

Frühmittelalterliche Prunkkeramik aus Mikulčice, Mähren – archäometrische Analysen und ihre Interpretation

HAJNALKA HEROLD

1. Einleitung

Die sog. „polierte gelbe Keramik“, auch „Keramik antiker Tradition“ oder „Gefäße vom Typ Zalavár-Keszthely“ genannt, ist eine der wichtigsten Keramikarten des 9. Jhs. in den östlichen Randgebieten des ostfränkischen Reiches und den angrenzenden Siedlungsräumen. Diese Gefäße stellen eine Art Prunkkeramik ihrer Zeit dar; sie kommen hauptsächlich in den zentralen Orten des 9. Jhs. dieser Region vor (z. B. in Mikulčice, Břeclav-Pohansko, Staré Město - Uherské Hradiště, Zalavár-Burginsel, Zalaszabar - Borjúállásziget, Keszthely-Fenekpuszta, Gars-Thunau).¹ Einzelne Gefäße sind aber auch aus vermutlich dörflichen Siedlungen und ihren Gräberfeldern im näheren oder weiteren Umfeld der zentralen Orte bekannt.²

Eine wichtige Eigenschaft der „polierten gelben Keramik“ ist es also, dass sie hauptsächlich an voneinander weit entfernten zentralen Orten vorkommt und sich vom Rest des Keramikmaterials deutlich abtrennen lässt, d. h. relativ leicht erkennbar ist. Das Verbreitungsgebiet der „polierten gelben Keramik“ umfasst, wie aus den oben angeführten Fundstellen ersichtlich wird, neben den südmährischen Fundstellen auch Fundorte in Südwestungarn sowie in Niederösterreich. Die Untersuchung des Vorkommens dieser Keramikart ermöglicht eine grobe chronologische Parallelisierung der betroffenen Fundstellen im gesamten Verbreitungsgebiet.

Um das Phänomen „polierte gelbe Keramik“ verstehen zu können, ist von großem Interesse, in welchem Rahmen sie hergestellt wurde. Gab es nur eine Werkstatt, welche die Zentren im heutigen Mähren, in Österreich und Ungarn mit dieser Keramik versorgt hat, oder hatten alle Zentren ihre eigene(n) Werkstätte(n)? Wurde

die Keramik von einem Zentrum zu einem anderen transportiert? Sind die aus den verschiedenen Zentren bekannten Gefäße „polierter gelber Keramik“ auf dem gleichen technologischen Niveau hergestellt worden?

Diese Fragen können mit rein archäologischen Methoden nicht befriedigend beantwortet werden. Aus diesem Grund wurde eine Reihe von Projekten konzipiert, um Proben der „polierten gelben Keramik“ mit archäometrischen Methoden zu untersuchen. Bisher wurden Proben aus Mikulčice, Břeclav-Pohansko, Uherské Hradiště-Otakarova ulice, Zalavár-Burginsel und Gars-Thunau analysiert. Die Analysenergebnisse von Zalavár wurden zum Teil bereits publiziert (HEROLD 2007); eine umfassende Publikation aller bisherigen Untersuchungen zur „polierten gelben Keramik“ befindet sich in Vorbereitung.

Die durchgeführten archäometrischen Analysen der „polierten gelben Keramik“ werfen ein Licht auf die Herstellungsstrukturen, die hinter der Produktion dieser Keramikart stehen. Sie liefern dadurch erste Angaben zum wirtschaftlichen Hinterland frühmittelalterlicher Zentren, und zwar in Bezug auf die selten untersuchten Rahmenbedingungen der Töpferei im Frühmittelalter.

Im vorliegenden Artikel werden die Ergebnisse der Dünnschliffuntersuchungen der von den mährischen Fundorten stammenden Proben vorgelegt.³

1 Zu den mährischen Fundstätten zusammenfassend HRUBÝ 1965 und MĚŘÍNSKÝ 1990, 67–68; Zalavár-Burginsel – Sós 1963, Taf. LXXXI-LXXXIV; Zalaszabar - Borjúállás-sziget – MÜLLER 1994, Taf. 3:12-13, Taf. 7:10-11; Keszthely-Fenekpuszta – Sós 1961, Taf. LXXIV:1-7, 9; Gars-Thunau – CECH 2001, 41–42.
2 Siedlungen: z. B. Alsóbogát – HEROLD 2006, Taf. 87:4, Taf. 90:7; Gräberfelder: z. B. Garabonc – SZÓKE 1992, 68–71; Rousínov – HRUBÝ 1965, Tab. 1:4; Velké Bílovice – MĚŘÍNSKÝ 1990.

3 Die Analysen der Proben von den mährischen Fundorten wurden durch den Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, Wien (Projekt P16468-G02) und durch die Hochschuljubiläumsstiftung der Stadt Wien finanziert. Hiermit möchte ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dr. Erik Szameit für seine Unterstützung sehr herzlich bedanken.

Die Proben von Mikulčice wurden von Herrn Dr. Lumír Poláček (Archäologisches Institut der Tschechischen Akademie der Wissenschaften Brno) zur Verfügung gestellt, wofür ich mich auch bei ihm bedanken möchte.

Die Probe von Břeclav-Pohansko wurde von Herrn Dr. Jiří Macháček (Archäologisches Institut der Masaryk-Universität Brno), die Probe von Uherské Hradiště-Otakarova ulice von Herrn Mag. Martin Hložek (Archäologisches Institut der Masaryk-Universität Brno) zur Verfügung gestellt. Ich möchte mich bei ihnen für die Proben bedanken.

Tab. 1. Daten der untersuchten Proben

Fundort	Proben-Nr.	Inv.-Nr.	Fund-Nr.	Quadrat	Tiefe (cm)	Fundumstände
Mikulčice	M516	594-1412/71	Z57/71	-1/+9	45	Dunkle erdige Schicht mit Mörtelkörnern, SO-Teil des Quadrates
Mikulčice	M517	594-2929/82	Z460/82	17/-17	40	Dunkle erdige Schicht
Mikulčice	M518	594-780/83	P861/83	P8	85	Schotter im N-Teil des Quadrates
Mikulčice	M519	594-291/90	Z535/90	23/+11	65	Erdige Schicht unterhalb der Steindestruktion
Mikulčice	M520	594-536/67	P756/67	K18	65	Dunkle Schicht neben der tonigen Fußbodenaufschüttung, SN-230, WO-100
Mikulčice	M521	594-1039/60	S368/60	B16	0-40	
Mikulčice	M522	594-10068/63	V141/60	35/-19	50	Oberhalb des Niveaus von Steinen bei dem Objekt mit dem tonigen Fußboden
Mikulčice	M523	594-1390/69	T1982/69	35	110	Graue erdige Verfüllung der Grube (am Boden), SN-10, WO-180
Mikulčice	M524	594-4347/60	S96/60	C22	30-60	
Mikulčice	M525	594-2411/73	P286/73	-C-19	110	Tonig-erdige Schicht am S-Rand des Fußbodens, SN-110, OW-260
Mikulčice	M526	594-5279/71	Z2420/71	23/+1	55	Dunkle erdige Schicht mit Steinen
Mikulčice	M527	594-539/67	P803/67	J17	90	Dunkle erdige Schicht neben dem Objekt 656
Mikulčice	M528	594-2063/79	Z768/77	44/-16	40-55	Erdige Schicht
Mikulčice	M529	594-1398/69	Z2048/69	22/-4	40	Auf dem Boden des Objektes 753
Mikulčice	M530	594-724/85	X1111/85	-21/+62	80	Vermischter Sand (SO-Ecke)
Mikulčice	M531	594-2957/69	Z1856/69	22/-4	40	Schwarze Schicht
Mikulčice	M532	594-917/70	Z1671/70	-5/+9	85	Graue Schicht mit Holzkohle, WO-220, NS-250
Mikulčice	M533	594-7847/64	P1/63; P83q/63	-R3	25	
Břeclav-Pohansko		220 925		Sektor D100-50		Lesní Hrud (2002)
Uherské Hradiště, Otakarova-Straße		159 889				

2. Die petrographische Dünnschliffanalyse als Untersuchungsmethode archäologischer Keramik

Naturwissenschaftliche Keramikanalysen sind ein aussagekräftiges Werkzeug für die Kontrolle antiquarischer Gliederungsverfahren, da sich historisch interpretierbare Keramikgruppen auch in der Materialstruktur widerspiegeln. Unter den am häufigsten angewandten Methoden der naturwissenschaftlichen Keramikanalyse liefern, neben den Analysen im Rasterelektronenmikroskop, vor allem die Dünnschliffuntersuchungen Informationen zur Mikrostruktur der Keramik. Dadurch beantworten sie neben Fragen zur Materialzusammensetzung auch solche zur Töpfer-technologie. Ein Dünnschliff ist eine 0,03 mm dicke Keramikprobe zwischen zwei Glasplättchen, die unter dem Polarisationsmikroskop untersucht wird. Für die Anfertigung eines Dünnschliffes wird ein ca. 2 x 4 cm großes Keramikstück benötigt.

