmungen, um Hinweise auf die Bildungsbedingungen der Lagerstätte geben zu können.

Das dominierende Kupfererz in den untersuchten Proben ist Chalkopyrit und stellt neben Pyrit den Hauptanteil der Erzparagenese dar. Untergeordnet treten Gersdorffit und Fahlerzumkrustungen auf. Kleinste Aggregate von Korynit, Wulfenit, Sphalerit, Baryt und Au-Ag-Hg Legierungen, die in Rissen oder Hohlräumen lokalisiert sind, konnten detektiert werden. Die Gangarten sind Quarz und Karbonate der Mischkristallreihen von Dolomit-Ankerit bzw. Siderit-Magnesit.

Bezüglich der Mehrphasigkeit der Vererzungen und deren Beziehung zur Tektonik der gesamten Lagerstätte ist aus den auflichtmikroskopischen- und BSE Aufnahmen zu erkennen, dass Chalkopyrit die primären Pyrite und Gersdorffite verdrängt und in einer späteren Phase Chalkopyrit und Pyrit untergeordnet von Fahlerz umkrustet werden. Eine weitere Phase ist dann durch zerscherte Pyrite zu erkennen, in deren Rissen Chalkopyrit, Sphalerit und Au-Ag-Hg-Legierungen auskristallisieren. Ein Hinweis auf „gleichzeitiges“ Wachstum der Pyrite und Gersdorffite könnte der nachgewiesene zonierte Elementeinbau von Ni, Co und As in die Pyritstruktur sein.

Eine Möglichkeit, die Bildungstemperatur der Erzparagenese abzuschätzen ist die Ankerit-Siderit Thermometrie. Anhand koexistierender Ankerit-Siderit Minerale zwischen der Haupterzparagenese konnte ein Temperaturbereich von 190-330°C berechnet werden. Diese Temperaturen entsprechen der eoalpinen grünschieferfaziellen Metamorphose und werden zusätzlich durch absolute Altersdatierungen von Uranpecherzknollen aus dem Bereich des Hauptganges gestützt. Im Gegensatz dazu steht das Auftreten von lanzettartigen Umwandlungslamellen im Kupferkies, welches höhere Bildungstemperaturen indiziert.

Bei den untersuchten Schlacken Kuchen der Lokalitäten SP20 und SP52 handelt es sich um Eisen-Silikatschlacken, die aus den Hauptbestandteilen FeO und SiO<sub>2</sub> zusammengesetzt sind. Dies gilt auch für viele, an anderen prähistorischen Verhüttungsplätzen gefundenen Schlacken, wie zum Beispiel des Nahen und Mittleren Osten, Aqua Fredda in Italien oder Oberhalbstein in der Schweiz.

In beiden Schlacken findet man die Paragenese: Fayalitischer Olivin + Wüstit + Magnetit + Glas. Untergeordnet treten Pyroxene (Pigeonit/Augit/Hedenbergit) und Sulfideinschlüsse (Neubildungen) auf. Der Phasenbestand der Sulfideinschlüsse erstreckt sich über eine große Bandbreite. Von fast reinem Kupfer und die Mitglieder der Bornit-Digenit Familie über Chalkopyritmischungen hin zu Pyrrhotin. Erstmals konnte in bronzezeitlichen Schlacken Kuchen aus dem Alpenraum Pentlanditbildungen [(Fe,Ni)<sub>9</sub>S<sub>8</sub>] nachgewiesen werden. Dies scheint ein Spezifikum für die bronzezeitliche Verhüttung am Mitterberg darzustellen und ist ein Hinweis, dass neben Chalkopyrit auch Nickelmineralisationen verhüttet wurden.

Pauschalchemische Analysen zeigen, dass Schlacken Kuchen der Lokalität Wilder See (SP52) tendenziell höhere Spurenelementgehalte an Arsen, Barium, Nickel und Zinn gegenüber jenen vom Verhüttungsplatz Windrauchegg (SP20) haben. Dies steht im Einklang mit der mikroskopischen Beobachtung des vermehrten Auftretens von Pentlanditbildungen in den

Sulfideinschlüssen der Schlacken von SP52.

Die Schmelztemperaturen der Schlacken konnten durch experimentelle Untersuchungen und deduktive Ableitungen aus Phasendiagrammen auf eine Mindesttemperatur von  $\sim 1200^{\circ}\text{C}$  festgesetzt werden. Durch das Auftreten von Wüstit und eisenreichem Olivin kann von einem reduzierenden Verhüttungsprozess mit Sauerstoffpartialdrücken kleiner  $10^{-10}$  atm ausgegangen werden. Die Bildung des Magnetits erfolgt nach Abkühlung und durch Änderung der Sauerstoffpartialdrücke. Dass es sich um einen effektiven Verhüttungsvorgang gehandelt hat, beweisen die moderaten Kupfergehalte der Schlackenkuchen, die keinen Vergleich zu neuzeitlichen industriellen Kupferschlacken scheuen müssen.

Bemerkenswert ist die Tatsache, dass nach industriellen neuzeitlichen Verhüttungsverfahren von Kupfererzen die Schlacken Kupfergehalte von 0.5 – 7.0 Gew.% aufweisen. So liegen die Kupfergehalte der Schlackenkuchen beider Lokalitäten im Mittel bei 2.9 Gew.% und zeigen, dass durch den bronzezeitlichen Verhüttungsprozess der Wertträger (Kupfer) zum Großteil von der Gesamtcharge extrahiert werden konnte. Die geplotteten Mittelwerte der Schlackenkuchen beider Lokalitäten zeigen einen ähnlichen Chemismus wie Schlackenkuchen von Aqua Fredda. Die Variationsbreite im  $\text{SiO}_2$ -Gehalt ist auf die unaufgeschmolzenen Quarzbruchstücke zurückzuführen. Damit kann auch der erhöhte  $\text{SiO}_2$  Gehalt der SP52 Schlackenkuchen erklärt werden, da es sich um „vollständigere“ Schlackenkuchen also mit größerem Anteil an Quarzbruchstücken, handelt.

## **Mineralogische und Petrologische Untersuchungen an metallurgischen Kupferschlacken der Spätbronzezeit aus dem Revier Mauken (Brixlegg, Tirol)**

*<sup>1</sup>Krismer, M., <sup>1</sup>Schneider, P., <sup>2</sup>Goldenberg, G. & <sup>1</sup>Tropper, P.*

<sup>1</sup>Institut für Mineralogie und Petrographie, Universität Innsbruck, Innrain 52f, A-6020 Innsbruck, phone: ++43-(0)512-507-5500, mail: [Matthias.Krismer@uibk.ac.at](mailto:Matthias.Krismer@uibk.ac.at)

<sup>2</sup>Institut für Archäologien, Universität Innsbruck, Langer Weg 11, A-6020 Innsbruck

Das Bergbaurevier Mauken ist Teil des Fahlerzlagerstättenkomplexes Schwaz und Brixlegg im Tiroler Unterinntal. Die Kupfererze aus den Lagerstätten wurden bereits in der Frühen Bronzezeit als Kupferrohstoffe genutzt (Martinek, 1996), teilweise gibt es auch Hinweise auf neolithische Schmelzversuche mit Fahlerzen aus Schwaz-Brixlegg (Bartelheim, 2002).

Das Revier Mauken ist das östlichste Revier des Lagerstättenkomplexes und wurde vor allem in der Neuzeit weniger stark abgebaut, demzufolge sind prähistorische Abbau- und Verarbeitungsaktivitäten relativ gut erhalten. Bei archäologischen Ausgrabungen im Rahmen des Bergbauforschungsschwerpunktes HiMAT, konnte die komplette Abbau-, Aufbereitungs-, und Kupferproduktionskette im Befund nachgewiesen werden. Die archäologischen Strukturen sind in die Späte Bronzezeit einzuordnen. Abbau, Aufbereitung und die Verhüttungsstätte sind in unmittelbarer Nähe zueinander angeordnet.

Im Bereich des Verhüttungsplatzes wurden eine Batterie von zwei großen Schmelzöfen sowie ein Röstbett dokumentiert, welche von einer ausgeprägten Schlackenhalde begleitet sind. Im Rahmen der Ausgrabungen wurden zahlreiche metallurgische Produkte beprobt.

