

# NATURWISSENSCHAFTLICHE ANALYSEN

Geophysikalische Prospektion ( <i>Roman Křivánek</i> ) . . . . .	109	Analyse der Tierknochen ( <i>René Kyselý</i> ) . . . . .	150
		Fleischbeigaben ( <i>René Kyselý</i> ) . . . . .	152
Petrographische Analyse der Gesteine aus der Steinkonstruktion des Grabhügels ( <i>Jaroslav Cícha</i> ) . . . . .	117	Bärenkrallen ( <i>René Kyselý · Miloslav Chytráček</i> ) . . . . .	157
		Sonstige Tierknochenfunde ( <i>René Kyselý</i> ) . . . . .	159
		Geweih- und Knochenartefakte ( <i>René Kyselý</i> ) . . . . .	159
Analysen der organischen Stoffe auf den Oberflächen der Bronzegefäße . . . . .	118	Gebrauchsspurenanalyse an den Geweihartefakten ( <i>Michaela Rašková-Zelinková</i> ) . . . . .	160
Proteinanalyse ( <i>Jaroslav Pavelka · Peter Koník</i> ) . . . . .	118		
Pollenanalysen ( <i>Radka Kozáková</i> ) . . . . .	119	Analysen an den Artefakten aus anderen organischen Stoffen	163
Chemische Untersuchungen von organischen Resten auf den hallstattzeitlichen Bronzen von Rovná ( <i>Leopold Puchinger · Friedrich Sauter † · Timothej Patocka</i> ) . . . . .	120	Bestimmung der Einlagen der Bronzefibeln und des Toilettebestecks ( <i>Jindřich Hladil</i> ) . . . . .	163
		Analyse des Bernsteins ( <i>Miloslav Chytráček</i> ) . . . . .	164
Analyse der verkohlten Pflanzenmakroreste und der Holz- überreste aus der Grabkammer ( <i>Tereza Šálková · Jan Novák</i> ) . . . . .	137	Radiokarbondatierung der Menschen- und Tierknochen ( <i>René Kyselý · Ivo Světlík</i> ) . . . . .	165
Pflanzliche Makroreste ( <i>Tereza Šálková</i> ) . . . . .	137		
Analyse der Holzkohlenstückchen ( <i>Jan Novák</i> ) . . . . .	143	Chemische Analysen der Artefakte aus Bronze und Glas . . . . .	167
Phosphatanalysen ( <i>Antonín Majer</i> ) . . . . .	145	Röntgenfluoreszenzspektrometrische Messungen an ausgewählten Bronzeobjekten ( <i>Jan John · Miloslav Chytráček</i> ) . . . . .	167
Anthropologische Analyse ( <i>Petra Stránská</i> ) . . . . .	147	Analyse des Glaskopfs der eisernen Miniaturnadel ( <i>Jan John</i> ) . . . . .	169

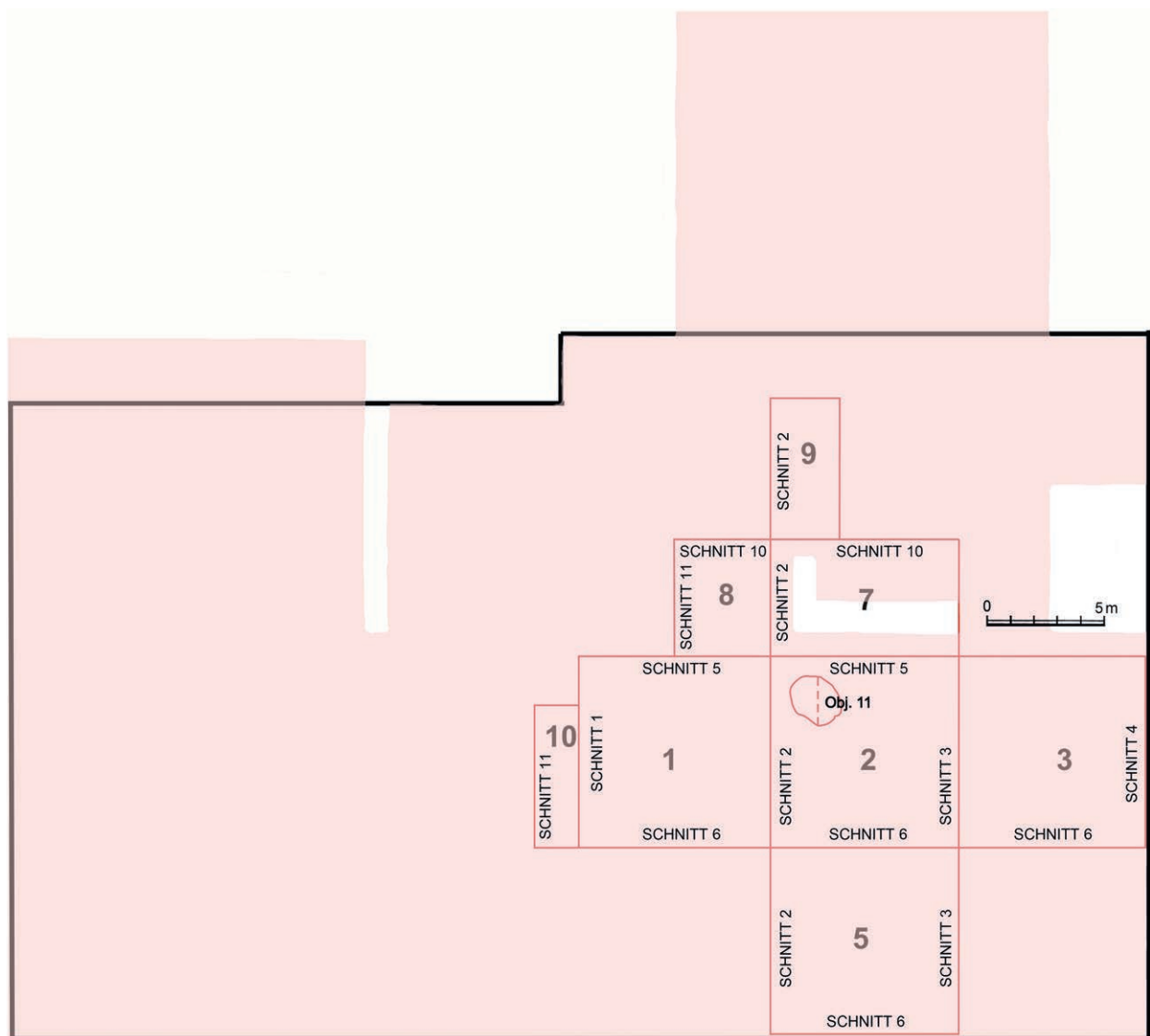
## GEOPHYSIKALISCHE PROSPEKTION

Neben den Prospektionen sind auch geophysikalische Messungen in den Arealen der Hügelgräberfelder unternommen worden<sup>237</sup>. Die Möglichkeiten der geophysikalischen Messungen bei Grabhügeln sind jedoch von den Terrain- und Erhaltungsbedingungen abhängig. Fundstellen auf Feldern und in Wäldern besitzen unterschiedliche natürliche Bedingungen. Die tatsächlichen Möglichkeiten der Prospektion, ihre Ergebnisse sowie Interpretationen sind ganz individuell von der spezifischen Terrainkonfiguration, der Vegetationsgeschichte und vor allem von modernen Eingriffen, die mit landwirtschaftlichen Aktivitäten, Wald- oder Bauarbeiten verbunden sind, abhängig. Auch im Falle des Grabhügels von Rovná wurde schon zu Beginn der Prospektionen evident, dass das bewaldete Terrain der Fundstelle in der Vergangenheit mehrmals verändert wurde.

### Prospektionsumstände

Die ursprüngliche Stelle des Grabhügels wurde wahrscheinlich schon in der Vergangenheit auf das heutige Plateau der markanten Steinkonzentration planiert. Danach wurde das Terrain durch Waldbepflanzung sowie durch illegale Aktivitäten der Sondengänger gestört. Zwischen dem Wald und dem anliegenden Feld befanden sich ein modern angelegter Graben und eine Aufschüttung. Unter diesen Bedingungen wurden für die Untersuchung des so destruierten Grabhügels zwei Methoden der geophysikalischen Prospektion

<sup>237</sup> z. B. Křivánek 2002; 2010; 2014b; 2018; Hašek/Peška/Unger 2008; Černická/Milo 2009; Křišťuf/Švejcar/Baierl 2010; Milová/Milo 2013; Čambal/Milo/Murín 2016.



**Abb. 79** Übersichtsplan der mittels magnetometrischen (rosa) und geoelektrischen Messungen (durch schwarze Linie eingefasster Kästen) untersuchten Fläche. – (Grafik R. Krivánek).

angewendet (vgl. **Abb. 4**). Ihr Ziel war die Bereitstellung von ersten Informationen über den geplanten Grabhügel im Vorfeld der archäologischen Untersuchung.

Die erste Phase der geophysikalischen Messungen wurde vor der archäologischen Untersuchung unternommen (**Taf. 3-4**), während der Ausgrabung wurde schließlich die zweite Phase realisiert. Das Flächenmaß der geophysikalischen Messungen wurde an einigen Stellen begrenzt. Es war zu erwarten, dass einige Unebenheiten, Metalle, Aufschüttungen und andere Terraineingriffe die Untersuchung stören würden.

## Methoden

Es wurden zwei Methoden der geophysikalischen Prospektionen eingesetzt (vgl. **Abb. 4**): Die magnetometrische Messung wurde mithilfe der Fünfkanalapparatur DLM-98-ARCH am Radfahrgestell (Sensys, Deutschland) durchgeführt, die Parallelmessung von fünf Fluxgate-Gradiometern mit den Sonden FMG650B

realisiert. Wegen der erwarteten Metallartefakte sowie der vertieften Situationen wurde die Messung in einem Netz von 0,25 m × 0,10 m unternommen.

Die geoelektrische Widerstandsmessung wurde mithilfe der Apparatur RM-15 (Geoscan Research, Großbritannien) vorgenommen. Es wurde die Methode der symmetrischen Widerstandprofilierung (SOP) mit Wenner-Anordnung der Elektroden A0,5M0,5N0,5B bei einer Eindringtiefe bis 0,5 m appliziert. Das Ziel der Widerstandsmessung war die Identifizierung der steinernen Bestandteile der Grabkonstruktion und eventueller Störungen. Das Netz der Messung betrug 1,00 m × 1,00 m. Für die Bearbeitung wurde die Software Surfer (Golden Software, USA) verwendet.

## Ergebnisse

Die geophysikalischen Prospektionen wurden im Sommer und Herbst 2012 durchgeführt<sup>238</sup>. Von Beginn an wurden sie im Vermessungsnetz, das auch bei der archäologischen Ausgrabung verwendet wurde, umgesetzt (**Abb. 79**). Die Applikation der magnetometrischen und geoelektrischen Messungen ermöglichte anschließend den Vergleich der beiden Methoden.

Die magnetometrische Prospektion erbrachte eine größere Anzahl an verstreuten sowie lokal konzentrierten magnetischen Anomalien (**Abb. 80**). Man könnte annehmen, dass die Mehrheit der Anomalien durch verstreute Metalle unsicherer Datierungen bzw. auch durch Steine mit ferromagnetischen Mineralien verursacht wurde. Eine nicht zufällige Verteilung der Anomalien sowie lokale Ansammlungen zeigten sich dank des Vergleichs mit den Ergebnissen der geoelektrischen Messung. Es wurden keine linien- sowie bogenförmigen Anomalien, die für eine Grabhügelumzäunung oder einen Graben typisch wären, erfasst.

Die Ergebnisse der geoelektrischen Widerstandsmessung erbrachten ein differenziertes Bild (**Abb. 81**). In der untersuchten Fläche dominieren zwei Anomalien der großen Widerstände über den beiden angenommenen Grabhügeln. Beide Anomalien zeigen einen fast identischen quadratischen Grundriss der Steinmäntel. Die identische Orientierung der Grundrisse beider oberflächlich stark destruierten Grabhügel deutet auf einen gegenseitigen Bezug der beiden Befunde hin. Die Ergebnisse lassen jedoch auch markante Unterschiede im Erhaltungszustand der unterirdischen Steinkonstruktionen beider Grabhügel erkennen (**Abb. 82**). Archäologisch erforscht wurde bisher nur der östliche Grabhügel, bei dem ein Sinken der Widerstände im Steinmantel sichtbar ist. Das verweist darauf, dass dieser Grabhügel in der Vergangenheit vielleicht wiederholt gestört wurde und/oder dass die steinerne Verfüllung an einigen Stellen weniger mächtig bzw. anders ausgefallen war. Der archäologisch bisher nicht untersuchte westliche Grabhügel scheint wenig gestört zu sein und dürfte einen massiveren Steinmantel besitzen.

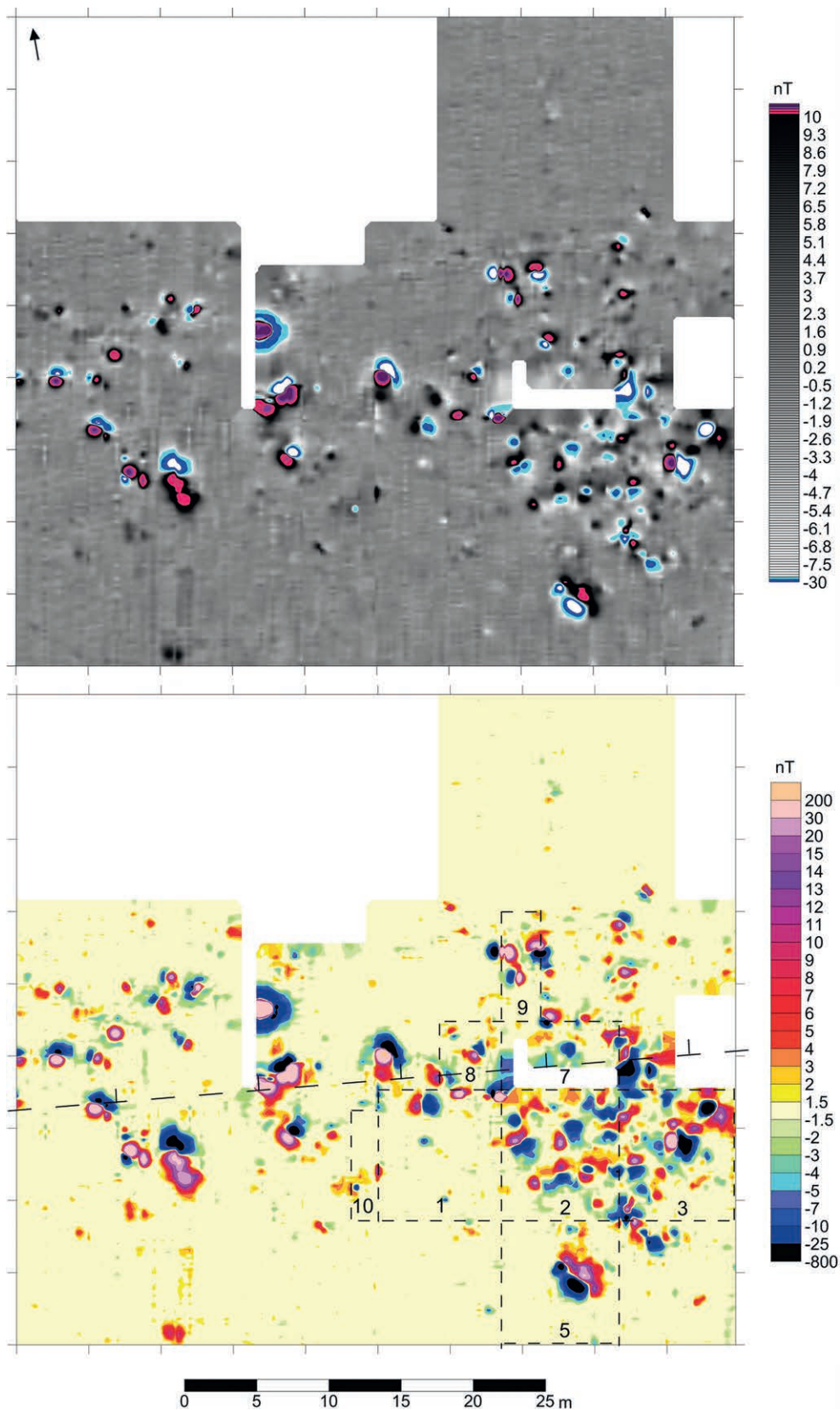
Die beiden benutzten geophysikalischen Methoden zeigten die unterschiedlichen Erhaltungszustände der unterirdischen Gegebenheiten beider Grabhügel<sup>239</sup>. Der archäologisch untersuchte Grabhügel 1 wurde mit Sicherheit stark gestört und planiert, während die Messergebnisse des zweiten Grabhügels einen besseren Erhaltungszustand des Befundes andeuten, der noch *in situ* erhalten geblieben ist (vgl. **Abb. 4**).

## Vergleich der Forschungsergebnisse

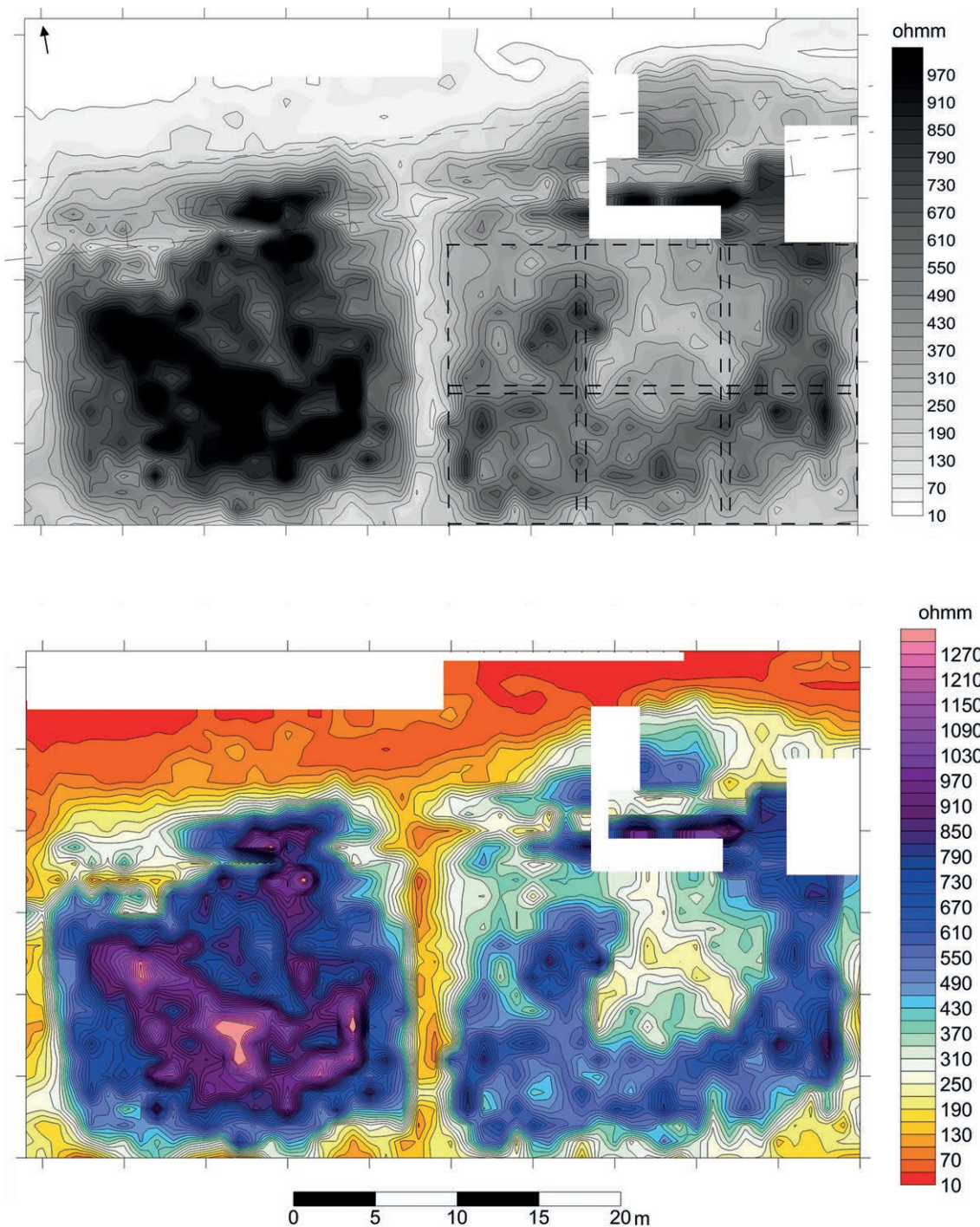
Die zwei in Rovná verwendeten geophysikalischen Methoden erbrachten zwei unterschiedliche Ergebnisse, was den Einsatz verschiedener Methoden unterstützt. Durch die verschiedenen Prospektions- und Inter-

<sup>238</sup> Křivánek 2013a; 2014a; Chytráček u. a. 2014b; 2017a.

<sup>239</sup> Křivánek 2013b; 2014b.



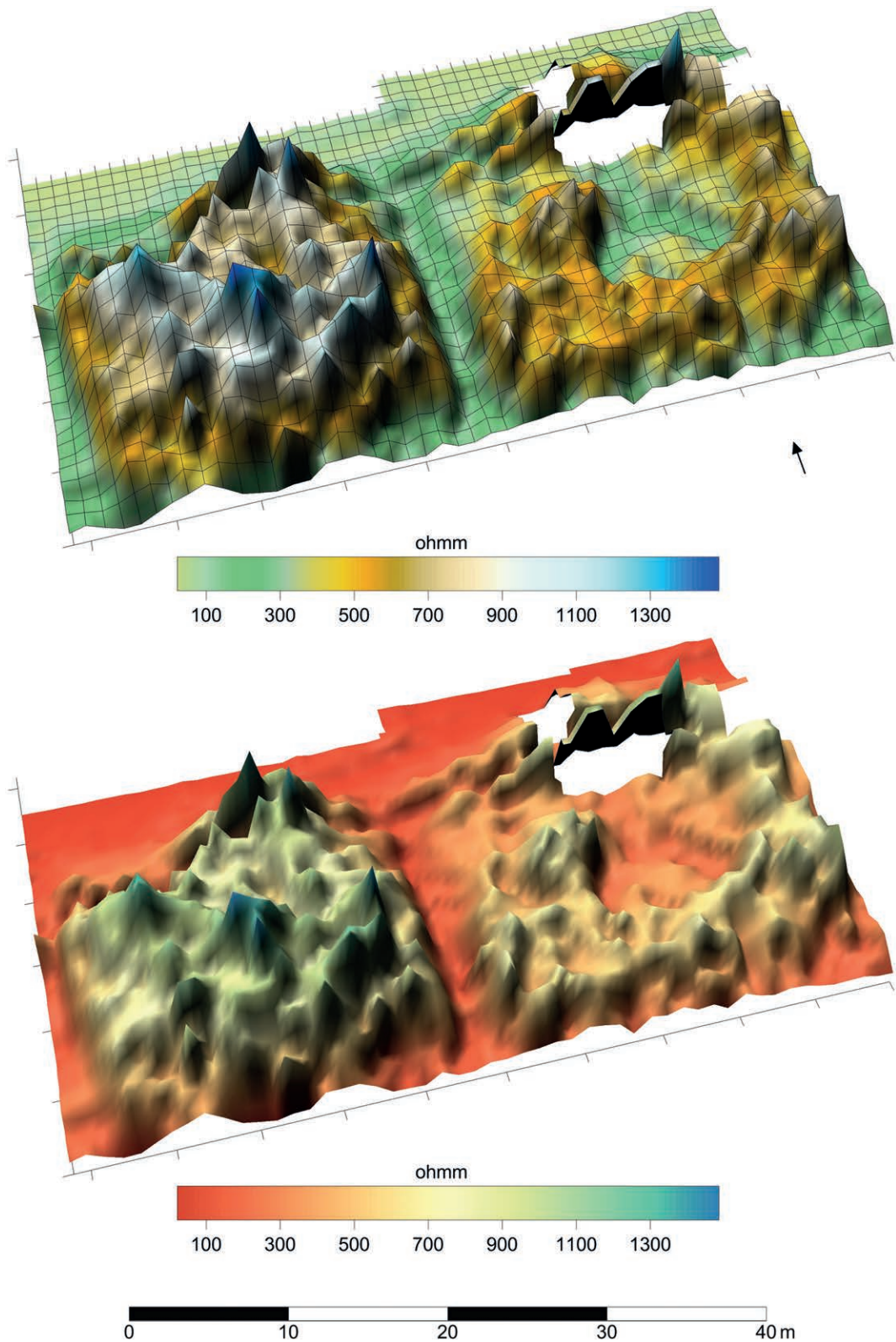
**Abb. 80** Ergebnisse der magnetometrischen Messung in der schwarz-weißen und in der farbigen Darstellung. – (Messung R. Křivánek 2012; untersuchte Fläche: ca. 0,16 ha. – Grafik R. Křivánek).



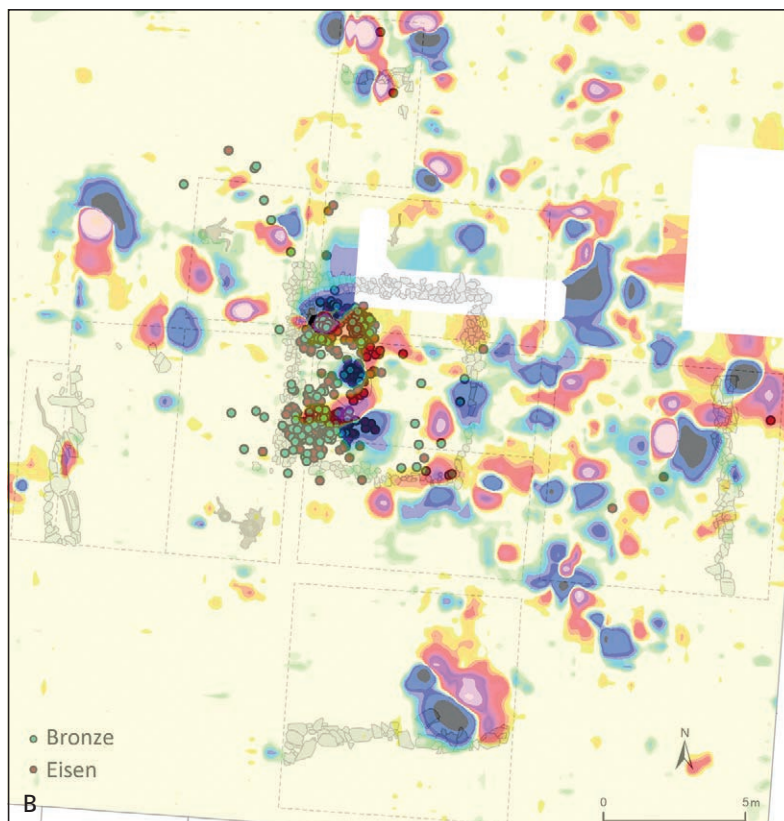
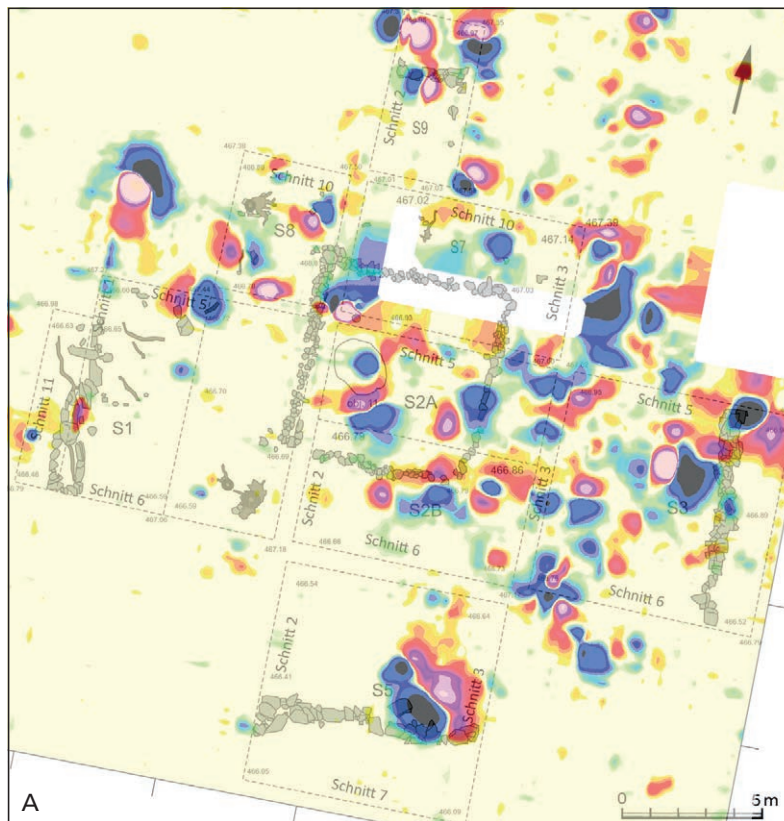
**Abb. 81** Ergebnisse der geoelektrischen Widerstandsmessung in der schwarz-weißen und der farbigen Darstellung. – (Messung R. Křivánek 2012; untersuchte Fläche: ca. 0,14 ha. – Grafik R. Křivánek).

pretationsmöglichkeiten kann im Vergleich mit den Ergebnissen der archäologischen Forschung der östliche Grabhügel näher beurteilt werden.

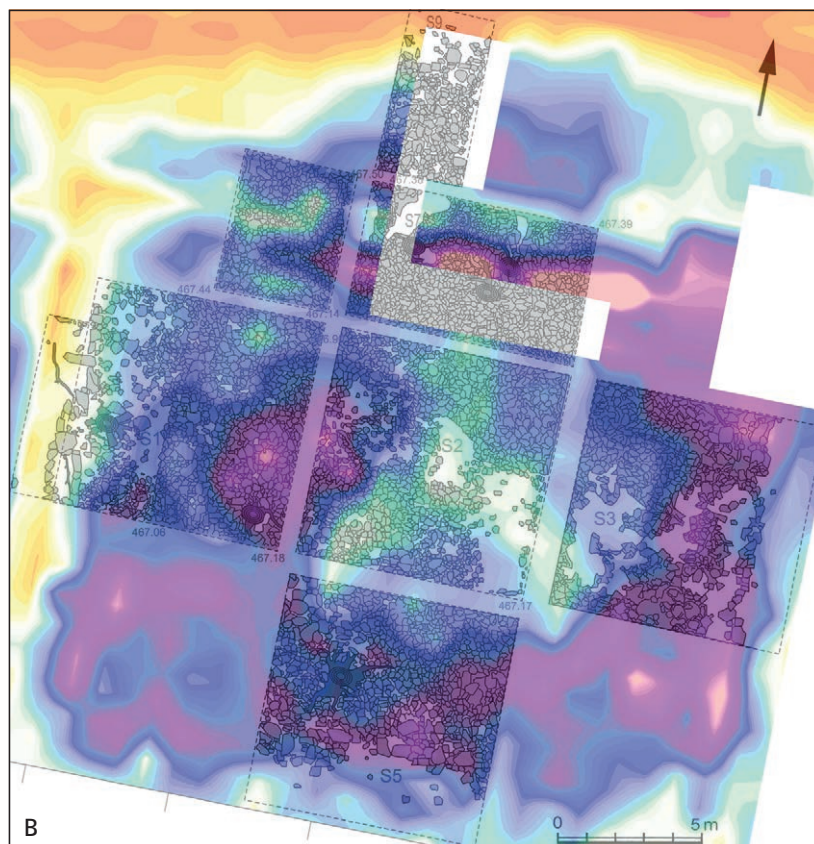
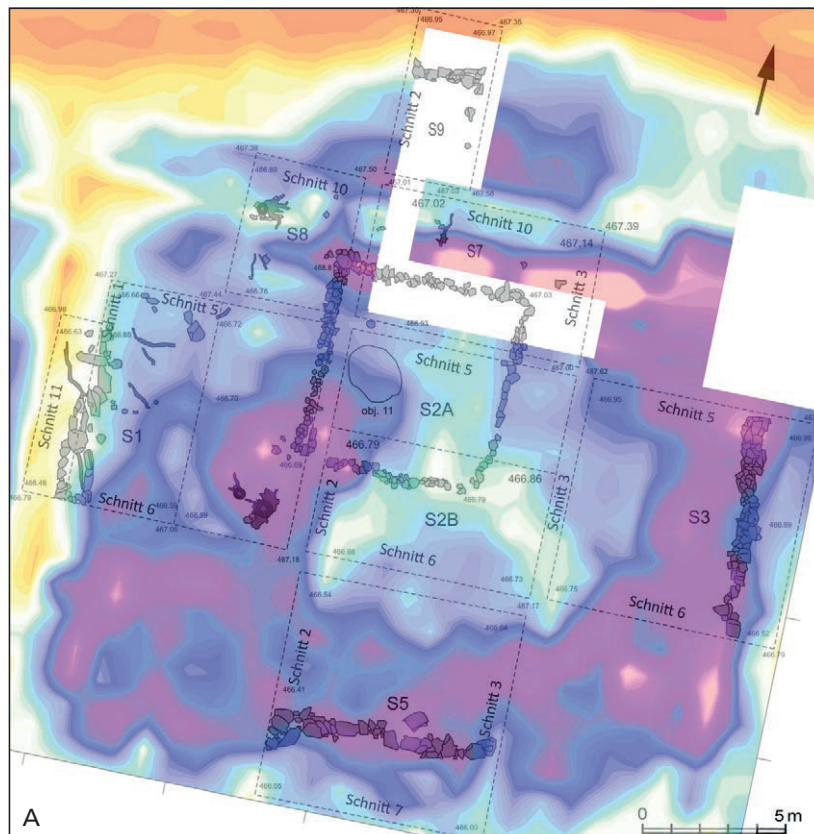
Sowohl die magnetometrische Messung als auch die archäologische Untersuchung zeigten viele kleine magnetische Anomalien, nicht nur an der Stelle der Grabkammer, sondern auch in ihrer weiteren Umgebung (**Abb. 83A**). Zwei markante magnetische Anomalien im westlichen Teil der Grabkammer (in der



**Abb. 82** 3-D-Modell der geoelektrischen Widerstandsmessung. – (Messung R. Křivánek 2012; untersuchte Fläche: ca. 0,14 ha. – Grafik R. Křivánek).



**Abb. 83** Rovní (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Übersichtsplan der magnetometrischen Messung im Vergleich mit dem Grabungsplan von Grabhügel 1. – **A** 5.-6. Dokumentationsniveau. – **B** 5.-6. Dokumentationsniveau mit den dokumentierten Metallvorkommen. – (Grafik R. Křivánek).



**Abb. 84** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Übersichtsplan der geoelektrischen Widerstandsmessung im Vergleich mit dem Grabungsplan von Grabhügel 1. – **A** 5.-6. Dokumentationsniveau. – **B** 3. Dokumentationsniveau. – (Grafik R. Křivánek).