Dünnschliffanalysen können Erkenntnisse zu folgenden Fragestellungen liefern:

- Herkunft der bei der Herstellung verwendeten Rohmaterialien (Ton, Zuschlagstoffe),

- verwendete Verfahren bei der Tonvorbereitung,
- verwendete Verfahren beim Aufbau und der Verzierung der Gefäße,
- Technologie des Brandes (Brenntemperatur, -atmosphäre und -dauer, Gruben- oder Ofenbrand).

Die Interpretation der Dünnschliffanalysen bringt neben diesen primären Ergebnissen auch Erkenntnisse zu Wirtschaft und Handel, zur Weitergabe und der Ausbreitung von Technologien und – letztendlich – zur Frage von Beständigkeit und Varianz gesellschaftlicher Symbole.

Bei der traditionellen, auf Gefäßform und Verzierung basierenden Bearbeitung von Keramikfunden bedeutet die große Zahl der „untypischen“, nicht klassifizierbaren Scherben – meist Wandstücke – ein großes Problem. Mit der Anwendung einer Auswertungsmethode auf der Basis der Materialzusammensetzung sind bis zu 99 % der Keramikfunde zu erfassen. Dünnschliffanalysen geben einen sicheren Anhalt für diese Art von Auswertungen: Sie ermöglichen es, Unterschiede und Ähnlichkeiten in der Materialzusammensetzung zu klären und helfen die (allein schwer interpretierbaren) makroskopisch sichtbaren Merkmale der Keramikstücke nachvollziehbar werden zu lassen.

Die Grundlagen der Anwendung naturwissenschaftlicher Methoden für die Typologisierung des Keramikmaterials sind in zahlreichen, sowohl englisch- als auch deutschsprachigen Publikationen beschrieben (z. B. DELL'MOUR 1989, 2001; RIEDERER 1995; NOLL 1991; ORTON/TYERS/VINCE 1993; RICE 1987).

Die Dünnschliffanalysen können besonders im Hinblick auf drei Problemkreise angewandt werden:

- Materialtypologie nach petrographischen Kriterien,
- Herkunftsanalyse,
- angewandte Töpfertechnologie.

Die Analysen zur Materialtypologie beruhen in erster Linie auf der Identifizierung und dem Vergleich der in den Dünnschliffen gefundenen Minerale und Gesteinsbruchstücke. Die Identifizierung erfolgt mittels Polarisationsmikroskopie, basierend auf den Erkenntnissen der optischen Mineralogie. Die Mineralzusammensetzung der Dünnschliffe wird verglichen und dient als Grundlage für die Strukturierung des Keramikmaterials.

Bei den Herkunftsanalysen werden die mikroskopischen Merkmale der archäologischen Keramik mit jenen der (zu Keramik ausgebrannten) Tonproben aus vermuteten Tonquellen verglichen. Oft werden allerdings nur geologische Karten für Herkunftsanalysen herangezogen. Dabei bleibt es fraglich, ob diese Karten für die Zwecke der Herkunftsanalyse detailliert genug sind; außerdem geben die Karten in der Regel keine Auskunft über die Zusammensetzung jüngerer Sedimente, wie z. B. Auelehme, die aber sehr wohl für die Keramikherstellung in ur- und frühgeschichtlicher Zeit verwendet wurden (z. B. DVORSKÁ/POLÁČEK 1995).

Bei töpfer technologischen Untersuchungen spielt die quantitative Erfassung der Gefügemerkmale (Textur) die wichtigste Rolle. Hier werden die Größe, der Abrundungsgrad, die Ausrichtung und die Häufigkeit der nichtplastischen Bestandteile („Magerung“) sowie der Poren erfaßt und die Merkmale der Tonmatrix dokumentiert. Mit Hilfe dieser Daten können Rückschlüsse auf die angewandte Töpfertechnologie, z. B. bezüglich der Aufbaumethoden oder der Standardisierung der Keramikproduktion, gezogen werden.

Die Untersuchungen zur Tonzusammensetzung, Tonherkunft und Töpfertechnologie erlauben eine Analyse der selten untersuchten Rahmenbedingungen des Töpferhandwerkes. Wie viele Tonlagerstätten, Magerungs- und Aufbaumethoden sowie Brenntechniken waren zu einem Zeitpunkt in Verwendung? Kann man mehrere, mit unterschiedlichen Technologien arbeitende Töpfer vermuten? Ändert sich die Struktur des Töpferhandwerks während der Laufzeit der Fundstelle?

Die Anwendung naturwissenschaftlicher Analysen an frühmittelalterlichen Keramikfunden befindet sich

erst in ihren Anfängen. Es wäre einerseits wünschenswert, Dünnschliffuntersuchungen an Keramik einer archäologischen Periode an mehreren Fundstellen durchzuführen, um Ähnlichkeiten bzw. Unterschiede zwischen der Keramik verschiedener Regionen oder verschiedener Siedlungstypen feststellen zu können. Andererseits wäre es wichtig, von einem Fundort Keramik aus mehreren Perioden naturwissenschaftlich zu bearbeiten, um den Umgang von Menschengruppen mit ihrem Umfeld und dessen Rohstoffquellen zu untersuchen bzw. um Änderungen in diesem Bereich erfassen und dokumentieren zu können.

3. Proben und Fragestellung

Im Rahmen der hier besprochenen Dünnschliffanalysen wurden 18 Proben frühmittelalterlicher Keramik aus Mikulčice in Mähren untersucht (Tab. 1).⁴ Die Proben wurden, um das Probennummernsystem der bisher aus Mikulčice archäometrisch untersuchten Keramikstücke beizubehalten, von M516 bis M533 nummeriert.⁵ Die Probenserie beinhaltet 17 Exemplare frühmittelalterlicher „polierter gelber Keramik“ (Proben M517 bis M533) und eine Probe aus einer sog. „byzantinischen Amphora“ (Probe M516). Die Proben der „gelben Keramik“ wurden so ausgewählt, daß sie eine möglichst vollständige Palette der makroskopisch definierbaren Warenarten (fabrics) umfassen. Anhand der makroskopischen Merkmale wurden alle Gefäße der „polierten gelben Keramik“ aus Mikulčice auf einer langsamen Drehscheibe (Handtöpferscheibe) gefertigt.

Als Vergleichsstücke wurden je eine Probe der „polierten gelben Keramik“ aus Břeclav-Pohansko⁶ und aus Uherské Hradiště-Otakarova ulice untersucht.

Die hier vorgelegten Dünnschliffanalysen sollen vor allem einen ersten Eindruck von der „polierten gelben Keramik“ von Mikulčice aus archäometrischer Sicht vermitteln und sollen längerfristig durch weitere Analysen ergänzt, sowie mit Proben der „polierten gelben Keramik“ von anderen Fundstellen und mit Proben von anderen Keramikarten aus Mikulčice verglichen werden. Die publizierten Ergebnisse des archäometrischen Studiums anderer Keramikarten aus Mikulčice durch Jitka Dvorská (+) wurden in der vorliegenden Arbeit für Vergleichszwecke herangezogen (DVORSKÁ/POLÁČEK 1995; DVORSKÁ/POLÁČEK/SCHNEIDER 1998;

4 Die Dünnschliffe wurden von Herrn Andreas Wagner (Eggenburg, Niederösterreich) angefertigt.

5 Die Auswahl der Proben erfolgte nach Durchsicht aller bisher aus dem Keramikmaterial von Mikulčice aussortierten „gelben“ Keramikstücke durch die Verfasserin.

6 Bei der Probe aus Břeclav-Pohansko kann es, aufgrund morphologischer Eigenschaften des beprobten – schnell gedrehten – Gefäßes, leider nicht ausgeschlossen werden, daß es sich um ein römerzeitliches Gefäß handelt.

Tab. 2. Petrographische- und Textur-Eigenschaften der untersuchten Proben (fett gedruckte Nummern: Proben mit isotropen Überresten von Lebewesen; kursiv gedruckte Nummer: Proben mit Überresten von Foraminiferen).