Die Proben aus dem Röstbett sind klar einem oxidierenden thermischen Prozess zuzuordnen. Es handelt sich bei den metallurgischen Artefakten um Matten, massive Cu-Sulfidagglomerate welche durch thermische Zersetzung aus sulfidischem Primärerz entstanden sind und als ein Zwischenprodukt des metallurgischen Prozesses gesehen werden dürfen, sowie teilweise geröstete Erzbruchstücke, welche noch reliktsches Ausgangserz enthalten. Die Matten aus dem Röstbett bestehen vorwiegend aus Covellin (CuS) und Digenit  $(\text{Cu,Fe})_{1.8}\text{S}$ , zahlreiche Antimon- und Arsenoxid Einschlüsse in der Sulfidmatrix der Matte zeigen eine selektive Trennung von Kupfer (Sulfid) sowie Antimon und Arsen (Oxid) als Funktion des hohen  $\text{O}_2$  und  $\text{SO}_2$  Partialdruckes in einem offenen Feuer mit hohem Sulfidanteil in der Charge. Die teilweise gerösteten Erzbruchstücke sind durch eine selektive Anreicherung von Kupfer und Abreicherung von Eisen in den primären Sulfiden (Chalcopyrit, Bornit und Fahlerz) hin zu Digenit und Covellin. Das freiwerdende Eisen bildet dabei randlich und innerhalb der Cu-Fe Sulfidaggregate Fe-Spinelphasen.

Die Schlackenzusammensetzung kann im System  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mit geringen Konzentrationen an  $\text{K}_2\text{O}$  and  $\text{P}_2\text{O}_5$  beschrieben werden.  $\text{ZnO}$  ist mit bis zu 2.21 wt.% am Schlackenaufbau beteiligt. Der nichtsilikatische Teil der Schlacken besteht aus Cu (3.1-5.1 Gew.%), Sb (0.5-2.3 Gew.%), As (0.1-0.8 Gew.%) and S (0.4-1.5 Gew.%). Diese Elemente sind in kleinen metallischen- und sulfidischen Einschlüssen in der Silikatmatrix enthalten. Die Schlacken zeigen durchwegs Mineralparagenesen welche auf relativ oxidierende Schmelzbedingungen, leicht unterhalb der Reaktion  $2\text{Cu} + 0,5 \text{O}_2 = \text{Cu}_2\text{O}$  bzw. die Reaktion  $3 \text{Cu} + \text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{O}_2 = 3\text{CuFeO}_2$  leicht überschritten haben, zurückzuführen sind. In der Silikatmatrix der Schlacken sind zahlreiche tropfenförmige mehrere 100  $\mu\text{m}$  große Chalkosin ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) Tropfen mit feinsten metallischen Kupfereinschlüssen zu finden. Teilweise

koexistieren die Sulfidtropfen mit großen, segregierten metallischen Kupfertropfen. Diese Texturen zeigen die fortlaufende Umsetzung von Kupfersulfid in metallisches Kupfer durch Entschwefelung während des Schmelzprozesses entlang der Mischungslücke im Cu-S System bei hohen Temperaturen.

Die chemische und mineralogische Zusammensetzung der metallurgischen Kupferschlacken als auch die Röstprodukte weisen auf die Verhüttung von sulfidischen Cu-Sb-As-Fe-Zn Erze in Form von massiven Fahlerzen aus den unmittelbar benachbarten Lagerstätten hin. Die Anwesenheit von Fahlerz, Chalkopyrit, Bornit sowie Kobalt- und Nickel Phasen in der Primärerzparagenese in nur teilweise gerösteten Proben, können als Hinweise auf die Verwendung von Erzen aus den triassischen Gesteinen der Region gedeutet werden. Diese Erze zeigen eine deutlich komplexere chemische und mineralogische Zusammensetzung. Die hohen CaO und MgO Konzentrationen im silikatischen Teil der Schlacken sind ein Hinweis auf das dolomitische Trägergestein der Vererzungen (sowohl devonische Marmore als auch triassische Kalke)

Der metallurgische Prozess begann mit einem ersten Röstprozess der, lokal in der Region Mauken abgebauten, sulfidischen Erze (primär: Eisen-Zink Tetraedrit-Tennantit ± Chalkopyrit ± Bornit ± Kobalt- und Nickel Phasen). Grund für diese Annahme ist die Anwesenheit von primärem Fahlerz in teilweise gerösteten Erzen. Ein vorangegangener reduzierender Schmelzprozess >1000°C würde das primäre Erz vollständig umsetzen. Auffallend ist, dass der Reduktionsprozess (schmelzen) relativ oxidierend gefahren worden ist. Dies hatte zur Folge, dass sich die Elemente Antimon sowie Arsen von metallischem Cu physikalisch trennen. Dies führt zur Bildung eines relativ reinen Kupfers aus fahlerzdominierten Erzen.



## **Mineralogische und geochemische Untersuchungen an kunstgeschichtlich bedeutsamen Ockerpigmenten aus Thüringen**

*Karstädt, A.<sup>1</sup>, Knop, E.<sup>2</sup> & Gröschner, V.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Fakultät Bauingenieurwesen und Konservierung, Fachhochschule Erfurt, Altonaer Str. 26, D-99085 Erfurt

<sup>2</sup> Fachbereich Materialforschung und Physik, Universität Salzburg, Hellbrunner Str. 34, A-5020 Salzburg, e-mail: [Erich.Knop@sbg.ac.at](mailto:Erich.Knop@sbg.ac.at)

<sup>3</sup> Ingenieurbüro für Denkmalpflege, Schloßbezirk 1, D-07407 Rudolstadt

Die Kenntnis der Ockerpigmente ist für die Rekonstruktion historischer Maltechniken und damit für die Restaurierung kunstgeschichtlicher Zeugnisse von Bedeutung. Dabei spielt die Verwendung lokaler Erzeugnisse eine entscheidende Rolle im jeweiligen regionalen Kontext. Ockerpigmente wurden bereits seit der Altsteinzeit zu vielfältigen Malzwecken genutzt und schon im Neolithikum bergmännisch gewonnen. Aus der Antike sind zahlreiche Ockerbergwerke in Ägypten und Griechenland bekannt. Im Mittelalter befindet sich der Schwerpunkt des Ockerabbaus im toskanischen Raum. Zu dieser Zeit wurde auch in Thüringen Ocker zur Pigmentgewinnung bergmännisch gewonnen. Da wenig über die Zusammensetzung thüringischer Ockerpigmente bekannt ist, soll diese Untersuchung mithelfen, weitere Kenntnisse über das häufig verwendete Pigment zu erlangen. Diese Kenntnisse sollen mithelfen, den Herstellungs- und Gewinnungsort der in Wand- und Skulpturfassungen verwendeten Ockerpigmente zu bestimmen.

In Zuge der Untersuchungen wurden fünf gelbe Ocker miteinander verglichen: Drei thüringische Ocker, aus Saalfeld, Schmiedefeld und Großneundorf, sowie zwei kommerziell erhältliche Ocker aus Roussillon (Französischer Ocker) und Italien (Terra di Siena). Ein besonderes Augenmerk wurde dabei den drei in Thüringen abgebauten Ockern gewidmet.

Die Ocker wurden zunächst mit Polarisationsmikroskopie (PLM) untersucht. Dazu wurden verschiedene Unterscheidungskriterien für die Pigmentbestimmung erarbeitet. Weiterhin wurden die fünf Pigmente mittels Röntgendiffraktometrie (XRD) und Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) untersucht. Makroskopisch haben die Ocker von Großneundorf und Terra di Siena dieselbe mittelbraune Farbe, während Saalfeld etwas röter ist. Die braune Farbe ist in allen drei Ockern auf Goethit zurück zu führen, die rötliche Nuance von Saalfeld kann einem geringen Maghemitanteil zugeordnet werden.