Nordwest- und Südwestecke) können mit zwei dokumentierten Konzentrationen von Metallfragmenten im Zusammenhang gebracht werden (**Abb. 83B**). Auch die ursprünglichen Positionen der Bronzegefäße in der Südostecke der Grabkammer wurden von einigen magnetischen Anomalien angezeigt. Magnetische Anomalien außerhalb der Grabkammer wurden teilweise ebenfalls archäologisch bestätigt, wobei diese Metallfunde jedoch eine andere Ursache haben müssen. Die Funde belegen, dass die starke Destruktion von Grabhügel 1 wahrscheinlich während der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts erfolgte. Es ist jedoch auch möglich, dass die magnetometrische Messung von einer inhomogenen Steinzusammensetzung beeinflusst worden sein könnte, da sich in der Grabhügelkonstruktion auch Gesteine befanden, die magnetische Mineralien aufwiesen.

Die Kombination der Ergebnisse der geoelektrischen Widerstandsmessung mit den archäologischen Untersuchungsergebnissen zeigt eine Übereinstimmung bei der Lokalisierung der Grabkammer und des Steinmantels des Grabhügels (**Abb. 84A**). Die Störungen der Grabkammer und des Steinmantels wurden ebenfalls geoelektrisch erfasst (**Abb. 84B**).

Die Kombination der ausführlichen magnetometrischen und geoelektrischen Widerstandsmessung ermöglichte es, den Erhaltungszustand der unterirdischen archäologischen Situation zu beurteilen. Es wurde ein zweiter, ebenfalls destrukturierter Grabhügel identifiziert, der ähnliche Ausmaße, eine ähnliche Form sowie die gleiche Orientierung besaß. Die weitere Umgebung dieser Grabhügel wurde geophysikalisch bisher nicht untersucht.

*R. Křivánek*

## **PETROGRAPHISCHE ANALYSE DER GESTEINE AUS DER STEINKONSTRUKTION DES GRABHÜGELS**

Die vor Ort während der archäologischen Ausgrabung von einem Geologen bestimmten Gesteinsarten und ihre Position wurden photogrammetrisch für jedes einzelne Dokumentationsniveau aufgenommen<sup>240</sup>. Anschließend wurden ausgewählte Gesteinsproben unter dem Stereomikroskop überprüft. Das häufigste Gestein der Hügelaufschüttung bildet Quarz (30,2 %), es folgen Marmor (23,6 %), biotitischer Paragneis (19,8), quarzitischer Gneis (11,3 %) und Erlan (11,2 %). In geringen Mengen ist Granit (3,7 %) und vereinzelt Pegmatit und Porphyr-Granit (0,1 %) vertreten. Im 1. Dokumentationsniveau war im Sektor 5 eine Anhäufung von Erlan markant; im 3. Dokumentationsniveau zeigte sich in den Sektoren 1 und 2 eine Akkumulation von Quarz und Marmor<sup>241</sup>.

Die verwendeten Steine stammen aus der unmittelbaren Umgebung; sie kommen in großer Zahl in maximal einigen Hundert Meter Entfernung vor. Eine Ausnahme stellen die drei Bruchstücke des Porphyr-Granits dar, denn er ist heute in der weiteren Umgebung des Grabhügels nicht bekannt. Interessant ist auch die geringe Menge an Granit in der Hügelaufschüttung, da in ähnlichen geologischen Lagen Granit oft das vorherrschende Material ist. Das Material für den Bau des Hügels wurde durch die Aufsammlung von frei an der Oberfläche liegenden Steinen gewonnen, worauf die durch Verwitterung und Korrosion entstandenen Formen hinweisen. Die festgestellten vertikalen sowie flächenhaften Veränderungen in der Gesteinszusam-

<sup>240</sup> Chytráček u. a. 2014a.

<sup>241</sup> Cícha 2014.

mensetzung der Hügelaufschüttung ergeben sich aus einem geänderten Aufsuchen von Sammelstellen im Verlauf der Errichtung des Grabbaues. Konzentrationen einer spezifischen Gesteinsart in der Aufschüttung entsprechen einzelnen Lieferungen von einer bestimmten Stelle<sup>242</sup>.

*J. Cícha*

## **ANALYSEN DER ORGANISCHEN STOFFE AUF DEN OBERFLÄCHEN DER BRONZEGEFÄSSE**

### **Proteinanalyse**

Die Feststellung von Speiseresten stützt sich vor allem auf die Anwesenheit einiger Proteine in den Proben von der Innenseite der Bronzegefäße<sup>243</sup>. Zum Testen wurden die gegenwärtig frei im Handel erhältlichen Testgarnituren für die Analyse von Nahrungsmitteln verwendet, die auf der Reaktion des Substrats mit einem bestimmten Gegenstoff basieren. Spezifische Proteine wirken hier als Marker für Reste von Lebensmitteln, in denen sie auch heute noch vorkommen.

Bei den Proben von den Außenseiten des Beckens und des Kessels sowie von den Innenseiten des Kessels und denen von Ziste 1 und 2 wurde Gluten in verschiedenen Mengen festgestellt, was für die Anwesenheit von Getreide spricht (**Tab. 1**). In den Proben aus der Situla, dem Inneren des Kessels sowie aus Ziste 2 wurden relativ schwache Spuren von Kasein nachgewiesen, ein Hinweis auf Milch. Weitere Tests auf den Nachweis von Ziegen-Immunglobulinen der Klasse IgG haben gezeigt, dass es sich um Überreste von Ziegenmilch handelt, an der Innenseite des Kessels als weiße Kalziumschicht, wo Kasein an sich nicht in ausreichender Menge erwiesen ist (**Tab. 1**). Dies deutet darauf hin, dass nur relativ wenig Milch verwendet worden ist, vielleicht nur als Zutat in den Speisen. Unter Berücksichtigung getesteter Antigene besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass es sich nicht um Milchreste handelt, sondern um Rückstände von Ziegenblut oder Ziegenfleisch, in denen sich dieses spezifische Antigen ebenfalls findet. Die Tests auf das  $\beta$ -Laktoglobulin von Kühen waren in allen Fällen negativ. Daher kann mit großer Wahrscheinlichkeit das Vorkommen von Kuhmilch ausgeschlossen werden.

Bei den Proben aus dem Becken, der Situla und aus dem Kessel wurde auch Ovomuroid in verschiedenen Mengen gefunden, was auf den Verzehr von Vogeleiern hindeutet. Mit dem Verzehr hängen wahrscheinlich auch für Geflügelfleisch typische Proteine zusammen, die in allen übrigen Bronzegefäßen außer im Becken nachgewiesen wurden. Proteine von Schweinefleisch sind außer bei der Situla aus allen Bronzegefäßen belegt. Dem Bearbeiter der Analyse zufolge deutet die Anwesenheit verschiedener Nahrungsbestandteile darauf hin, dass die Gefäße wiederholt verwendet wurden und zur Zubereitung der Speisen dienten. In der weißen Kalziumschicht an der Innenseite des Kessels war überhaupt kein Fleisch nachzuweisen, weshalb Spekulationen über fleischlose Speisen möglich sind, wie z.B. Getreidebrei, eingedickt mit Eiern und einer kleinen Menge an Ziegenmilch<sup>244</sup>.

Die aus dem Inneren der Gefäße entnommenen Proben (**Tab. 2**) wurden auch einer Proteinanalyse mittels der Massenspektrometrie (MS) unterzogen. Proteine wurden aus den Proben entweder mithilfe der 1 %igen Ameisensäure oder mithilfe von Ammoniumcarbonat in der 10 %igen Lösung vom Acetonitril isoliert. Nachfolgend wurden sie über Nacht der Spaltung durch Trypsin bei 37 °C unterzogen. Die Finallösungen wurden

<sup>242</sup> Cícha 2014.

<sup>244</sup> Pavelka 2014.

<sup>243</sup> Pavelka 2014; Chytráček u. a. 2014a, 45f. Abb. 6.

Inv.-Nr.	Gluten (Getreide)	Kasein (Milch)	Kasein positiv Rind? LG	Kasein negativ Ziege IgG	Rind	Schwein	Geflügel	Schaf	Ovomucoid (Eier)
Fundstelle: Rovná									
SITULA	0	+	0	++	0	0	++	0	++
PERLRANDBECKEN Außenseite	+	0			0	++	0	0	+
KESSEL Außenseite, weiße Kalziumschicht	++	0	0	++	0	0	0	0	++
KESSEL Innenseite	++	+	0	++	0	++	++	0	0+
ZISTE 1 Innenseite	+	0+	0	++	0	++	++	0	0
ZISTE 2 Außenseite	++	0			0	++	++	0	0

**Tab. 1** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Semiquantitative Determination der Lebensmittelreste aus den Bronzegefäßen. 0 negatives Ergebnis; ++ positives Ergebnis; + schwach positives Ergebnis; 0+ Ergebnis an der Grenze der Erkennbarkeit (nicht-spezifische Reaktion möglich). – (Tabelle J. Pavelka).

	Anzahl der Proben	Volumen (l)	NISP	Konzentration (RM/l)
Objekt 1	2	32	12	0,38
Objekt 5	1	20	0	0,00
Objekt 8	1	8	0	0,00
Objekt 10	2	30	8	0,27
Objekt 11	7	136	57	0,42
Planum 3	6	119	12	0,10
Planum 4	28	378	25	0,07
Planum 4/5 + 5	11	177,5	13	0,07

**Tab. 2** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Proben aus den Bronzegefäßen, die einer Proteinanalyse mithilfe der Massenspektromie (MS) unterzogen wurden. – (Tabelle P. Koník).

mit dem Massenspektrometer vom Typ ESI Q-ToF Premier (Waters, UK) analysiert. In den Spektren der durch Auslaugen in der Ameisensäure vorbereiteten Probe C2 (Ziste 2) wurden aufgrund des Vergleichs mit der Proteindatenbank Uniprot vier Peptide des Kuhserumalbumins (Identifikator ALBU\_BOVIN, Identifikationsnummer P02769) identifiziert. Als erfolgreiche Identifikation gilt der Fund von minimal drei Peptiden. Das Serumalbumin ist ein Majoritätsprotein des Blutplasmas, es kommt aber in geringerem Maße auch in anderen Geweben vor – in der Muskelmasse und den inneren Organen, vornehmlich in der Leber, wo es gebildet wird. Es ist auch in der Milch von Säugetieren anwesend<sup>245</sup>. Das Protein wurde mithilfe der Massenspektrometrie mit hinreichender Zuverlässigkeit in keiner anderen Probe identifiziert.

*J. Pavelka / P. Koník*

## Pollenanalysen

Noch vor dem Transport in das RGZM nach Mainz wurden von der Außen- und Innenseite aller Bronzegefäße Proben der lehmigen Kruste für die Pollenanalysen entnommen, um etwaige Speisereste identifizieren zu können<sup>246</sup>. Auf eine Kontamination der Pollenspektren weisen die Pollen von Traubenkräutern (*Amb-*

<sup>245</sup> Peters 1996.

<sup>246</sup> Kozáková 2014; Chytráček u. a. 2014b, 40-45.

rosia) in den Proben von den Außenwänden des Kessels und der Ziste 1 deutlich hin. Die Dominanz von Pollenkörnern der Fichte, die in den Proben meist gut erhalten waren, muss kritisch betrachtet werden; höchstwahrscheinlich stammen sie von rezentem Bewuchs. Das Vorhandensein gut erhaltener Pollenkörner von Roggen ist ebenfalls kritisch zu betrachten, da es für fossile Pollenspektren untypisch ist. Unter Berücksichtigung der Ungereimtheiten bezüglich des Ursprungs des analysierten Materials, das sich auf den Gefäßen als lehmige Kruste zeigt, ist das Interpretationspotential beschränkt. Die Kontamination des Pollenspektrums könnte mit den unlängst gemachten Eingriffen durch die Sondengänger zusammenhängen. Die Gefäße kamen wahrscheinlich auch mit Material in Kontakt, das nach Niederschlägen von den aufgeschichteten Steinen bis zum Boden der Grabkammer gespült wurde. Das vorgefundene Pollenspektrum bildet somit eine Mischung aus verschiedenen alten Pollenkörnern ab. Aus den genannten Gründen wurden die Ergebnisse der Pollenanalysen nicht in die Schlussfolgerungen und Interpretationen einbezogen, sie sind ausführlich im Fundbericht zusammengefasst<sup>247</sup>.

Die beschriebene Kontamination scheint allerdings nicht die in einer größeren Menge auftretende Mikroholzkohle in den Proben von den Außenwänden der Bronzegefäße zu betreffen<sup>248</sup>. In den Proben von der Außenseite des Kessels fanden sich Kumulationen einer großen Menge einer amorphen verkohlten Masse. Einen ähnlichen Charakter wies die Mikroholzkohle von der Oberfläche der Situla auf. Es ist wahrscheinlich, dass die auf der Situla und dem Kessel befindliche Mikroholzkohle mit einer Beschichtung auf der Außenseite der beiden Bronzegefäße (siehe Kap. M. Egg / S. Ritter, Die Bronzegefäße) in Zusammenhang steht – die Analyse bestätigte eine Mixtur aus Buchenrindenteer, Bienenwachs und verkohltem Holz.

R. Kozáková

## CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN VON ORGANISCHEN RESTEN AUF DEN HALLSTATTZEITLICHEN BRONZEN VON ROVNÁ\*

### 1. Vorbemerkungen

Der umfangreiche von M. Chytráček und Mitarbeitern 2012 bis 2015 freigelegte und auch naturwissenschaftlich untersuchte späthallstattzeitliche Fundkomplex (Ha D3) des Fürstengrabes Rovná, Grabhügel 1 (okr. Strakonice), enthielt einen der reichsten Bronzebeschirrsätze Böhmens<sup>249</sup>. Alle Bronzegefäße wurden schon 2009 von Sondengängern gefunden und bei der unsachgemäßen Entnahme z. T. erheblich zerstört. Diese beiden hier zu untersuchenden Objekte – eine Situla und ein Kessel (**Abb. 12, 1-2; 30; 31, 2-4; 32**) – wurden später von den tschechischen Kollegen an M. Egg (RGZM, Mainz) zur weitestmöglichen Restaurierung sowie für einen etwaigen zusätzlichen wissenschaftlichen Informationsgewinn übergeben<sup>250</sup>.

<sup>247</sup> Kozáková 2014.

<sup>248</sup> Chytráček u. a. 2014b, 43 Abb. 5.

<sup>249</sup> Chytráček u. a. 2019a.

<sup>250</sup> Wir danken besonders Herrn Prof. Dr. Markus Egg, RGZM, dafür, dass er uns die Gelegenheit für die Bearbeitung dieser interessanten Thematik geboten hat.

\* Leider ist Herr Prof. Dr. Friedrich Sauter während der Drucklegung kurz vor seinem 90. Geburtstag verstorben und somit ist das der letzte von ihm redigierte Beitrag zu diesem Thema »Studies in Organic Archaeometry X«. Der erste Kontakt zu Pechüberzügen auf Gefäßen findet sich in seiner Arbeit 1967, wo er Birkenpechüberzüge auf Keramikgefäßen aus Sopron feststellen konnte.

Da gegenwärtig eine Oberflächenbehandlung von Bronzen mit Birkenpech in der Vorgeschichte zwar immer wieder diskutiert wird<sup>251</sup>, aber offensichtlich bisher noch nie durch entsprechende Analysen bewiesen wurde, bestand der Wunsch nach entsprechenden exakten chemischen Untersuchungen. Dabei erschien auch im vorliegenden Fall die konkrete Frage nach einem etwaigen Auftrag von Birkenpech (engl.: Birch Bark Pitch, BBP) schon deshalb naheliegend, weil dieses ja ab dem Paläolithikum<sup>252</sup> bis mindestens in die Römische Kaiserzeit<sup>253</sup> in praktisch ganz Europa als die Multifunktionssubstanz schlechthin verwendet wurde<sup>254</sup>. Daher wurden vom RGZM einige Proben an uns zur chemischen Untersuchung übersandt<sup>255</sup>. Die von uns verwendeten Analysemethoden sowie die erzielten Ergebnisse sind Inhalt des vorliegenden Kapitels<sup>256</sup>.

Da S. Ritter, Restaurator am RGZM, in seinen detaillierten Beobachtungen erkannte, dass die infrage kommenden braunen bis schwarzen Auflagen unter Umständen von sehr verschiedener Natur sein können, entnahm er von der Situla und dem Kessel (zusammen) zwölf Proben (**Abb. 85-92**): Von der Situla drei Proben von der Innenseite und zwei von der Außenseite der Wandung sowie drei von der Innen- und eine Probe von der Außenseite der Bodenplatte; zusätzlich wurden drei Proben auch von der Innenwandung des Kessels entnommen.

Zunächst wurden bei uns Voruntersuchungen angestellt, um festzustellen, welche der Proben am ehesten – oder eben nicht – der Fragestellung entsprechen könnten.

Als generelle Analyseverfahren für Pech wurde dazu bei uns nicht eines der meist üblichen Verfahren verwendet, bei denen die chromatographische Auftrennung der extrahierten Probe (durch HPLC, etc.) in mehrere in ihr enthaltene Einzelsubstanzen erfolgt<sup>257</sup>, sondern eine von uns entwickelte Pyrolyse-Methode<sup>258</sup>, bei welcher die organische Probe in einem primären Schritt durch kontrolliertes Erhitzen weitgehend thermisch zersetzt wird, und erst die so erhaltenen Pyrolysate gaschromatographisch/massenspektroskopisch weiter analysiert werden (siehe 3.2 Experimentelle Durchführung).

## 2. Probenbeschreibung

Wie schon erwähnt, erfolgte die Probennahme am RGZM durch den Restaurator S. Ritter, der jede einzelne Probe durch Beschreibung und Fotodokumentation so detailreich dargelegt hat, dass wir diese mit seiner Zustimmung hier wie folgt tabellarisch wiedergeben<sup>259</sup>. Seine Probenbezeichnungen haben wir zur Verhinderung von Missverständnissen auch bei unseren Untersuchungen beibehalten.

### 2.1 Situla

Boden: Durchmesser: ca. 16,40 cm; Stärke: ca. 0,50 mm (in Randnähe: ca. 0,25 mm); Wandstärke: 0,50 mm (**Abb. 30**).

<sup>251</sup> Egg/Kramer 2016, 94-97 Abb. 38-39 Taf. 13, 2.

<sup>252</sup> Koller/Baumer/Mania 2001; Grünberg 2002.

<sup>253</sup> Charters u. a. 1993.

<sup>254</sup> Weiner 1999; Sauter/Puchinger 2018.

<sup>255</sup> Bei Anlieferung an die TU Wien waren die Objekte in Kartons aus Graupappe verpackt. Zusammengefügt waren die Transportboxen mit Textilklebeband. Die enthaltenen Objekte waren mit Papier, Schaumstoff und diversen Folien gepolstert bzw. darin verpackt. Es ist unklar, wie die Objekte zuvor verpackt waren und ob sie von den Sondengängern mit Chemikalien behandelt wurden (wofür allerdings keine Anzeichen vorhanden waren). Bei der Freilegung wurden die

Auflagen mit deionisiertem Wasser und Alkohol gereinigt. In Ausnahmefällen könnte Paraloid B72, gelöst in Propylacetat, im Probenmaterial vorhanden sein.

<sup>256</sup> Wir danken Frau Prof. Dr. Alexandrine Eibner (Privatgelehrte), einer Spezialistin für Situlenkunst, für die Herstellung des Kontakts zwischen Herrn Prof. Dr. Markus Egg und uns, sowie für das Redigieren dieses Beitrages.

<sup>257</sup> Ruthenberg 1997.

<sup>258</sup> Sauter/Puchinger 2018.

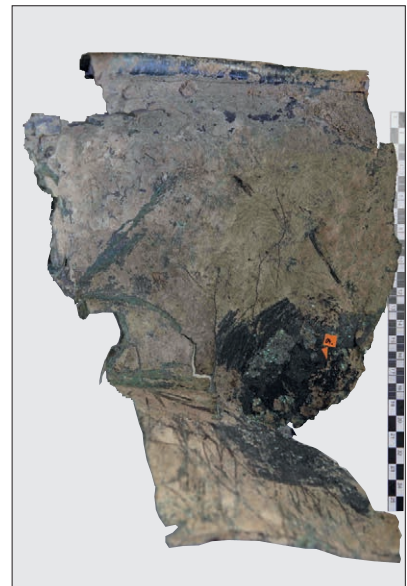
<sup>259</sup> Wir danken Herrn Stephan Ritter, Restaurator am RGZM, für die wertvollen Informationen und Fotos (**Abb. 85-92**), die er uns über das Probenmaterial zur Verfügung gestellt hat.



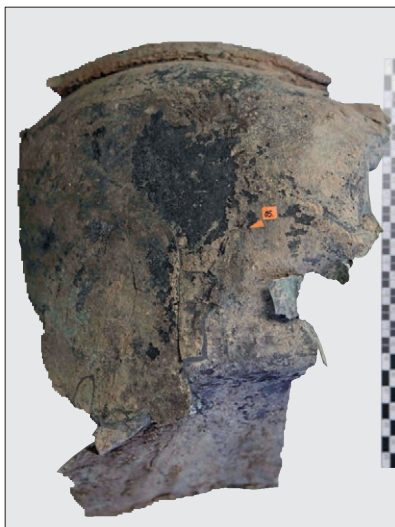
**Abb. 85** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Wandung der Situla. – Probe 01: Von der Innenseite, aus dem unteren Bereich nahe dem Boden. – Probe 02: Von der Außenseite, aus dem unteren Bereich. – (Foto S. Ritter, RGZM).



**Abb. 86** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Wandung der Situla. – Probe 03: Von der Innenseite, aus dem unteren Bereich nahe dem Boden. – (Foto S. Ritter, RGZM).



**Abb. 87** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Wandung der Situla. – Probe 04: Von der Innenseite, aus dem mittleren Bereich. – (Foto S. Ritter, RGZM).



**Abb. 88** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Wandung der Situla. – Probe 05: Von der Außenseite, aus dem mittleren Bereich. – (Foto S. Ritter, RGZM).

Bei der Restaurierung wurden auf der Außenseite, nahezu überall, braune bis schwarze Auflagen festgestellt. Frei davon sind nur Schulter und Rand der Situla. Unter der vermeintlichen Beschichtung ist die ansonsten sehr gut erhaltene Oberfläche des Bronzeblechs, vor allem im unteren Bereich, oft sehr stark angegriffen. Teilweise haben die Auflagen noch eine erkennbare Oberflächenstruktur, die so wirkt, als sei ein zähes Material aufgetragen worden, und einen seidenmatten Glanz. Auf der Außen-/Unterseite des Bodens erscheint es so, als lägen dort zwei Schichten übereinander: Eine homogene, relativ dünne Schicht liegt direkt auf der Bronze, darüber liegt teilweise eine unregelmäßige und deutlich dickere Schicht. An der Außenseite der Wandung könnte eine ähnliche Schichtenabfolge vorhanden gewesen sein, die dort allerdings nicht eindeutig auszumachen war.

#### Proben Wandung – Außenseite Situla

*Rovná 02*: Im unteren Bereich der Außenseite sehr dicke, nahezu schwarze Auflage (**Abb. 85**). Vermutung: Überzug/Oberflächenbeschichtung; ehemals auf der gesamten Außenseite.

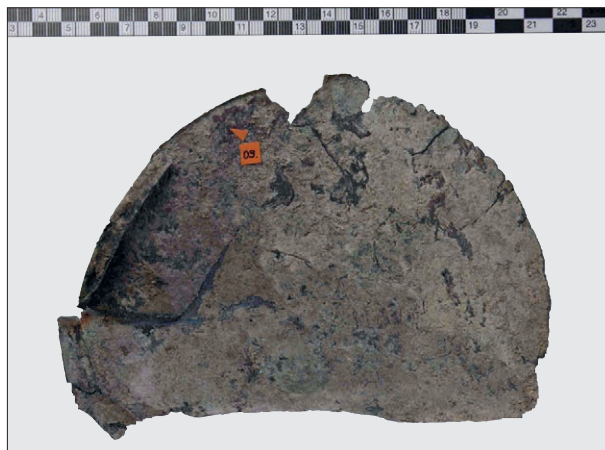
*Rovná 05*: Im mittleren Bereich der Außenseite wie bei *Rovná 02* sehr dicke, nahezu schwarze Auflage (**Abb. 88**). Vermutung: Überzug/Oberflächenbeschichtung; ehemals auf der gesamten Außenseite.

#### Proben Wandung – Innenseite Situla

*Rovná 01*: Im unteren Bereich der Innenseite, Nähe Boden, sehr dicke, schwarze Auflage (**Abb. 85**). Großer Fleck, aber wohl kein kompletter Überzug. Vermutung: Inhalt der Situla.



**Abb. 89** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Boden der Situla. – Probe 06 und 07: Auf der Innen-/Oberseite des Bodens. – Probe 08: Aus dem Inneren des umgefalteten Randes. – (Foto S. Ritter, RGZM).



**Abb. 90** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Boden der Situla. – Probe 09: Auf der Außen-/Unterseite des Bodens, nahe dem umgefalteten Rand. – (Foto S. Ritter, RGZM).

*Rovná 03*: Im unteren Bereich der Innenseite, Nähe Boden, dünne, flächige Schicht (**Abb. 86**). Vermutungen: Überzug der Innenseite, Inhalt oder eventuell nur Erde.

*Rovná 04*: Im mittleren Bereich der Innenseite dicke, schwarze Auflage (**Abb. 87**). Vermutung: Inhalt der Situla.

Proben Boden – Außenseite (= Unterseite) Situla

*Rovná 09*: Auf der Unterseite des Bodens nahe dem umgefalteten Rand bräunliche Schicht (**Abb. 90**). Vermutung: Überzug/Oberflächenbeschichtung.

Proben Boden – Innenseite Situla

*Rovná 06*: Auf der Ober-/Innenseite des Bodens dicke, bräunliche bis schwarze Auflage. Nur punktuell Auftreten (**Abb. 89**). Vermutung: Inhalt der Situla.

*Rovná 07*: Wie bei *Rovná 06* auf der Ober-/Innenseite des Bodens dicke, bräunliche bis schwarze Auflage. Nur punktuell Auftreten (**Abb. 89**). Vermutung: Inhalt der Situla.

*Rovná 08*: Aus dem Inneren des umgefalteten Randes. Schwarze Masse (**Abb. 89**). Vermutung: Dichtmasse oder Inhalt.

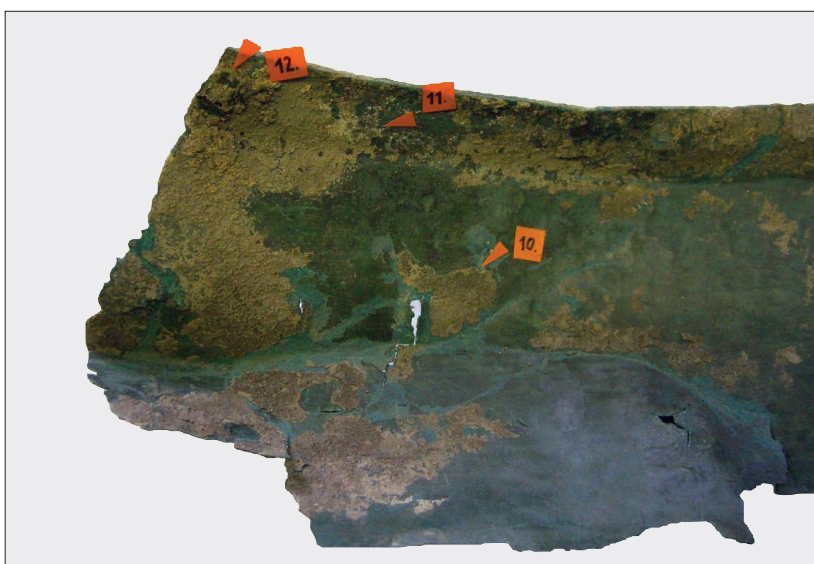
## 2.2 Kessel

Ziemlich großer Kessel mit eisernen Attaschen: Geschätzte zwei Drittel bis drei Viertel des ursprünglichen Kessels fehlen, nur eine Attasche vorhanden und der Ringhenkel in Fragmenten (**Abb. 31, 4**). Ein weiteres, dünneres Blechfragment aus Richtung Boden mit Flickung durch Birken(?) - Pech(?) – zu weiteren Fragmenten (vgl. **Abb. 31, 3; 32**).

Kesselwandung mit Rand: Größtes erhaltenes Fragment, ehemals mit Attasche, bei der »Bergung« herausgerissen (**Abb. 31, 2**). Maße: ca. 42 cm lang (gemessen entlang des Umfanges), Rand: 1,8-2,0 cm hoch, erhaltene Höhe der Wandung: 9,5-10,0 cm (Höhe insgesamt: 11,3-12,0 cm). Wandstärke: Im Randbereich: ca. 1,0-1,5 mm, in Richtung Boden dünner: ca. 0,4-0,5 mm (**Abb. 91**: größtes Kesselfragment mit Markierung der drei Probeentnahmestellen; **Abb. 92**: Detail mit den Entnahmestellen *Rovná 10-12*).



**Abb. 91** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Kesselrandfragment mit Resten organischer Materialien auf der Innenseite. Pfeile kennzeichnen die Entnahmestellen der Proben. – Probe 10: Etwa eine Handbreite unterhalb des Randes. – Probe 11 und 12: Aus dem Bereich direkt unterhalb des Randes (laut Aussage der tschechischen Kollegen: Lebensmittelreste). – (Foto S. Ritter, RGZM).



**Abb. 92** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Innenseite des Kesselrandfragmentes mit diversen Resten organischer Materialien. – Detail des Kesselrandes mit den Entnahmestellen der Proben 10, 11 und 12. – (Foto S. Ritter, RGZM).

Auf der Innenseite des Kessels wurden diverse Reste, vermutlich organische Materialien, festgestellt (Abb. 91-92).

#### Proben Wandung – Innenseite Kessel

(Randfragment mit Markierung der Probenstellen: **Abb. 91**; Entnahmestellen im Detail: **Abb. 92**).

*Rovná 10*: Etwa eine Handbreite unterhalb des Randes dunkle Schicht, die durch eine feine Erdschicht von der Bronze getrennt ist (**Abb. 91-92**). Vermutung: Inhalt oder Innenbeschichtung.

*Rovná 11*: Im Bereich direkt unterhalb des Randes helle, nahezu weiße Flecken (**Abb. 91-92**). Vermutung: Kalksinter. Laut Aussage der tschechischen Besitzer wurde das Material analysiert und dabei festgestellt, dass es sich um Lebensmittelreste handelt.



Rovná 12: Im Bereich direkt unterhalb des Randes schwarzes, pulvriges Material (Abb. 91-92), das mit abgebauten Pflanzenresten durchsetzt ist (nadelartige Blättchen).

### 3. Voruntersuchungen

#### 3.1 Allgemeine Vorbemerkungen

In einem ersten Schritt wurden die Rovná-Proben (Rovná 01-12) einer raschen Screeninguntersuchung mittels Pyrolyse-Gaschromatographie/Massenspektrometrie (Py-GC/MS) unterzogen, um auf diesem Weg relativ rasch zu entscheiden, ob die Proben organisches Material wie Peche oder fettartige Substanzen – welcher Herkunft auch immer – überhaupt bzw. in ausreichender Menge für eine detailliertere Analyse enthalten. Grundsätzlich könnten mit dieser Methode nicht nur Peche und Fette, sondern auch Stoffklassen wie Kohlenhydrate und Proteine analytisch erfasst werden, doch sind diese über lange Zeiträume hinweg weit weniger beständig, weshalb ihre Bestimmung auch nicht Bestandteil unseres Analysenportfolios ist.

#### 3.2 Experimentelle Durchführung

##### 3.2.1 Probenvorbereitung

Da uns von mehreren der insgesamt zwölf Rovná-Proben nur äußerst geringe Mengen zur Verfügung standen, variierte die für die Py-GC/MS-Analyse eingesetzte Menge sehr stark, von 0,5-9,2 mg. Von jeder Einzelprobe wurde ein Pyrolysetiegel mit der für die Pyrolyse verfügbaren Menge befüllt und damit der Pyrolysator bestückt.

##### 3.2.2 Geräteparameter

###### – Pyrolyse (Py)

Double-Shot Pyrolysator Py-2020iD von Frontier Lab. Die Pyrolyse wurde im Single-Shot Modus in einer He-Atmosphäre durchgeführt. Pyrolysator-Programm: 2 min 600 °C, dann Abkühlung mit 20 °C/min auf 300 °C. Software: Py-2020iD Control.

###### – Gaschromatographie (GC)

Thermo Trace CGC Ultra von Thermo Fisher Scientific. Trägergasdruck (konstant): 90 kPa. Temperaturen: Interface 330 °C, MS-Transferline 300 °C, Jet Separator 260 °C. GC-Ofenprogramm: 2 min 90 °C, 1. Aufheizrate 7 °C/min bis 200 °C, 2. Aufheizrate 4 °C/min bis 290 °C, 3. Aufheizrate 7 °C/min bis 340 °C, Haltezeit 3 min 340 °C. Software: Xcalibur™. GC-Säule: Rtx®-5MS von Restek, Länge 30 m, Innendurchmesser 0,25 mm, Filmdicke 0,25 µm.

###### – Massenspektrometrie (MS)

Thermo DSQ II Single Quadrupole Massenspektrometer von Thermo Fisher Scientific. Temperatur Ionenquelle 250 °C, Potential Elektronenstoßionisation 60 eV, Massenbereich zwischen 50 und 650 m/z. Detector gain  $3.01 \times 10^5$  min, Scan Wiederholungsrate 2.0492/s, Scan Geschwindigkeit 1288.5 amu/s. Software: Xcalibur™ und NIST Datenbank.

### 3.3 Ergebnisse der Voruntersuchungen

Die Voruntersuchungen mit der Py-GC/MS-Methode ergaben,

- dass drei Rovná-Proben (Rovná 05, 07 und 09) für genauere Untersuchungen zur Pechanalyse als besonders empfehlenswert erschienen,
- dass dies bei den Proben Rovná 03, 06, 08 und 11 nicht der Fall ist,
- dass die Proben Rovná 01, 04, 02, 10 und 12 unterschiedliche Lipide enthielten und
- dass die Probe Rovná 02 einen Sonderfall darstellt. Diese Probe enthielt nämlich – höchst erstaunlich – Bienenwachs. Umfangreichere Untersuchungen zeigten aber, dass diese Probe auch eine Reihe typisch rezenter Substanzen enthielt, d.h., dass sie offensichtlich wohl von den Sondengängern verunreinigt worden ist. Rovná 02 wurde daher von weiteren Untersuchungen ausgeschlossen.