Gruppe	Gruppe 1	Gruppe 1a	Gruppe 2	Gruppe 2a	Gruppe 3	Gruppe 3a	Einzelproben	
nichtplastische Bestandteile	metamorph ± magmatisch ± sedimentär	metamorph + sedimentär	hauptsächlich sedimentär		hauptsächlich sedimentär + metamorph		granitische Gesteins- bruchstücke	metamorph
„fetter“ Ton (nur vereinzelt Partikel über 60 µm)			M523					
„magerer“ Ton (ohne Partikel über 250 µm)			M524+M533					
„fetter“ Ton (sehr wenige Partikel unter 60 µm) + Partikel über 250 µm			M519	M518 M522	M521 M530			M529+M531
„magerer“ Ton mit Partikeln über 250 µm	M527 M516 M528	M532 + Probe Břeclav- Pohansko				<i>M517+M520 +M525+ Probe Uherské Hradiště</i>	M526	

DVORSKÁ 2001). Ein Vergleich mit ihren ausgedehnten unpublizierten archäometrischen Analysen Mikulčicer Keramik konnte im Rahmen dieses Projektes jedoch nicht durchgeführt werden.

4. Die Analyse der Dünnschliffe aus Mikulčice

Die untersuchten Proben aus Mikulčice erwiesen sich als äußerst heterogen (siehe auch Tab. 2 und die detaillierten Beschreibungen der Proben im Anhang). Anhand der geologischen Milieus, denen die Proben entstammen, konnten grundsätzlich drei Gruppen (sowie drei Untergruppen) unterschieden werden. Drei weitere Proben ließen sich in diese Gruppen nicht einordnen: Diese drei Proben stammen aus einer deutlich andersartigen geologischen Umgebung als die Proben der Gruppen 1-3.

Unter den Proben ließen sich vier Texturvarianten feststellen (unterschieden anhand des Anteils bzw. der Korngröße der nichtplastischen Bestandteile). Auch innerhalb der drei anhand des geologischen Milieus abgeordneten Probengruppen finden sich Proben mit unterschiedlichen Textureigenschaften.

Nur zweimal zwei und einmal drei Dünnschliffe aus Mikulčice können im engeren Sinne als zu einer Warenart (fabrics) zugehörig eingestuft werden (gleiche mineralogische Merkmale und Textureigenschaften – in Tab. 2 jeweils mit + Zeichen verbunden). Die übrigen Dünnschliffe innerhalb einer Gruppe entstammen zwar einem sehr ähnlichen geologischen Milieu, wurden aber wegen der Unterschiede bei ihren nichtplastischen Bestandteilen und/oder aufgrund ihrer unterschiedlichen Textureigenschaften als je eine eigene Warenart (fabrics) erfaßt. Die Proben aus Břeclav-Pohansko und Uherské Hradiště-Otakarova ulice lassen sich sehr gut mit den Proben aus Mikulčice vergleichen und gehören zu Warenarten, die auch in Mikulčice präsent sind.

5. Die festgestellten Probengruppen und Einzelproben

Im Folgenden wird eine Zusammenfassung der mineralogischen Eigenschaften der Gruppen 1-3, der Untergruppen 1a-3a sowie der Einzelproben gegeben. Die detaillierte Beschreibung der Proben ist dem Anhang des vorliegenden Artikels zu entnehmen.

Zusätzlich zur Beschreibung der Gruppen wird versucht, die Proben bzw. Probengruppen anhand ihrer mineralogischen Eigenschaften bestimmten Arten von geologischen Milieus zuzuweisen. Die Zuordnung dieser geologischen Umfeld-Typen zu konkreten Formationen in der Umgebung von Mikulčice geschieht allerdings ausschließlich anhand geologischer Karten bzw. unter Rückgriff auf die publizierten Ergebnisse von Jitka Dvorská (DVORSKÁ/POLÁČEK 1995; DVORSKÁ/POLÁČEK/SCHNEIDER 1998; DVORSKÁ 2001). Die Angaben zur Ermittlung eines möglichen Herkunftsgebietes dienen daher hauptsächlich der Orientierung und müssen noch durch weitere Probennahme bzw. durch einen Vergleich mit den unpublizierten Ergebnissen von Jitka Dvorská verifiziert werden.⁷

Gruppe 1 (drei Proben: M527, M516, M528; Abb. IX.1-3)

Die Proben der Gruppe 1 haben eine karbonatarme, siltreiche Matrix und beinhalten großformatige, hauptsächlich metamorphe nichtplastische Bestandteile, die in einigen Fällen durch karbonathaltige Gesteinsbruchstücke (Probe M516) und Bruchstücke von Vulkaniten (Probe M527) ergänzt werden. Das fallweise Vorkommen von Vulkaniten in den Dünnschliffen der Keramik von Mikulčice hat auch Jitka Dvorská erwähnt (DVORSKÁ/POLÁČEK 1995, 198).

⁷ Jitka Dvorská hat sowohl die archäologische Keramik als auch die potentiellen Keramikrohstoff-Vorkommen der Umgebung von Mikulčice beprobt und archäometrisch untersucht, diese Untersuchungen sind aber größtenteils unpubliziert.

Das Ausgangsmaterial kann am ehesten als quartäres Sediment interpretiert werden, das auch in der nächsten Umgebung der Burganlage von Mikulčice (in der Aue der Morava/March) ansteht. Eine Herkunft der Proben aus diesen Sedimenten ist gut möglich.

Gruppe 1a (zwei Proben: M532 und Probe aus Břeclav-Pohansko; Abb. IX.4-5)

Bei der Probe M532 und bei der Probe aus Břeclav-Pohansko ist aufgrund der Anwesenheit von einigen Foraminiferen wahrscheinlich, daß hier die quartären Sedimente mit neogenen Sedimenten vermischt wurden (ob dies natürlich ist oder durch die Töpfer vorgenommen wurde, ist nicht eindeutig zu klären). Die Mischung zweier (oder mehrerer) Tone ist aus der Ethnographie bekannt (z. B. im heutigen Griechenland, NOLL 1991, 77) und konnte auch an frühmittelalterlicher Keramik aus Bulgarien archäometrisch nachgewiesen werden (HEROLD 2004).

Gruppe 2 (vier Proben: M523, M524+M533, M519; Abb. IX.6-9)

Die Proben der Gruppe 2 haben eine karbonatreiche Matrix und beinhalten zahlreiche Reste von Foraminiferen. Sie können am ehesten als Proben aus neogenen Sedimenten definiert werden. Ähnliche Proben aus dem Keramikmaterial von Mikulčice erwähnte auch Jitka Dvorská, sie brachte die Proben mit den neogenen Schichten in der Gegend von Moravská Nová Ves – 5,5 km südöstlich der Fundstelle – in Verbindung (DVORSKÁ/POLÁČEK 1995, 201).

Gruppe 2a (zwei Proben: M518, M522; Abb. IX.10-11)

Bei den Proben M518 und M522 ist aufgrund der Existenz von Sandsteinbruchstücken, karbonathaltigen Partikeln verschiedener Größe bzw. Tongeröllen/Schamottestücken wahrscheinlich, daß hier neogene Sedimente mit kleinen Mengen von Sedimenten aus einer Flysch-Zone vermischt wurden (ob dies eine natürliche Mischung ist oder durch die Töpfer geschah, ist wiederum nicht eindeutig zu klären).

Gruppe 3 (zwei Proben: M521, M530; Abb. X.1-2)

Die Matrix der Mehrheit der Proben aus Gruppe 3 besteht aus lichtoptisch als unterschiedliche Körner wahrnehmbaren Muskovitkörnern (von Jitka Dvorská als „Nadelmatrix“ beschrieben: DVORSKÁ/POLÁČEK 1995, 197). Als nichtplastische Bestandteile kommen Sandsteinbruchstücke, karbonathaltige Partikel verschiedener Größe bzw. Tongerölle/Schamottestücke/Tonsteinbruchstücke vor. Aufgrund dieser Eigenschaften können die Proben am ehesten einer Flysch-Zone entstammen, was möglicherweise mit der Flysch-Zone Südostmährens zu identifizieren ist. Eine engere räumliche Einschränkung ist ohne weitere Proben nicht möglich.

Gruppe 3a (vier Proben: M517+M520+M525+Probe Uherské Hradiště-Otakarova ulice; Abb. X.3-6)

Bei den Proben M517, M520, M525 und bei der Probe aus Uherské Hradiště ist aufgrund der Anwesenheit von zahlreichen Karbonatkörnern und einigen Foraminiferen wahrscheinlich, daß hier die Sedimente aus einer Flysch-Zone mit neogenen Sedimenten (natürlich oder artifiziell) vermischt wurden.

Das von Bořivoj Dostál bereits in den 1980er Jahren für archäometrische Untersuchungen beprobte und publizierte Bruchstück einer Flasche der „polierten gelben Keramik“ aus Břeclav-Pohansko gehört, soweit es nach einem publizierten Schwarzweißfoto (ŠTELCL/DOSTÁL et al. 1987, Foto 6) beurteilt werden kann, am ehesten zu dieser Gruppe.