Demgegenüber hat Schmiedefeld und der Französische Ocker eine helle Färbung, die bei Schmiedefeld ins grünliche und beim Französischen Ocker ins gelbliche tendiert. Dies bei Schmiedefeld auf Eisensulfatphosphat und beim Französischen Ocker auf Verdünnungseffekte durch Quarz zurück zuführen. Die fünf Ocker lassen sich zusammenfassend durch folgende Merkmale charakterisieren:

- **Großneundorf:** Quarz + Goethit + Hellglimmer + (Lepidokrokit) 44,3 Gew% SiO<sub>2</sub>, 15 Gew% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 22,2 Gew% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3,5 Gew% K<sub>2</sub>O, 1800 ppm Ba, 1000 ppm Ni, 2500 ppm Zn
- **Saalfeld:** Goethit (zoniert; dunkle Kerne, heller Saum) + Maghemit + (Kaolinit) + (Kokkolithen) 3,5 Gew% SiO<sub>2</sub>, 9,3 Gew% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 6,8 Gew% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 59,9 Gew% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2,1 Gew% SO<sub>3</sub>, 4800 ppm CaO, 240 ppm U, 1830 ppm V, 320 ppm Y
- **Schmiedefeld:** Giniit (Diadochit) + Jarosit + (Hellglimmer) + (Spuren von Kaolinit und Quarz) 1,4 Gew% SiO<sub>2</sub>, 0,6 Gew% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 23,2 Gew% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 48,9 Gew% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 4,1 Gew% SO<sub>3</sub>, 2600 ppm As, 120 ppm Cl, 340 ppm Cr, 70 ppm Sc, 1580 ppm V
- **Französischer Ocker:** Quarz + Goethit + Kaolinit + (Hämatit) + (Zirkon, akzessorisch) 67 Gew% SiO<sub>2</sub>, 19,3 Gew% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,6 Gew% TiO<sub>2</sub>, 4,3 Gew% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 190 ppm Cr, 95 ppm La, 290 ppm Sr
- **Terra di Siena:** Quarz + Kaolinit + Goethit + (Maghemit) 25,7 Gew% SiO<sub>2</sub>, 9,8 Gew% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,2 Gew% MgO, 47,8 Gew% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 580 ppm Cr, 220 ppm Ni, 1230 ppm V, 660 ppm Zn

## **The Historic Quarry Project and its application on the Adnet quarry complex – establishment of a Geopark**

*Christian F. Uhlir<sup>1</sup>, Kurt Schaller<sup>1</sup> & Kurt Weckl<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Research Group for Archaeometry and Cultural Heritage Computing (CHC), Dpt. Geography and Geology, University of Salzburg, 5020 Salzburg, Hellbrunnerstr. 34, phon: ++43-(0)662-8044-5420, mail: [Christian.Uhlir@sbg.ac.at](mailto:Christian.Uhlir@sbg.ac.at)

<sup>2</sup> Verein Symposion Lindabrunn (VSL), 2551 Enzesfeld-Lindabrunn, Steinbruchstraße 25

Historic quarries (HQ) as material sources for monuments, architecture and consumer goods are part of archaeological and industrial heritage and the related space as cultural landscape. HQ's are endangered by a wide range of risks like: garbage dumps, modern quarries, enlargement of urban areas, vandalism, looting, etc. At the moment its heritage value is not

properly recognized nor protection concepts are developed (Storemyr, 2006). Recent investigations on antique quarries of Egypt show that about 1/3 have been already destroyed within the last 3 decades (Storemyr, 2008).

Historic Quarries, a European Culture project led by the CHC – Research Group for Archaeometry and Cultural Heritage Computing of Salzburg University/Austria, is being implemented to collect sample data and build up a database on a large number of individual HQ sites and related monuments in Central Europe (Uhlir et al., 2009). The data comprise historical, technical, site and stone related (petrography) data completed by images of the sites (historical views and current use of the sites) and information about the historic destination of the mined material (historic monuments, distribution in Europe).

Part of the project was to evaluate the heritage value of a historic quarry complex and to develop measures to disseminate the project results to the general public by guided tours and an Exhibition. The Adnet “Marble” quarry area (Uhlir, Kryza & Höck, 2010) was chosen as test bed, as it is one of the most important decoration stones of central Europe.

Storemyr, P., 2006, Reflections on Conservation and Promotion of Ancient Quarries and Quarry Landscapes, in: Degryse, P., Haldal, T. & Bloxam E. (Eds.) 2008, Proceedings to the QuarryScapes workshops, 32-35.

Storemyr, P., 2008, Risk Assessment and Monitoring of Ancient Egyptian Quarry Landscapes, in: Degryse, P., Haldal, T. & Bloxam E. (Eds.) 2008, Proceedings to the QuarryScapes workshops, 56.

Uhlir, C., Kryza R. & Höck V., 2010, Salzburg building stones – tradition and the present, *Przeglad Geologiczny*, vol. 58, nr. 6, 472-479.

Uhlir, C., Schaller, K., Unterwurzacher M., & Zarka, A., 2010, Informationssystem für Historische Steinbrüche – Evaluation der historischen Bedeutung am Beispiel von Adneter- und Untersberger Marmor, Tagungsband zum Ersten Österreichischen Archäometrikongress 2009, *AchaeoPlus*, Bd. 1, 146-155.

## **Historic Quarries - Informationssysteme**

*Kurt Schaller*

Research Group for Archaeometry and Cultural Heritage Computing (CHC), Dpt. Geography and Geology, University of Salzburg, 5020 Salzburg, Hellbrunnerstr. 34, phon: ++43-(0)662-8044-5479, mail: [kurt.schaller@sbg.ac.at](mailto:kurt.schaller@sbg.ac.at)

Die Präsentation zeigt zwei Datenbanksysteme, die für das Speichern, Administrieren, Auswerten und Publizieren von archäometrischen, archäologischen und kulturgeschichtlichen Daten konzipiert sind. “Saxa Loquuntur” ist primär ein hoch komplexes und spezialisiertes System für technische Daten, die von Geologen und Mineralogen im Zuge archäometrischer

Studien erstellt werden.

Im Gegensatz dazu ist "Historic Quarries" mehr auf die historischen und kulturellen Aspekte der Steingewinnung hin orientiert und konzentriert sich auf die Beschreibung von Steinbrüchen als eigenständige Kulturdenkmäler.

Technisch gesehen teilen sich beide Systeme die gleichen Datencontainer, Skripte und Datenbankroutinen im Bereich der Datenadministration. Sie bilden damit einen innovativen Ansatz, um heterogene Information an ebenso heterogene Benutzergruppen auf der Basis eines gemeinsamen technischen Frameworks zu vermitteln.

### **„Historische Steinbrüche und Denkmäler der Slowakei: Beitrag der geologischen Forschung zur Erhaltung der Kulturerbe“**

*Rudolf Holzer, Martin Bednarik & Marek Laho*

Lehrstuhl für Ingenieurgeologie, Comenius Universität Bratislava

In unserem Beitrag/Präsentation ist erstens die Methodologie der Forschung, die im Rahmen des internationalen Projektes „Historische Steinbrüche“ angewendet wurde, dargestellt. Dabei, das Verfahren der Gelände- und Laborarbeiten wurde so gewählt dass nicht nur die Qualität der Gesteine aus den Steinbrüchen untersucht und bewertet wurde, sondern es gab auch den direkten Vergleich zur Qualität des Werksteins an ausgewählten historischen Monumenten. Zweitens, die Arbeit steuerte zur Bestimmung des geeigneten Ersatzbausteins für die Instandhaltung der historischen Objekte hin.

Das Verfahren und Ergebnisse der Forschung kann man folgendermaßen zusammenfassen:

- Festlegung von lithologischen Typen des Werksteins an ausgewählten historischen Objekten: St. Martin's Domkirche in Bratislava, historischen Objekten in Banská \_tiavnica, St. Benedictus Kirche in Hronsk\_ Be \_adik, St. Martin's Kathedrale in Spi \_ská Kapitula, Festung in Komárno usw.).
- Vergleich der historisch verwendeten Werksteinstypen an Objekten mit historischen Gewinnungsorten (Gesteine des Neogen, Paleogen und Quartär, wie Sandstein, Kalkstein, Konglomerat, Andesit, vulkanische Tuffe, Travertin) und Festlegung ihrer physikalischen und mechanischen Eigenschaften aufgrund Laboruntersuchungen, welche das Widerstandsvermögen des Gesteins reflektieren.