## 4. Experimenteller Teil und seine Interpretation: Pech

Die Pyrogramme der von der Situla stammenden Proben Rovná 05, 07 und 09 sind sich hinsichtlich der Retentionszeiten der in den Proben enthaltenen Substanzen und deren Peakintensitäten so ähnlich, dass stellvertretend für die beiden anderen nur das Pyrogramm Rovná 05 hier abgebildet wird (**Abb. 93**).

Aus den Massenspektren der einzelnen Komponenten konnten vor allem Diterpene, langkettige Alkane, Alkohole und Fettsäuren sowie Wachsester nachgewiesen werden, was eine recht deutliche Übereinstimmung mit dem ebenfalls analysierten Referenzmaterial Rotbuchenpech ergab. Da Birkenrindenpech dagegen reich an Triterpenen und Betulin ist, beides aber in den drei Rovná-Proben kaum vorhanden war, konnte dieses Pech mittels Py-GC/MS-Analyse eindeutig ausgeschlossen werden.

Da die Voruntersuchungen gezeigt haben, dass die Rovná-Proben 05, 07 und 09 für genauere Pechanalysen als geeignet erscheinen, wurden diese mit chemometrischen Methoden<sup>260</sup> untersucht, wobei vor allem die statistische Methode der Hauptkomponentenanalyse verwendet wurde, um das Pech auch bezüglich seiner Herkunft spezifizieren zu können<sup>261</sup>.

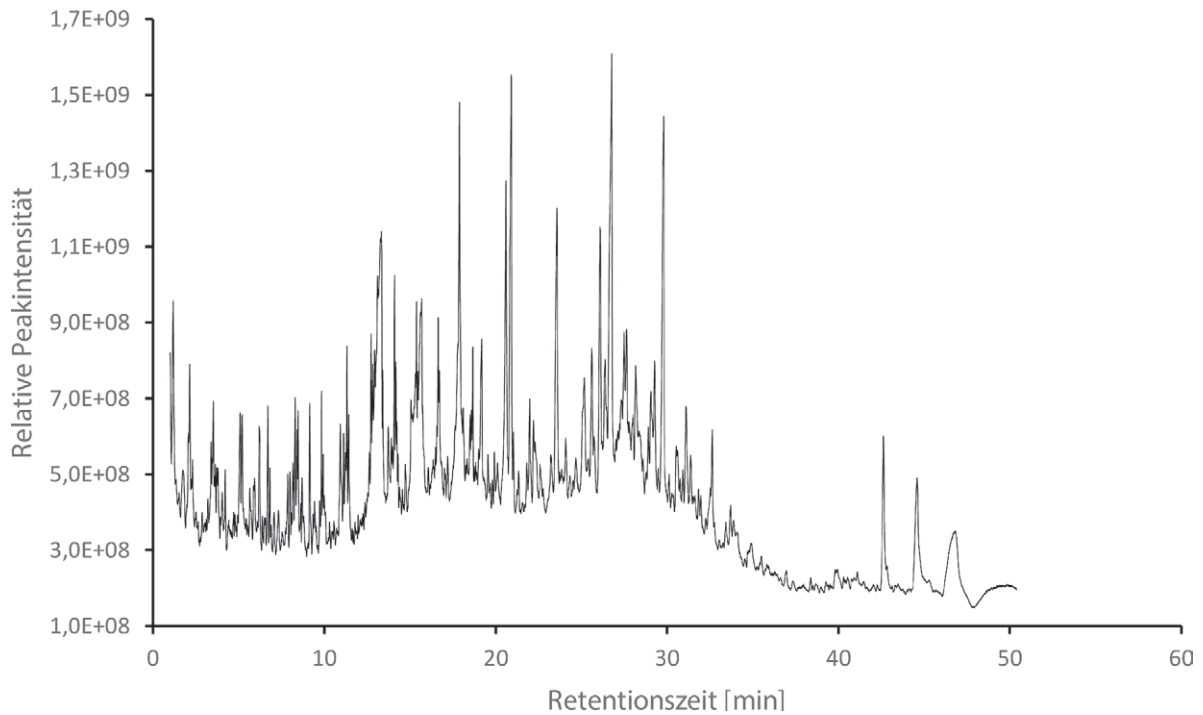
Auf dem PCA-Plot der statistischen Auswertung sind die Proben Rovná 05, 07 und 09 im Bereich der Rotbuchen-Referenzpeche R1, R2 und R3 zu finden, unabhängig davon, ob die Pyrolysen mit geringeren (1Rov5, 1Rov7 und 1Rov9; je 0,1 mg) oder größeren (2Rov5, 2Rov7 und 2Rov9; 1,5-3,1 mg) Probenmengen durchgeführt wurden (**Abb. 94**). In unmittelbarer Nachbarschaft zu den sechs Rovná-Objekten verläuft auf der rechten Seite die langgezogene Zone der Birkenrinden-Referenzpeche (B1-B6), links davon im Bereich der Koniferen-Referenzpeche liegen das Fichten- und Kiefern rindenpech (F2, K2 und K3). Die chemische Analyse (Py-GC/MS) von Rovná 05, 07 und 09 hat wegen des hohen Anteils an Diterpenen sowie kaum nachweisbarer Betulinmengen Rotbuchenpech ergeben, was auch durch die Hauptkomponentenanalyse (PCA) bestätigt wird.

Aufgrund der Position der Rovná-Objekte im Plot könnte zwar fälschlich Birkenrindenpech vermutet werden, was aber mangels eines höheren Triterpengehalts (der sich bei Birkenrinden-Referenzproben mit positiven über Null liegenden Werten für die Achse der 1. Hauptkomponente zeigt) ausgeschlossen werden kann.

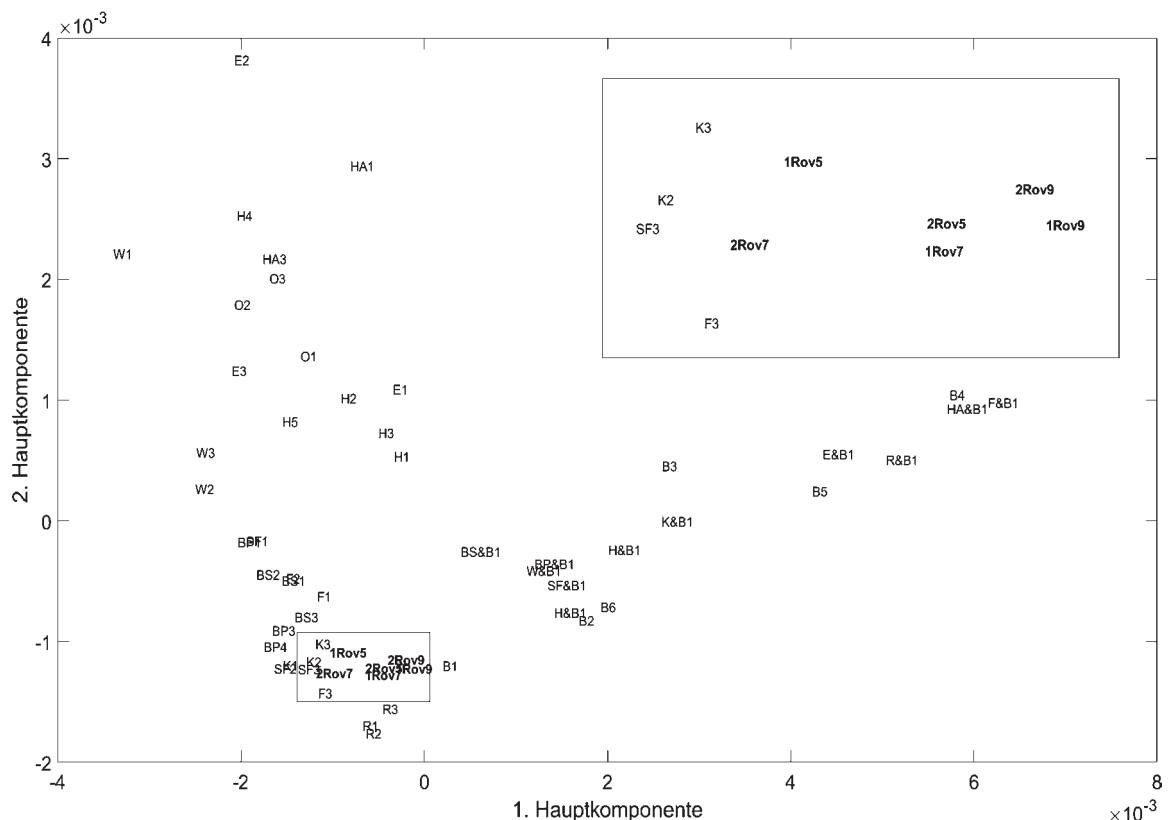
Mit den Ergebnissen aus der Py-GC/MS-Analyse (die Pyrogramme der Nadelholz-Referenzpeche unterscheiden sich deutlich von jenen der Rovná-Rotbuchenpeche) lässt sich ebenso der durch die PCA-Analyse mögliche Verdacht entkräften, dass Rovná 05, 07 und 09 vielleicht ein Fichten- oder Kiefernpech sein könnte.

<sup>260</sup> Massart u. a. 1997.

<sup>261</sup> Wir danken Herrn Dipl. Ing. Dr. Julian David Schrattenecker für die statistische Auswertung der Pechproben.



**Abb. 93** Py-GC/MS-Pyrogramm der Pechprobe Rovná 05. – (Grafik L. Puchinger).



**Abb. 94** PCA-Plot der Pechproben Rovná 05, 07 und 09 sowie der Referenzpeche. Rovná-Proben: 1Rov5, 1Rov7, 1Rov9, 2Rov5, 2Rov7 und 2Rov9; jede Probe wurde zweimal analysiert, die vorangestellte Zahl gibt den jeweiligen Analysedurchgang an. Referenzpeche: B Birke, BS Blaufichte, O Eiche, E Schwarzerle, F Fichte, H Hainbuche, HA Hasel, K Kiefer, R Rotbuche, BP Schwarzföhre; SF Weißtanne; W Trauerweide. – (Grafik J. D. Schrattecker).

Die so erhaltenen Ergebnisse bewiesen in allen drei Proben, dass nicht das erwartete Birkenpech (exakter: Birkenrindschwelpech) vorlag, sondern ein Pech, das offensichtlich in der Hallstattzeit aus Rotbuche (*Fagus sylvatica*) hergestellt worden ist.

– Chemometrie

Die Py-GC/MS-Daten der Proben Rovná 05, 07 und 09 sowie der zwölf Referenzpeche wurden mithilfe von MatlabR2013b dem statistischen Verfahren der Hauptkomponentenanalyse (PCA) unterzogen. Zuerst erfolgte für jede Probe die Umwandlung der mit der GC/MS-Software Xcalibur™ aufgenommenen Pyrolyse-daten in ein txt-File. Vor der PCA-Analyse waren einige zusätzliche Schritte notwendig, wie die Korrektur der Retentionszeiten für alle in die Clusteranalyse eingehenden Substanzen jedes Pyrogramms, die Berechnung ihrer relativen Peak-Intensitäten und die Anwendung des Savitzky-Golay-Filters durch ein Polynom dritter Ordnung und Framesize 11, um die Graphen zu glätten. Es wurde in jedem Pyrogramm nach insgesamt 22 Di- oder Triterpenen gesucht (fehlende Peaks wurden durch den Wert der Pyrogramm-Basislinie ersetzt), die charakteristisch für die Referenzpeche waren, um eine statistische Zuordnung der drei Rovná-Proben zu einer bestimmten Pechart in Form eines PCA-Plots zu erhalten.

## 5. Experimenteller Teil und seine Interpretation: Lipide

Ziel dieser Untersuchung war nicht nur der zusätzliche Informationsgewinn, sondern auch eine Ergänzung der tschechischen chemischen Untersuchungen, die sich gezielt mit Eiweißstoffen (Proteinen) beschäftigten, die in Lebensmitteln enthalten sind.

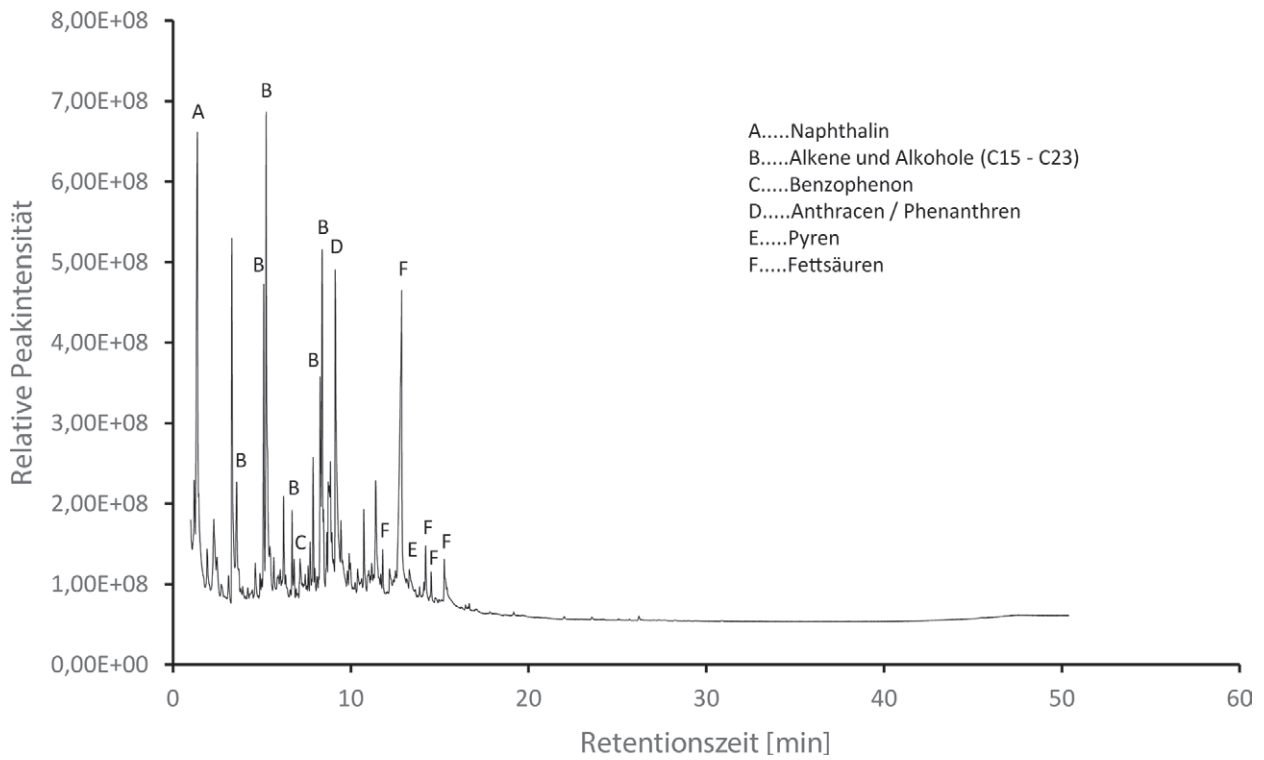
### 5.1 Ergebnisse aus den Voruntersuchungen der Situla-Proben

Aufgrund der guten Übereinstimmung der Fingerprints von Rovná 01 und 04 hinsichtlich der Retentionszeiten und Intensitäten ihrer Einzelpeaks soll nur das Pyrogramm Rovná 04 hier näher erläutert werden (**Abb. 95**). Die Reihung der nachgewiesenen Komponenten/Substanzgruppen ist – geordnet nach steigender Retentionszeit – folgende: Naphthalin, höhere Alkene (C15 bis C22) und Alkohole (C15 bis C23), Benzophenon, Anthracen, Phenanthren, Pyren und Fettsäuren (Palmitin-, Öl- und Stearinsäure).

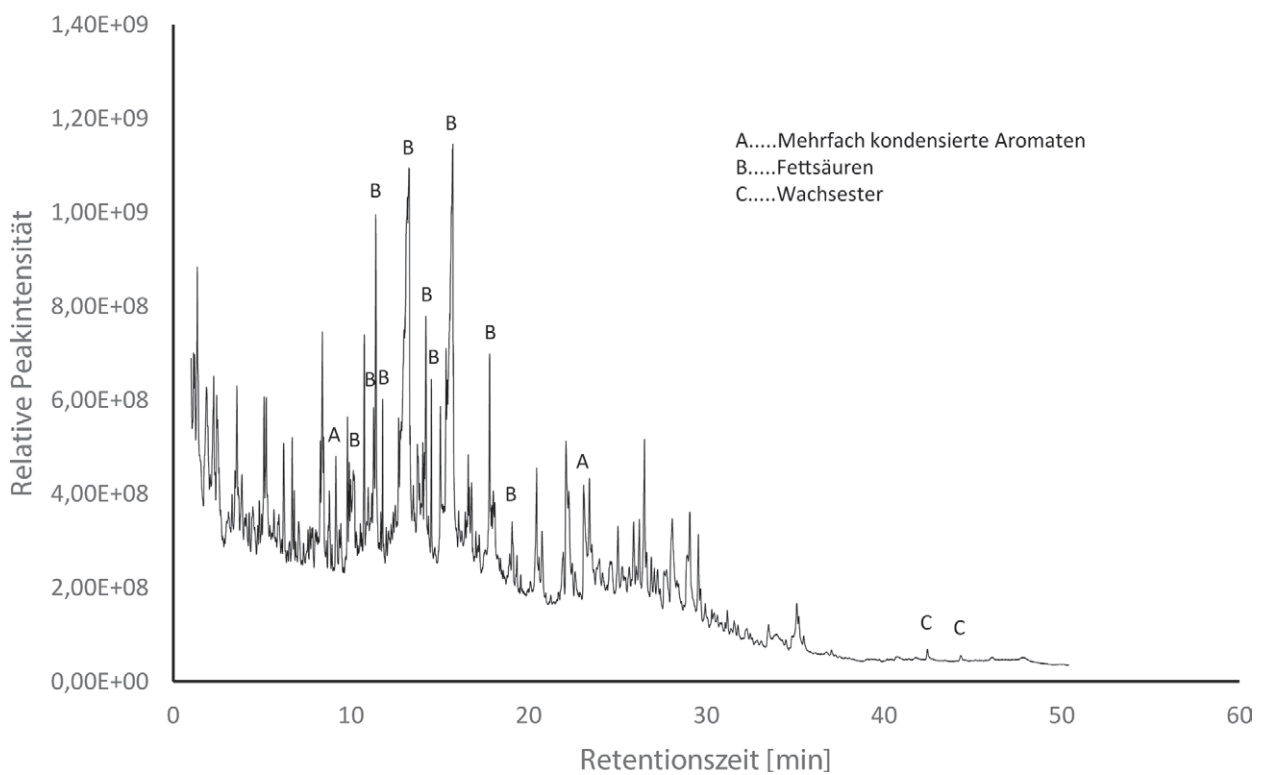
### 5.2 Ergebnisse aus den Voruntersuchungen der Kessel-Proben

Die starke Ähnlichkeit des Pyrogramms der Kesselprobe Rovná 10 mit den zwei Situla-Proben Rovná 01 und 04 ist bei der Kesselprobe Rovná 12 nicht gegeben (**Abb. 96**). Sie enthält zusätzlich mehrfach kondensierte Aromaten (Benzofluoranthen und -pyren, Perylen) und Fettsäuren (Myristin-, Palmitolein-, Arachin- und Erucasäure) sowie Wachsester (Stearinsäure-Decylester, Palmitinsäure-Octadecylester und Stearinsäure-Eicosylester).

Nur die Rovná-Proben 01, 04, 10 und 12, bei denen in den Voruntersuchungen mit der Py-GC/MS-Methode schon Fettsäuren identifiziert worden sind und wo somit die Anwesenheit von Fettrückständen vermutet werden konnte, wurden dann mit mehr in die Tiefe gehenden Methoden zur Bestimmung von Fetten untersucht (siehe 5.3 Beschreibung der Methode zur Bestimmung des Fettsäuremusters).



**Abb. 95** Py-GC/MS-Pyrogramm der Probe Rovná 04. – (Grafik L. Puchinger).



**Abb. 96** Py-GC/MS-Pyrogramm der Probe Rovná 12. – (Grafik L. Puchinger).

### 5.3 Beschreibung der Methode zur Bestimmung des Fettsäuremusters

Aus einigen ausgewählten Rovná-Proben (Rovná 01, 04, 10 und 12) wurden Chloroform/Methanol-Extrakte hergestellt, von denen ein Teil nach ihrer Silylierung mittels GC/MS analysiert wurde. Mit diesem Analyseverfahren können größere Fettmoleküle wie Mono-, Di- und Triglyceride oder auch Wachse nachgewiesen werden, deren Vorhandensein unter Umständen eine Aussage über die Herkunft des Fettes ermöglichen kann. Der verbleibende Rest der Chloroform/Methanol-Extrakte von Rovná 01, 04, 10 und 12 wurde zur Ermittlung des Fettsäuremusters zuerst hydrolysiert und derivatisiert sowie danach ebenfalls mithilfe eines GC/MS-Gerätes bestimmt. Diese Methode wurde verwendet, weil sie ein Fettsäuremethylestermuster liefert, aus dem unter Umständen erkennbar sein kann, ob ein Fett tierischer oder pflanzlicher Provenienz ist.

#### Experimentelle Durchführung

##### – Extraktion

Auf Basis der Ergebnisse aus der Py-GC/MS-Analyse wurde nur von den Rovná-Proben 01, 04, 10 und 12 ein Extrakt für die GC/MS-Untersuchungen der Lipide hergestellt. Aufgrund der nur begrenzten Materialverfügbarkeit war die eingesetzte Menge für den Extraktionsprozess sehr unterschiedlich (Rovná 01: 6 mg; Rovná 04 und 10: 5 mg; Rovná 12: 171 mg).

Die Einwaage jeder Rovná-Probe wurde mit 1 ml  $\text{CHCl}_3$ : $\text{CH}_3\text{OH}$  (2:1 v/v) versetzt und 15 min im Ultraschallbad behandelt. Der Extrakt wurde vom unlöslichen Rückstand mit einer Pasteurpipette abgesaugt.

##### – Silylierung

500  $\mu\text{l}$  des Extraktes wurden bei 30 °C unter sanfter Stickstoffbegasung getrocknet. Die Silylierung des Rückstandes erfolgte mit Trimethylchlorsilan/N, O-bis(trimethylsilyl)trifluoroacetamid (TMCS/BSTFA) 40 min lang bei 60 °C im Heizblock. Noch vorhandene Silylierungsmittel wurden aus dem abgekühlten Reaktionsgemisch abgeblasen und der Rückstand in 100  $\mu\text{l}$  n-Hexan gelöst. Für die Probenaufgabe über den Split/Splitless-Verdampfungsinjektor des GC/MS-Gerätes wurden 2  $\mu\text{l}$  dieses Extraktes eingesetzt.

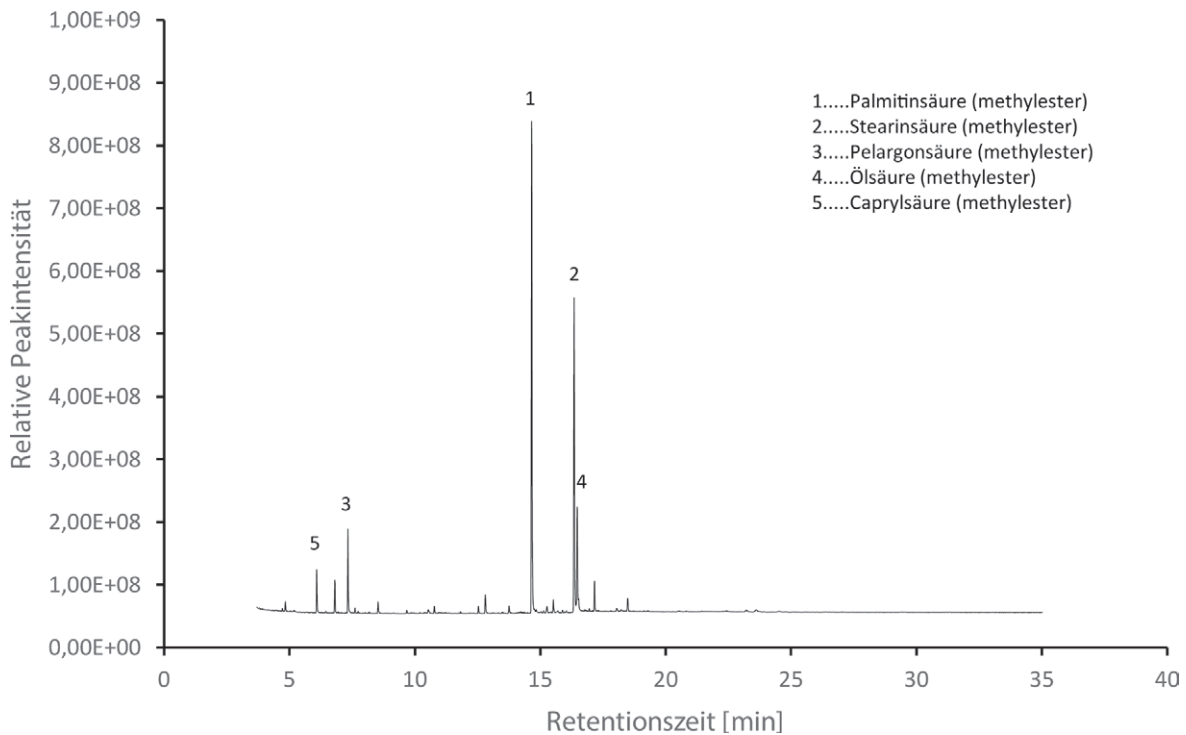
Die GC/MS-Analysen der silylierten Extrakte erfolgten mit dem GC/MS-Equipment, das für die Py-GC/MS-Untersuchungen verwendet wurde, allerdings ohne Pyrolysator (siehe 3.2.2 Geräteparameter). Auch sämtliche Einstellungsparameter sowie die GC-Säule wurden aus der Py-GC/MS-Analyse übernommen.

##### – Bestimmung des Fettsäuremusters

Die Extrakte von Rovná 01, 04, 10 und 12 wurden nicht nur zur Silylierung, sondern auch zur Fettsäurebestimmung verwendet. Dem Rest der Extraktionslösung (500  $\mu\text{l}$ ) wurde in einem ersten Schritt 8 ml 1N KOH in  $\text{CH}_3\text{OH}$  zugesetzt, danach folgte eine dreistündige Hydrolyse bei 80 °C am Heizblock. Nach einer kurzen Abkühlungszeit der Hydrolyselösung wurde diese mit 85 %iger  $\text{H}_3\text{PO}_4$  angesäuert, um die Fettsäuren aus ihren Salzen freizusetzen. Der wässrige Überstand wurde mit insgesamt 4 ml n-Hexan extrahiert und mit  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  getrocknet. Dem folgte eine 30 min lange Derivatisierung des Fettsäuren enthaltenden Rückstandes mit 3 ml  $\text{BF}_3$ - $\text{CH}_3\text{OH}$  und 2 ml n-Hexan im Heizblock. Die bessere Abtrennung der Hexanphase gelang durch Beimischung von 1 ml  $\text{H}_2\text{O}_{\text{dest}}$ . Aus diesem Fettsäuremethylesterextrakt (2 ml) wurde 1  $\mu\text{l}$  in den On-Column-Injektor des GC/MS-Systems injiziert.

##### – Gaschromatographie (GC)

Thermo Trace CGC Ultra von Thermo Fisher Scientific. Trägergasfluss (konstant): 1,5 ml/min. Temperaturen: Interface 300 °C, MS-Transferline 260 °C, Jet Separator 260 °C. GC-Ofenprogramm: 1 min 60 °C, Aufheizrate 10 °C/min bis 220 °C, Haltezeit 18 min 220 °C. Software: Xcalibur™. GC-Säule: Rtx®-225MS von Res-



**Abb. 97** GC/MS-Chromatogramm des Fettsäuremusters der Probe Rovná 04. – (Grafik L. Puchinger).

tek, Länge 30 m, Innendurchmesser 0,25 mm, Filmdicke 0,25  $\mu\text{m}$ . Fettsäuremethylesterstandard: Supelco 37 Component FAME Mix 1:80 verdünnt.

– Massenspektrometrie (MS)

Thermo DSQ II Single Quadrupole Massenspektrometer von Thermo Fisher Scientific. Temperatur Ionenquelle 245  $^{\circ}\text{C}$ , Potential Elektronenstoßionisation 60 eV, Massenbereich zwischen 50 und 650 m/z. Detector gain  $3.01 \times 10^5$  min, Scan Wiederholungsrate 2.0492/s, Scan Geschwindigkeit 1288.5 amu/s. Software: Xcalibur™ und NIST Datenbank.

#### 5.4 Fettsäurezusammensetzung der Situla-Proben

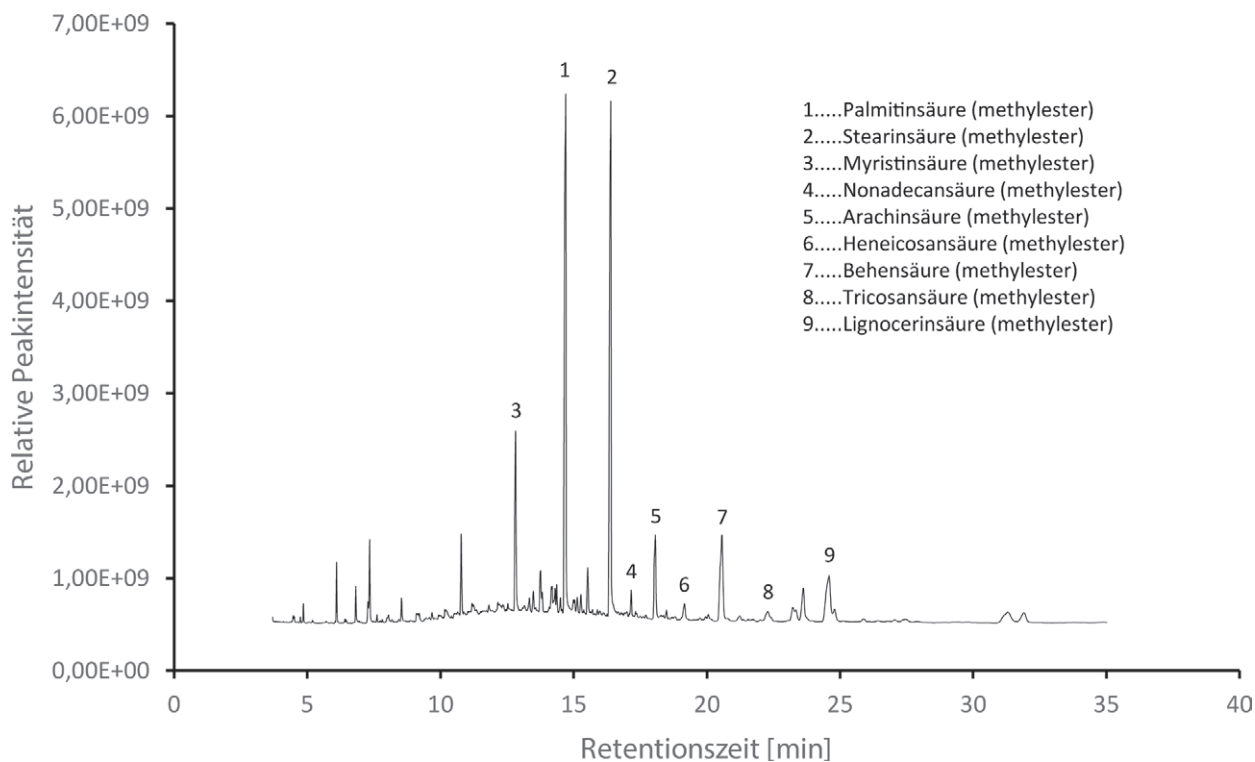
Die Ermittlung ihrer Fettsäurezusammensetzung mittels GC/MS-Analyse ergibt fast deckungsgleiche Gaschromatogramme von Rovná 01 und 04 (Rovná 04 zeigt die **Abb. 97**), was auch in den beinahe identen Prozentzahlen für die in ihnen enthaltenen Einzelfettsäuren zum Ausdruck kommt (**Tab. 3**). Als Hauptfettsäuren treten Palmitinsäure (ca. 44 %), Stearinsäure (ca. 28 %), Pelargonsäure (ca. 10 %), Ölsäure (ca. 7 %) und Caprylsäure (ca. 5 %) auf. Aufmerksamkeit verdient auch das Vorkommen aller Fettsäuren mit ungerader C-Zahl von C7:0 bis C19:0, die alle mit Ausnahme der Pelargonsäure (ca. 10 %) unter einem Anteil von 1 % liegen.

#### 5.5 Fettsäurezusammensetzung der Kessel-Proben

Die Rovná-Proben 10 und 12 zeigen ein anderes Fettsäuremuster als die beiden Situla-Proben und sind auch im Vergleich zueinander sehr verschieden (**Tab. 3**). Rovná 10 fällt durch hohe Prozentanteile folgender

R.Z [min]	Bezeichnung	C-Atome: DB	Prozentuales Fettsäuremuster			
			Rovná 01	Rovná 04	Rovná 10	Rovná 12
4,83	Heptansäure	C7:0	1,1	0,9	4,8	1
6,08	Caprylsäure	C8:0	5	4	19,5	3,1
7,33	Pelargonsäure	C9:0	10,8	7,7	31,1	4,3
8,53	Caprinsäure	C10:0	1,6	n.n.	3,4	1,2
9,68	Undecansäure	C11:0	0,2	0,2	0,9	0,3
10,77	Laurinsäure	C12:0	1,1	0,5	1,7	4,5
11,82	Tridecansäure	C13:0	0,2	0,2	n.n.	0,3
12,8	Myristinsäure	C14:0	2,3	1,6	2,1	9,6
13,76	Pentadecansäure	C15:0	0,9	0,5	1	2,2
14,65	Palmitinsäure	C16:0	43	44,8	23,6	27,9
14,83	Palmitoleinsäure	C16:1	n.n.	n.n.	n.n.	0,6
15,52	Margarinsäure	C17:0	0,9	1,4	n.n.	2,4
16,35	Stearinsäure	C18:0	28,4	28,9	12	27,6
16,47	Ölsäure	C18:1	4,3	9,3	n.n.	n.n.
17,15	Nonadecansäure	C19:0	n.n.	n.n.	n.n.	1,3
18,05	Arachinsäure	C20:0	n.n.	n.n.	n.n.	4,5
19,12	Heneicosansäure	C21:0	n.n.	n.n.	n.n.	0,7
20,56	Behensäure	C22:0	n.n.	n.n.	n.n.	4,5
21,26	Erucasäure	C22:1	n.n.	n.n.	n.n.	0,3
22,28	Tricosansäure	C23:0	n.n.	n.n.	n.n.	0,6
24,59	Lignocerinsäure	C24:0	n.n.	n.n.	n.n.	2,5
31,27	Cerotinsäure	C26:0	n.n.	n.n.	n.n.	0,6

**Tab. 3** Fettsäuremuster der Proben Rovná 01, 04, 10 und 12. R.Z.: Retentionszeit; DB: Zahl der Doppelbindungen; n.n.: Fettsäure nicht nachweisbar. – (Tabelle L. Puchinger).