Einzelproben

Proben M529+M531 (Abb. X.8-9)

Die Proben M529+M531 bestehen aus einer karbonatarmen, eisenreichen, siltarmen Tonmatrix mit metamorphen nichtplastischen Bestandteilen. Sie weichen nach ihrer Zusammensetzung von den anderen untersuchten Proben stark ab und stammen aus einer metamorphen kristallinen Umgebung. Ein mögliches Herkunftsgebiet für diese Proben könnte die Böhmisches Masse sein, ohne Vergleichsproben ist eine exakte Herkunftsbestimmung jedoch nicht möglich.

Probe M526 (Abb. X.7)

Die Probe M526 beinhaltet mehrere große granitische Gesteinsbruchstücke, daher ist eine lokale bzw. regionale Herkunft dieser Probe in Mikulčice nicht wahrscheinlich. Wie bei den Proben M529+M531 könnte auch hier die Böhmisches Masse als Herkunftsgebiet in Frage kommen; ohne weitere Vergleichsproben kann hier jedoch ebenfalls keine nähere Bestimmung erfolgen.

Die Probengruppen und Einzelproben weisen – wie aus den Beschreibungen ersichtlich – voneinander mitunter sehr unterschiedliche mineralogische Eigenschaften auf. Für die Anfertigung der in Mikulčice gefundenen polierten gelben Keramikgefäße wurden also zahlreiche unterschiedliche Rohstoffe verwendet. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, daß diese Gefäße in mehreren verschiedenen Werkstätten produziert wurden.

6. Bemerkungen zur Brenntemperatur und Brennosphäre

Nach der Untersuchung der verwendeten Rohstoffe kommen wir zu einem Vergleich des Brennprozesses, dem die untersuchten Gefäßreste unterworfen waren. Zuerst werden die Angaben zur Brenntemperatur, dann die zur Brennosphäre ausgewertet.

Die optischen Eigenschaften der Tonmatrix ermöglichen es, Schlussfolgerungen über die Brenntemperatur der untersuchten Proben zu ziehen. Einige der Proben haben eine optisch stärker oder schwächer anisotrope (Farbe der Tonmatrix ändert sich bei Drehung des Mikroskoptisches), andere eine isotrope (Farbe der Tonmatrix ändert sich bei Drehung des Mikroskoptisches nicht), rote bzw. braune Matrix. Wenn die Tonmatrix der Proben optisch isotrop ist (weil die Tonminerale ihre Kristallstruktur verlieren bzw. verloren haben) und eine rote bzw. braune Farbe zeigt, deutet dies, anhand der Untersuchungen von Marino Maggetti, auf eine Brenntemperatur von ungefähr 750-1050°C hin (MAGGETTI/WESTLEY/OLIN 1984, 177, Fig. 13).⁸ Eine optisch anisotrope Matrix (dies zeigt, daß die Kristallstruktur der Tonminerale noch gewissermaßen erhalten geblieben ist) weist auf eine Brenntemperatur niedriger als 750 °C hin.

Die hier untersuchten Proben zeigen eine große Bandbreite von Anisotropie bzw. Isotropie der Tonmatrix, woraus man darauf schließen kann, daß die Brenntemperatur der beprobten Gefäße eher variabel war. Dies kann einerseits so erklärt werden, daß die Töpfer den Brand der Gefäße schlecht kontrollieren konnten, andererseits, daß verschiedene Werkstätten ihre Gefäße bei unterschiedlichen Temperaturen ausbrannten. Beide Deutungsvarianten brauchen einander nicht auszuschließen.

Zur Brennatmosphäre lässt sich festhalten, daß alle untersuchten Keramikstücke eine Außenoberfläche haben, die auf einen oxidierenden Brand hinweist. Die Proben der Gruppen 1, 1a sowie 3 und 3a zeigen eine eher homogene, gelbbraune bis rötlichbraune Farbe im ganzen Querschnitt, wobei die karbonatarmen (und wohl eisenreichen) Proben der Gruppen 1 und 3 eine eher rötliche, die karbonathaltigen Proben der Gruppen 1a und 3a eine eher gelbliche Farbe haben.

Die Proben der Gruppen 2 und 2a sind in der Regel außen oxidiert und innen reduziert. Wegen ihres Karbonatgehaltes zeigt die äußere Hälfte dieser Proben eine gelbe oder gelbbraune (und keine rote) Farbe; die innere Hälfte ist hell- bis dunkelgrau.

Von den Einzelproben lassen sich die Proben M529+M531 gut mit den Farbeigenschaften der Gruppe 1 vergleichen (auch wenn die beiden Einzelproben eine dunkelrote Farbe aufweisen); die Probe M526 ist hingegen außen oxidiert und innen reduziert, zeigt aber keine anderen Gemeinsamkeiten mit den farblich ähnlich strukturierten Proben der Gruppen 2 und 2a.

⁸ Marino Maggetti hat eine isotrope rote Matrix bei einem 1:1 Gemisch von einem karbonatarmen und einem karbonatreichen Ton bei einer Brenntemperatur von ca. 750-1050 °C experimentell nachgewiesen.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Brennatmosphäre aller Proben zwar grundsätzlich oxidierend war, die durch den Karbonat- bzw. Eisen-gehalt erzielte gelbe bzw. rötliche Farbe läßt aber eine Unterscheidung einiger Gruppen zu. Dies deutet wiederum darauf hin, daß die untersuchten Gefäße Produkte mehrerer Werkstätten sind.

7. Unterscheidung der archäometrisch festgestellten Keramikgruppen anhand makroskopischer Kriterien

Bei archäometrischen Keramikanalysen kann naturgemäß nur ein kleiner Anteil aller Keramikscherven untersucht werden. Aus diesem Grund ist es stets sehr wichtig, festzustellen, anhand welcher makroskopischen Kriterien die Einordnung nicht beprobter Keramikstücke in die archäometrisch ausgearbeiteten Gruppen möglich ist.

Im Falle der hier untersuchten Proben aus Mikulčice sind es:

- die Farbe der Proben,
 - die sichtbare An- oder Abwesenheit von Glimmerpartikeln, sowie
 - die mit der Hand spürbaren größeren nichtplastischen Bestandteile,
- die nun eine annähernde Einordnung aller bekannten Bruchstücke „polierter gelber Keramik“ aus Mikulčice anhand makroskopischer Kriterien ermöglichen.

Um jedoch eventuelle weitere Warenarten innerhalb der „polierten gelben Keramik“ von Mikulčice zu entdecken, sowie die bestehenden Gruppen für einen umfassenden Vergleich mit ähnlichen Keramikstücken von anderen Fundorten vorzubereiten, wäre auf jeden Fall die Untersuchung weiterer Proben inklusive einer chemischen Analyse vorteilhaft.

8. Die Herstellungsrahmen der „polierten gelben Keramik“ im Licht der archäometrischen Untersuchungen

Wenden wir uns nun der Frage nach dem Produktionsrahmen der untersuchten Keramikgefäße zu. Können die aus drei geologisch verschiedenen Gebieten stammenden Gruppen (und ihre „Mischvarianten“, die Untergruppen) als Erzeugnisse von jeweils einem Produktionsort bzw. einer Werkstatt interpretiert werden? Oder sind die beprobten Gefäße, die hier zu einer Gruppe gehören, Produkte mehrerer Produktionsorte/Werkstätten im selben (bzw. in einem ähnlichen?) geologischen Gebiet?

Die Heterogenität der Proben bezüglich ihrer Textur-eigenschaften und ihrer nichtplastischen Bestandteile

bzw. ihrer Brenntemperatur innerhalb der einzelnen Gruppen sprechen auf jeden Fall gegen die Annahme von Werkstätten, die in größeren Serien produzieren; dann müssten die Proben einen gewissen Grad von Standardisierung zeigen – die einzige einigermaßen standardisierte Gruppe in dieser Untersuchung war die Gruppe 3a.

Die in diesem Projekt durchgeführten Analysen lassen anhand der Heterogenität der einzelnen Gruppen grundsätzlich zwei Modelle für die Herstellungsstrukturen der „polierten gelben Keramik“ von Mikulčice zu:

- die beprobten Gefäße entstammen wenigen Werkstätten, die aber nur sporadisch produzierten und deren Produkte daher nicht sehr stark standardisiert sind (Proben aus einer archäometrisch festgestellten Gruppe stammen aus einer einzigen Werkstatt),
- oder es sind Produkte mehrerer kleiner Werkstätten, die zwar in der selben geologischen Umgebung tätig waren, aber etwas verschiedene bzw. unterschiedlich feine bzw. grobe Rohmaterialien verwendet haben und diese bei verschiedenen Temperaturen ausbrannten (Proben aus der selben archäometrischen Gruppe können aus verschiedenen Werkstätten stammen).