- Vorschlag auf mögliche Funde des Ersatzbausteins für die Rekonstruktion/Restaurierung der historischen Denkmäler, mit besonderer Hinsicht auf seine Qualität, Struktur und Aussehen.
- Gestaltung der Datenbank aller gewonnenen Angaben.
- Die Zusammenstellung der Information über die historischen Steinbrüche und Objekte der Slowakei steuerte zur Integrierung der sehr heterogenen Dateiinformation hin. Diese gewährleistet eine flexible Datenbehandlung und Beschaffung aller möglichen Informationen, die in dem gegebenen Kontext der Forschung und Verwendung ihrer Ergebnisse notwendig sind.

## **Die Rottenburg - Eine historisch bedeutsame Festung in transdisziplinärer Sichtweise – Geschichte, Bauforschung, Geologie, Geophysik, Archäologie**

*Michael Unterwurzacher*

Universität Salzburg, FB Geologie & Geographie, CHC Arbeitsgruppe, Hellbrunnerstraße 34, A-5020 Salzburg, mail: [Michael.Unterwurzacher@sbg.ac.at](mailto:Michael.Unterwurzacher@sbg.ac.at)

Die weitem bekannte und ehemals ausgedehnte Rottenburg bei Rotholz im Tiroler Unterinntal bestand bereits im frühen Mittelalter. Nach der Zerstörung der Burg erfolgte ein Wiederaufbau um 1460. Heute befindet sich an der Stelle der ehemaligen Burg noch eine Ruine, die vor kurzem restauriert wurde.

Trotzdem ist über die Burg nicht viel bekannt. Insbesondere die ältere Burg ist bislang kaum untersucht, aber auch über die neuere gibt es erst wenige Erkenntnisse.

Im Rahmen eines transdisziplinären „Sparkling Science“ Projektes wurde nun versucht, die Kenntnisse zur Rottenburg zu erweitern. Ein besonderer Schwerpunkt lag bei der Auswertung historischer Quellen zur Burg. Die wichtigsten Erkenntnisse konnten aus einer Auswertung der Haller Raitbücher entnommen werden. Die Quellen belegen die herausragende Bedeutung der Burg sowie des Geschlechtes der Rottenburger, deren Besitzungen sich über weite Teile Nordtirols und Südtirols erstreckten.

Im Zuge von geologischen Untersuchungen wurden die Gesteine des Burghügel sowie der Umgebung aufgenommen und kartiert. Aus einer Kartierung der Burgmauerabschnitte wurde die Verwendung verschiedener Gesteine als Baumaterial dokumentiert. An der Rottenburg wurde Gestein vor Ort abgebaut sowie Blockschutt aus der Umgebung verwendet. Die Anlage von Steinbrüchen in der Umgebung der Burg konnte nicht nachgewiesen werden. Während

die Hauptburg überwiegend aus Karbonatgesteinen gemauert wurde, enthalten die Ringmauern zusätzlich reichlich Alpinen Buntsandstein. Dieses Material wurde auch in den Mörtel und Putz eingearbeitet, was der Burg eine rote Farbe verlieh. Für Architekturelemente wurden überwiegend Rauhwacken verwendet.

Bauhistorische Untersuchungen belegen verschiedene Bauabschnitte der Burg. Aufgrund der wechselvollen Geschichte der Burg sowie intensiver Restaurierungstätigkeit sind viele Strukturen jedoch leider verlorengegangen, weswegen eine Rekonstruktion der Burg überaus schwierig ist.

Mittels geophysikalischer Methoden (Georadar, Seismik) ist es gelungen, den Verlauf von Burgmauern zu detektieren und Gebäudestrukturen im Untergrund nachzuweisen.

Archäologische Grabungen fanden im Zuge des Projektes nicht statt, allerdings wurden Metallfunde geborgen und Altfunde ausgewertet. Der überwiegende Teil der Funde sind mittelalterliche Nägel, aber auch Münzen, Messerklingen, Nadeln, Metallbleche, Armbrustbolzen, sowie weitere bislang noch nicht identifizierte Objekte wurden geborgen.

## **Die Goldlagerstätte der Norischen Taurischer – Rekonstruktion aus einem Text von Polybios/Strabon**

*Wolfgang Vetter*

Universität Salzburg, FB Geographie & Geologie, Hellbrunnerstr. 34, 5020 Salzburg,  
e-mail: [wolfgang.vetters@sbg.ac.at](mailto:wolfgang.vetters@sbg.ac.at)

Der antike Geograph Strabon (latinisiert auch Strabo, \* 64/63 v. Chr. in Amaseia am Pontus, † ca. 20 n. Chr.) beschreibt in seinem Werk „Geographika“ weite Teile des augustäischen Imperium Romanum. Für den mitteleuropäischen Raum zitiert Strabon den griechischen Geographen und Historiker Polybios (\* ca. 200, † ca. 120 v. Chr.), der einen sehr authentischen Bericht über Goldvorkommen und –gewinnung im Ostalpenraum gibt. Mit der langen Diskussion über das Siedlungsgebiet der „Norischen Taurischer“ ist auch die höchst aktuelle Frage eines römischen Bergbaus in den Tauern verknüpft. Die aus geologischer Sicht neue Interpretation des Textes von Strabon/Polybios bezieht sich auf ein sehr nahe der Oberfläche liegendes Goldvorkommen mit Nuggets, das durch seichte Grabungen bis 5 m Tiefe gewonnen werden konnte. Für die Nuggetbildung musste tropisches Klima, wie z. B. im Neogen, geherrscht haben und auch außerhalb des ehemals vergletscherten Bereichs – im sogenannten Periglazial – gelegen sein. Daraus resultiert, das Goldvorkommen der norischen Taurischer im südöstlichen Ostalpenraum, im Bereich des Lavanttales, an den östlichen Flanken der Saualpe nahe dem Ort Kliening bei Bad St. Leonhard i. L. zu lokalisieren.

## Poster

### **Mineralogische Untersuchungen an Kupfervererzungen aus der Region Mauken (Lagerstätte Schwaz-Brixlegg, Tirol)**

*<sup>1</sup>Krismer, M., <sup>1</sup>Schneider, P., <sup>2</sup>Goldenberg, G. & <sup>1</sup>Tropper, P.*

<sup>1</sup>Institut für Mineralogie und Petrographie, Universität Innsbruck, Innrain 52f, A-6020 Innsbruck, phone: ++43-(0)512-507-5500, mail: [Matthias.Krismer@uibk.ac.at](mailto:Matthias.Krismer@uibk.ac.at)

<sup>2</sup>Institut für Archäologien, Universität Innsbruck, Langer Weg 11, A-6020 Innsbruck

In den östlichen Revieren des Lagerstättenkomplexes Schwaz-Brixlegg, speziell in der Region Brixlegg-Mauken) treten die Kupfervererzungen sowohl im devonischen Schwazer Dolomit als auch in den darüberliegenden triassischen Kalken der Nördlichen Kalkalpen auf. Die geologische Situation in der Region südwestlich bis südöstlich von Brixlegg (Reviere Matzenköpfl, Geyer, Silberberg, Gratlspitz, Maukenötz etc.) ist durch das schollenförmige Auftretenden des fahlerzführenden, paläozoischen Schwazer Dolomites und der auflagernden permoskythischen Sandsteine und triassischen Kalke charakterisiert. Während der vererzte, devonische Schwazer Dolomit Teil der Grauwackenzone ist, markieren die permoskythischen Schichten die Basis der permomesozoischen Abfolgen der Nördlichen Kalkalpen.