**Abb. 98** GC/MS-Chromatogramm des Fettsäuremusters der Probe Rovná 12. – (Grafik L. Puchinger).



Fettsäuren auf: Pelargonsäure (31 %), Palmitinsäure (24 %), Caprylsäure (20 %) und Stearinsäure (12 %). Im Gegensatz zu den zwei Situla-Proben und zu Rovná 10 enthält Rovná 12 (**Abb. 98**) auch Fettsäuren mit mehr als 18 C-Atomen, die alle geradzahligen und ungeradzahligen C-Zahlen zwischen C19:0 und C26:0 umfassen. Die Reihung der Fettsäuren in abnehmenden Prozentzahlen unterscheidet sich von allen anderen Proben: Palmitinsäure (28 %), Stearinsäure (28 %) und Myristinsäure (10 %).

## 6. Diskussion der Ergebnisse

Ohne die zuvor durchgeführten Untersuchungen hätte man vermuten können, dass der Kessel vielleicht für das Bereiten/Anbieten (halb-)fester Lebensmittel gedient haben könnte, die Situla dagegen für (alkoholische) Getränke. Bereits die Ergebnisse der Voruntersuchungen ergaben deutliche Hinweise auf Pech in manchen Situla-Proben sowie auf pflanzliche und/oder tierische Fette in einigen Situla- und Kesselproben.

### 6.1 Pech

#### Situla-Proben

Die chemometrischen Untersuchungen der Proben Rovná 05, 07 und 09 (**Abb. 94**) ergaben zwar nicht das erwartete Birken[rindenschwel]pech, wohl aber ein Pech, das aus dem Material der Rotbuche, d. h. der Gemeinen Buche (*Fagus sylvatica*)<sup>262</sup> hergestellt worden ist.

Da nach unserem Wissen in diesem Rahmen hier erstmals Buchenpech als Auftrag auf Bronze – analytisch nachgewiesen – publiziert wird und dafür auch nur drei Proben zur Verfügung standen, wäre es vorschnell, eine generalisierende Interpretation dieses Pechauftrages vornehmen zu wollen.

Dies vor allem deshalb, weil es momentan noch völlig unbekannt ist,

- ob Buchenpech oder Birkenpech immer oder nur fallweise auf Bronzeblech aufgetragen wurde,
- ob dies nur regional oder generell bzw. vielleicht nur in bestimmten Phasen der Hallstattzeit verwendet wurde,
- ob z. B. die Außenseite einer Situla-Wandung zur Gänze oder nur teilweise mit einem Pech »bestrichen« bzw. auch verziert wurde (was zu einer auch zentralen Frage führt, welchem Zweck das Bestreichen mit Pech diene) und
- ob nicht vielleicht auch andere Bronzeobjekte wie z. B. Bronzeschmuck (wann, wo?) eine (verschönernde/ stabilisierende?) Pechschicht getragen haben<sup>263</sup>.

Bezüglich einer etwaigen Häufigkeit von Buchenpech sei darauf aufmerksam gemacht, dass wir 2018 in organischen Auflagen auf fragmentierten hallstattzeitlichen Bronzesitulen aus dem Gräberfeld von Hallstatt (Naturhistorisches Museum Wien) ebenfalls Buchenpech nachweisen konnten<sup>264</sup>, und dass wir 2019 Buchenpech auch auf einem frühneolithischen Tonscherben nachgewiesen haben, der aus einer Grabung in Brunn am Gebirge, Flur Wolfholz, südlich von Wien stammt<sup>265</sup>.

Zum Thema »dunkle Auflagen auf Bronzesitula« verweisen wir auch auf die Probenbeschreibungen von Herrn Ritter: »Bei der Restaurierung wurden auf der Außenseite, nahezu überall, braune bis schwarze Auf-

<sup>262</sup> Gemeine Buche ist ein Alternativname für Rotbuche.

<sup>263</sup> Nach derzeitigem Kenntnisstand ist Pechanstrich nur auf Situlen, aus Bronze oder Keramik, nachgewiesen: So im Osthallstattkreis, in der Kalenderbergkultur, auf Keramiksitulen und zum Teil auch auf zugehörigen Deckeln; vgl. Sauter 1967.

<sup>264</sup> Zum Druck vorgesehen im Archäologischen Korrespondenzblatt, Mainz.

<sup>265</sup> Puchinger/Sauter/Schrattenecker 2019.

lagen festgestellt. Frei davon sind nur Schulter und Rand der Situla. Unter der vermeintlichen Beschichtung ist die ansonsten sehr gut erhaltene Oberfläche des Bronzeblechs, vor allem im unteren Bereich, oft sehr stark angegriffen. Teilweise haben die Auflagen noch eine erkennbare Oberflächenstruktur (die so wirkt als sei ein zähes Material aufgetragen worden) und einen seidenmatten Glanz.« (siehe 2.1 Situla).

## 6.2 Lipide

### 6.2.1 Situla-Proben

Die Voruntersuchungen mittels Py-GC/MS-Methode haben gezeigt, dass beide aus dem Inneren der Situla – im unteren Bereich nahe dem Boden (Rovná 01) und im mittleren Bereich der Wandung (Rovná 04) – entnommenen Proben, dem äußeren Erscheinungsbild nach sehr ähnliche Fragmente mit dicker, schwarzer Auflage, Palmitin-, Stearin- und Ölsäure enthielten.

Darüber hinaus sollte anschließend durch eine GC/MS-Bestimmung der Fettsäurezusammensetzung beider Proben geklärt werden, ob in der damaligen Zeit im Gefäß tierisches oder pflanzliches Fett/Öl oder vielleicht ein Molkereiprodukt<sup>266</sup> aufbewahrt wurde.

Unter Zuhilfenahme der dazugehörigen Literatur<sup>267</sup> zur Interpretation der Ergebnisse ist aus der Untersuchung der Fettsäurezusammensetzung von Rovná 01 und Rovná 04 (Tab. 3) Folgendes erkennbar:

- Das Vorkommen von kurz- und mittelkettigen Fettsäuren mit gerader C-Zahl (Capryl-, Caprin-, Laurin- und Myristinsäure) ist ein spezifisches Merkmal für Milch.
- Auch die lückenlose Abfolge der ungeradzahligen Fettsäuren von C7 bis C17 (Heptan-, Pelargon-, Undecan-, Tridecan-, Pentadecan- und Margarinsäure) ist ein Hinweis auf Milch.
- Der Palmitin-/Stearinsäure-Quotient entspricht eher dem von Milch als dem eines Wiederkäuer- oder Nichtwiederkäuerfettes.
- Der auffallend hohe Gehalt an Pelargonsäure dürfte auf den Abbau der Ölsäure über diesen langen Zeitraum hinweg zurückzuführen sein.
- Fischöl ist aus Mangel an mehrfach ungesättigten Fettsäuren mit höherer C-Zahl (über C:20) auszuschließen.

Bisher gibt es von archäologischen Grabungen kaum chemisch-analytische Untersuchungen, die über den Nachweis von gesättigten Fettsäuren mit weniger als 12 C-Atomen in Keramik- oder Bronzegefäßen berichten. Das wird in der Literatur damit begründet, dass nach dem hydrolytischen Abbau der Triglyceride vor allem die dabei freigesetzten kurzkettigen Fettsäuren durch ihren Kontakt mit Bodenwasser ausgespült werden. Somit ist auch zu verstehen, dass auf diese Weise verändertes Milchfett dann oft fälschlicherweise als Tier- oder Pflanzenfett erkannt wird.

Die erfolgreiche Identifizierung kurzkettiger Fettsäuren in beiden Situla-Proben spricht für eine optimale Aufbewahrung des Nahrungsmittels über einen langen Zeitraum. Zudem liegt damit auch ein ganz spezieller, für die Interpretation nützlicher Ausnahmefall vor, weil sich dadurch der Einsatz einer weiteren Methode zur Bestätigung von Milch erübrigte.

Auch die Gefäßform der Situla spricht für ihre Verwendung als Aufbewahrungsgefäß für ein Getränk wie etwa Milch. Zur Aufklärung der Herkunft der Milch (Schaf-, Ziegen-, Kuhmilch oder eine andere tierische Milch) wurde die Bestimmung des Triglycerid-Verteilungsmusters mittels GC/MS-Methode herangezogen,

<sup>266</sup> Eine stark caseinhaltige Substanz konnte auch als Kruste in Spanschachteln aus dem Salz-Bergwerk von Hallstatt (Bez. Gmunden) nachgewiesen werden, vgl. Kromer 1966, 233.

<sup>267</sup> Evershed 2008; Regert 2011.

jedoch konnten Triglyceride infolge ihres hydrolytischen Abbaus über diesen langen Zeitraum nicht mehr nachgewiesen werden. Da uns kein Gerät zur genaueren Untersuchung der Fettsäuren mithilfe der Gaschromatographie-Isotopenverhältnismassenspektrometrie (GC/C-IRMS) zur Klärung der Herkunft der Milch zur Verfügung stand, sollte eine Publikation<sup>268</sup> die präzisere Zuordnung unserer Ergebnisse möglich machen. Die tschechische Forschungsgruppe hat nämlich ebenfalls den Inhalt der Situla untersucht, allerdings mit dem Fokus auf ganz bestimmte Tier- und Milchproteine (siehe J. Pavelka / P. Koník in Kap. Analysen der organischen Stoffe auf den Oberflächen der Bronzegefäße). Es gelang ihr, in Proben von der Situla das für die Ziegenmilch charakteristische Milchprotein Casein nachzuweisen, während der Test auf Kuhmilch-Casein negativ ausfiel und auf Schafmilch-Casein nicht geprüft wurde.

Aufgrund unserer Ergebnisse der Fettsäurezusammensetzung, des positiven Befundes der tschechischen Forschungsgruppe auf Ziegen-Milchprotein (auf Schafmilch-Casein wurde nicht getestet) und der Gefäßform kann daher mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass der Inhalt der Situla Ziegen- und/oder Schafmilch war.

### 6.2.2 Kessel-Proben

Die Py-GC/MS-Voruntersuchung der aus dem Bereich unterhalb des Kesselrandes stammenden Probe Rovná 10 lässt eine partielle Übereinstimmung mit den beiden Situla-Proben erkennen. Anders verhält es sich mit dem Pyrogramm der aus dem Randbereich entnommenen, schwarzen, pulvrigen mit nadelartigen Blättchen durchsetzten Probe Rovná 12, die aufgrund ihrer Oxydationsprodukte, den langkettigen Fettsäuren (mehr als 18 C-Atome) sowie den Wachsestern einen von der Situla abweichenden völlig anderen Gefäßinhalt erwarten ließ.

Aufgrund der Fettsäurezusammensetzung (**Tab. 3**) und unter Berücksichtigung der vorhandenen Fachliteratur<sup>269</sup> können bezüglich der Proben Rovná 10 und 12 folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Rovná 10 hat einen auffallend hohen Pelargonsäureanteil, der durch den oxidativen Abbau von ungesättigten Fettsäuren wie Öl- und/oder Linolsäure entstanden sein könnte.
- Verglichen mit den beiden Situla-Proben ist in der Probe Rovná 10 der Palmitin- und Stearinsäuregehalt stark vermindert, was gemeinsam mit dem Befund, dass höhere geradzahlige Fettsäuren fehlen, den Schluss auf tierisches Fett zulässt.
- Die langkettigen gesättigten Fettsäuren Arachin-, Behen-, Lignocerin- und Cerotinsäure in Rovná 12 können als Nachweis für pflanzliches Fett betrachtet werden.
- Die Probe Rovná 12 enthält Erucasäure, einen charakteristischen Biomarker für Samen und Blätter der Pflanzenarten aus der Familie der Kreuzblütengewächse (*Brassicaceae*) und der Weinrebengewächse (*Vitaceae*). Das Oxidationsprodukt Pentatriaconten sowie das leicht unterschiedliche Fettsäureprofil direkt vom Kesselrand (Rovná 12) und von der Wandung unterhalb des Randes (Rovná 10) deuten darauf hin, dass der Kessel als Kochgeschirr verwendet wurde.

Aufgrund der Ergebnisse der Fettsäureanalysen allein war es beinahe aussichtslos, die genaue Herkunft des tierischen Fettes von Rovná 10 zu bestimmen. Jedoch scheint es uns unter Berücksichtigung der Kessel-Proteinanalysen des tschechischen Forschungsteams<sup>270</sup> einigermaßen abgesichert, aus der Vielzahl an Möglichkeiten Geflügelfleisch als die wahrscheinlichste Variante anzunehmen. Hühnerfleisch ist reich an

<sup>268</sup> Chytráček u. a. 2019a.

<sup>269</sup> Evershed 2008; Regert 2011.

<sup>270</sup> Chytráček u. a. 2019a. – Siehe J. Pavelka/P. Koník im Kap. Analysen der organischen Stoffe auf den Oberflächen der Bronzegefäße.

einfach ungesättigter Ölsäure (C18:1) und zweifach ungesättigter Linolsäure (C18:2), die aber in den beiden Kessel-Proben nicht nachgewiesen werden konnten (vgl. Tab. 3). Dennoch schließt das aus unserer Sicht Geflügelfleisch nicht aus, weil diese ungesättigten Fettsäuren zwar anfangs vorhanden waren, dann aber im Laufe der Zeit immer mehr einem oxidativen Abbau zum Opfer gefallen sind, bis letztendlich die kurzket- tige, ungeradzahlige Pelargonsäure (C9:0) als Endprodukt vorlag. Es ist anzunehmen, dass auch in der Probe Rovná 12 Hühnerfett enthalten ist, allerdings nicht als alleiniges Fett, sondern vermischt mit Fetten aus anderen Nahrungsmitteln, die ebenfalls im Kochgut des Kessels enthalten waren, sodass nun eine Fettsäure- zusammensetzung vorliegt, die das Ergebnis aller fettenthaltenden Nahrungsstoffe ist. Das Fettsäuremuster der Probe aus dem Wandungsbereich (Rovná 10) wird stark durch die Anhäufung von Speiseresten aus vielen Kochvorgängen und deren oftmalige thermische Belastung im Kochprozess beeinflusst. Andererseits ist anzunehmen, dass sich nach jeder Speise Kochgut am Kesselrand angesammelt hat, das einer geringeren Hitzebelastung ausgesetzt war und sich dadurch in seiner Fettsäurezusammensetzung von der Probe aus dem Bereich der Kesselwandung unterscheidet.

Auch die nadelartigen Blättchen am Kesselrand (Rovná 12) sind ein Hinweis dafür, dass im Kessel noch mit weiteren Nahrungsmitteln neben Geflügelfleisch hantiert wurde. Das Gemisch aus langkettigen Wachses- tern sowie die Anwesenheit von gesättigten Fettsäuren mit einer C-Zahl über 18 können als sicheres Indiz dafür gelten, dass bei der Zubereitung der Speisen im Kessel auch Pflanzen verwendet wurden. Das phyto- chemische und ethnobotanische Handbuch von J. A. Duke<sup>271</sup> verweist auf Erucasäure als Inhaltsstoff in den Blättern und/oder Samen von ungefähr dreißig verschiedenen Pflanzenarten, von denen einige in alphabe- tischer Reihenfolge genannt werden sollen: *Alliaria petiolata* (Knoblauchsrauke), *Brassica nigra* (schwarzer Senf), *Eruca sativa* (Senfrauke), *Lepidium sativum* (Gartenkresse), *Nasturtium officinale* (Brunnenkresse), *Sinapis alba* (weißer Senf) und *Vitis vinifera* (Weinrebe).

Bereits seit frühester Zeit nutzt die Menschheit die meisten dieser Pflanzen, die aus den östlichen Mittelmeer- ländern oder dem ostasiatischen Raum stammen, nicht nur als Heilmittel, sondern auch als Gewürz bei der Nahrungszubereitung wegen des scharfen Geschmacks durch ihre Senfölglycoside. Es ist anzunehmen, dass die Erucasäure in der Kesselprobe Rovná 12 entweder von einer zu den *Brassicaceae* gehörenden Art, wie dem schwarzen Senf (*Brassica nigra*) und der Senfrauke (*Eruca sativa*) oder vom Traubenkernöl der Weinrebe (*Vitis vinifera*) stammt. Die beiden längerkettigen gesättigten Fettsäuren Behen- und Lignocerinsäure gelten neben der Erucasäure als einigermaßen sicherer Hinweis für das Vorliegen vom Öl der Senfrauke im Kessel. Zusammenfassend haben die chemischen Untersuchungen ergeben, dass der Kessel – wie auch aufgrund seiner Gefäßform zu erwarten war – für Kochzwecke genutzt wurde, wobei das Kochgut aus Geflügel- fleisch, Pflanzenanteilen wie Gemüse oder dem Öl der Senfrauke (*Eruca sativa*) bestanden haben könnte.

## Zusammenfassung

Proben von dunklen organischen Substanzen wurden am RGZM von zwei stark beschädigten Bronzege- fäßen (einer Situla und einem Kessel; Ha D3) aus dem Fürstengrab Rovná, Grabhügel 1 (okr. Strakonice) entnommen und an der Technischen Universität Wien chemisch analysiert.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen waren unerwartet: Keine einzige Probe enthielt das erwartete Birkenpech, dagegen

- wurden in beiden Bronzegefäßen (in zusammen vier Proben) ehemalige Fette nachgewiesen,
- wobei das aus der Situla Milchfett (wahrscheinlich von Ziege oder Schaf) war

<sup>271</sup> Duke 2001.

- und das Fett aus dem Kessel von Hühnern stammte, welches gemeinsam mit Pflanzen (Gemüse?) und dem Öl der Senfrauke (*Eruca sativa*) im Kessel erhitzt wurde.
- In drei Proben von der Situla wurde Pech nachgewiesen, das nicht aus der Birke (*Betula pendula*), sondern aus der Buche (Rotbuche, *Fagus sylvatica*) hergestellt worden war. Dieser Befund könnte deshalb von besonderem Interesse sein, da man von jetzt an auch das Vorkommen von Buchenpech auf Bronze(blech) – auf der Außenseite von Situlen – prinzipiell immer in Betracht ziehen muss.

L. Puchinger / F. Sauter † / T. Patocka

## **ANALYSE DER VERKOHLTEN PFLANZENMAKRORESTE UND DER HOLZÜBERRESTE AUS DER GRABKAMMER**

Die für die Analyse der Pflanzenmakroreste und die anthrakologische Analyse bestimmten Proben wurden systematisch während der gesamten Ausgrabung entnommen. Aus dem Hügelmantel wurden die Proben in jedem untersuchten Quadrat (**Abb. 9**) aus jeder regelmäßig abgetragenen Schichten jeweils nach 15 cm (Dokumentationsniveau 1-5) gewonnen, um im Idealfall eine Probe mit einem Volumen von 20 l zu erhalten. Bei interessanten Befunden (z. B. Knochenakkumulationen) wurde eine zusätzliche Probe entnommen, aus der Hügelkammer wurde die gesamte Verfüllung geborgen<sup>272</sup>. Das Volumen der einzelnen Proben betrug in der Regel 20 l. Die Entnahmestelle in den untersuchten Quadrate wurde genau erfasst (z. B. bei der Präparation der Geweihplatten). Diese Methode ermöglichte einen detaillierten Vergleich der archäologischen Funde mit den archäobotanischen Daten. Auffällige Ansammlungen von Holzkohlenstückchen wurden während der Ausgrabung direkt entnommen. Auf diese Art und Weise wurden mehr als 800 Proben gewonnen, die durch die Schlämmmethode mithilfe der hergerichteten Schlämmanlage vom Typ Ankara<sup>273</sup> ausgeschlämmt wurden. Weitere Proben resultierten aus der Laborpräparation der Funde, sie stammten aus der unmittelbaren Umgebung einzelner Artefakte. Diese Proben wurden im Labor durch die sog. *washing over*-Methode<sup>274</sup> ausgeschlämmt. Benutzt wurde ein Sieb mit einer Maschenöffnungsgröße von 0,25 mm, das Netz in der Schlämmanlage hatte eine Maschenöffnungsgröße von 1,20 mm. Während der Flotation entstanden zwei Komponenten: das Flotat und das Residuum. Bei dem Flotat handelte es sich um leichtere Bestandteile, vor allem archäobotanisches Material; das Residuum umfasste schwerere Bestandteile, neben 1,2 mm großen Steinen auch große Mengen winziger Artefakte. Für die vorliegende Auswertung wurden alle Residuen (Rückstände) unter der Tafellupe mit Beleuchtung analysiert, wobei noch eine große Menge zierlicher Artefakte gefunden wurde. Es wurden jedoch nur ausgewählte Schlämmproben aus der Hügelkammer derartig erforscht, um eine möglichst gleichmäßige Untersuchung des gesamten Kammerraums zu gewährleisten.

T. Šáľková / J. Novák

### **Pflanzliche Makroreste**

Analysiert wurden 60 Proben mit einem Gesamtvolumen von 900,5 l Sediment (**Tab. 4; Abb. 99**). Die botanischen Makroreste wurden unter dem Stereomikroskop anhand der Fachliteratur<sup>275</sup> und einer Vergleichsammlung bestimmt. In die Analyse wurden nur verkohlte Makroreste einbezogen, die unverkohlten Pflan-

<sup>272</sup> Jones 1991; Marston/d'Alpoim Guedes/Warinner 2014.

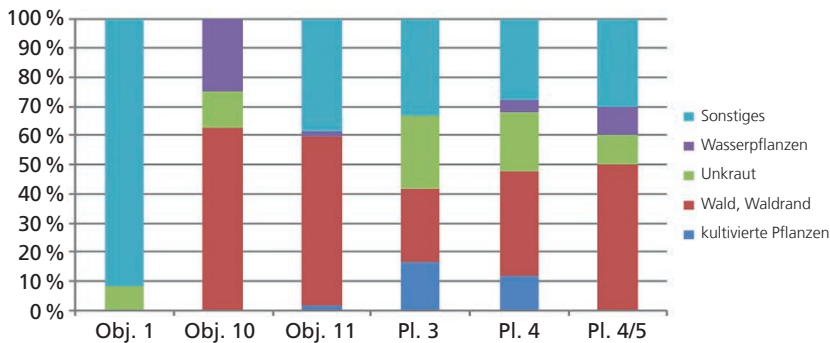
<sup>273</sup> Pearsall 1989.

<sup>274</sup> Pearsall 1989.

<sup>275</sup> Cappers/Bekker/Jans 2006.

	F78	F164	F76	F184	F136	F172
Objekt	Obj. 1	Obj. 10	Obj. 11	Pl. 3	Pl. 4	Pl. 4/5
kultivierte Pflanzen	0	0	1	2	3	0
Wald, Waldrand	0	5	33	3	9	5
Unkraut	1	1	0	3	5	1
Wasserpflanzen	0	2	1	0	1	1
sonstiges	11	0	22	4	7	3

**Tab. 4** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Ergebnisse der Analyse der pflanzlichen Makroreste. – (Tabelle T. Šálková).



**Abb. 99** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Rekonstruktion des Ursprungs der pflanzlichen Makroreste in einzelnen Kontexten. – (Grafik T. Šálková).

zenteile können als rezente Kontamination angesehen werden. Die verkohlten Makroreste stehen mit einem Brandereignis in Zusammenhang. Es ist jedoch nicht zu belegen, ob sie *in situ* aufgefunden worden sind oder sekundär verlagert waren. Darum ist es ungeklärt, ob sie direkt in der Grabhügelkammer verbrannt wurden oder ob dies an einem anderen Ort geschah, von dem die Pflanzenreste zusammen mit anderem Material in den Grabhügel überführt worden sind. Analysiert wurden zwei Proben aus Objekt 1 (Volumen von 32 l), und zwar aus dem Bereich, in dem die Bronzegefäße platziert waren, für den keine Kontamination bei der Herausnahme vorausgesetzt wird. Die durchschnittliche Konzentration der Pflanzenmakroreste in 1 l Verfüllung erreichte 0,38. Die in der Nähe von Keramikgefäß-Nr. 1 entnommene Probe enthielt einen Samen der Kleinen Brennnessel (*Urtica urens*) und nicht näher bestimmbare Fragmente der Wurzelstöcke (Rhisome). In Hinblick darauf, dass Wurzelstöcke in so hoher Konzentration in anderen Proben nicht vorkamen, kann man voraussetzen, dass sie mit dem Gefäß in Zusammenhang stehen.

Aus den Objekten 5 und 8 wurde je eine Probe (20 l und 8 l Volumen) analysiert, es wurden keine Pflanzenreste gefunden.

Aus Objekt 10 wurden zwei Proben (30 l Volumen) aus der Umgebung des menschlichen Schädels und der Zähne (Taf. 32B) entnommen und analysiert. Die durchschnittliche Konzentration der botanischen Makroreste pro 1 l Verfüllung erreichte 0,27. Die Proben enthielten Fragmente von Haselnüssen (*Corylus avellana*, NISP = 3) und Waldkiefernzapfen (*Pinus sylvestris*, NISP = 2), die Achäne des Kletten-Labkrauts (*Galium cf. aparine*), den Samen der Gelben Teichrose (*Nuphar lutea*) und den Samen der Laichkräuter (*Potamogeton* sp.). Haselnüsse und Kiefernzapfen stammten ursprünglich wahrscheinlich aus Wald- oder Waldrandgebieten. Das Kletten-Labkraut ist ein typisches Feldunkraut, es wächst aber auch im Unterholz, in Uferbuschwerken und Wäldern sowie auf Schuttabladeplätzen. Die Gelbe Teichrose und verschiedene Laichkräuterarten sind Wasserpflanzen mit auffälligen Blüten. In der Umgebung des Grabhügels kommen sie natürlich nicht vor, sie spiegeln wohl die Umwelt wider, aus der die Materialien für den Grabhügelbau oder für den Bestattungsritus entnommen wurden. Angesichts des Sachverhalts, dass diese verkohlten Reste in unmittelbarer Nähe vom Schädel auftraten und dass die Konzentration der Funde mäßig höher

als die durchschnittliche Verteilung in der Hügelkammer war, darf man einen Zusammenhang mit dem Bestattungsritus voraussetzen.

Aus Objekt 11 (**Taf. 14-19**), das in die Spätlatènezeit datiert wird, wurden sieben Proben analysiert (136l). Die durchschnittliche Konzentration der Makroreste pro 1l Verfüllung erreichte 0,42, was markant über der durchschnittlichen Konzentration an Makroresten in der Hügelkammer liegt. Es wurden ein Fragment des reifen weiblichen Erlenkätzchens (*Alnus* sp.), Fragmente von Haselnüssen (*Corylus avelana*, NISP = 13), Samen vom Schwarzen Holunder (*Sambucus nigra*, NISP = 5) und von nicht näher bestimmtem Holunder (*Sambucus* sp., NISP = 5), Fragmente von Waldkiefernzapfen (*Pinus sylvestris*, NISP = 3) und nicht näher bestimmbare Zapfen (Pinaceae, NISP = 2), Achänen der Himbeere (*Rubus fruticosus*, NISP = 2), nicht bestimmbare Knospen eines Laubbaums und ein Samen der Hainsimse (*Luzula* sp.) gefunden. Die Makroreste dieser Pflanzen spiegeln wahrscheinlich die Umwelt von Wald- oder Waldrandgebieten wider, aus der das während des Bestattungsvorgangs verbrannte Material stammte. Nicht bestimmbare Rhizome (NISP = 16), ein Gerstenkorn (*Hordeum vulgare*) und Grashalme (Poaceae, NISP = 6) können entweder mit dem Bestattungsritus zusammenhängen oder andere Prozesse, die in der Grabstätte abliefen, widerspiegeln. Der Samen der Gelben Teichrose belegt, dass das Material, das während des nachträglichen latènezeitlichen Eingriffs in den Grabhügel verbracht wurde, ebenfalls aus dem Umfeld von Gewässern stammen musste.

Aus der dritten regelmäßig abgetragenen Schicht (3. Dokumentationsniveau; **Abb. 7, 1; Taf. 7A**) der Grabkammer wurden sechs Proben (119l) analysiert. Die durchschnittliche Konzentration der botanischen Makroreste pro 1l Sediment erreichte 0,1. Nur eine Probe enthielt keine Reste von verkohlten Pflanzen. Die gefundenen verkohlten Makroreste spiegeln die Umwelt von Feld- oder Schuttabladeplätzen wider. Es wurden die Samen des Acker-Gauchheils (*Anagallis arvensis*, NISP = 2) und eine Achäne der Melde (*Atriplex* sp.) gefunden. Die Pflanzengemeinschaft heller Wälder, der Kahlschläge oder des Waldrandes kann man aufgrund der Haselnussfragmente (*Corylus avelana*, NISP = 2) und des Samens der Gemeinen Akelei (*Aquilegia vulgaris*) nachweisen. Kulturpflanzen sind durch ein mögliches Bruchstück des Leinsamens (cf. *Linum* sp.) und einen Erbsen- oder Wickensamen (*Pisum/Vicia*) belegt. Nicht näher bestimmbar sind die Bruchstücke vom Rhizom und Stängel. Der Samen der Gemeinen Akelei wurde in der Probe gefunden, die während der Präparation der eisernen Ringe entnommen worden ist; er kann also mit diesen in Zusammenhang stehen. Berücksichtigt man die auffälligen Blüten dieser Pflanze, könnten diese während des Bestattungsrituals benutzt worden sein. Interessant ist das mögliche Samenbruchstück vom Lein. Leinsamen enthalten Öl und verbrennen deshalb in der Regel vollständig. Leinsamenfunde kommen im hallstattzeitlichen Siedlungsmilieu in Tschechien selten vor<sup>276</sup>.

Aus der vierten regelmäßig abgetragenen Schicht (4. Dokumentationsniveau; **Abb. 7, 2; Taf. 7B**) der Grabkammer wurden 28 Proben analysiert (378l). Die durchschnittliche Konzentration der botanischen Makroreste pro 1l Sediment erreichte 0,07; 15 Proben enthielten jedoch überhaupt keine Makroreste. Überraschend war, dass die Mehrheit der Proben aus der nordwestlichen Ecke der Hügelkammer, die während der Freilegung des Wagens entnommen worden sind (Sektor 7, Quadrat 5; **Abb. 9; 10, a; 21**), keine Makroreste enthielt. Die Pflanzengemeinschaft der hellen Wälder und Waldränder belegen Haselnussfragmente (NISP = 5), ein Samen des Schwarzen Holunders (*Sambucus nigra*), Fragmente von Waldkiefernzapfen (NISP = 2) und ein nicht näher bestimmtes Zapfenbruchstück (Pinaceae). Die Exploitation des Materials aus einem feuchteren Milieu belegt der Fund des Perigyniums, wahrscheinlich der Fuchs-Segge (*Carex* cf. *vulpina*). Die Umwelt von Feld- oder Schuttabladeplätzen spiegeln die gefundenen Achänen des

<sup>276</sup> Kočár/Dreslerová 2010.

Weißes Gänsefußes (*Chenopodium album*, NISP = 2) und des Labkrauts (*Galium* sp.) wider. Es ist nicht möglich, auf den ursprünglichen Standort der Gräser (Cerealien und Stiele, NISP = 3) und Rhizome (NISP = 3) zu schließen. Auch Wicken (*Vicia* sp., NISP = 1) wachsen an unterschiedlichen naturräumlichen Standorten. Hinweise auf Kulturpflanzenreste geben die Proben, die im östlichen Teil der Hügelkammer während der Präparation der Kalbsknochen entnommen wurden (Sektor 2a, Quadrat 7; **Abb. 9; 10, e; Taf. 24**). Nicht bestimmbar Cerealien kamen im Sediment vor, das während der Präparation der Kalbsskeletteile nördlich von Objekt 1 entnommen wurde. Ein Gerstenkorn (*Hordeum vulgare*) ist von der östlichen Innenwand der Grabkammer belegt. In der nordwestlichen Ecke der Hügelkammer (Sektor 7, Quadrat 5; **Abb. 9; 10, a**) wurde eine Getreidefrucht des Emmers (Zweikorns; *Triticum dicoccum*) gefunden.

Am Übergang von der vierten zur fünften regelmäßig abgetragenen Schicht (4.-5. Dokumentationsniveau; **Abb. 7, 2; 8-9; Taf. 7B; 14A**) der Hügelkammer wurden 13 Proben entnommen und analysiert (177,5l). Die durchschnittliche Konzentration der botanischen Makroreste in 1l Sediment erreichte 0,07. Sieben Proben enthielten keine Makroreste. Die Mehrheit der Makroreste aus dieser Schicht stammte wahrscheinlich ursprünglich aus Wald- oder Waldrandgebieten: Es wurden die Nadeln der Weißtanne (*Abies alba*) und der Gemeinen Fichte (*Picea abies*), ein Bruchstück der Haselnuss, ein Samen des Weißdorns (cf. *Crataegus* sp.) und ein Samen der Himbeere gefunden. Der Ästige Igelkolben (cf. *Sparganium erectum*), dessen Achäne wahrscheinlich auch aus derselben Schicht stammen, ist für die Ufer von stehenden oder langsam fließenden Gewässern typisch. Die ganze Pflanze sieht sehr dekorativ aus, und ihre Verwendung während der Bestattungsrituale ist nicht ausgeschlossen. Die ursprünglichen Standorte weiterer Pflanzen, deren Reste gefunden worden sind, sind nicht rekonstruierbar: die Schote einer nicht bestimmbar Pflanze aus der Familie der Hülsenfrüchtler (Fabaceae), Halme der Süßgräserpflanzen (Poaceae) und ein Rhizom.

#### Spiegelung der Umwelt oder des Rituals?

Die Kollektion der verkohlten botanischen Makroreste aus den entnommenen Sedimenten der Grabkammer des hallstattzeitlichen Grabhügels in Rovná ist unter den analog datierten Kollektionen von anderen Fundorten atypisch. Die Mehrheit der archäobotanisch bestimmten Kollektionen aus prähistorischen Kontexten aus Tschechien stammt aus Siedlungen<sup>277</sup> und spiegelt also vor allem die mit den Anbaufrüchten verbundenen Aktivitäten und den Pflanzenabfall wider. Botanische Makroreste aus den Begräbnisstätten belegen mit Sicherheit andere Aktivitäten. Sie charakterisieren: a) die Umwelt der Grabstätte und die Tätigkeiten und Prozesse, die hier vollzogen wurden; b) den Ort, an dem der Verstorbene abgelegt wurde; c) die Bestattungsrituale und d) die Orte, von denen die in der Grabstätte benutzten Materialien entnommen wurden (z. B. das Baumaterial, die Grabausstattung, die Verzierung usw.). Die Kollektionen enthalten in der Regel nur durch die Verkohlung konserviertes Pflanzenmaterial, d. h. Pflanzenreste, die in Kontakt mit Feuer waren. Dadurch ist die ursprüngliche Menge der im Rahmen der Bestattung verwendeten Pflanzen grundsätzlich reduziert. Wie massiv diese Reduktion war, zeigten z. B. die gewonnenen Sedimente aus den Gräbern in Zahrádka (okr. Český Krumlov)<sup>278</sup> oder Podmoky (okr. Příbram)<sup>279</sup>, in denen sich das durch die Korrosionsprodukte der Metallartefakte konservierte Pflanzenmaterial erhielt: Unverkohlte Pflanzenreste waren hier vielfach zahlreicher (Zahrádka: 1 verkohlter, 27 unverkohlte Makroreste; Podmoky: 1 verkohlter, 6 unverkohlte Makroreste).