Aufgrund der hier vorgestellten Untersuchungen läßt sich feststellen, daß die sog. „byzantinische Amphora“ (Probe M516) weder in ihrem Rohmaterial, noch in ihrer Herstellungstechnik sich von den anderen Proben der Gruppe 1 der „polierten gelben Keramik“ wesentlich unterscheidet. Es ist daher sehr gut möglich, daß ihre Herstellung, genauso wie die Herstellung der „polierten gelben Keramik“, lokal bzw. regional erfolgte.

Die ebenfalls untersuchten zwei Proben der „polierten gelben Keramik“ von Břeclav-Pohansko und Uherské Hradiště-Otakarova ulice lassen sich in je eine der drei Dünnschliff-Gruppen von Mikulčice einordnen. Da wir natürlich jeweils nur den Fundort aller hier beprobten Keramikstücke, nicht aber den Herstellungsort kennen, lassen die hier untersuchten Proben von Mikulčice, Břeclav-Pohansko und Uherské Hradiště-Otakarova ulice theoretisch die Möglichkeit folgender Interpretationen für die Mährische Region zu:

- Eine (eher sporadisch produzierende) Werkstatt (je eine Werkstatt pro geologisches Milieu) hat mehrere Siedlungszentren mit „polierter gelber Keramik“ versorgt.
- Verschiedene Werkstätten existierten im selben geologischen Milieu, eine Werkstatt hat „polierte gelbe Keramik“ nur in ein Siedlungszentrum geliefert.
- Verschiedene Werkstätten existierten im selben geologischen Milieu, eine Werkstatt hat „polierte gelbe Keramik“ in mehrere Siedlungszentren geliefert.

- Mehrere Siedlungszentren hatten ähnliche geologische Milieus in ihrer Nähe, daher haben die dort produzierten Keramikgefäße eine ähnliche mineralogische Zusammensetzung.
- Die Gefäße der „polierten gelben Keramik“ wurden zwischen den Siedlungszentren in Mähren in irgendeiner Form (Handel, Geschenke) transportiert.

Da aus Břeclav-Pohansko und Uherské Hradiště jeweils nur eine Probe untersucht wurde und die Proben weder mit den „nicht speziellen“ Keramikarten der drei Fundstellen noch mit Tonproben aus der Umgebung der Fundorte verglichen werden konnten, können die oben aufgelisteten Interpretationen nur einen Eindruck über die Aussagemöglichkeiten archäometrischer Keramikanalysen für die Untersuchung wirtschaftlicher Strukturen vermitteln. Erst durch weitere Analysen ließen sich diese Aussagemöglichkeiten verifizieren oder widerlegen. Auf diesem Weg könnte ein entscheidend detailreicheres Bild über den Herstellungsrahmen frühmittelalterlicher Keramik in Mähren gewonnen werden.

Zusammenfassend können aufgrund der hier vorgelegten Untersuchungen folgende drei Erkenntnisse als Grundlage für künftige Analysen festgehalten werden:

- Die untersuchten Proben der „polierten gelben Keramik“ von den mährischen Fundorten sind sehr heterogen, sie lassen sich in mehrere kleine Gruppen einteilen,
- diese Gruppen sind aufgrund ihrer Mineralzusammensetzung, Textureigenschaften und Brenntechnik auch in sich eher heterogen,
- Proben aus denselben Gruppen kommen an mehreren Mährischen Fundorten vor.

Die hier untersuchten Proben „polierter gelber Keramik“ lassen auf jeden Fall die Möglichkeit einer Versorgung mit diesen Gefäßen durch dieselben Werkstätten innerhalb Mährens bzw. eines regionalen Transportes dieser Gefäße zu. Erst Vergleiche mit den Proben „polierter gelber Keramik“ aus Zalavár (HEROLD 2007) und aus Gars-Thunau (DELL'MOUR 2001, sowie Untersuchungen der Verfasserin, unpubliziert) werden zeigen, ob auch ein überregionaler Transport dieser Keramikgefäße zwischen Südwestungarn, Niederösterreich und Mähren angenommen werden kann.

Anhang: Beschreibung der Proben

Die Beschreibung der Proben erfolgt in der Reihenfolge der anhand ihres geologischen Milieus definierten Probengruppen 1-3. Innerhalb der Gruppen werden die Proben nach Texturvarianten besprochen (von oben nach unten in Tab. 2). Zum Schluß werden die drei Einzelproben (M526, sowie M529+M531) vorgestellt.

Die Mehrheit der Dünnschliffe, besonders in den Gruppen 2, 2a und 3, 3a, ist sehr arm an Schwermineralen, daher ist ihr Vorkommen im Dünnschliff eher zufällig. In dieser Eigenschaft stimmen sie sehr gut mit den übrigen bisher archäometrisch untersuchten Keramikarten von Mikulčice überein (DVORSKÁ/POLÁČEK 1995, 197). Die Angabe der vorkommenden Schwerminerale in den folgenden Beschreibungen dient demzufolge nur der Orientierung.

Gruppe 1

M527, M516, M528 (Abb. IX.1-3)

Probe M527 (Abb. IX.1)

- Grundmasse: die Grundmasse ist karbonatarm
 - Farbe makroskopisch: orange (HUE 5YR 5/8, bright reddish brown – HUE 5YR 4/8, reddish brown)⁹
 - optische Eigenschaften unter gekreuzten Polarisatoren: die Grundmasse ist optisch anisotrop und zeigt eine gelbbraune, rotbraune Farbe (HUE 5YR 4/8, reddish brown – HUE 5YR 3/6, dark reddish brown)
- nichtplastische Bestandteile (in abnehmender Häufigkeit):¹⁰
 - Quarz: monokristalline und polykristalline Quarzkörner; mit sowohl undulöser als auch mit gerader Auslöschung, kantige Körner (angular)¹¹
 - Karbonat: mikrokristalline Karbonatkörner, Körner angerundet, gerundet (subrounded, rounded)
 - Gesteinsbruchstücke: saure magmatische Gesteinsbruchstücke mit mikrokristalliner Quarzmatrix und Feldspateinsprenglingen
 - Kalifeldspat: sehr wenige Körner, teilweise mit perthitischer Entmischung
 - Plagioklas: wenige Körner, mit Zwillingslamellen
 - Muskovit: wenige, nadelförmige Körner, Länge bis 150 µm¹², in Einzelfällen bis 450 µm
 - rötliche, wohl hämatithaltige Körner, sowie Körner opaker Phasen sind in den Dünnschliffen anzutreffen, sie können im Durchlicht nicht näher bestimmt werden
- Schamotte/Tongerölle¹³: einige Körner von Tongerölle/Schamotte, meist aus einem eisenreichen Ton, ohne klar definierbaren Grenzen, Größe bis 1300 µm

9 Die Bestimmung der Farben erfolgte anhand der Munsell Soil Color Chart, 1997 („japanische Ausgabe“).

10 Da es in den meisten Fällen nicht eindeutig entschieden werden kann, ob die im Dünnschliff sichtbaren Partikel intentionell dem Ton als Magerungsstoff beigemischt wurden, oder ob diese Partikel im Ausgangsmaterial für die Keramikherstellung bereits natürlich enthalten waren, werden sie in diesem Bericht stets als nichtplastische Bestandteile angesprochen.

11 Anwendung der Begriffe nach PETTIJOHN/POTTER/SIEVER 1973; deutsche Ausdrücke nach TUCKER 1985.

12 1000 µm (Mikrometer) = 1 mm

13 Es ist in der Regel nicht möglich, Schamottemagerung von ungebrannt in den Ton gelangten Tongeröllen zu unterscheiden. Prinzipiell sind Tongerölle (die zum ersten Mal mit dem Gefäß ausbrannten) im Dünnschliff von einer leeren Zone umgeben, dies weist auf eine Schrumpfung des Tongerölls während des Brandes hin. Da es sich bei den Geröllen um eine andere Art von Ton handelt als beim Gefäß (sonst würde man die Tongerölle im Schliff nicht sehen), ist der Schrumpungsgrad anders als der des Tons des Gefäßes. Aus diesem Unterschied ergibt sich die leere Zone im Dünnschliff um die Tongerölle.