Die Genese der primären Vererzungen im Schwazer Dolomit ist umstritten. Die Meinungen reichen von einer syngenetischen Erzanreicherung im devonischen Sedimentationsraum des Schwazer Dolomites bis hin zu epigenetischen Modellen. Die Vererzungen in den hangenden triassischen Kalken zeigen mineralogisch eine Verwandtschaft mit den devonischen Vererzungen. Nichtsdestotrotz ist die Erzparagenese der Vererzungen in der Trias deutlich komplexer, neben massivem Fe-Zn Tetraedrit-Tennantit treten vor allem Vaesit NiS<sub>2</sub> – Cattierit CoS<sub>2</sub> – Pyrit FeS<sub>2</sub>, Cobaltit CoAsS – Gersdorffit NiAsS – Arsenopyrit FeAsS, Chalcopyrit und Bleiglanz auf. Eine weitere Spezialität der Vererzungen der Trias sind wismuthältige Fahlerze. Die Erze aus der devonischen Dolomitscholle im Maukengraben sind durch das Auftreten von monomineralischem Fe-Zn Tetraedrit-Tennantit (Cu<sub>10</sub>(Fe,Zn)<sub>2</sub>(As,Sb)<sub>4</sub>S<sub>13</sub>) mit submikroskopischen Zerfallstexturen hin zu Enargit-Famatinit (Cu<sub>3</sub>(As,Sb)S<sub>4</sub>) + Pyrit (FeS<sub>2</sub>) + Sphalerit (ZnS) + Chalcostibit (CuSbS<sub>2</sub>) gekennzeichnet.



Diese Paragenese ist typisch für die Vererzungen des Schwazer Dolomites im gesamten Bergbaugesamt Schwaz-Brixlegg. Generell kann man jedoch in den devonischen Vererzungen des Schwazer Dolomites eine ausgeprägte, mikromaßstäbliche Variation in den Fe-Zn-Hg sowie As-Sb Verhältnissen feststellen. Eine geographische Erzzonierung ist nur sehr schwach ausgeprägt. Die mineralogisch-chemischen Unterschiede der Erzen in den devonischen- und triassischen Gesteinen ist hingegen sehr ausgeprägt.

Sowohl die Vererzungen in den devonischen Dolomiten als auch in den triassischen Kalken aus der Region Mauken sind für archäometallurgische Untersuchungen von großer Bedeutung. In der Region Mauken gibt es zahlreiche Lokalitäten mit prähistorischen, feuergesetzten Abbauen (Mauk E, Mooschrofen, Geyer/Silberberg), welche auf eine intensive Nutzung hinweisen. Es tritt in bronzezeitlichen Befunden eine Kupfersorte mit Fahlerzsignatur (vereinfacht: antimon- und arsenreich) welche durch erhöhte Kobalt- und Nickelgehalten gekennzeichnet ist. In Röstprodukten aus dem spätbronzezeitlichen Schmelzplatz treten Kobalt- und Nickelphasen sowie Chalkopyrit und Bornit auf. In der frühbronzezeitlichen Siedlung am Kiechlberg bei Thaur/Innsbruck konnte eine Verhüttungstätigkeit festgestellt werden. Das dort produzierte Rohkupfer zeigt eine klare Fahlerzsignatur, wobei einige Gußkuchen auch beträchtliche Mengen an Bi enthalten. Roherzbruchstücke vom Kiechlberg zeigen massive Tetraedrit-Tennantit Vererzungen mit den charakteristischen Zerfallstexturen aus dem devonischen Dolomit.

Eine Kartierung und mineralogische, chemische und geochemische Charakterisierung der Erzvorkommen in den triassischen- als auch in den devonischen Gesteinen aus der Region Mauken ist essentiell um metallurgische Produkte aus dem Unterinntal sowie Mitteleuropäische Kupfersorten, speziell Fahlerzkupfer, zu interpretieren.

## **Historische Steinbrüche und Abbauggebiete Österreichs – „Culture 07-13“ Projekt „Historic Quarries“**

*Piotr Lipiarski & Maria Heinrich*

Geologische Bundesanstalt, Fachabteilung Rohstoffgeologie, A 1030 Wien, Neulinggasse 38 ,  
[Piotr.Lipiarski@geologie.ac.at](mailto:Piotr.Lipiarski@geologie.ac.at), [Maria.Heinrich@geologie.ac.at](mailto:Maria.Heinrich@geologie.ac.at)

Das Projekt „Historic Quarries“ beschäftigt sich mit historischen Steinbrüchen, die einen wichtigen Teil des europäischen Kulturerbes darstellen. Ziel des Projektes ist es, das Wissen, das zu den Steinbrüchen und den Steinbruchlandschaften im Laufe der Zeit gesammelt wurde, in zeitgemäßer Form und grenzüberschreitend aufzubereiten, online zugänglich zu machen und für eine Langzeit zu archivieren.

In der Abteilung Rohstoffgeologie an der Geologischen Bundesanstalt Wien gibt es eine bedeutende Sammlung an Informationen über bestehende und historische Steinbrüche. Ein Teil der Daten wie Lage, Geologie, Aufschlussart, Abbaustatus und Literaturhinweise ist bereits in Form einer Rohstoff-Datenbank vorhanden, viele Informationen wie Fotos oder chemische Analysen stehen in analoger Form zu Verfügung.

Im Rahmen des Projektes „Historic Quarries“ ist die Datenbankstruktur um vor allem die historischen und kulturellen Aspekte erweitert worden. Die Etappen des Abbaus (Chronologie) und auch die historischen Objekte (Monumente) können dem Steinbruch zugeordnet werden. Es wurden so genannte Abbauggebiete definiert, die Abbaue mit dem lithologisch ähnlichen Material zusammenfassen.

Diverse Routinen wurden geschrieben, um die ausgewählten Datensätze (über 260 Steinbrüche, 24 Abbauggebiete, 380 verknüpfte Monumente und über 200 Literaturzitate) in die Zentrale Datenbank des Projektes zu importieren. Diese Daten sind bereits auf der Internet-Seite des Projektes „Historic Quarries“ abfragbar und werden kontinuierlich um Informationen aus dem analogen Archiv erweitert.

Das Poster wurde bereits bei der Abschlusskonferenz 2010 des Projektes „Historic Quarries“ in Adnet gezeigt.

## Aufnahme historischer Steinbrüche im Leithagebirge

*Maria Heinrich<sup>1</sup>, Beatrix Moshhammer<sup>1</sup>, Julia Rabeder<sup>1</sup> & Michael Doneus<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Geologische Bundesanstalt, Fachabteilung Rohstoffgeologie, A 1030 Wien, Neulinggasse 38

<sup>2</sup> Universität Wien, Institut für Ur- und Frühgeschichte, A 1190 Wien, Franz-Klein-Gasse 1 und LBI für archäologische Prospektion und virtuelle Archäologie, Wien

Die Kalksteine und Kalksandsteine des Leithagebirges stellen seit der Römerzeit begehrte Bau- und Werksteine dar, deren Einsatzgebiet sich in den Raum Wien und Bratislava und weit darüber hinaus erstreckt. Die Vielzahl an Faziesräumen des miozänen Meeres im Bereich des heutigen Leithagebirges bedingt unterschiedlichste Ausbildungen, Dichte und Festigkeiten der Gesteine und damit ein breites Spektrum an Verwendungsmöglichkeiten. Beispiele finden sich von römischen Villen über zahlreiche gotische und romanische Kirchen und Skulpturen und viele der klassischen Wiener Ringstraßenbauten bis hin zu modernen Gebäuden; die Leithakalke sind gesuchte Rohstoffe für Restaurierungsarbeiten.

Die lange und kontinuierliche Abbautätigkeit hat dazu geführt, dass die Region mit einer großen Anzahl von Steinbrüchen überzogen ist. Einige von ihnen sind bzw. waren über hunderte von Jahren aktiv; viele andere sind allerdings im Laufe der Zeit in Vergessenheit geraten und im unübersichtlichen und heute dicht bewaldeten Gebiet kaum noch auffindbar.

Angeregt durch das EU-Culture-Projekt „Historic Quarries“ wurde begonnen, diese alten Abbaustellen zu lokalisieren und zu dokumentieren. Aufgebaut werden konnte auf der bestehenden Datensammlung der Steinbruchkartei der Geologischen Bundesanstalt mit einer unter A. Kieslinger geführten Fragebogen- und Aufnahmeserie aus den Jahren 1938 bis 1940, mit punktuellen Geländeaufnahmen aus den Jahren 1976-77 und anlässlich eines Rohstoffprojektes (WIMMER-FREY in PISTOTNIK et al., 1989) sowie mit Unterlagen zu Exkursionspunkten (vgl. HOFMANN, 2007) und über behördliche Akten zu den in den letzten Jahren aktiven Abbauen.