<sup>277</sup> Kočár/Dreslerová 2010.

<sup>279</sup> Šálková 2017a.

<sup>278</sup> Šálková u. a. 2015.



Aus den Ergebnissen, die aus den wenigen archäobotanischen Analysen hallstattzeitlicher Gräber vorliegen, geht hervor, dass die niedrige Konzentration der Pflanzenreste nicht ungewöhnlich ist (z. B. Oldřichov na Markovci und Slabčice [okr. Písek]<sup>280</sup>).

Mit gewisser Vorsicht kann rekonstruiert werden, aus welcher Umwelt die Pflanzen stammten und welche Rolle sie in der Grabstätte spielten. Markante Bestandteile der Kollektion aus Rovná bilden die Reste von Pflanzen, die in der Regel in Wäldern, Waldrandgebieten oder auf Kahlschlägen wachsen. Gefunden wurden Samen und Früchte, die für den Verzehr gesammelt werden konnten (z. B. Haselnüsse, Samen des Weißdorns, des Schwarzen Holunders, der Brombeere und der Himbeere). Reste des potenziell gesammelten Obstes und der Nüsse sind besonders auffällig in Objekt 11 vertreten, das als jüngerer latènezeitlicher Eingriff interpretiert wird. Das Obst und die Nüsse könnten pflanzliche Opfergaben darstellen. Fragmente von Zapfen (der Waldkiefer), Nadeln (der Gemeinen Fichte, der Weißtanne) und Kätzchen (der Erle) könnten entweder zufällig zusammen mit dem üblichen Brennholz oder absichtlich während des Bestattungsrituals verbrannt worden sein. Die Reste von Unkräutern (z. B. Acker-Gauchheil, Melde, Weiße und Bastard-Gänsefuß, Kletten-Labkraut, Kleine Brennnessel) und für Schuttabladeplätze charakteristische Pflanzen sind konstant; sie spiegeln wohl die Umwelt des Ortes wider, an dem ein Teil der mit der Bestattung verbundenen Rituale stattfand. All diese Pflanzen bzw. ihre Blätter oder Samen, mit Ausnahme vom Acker-Gauchheil, sind darüber hinaus als Lebensmittel verwendbar. Der Acker-Gauchheil ist zwar giftig, ethnografische Quellen bezeugen aber die Verwendung als Heilpflanze<sup>281</sup>.

Kulturpflanzen wurden im Bestattungskontext im Vergleich mit dem Siedlungsmilieu in niedriger Konzentration registriert. In der Hügelkammer kamen Zweikorn, Gerste und Erbse oder Wicke, im latènezeitlichen Objekt 11 Gerste vor. Über die Artenzusammensetzung von angebauten Getreidepflanzen der älteren Eisenzeit in Südböhmen ist bisher nicht viel bekannt<sup>282</sup>. Der unsichere Fund eines Leinsamens stammt aus der Hügelkammer. Funde des Gemeinen Leins (*Linum usitatissimum*) sind in prähistorischen archäobotanischen Kollektionen aus Böhmen rar, nichtsdestoweniger stellt der Lein eine alte, in Mitteleuropa ab dem Neolithikum angebaute Kulturpflanze dar<sup>283</sup>. Er wurde wegen des aus den Samen gepressten Öls und der Pflanzenfasern des Stängels angebaut. Nach der Samenmorphologie kann man jedoch nicht entscheiden, welcher Form die Samen angehören.

In kleiner Menge, aber konstant, kommen in den Proben hygrophile Pflanzen und Wasserpflanzen vor. Der Grabhügel ist zwischen den Bächen Rovenský und dem linken Zufluss des Radomyšlský situiert, von beiden Wasserströmen ist er ca. 500 m entfernt. In der Umgebung der Bäche könnten die Standorte dieser Pflanzen gewesen sein.

Hygrophile Pflanzen und Wasserpflanzen, die aus dem Grabhügel belegt sind (Gelbe Teichrose, Laichkraut, Ästige Igelkolben, Hainsimse, Fuchs-Segge), haben auffällige Blüten, deren Verwendung für dekorative Zwecke geradezu nahe liegt. Überdies enthält die Gelbe Teichrose Alkaloide, und ihre Blüten duften auffällig<sup>284</sup>. Eine weitere in dieser Kollektion belegte Pflanze mit auffälligen und dekorativen Blüten ist die Gemeine Akelei, die aber ebenfalls giftig ist; sie enthält Alkaloide und Glykoside<sup>285</sup>.

Nach den Ergebnissen der Phosphatanalysen sollte sich im östlichen Teil der Grabkammer eine große Menge an Lebensmitteln befunden haben. Die Analyse der verkohlten botanischen Makroreste entspricht jedoch nicht diesen Ergebnissen. Die Konzentration der Pflanzenreste, die nicht dem Feuer ausgeliefert waren, unterscheidet sich nicht markant von der durchschnittlichen, für die ganze Grabkammer festgestellten Konzentration. Jedoch wurde eine mäßig höhere Konzentration (0,3 RM/l) im mittleren Teil der vierten me-

<sup>280</sup> Michálek/Šálková, unpubl. Daten; Šálková 2017b.

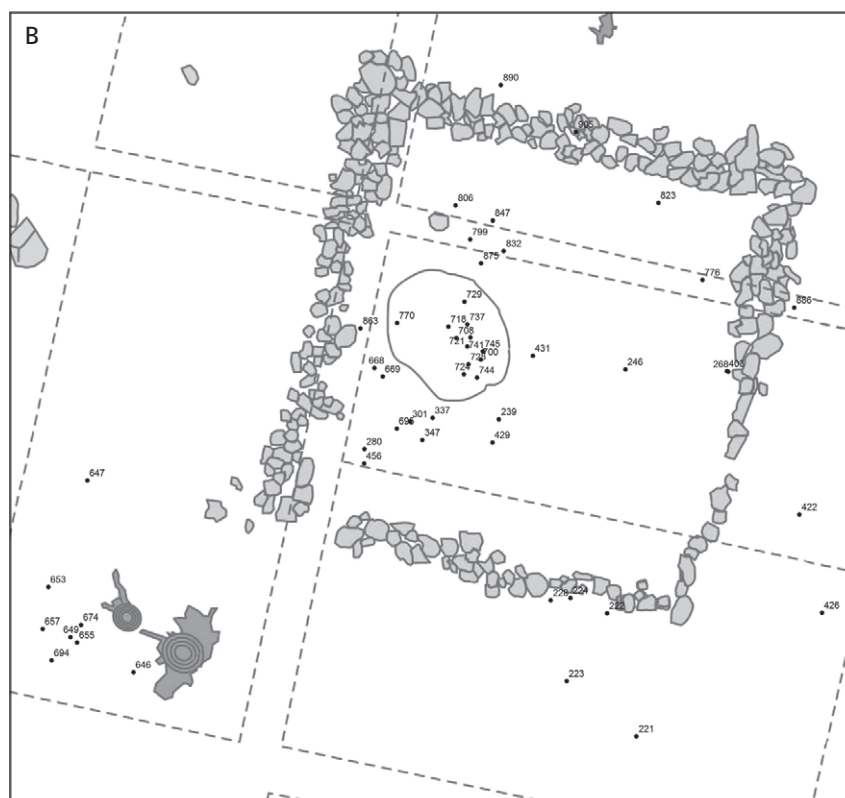
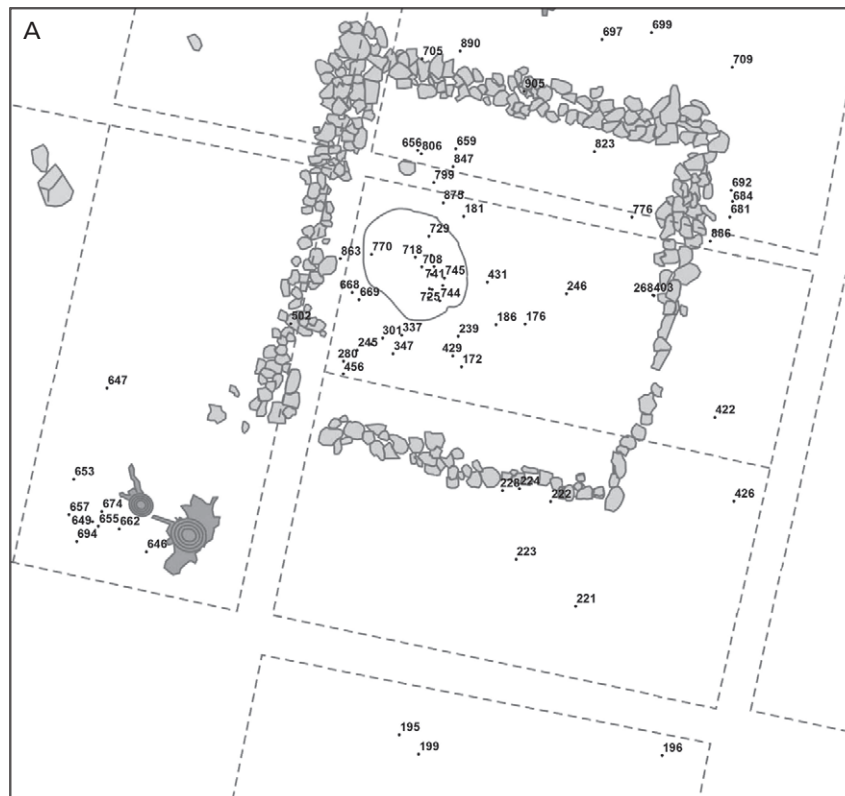
<sup>281</sup> Frynta/Patočka 2008.

<sup>282</sup> Chvojka u. a. 2011; Šálková u. a. 2017.

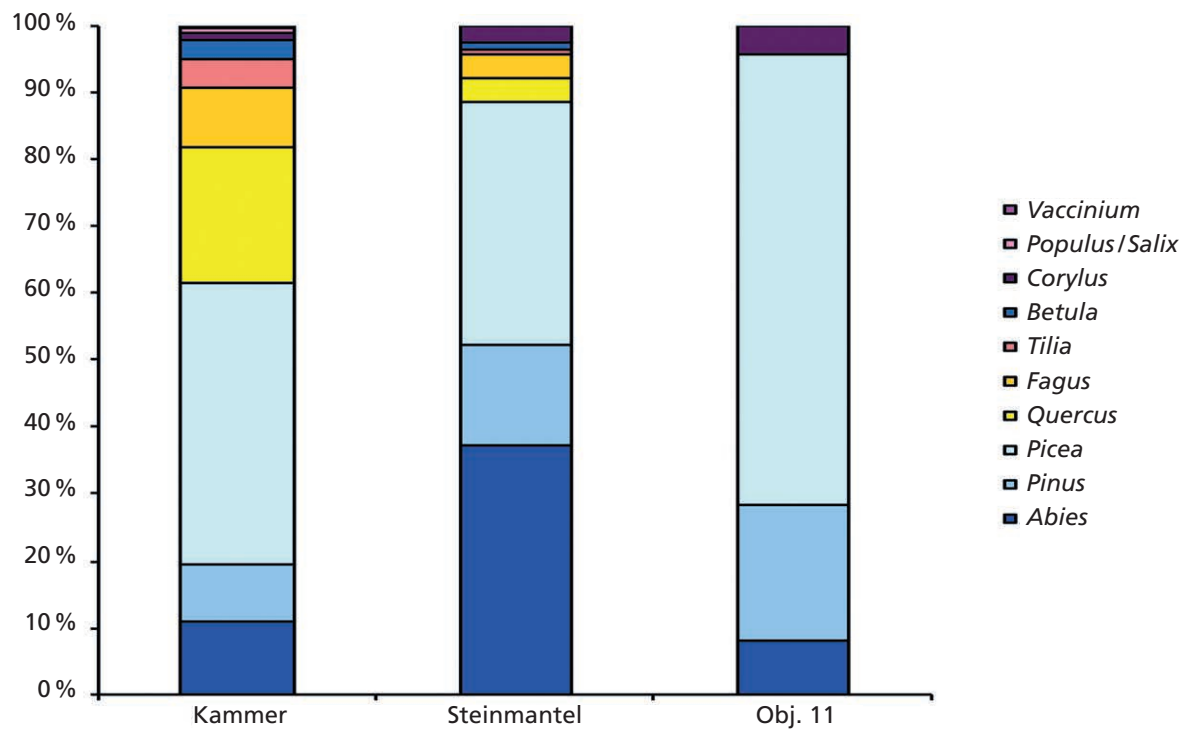
<sup>283</sup> Kočár/Dreslerová 2010.

<sup>284</sup> Slavík 1997.

<sup>285</sup> Chrtková 1988.



**Abb. 100** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Verteilung der größeren Holzkohlenstückchen, die anschließend entnommen worden sind. – **A** 2.-3. Dokumentationsniveau/Planum. – **B** 4.-5. Dokumentationsniveau/Planum. – (Grafik J. John).



**Abb. 101** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Prozentuales Auftreten der bei den Holzkohlenstückchen festgestellten Holzarten in ausgewählten Teilen des Grabhügels (Kammer, Grabhügelmantel, Objekt 11). – (Grafik J. Novák).

chanisch abgetragenen Schicht im Bereich der östlichen Wand registriert (Sektor 2, Quadrat 3; **Abb. 9**). Falls also im östlichen Teil der Grabkammer Pflanzenbeigaben deponiert waren, wurde die Mehrheit nicht verbrannt, und somit erhielten sich ihre Reste nicht.

T. Šálková

### Analyse der Holzkohlenstückchen

Insgesamt wurden 106 Proben analysiert und 613 Determinationen durchgeführt. Die Holzkohlenstückchen in den analysierten Proben waren relativ gut erhalten. Die Kollektion enthält sowohl die durch das Schlämmen separierten als auch die direkt während der Ausgrabung entnommenen Holzkohlenstückchen (**Abb. 100**). In den ausgeschlammten Proben überwiegen winzige Holzkohlenfragmente (Fragmentkategorie 5 der Holzkohlenstückchen, d. h. 3-5 mm), weniger häufig sind Fragmente der Kategorien 4 (6-10 mm) und 3 (11-15 mm). Die Holzkohlenstückchen wurden durch standardisierte Mikroskopie determiniert<sup>286</sup>. Einzelne Fragmente wurden transversal gebrochen, und der Querbruch wurde unter dem Stereomikroskop bei der Vergrößerung von 40× angesehen. Ferner wurde mithilfe einer Rasierklinge in den Fragmenten auf Plastilin ein Längs- und Tangentialbruch erzeugt und unter dem Mikroskop bei der Vergrößerung bis 250× angesehen. Insgesamt sind zehn Gehölzpflanzenarten belegt (**Abb. 101**). Die analysierte Kollektion ist durch eine hohe Anzahl von Nadelgehölzpflanzen (Gemeine Fichte, Weißtanne, Waldkiefer) charakterisiert. Laubgehölzpflanzen kamen häufiger in der Hügelkammer vor (38,31 %), wohingegen sie im Grabhügelmantel (11,31 %) oder im Objekt 11 (4,08 %) nur sehr begrenzt vertreten waren. Das meiste Probenmaterial und

<sup>286</sup> Schweingruber 1978.

die größte Anzahl der bestimmten Fragmente stammen aus der Hügelkammer (**Abb. 101**). Am häufigsten sind die Kohlenstückchen der Gemeinen Fichte (*Picea abies*, 42,09 %) vertreten, von den Nadelgehölzpflanzen wurden ferner die Weißtanne (*Abies alba*, 10,91 %) und die Waldkiefer (*Pinus sylvestris*, 8,69 %) festgestellt. Der hohe Anteil der Gemeinen Fichte (*Picea abies*) in den Proben aus der mittleren Bronzezeit oder der Latènezeit aus der kollinen Stufe (Hügellandstufe) Südböhmens ist nicht außergewöhnlich<sup>287</sup>, obwohl man nicht ausschließen kann, dass ein so hohes prozentuales Auftreten auch durch eine selektive Auswahl beeinflusst werden kann. Die Anwesenheit der Waldkieferkohlenstückchen, die für die Standorte mit austrocknenden und sauren Böden charakteristisch sind, weist auf eine Vegetation mit verminderter Eingliederung der Baumkronen hin. Ähnlich sind auch die Standortansprüche der Eiche (*Quercus* sp., 20,04 %), die am häufigsten vertretene Laubholzpflanze. Ihr Anteil in der Kollektion entspricht den Standortbedingungen in der nahen Umgebung, und man kann voraussetzen, dass ihr Vorkommen auf die Anwesenheit acidophiler Eichenwälder (*as. Luzulo-Quercetum*) hinweist, die ebenfalls auf der Karte mit der potenziellen Vegetation rekonstruiert sind<sup>288</sup>. Die am zweithäufigsten vertretene Laubgehölzpflanze ist die Rotbuche (*Fagus sylvatica*; 9,13 %), die die dominante Gehölzpflanze der Buchenwälder ist. Die Buche ist ein recht starker Kompetitor; sie zieht sich jedoch unter Einfluss verstärkter anthropogener Aktivitäten zugunsten von heliophilen oder frühsukzessiven Gehölzpflanzen zurück<sup>289</sup>. Als weitere Gehölzpflanzen wurden Linde (*Tilia* sp.; 4,23 %), Birke (*Betula* sp., 2,67 %) und Gemeine Hasel (*Corylus avellana*; 1,11 %) registriert. Sowohl Birke als auch Hasel sind heliophile Gehölzpflanzen, die oft in lichten Wäldern, auf Kahlschlägen oder in anthropogen beeinflussten Sukzessionsstadien der Vegetation auftreten. Die Hasel zählt zu den üblichen Arten mesophiler Gesträuche. Vereinzelt wurden auch Kohlenstückchen der Pappel/Weide (*Populus/Salix*; 0,89 %) und der Preiselbeere (*Vaccinium* sp., 0,22 %) festgestellt. Pappel und auch Weide sind heliophile Gehölzpflanzen, die oft an lehmigen Ufern von Wasserströmen und in Feuchtgebieten auftreten. Im Rahmen dieser Gattungen gibt es jedoch auch Arten (z. B. Salweide und Espe), die in frühen Sukzessionsstadien der Vegetation an relativ trockenen Standorten wachsen. Die Anwesenheit von verhältnismäßig großen Lindenkohlenstücken (*Tilia* sp.) in der Hügelkammer könnte die Nähe von nährstoffreichen Standorten, die wahrscheinlich an die Insel der kristallinen Kalksteine gebunden waren, andeuten. Ausgeschlossen werden kann, dass die Anwesenheit der Linde in der Grabkammer durch eine selektive Auswahl verursacht werden konnte. Aufgrund der festgestellten Gehölzpflanzenzusammensetzung kann für die nähere Umgebung des Grabhügels ein einstiger Hainsimsen- und Tanneneichenwald mit markanter Vertretung der Fichte rekonstruiert werden. Interessant ist der Vergleich der Artenzusammensetzung der Proben aus der Grabkammer mit den Proben aus dem Hügelmantel und dem latènezeitlichen Objekt 11 (**Abb. 101**). Die Vertretung von Nadelgehölzpflanzen in den Kohlenstückenproben aus dem Hügelmantel betrug 88,69 % (Anteil der Fichte 36,52 %) und in den Proben aus Objekt 11 95,92 % (Anteil der Fichte 67,35 %). Die Artenzusammensetzung der Proben aus dem latènezeitlichen Objekt 11 ist nicht nur wesentlich verarmt, sondern auch durch die markante Dominanz der Fichte, die wahrscheinlich ihre selektive Auswahl widerspiegelt, auffällig. Eine eindeutige Interpretation der Kollektionen des verkohlten Holzes ist schwierig, weil die im Grabhügel 1 aus Rovná festgestellten Holzkohlenstückchen auch aus einem älteren Besiedlungshorizont, der sich in der Umgebung des Grabhügels befand, stammen könnten. Sie könnten aber auch Feuer belegen, die während der Bestattung bis zum Verschließen der Kammer und dem Aufschichten des Grabhügels vor Ort brannten. Auch die im latènezeitlichen Objekt 11 (**Taf. 14-19**) festgestellten Holzkohlenstückchen (**Abb. 24; 100**) könnten als Überreste aus den Opferfeuern in diese Grube geraten sein.

J. Novák

<sup>287</sup> Šálková u. a. 2017.

<sup>289</sup> Giesecke u. a. 2017.

<sup>288</sup> Neuhäselová 2001.

## PHOSPHATANALYSEN

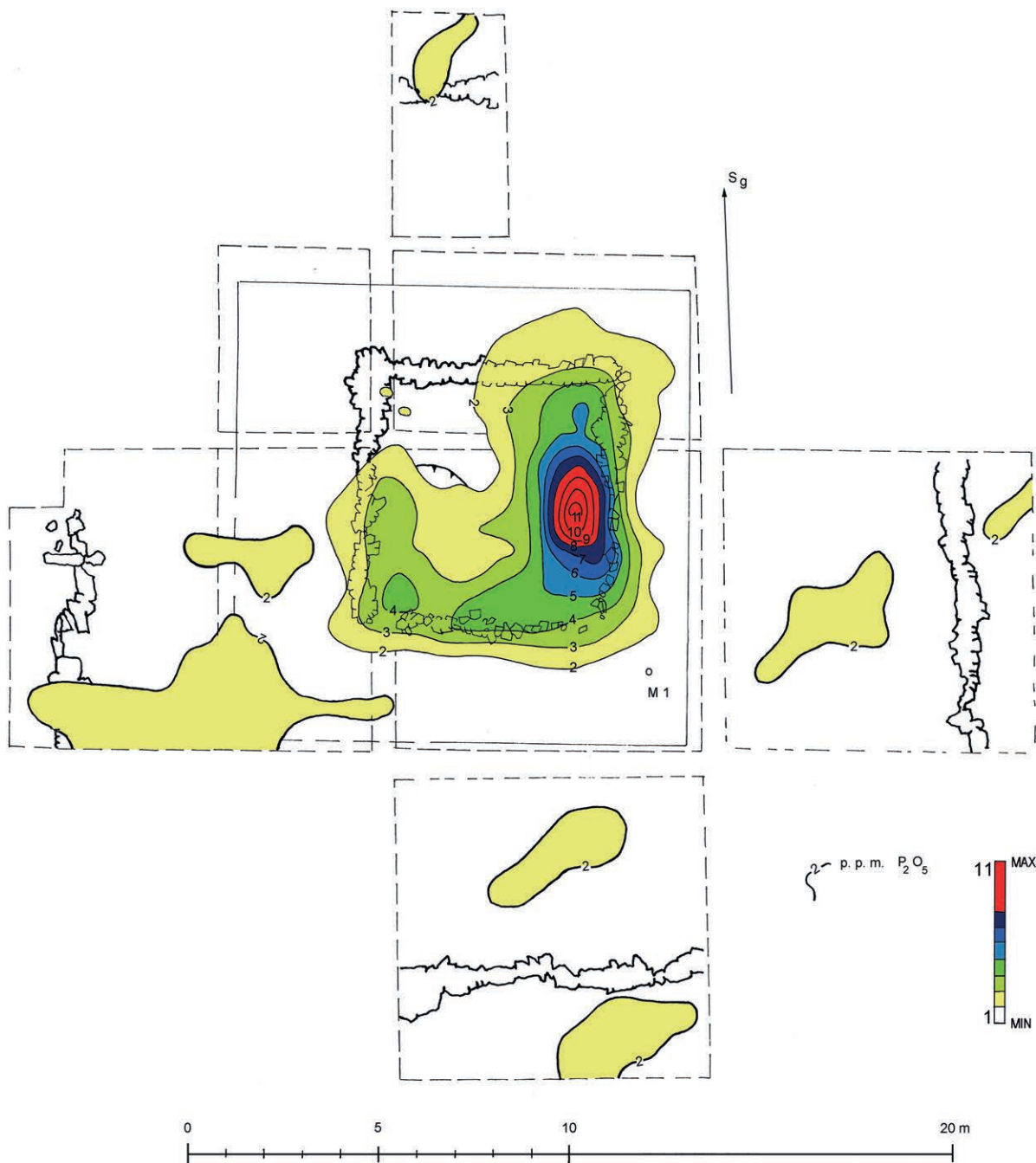
In Zusammenhang mit den archäologischen Untersuchungen des Grabhügels in den Jahren 2012 und 2013 wurden auch Phosphatanalysen durchgeführt (**Abb. 14; 102**), um Erkenntnisse zu gewinnen, die mit klassischen archäologischen Verfahren nicht festzustellen sind. Ziel war es, die Quantität der Versorgung des späthallstattzeitlichen Verstorbenen mit Lebensmittelbeigaben, aber auch den ursprünglichen Ort der Körperzersetzung der im Grabhügel beerdigten Individuen festzustellen. Während der archäologischen Untersuchung des Hügels wurden im östlichen Teil der Grabkammer Gefäße und Tierknochenreste gefunden, die direkt oder indirekt Lebensmittelbeigaben belegen. Einigermassen kompliziert war die Bestimmung der ursprünglichen Lage des Körpers des späthallstattzeitlichen Verstorbenen, weil keine Knochenüberreste *in situ* entdeckt wurden. Nur ein Häufchen von Knochen, Schmuckstücken und Artefakten, die dem Toten gehören mussten, ermöglichte es, grob die Lage der Leiche zu bestimmen. Diese Funde können wie folgt interpretiert werden: Die Lage der sterblichen Überreste wurde gestört, sie wurden disloziert, und die wertvollen Objekte wurden wahrscheinlich entnommen<sup>290</sup>.

Als Detektionsmethode der Phosphatuntersuchung wurde für die gesamte Probenreihe die modifizierte relative Methode der Phosphatbodenanalyse nach A. Majer verwendet: 1 g von durchsiebtem, dürrer, feinkörnigem Erdboden wird 10 min im Wasserbad in 5 % Ethansäure extrahiert, nachfolgend wird der Extrakt mit kaltem Wasser verdünnt, und die Erde wird mithilfe der Zentrifuge separiert. Im durch die Zentrifugal-separation abgeklärten Extrakt werden  $\text{PO}_4$ -Ionen spektralphotometrisch nach der Reaktion mit dem Ammoniummolybdat und Zinn(II)-chlorid festgestellt.

Für die Phosphatuntersuchung wurde über der Grabkammer ein regelmäßiges Entnahmenetz von 0,5 m × 0,5 m angelegt, während die Proben außerhalb der Grabkammer in einem Netz von 1,0 m × 1,0 m entnommen wurden. Gemessene Werte des Gehalts der extrahierten  $\text{PO}_4$ -Anionen wurden nachfolgend auch nach außen auf das Raster 0,5 m × 0,5 m interpoliert und einer numerischen Niederfrequenzfilterung durch ein 3 × 3-Punkt-Fenster unterzogen. Die Nummernfiltration hatte vornehmlich zum Ziel, zufällige Messfehler auszuschließen. Auf der Fläche 12,0 m × 12,0 m entstand so die Matrix von 625 Werten mit der Amplitude 1-11 p.p.m. vom äquivalenten Phosphoroxid, die der Autor anhand der handgezeichneten Iso-linienkarte interpretierte (**Abb. 14**). Es scheint ohne jeden Zweifel, dass der östliche Teil der Grabkammer der Vorratsraum war, was aus der ausgedehnten und hohen Phosphatanomalie abgeleitet werden kann (**Abb. 14, Y**). Die Menge der Lebensmittel, die in der Lage war, eine so gewaltige Anomalie hervorzurufen, kann auf viele Doppelzentner geschätzt werden. Sicherlich nicht unbedeutend für die Abschätzung der Quantität von Vorräten ist der Fakt, dass die Anomalie über die Grabkammer hinaus reicht (**Abb. 14, Y**).

Bei der Suche nach der Lage der beerdigten späthallstattzeitliche Einzelperson macht der Aspekt große Schwierigkeiten, dass man den Phosphor aus dem Leichnam vom Phosphor aus den Lebensmitteln nicht unterscheiden kann. Darum war die Lage der menschlichen Knochen ein sehr wichtiges Indiz, obwohl sie sekundär verlagert waren. Das Gewicht eines erwachsenen Menschen schwankt zwischen 50 kg und 100 kg, sodass er ungefähr 300 g Phosphor an den Boden abgibt. Einen dem Menschen ähnlichen Anteil von Phosphor im Körper besitzen Schweine. Ein Schwein mit einem Gewicht von 112,50 kg enthält 440 g Phosphor und 730 g Kalzium, also die Elemente, die zu dauerhafteren Bindungen an das Bodensubstrat fähig sind. Darum scheint die Lage der Leiche in der südwestlichen Ecke der Grabkammer mit einer Nord-Süd-Orientierung wahrscheinlich, wie die hier gemessene Anomalie (**Abb. 14, X**) mit adäquater Amplitude

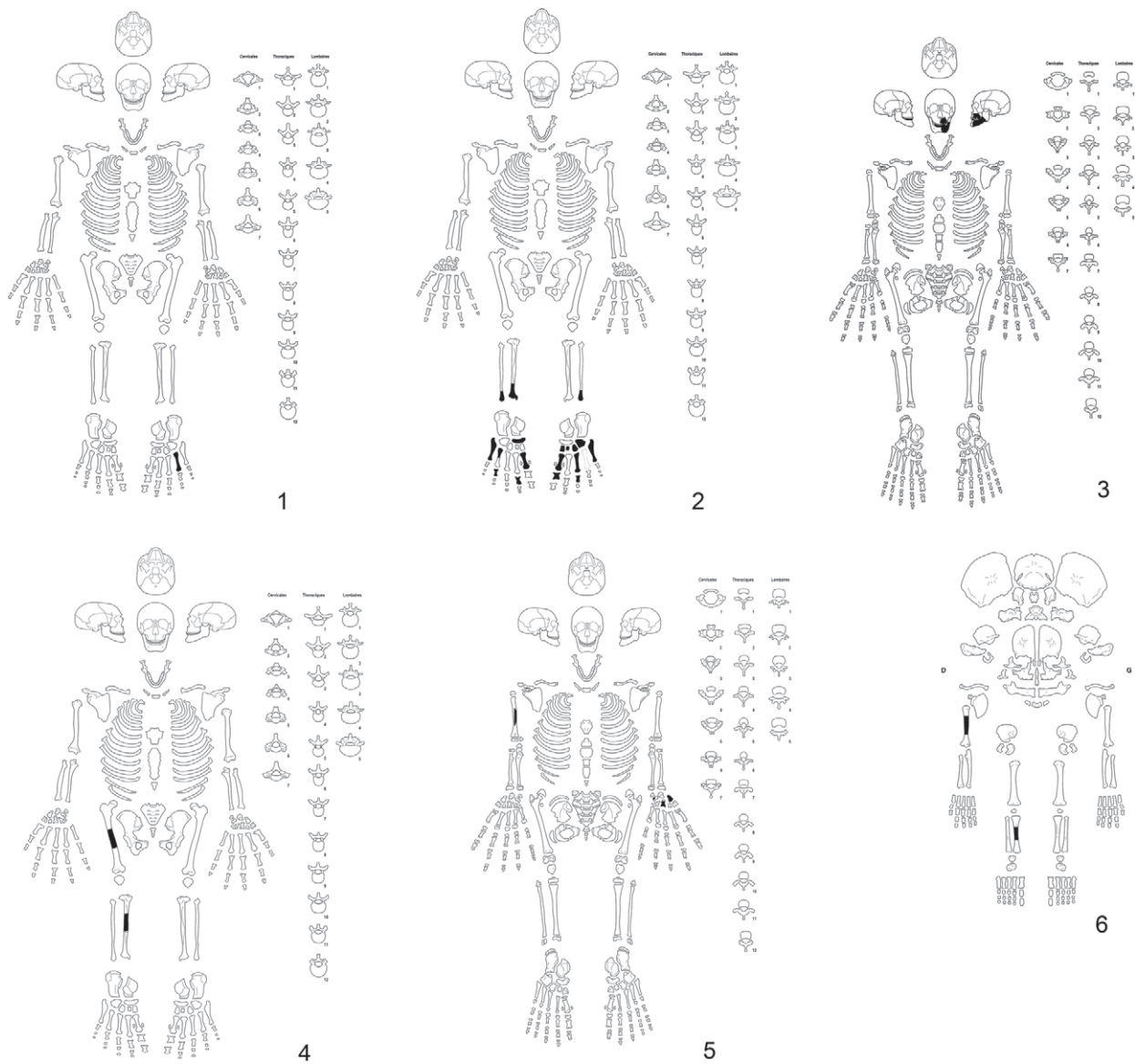
<sup>290</sup> Zur Lage der Funde weisen wir auf die Abbildungen in dieser Publikation und auch auf ältere Veröffentlichungen hin, vgl. Chytráček u. a. 2015a, 74f.; Majer 2017, 417.



**Abb. 102** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Ergebnisse der Phosphatanalyse innerhalb und außerhalb der Grabkammer auf dem Niveau der entdeckten Hügel fundamente. – (Karte A. Majer, B. Hřůzová).

und ihre Ausmaße zeigt. Sie entspricht dem Aufbahrungsort der Leiche, beispielsweise auf einem Katafalk, Wagen oder einer Totenbahre.

Auf Phosphate wurde auch der Bereich außerhalb der Grabkammer auf dem Niveau der entdeckten Hügel fundamente untersucht. Die Bodenproben wurden hier in einem Messnetz von 1,0m x 1,0m entnommen. Die Auswertung zeigte, dass nirgendwo in der Umgebung der Grabkammer die Werte überschritten wurden (**Abb. 102**), die für den Ablageort des Leichnams oder für den durch Beigaben nicht betroffenen Kammer bodenbereich im intakten Teil der Grabkammer als charakteristisch angesehen werden. Die Erforschung der



**Abb. 103** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Knochenfragmente verschiedener menschlicher Individuen. – **1-3** Hallstattzeit; **4-5** Latènezeit (mindestens zwei Individuen); **6** Frühmittelalter. – (Grafik P. Stránská).