- akzessorisch auftretende Minerale: Turmalin, Zirkon, Amphibol, Epidot, Klinopyroxen, Eisenschlacke, Rutil
- Anteil der nichtplastischen Bestandteile¹⁴: 15-20 vol%, wobei es bei den Körnern von Tongeröllen/Schamotte in vielen Fällen nicht eindeutig ist, ob sie als nichtplastischer Bestandteil oder als Teil der Matrix betrachtet werden können
- mittlere und maximale Korngröße: mittel: 100-150 µm; max.: 1200 µm
- Korngrößenverteilung: schlecht sortiert¹⁵
- Ausrichtung der Partikel und Poren: längliche Partikel und Poren sind in einigen Bereichen des Dünnschliffes parallel zueinander (nicht aber zur Gefäßwand) ausgerichtet

Probe M516 („byzantinische Amphora“; Abb. IX.2)

- Grundmasse: die Grundmasse ist karbonatarm
 - Farbe makroskopisch: äußere zwei Drittel rot (HUE 2.5YR 4/8, reddish brown), inneres Drittel rotbraun (HUE 2.5YR 3/4, dark reddish brown)
 - optische Eigenschaften unter gekreuzten Polarisatoren: die äußeren zwei Drittel sind optisch isotrop und zeigen eine dunkle rotbraune Farbe (HUE 2.5YR 2/3, very dark reddish brown), das innere Drittel ist optisch anisotrop und hat eine hellere rotbraune Farbe (HUE 2.5YR 4/6, reddish brown)
- nichtplastische Bestandteile (in abnehmender Häufigkeit):
 - Quarz: monokristalline und polykristalline Quarzkörner; sowohl mit undulöser als auch mit gerader Auslöschung, kantige Körner (angular)
 - Kalifeldspat: zahlreiche Körner, teilweise mit Einschlüssen, auch einige Körner mit Mikroklin-Struktur
 - Muskovit: zahlreiche nadelförmige Körner, Länge bis 250 µm
 - Gesteinsbruchstücke: Gesteinsbruchstücke mit karbonatischer Matrix und Quarz- bzw. Glimmerpartikeln (matrixgestütztes Gefüge); Gesteinsbruchstücke mit kiesel-säurehaltiger Matrix und Quarz-, Kalifeldspat- bzw. Glimmerpartikeln (matrixgestütztes Gefüge); Quarzitkörner
 - Plagioklas: wenige Körner, mit Zwillingslamellen
 - rötliche, wohl hämatithaltige Körner, sowie Körner opaker Phasen sind in den Dünnschliffen anzutreffen, sie können im Durchlicht nicht näher bestimmt werden
- Schamotte/Tongerölle: es sind keine Körner eindeutig als Tongerölle/Schamotte zu identifizieren
- akzessorisch auftretende Minerale: Epidot, Zirkon, Rutil
- Anteil der nichtplastischen Bestandteile: 30-35 vol%
- mittlere und maximale Korngröße: mittel: 100-150 µm; max.: 1500 µm
- Korngrößenverteilung: schlecht sortiert

Bei Schamotte, die bereits vor dem Gefäßbrand (mindestens einmal) ausgebrannt wurde, ändert sich die Größe nicht mehr. D. h. man sieht keine leere Zone um die Schamottepartikel (NOLL 1991, 42-43).

Diese prinzipielle Unterscheidung kann in der Praxis jedoch nur sehr bedingt angewendet werden, da es äußerst selten klare Fälle gibt. Daher wird in diesem Bericht stets von Tongeröllen/Schamotte gesprochen.

14 Die Bestimmung der Anteil der nichtplastischen Bestandteile erfolgte mit Hilfe speziell für den Gebrauch mit Keramikproben entwickelter Schätzbilder (MATTHEW/WOODS/OLIVER 1991).

15 Anwendung der Begriffe nach PETTIJOHN/POTTER/SIEVER 1973; deutsche Ausdrücke nach: TUCKER 1985.

- Ausrichtung der Partikel und Poren: längliche Partikel und Poren sind meist parallel zur Gefäßwand ausgerichtet

Probe M528 (Abb. IX.3)

- Grundmasse: die Grundmasse ist karbonatarm
 - Farbe makroskopisch: orangebraun – braun (HUE 7.5YR 4/6, brown – HUE 10YR 4/6, brown)
 - optische Eigenschaften unter gekreuzten Polarisatoren: die Grundmasse ist optisch anisotrop und zeigt eine braune, rotbraune Farbe (HUE 7.5YR 3/3, dark brown – HUE 5YR 4/8, reddish brown)
- nichtplastische Bestandteile (in abnehmender Häufigkeit):
 - Quarz: monokristalline und polykristalline Quarzkörner; sowohl mit undulöser als auch mit gerader Auslöschung, kantige Körner (angular)
 - Kalifeldspat: zahlreiche Körner, einige Körner mit perthitischer Entmischung, einige Körner mit beginnender Serizitisierung, auch einige Mikrokline
 - Plagioklas: Körner, mit Zwillinglamellen
 - Gesteinsbruchstücke: leicht metamorphe Quarzitbruchstücke, Sadsteinbruchstücke
 - Muskovit, nadelförmige Körner, Länge bis 150 µm
 - rötliche, wohl hämatithaltige Körner, sowie Körner opaker Phasen sind in den Dünnschliffen anzutreffen, sie können im Durchlicht nicht näher bestimmt werden
- Schamotte/Tongeröle: sehr wenige Körner von Tongerölen/Schamotte, es ist nicht eindeutig ob sie als nichtplastischer Bestandteil oder als Teil der Matrix betrachtet werden können
- akzessorisch auftretende Minerale: Turmalin, Zirkon, Granat, Epidot, Amphibol, Rutil
- Anteil der nichtplastischen Bestandteile: 25-30 vol%
- mittlere und maximale Korngröße: mittel: 150-200 µm; max.: 500 µm
- Korngrößenverteilung: mäßig sortiert
- Ausrichtung der Partikel und Poren: Poren und einige längliche Partikel parallel zur Gefäßwand ausgerichtet

Gruppe 1a

M532+Probe aus Břeclav-Pohansko (Abb. IX.4-5)

Probe M532 (Abb. IX.4), Probe aus Břeclav-Pohansko¹⁶ (Abb. IX.5)

- Grundmasse: die Grundmasse ist karbonathaltig, die Karbonatpartikel sind aber größtenteils – wohl durch Hitzeeinwirkung – beschädigt; es sind einige Überreste von Foraminiferen, karbonathaltige Schalen anderer Lebewesen, sowie zahlreiche andere farblose, isotrope Überreste verschiedener Lebewesen (darunter auch pflanzliche Einzeller, Diatomeen¹⁷) im Dünnschliff zu finden
 - Farbe makroskopisch: gelbbraun (HUE 10YR 5/6, yellowish brown)
 - optische Eigenschaften unter gekreuzten Polarisatoren: die Grundmasse ist optisch isotrop und zeigt eine rotbraune Farbe (HUE 5YR 2/3-2/4, very dark reddish brown)

¹⁶ Bei dieser Probe ist es nicht eindeutig zu entscheiden, ob es sich beim beprobten Gefäß um ein römerzeitliches oder um ein frühmittelalterliches Gefäß handelt.

¹⁷ Vielen Dank an Herrn Claudius Pirkenseer (Departement für Geowissenschaften, Universität Fribourg, Schweiz) für die Sichtung und Bestimmung dieser und anderer Lebewesen in den untersuchten Dünnschliffen von Mikulčice. Da Diatomeen im Wasser leben, auch im Süßwasser, bieten diese keinen Anhaltspunkt für die geologische Herkunft der Proben.

- nichtplastische Bestandteile (in abnehmender Häufigkeit):
 - Quarz: meist monokristalline, selten polykristalline Quarzkörner mit gerader, sehr selten mit undulöser Auslöschung, kantige Körner (angular)
 - Kalifeldspat: wenige Körner, teilweise mit Einschlüssen
 - Plagioklas: sehr wenige Körner, mit Zwillinglamellen
 - Karbonat: Karbonatkörner in vielen Fällen aus Schalen von Lebewesen, sowie kleinere und größere, mikrokristalline Karbonatkörner, meistens durch Hitzeeinwirkung beschädigt
 - Muskovit, wenige, nadelförmige Körner, Länge bis 100 µm
 - rötliche, wohl hämatithaltige Körner, sowie Körner opaker Phasen sind in den Dünnschliffen anzutreffen, sie können im Durchlicht nicht näher bestimmt werden
 - optisch nicht näher bestimmbar isotrope Körner, die wohl durch Hitzeeinwirkung aus verschiedenen Phasen entstanden sind
- Schamotte/Tongeröle: einige Körner von Tongeröle/Schamotte, meist aus einem eisenreichen Ton
- akzessorisch auftretende Minerale: Zirkon, Rutil, Granat
- Anteil der nichtplastischen Bestandteile: 10-15 vol%
- mittlere und maximale Korngröße: mittel: 100-150 µm; max: 1200 µm
- Korngrößenverteilung: mäßig sortiert
- Ausrichtung der Partikel und Poren: längliche Partikel und Poren sind in einigen Bereichen des Dünnschliffes parallel zueinander (nicht aber zur Gefäßwand) ausgerichtet