Die für die Ortung alter Abbaue eingesetzten Methoden reichen von Literatur- und Quellenstudium (vgl. ROHATSCH, 2005; HÄUSLER, 2010) unter Einbeziehen historischer Karten (3. Landesaufnahme 1:25.000, 1872-73, BEV; Administrativ-Karte von Nieder-Österreich 1:28.800, 1872, NÖ Landesbibliothek; Truppenübungsplatz Bruck an der Leitha 1:25.000, 1939, Geol. Bundesanstalt) über Museumsbesuche in Kaisersteinbruch (vgl. FURCH, 1990–2000) und Mannersdorf ([http://www.mannersdorf-lgb.at\\_bildung](http://www.mannersdorf-lgb.at_bildung)) zu detaillierten

Steinbruchaufnahmen in ausgewählten, schwer zugänglichen Gebieten bis hin zur Auswertung von detaillierten Geländemodellen aus hochauflösenden Airborne Laserscans des Luftbildarchivs des Institutes für Ur- und Frühgeschichte der Universität Wien (vgl. DONEUS et al., 2008).

Während die Auswertung der klassischen Steinbruchliteratur HANISCH & SCHMID (1901) und SCHAFARZIK (1909) mangels genauer Ortsangaben für das Leithagebirge keine neuen konkreten Lokalisierungen zuließ, konnten auf Grund der alten Karten und insbesondere der Laserscan-Bilder zu den bis dahin im Archiv der Geologischen Bundesanstalt aus dem Leithagebirge bekannten Steinbrüchen ca. 100 historische Abbaustellen hinzugefügt werden. Eine dreitägige „guided tour“ durch den Truppenübungsplatz Bruckneudorf im Herbst 2009 ermöglichte zudem die detaillierte geologische Aufnahme von 25 Steinbrüchen, wovon sieben für uns neu waren. Die Ergebnisse dieser Geländeaufnahmen und der noch laufenden petrographischen, faziellen und technischen Untersuchungen der Proben werden Gegenstand von separaten Publikationen sein. Eine Geländeüberprüfung der außerhalb des Truppenübungsplatzes gelegenen Steinbruch-Indikationen aus der Laserscan-Auswertung ist geplant.

Insgesamt sind nun aus dem Leithagebirge 187 Steinbrüche evident, davon knapp zehn noch in Betrieb. Das Poster wurde bereits bei der Pangeo2010 in Leoben gezeigt.

#### **Literatur**

DONEUS, M., BRIESE, CH. & KÜHTREIBER, TH. (2008): Flugzeuggetragenes Laserscanning als Werkzeug der archäologischen Kulturlandschaftsforschung. – Archäologisches Korrespondenzblatt, 38, 137–156, Mainz.

FURCH, H. (1990-2000): Mitteilungen des Museums- und Kulturvereines Kaisersteinbruch. – Heft 1–59, 1 Registerband, Bibl. Geol. B.-A., Kaisersteinbruch.

HANISCH, A. & SCHMID, H. (1901): Österreichs Steinbrüche. Verzeichnis der Steinbrüche, welche Quader, Stufen, Pflastersteine, Schleif- und Mühlsteine oder Dachplatten liefern. – 1–352 (C. Graeser & Co.) Wien.

HÄUSLER, H. (2010): Erläuterungen zur Geologischen Karte 78 Rust. – 1–191, Geol. B.-A., Wien.

HOFMANN, TH. (Hrsg.) (2007): Wanderungen durch die Erdgeschichte (22): Wien, Niederösterreich, Burgenland. – 1–208 (Dr. Friedrich Pfeil) München.

PISTOTNIK, J. (Red.) (1989): Rohstoffpotential ausgewählter Gebiete Raum Wien Ost und Südost. – Ber. Geol. B.-A., 16, 1–6, Wien.

ROHATSCH, A. (2005): Neogene Bau- und Dekorgesteine Niederösterreichs und des Burgenlandes. – In: Nutzbare Gesteine von Niederösterreich und Burgenland, „Junge“ Kalke, Sandsteine und Konglomerate – Neogen, Mitt. IAG BOKU, 9–56, Wien.

SCHAFARZIK, F. (1909): Detaillierte Mitteilungen über die auf dem Gebiete des Ungarischen Reiches befindlichen Steinbrüche. – Publ. k. ungar. Geol. R.-A., 1–544, Budapest.

Und unveröffentlichte Unterlagen aus der Steinbruchkartei der Geologischen Bundesanstalt.

## Lokalisierung von alten Steinbrüchen in und um Wien

*Maria Heinrich<sup>1</sup>, Lionel Dorffner<sup>2</sup>, Bettina Kollars<sup>1</sup>, Michaela Kronberger<sup>3</sup>, Beatrix Moshhammer<sup>1</sup>, Martin Mosser<sup>4</sup>, Sebastian Pfeleiderer<sup>1</sup>, Julia Rabeder<sup>1</sup>, Andreas Rohatsch<sup>5</sup> & Christian Uhlir<sup>6</sup>*

<sup>1</sup> Geologische Bundesanstalt, Fachabteilung Rohstoffgeologie, A 1030 Wien, Neulinggasse 38

<sup>2</sup> Stadtvermessung Wien, Magistratsabteilung 41, A 1190 Wien, Muthgasse 62

<sup>3</sup> Department Archäologie und Stadtgeschichte bis 1500, Wien Museum, A 1040 Wien, Karlsplatz

<sup>4</sup> Museen der Stadt Wien – Stadtarchäologie, A 1020 Wien, Obere Augartenstraße 26-28

<sup>5</sup> TU Wien, Institut für Geotechnik, Forschungsbereich für Ingenieurgeologie, A 1040 Wien, Karlsplatz 13

<sup>6</sup> Universität Salzburg, Fachbereich Geographie und Geologie, Arbeitsgruppe für Cultural Heritage Computing, A 5020 Salzburg, Hellbrunnerstraße 34

Die Verknüpfung von Archäologie und Geologie ergibt sich aus der Fragestellung der Herkunft archäologischer Fundobjekte von Skulpturen und Bausteinen. Die untersuchten Objekte stammen aus der Römerzeit. Es sind Exponate im Römermuseum Wien sowie in verschiedenen Depots. Die lithologische und geologische Bezeichnung des Materials, aus dem die Spolien bestehen, wurde untersucht, indem die Objekte sprichwörtlich unter die Lupe genommen wurden. Dabei zeigte sich, dass ein Großteil aus Kalkstein und Kalksandstein gemeißelt oder gehauen wurde, vgl. KRONBERGER et al. (2010). Diese Kalksteintypen wurden im Neogen – Oberes Badenium bis Sarmatium – vor ca. 13 Mio. Jahren gebildet und entsprechen verschiedenen Typen, die hier als Leithakalke s. l. subsumiert werden (PILLER et al., 2004). Nur eine untergeordnete Anzahl der römischen Objekte besteht aus ortsfremdem Material wie Marmoren. Objekte aus Sandstein, der aus dem nahen Wienerwald bezogen wurde, bilden vor allem Bausteine. Zur Klärung der Transportweiten zwischen Materialgewinnungsstellen und den Fundorten in Vindobona wurden die geologischen Vorkommen der Leithakalke s. l. im Umkreis des antiken Wien anhand der geologischen Karten u. a. von BRIX (1972), FUCHS (1985) und SCHNABEL (1997) eruiert.

### ***Auswertung historischer Karten***

Bei den neogenen Kalksteinen handelt es sich um randmarine Flachwasserbildungen. Die ehemalige Küstenlinie des Oberen Badenium ist heute noch zum Beispiel im Geländeknick zwischen den Weinbergen wie beim Eichelhof nördlich von Nussdorf im 19. Wiener Gemeindebezirk und im auf den Flysch-Sandsteinen wachsenden Wienerwald erkennbar. Die

Kalk- und Kalksandsteine treten aufgrund dieser randmarinen Bildungsbereiche saumförmig am Westrand von Wien zwischen Nußdorf und Atzgersdorf bzw. immer wieder nach Süden weiter auf, sofern sie nicht erosions- oder tektonisch bedingt fehlen.