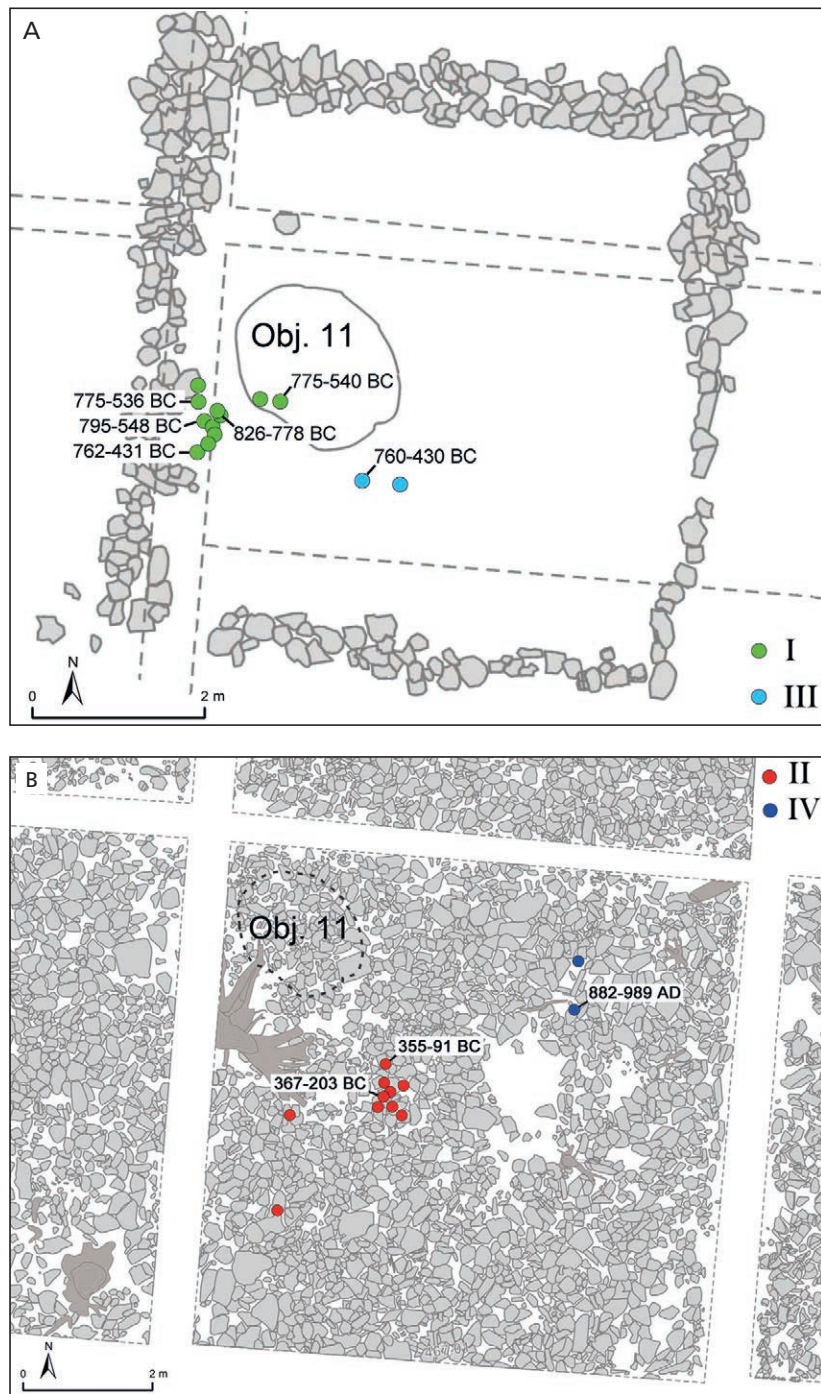
weiteren Umgebung der Grabkammer bestätigt so ohne jeden Zweifel einen anthropogenen Ursprung der Phosphatanomalien in der Grabkammer selbst<sup>291</sup>.

*A. Majer*

## ANTHROPOLOGISCHE ANALYSE

Die Grabkammer von Rovná enthielt eine große Menge von meist isolierten menschlichen Knochenbruchstücken (Abb. 75-76; 103), wobei es bei der Mehrheit davon nicht möglich war, ihre anatomische Be-

<sup>291</sup> Majer 2014.



**Abb. 104** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Verteilung der Knochenfragmente verschiedener menschlicher Individuen. – **A** 5. Dokumentationsniveau/Planum: **I** Knochenakkumulation Bereich I; **III** Knochenakkumulation Bereich III. – **B** 2. Dokumentationsniveau/Planum: **II** Knochenakkumulation Bereich II; **IV** Knochenakkumulation Bereich IV. – (Grafik J. John).

ziehung und die anthropologischen Charakteristiken zu bestimmen. Die Verteilung des Materials kann in einzelne Bereiche eingeteilt werden (**Abb. 104**). Die größte Knochenakkumulation (Bereich I) lag an der westlichen Wand der Grabkammer. Sie wurde durch die Fragmente eines rechten Unterschenkels und eines linken Wadenbeins und durch winzige Fußknochen, d.h. Fußwurzelknochen, Mittelfußknochen und Zehenglieder, gebildet (**Abb. 103, 2; 104A; Taf. 32A**). Die Knochen waren von mittelrobuster und robuster



Konstitution mit voll angewachsenen Epiphysen. Die Unterschenkelknochen gehören zu einer erwachsenen Person mit einer robusteren Körperkonstitution, eher männlichen Geschlechts, der Alterskategorie *adultus* II+ (über 30 Jahre). Bei den winzigen Fußknochen wurde aufgrund gewisser anatomischer Ähnlichkeiten und Zusammenhänge die Beziehung zu den Unterschenkelknochen vorausgesetzt. Die Radiokarbondatierung einiger Proben aus diesem Bereich ergab jedoch ein überraschendes Ergebnis: Die Mehrheit der Proben fiel in eine breitere Zeitspanne der Hallstattzeit in der zweiten Hälfte des 8. bis in das 5. Jahrhundert v. Chr., und man kann höchstwahrscheinlich mit einem späthallstattzeitlichen Alter rechnen. Ein Mittelfußknochen (*metatarsus*) mit der Datierung 826-775 BC muss aber an den Beginn der Hallstattzeit gestellt werden (**Abb. 76, 1; 103, 1; 104A**). Es ist also evident, dass die Knochen aus dem Bereich I zwei erwachsenen Individuen zugeordnet werden können. Im Fall der älteren Bestattung ist nur die Alterskategorie »Erwachsener« konstatierbar, weitere anthropologische Feststellungen sind nicht möglich.

Der Bereich II (**Abb. 75, 2; 104B**) befand sich an der südlichen Wand der Grabkammer. Hier wurden Reste von Extremitätenröhrenknochen, Fragmente der Beckenknochen und winzige Mittelhandknochen (*ossa metacarpalia*) gefunden, die mindestens zwei Individuen zugeordnet werden können – einem robusteren erwachsenen Individuum (**Abb. 103, 4**) und einem grazileren Individuum (**Abb. 103, 5**). Bei letzterem ist nicht mit Sicherheit zu bestimmen, ob es sich um einen Erwachsenen oder um ein jugendliches Individuum handelt. Bei diesen Überresten ist es nicht möglich, eine anatomische Beziehung zu den Knochen aus den Bereichen I und III näher zu bestimmen. Die Radiokarbondatierung der Knochenproben aus dem Bereich II bestätigt einen latènezeitlichen jüngeren Eingriff in den Hügel (**Abb. 104B**).

Der Bereich III (**Abb. 104A**) lag nördlich von Bereich II und ergab die Reste von Ober- und Unterkiefer (**Abb. 103, 3; Taf. 32B**), die einem jungen Individuum der Kategorie *juvenis-adultus* I (14-25 Jahre) zuzuweisen sind. Laut der Radiokarbondatierung kann man dieses Individuum ebenfalls in die spätere Hallstattzeit datieren.

Am östlichen Rand der Kammer (Bereich IV) konnten die Überreste eines Neugeborenen (*infans* I) identifiziert werden (**Abb. 75, 1-2; 103, 6; 104B**). Fragmente des Tibiaknochenschafts und rechten Humerus wurden in der ersten und zweiten mechanisch abgetragenen Schicht (1.-2. Dokumentationsniveau) in der Nähe einer kleinen Steinkiste (**Taf. 10**) gefunden. Die Radiokarbondatierung des rechten Humerus (AD 882-989) bestätigt die Datierung ins frühe Mittelalter.

Die gefundenen sterblichen Überreste belegen also eine Bestattung aus dem Beginn der Hallstattzeit (erwachsenes Individuum, nicht näher bestimmbar) und mindestens zwei späthallstattzeitliche Bestattungen (heranwachsendes oder jung erwachsenes Individuum, *juvenis-adultus* I, und ein eher männliches Individuum, *adultus* II+, über 30 Jahre) (**Abb. 75; 76; 104A**). Eine weitere Bestattung (Bestattungen?) stammt aus der Latènezeit (**Abb. 75, 2; 104B**). Es handelte sich wahrscheinlich um mehrere, nicht zeitgleich niedergelegte sekundäre Bestattungen. Unklar ist die Interpretation des winzigen Fragments eines menschlichen Fingerknochens (*phalanx*), das vielleicht etwas angebrannt ist und dessen Fundlage unbekannt ist. Die jüngste Bestattung ist ein Neugeborenes (**Abb. 75, 1-2; 78; 103, 6; 104B**), das laut Radiokarbondatierung ins Frühmittelalter datiert.

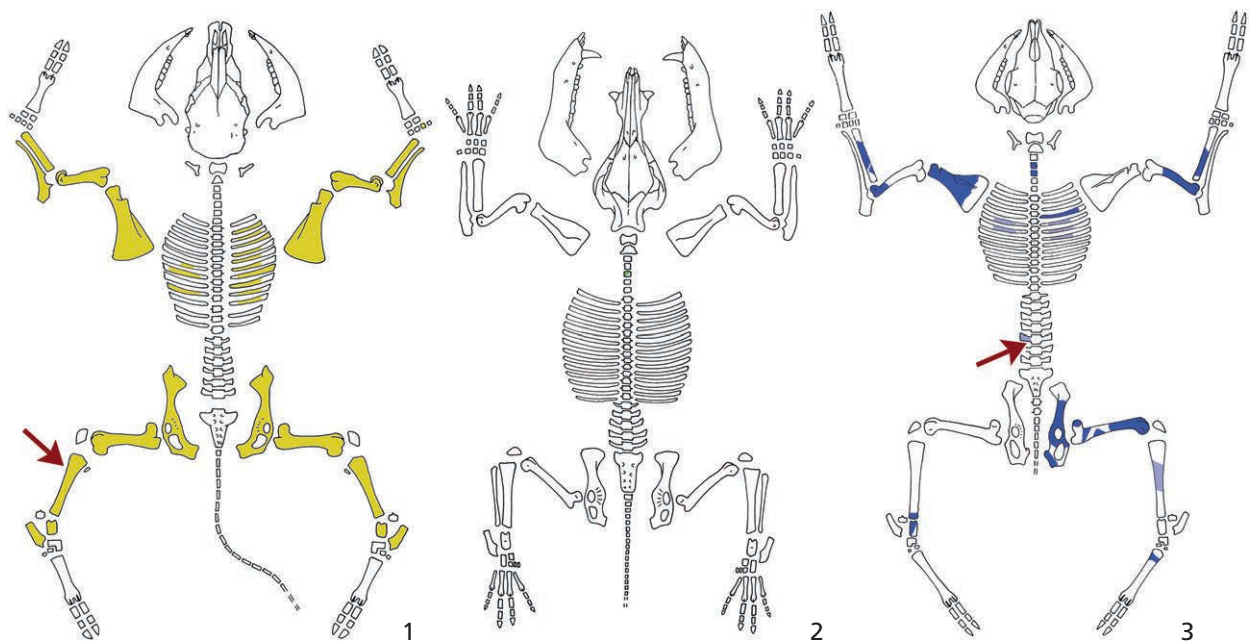
P. Stránská

Lab. Probe-Nr.	Ro:	Schicht	Art	Anatomie	Anmerkung	Konventionelles Radiokarbonalter (BP)	Intervall des kalibrierten Alters (BC)	P (%)
18_092	627	4	<i>Homo</i>	<i>metatarsus</i>	robust	2618 ± 26	826-778	95
18_093	579	4?	<i>Homo</i>	<i>fibula</i>	robust	2529 ± 25	795-548	97*
13_114	324	4	<i>Ovis/Capra</i>	<i>radius</i>	einige Fragmente eines Knochens	2511 ± 35	794-536	95
13_120	514	3	<i>Homo</i>	Langknochen		2507 ± 35	793-536	95**
18_098	772	5 (Obj. 11)	<i>Homo</i>	<i>metatarsus</i>	robuster	2498 ± 25	775-540	95
18_097	638	4	<i>Homo</i>	<i>phalanges</i>	robuster	2491 ± 26	775-536	95**
18_100	382	4 (über Obj. 11)	<i>Ovis/Capra</i>	<i>vertebra cervicalis</i>		2482 ± 25	771-512	95
18_099	993	5	<i>Ovis/Capra</i>	<i>costa</i>		2474 ± 25	769-486	95
13_109	757	3	<i>Ovis/Capra</i>	<i>metatarsus</i>	einige Fragmente eines Knochens	2478 ± 35	774-476	93**
13_107	214b	5	<i>Bos</i> (Fleischbeigabe)	<i>tibia</i>	einige Fragmente eines Knochens	2476 ± 36	772-473	92**
13_121	309	4	<i>Homo</i>	Schädel		2474 ± 36	771-430	95
18_102	2024	4	<i>Sus</i>	<i>vertebra cervicalis</i>		2467 ± 26	766-477	93**
18_094	685	5	<i>Homo</i>	<i>phalanx?</i>	grazil	2464 ± 24	763-431	96*
18_091	489	4	<i>Homo</i>	Langknochen	robust	2463 ± 25	762-431	96*
18_090	320	4	<i>Homo</i>	<i>maxilla (juvenis-adultus I), Zahn M1</i>		2462 ± 26	760-430	95
18_096	128	2	<i>Homo</i>	<i>tibia</i>	grazil (jugendlich?)	2459 ± 24	756-429	96*
13_111	768	5	<i>Ovis/Capra</i>	<i>humerus</i>	einige Fragmente eines Knochens	2445 ± 35	755-409	96*
18_101	759	5 (Obj. 11)	<i>Ovis/Capra</i>	<i>metatarsus</i>		2442 ± 25	751-409	97*
13_110	539	3	<i>Bos</i>	<i>os occipitale</i>		2424 ± 35	751-402	97*
18_095	93	2	<i>Homo</i>	<i>metacarpus</i>	grazil	2217 ± 25	367-203	95
13_118	89	2	<i>Homo</i>	Langknochen	einige Fragmente eines Knochens	2146 ± 26	355- 91	96*
13_115	7	1	<i>Homo</i>	<i>humerus (infans)</i>		1119 ± 24	882-989 AD	95

**Tab. 5** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Ergebnisse der Radiokarbondatierung der eisenzeitlichen Knochen. Es sind Intervalle des kalibrierten Alters zusammen mit ihrer absoluten Wahrscheinlichkeit eingeschlossen. P: \* verknüpftes Intervall, \*\* Hauptintervall. – (Tabelle I. Světlík, R. Kyselý).

## ANALYSE DER TIERKNOCHEN

Die Grabkammer enthielt osteologische Funde verschiedenen Alters. Wenn man von Intrusionen und jüngeren Eingriffen aus der Latènezeit und dem Mittelalter absieht, dann dürften die Tierknochen aus mindestens zwei unterschiedlich alten hallstattzeitlichen Bestattungen stammen. Die gesamte Radiokarbon-



**Abb. 105** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Tierskeletteile, die als Fleischbeigaben des späthallstattzeitlichen Grabes interpretiert werden. – **1** Kalb. – **2** Schwein. – **3** Schaf/Ziege. Dunklere Farbe: sichere Determination, helle Farbe: unsichere Determination. Die Pfeile markieren Stellen mit Kerben/Einschnitten. – (Grafik R. Kysely; nach Kysely 2018, ergänzt um Flotationsfunde und unter Berücksichtigung der Radiokarbondatierung).

datierung der archäologisch in die Hallstattzeit datierten Tierknochen einschließlich der Kalbsknochen (Abb. 10, e; 13; 105, 1) als späthallstattzeitliche Speisebeigabe fällt ins »hallstattzeitliche Plateau« der Radiokarbonkalibrierungskurve (vgl. Tab. 5; Abb. 113). Dadurch unterscheidet sich die Datierung der Tierknochen von der Datierung eines Menschenknochens (vgl. Tab. 5), der noch vor diesem Plateau niedergelegt wurde und der der älteren Bestattung aus dem Beginn der Hallstattzeit zugewiesen wird. Da nur ein Knochen von insgesamt 21 analysierten Knochen entsprechend datiert werden konnte, besteht die Annahme, dass die Mehrheit der Tierknochen zusammen mit der jüngeren der beiden belegten hallstattzeitlichen Bestattungen deponiert worden ist. Laut dem Fundkontext kann man den Fund der teilweise artikulierten Körperteile vom Kalb für einen intentionellen Bestandteil des späthallstattzeitlichen Bestattungsrituals halten. Die hallstattzeitliche Datierung der Kalbsknochen bestätigt auch die Radiokarbondatierung (13\_107 in Tab. 5). Folgerichtig kann man aufgrund der Radiokarbondatierung auch die auf dem Boden der Kammer gefundenen Überreste von einem Schaf oder einer Ziege für einen Bestandteil der späthallstattzeitlichen Bestattung (Abb. 105, 3) halten. Das Kalb und das Schaf/die Ziege stellten im Rahmen des Bestattungsrituals augenscheinlich eine Fleischbeigabe dar. Schwieriger zu interpretieren ist der Fund einzelner Knochen vom Schwein (Abb. 105, 2), die ebenfalls vom Kammerboden stammen. Als absichtlich beigegeben und vielleicht späthallstattzeitlich dürften auch die durch das Schlämmen gewonnenen Knochen (Krallen) einer Bärenpranke gelten (Abb. 106; s. u.). Neben den oben erwähnten Funden wurden während der Ausgrabung Knochen von kleineren Wirbeltieren geborgen, die als Kontamination oder Intrusion zu erklären sind. Ähnlich werden verschiedene Knochenfragmente aus höheren Dokumentationsniveaus und von Fundstellen außerhalb der Grabkammer interpretiert. Schwierig ist die Deutung der Knochen aus jüngeren Eingriffen, z.B. aus dem latènezeitlichen Eingriff (Objekt 11). Ein Menschenknochen und zwei Tierknochen aus Objekt 11 wurden durch die Radiokarbondatierung als hallstattzeitlich bestimmt (Tab. 5). Für die sekundären latènezeitlichen Bestattungen konnten also keine Tierbeigaben nachgewiesen werden.



**Abb. 106** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Drei Bärenkralen, die bei der Flotation der Erdproben vom Kammerboden aus der südwestlichen Ecke der Grabkammer gefunden wurden. **1** (1854); **2** (2122); **3** (2059). – (Foto R. Kyselý).

Eine Sondergruppe der Objekte stellen Knochen- und Geweihartefakte dar, die einen Teil der späthallstattzeitlichen Grabausstattung bildeten. Ihre zoologische und anatomische Determination wird im Schlussabsatz dieses Kapitels behandelt. Die Funde werden nach der angegebenen Gliederung besprochen.

Die Tierbeigaben, hauptsächlich Fleischbeigaben, aus Rovná wurden bereits veröffentlicht<sup>292</sup>, die folgende Analyse gibt den aktuellen Erkenntnisstand wieder, der auch das Material aus der Schlämmanalyse und neue Ergebnisse der Radiokarbonanalysen berücksichtigt.

### Fleischbeigaben

Überreste vom Kalb

Überreste vom Kalb (*Bos taurus*) lagen auf dem Boden im östlichen Teil der Grabkammer in der Nähe der Bronzeobjekte (vgl. **Abb. 10, e; 13; 109**), d. h. außerhalb des Bereichs, in dem der Wagen und die Menschenknochen gefunden wurden. Anwesend waren ausgewählte Fleischteile, konkret die proximalen Teile aller vier Extremitäten und die Serien der linken und rechten Rippen (**Abb. 105, 1**). Einige Beobachtungen *in situ* (**Taf. 24**) und die anatomi-

mischen Zusammensetzung weisen darauf hin, dass die Knochen teilweise artikuliert vorlagen. Es zeigt sich ohne Zweifel ein ungestörter Bestandteil der späthallstattzeitlichen Bestattung. Im Grab wurden die proximalen Fleischteile aller vier Gliedmaßen und die Hüfte desselben Kalbsindividuums niedergelegt. Darauf weisen die gleiche Größe und die Morphologie der anatomisch einander entsprechenden Knochen (z. B. Oberarmknochen) und ein entsprechendes, aus verschiedenen Knochen determiniertes Alter hin. Die distalen Enden der Gliedmaßen, die Wirbelsäule und der Schädel, die wenig Fleisch geben, sind nicht belegt und wurden offensichtlich nicht im Grab deponiert, sonst müssten wenigstens Wirbeltorsi, feste Metapodien und insbesondere Zähne, die viel beständiger als Knochen sind, erhalten geblieben sein. Weil die Wirbelsäule, d. h. der die Extremitäten verbindende Körperteil, fehlt, wurden die einzeln gefundenen Körperteile höchstwahrscheinlich gesondert niedergelegt. Auffällig ist die räumliche Distribution der Körperteile: Anatomisch einander nicht verbundene proximale Segmente aller vier Extremitäten und beide Rippensegmente wurden so platziert, damit sie wie das ganze, auf dem Rücken liegende Tier aussahen (vgl. die Platzierung der einzelnen Extremitätenteile und Rippen) (**Abb. 13; Taf. 24**). Die Anordnung der Überreste konnte so symbolisch den gesamten Körper substituieren. Aufgrund des Fusionstands der proximalen Epiphyse der Speichen (die linke ist größtenteils nicht zusammengewachsen, die rechte ist größtenteils zusammen-

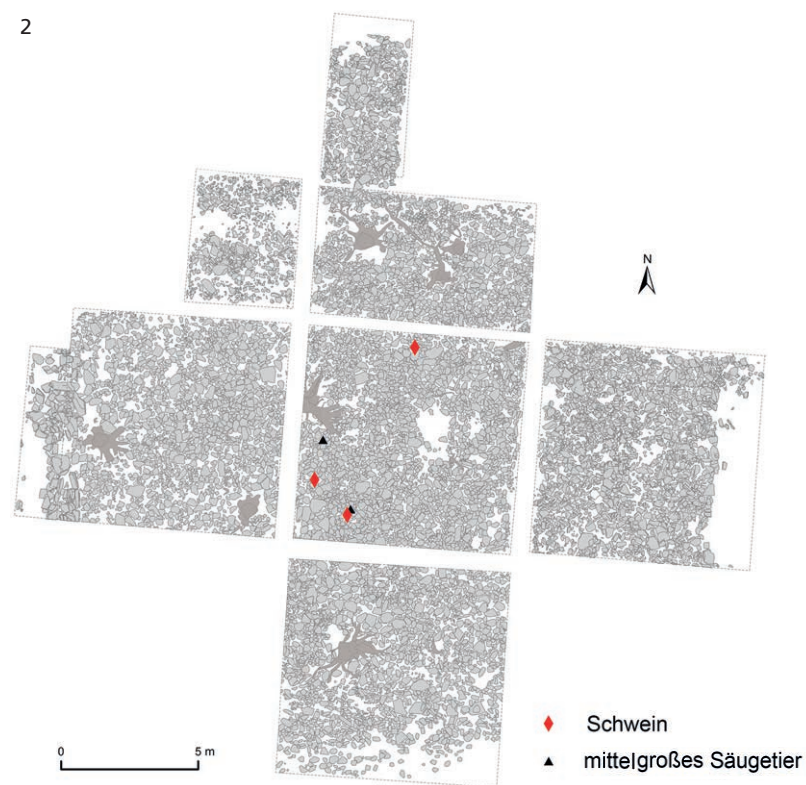
<sup>292</sup> Kyselý 2018.

gewachsen), des angewachsenen Rabenschnabelfortsatzes (*processus coracoideus scapulae*), der nicht zusammengewachsenen distalen Epiphyse des Oberarmknochens und aufgrund der Größe und des Aussehens der Knochen wurde das Alter des Kalbs auf 10-15 Monate, höchstwahrscheinlich ca. 12 Monate, festgelegt. Zwei in den oberen Schichten und außerhalb der Grabkammer gefundene Fragmente eines Rinderschädels können mit dieser Beigabe nicht zusammenhängen, obwohl eines durch die Radiokarbondatierung in die Hallstattzeit datiert wurde (13\_110 in **Tab. 5**).

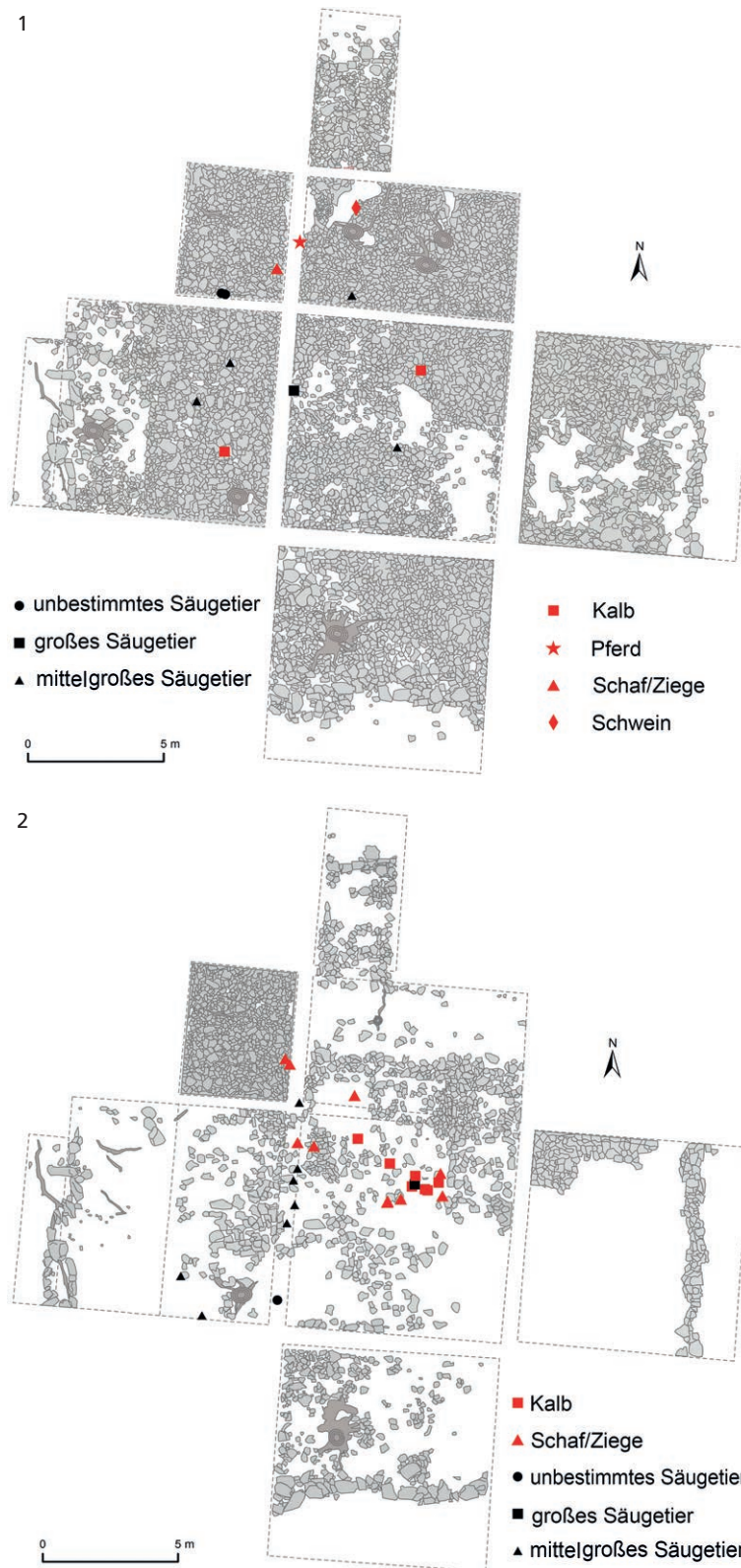
#### Überreste von Schaf/Ziege und Schwein

Knochenfragmente des Schafs/der Ziege wurden an verschiedenen Stellen auf dem Niveau des Grabkammerbodens gefunden (**Abb. 21; 105, 3; 107-109; Taf. 45B**). Das lässt die Idee aufkeimen, dass es sich um einen gestörten und zerstreuten Überrest der älteren Grabanlage handeln könnte. Nichtsdestoweniger zeigen die Radiokarbondaten, dass die Mehrheit der (bzw. alle) Überreste der späthallstattzeitlichen Bestattung zuzuordnen ist. In der gesamten als Schaf/Ziege determinierten Knochenkollektion wurde nur ein Individuum (MNI = 1) erkannt (**Abb. 105, 3**). Alle Knochenfunde stammen also von einem Schaf oder einer Ziege. Sollte ein in der Steinkonstruktion der Kammer gefundenes und als Schaf (*Ovis aries*) determiniertes Fragment eines Mittelhandknochens zum Skelett gehören, dann könnte es sich um die Überreste eines Schafs handeln. Knochen des Schafs/der Ziege wurden sowohl im östlichen Teil (Extremitäten) als auch im westlichen Teil der Grabkammer (Rippen, Wirbel, einige Extremitäten) zerstreut angetroffen (**Abb. 107, 1; 108, 1**). Die Knochenkollektion des Schafs/der Ziege zeigt die gleiche Auswahl von niedergelegten Skelettteilen wie es beim Kalb der Fall ist, d. h. die Deponierung der Rippen und der proximalen Teile der Extremitäten. Eine Rippe lag direkt im Bereich der Ladefläche des zweirädrigen Wagens (**Abb. 21, 993; Taf. 45B**) in der nordwestlichen Ecke des Grabkammerbodens, was die Vorstellung, dass die Rippen auf dem Wagen gelegen haben, evoziert (in diesem Bereich wurden ferner mehrere Tierrippenfragmente gefunden, vielleicht ebenfalls von Schaf oder Ziege) (**Abb. 21, 1050. 1154. 1148**). Nichtsdestoweniger wurden in den unteren Dokumentationsniveaus der Grabkammer wenige Wirbel und fleischtragende Elemente der Gliedmaßen, konkret die proximalen Enden der Metapodien, festgestellt. Ein Wirbel und ein Metapodium wurden im Bereich des jüngeren latènezeitlichen Eingriffs gefunden (Objekt 11), das Radiokarbondatum bezeugt jedoch ein hallstattzeitliches Alter. Genauso wurde das hallstattzeitliche Alter bei dem Mittelfußknochen aus dem 3. Dokumentationsniveau aus dem Bereich der Steinkonstruktion der Grabkammer bestätigt (13\_109, 18\_100, 18\_101 in **Tab. 5**). Die Interpretation der zerstreuten Knochen ist jedoch problematisch, denn nicht alle müssen zu einer Fleischbeigabe gehört haben (in **Abb. 105** sind davon nur die Wirbel und der Metatarsus aus Objekt 11 eingeschlossen). Noch schwieriger ist die Interpretation der drei Zähne von Schaf/Ziege, wobei jedoch nur das winzige, durch Schlämmen gewonnene Fragment eines Milchmolars auf dem Grabkammerboden gefunden wurde. Auf Basis der Größe und des Aussehens der Knochen, des nicht zusammengewachsenen distalen Schienbeins (wenn auch wahrscheinlich kurz vor der Verwachsung), der schon zusammengewachsenen Hüftgelenkpfanne (*acetabulum*) und der distalen Epiphyse des Oberarmknochens wird das Alter des Schafs auf 1-2 Jahre geschätzt.

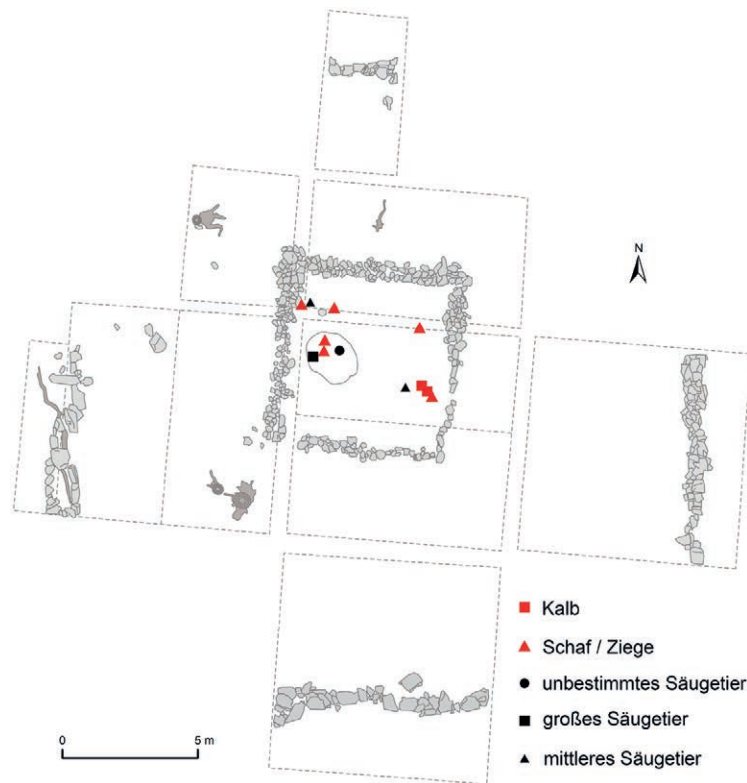
Vom Grabkammerboden stammen keine Knochen, die einem Schwein zugeordnet werden könnten. Einziger Beleg für die Anwesenheit eines Schweins ist ein durch Schlämmen gewonnenes Bruchstück eines Halswirbels, das aufgrund der Radiokarbondatierung mit der späthallstattzeitlichen Bestattung zu verbinden ist (18\_102 in **Tab. 5**). Sonstige Überreste von Schweinen stammen aus den oberen Dokumentationsniveaus des Hügels, die außerhalb der Grabkammer gefundenen Skelettteile eines jungen Schweins wurden durch die Radiokarbondatierung als mittelalterliche Intrusion bestätigt. Abgesehen von Geweihartefakten sind



**Abb. 107** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Verteilung der Tierknochen. – **1** 1. Dokumentationsniveau/Planum. – **2** 2. Dokumentationsniveau/Planum. – (Grafik J. John).



**Abb. 108** Rovní (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Verteilung der Tierknochen. – **1** 3. Dokumentationsniveau/Planum. – **2** 4. Dokumentationsniveau/Planum. – (Grafik J. John).



**Abb. 109** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Verteilung der Tierknochen. 5. Dokumentationsniveau/Planum. – (Grafik J. John).

Rind, Schaf/Ziege, Schwein und Bär die einzigen größeren Wirbeltierarten, die zuverlässig auf dem Niveau des Grabkammerbodens, d. h. auf den Dokumentationsniveaus 4 und 5, nachgewiesen wurden.