Gruppe 2

M523, M524+M533, M519 (Abb. IX.6-9)

Probe M523 (Abb. IX.7)

- Grundmasse: die Grundmasse ist karbonatreich, es sind zahlreiche Überreste von Foraminiferen sowie karbonathaltige Schalen anderer Lebewesen im Dünnschliff zu finden¹⁸
 - Farbe makroskopisch: äußere zwei Drittel gelbbraun (HUE 2.5Y 4/6, olive brown), inneres Drittel grau (HUE 2.5Y 4/1, yellowish gray)
 - optische Eigenschaften unter gekreuzten Polarisatoren: die Grundmasse ist optisch stark anisotrop und zeigt eine gelbbraune Farbe (HUE 10YR 6/6, bright yellowish brown)
- nichtplastische Bestandteile (in abnehmender Häufigkeit):
 - Quarz: monokristalline, in Einzelfällen polykristalline Quarzkörner; mehrheitlich mit gerader Auslöschung, kantige Körner (angular)
 - Karbonat: kantige, aus wenigen Kristallen bestehende Körner, sowie Schalen von Foraminiferen
 - Kalifeldspat: sehr wenige Körner, wegen der sehr kleinen Korngröße schwierig optisch zu identifizieren
 - Plagioklas: wenige Körner, mit Zwillinglamellen
 - Muskovit: sehr wenige, nadelförmige Körner, Länge bis 150-200 µm
 - rötliche bzw. opake, wohl hämatithaltige Körner sind in den Dünnschliffen anzutreffen, sie können im Durchlicht nicht näher bestimmt werden

¹⁸ Eine exakte paläontologische Bestimmung der Foraminiferen war im Rahmen dieses Projekts nicht möglich. Es ist zu überprüfen, ob durch die Bestimmung dieser Foraminiferen in einem speziell paläontologisch ausgerichteten Projekt Aussagen über die genauere Herkunft des Tones zu erzielen wären.

- Schamotte/Tongerölle: keine gut abgrenzbaren Tongeröll- bzw. Schamottekörner
- akzessorisch auftretende Minerale: Turmalin, Zirkon, Rutil
- Anteil der nichtplastischen Bestandteile: unter 10 vol%
- mittlere und maximale Korngröße: mittel: 30-50 µm; max.: 400 µm
- Korngrößenverteilung: gut sortiert
- Ausrichtung der Partikel und Poren: längliche Partikel und Poren sind in einigen Bereichen des Dünnschliffes parallel zueinander (nicht aber zur Gefäßwand) ausgerichtet

Proben M524 (Abb. IX.8), M533 (Abb. IX. 9)

- Grundmasse: die Grundmasse ist karbonatreich; es sind einige Überreste von Foraminiferen, karbonathaltige Schalen anderer Lebewesen, sowie zahlreiche andere farblose, isotrope Überreste verschiedener Lebewesen (darunter auch pflanzliche Einzeller, Diatomeen) im Dünnschliff zu finden
 - Farbe makroskopisch: orange – gelbbraun – braun (HUE 7.5Y 5/6-5/8, bright brown – HUE 7.5Y 3/1, brownish black)
 - optische Eigenschaften unter gekreuzten Polarisatoren: die Grundmasse ist optisch anisotrop und zeigt eine gelbbraune, orange Farbe (HUE 7.5YR 6/8, bright brown - HUE 10YR 6/8, bright yellowish brown)
- nichtplastische Bestandteile (in abnehmender Häufigkeit):
 - Quarz: monokristalline Quarzkörner mit gerader, sehr selten mit undulöser, Auslöschung, kantige Körner (angular)
 - Kalifeldspat: sehr wenige Körner, wegen der sehr kleinen Korngröße schwierig optisch zu identifizieren; einige Körner mit perthitischer Entmischung
 - Karbonat: Karbonatkörner in vielen Fällen aus Schalen von Lebewesen, sowie aus größeren Kristallen bestehende, kantige Karbonatkörner
 - Muskovit: wenige, nadelförmige Körner, Länge bis 100 µm
 - rötliche, wohl hämatithaltige Körner, sowie Körner opaker Phasen sind in den Dünnschliffen anzutreffen, sie können im Durchlicht nicht näher bestimmt werden
- Schamotte/Tongerölle: sehr wenige Körner von Tongerölle/Schamotte, meist aus einem eisenreichen Ton
- akzessorisch auftretende Minerale: Turmalin, Zirkon, Rutil, Granat, Epidot
- Anteil der nichtplastischen Bestandteile: um 10 vol%
- mittlere und maximale Korngröße: mittel: 50-60 µm; max.: 100 µm
- Korngrößenverteilung: sehr gut sortiert
- Ausrichtung der Partikel und Poren: längliche Partikel und Poren sind in einigen Bereichen des Dünnschliffes parallel zueinander (nicht aber zur Gefäßwand) ausgerichtet

Probe M519 (Abb. IX.6)

- Grundmasse: die Grundmasse ist karbonatarm¹⁹, es sind ein Seeigel-Stachel sowie zahlreiche andere farblose, isotrope Überreste verschiedener Lebewesen (darunter auch pflanzliche Einzeller, Diatomeen) im Dünnschliff zu finden

¹⁹ Wegen der Feinkörnigkeit der beiden Proben ist es schwierig zu entscheiden, ob der verwendete Ton karbonatarm oder karbonatreich ist. Es sind im Mikroskop auf jeden Fall keine eindeutig karbonathaltigen Bestandteile nachweisbar. Die Anwesenheit von fein dispergiertem, karbonathaltigem Material als Bestandteil der Matrix kann ohne chemische Untersuchungen jedoch nicht ausgeschlossen werden.

- Farbe makroskopisch: äußere zwei Drittel gelbbraun (HUE 2.5Y 4/6, olive brown), inneres Drittel grau (HUE 2.5Y 4/1, yellowish gray)
- optische Eigenschaften unter gekreuzten Polarisatoren: die Grundmasse ist optisch stark anisotrop und zeigt eine gelbbraune Farbe (HUE 10YR 6/6, bright yellowish brown)
- nichtplastische Bestandteile (in abnehmender Häufigkeit):
 - Quarz: monokristalline Quarzkörner; mehrheitlich mit gerader Auslöschung, kantige Körner (angular)
 - Kalifeldspat: sehr wenige Körner, wegen der sehr kleinen Korngröße schwierig optisch zu identifizieren
 - Plagioklas: wenige Körner, mit Zwillingslamellen
 - Muskovit: sehr wenige, nadelförmige Körner, Länge bis 150-200 µm
 - rötliche, wohl hämatithaltige Körner, sowie längliche opake Partikel (organisches Material?) sind in den Dünnschliffen anzutreffen, sie können im Durchlicht nicht näher bestimmt werden
- Schamotte/Tongerölle: Ton schlecht erarbeitet, zahlreiche Körner von Tongeröllen/Schamotte, ihr Ton ist meist dem Grundton des Dünnschliffes ähnlich, Größe bis ca. 1200 µm, ihre Größe ist jedoch schwierig zu ermitteln, da die Grenzen oft verwaschen sind
- akzessorisch auftretende Minerale: Zirkon, Rutil
- Anteil der nichtplastischen Bestandteile unter 10 vol%
- mittlere und maximale Korngröße: mittel: 30-50 µm; max.: 1200 µm
- Korngrößenverteilung: schlecht sortiert
- Ausrichtung der Partikel und Poren: keine eindeutige Ausrichtung

Gruppe 2a

M518. M522 (Abb. IX.10-11)

Probe M518 (Abb. IX.10)

- Grundmasse: die Grundmasse ist karbonatarm
 - Farbe makroskopisch: innen und außen orange (HUE 5YR 5/8, bright reddish brown - HUE 5YR 4/8, reddish brown), im mittleren Drittel braun (HUE 5YR 3/1, brownish black)
 - optische Eigenschaften unter gekreuzten Polarisatoren: die Grundmasse ist optisch stark anisotrop und zeigt eine orange bis braune Farbe (HUE 5YR 5/8, bright reddish brown - HUE 5YR 3/4, dark reddish brown)
- nichtplastische Bestandteile (in abnehmender Häufigkeit):
 - Karbonat: mikrokristalline Karbonatkörner, Körner angerundet, gerundet (subrounded, rounded)
 - Quarz: mehrheitlich monokristalline, selten polykristalline Quarzkörner; mit sowohl mit undulöser als auch mit gerader Auslöschung, kantige Körner (angular)
 - Gesteinsbruchstücke: quarzhaltige metamorphe Gesteine, Sandsteinbruchstücke mit hämatithaltigem Bindemittel
 - Kalifeldspat: sehr wenige Körner, wegen der sehr kleinen Korngröße schwierig optisch zu identifizieren
 - Plagioklas: sehr wenige Körner, mit Zwillingslamellierung
 - Muskovit: wenige, nadelförmige Körner, Länge bis 200 µm
 - rötliche, wohl hämatithaltige Körner sowie Körner opaker Phasen sind in den Dünnschliffen anzutreffen, sie können im Durchlicht nicht näher bestimmt werden
- Schamotte/Tongerölle: zahlreiche Körner von Tongerölle/Schamotte, oft aus einem eisenreichen Ton, Größe bis ca. 1200 µm, ihre Größe ist jedoch schwierig zu ermitteln, da die Grenzen oft verwaschen sind