Um noch die alte Natur- und Kulturlandschaft vor der Umgestaltung durch die Stadterweiterung auf Hinweise für Steinbrüche oder zweckdienliche Angaben, wie Kalköfen, zu durchsuchen, wurde auf historisches Kartenmaterial zurückgegriffen, das durch die Auswertungen des Geopotential-Wien-Projektes bereits in ausgewerteter und digitalisierter Form vorlag. Die Darstellung dieser Grundlagen und weiterer Literatur geben PFLEIDERER, S. & HOFMANN, T., mit einem Beitrag von PLACHY, H. (2007).

So zeigt beispielsweise die heutige Anlage des Türkenschanzparkes die ursprünglich abgebauten Gesteine nur mehr in den künstlichen Steinschichtungen und eine vollständige Rekultivierung der ehemaligen Abbaugruben.

#### ***Auswertung hochauflösender Laserscans***

Aufzeichnungen und Informationen über aktive und stillgelegte Abbaue werden in der Abteilung Rohstoffgeologie an der Geologischen Bundesanstalt archiviert.

Die mittels modernster Technologie produzierten hochauflösenden Laserscans setzen neue Maßstäbe in der Kartendarstellung. Sie sind in der Lage, sowohl eine metergenaue Topographie wiederzugeben als auch die Erdoberfläche ohne Vegetation darzustellen, und bilden somit eine Detailliertheit der Bodenmorphologie ab, die in vieler Hinsicht neue Möglichkeiten eröffnet, vgl. DONEUS et al. (2008). Mit Hilfe dieser Laserscan-Topographie wurden nicht nur die bekannten alten Steinbrüche in ihrer Ausformung genau dargestellt, sondern im bewaldeten oder verbauten Gebiet auch einige neu entdeckt und im Gelände verifiziert.

#### ***Durchführung von Vergleichsstudien und Gesteinsanalysen***

Für die Klassifizierung der römischen Objekte in die verschiedenen Leithakalk-Typen s. l. zeigte sich, dass nicht nur das engere Umfeld von Wien als Gesteinslieferant in damaliger Zeit wirksam war, sondern es gibt eindeutige Hinweise, dass sehr viel Material aus dem Leithagebirge stammen muss. Dies erscheint auch plausibel, da die Vorkommen dort wesentlich größer sind und höhere Qualitäten hinsichtlich ihrer Bearbeitungseigenschaften aufweisen. Die Bedeutung prähistorischer und historischer Steinmetzkunst aus den Siedlungen um das Leithagebirge wird durch die ausgezeichneten Sammlungen in den Heimatmuseen von Mannersdorf und Kaisersteinbruch dokumentiert. Als einziger Dekorsteinbruch ist heute nur St. Margarethen bei Rust aktiv. Von diesem fehlen römische

Hinweise, er ist jedoch der mit Abstand größte Abbau im Leithakalk. Um die einzelnen Leithakalk-Typen s. l., also badenische und sarmatische Kalksandstein-Typen, in ihrer Ausbildung und Verbreitung zu erfassen, wurden innerhalb des TUPL südlich Kaisersteinbruch und Bruckneudorf die alten Steinbrüche aufgenommen, beprobt und hinsichtlich technischer Eigenschaften untersucht bzw. werden faziell ausgewertet. Damit sollen Ablagerungsbedingungen eruiert werden, die zu den jeweils speziellen Materialeigenschaften führen, die in entsprechender Weise bau- und dekorsteintechnisch angewendet wurden. Für einen Vergleich der lithologischen und materialtechnischen Eigenschaften eignet sich zu den angesprochenen Sammlungen u. a. die von ROHATSCH (2005) publizierte Studie, aus der die große architektonische Bedeutung des Leithakalkes ebenfalls hervorgeht.

Das Poster wurde bereits beim Wiener Tag der Stadtarchäologie 2010 gezeigt.

### **Literatur**

- BRIX, F. (1972): Geologische Karte der Stadt Wien 1:50.000. – In: STARMÜHLNER, F. & EHRENDORFER, F. [Red.]: Naturgeschichte Wiens, Jugend & Volk, Wien – München.
- DONEUS, M., BRIESE, CH. & KÜHTREIBER, TH. (2008): Flugzeuggetragenes Laserscanning als Werkzeug der archäologischen Kulturlandschaftsforschung. – Archäologisches Korrespondenzblatt, 38, 137–156, Mainz.
- FUCHS, W. (1985): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 59 Wien. – Geol. B.-A., Wien.
- HERRMANN, P. (1973): Geologie der Umgebung des östlichen Leithagebirges (Burgenland). – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 22, 165–189, Wien.
- HOFMANN, TH. (Hrsg.) (2007): Wanderungen durch die Erdgeschichte (22): Wien, Niederösterreich, Burgenland. – 1–208 (Dr. Friedrich Pfeil) München.
- KRONBERGER, M., HEINRICH, M., MOSHAMMER, B. & MOSSER, M. (2010): Preliminary results of an interdisciplinary project on Roman Stone Material and Historic Quarries in Vienna. – Aquincum Nostrum II., 6., 61–68, Budapest.
- PFLEIDERER, S. & HOFMANN, T., mit einem Beitrag von PLACHY, H. (2007): Digitaler Angewandter Geo-Atlas – Stadtgeologie am Beispiel von Wien. – Jb. Geol. B.-A., 147, 263–273, Wien. URL: [www.geologie.ac.at/filestore/download/JB1471\\_263\\_A.pdf](http://www.geologie.ac.at/filestore/download/JB1471_263_A.pdf)
- PILLER, W.E. et al. (2004): Die stratigraphische Tabelle von Österreich, sedimentäre Schichtfolgen. URL: [palstrat.uni-graz.at/Stratigraphische\\_Tabelle\\_von\\_Oesterreich\\_2004.pdf](http://palstrat.uni-graz.at/Stratigraphische_Tabelle_von_Oesterreich_2004.pdf)
- ROHATSCH, A. (2005): Neogene Bau- und Dekorgesteine Niederösterreichs und des Burgenlandes. – In: Nutzbare Gesteine von Niederösterreich und Burgenland, „Junge“ Kalke, Sandsteine und Konglomerate – Neogen, Mitt. IAG BOKU, 9–56, Wien.
- SCHNABEL, W. (1997): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Blatt 58 Baden. – Geol. B.-A., Wien.

## Improved Fingerprinting Of Melos Obsidian Using Three Complementary Analytical Techniques

*F. Eder<sup>1</sup>, C. Neelmeijer<sup>2</sup>, N.J.G. Pearce<sup>3</sup>, M. Bichler<sup>1</sup>, S. Merchel<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Vienna University of Technology, Atominstitut, Stadionallee 2, 1020 Vienna, Austria – mail: [feder@ati.ac.at](mailto:feder@ati.ac.at)

<sup>2</sup>Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR), P.O. Box 510119, D-01314 Dresden, Germany

<sup>3</sup>Institute of Geography and Earth Sciences, Aberystwyth University, SY23 3BD, Wales, UK

The natural volcanic glass obsidian was one of the most appreciated materials of ancient man for cutting tools and has been found in many locations far away from any natural source. Reliable provenancing by means of its highly specific chemical composition, the “chemical fingerprint”, can provide information about economy, policy and the social system of ancient societies.

The application of three complementary analytical techniques enables both a maximum element spectrum and a comparison of the chemical compositions to provide the actual degree of the reliability of the analytical results.