Es wurden keine Spuren von Feuer oder Verbiss auf den als Beigaben interpretierten Skelettfunden beobachtet, vereinzelt wurden aber Hinweise auf eine Entfleischung erkannt: Kerben nach dem Hacken auf das Kalbsschienbein und ein Einschnitt auf dem Wirbel des Schafs/der Ziege (ihre Position zeigt **Abb. 105**). Artikulierte Form, niedrige Zahl der beobachteten Entfleischungseingriffe und die Ergebnisse der Phosphatanalyse (**Abb. 14; 102**) weisen auf einen hohen Anteil organischer Komponenten im Bereich der Grabkammer hin. Das belegt eine reichhaltige Fleischbeigabe.

Es ist einleuchtend, dass die distalen Enden der Gliedmaßen nicht als Fleischbeigaben benutzt wurden. Nichtsdestoweniger wurde auf dem Gebiet der Tschechischen Republik im Kontext hallstattzeitlicher Fürstenbestattungen wiederholt beobachtet, dass anatomisch gleiche Körperteile wie im Fall des Kalbs (**Taf. 24**), d. h. Fleischteile der Extremitäten und Rippen, im Grab niedergelegt und andere an Fleisch reiche Körperbereiche (die Wirbelsäule) ausgeschlossen wurden<sup>293</sup>. Die Regelmäßigkeit dieser Auswahl von Fleischkörperteilen deutet auf strikte Regeln hin, nach denen sich der Ritus richtete. Obwohl Rippen nicht im gleichen Maße Fleisch aufweisen wie Gliedmaßen, müssen sie für ein Fleischgericht gehalten werden (vgl. die Anwesenheit der vollständigen Rippenserien und nicht lediglich einzelne isolierte Rippen). Fehlende Fleischkörperbereiche (der Rücken, die Wirbelsäule) waren wohl Bestandteil des Totenmahls<sup>294</sup>. Die im Grab erhaltenen Überreste offenbaren uns hiermit eine bewusste Auswahl. Es ist nicht uninteressant, dass diese Auswahl von Körperpartien keine vereinzelte archäologisch dokumentierte Erscheinung ist, sondern in unterschiedlicher Form in verschiedenen Gebieten und Kulturen auftrat. Darauf weisen z. B. reiche Kollektionen von Grabbei-

<sup>293</sup> Kysely 2018.

<sup>294</sup> Kysely 2018.



gaben der Glockenbecherkultur in Tschechien hin, in denen im Gegensatz dazu die Deponierung der Lendenpartie (lumbosakrale Partie) von Schweinen dominierte<sup>295</sup>. Alternativ könnten die als Fleischbeigabe nicht genutzten Körperpartien auf dem Bestattungsscheiterhaufen rituell verbrannt worden sein, wie es im Fall des geopferten Schweins aus dem 1. Jahrhundert v. Chr. aus Lamadelaine (Gem. Pétange) in Luxemburg beobachtet wurde<sup>296</sup>. Interessant ist, dass bei dieser Bestattung die unverbrannten Überreste des Schweins so arrangiert worden sind, dass sie wie das ganze Schwein aussahen, also auf eine ähnliche Art und Weise wie das Arrangement des Kalbs in Rovná. Der Fakt, dass die Bestattung aus Rovná viel älter ist als die aus Lamadelaine, deutet auf tiefere Wurzeln dieses Brauchs hin<sup>297</sup>. Auch die Ergebnisse internationaler Analysen tragen zu einem wachsenden Erkenntnisstand bei<sup>298</sup>. Aus den zitierten Studien geht hervor, dass alle drei Grundkategorien der Nutztiere als Fleischbeigaben vorkommen, wobei in Süddeutschland Schwein mäßig, Schaf/Ziege überwiegend und Rind am wenigsten vertreten sind<sup>299</sup>. Im Osthallstattkreis dominiert teils das Rind<sup>300</sup>. Es zeigt sich, dass die früheren Vorstellungen in der tschechischen Fachliteratur, beispielsweise bezüglich des Einlegens von Schweinekeulen, teils in Zweifel gezogen werden müssen, da die mithilfe moderner Methoden analysierten Beigaben aus allen vier rezent untersuchten, reich ausgestatteten hallstattzeitlichen Gräbern (der Grabhügel 1 in Rovná, Grab-Nr. 6 und Grab-Nr. 14 in Praha-Letňany, Grab-Nr. 17/2002 in Lovosice) Kalbsknochen enthielten<sup>301</sup>. Darum ist es nicht ausgeschlossen, dass die früher oft angenommene Dominanz von Schweinen nicht mehr haltbar ist; bei einigen älteren Untersuchungen könnten die Kalbsknochen, die wesentlich kleiner als Knochen des erwachsenen Hausrinds sind, leicht mit Schweineknochen verwechselt worden sein. Andere Tierarten außer Rind, Schaf/Ziege und Schwein wurden in Tschechien, im Unterschied zu den umliegenden Ländern, als Grabbeigabe nicht nachgewiesen<sup>302</sup>. In seltenen Fällen, konkret im modern untersuchten Fürstengrab-Nr. 6 aus Praha-Letňany<sup>303</sup>, konnten alle drei Tierarten in einer Bestattung nachgewiesen werden, auch im Fall der späthallstattzeitlichen Bestattung im Grabhügel 1 in Rovná ist dies nicht ausgeschlossen.

R. Kyselý

## Bärenkrallen

Den Beleg für die Beigabe von Bärenpranken oder eines Bärenfells (*Ursus arctos*) stellen drei distale Fingerglieder, d. h. Krallen tragende Knochen, dar (**Abb. 106**). Alle drei wurden beim Schlämmen der Erde aus dem südwestlichen Teil des Grabkammerbodens entdeckt, wo sich auch die späthallstattzeitliche Körperbestattung selbst befunden hatte (4.-5. Dokumentationsniveau, Sektor 2, Quadrat 5, und Sektor 1, Quadrat 8; **Abb. 9**). Die einzelnen Krallen sind zwar nicht geodätisch lokalisiert, sie könnten aber eine anatomische Einheit gebildet haben. Weder die anatomische Repräsentation noch die Größe der Fingerglieder (*phalanges*) schließen eine Zugehörigkeit zum selben Tier aus. Unter Berücksichtigung der verschiedenen Größen der Fingerknochen könnten sie sowohl von der Vorder- als auch der Hinterpranke stammen: Die größere Kralle (Fund-Nr. 1854) könnte zur Vorderpranke (**Abb. 106, 1**) und die zwei kleineren Krallen (Fund-Nr. 2059 und 122) zu der Hinterpranke oder den Hinterpranken gehört haben (**Abb. 106, 2-3**). Auf

<sup>295</sup> Kyselý 2012.

<sup>296</sup> Méniel 2006.

<sup>297</sup> Weitere Analogien und detailliertere Analysen des Phänomens der Fleischbeigaben in Tschechien sind in der Arbeit von R. Kyselý 2018 zusammengefasst.

<sup>298</sup> von den Driesch 1993; Müller-Scheeßel/Trebsche 2007; Stadler 2010; Kmetová 2017a; 2017b.

<sup>299</sup> Müller-Scheeßel/Trebsche 2007.

<sup>300</sup> Kmetová 2017b.

<sup>301</sup> Kyselý 2018.

<sup>302</sup> Kyselý 2018.

<sup>303</sup> Kozáková u. a. 2017.

die ursprüngliche Lage der Hinterpranke könnte die Beobachtung verweisen, dass Fund-Nr. 2122 aus derselben geschlammten Probe stammt, aus der auch ein menschliches Fingerglied belegt ist. Die Funde dürfen mit großer Wahrscheinlichkeit als Überrest eines Bärenfells interpretiert werden (vgl. **Abb. 114, 2**), bei dem die distalen Fingerglieder (*phalanx distalis*) mit den Krallen auch während des Gerbens am Fell belastet wurden. Bärenpranken könnten vielleicht auch als kulinarische Delikatesse, d. h. Fleischbeigabe, gedient haben. Bei genauerer Betrachtung enthält die Pranke eine ganze Reihe ziemlich großer und beständiger Knochen (proximale *phalanges*, *metapodia*), ihr Fehlen macht die Interpretation als Fleischbeigabe allerdings weniger wahrscheinlich. Daher ist es notwendig, eine dritte mögliche Erklärung in Erwägung zu ziehen, wonach die isolierten Krallen als Verzierung dienten oder ihnen eine Funktion als symbolischer oder magischer Gegenstand zugesprochen wurde. Isolierte Krallen hatten in Gräbern symbolische Bedeutung, sie waren jedoch oft, im Unterschied zu den Funden aus Rovná, durchbohrt. Die Krallen und Eckzähne von Raubtieren, besonders von großen Raubtieren, hatten in verschiedenen Kulturkontexten der Welt einschließlich Mitteleuropas die Symbolik einer Jagdtrophäe – von Kraft und Dominanz. Die Bärenkralle aus dem reich ausgestatteten späthallstattzeitlichen Grab mit vierrädrigem Wagen in Kitzingen-Repperndorf (Kreis Kitzingen) in Unterfranken hatte keine Bohrungen<sup>304</sup>. Im Milieu der Bylany-Kultur ist ein seltener Anhänger aus der distalen *phalanx* (der Kralle) eines Bären im Urnengrab-Nr. 50 in Poláky (okr. Chomutov) belegt<sup>305</sup>. Die Bärenkralle aus dem Grab in Poláky hatte jedoch Bohrungen, die es bei den Bärenknochen aus Rovná (**Abb. 106**) und Kitzingen-Repperndorf nicht gibt. Im hallstattzeitlichen Grab 1 in Freystadt-Oberndorf (Lkr. Neumarkt i. d. Opf.) mit Leichenbrand, wahrscheinlich von einem Kind, befand sich ein Fragment einer Braunbärenkralle, das als Anhänger interpretiert wird<sup>306</sup>. In Habrůvka-Býčí skála besaßen zwei durchbohrte Bärenkrallen wohl eine symbolische Funktion als Amulette, die vermutlich mit den vergesellschafteten Halsketten aus Bernstein zusammenhing<sup>307</sup>. Im frühlatènezeitlichen Grab-Nr. 6 von Bučany (okr. Trnava) in der südwestlichen Slowakei gehörte ein durchbohrter Bärenzahn ebenfalls zu einer Bernsteinhalskette<sup>308</sup>. Die Symbolik der Jagdtrophäe, von Kraft und Dominanz, sollte aber mutmaßlich auch dem ganzen Bärenfell innewohnen, sodass eine Deponierung des gesamten Fells in der Grabkammer in Rovná sehr wahrscheinlich ist. Auf Bronzegefäßen aus den hallstattzeitlichen Fürstengräbern Pommerkogel (Ha C2) und Kröllkogel (Ha D1) in Kleinklein in der Steiermark sind auch figurale Szenen einer Bärenjagd abgebildet, die sehr wahrscheinlich zur symbolischen und mythologischen Sphäre der Bewohner des Südostalpengebiets gehörte<sup>309</sup>. Die ungewöhnliche Jagd auf Bären in Militärausrüstung, die auf der Situla und auf den Zisten vom Pommer- und Kröllkogel abgebildet ist, bezieht sich wahrscheinlich auf berühmte Heroen aus der mythischen Vergangenheit, vielleicht die des Gründers der Fürstendynastie. Solch ein altertümlicher Mythos von der Bärenjagd war für die Identität der hallstattzeitlichen Gesellschaft in der Ostalpenregion wohl von grundlegender Bedeutung<sup>310</sup>. Tierpelze kamen in den Grabausstattungen privilegierter Einzelpersonen recht häufig vor; Belege haben sich jedoch nur sehr selten erhalten. Der Nachweis von Tierpelzen gelingt meist nur durch eine Haaranalyse des Tierfells aus den reich ausgestatteten Gräbern aus Ha D1/D2 in Baden-Württemberg. Den Boden der Hauptgrabkammer des Hohmichele bedeckten zwei Rinderfelle, auf denen die Körperbestattung lag. Auch der Boden der Nebengrabkammer-Nr. VI wurde mit Rinderfell bedeckt<sup>311</sup>. Der auf dem »Bronzeruhebett« liegende Mann in der Grabkammer von Hochdorf wurde ebenfalls mit Tierhaut ausgestattet: Seine Liege war mit einer 5-10 cm starken Schicht aus Pelzen, unterschiedlichen Lederarten, Textilien und anderen organischen Materialien bedeckt. Die

<sup>304</sup> Pare 1992b, 298-300 pl. 81, 21.

<sup>305</sup> Peške 1978; Koutecký/Smrž 1991, 205; Koutecký 1993, 23 Abb. 9.

<sup>306</sup> Kellner 1988, 94f. Abb. 71, 4.

<sup>307</sup> Parzinger/Nekvasil/Barth 1995, 56 Taf. 22, 261-262; 79.

<sup>308</sup> Bujna/Romsauer 1983, 281.

<sup>309</sup> Parzinger 1991, 18 Abb. 9; Egg 2013a, 458-460 Abb. 200-201.

<sup>310</sup> Egg/Kramer 2005, 29 Abb. 24; 2016, 91 f. 233 Beil. 1-2.

<sup>311</sup> Riek/Hundt 1962, 52. 65 Abb. 12 Beil. 3.

Haaranalyse wies zugleich die Anwesenheit vom Dachspelz im Beckenbereich des Verstorbenen nach. Auch der Pfeilköcher war mit Leder bedeckt<sup>312</sup>. Überreste von Tierleder wurden auch im Hügel-Nr. 4 in Bettelbühl gefunden; der schlechte Erhaltungszustand des Fells ließ jedoch keine zoologische Bestimmung zu<sup>313</sup>.

R. Kyselý / M. Chytráček

### Sonstige Tierknochenfunde

Verschiedene Knochen von Hase, Hund, erwachsenem Schwein, Hirsch, Nagetieren, Insektenfressern und Fröschen, die in höheren Dokumentationsniveaus oder außerhalb der Grabkammer gefunden wurden, stehen nicht evident mit der hallstattzeitlichen Bestattung in Zusammenhang. Ein außerhalb der Grabkammer gefundenes Fragment eines Pferdemitelhandknochens stellt keine intentionelle Beigabe dar, ausgeschlossen durch Fundlage und Radiokarbondatierung. Während der Ausgrabung des Hügels wurden keine weiteren Pferdeknochen gefunden. Die auf dem Boden der Grabkammer gefundenen Pferdegeschirrbestandteile sind daher nicht mit dem Pferdeknochenfragment zu verbinden, wie im böhmischen Milieu üblich<sup>314</sup>. Unter den kleinen Wirbeltieren sind drei Vogelknochen interessant; bei Vögeln besteht im Allgemeinen eine viel niedrigere Wahrscheinlichkeit einer Intrusion als es bei den Überresten von Bodensäugetieren und Fröschen der Fall ist. Bestimmt wurden das Haselhuhn (*Bonasa bonasia*), ferner ein nicht bestimmbarer winziger Singvogel und ein großer nicht bestimmter Vogel, möglicherweise eine Elster oder ein Sperber. Nur die Knochen des letztgenannten Vogels stammen aus der Grabkammer, wenn auch aus dem 1. Dokumentationsniveau von Objekt 1. Knochen von kleinen Scharwirbeltiere (hauptsächlich Nagetiere und der Frösche) sind nicht zuverlässig in die Hallstattzeit zu datieren, obwohl sie beim Schlämmen der unteren Hügelschichten zutage kamen. In dem ausgeschlammten Material wurden folgende Tierarten bestimmt: Mauswiesel (*Mustela nivalis*), Waldspitzmaus (*Sorex araneus*), Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*), Feldmaus (*Microtus arvalis*), Waldmaus (*Apodemus*), Kröte (*Bufo*) und Frosch (*Rana*).

An den Knochen aus dem Hügel wurde kein Verbiss von Hunden oder Nagetieren festgestellt, 13 sehr winzige und nicht bestimmbare Knochenfragmente waren bis in die schwarze oder weiße Farbe verbrannt. Nur drei davon wurden nahe des Bodens auf dem 5. oder 4. Dokumentationsniveau (Sektor 2, Quadrat 1 und 5; **Abb. 9**) geborgen, die übrigen stammen aus höheren Niveaus. Schneckengehäuse, deren Datierung ebenfalls unklar ist, sind bisher noch unbearbeitet.

R. Kyselý

### Gewei- und Knochenartefakte

In der Grabkammer wurden folgende Gewei- und Knochenartefakte gefunden: verzierte Plättchen (insgesamt 98), Zwingen, Perlen und Pfeilspitzen (**Taf. 40-46**). Bemerkenswert ist der Fund der verzierten vollständigen und teils durchbrochenen Plättchen, die unter den Knochen- und Geweihartefakten numerisch überwiegen. Sie zierten als Intarsie den Wagenkasten des zweirädrigen Wagens (**Abb. 21-22; 49-57**). Die Plättchen wurden alle aus Geweih hergestellt, davon zeugt die in vielen Fällen auf der Rückseite erhaltene Spongiosa. Die gleichmäßige Ausbreitung der Spongiosa schließt die Zugehörigkeit zu Röhrenknochen und

<sup>312</sup> Hansen 2010, 21. 26-29 Abb. 9-12.

<sup>314</sup> Kmeťová 2013; 2014; Kyselý 2018.

<sup>313</sup> Krause/Ebinger-Rist 2018, 45. 70.

ihre Feinheit sowie der fließende Übergang in die *substantia compacta* auch die Zugehörigkeit zu Rippen oder Unterkiefer aus. Geweih als Material ist bei vielen Plättchen auch durch die erhaltene wellige Oberfläche ihrer Vorderseite bezeugt, die die originale Oberfläche der Geweihstange darstellt. Eine mäßige Krümmung dieser ursprünglichen Oberfläche weist auf die Verwendung von Stangen großer Geweihe hin. Für die größten Plättchen (z. B. durchbrochene Plättchen mit Figuralmotiven) könnte der flache Teil der Geweihstange im Bereich der Verzweigung verwendet worden sein. Die Stärke der *substantia compacta* deutet an, dass überwiegend Geweihe kapitaler Hirsche verarbeitet wurden. Die Verwendung von Elchgeweih – der Elch besitzt ein sehr viel größeres Geweih, und er kommt im Raum Südböhmens natürlich vor – erscheint wegen der Seltenheit von Elchknochen im archäologischen Material<sup>315</sup> und der abweichenden Anatomie des Elchgeweihs sehr unwahrscheinlich. Das Gesamtvolumen der gefundenen Plättchen respektive der Fläche, die sie zusammen einnehmen, deutet an, dass für ihre Herstellung mehr als eine Geweihstange verwendet werden musste.

Die sechs Hülsen auf den Eisenstäben des Wagenkastens des zweirädrigen Gefährts (**Abb. 23, 1-9; 47, 1-10; 48**) wurden ebenfalls aus Geweih angefertigt. Angesichts der Durchmesser handelt es sich entweder um die Sprossen eines Hirschgeweihs oder um die Stange eines Rehweihs mit ausgehöhlter Spongiosa. Die Feinheit der Spongiosa bei den großen Plättchen weist jedoch eher auf Hirschgeweih hin.

Die große Perle (Fund-Nr. 286) wurde wahrscheinlich ebenfalls aus Hirschgeweih gefertigt (**Abb. 17, 19; 26, 37**). Die kleinen Perlen (**Abb. 17, 1-18; 26, 1-22. 30-32**) und die Pfeilspitzen (**Abb. 42, 1-3; Taf. 44B, 951**) sind derart winzig, sodass es unmöglich war festzustellen, ob sie aus Knochen oder Geweih geschnitten wurden. Die winzigen Fragmente eines Artefakts mit Loch (Fund-Nr. 764, 2049), vielleicht ein Anhänger, wurden aus Knochen hergestellt (**Abb. 26, 36**).

R. Kysely

## GEBRAUCHSSPURENANALYSE AN DEN GEWEIHARTEFAKTEN

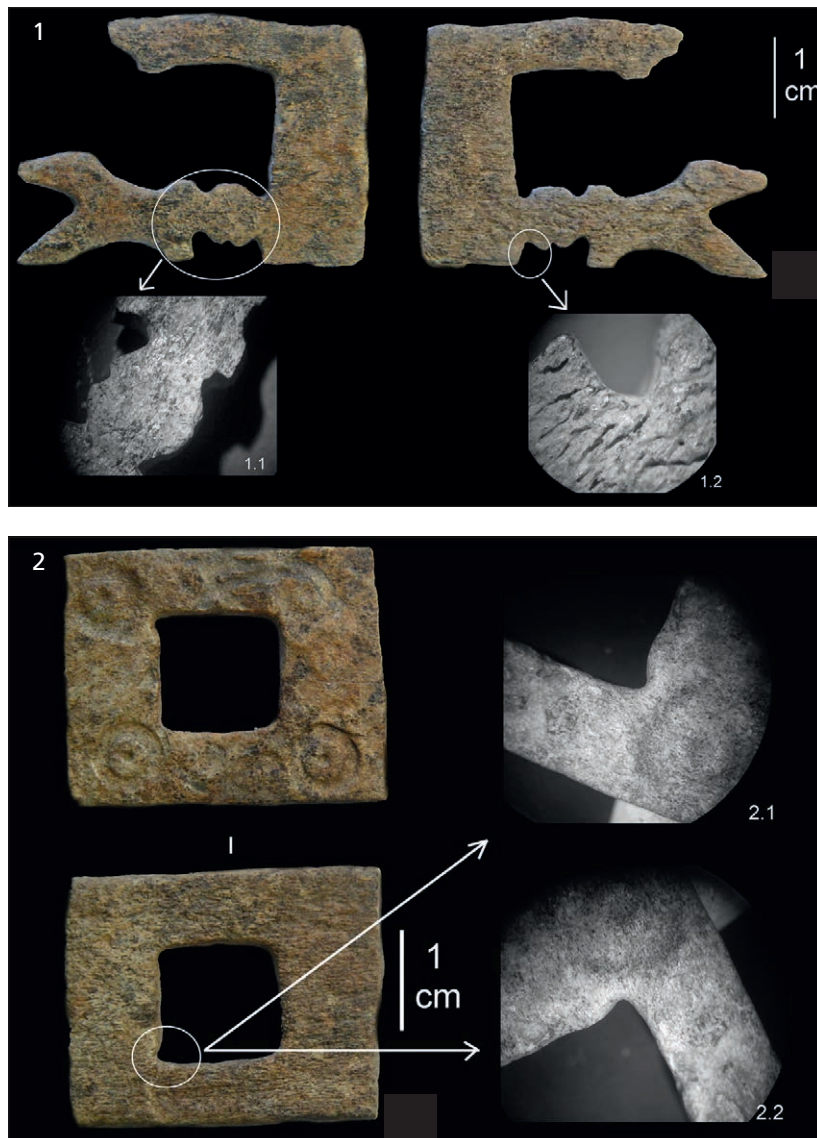
Analysiert wurden die Geweihplättchen, die zum zweirädrigen Wagen gehörten und in der nordwestlichen Ecke der Grabkammer, im Sektor 2 und 7, gefunden worden sind. Die Mehrheit weist eine gewisse Stufe der taphonomischen Beschädigung auf, vor allem Verwitterungsspuren. Es wurden aber auch rezente sowie während der Deposition entstandene Brüche beobachtet. Die Spuren waren nach der Laborreinigung zumeist als feine Glättung sichtbar, weshalb sich die Analyse nur auf das Studium der Herstellungsspuren und die Rekonstruktion des technologisch-ökonomischen Transformationsschemas beschränkte.

Bei einigen Artefakten kann man eine bewusste Selektion des primären Rohstoffes beobachten. So wurde z. B. zur Herstellung der durchbrochenen Plättchen mit figürlicher Zier (**Abb. 53, 12; 56, 14; 57, 1**) die Geweihkompakta benutzt, die ohne Zweifel aus der Stange eines erwachsenen Hirsches stammte, und zwar wahrscheinlich aus dem sog. Teil A, also aus dem Bereich zwischen der Basis und der Stütze. Die Artefakte weisen nur eine minimale natürliche Krümmung der Geweihstange im Verhältnis zu ihrer Größe auf; es besteht aber auch die theoretische Möglichkeit, eine Geweihstange gerade zu richten. Die Stärke der Kompakta erreicht beinahe 5 mm und bezeugt die Massivität des primären Rohstoffs.

Das Studium der Artefakte bestätigte die Nutzung der Extraktion mithilfe paralleler Rillennuten, die zur primären Bearbeitung des Rohstoffs dienen<sup>316</sup>. Spuren dieser Technik wurden an den lateralen Kanten einiger

<sup>315</sup> Kysely 2005.

<sup>316</sup> Rašková-Zelinková 2014.

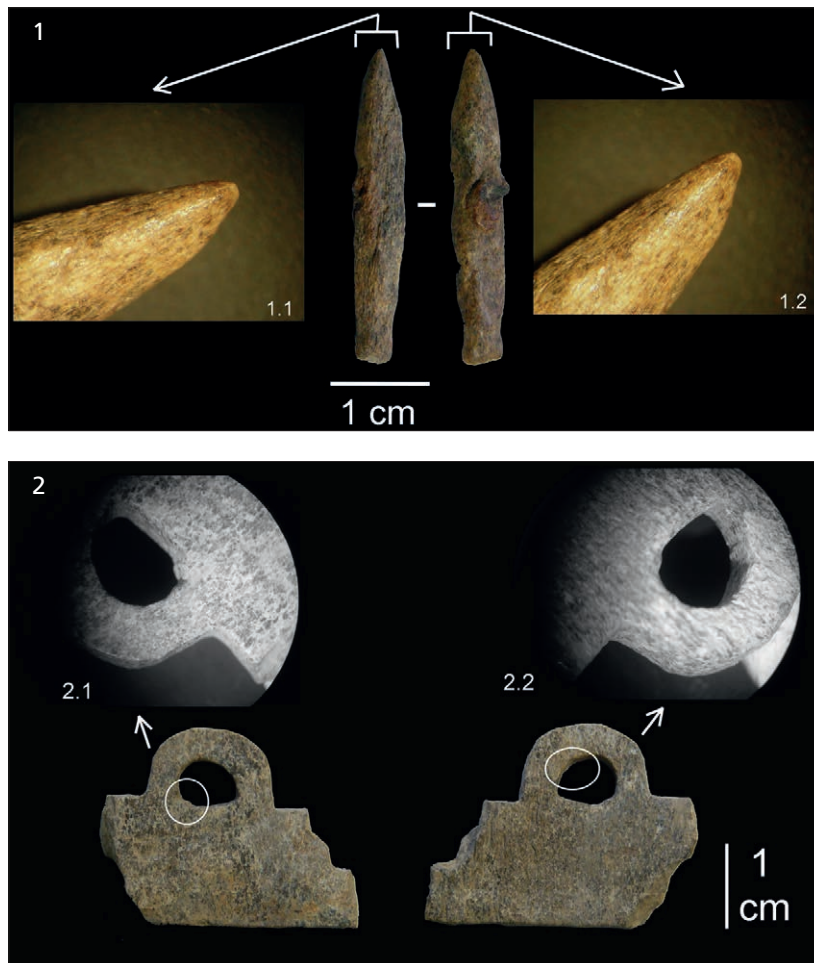


**Abb. 110** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Forensische Analyse der Geweihplättchen vom Wagenkasten des zweirädrigen Wagens. Detailaufnahmen der Primärbohrung an den durchbrochenen Plättchen. – **1** Durchbrochenes Plättchen mit anthropomorphen Motiv (846), 1.1: 10x vergrößert, 1.2: 25x vergrößert. – **2** Durchbrochenes Plättchen mit zentraler Quadratöffnung (977), 2.1-2.2: 10x vergrößert. – (Foto M. Rašková-Zelinková).

Artefakte festgestellt. Die Längsreduktion der Artefakte wurde durch die Technik des quer angelegten Schnitts, der Querdébitage<sup>317</sup>, durchgeführt. Die Absenz von Spuren vom Ausgleiten der Klinge bezeugt eine sehr präzise Ausführung der Débitage-Technik. Sowohl die Quer- als auch die Längsspuren wurden in der nachfolgenden Herstellungsphase durch Schleifen beseitigt. Geschliffen wurden sowohl die durch Schneiden geschaffenen Querkanten als auch die durch Extraktion mithilfe paralleler Rillennuten geschaffenen Längskanten. Das Schleifen der Längskanten erfolgte meist parallel zur Längsachse, das Schleifen der Querkanten erfolgte vornehmlich senkrecht zur Längsachse des Artefakts<sup>318</sup>.

<sup>317</sup> Rašková-Zelinková 2014.

<sup>318</sup> Rašková-Zelinková 2014, Taf. 4, 2-1.



**Abb. 111** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Forensische Analyse der Geweih- und Knochenartefakte. – **1** Stiftartige Spitze mit gespitztem distalem Ende (951). 1.1-1.2 Detailaufnahme der Spitze: 10× vergrößert. – **2** Fragment eines durchbohrten Geweihplättchens vom Wagenkasten des zweirädrigen Wagens (1113), 2.1 Detailaufnahme mit Feilspuren: 6,5× vergrößert, 2.2 Detail: 10× vergrößert. – (Foto M. Rašková-Zelinková).

Grundlegend ist die Feststellung des Herstellungsverfahrens der Durchbrucharbeiten bei den Geweihplatten. An einigen Artefakten ist evident, dass primär eine durchgebohrte Öffnung geschaffen wurde, die als Initiationspunkt diente (**Abb. 110, 2**). Zum Ausweiten der Durchbrüche wurde vornehmlich das Schneiden, weniger häufig auch das Schleifen eingesetzt. Die halbkreisförmigen Durchbrüche wurden durch allmähliches Schleifen respektive Feilen geschaffen (**Abb. 111, 2**). Durch Schleifen wurde auch der äußere gebogene Teil der Öffnung ausgeformt.

Auf der Unterseite der Objekte (d. h. auf der Seite der Spongiosa) wurden in einigen Fällen Spuren eines Ausgleichens der Oberfläche durch Längsschleifen oder -polieren festgestellt. Durch das Querschleifen respektive Feilen erreichte man die Kannelierung des Artefakts mit der Inventar-Nr. 827<sup>319</sup>. Es handelt sich um eine sehr präzise Arbeit, für die ein sehr feines Abrasivum mit homogener Korngröße benutzt wurde.

Die Oberseite der Geweihartefakte wurde durch feines Schleifen oder Glätten poliert, wobei ein markanter Glanz entstand. An einigen Artefakten wurden sogar winzige Glimmerscheibchen mit typischem Perlmutterglanz beobachtet. Der Glimmer könnte während des Schleifens als Bestandteil des Schleifmittels, wahrscheinlich Sandstein, auf die Objekte gelangt sein.

<sup>319</sup> Rašková-Zelinková 2014, Taf. 5, 2. 2.

Die Verzierung mit konzentrischen Kreisen (**Abb. 110, 2**) wurde durch eine sehr präzise Rotationsbohrung eingebracht. Die Mittelbohrung diente als Führung beim Bohrvorgang. Die größere Tiefe der Mittelöffnung zeugt von der größeren Länge des Mittelstachels des Bohrers. An den Artefakten ist auch das allmähliche Abstumpfen des Bohrers in Form unscharfer Kanten am Bohrloch zu erkennen (**Abb. 22, 5. 22. 30. 33-34; 51, 3; 52, 1. 10-11. 19; 54, 2; 55, 1. 4; 56, 7; 110, 2**).

Die Gebrauchsspurenanalyse der Geweihobjekte lieferte interessante Erkenntnisse, vor allem hinsichtlich der Herstellungstechnik. Während die Bandbreite der verwendeten Herstellungstechniken in der Hallstattzeit keine Überraschung zutage förderte, ist die Präzision in der Ausführung sicher bemerkenswert. Bedeutsam ist die Feststellung des Durchbruchverfahrens: Zuerst wurde die Öffnung ausgebohrt (**Abb. 110, 1-2**) und anschließend mittels anderer Techniken (z. B. Feilen; **Abb. 111, 2**) vergrößert. Ein weiteres markantes Charakteristikum ist die Bohrverzierung der Geweihplatten, für die ein spezieller Bohrer benutzt wurde. Den Perlmutterglanz an der Oberfläche einiger Artefakte gilt es noch weiter zu untersuchen. Der Glanz wurde wahrscheinlich durch Glimmer bewirkt; es bleibt jedoch offen, ob er im umgebenden Boden oder im Abrasivum, z. B. im Sandstein, enthalten war. Aufgrund der Nachweise für flächenhaftes Schleifen oder Glätten neigt die Autorin eher zu der zweiten Hypothese<sup>320</sup>.

M. Rašková-Zelinková

## ANALYSEN AN DEN ARTEFAKTEN AUS ANDEREN ORGANISCHEN STOFFEN

### Bestimmung der Einlagen der Bronzefibeln und des Toilettebestecks

Nach der Untersuchung und dem Vergleich der stark verwitterten Bruchstücke von Inkrustation aus den Fibeln und dem Toilettebesteck (**Abb. 15, 8-10; Taf. 33; 37B**) darf man mit fast 100 % Sicherheit behaupten, dass alle aufgenommenen und verglichenen Merkmale auf die Edelkoralle, *Corallium rubrum* (Linnaeus, 1758), hinweisen. Dieses Korallentier ist historisch belegt und lebt auch heute noch auf Felsböden (hardgrounds, gefestigten Hängen oder in den Kavernen) an allen Küsten des Mittelmeers. Das Verbreitungsgebiet dehnt sich vom südlichen Zipfel der Peloponnes und der libysch-tunesischen Grenze im Osten bis nach Gibraltar im Westen und darüber hinaus bis in den Atlantik bis zur Viana do Castelo in Nordportugal und im Süden bis nach Tarfaya im südwestlichen Marokko und den Kanarischen Inseln aus<sup>321</sup>.

Die verwendeten Ästchen, aus denen die herausgenommenen Fragmente und auch die in den Objekten verbliebenen Stückchen bestehen, besaßen einst schätzungsweise einen Durchmesser von nicht ganz 2 mm bis max. 5 mm. Es kann angenommen werden, dass sie ursprünglich wohl eine intensiv rote Farbe besaßen. Nicht alle eingelegten Objekte mussten aufgrund der Größe und einer möglichen Spaltung bzw. durch Schleifen aus einem kompakten vollständigen Stück bestanden haben, denn Korallenstücke konnten auch verkittet werden.

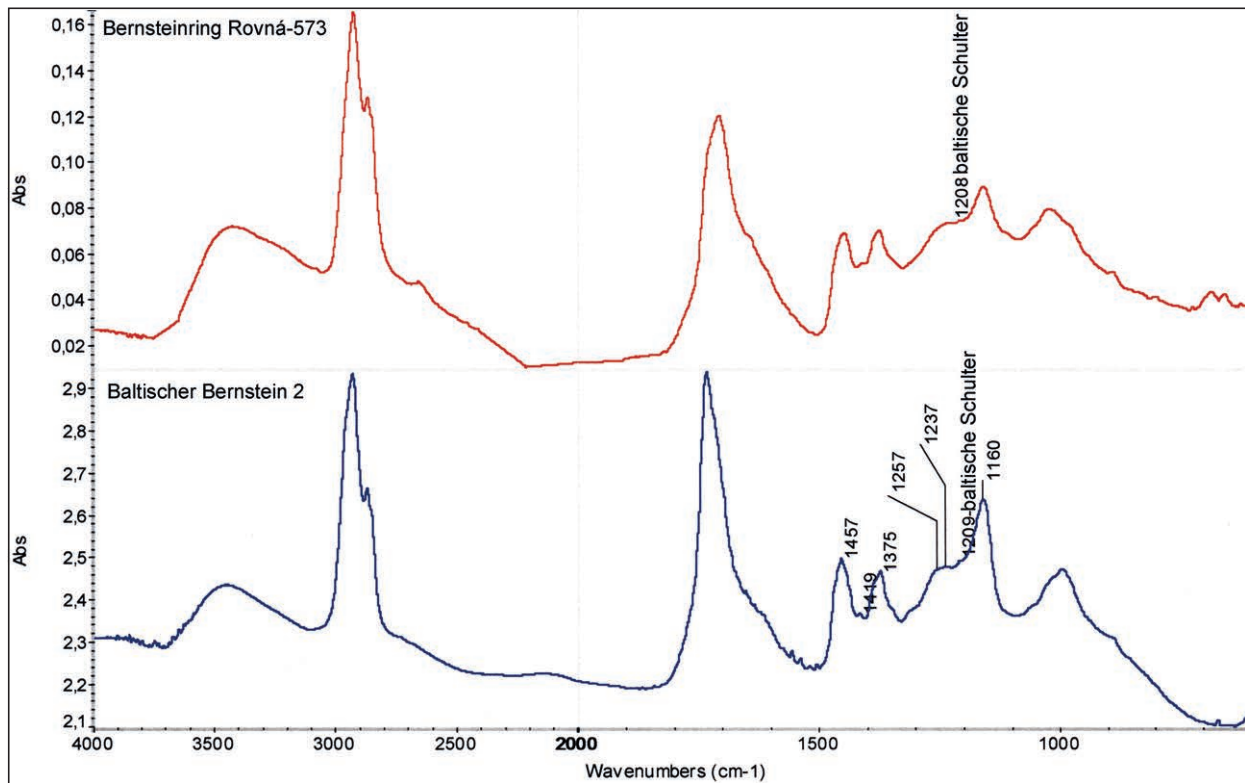
Eine genauere geografische Bestimmung der Provenienz anhand von Mikrostrukturmerkmalen ist nicht möglich, da noch nicht alle historischen bzw. rezenten Vorkommen der *Corallium rubrum* ausführlich untersucht worden sind. Ferner muss in Erwägung gezogen werden, dass dieser schon im Altertum geschätzte Rohstoff durch Importe oder Migrationsbewegungen zu allen Zeiten weitergegeben wurde<sup>322</sup>.

J. Hladil

<sup>320</sup> Rašková-Zelinková 2014.

<sup>322</sup> Hladil 2014.

<sup>321</sup> Fürst u. a. 2016.



**Abb. 112** IR-Spektren der Bernsteinprobe aus dem Bernsteinring von Rovná und Vergleichsspektrum baltischen Bernsteins aus der geologischen Sammlung des Nationalmuseums in Prag. In dem Diagramm sind zwei für baltischen Bernstein typische Spektren dargestellt; eindeutig zu erkennen ist die für Bernstein aus dem baltischen Raum typische »baltische Schulter«. Spektrum A (rot) ist das Infrarotspektrum der Bernsteinprobe aus Rovná. Spektrum B (blau) ist das Standardspektrum, das man durch die Messung des baltischen Bernsteinkomplexes aus der geologischen Sammlung des Nationalmuseums in Prag erhält. – (Nach Novotná 2014).

## Analyse des Bernsteins

Mit dem Begriff »Baltischer Bernstein« wird Bernstein bezeichnet, der aus der Umgebung der Ostsee stammt. »Baltischer Bernstein« kann durch Infrarot-Spektroskopie differenziert werden: Er weist eine spezifische Spektralcharakteristik auf, die »baltische Schulter« (**Abb. 112**) bei  $1250\text{ cm}^{-1}$ , die in eine markanten Absorptionsbande bei  $1157\text{ cm}^{-1}$  übergeht<sup>323</sup>.

Aus der älteren Phase Ha C-D1 stehen in Böhmen neuerdings Analysen von Bernsteinobjekten der Bylany-Kultur aus Gräbern (Hradenín [okr. Kolín]; Prag-Letňany [Praha 9] und Tuchoměřice [okr. Praha-západ]) und aus der Siedlung Jirny (okr. Praha-východ) zur Verfügung. Im Bereich der Hallstatt-Hügelgräberkultur West- und Südböhmens wurden Analysen eines Bernsteinrings aus Kyšice (okr. Plzeň-sever) und von Bernsteinfragmenten aus Oldřichov (okr. Písek) realisiert. Bei all diesen Lokalitäten wurde die baltische Herkunft des Bernsteins nachgewiesen<sup>324</sup>. Die Infrarotspektroskopie des Bernsteinrings aus Rovná (**Abb. 15, 4; 26, 38; 112; Taf. 37A**) beweist ebenfalls eine baltische Provenienz<sup>325</sup>.

Aus der jüngeren Phase Ha D2-Lt A stehen die Ergebnisse der Bernstein-Spektralanalysen aus Gräbern in Süd- und Westböhmen (Kostelec [okr. České Budějovice]; Nynice [okr. Plzeň-sever]; Paračov [okr. Strakonice]; Paseky u Tálína [okr. Písek]; Poleňka [okr. Klatovy]; Pořežánky [okr. České Budějovice]; Tuchonice [okr.

<sup>323</sup> Mosini/Cesaro 1985; Shashouna u.a. 2006; Guiliano u.a. 2007.

<sup>324</sup> Novotná 2017.

<sup>325</sup> Chytráček u.a. 2017c, 177f. Abb. 18, 19.



České Budějovice) und den Flachland- und befestigten Höhensiedlungen in Mittel- (Chržín [okr. Kladno]; Praha-Benice [okr. Praha]; Praha-Křeslice [okr. Praha]; Praha-Pitkovice [okr. Praha]; Praha-Ruzyně [okr. Praha]; Tuchoměřice [okr. Praha-západ]) und Westböhmen (Přehýšov [okr. Plzeň-sever]; Vladař [okr. Karlovy Vary]) zur Verfügung. Alle Spektralanalysen bewiesen erneut die baltische Herkunft des Rohstoffs<sup>326</sup>. Die einzige Ausnahme stellt der Bernsteinring aus Ha D2-D3 vom Burgwall bei Svržno (okr. Domažlice) in Westböhmen dar, wo die Spektralanalyse eine Herkunft des Rohstoffs von der Nordsee andeutet<sup>327</sup>. Bernstein aus dem Nordseegebiet ist eine Unterart des baltischen Bernsteins von den britischen Inseln. Im Spektrum finden wir die »baltische Schulter« bei  $1209\text{ cm}^{-1}$ , sie unterscheidet sich freilich im Verhältnis der Intensitäten der umliegenden Absorptionsbande, d. h. einer Zone mit Scheitelpunkten bei  $1240\text{ cm}^{-1}$  und bei  $1165\text{ cm}^{-1}$ . Beim klassischen baltischen Bernstein ist die Zone mit Scheitelpunkt bei  $1240\text{ cm}^{-1}$  unterdrückt, bei der Unterart von der Nordsee ist diese Zone markant und gut durchgezeichnet. Diese Erkenntnis wird durch die Ergebnisse der Analyse von ca. 200 Proben aus der geologischen Sammlung des Nationalmuseums Prag unterstützt, die eindeutig durch den Fundort identifizierbar sind. Von diesen stammen ca. 60 mit dieser Anomalie im Spektrum (Rohstoff von der Nordsee) aus dem Gebiet der britischen Inseln<sup>328</sup>.

M. Chytráček

## RADIOKARBONDATIERUNG DER MENSCHEN- UND TIERKNOCHEN

Für die Radiokarbonanalyse wurden insgesamt 21 Proben vorbereitet. Angaben zu den Proben einschließlich der Fundlage und der zoologischen und anatomischen Bestimmung sind in **Tabelle 5** aufgeführt. Die Proben wurden im Laboratorium CRL (Prag) bearbeitet, und die zu Graphit reduzierten Finalproben wurden im Laboratorium DeA-, HEKAL ATOMKI HAS (Debrecen) mittels der AMS-Methode gemessen<sup>329</sup>. Die Messergebnisse und ihre statistische und systematische Messunsicherheit wurden in Jahren BP des konventionellen Radiokohlenstoffalters nach der Stuiver-Polach-Konvention angegeben (1977). Für die Bestimmung des kalibrierten (realen) Alters der Proben wurde das Kalibrierungsprogramm OxCal<sup>330</sup> mit der Radiokarbonkalibrationskurve IntCal13<sup>331</sup> benutzt. Nach Berücksichtigung der beiden Messunsicherheiten, die durch die Radiokarbonkalibrationskurve gegeben sind, wurden das konventionelle Radiokohlenstoffalter mit der kombinierten Unsicherheit ins Intervall des kalibrierten Alters ( $2\sigma$ , Wahrscheinlichkeit von ungefähr 95 %) umgerechnet (**Tab. 5**). Die absolute Wahrscheinlichkeit P vom angegebenen Intervall des kalibrierten Alters ging aus der erweiterten kombinierten Unsicherheit der Bestimmung der  $^{14}\text{C}$ -Aktivität ( $2\sigma$ ) hervor und wurde mithilfe des Kalibrierungsprogramms berechnet. **Abbildung 113** gibt den Vergleich der Wahrscheinlichkeitsverteilungskurven der einzelnen Proben wieder.

Für die Auswertung der Ergebnisse des untersuchten Zeitabschnitts muss die Existenz eines Plateaus in der Radiokarbonkalibrationskurve ungefähr in der Zeit 800-500 BC beachtet werden, das die chronologische Einordnung schwierig macht. Nur die Probe-Nr. 18\_092 aus einem menschlichen Mittelfußknochen datiert in die Zeit vor dem Plateau. Daraus geht ein eng begrenztes kalibriertes Alter 826-778 BC ( $P=95$ ) hervor, was die Existenz einer älteren Bestattung der Stufe Ha C1, die auch archäologisch aufgrund der in die Stufe Ha C

<sup>326</sup> Chytráček u. a. 2017c, 178 Grafik 1.

<sup>327</sup> Chytráček u. a. 2017c, 178 Abb. 4, 33; 16, 27; 18, 18 Grafik 2.

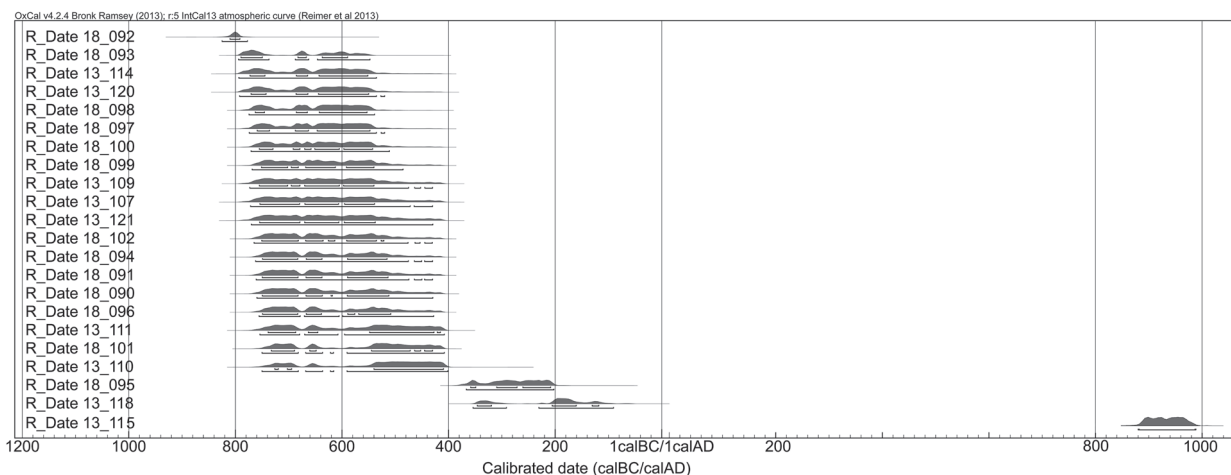
<sup>328</sup> Miroslava Novotná 2001.

<sup>329</sup> Das Aufbereitungsverfahren ist ausführlich und genau in den Berichten beschrieben (Protokoll Kolagen AMS: Laborbezeich-

nung der Proben siehe **Tab. 5**; die Protokolle werden im CRL und A. I. Prag archiviert).

<sup>330</sup> Bronk/Lee 2013.

<sup>331</sup> Reimer u. a. 2013.



**Abb. 113** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Grafische Darstellung der Wahrscheinlichkeitsverteilung des kalibrierten Alters aufgrund der Radiokarbondatierung in **Tab. 5**. – (Grafik I. Světlík, R. Kyselý).

datierten Funde erkannt wurde, bestätigt. Außerdem ist im Grabhügel 1 noch eine jüngere Fürstenbestattung belegt, die aufgrund der archäologischen Funde in die Zeit um 500 v. Chr. zu datieren ist. Die große Streuung der Wahrscheinlichkeit von einzelnen kalibrierten Daten und deren Überlappung (**Tab. 5**; **Abb. 113**) erlaubt es nicht, die genaue Anzahl der hallstattzeitlichen Bestattungen zuverlässig festzustellen. Das Testen der in die hallstattzeitliche Periode fallenden und in zwei oder drei Gruppen experimentell eingeteilten Ergebnisse mittels des Programms OxCal 4.3 widerspricht nicht den Hypothese von zwei (es wurde die älteste Probe gegen 18 nachfolgende getestet;  $A_{\text{model}}=99.5$ ) oder drei unterschiedlich alten hallstattzeitlichen Bestattungen (es wurde die älteste Probe gegen 6 nachfolgende und gegen 11 nachfolgende getestet;  $A_{\text{model}}=161.4$ ). Die etwas höhere Wahrscheinlichkeit für die Existenz von drei Bestattungen muss nicht maßgebend sein, da durch experimentelles Testen auch eine Existenz von nur einer Bestattung möglich wird ( $A_{\text{model}}=106.6$ ), dies kann aber ausgeschlossen werden.

Die Radiokarbondatierung der Knochen bestätigt zugleich mindestens drei spätere Eingriffe oder Intrusionen. Diese sind durch die Analyseergebnisse von drei Menschenknochen belegt, zwei Knochen datieren in die Latènezeit (13\_118: 355-91 BC,  $P=96$ ; 18\_095: 367-203 BC,  $P=95$ ), und ein menschlicher Knochen datiert in das frühe Mittelalter (13\_115: AD 882-989,  $P=95$ ). Außerdem fanden sich noch Knochen von einem Ferkelskelett, die in den Übergang vom frühen zum Hochmittelalter datieren (13\_108: AD 1155-1256,  $P=95$ ). Alle Knochen wurden in den oberen Niveaus der Steinkonstruktion gefunden (1.-2. Dokumentationsniveau). Funde von menschlichen Knochen, die durch die Radiokarbonanalyse in die Latènezeit und in das Frühmittelalter datiert werden, belegen jüngere Eingriffe. Hinsichtlich der recht kleinen Überlappung der Wahrscheinlichkeitsdistributen der zwei latènezeitlichen Daten (**Abb. 113**; **Tab. 5**) wird von zwei nicht gleichzeitig niedergelegten Sekundärbestattungen ausgegangen, die potenziell in die Stufen Lt B/Lt C-D datieren. Das jüngste Begräbnis (*infans* I) ist in den Zeitraum AD 882-989 datiert, es lässt sich also der mittleren Burgwallzeit des frühen Mittelalters zuweisen.

R. Kyselý / I. Světlík

## CHEMISCHE ANALYSEN DER ARTEFAKTE AUS BRONZE UND GLAS

### Röntgenfluoreszenzspektrometrische Messungen an ausgewählten Bronzeobjekten

Insgesamt 23 Bronzeobjekte aus der Grabkammer wurden Messungen mittels der Röntgenfluoreszenzspektroskopie (XRF) unterzogen. Die Auswahl der Artefakte umfasste Metallgefäße und Bestandteile der Bekleidung, des Pferdegeschirrs sowie des Wagens. Benutzt wurde ein mit einem großflächigen Silikon Drift Detektor (SDD), einer Niedrigleistungsrontgenlampe (45 kV/2W) und einer Silberanode ausgestatteter Handspektrometer vom Typ Niton XL2 GOLDD. Die Messungen wurden zerstörungsfrei an der Oberfläche der Artefakte durchgeführt, die sowohl mit Korrosionsprodukten als auch mit Schutzlack bedeckt war. Die Ergebnisse taugen damit nur zur groben Orientierung, um die Anwesenheit einiger Elemente und die ungefähre Zusammensetzung der Legierung zu bestimmen.

Wie aus den in der **Tabelle 6** zusammengefassten Ergebnissen hervorgeht, wurden alle untersuchten Artefakte aus Zinn-Bronze hergestellt, wobei die Menge des Zinns aufgrund der Messung an den korrodierten Oberflächen stark überbewertet ist. Die niedrigsten Zinnwerte waren bei der Perlrandschüssel vom Typ Hundersingen (**Abb. 12, 3; 31, 1**) zu beobachten. Weil die Korrosion bei allen Objekten unter ähnlichen Bedingungen verlief, ist es wahrscheinlich, dass diese Schüssel gegenüber den übrigen Gefäßen aus Bronzeblech mit einem geringeren Zinngehalt hergestellt worden ist. Außer Kupfer und Zinn sind nur Blei und Arsen markanter vertreten; der Silber- und Antimongehalt liegt unter dem Detektionslimit des Messgerätes. Eine solche Zusammensetzung mit wenig Zinnanteil entspricht der von anderen Objekten etruskischer Provenienz, wie z. B. der bei Nebovidy (okr. Kolín) entdeckten Schüssel vom gleichen Typ<sup>332</sup>. Die beiden Zisten aus Rovná (**Abb. 11; 28-29**) bestehen aus einer ähnlichen Legierung mit einem niedrigeren Arsengehalt als die anderen Gefäße. Dem entspricht auch ihre typologische Ähnlichkeit.

Was den Bleigehalt betrifft, weichen drei Artefakte vom üblichen Durchschnitt ab: die beiden Fibeln (**Abb. 15, 8-9; 26, 34-35; Taf. 37B**) und das Toilettebesteck (**Abb. 15, 10; 26, 33; Taf. 33**). Der markant höhere Bleigehalt in der Legierung sollte wahrscheinlich das Gießen dieser komplizierten Formen erleichtern. Blei-Bronze ist auch bei einigen weiteren Fußzierfibeln aus Böhmen belegt<sup>333</sup>. Einen hohen Bleigehalt<sup>334</sup> wies ebenfalls eine kleine gegossene Bronzefigur in Form eines stilisierten Männerkopfs mit einem Negauer Helm auf<sup>335</sup>, die auf der Akropolis des Zentralorts auf dem Vladař (okr. Karlovy Vary) in Westböhmen entdeckt wurde. J. Frána lokalisiert daher ihr Herstellungsgebiet in den Südalpen<sup>336</sup>. Ähnlich geformte Männerfiguren, oft auch mit einem Negauer Helm, sind aus Südtirol bekannt. Es handelt sich um Füße, die an Unterteilen von Bronzezisten aus dem 5. Jahrhundert v. Chr. angebracht wurden<sup>337</sup>. Die Kleinplastik vom Vladař ist also der Fuß einer aus Südtirol nach Westböhmen importierten Ziste. Den Abbau der Bleilagerstätten in den Ostalpen im 6. und 5. Jahrhundert v. Chr. belegen Bleiseelen, die oft den Rand von Rippenzisten und Situlen aus der älteren Eisenzeit in Slowenien versteiften (Gruppe Sv. Lucija, Dolenjska<sup>338</sup>). Die spätere Hallstattzeit und vor allem die Latènezeit zeichnen sich in Böhmen durch frühe Erzeugnisse mit einem hohen Bleigehalt aus. Es handelte sich vermutlich um eine allmähliche Übernahme dieser Technologie aus Südeuropa, was einige ältere Funde fremder Provenienz andeuten<sup>339</sup>.

Im Fall des Toilettebestecks aus Rovná (**Abb. 15, 10; 26, 33**) ist die Anwesenheit der Elementkombination Ag-As-Sb-Bi bemerkenswert (**Tab. 6**). Diese Elementkombination ist sehr gut aus der älteren Bronzezeit bekannt, wo man sie vor allem in Ringbarren und Armspiralen findet<sup>340</sup>. Obwohl die Provenienz von diesem

<sup>332</sup> Trefný/Korený/Frána 2012, 324.

<sup>333</sup> Bursák/Daněček/Smišek 2016, 123.

<sup>334</sup> Frána 1997, 23.

<sup>335</sup> Chytráček/Metlička 2004, 43 Abb. 10 Bild 2.

<sup>336</sup> Frána 1997, 23.

<sup>337</sup> Hauser/Schönfelder 2014, 437-440 Abb. 3.

<sup>338</sup> Jereb 2016, 92.

<sup>339</sup> Frána u. a. 1997, 83. 181.

<sup>340</sup> Junk/Krause/Pernicka 2001; Frána/Chvojka/Fikrle 2009, 108.

RO	Artefakt	Cu	Sn	Pb	Sb	Ag	Bi	As	Ni	Fe
	<i>Gefäße</i>									
x	Perlandbecken Typ Hundersingen	77,41	20,18	0,2	-	-	-	0,76	-	0,85
x	Situla (Boden)	52,44	44,86	0,56	-	-	-	0,68	-	0,5
x	Kessel (Rand)	57,18	39,23	0,57	-	-	0,35	1,01	-	0,97
x	Ziste 1 (Oberfläche)	53,85	44,4	0,23	0,11	0,15	-	-	-	0,24
x	Ziste 2 (Oberfläche)	44,92	51,94	0,3	-	0,45	-	-	0,11	0,97
	<i>Tracht- und Schmuckzubehör</i>									
237	Toilettegerät	31,46	43,4	18,76	1,76	1,08	0,72	1,41	0,3	0,46
585	Fibel (Bügel)	30,81	53,36	13,63	-	0,1	0,19	-	-	0,81
1144	Fibel (Bügel)	45,08	41,48	10,85	0,53	0,35	0,37	0,19	0,21	0,39
762	Ösenstift	46,43	49,29	1,45	0,16	0,25	0,28	0,23	0,11	0,8
	<i>Wagenbestandteile und Pferdegeschirr</i>									
438	Lederriemenzierstück Pferdegeschirr	38,36	54,17	3,05	0,13	0,38	0,33	0,13	0,12	2,51
482	Lederriemenzierstück Pferdegeschirr	44,31	49,16	2,55	0,13	0,35	0,33	0,28	0,11	1,82
452	gebuckelte Zwingen Pferdegeschirr	43,43	53,76	0,19	-	-	-	0,61	-	0,77
605	gebuckelte Zwingen Pferdegeschirr	37,93	59,22	0,21	-	-	-	0,58	-	0,91
397	knopfartige Schlaufe	38,8	52	2,43	0,11	0,33	3,14	0,94	0,13	1,32
532	knopfartige Schlaufe	61,94	35,71	0,29	-	0,11	-	0,16	0,09	0,75
479	Plättchen von der Wagenkastenverzierung des vierrädigen Wagens	62,09	35,72	0,12	-	-	-	0,55	-	0,58
577	Plättchen von der Wagenkastenverzierung des vierrädigen Wagens	51,93	45,61	0,21	-	-	-	0,49	-	0,47
481	Wagenkastenbeschläge vom vierrädigen Wagen	46,4	48,93	0,23	-	-	-	0,4	-	3,01
689	Wagenkastenbeschläge vom vierrädigen Wagen	38,76	53,29	0,51	-	-	-	0,34	-	5,04
457	Blechfragmente der Radspeichenverzierung vom zweirädigen Wagen	48,64	44,85	0,96	0,31	0,29	0,12	0,6	0,32	3,02
802	Bechfragmente der Radspeichenverzierung vom zweirädigen Wagen	50,8	46,62	0,54	0,14	0,33	-	0,26	-	0,45
803	Blechfragmente der Radspeichenverzierung vom zweirädigen Wagen	51,53	42,77	0,95	0,3	0,39	0,19	0,45	0,1	2,18
828	Blechfragmente der Radspeichenverzierung vom zweirädigen Wagen	46,94	50,21	0,57	0,17	0,36	-	0,25	-	0,35

**Tab. 6** Rovná (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Ergebnisse des oberflächlichen XRF-Messung an ausgewählten Bronzeartefakten (Gewichtsprozente). – (Tabelle J. John).

Kupfertyp bisher nicht genau geklärt ist, wird sie aufgrund der Distribution der Ringbarren in Nordtirol vermutet. Was die Typologie betrifft, stammt das Toilettebesteck aus Norditalien. Die Verwendung von Kupfer aus Nordtirol kommt also in Frage.

Ein etwas niedrigerer Bleigehalt ist bei den kleinen ovalen Zwingen der Pferdegeschirriemen (**Abb. 38, 14-15**) und einer Riemenknopfkappe (**Abb. 19, 2; 38, 32**) feststellbar. Es zeigt sich also, dass die beiden vertre-

tenen Typen von Riemenknopfkappen (Abb. 19, 1-2; 38, 31-32) nicht nur unterschiedlich verziert, sondern auch aus einer einigermaßen andersartigen Legierung hergestellt wurden. Unterschiede im Blei- und Antimon Gehalt weisen auch die Zierelemente des Wagenkastens des vierrädrigen Wagens (Abb. 20, 10-11. 21-22; 45, 1-2. 39-40; Taf. 36D) im Vergleich mit den Bronzезwigen der Radspeichen des zweirädrigen Wagens (Abb. 65, 47. 50; Taf. 39-40) auf.

J. John / M. Chytráček

### Analyse des Glaskopfs der eisernen Miniaturnadel

Dank intensiven Ausschlämmens der aus dem Boden der Grabkammer entnommenen Sedimente (Abb. 9) wurden in einer Probe aus der nordwestlichen Ecke (Tiefe 55-65 cm) Fragmente einer eisernen Miniaturnadel gefunden, deren Kopf aus lichtdurchlässigem blauem Glas besteht (Abb. 15, 1-2; 26, 25). Dieser Kopf ist der einzige Glasgegenstand des gesamten Fundmaterials aus dem Grabhügel 1. Die Datierung und die Auswertung dieses etwa stecknadelgroßen Artefakts ist schwierig (siehe Kap. M. Chytráček, Schmuck- und Trachtzubehör), weil es sich um ein Unikat ohne bekannte Analogien handelt. Dies ist wahrscheinlich darin begründet, dass bei den üblichen Grabungsmethoden so kleine Artefakte häufig übersehen wurden. Nach der Restaurierung ist die Nadel 25 mm lang, und ihr Gewicht beträgt nur 0,058 g. Der max. Durchmesser der Eisennadel ist 0,6 mm, und der max. Durchmesser des Glaskopfes beträgt 2,5 mm (Abb. 15, 1-2; 26, 25).

Der Glaskopf wurde an drei Stellen durch die Methode SEM/EDS mithilfe des Rasterelektronenmikroskops VEGA 3XMU SEM von der Firma Tescan und des Elektronenenergiedispersionspektrometers Quantax 200 X-Flash von der Firma Bruker im Laboratorium des Geologischen Instituts der Akademie der Wissenschaften der Tschechischen Republik analysiert. Die Messungen führte Z. Korbelová durch. Sie erfolgten im Niederdruck bei einem Druck in der Mikroskopkammer von 25 Pa an nicht bearbeiteten Oberflächen. Das Ergebnis ist also nur qualitativ und stellt nur eine grobe Orientierung dar, wie es bei den in kleinen Mengen vertretenen Elementen (gewöhnlich weniger als 0,5 %) zu erwarten war. Aus diesen Gründen sind wir auch nicht in der Lage, genauere Aussagen über die Koloranten, die die blaue Färbung des Glases verursachten, zu treffen. Es kann Kupfer oder Kobalt vermutet werden, aber auch eine Korrosion des Glases muss in Erwägung gezogen werden, die ohne Zweifel die chemische Zusammensetzung der Oberfläche veränderte. Während der Beobachtung unter dem Elektronenmikroskop wurden mikroskopisch kleine Metallinkclusionen an der Oberfläche des Glases (Abb. 15, 2) festgestellt. Die ersten zwei gemessenen Punkte lagen im Bereich von reinem Glas, der dritte untersuchte Punkt war in die Mitte der Metallinklusion situiert (Abb. 15, 3).

Die Ergebnisse der Messungen fasst **Tabelle 7** zusammen. Den Glastyp kann man aus den ersten zwei Messungen erschließen. Die alkalische Komponente enthält  $K_2O$  und  $Na_2O$ , wobei das Kaliumoxid in beiden Fällen mäßig das Natrium übersteigt. Das Glas kann also zur Materialgruppe, die mit dem Terminus *mixed alkali glass*<sup>341</sup> oder auch LMHK (low magnesium – high potassium) bezeichnet wird, gezählt werden. Un-

<sup>341</sup> Henderson 1988.

Messung	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cl	Ag	Au	PbO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	CuO
1	73,15	7,04	6,43	8,82	1,49	0,37	0,56	-	0,49	1,64	-	-
2	74,66	6,77	5,21	9,08	1,25	0,3	0,62	-	0,28	1,82	-	-
3	37,26	3,71	3,76	4,63	0,25	1,96	35,87	2,49	-	2,55	1,92	5,59

**Tab. 7** Rovní (okr. Strakonice). Grabhügel 1. Ergebnis der oberflächlichen SEM-EDS-Messung des Glaskopfes der Miniatureisennadel (Gewichtsprozente). – (Tabelle J. John).

gewöhnlich ist jedoch der hohe Gehalt von Kalzium, was in Glasmaterialien vom Typ LMHK gewöhnlich bis 2-3 % vertreten ist. Im Fall des Fundes aus Rovná kann man jedoch eine sekundäre Kontamination durch dieses Element nicht ausschließen. Es ist anzumerken, dass Kalksteinbruchstücke in der Hügelkonstruktion in großen Mengen anwesend waren. Das ist wohl die Ursache für die gute Erhaltung der Knochen in der alkalischen Umwelt der Grabkammer.

Die Glasmaterialien vom Typ LMHK sind für die Bronzezeit in Westeuropa typisch und kommen in einem ausgedehnten Gebiet zwischen Irland und Italien vor<sup>342</sup>, Böhmen eingeschlossen. Dort ist in der Glasproduktion<sup>343</sup> eine enge Beziehung mit dem norditalienischen Frattesina in der jüngeren Bronzezeit nachweisbar. Chemische Analysen der Glasperlen aus dem Hortfund in Stadtallendorf in Hessen aus dem Ende der Spätbronzezeit zeigen, dass das Glas vom Typ LMHK in Mitteleuropa noch an der Wende von Ha B3 zu Ha C1 verwendet wurde<sup>344</sup>. Im 8. Jahrhundert v. Chr. verschwindet es jedoch und wird durch Material ersetzt, das Soda (bzw. Natron) enthält<sup>345</sup>. Dieser Wandel ist z. B. durch die Analyseergebnisse der Glasperlen aus den Gräberfeldern der Villanovakultur auf dem Gebiet der heutigen Stadt Bologna dokumentiert, wo für das 8. Jahrhundert v. Chr. noch das Vorkommen des Glasmaterials vom Typ LMHK belegt ist; in der Eisenzeit überwiegen dann bereits Gläser aus den typischen Natron-Glasmaterialien<sup>346</sup>. Das Vorkommen des Glasmaterials vom Typ LMHK im Grab von Rovná ist aus chronologischer Sicht also prinzipiell möglich, besonders wenn man an die erste Bestattungsphase in der Stufe Ha C1 denkt. Es handelt sich jedoch nicht um das für die Eisenzeit typische Material.

Die Messung der Metallinklusionen (**Abb. 15, 3**) zeigte eine erhebliche Menge von mit Gold und Kupfer natürlich legiertem Silber. Vier Kontrollmessungen an der Eisennadel mithilfe des XRF-Handspektrometers ergaben keines dieser Metalle. Die Anwesenheit der Buntmetalle, vor allem von Silber, ist damit nur auf den Glaskopf begrenzt. Von der Eisennadel könnten sie aber infolge der Korrosion bzw. während der Konservierung verschwunden sein. Es bieten sich verschiedene Möglichkeiten an, die Anwesenheit von diesen Metallen an der Oberfläche des blauen Glases zu erklären:

1. Der Nadelkopf war ursprünglich mit einer Metallfolie bedeckt, von der sich nur geringe Reste erhalten haben. Die Kombination von Glas und Edelmetall war in der Bronze- und Eisenzeit nicht unbekannt. Es gibt jedoch nur sehr entfernte Vergleichsstücke, bei denen eine Goldfolie auf das Glas appliziert wurde<sup>347</sup>. Angesichts der Distribution der Metallreste am Glas erscheint diese Variante wenig wahrscheinlich.
2. Der eiserne Teil der Nadel wurde versilbert, und bei diesem Prozess geriet das Metall auch an das Glas. Die Versilberung von Stecknadeln ist in der Frühneuzeit bzw. der Barockzeit gut belegt<sup>348</sup>, an der Nadel aus Rovná wurden jedoch keine Spuren davon festgestellt. Aus der Hallstattzeit ist diese Technik bislang nicht bekannt. Auch kann so die Anwesenheit von weiteren Metallen, insbesondere von Gold, nicht erklärt werden.
3. Der gläserne Nadelkopf wurde mit demselben Werkzeug geformt, das zugleich zur Bearbeitung der Buntmetalle diente.
4. Die Metallteilchen gelangten erst während der Verwendung des Artefakts an das Glas. Weil die mikroskopisch kleinen Metallteilchen vornehmlich im Bereich des maximalen Querschnitts des Glaskopfs erhalten sind, wo zugleich auch die größte Abnutzung zu beobachten ist, kann man dies für die plausibelste Erklärung halten. Die Nadel wurde so getragen, dass sie mit ihrem Glasteil in Kontakt mit dem oder den Metallobjekten kam. Ganz hypothetisch darf man sich vorstellen, dass die Nadel die Frisur verzierte und dabei in Kontakt mit den durch die Gold- und Silberlegierung plattierten Kupfer- oder Bronzeohrringen kam.

*J. John*

<sup>342</sup> Henderson 2013, 186.

<sup>343</sup> Venclová u. a. 2011, 563. 567. 578 Abb. 1-3.

<sup>344</sup> Lorenz 2006, 41. 87 Taf. 16-22; Diagr. 6.

<sup>345</sup> Henderson 2013, 90f.

<sup>346</sup> Arletti u. a. 2011.

<sup>347</sup> Triantafyllidis/Karatasios 2012, 27; Henderson 2013, 91.

<sup>348</sup> Omelka/Řebounová/Šlancarová 2011, 534.