This approach reveals the most characteristic “chemical fingerprint“ and allow us to decide which least invasive analytical method should be chosen for the analysis of an archaeological artefact most likely stem from Melos by three different methods:

- **Neutron Activation Analysis (NAA)**
- **Ion Beam Analysis (IBA)** comprising of **Proton Induced X-ray Emission (PIXE)** and **Proton Induced Gamma-ray Emission (PIGE)**
- **Laser Ablation-Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (LA-ICP-MS)**

For this study, NAA, IBA and LA-ICP-MS measurements have been applied to the same samples originating from the obsidian sources *Agia Nychia* and *Demenegakion* on the island of Melos (Greece). NAA investigations have been performed in the TRIGA Mark II 250 kW research reactor of the Atominstitut in Vienna. IBA studies have been carried out using the external 4 MeV proton beam of the 5 MV Tandem accelerator of the Ion Beam Centre of Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf. LA-ICP-MS measurements have been taken with the Thermo Element 2 ICP-MS coupled to an ArF gas Excimer laser system at the Aberystwyth University.

These investigations are part of a joint project to apply analytical techniques mentioned to check the self-consistency of the analytical results and to reveal the most characteristic



“chemical fingerprint” of each available natural obsidian source in Europe. This knowledge should enable to decide which least invasive analytical method should be chosen for the analysis of a specific archaeological artefact on a case-by-case basis.

## **Effiziente Baudokumentation mittels Laserscanning**

*Peter Dorninger, Balázs Székely and Clemens Nothegger*

Technische Universität Wien – Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Gußhausstraße 27-29, 1040 Vienna, mail:  
[pdo@ipf.tuwien.ac.at](mailto:pdo@ipf.tuwien.ac.at), [bs@ipf.tuwien.ac.at](mailto:bs@ipf.tuwien.ac.at) & [cn@ipf.tuwien.ac.at](mailto:cn@ipf.tuwien.ac.at),

### **KEY WORDS:**

3D MODELLE, AUTOMATISIERUNG, GENAUIGKEIT, CHANGE DETECTION, KULTURGÜTER

Terrestrisches Laserscanning (TLS) findet vermehrt Anwendung im Bereich der archäologischen Prospektion und Dokumentation. Der größte Vorteil dieser berührungslosen Messtechnologie ist die rasche und genaue Erfassung der Oberflächengeometrie von Objekten. Moderne Instrumente welche das sogenannte Phasenvergleichsverfahren zur Entfernungsmessung anwenden ermöglichen Messraten von bis zu einer Million Punkten pro Sekunde bei einer Einzelpunktmessgenauigkeit von etwa 3 Millimeter. Die maximale Messentfernung beträgt etwa einhundert Meter. In diesem Messbereich sind sie somit schneller (etwa eine Größenordnung) und genauer (etwa Faktor 2) als Puls-Laufzeitsscanner. Letzter bieten jedoch die Möglichkeit Entfernungen von mehreren Kilometern zu messen. Überdies erlaubt dieses Verfahren mittels entsprechender Signalauswertung mehrere Objekte innerhalb eines Messstrahles zu erfassen. Somit ist es möglich selbst bei teilweiser Abschattung (z.B. Vegetation, Zaun, Passant) das gewünschte Objekt zu erfassen. Die höchste Genauigkeit kann mit sogenannten Nahbereichsscanner erzielt werden. Deren Einsatz ist aber auf wenige Meter beschränkt und auf Grund des stark limitierten Blickfeldes benötigt man im Allgemeinen bereits für relativ kleine Objekte eine Vielzahl an Aufnahmen. Dies verursacht sowohl bei der Erfassung wie auch bei der Datenverarbeitung einen entsprechenden hohen Aufwand.

Ein wesentlicher Aspekt der exakten 3D-Dokumentation von Objekten ist die Erstellung von 3D-Modellen. Dazu gibt es eine Vielzahl an kommerziellen Softwareprodukten. Diese bieten zahlreiche, teilweise automatisierbare Werkzeuge zur Nachbearbeitung von TLS-Punktwolken an. Im Allgemeinen muss die Reihenfolge der einzelnen Methoden manuell ausgewählt werden und es bedarf der Definition zahlreicher Steuerparameter die wiederum

erheblichen Einfluss auf Genauigkeit und erzielbare Detailliertheit des Modells haben. Der größte Nachteil der uns bislang bekannten kommerziell verfügbaren Methoden ist aber der, dass die gewählten Parameter global und somit nicht unter Berücksichtigung der lokal durchaus veränderlichen Oberflächen-Geometriebeschaffenheit definiert werden müssen.

Der von uns vorgeschlagene Ansatz basiert auf der automatischen Verarbeitung von 3D-Punktwolken. Dabei werden die einzeln erfassten Scans einer robusten 3D-Filterung unterzogen. Dieser Bearbeitungsschritt hat zwei Ziele: Der Einfluss der zufälligen Messfehler (häufig als Messrauschen bezeichnet) wird minimiert und die Punktdichte wird lokal homogenisiert. Dabei wird allerdings bereits berücksichtigt, wie detailliert die erfasste Oberfläche beschrieben werden muss. Dadurch wird in stark strukturierten Bereichen weniger, in glatten Bereichen mehr ausgedünnt – ein entscheidender Vorteil gegenüber den meisten kommerziellen Methoden. Das gewählte Verfahren basiert auf der hochrobusten Berechnung lokaler Flächennormalen. Diese werden bestimmt, indem man aus den benachbarten Punkten jene fünfzig Prozent plus einen Punkt auswählt die am ehesten auf einer Ebene liegen. Dadurch wird sicher gestellt, dass einerseits die bestimmte Flächennormale von der Mehrheit der Nachbarpunkte unterstützt wird; andererseits können durch Analyse der Qualität der Ebenenbestimmung Punkte die nicht auf einer Ebene erfasst wurden (Ausreißer) ermittelt und somit eliminiert werden. Die Anzahl der notwendigen Steuerparameter für diesen Berechnungsschritt wurde minimiert. Überdies können diese Parameter automatisch aus den Daten geschätzt werden (Nothegger & Dorninger, 2009) – ein weiterer Vorteil der gewählten Methode.

Die vorprozessierten Scans werden anschließend registriert. D.h., es werden jene Parameter (Transformationsmatrizen) bestimmt die notwendig sind, um die einzelnen, lokal erfassten Scans in ein übergeordnetes Koordinatensystem zu transformieren. Hierfür werden die Scans lokal in den Überlappungsbereichen bestmöglich aneinander angepasst. Dies erfolgt mit Hilfe einer Implementierung des Iterative Closest Point (ICP) Verfahrens. Optional können Passpunkte berücksichtigt werden um die Registrierung global zu unterstützen. Dies empfiehlt sich insbesondere bei größeren oder lang gestreckten Objekten mit vielen Scans.

Anschließend wird die registrierte Punktwolke erneut mittels 3D Filterung homogenisiert. Dabei werden Restklaffungen zwischen den einzelnen Scans eliminiert. Das 3D-Modell wird mittels Delaunay-Triangulation generiert. Diese Dokumentationsmodelle repräsentieren das Objekt zu einem gegebenen Zeitpunkt. Um Veränderungen am Objekt zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten vergleichen und analysieren zu können (z.B. vor und nach

einer Restaurierung), müssen Differenzmodelle generiert werden. Diese können farbkodiert dargestellt und interpretiert werden.

Unser Beitrag gibt einen Überblick des beschriebenen Verfahrens zur automatisierten Modellierung auf Basis von TLS Punktwolken. Die erzielbare Genauigkeit wird an Hand von drei Beispielen, alle Bestandteil der *UNESCO World Heritage Site Schloß Schönbrunn* demonstriert. Für kleinere Objekte (z.B. ein Rokoko-Ofen) beträgt die erzielbare Genauigkeit etwa  $\pm 1$  Millimeter. Bei größeren Objekten (z.B. Freitreppe) können Differenzen von  $\pm 10$  Millimeter eindeutig festgestellt werden. Die Datenerfassung erfolgte jeweils mit einem Phasenvergleichs-TLS (Faro Focus – [www.faro.com](http://www.faro.com)). Tests haben gezeigt, dass die beschriebenen Methoden auch bei Puls-Laufzeit-Scannern sowie bei Nahbereichsscannern zu einer Verbesserung der erzielbaren Modellierungsgenauigkeit beitragen.

Nothegger, C., Dorninger, P.: "3D Filtering of High-Resolution Terrestrial Laser Scanner Point Clouds for Cultural Heritage Documentation"; *Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation*, 1 (2009), 53 - 63.