- akzessorisch auftretende Minerale: Turmalin, Zirkon
- Anteil der nichtplastischen Bestandteile: um 10 vol%, wobei es bei Tongeröllen/Schamottepartikeln in vielen Fällen nicht eindeutig ist, ob sie als nichtplastischer Bestandteil oder als Teil der Matrix betrachtet werden können
- mittlere und maximale Korngröße: mittel: 100-150 µm; max.: 1200 µm
- Korngrößenverteilung: schlecht sortiert
- Ausrichtung der Partikel und Poren: längliche Partikel und Poren sind parallel zur Gefäßwand ausgerichtet

Probe M522 (Abb. IX.11)

- Grundmasse: die Grundmasse ist karbonatreich; es sind einige karbonathaltige Schalen, sowie farblose, isotrope Überreste verschiedener Lebewesen im Dünnschliff zu finden
 - Farbe makroskopisch: äußere Hälfte orange (HUE 5YR 5/8, bright reddish brown), innere Hälfte gelbbraun (HUE 10YR 4/4, brown)
 - optische Eigenschaften unter gekreuzten Polarisatoren: die Grundmasse ist optisch anisotrop und zeigt eine orange bis gelbbraune Farbe (HUE 5YR 5/8, bright reddish brown – HUE 10YR 5/8, yellowish brown)
- nichtplastische Bestandteile (in abnehmender Häufigkeit):
 - Karbonat: großformatige, mikrokristalline Karbonatkörner, Körner angerundet, gerundet (subrounded, rounded), sowie kleinere, aus größeren Kristallen bestehende, meist eckige (angular) Karbonatkörner
 - Quarz: wenige, mehrheitlich monokristalline Quarzkörner; mit sowohl undulöser als auch mit gerader Auslöschung, kantige Körner (angular)
 - Gesteinsbruchstücke: Sandsteinbruchstücke mit hämatithaltigem Bindemittel
 - Kalifeldspat: vereinzelte Körner, wegen der sehr kleinen Korngröße schwierig optisch zu identifizieren
 - Muskovit: vereinzelte nadelförmige Körner, Länge bis 200 µm
 - rötliche, wohl hämatithaltige Körner, sowie Körner opaker Phasen sind in den Dünnschliffen anzutreffen, sie können im Durchlicht nicht näher bestimmt werden
- Schamotte/Tongerölle: zahlreiche Körner von Tongerölle/Schamotte, aus verschiedenen Tonen bestehend
- akzessorisch auftretende Minerale: Turmalin, Zirkon, Amphibol, Rutil
- Anteil der nichtplastischen Bestandteile: 20-25 vol%, wobei es bei den Karbonaten und bei Tongeröllen/Schamottepartikeln in vielen Fällen nicht eindeutig ist, ob sie als nichtplastischer Bestandteil oder als Teil der Matrix betrachtet werden können
- mittlere und maximale Korngröße: mittel: 250-300 µm; max.: 1200 µm
- Korngrößenverteilung: schlecht sortiert
- Ausrichtung der Partikel und Poren: ein Teil der länglichen Partikel und Poren sind parallel zur Gefäßwand ausgerichtet

Gruppe 3

M521, M530 (Abb. X.1-2)

Probe M521 (Abb. X.1)

- Grundmasse: die Grundmasse ist karbonatarm, es sind zahlreiche farblose, isotrope Überreste verschiedener Lebewesen (darunter auch pflanzliche Einzeller, Diatomeen) im Dünnschliff zu finden

- Farbe makroskopisch: im gesamten Querschnitt rötlich orange (HUE 5YR 5/8, bright reddish brown)
- optische Eigenschaften unter gekreuzten Polarisatoren: die Grundmasse ist optisch stark anisotrop und zeigt eine rotbraune Farbe (HUE 5YR 3/6, dark reddish brown)
- nichtplastische Bestandteile (in abnehmender Häufigkeit):
 - Quarz: monokristalline Quarzkörner; mehrheitlich mit gerader Auslöschung, kantige Körner (angular)
 - Kalifeldspat: sehr wenige Körner, wegen der sehr kleinen Korngröße schwierig optisch zu identifizieren
 - Plagioklas: wenige Körner, mit Zwillinglamellen
 - Muskovit: relativ viele, nadelförmige Körner, Länge bis 150-200 µm
 - rötliche, wohl hämatithaltige Körner, sowie längliche opake Partikel (organisches Material?) sind in den Dünnschliffen anzutreffen, sie können im Durchlicht nicht näher bestimmt werden
- Schamotte/Tongerölle: Ton schlecht erarbeitet, zahlreiche Körner von Tongerölle/Schamotte, ihr Ton ist meist dem Grundton des Dünnschliffes ähnlich, Größe bis ca. 1200 µm, ihre Größe ist jedoch schwierig zu ermitteln, da die Grenzen oft verwaschen sind
- akzessorisch auftretende Minerale: Epidot, Zirkon, Rutil, Turmalin
- Anteil der nichtplastischen Bestandteile: unter 10 vol%
- mittlere und maximale Korngröße: mittel: 100-150 µm; max.: 1200 µm
- Korngrößenverteilung: schlecht sortiert
- Ausrichtung der Partikel und Poren: keine eindeutige Ausrichtung

Probe M530 (Abb. X.2)

- Grundmasse: die Grundmasse ist karbonatarm
 - Farbe makroskopisch: orange – rotbraun (HUE 5YR 4/8, reddish brown – HUE 2.5YR 4/8, reddish brown)
 - optische Eigenschaften unter gekreuzten Polarisatoren: die Grundmasse ist optisch anisotrop und zeigt eine rote, rotbraune Farbe (HUE 2.5YR 3/6, dark reddish brown – HUE 5YR 3/6, dark reddish brown)
- nichtplastische Bestandteile (in abnehmender Häufigkeit):
 - Gesteinsbruchstücke: Sandsteinbruchstücke mit hämatithaltigem Bindemittel
 - Quarz: mehrheitlich monokristalline, sehr selten polykristalline Quarzkörner; mit sowohl mit undulöser als auch mit gerader Auslöschung, kantige Körner (angular)
 - Kalifeldspat: sehr wenige Körner, wegen der sehr kleinen Korngröße schwierig optisch zu identifizieren
 - Muskovit: nadelförmige Körner, Länge bis 100 µm
 - rötliche, wohl hämatithaltige Körner, sowie Körner opaker Phasen sind in den Dünnschliffen anzutreffen, sie können im Durchlicht nicht näher bestimmt werden
- Schamotte/Tongerölle: zahlreiche Körner von Tongerölle/Schamotte, meist aus einem eisenreichen Ton
- akzessorisch auftretende Minerale: Zirkon
- Anteil der nichtplastischen Bestandteile: 20-25 vol%, wobei es bei Tongeröllen/Schamottepartikeln in einigen Fällen nicht eindeutig ist, ob sie als nichtplastischer Bestandteil oder als Teil der Matrix betrachtet werden können
- mittlere und maximale Korngröße: mittel: 200-250 µm; max.: 1500 µm
- Korngrößenverteilung: schlecht sortiert
- Ausrichtung der Partikel und Poren: keine eindeutige Ausrichtung

Gruppe 3a

Proben M517+M520+M525+Probe aus Uherské Hradiště (Abb. X.3-6)

Proben M517 (Abb. X.3), M520 (Abb. X.4), M525 (Abb. X.5), Probe aus Uherské-Hradiště (Abb. X.6)

- Grundmasse: die Grundmasse ist karbonatreich, es sind einige Foraminiferen in den Dünnschliffen zu finden
 - Farbe makroskopisch: gelbbraun – rotbraun (HUE 7.5YR 5/6, bright brown – HUE 5YR 4/8, reddish brown)
 - optische Eigenschaften unter gekreuzten Polarisatoren: die Grundmasse ist optisch schwach anisotrop bis isotrop und zeigt rotbraune, bzw. hell- und dunkelbraune Farbtöne (HUE 5YR 3/6, dark reddish brown – HUE 7.5YR 3/3, dark brown – HUE 7.5YR 2/1, black)
- nichtplastische Bestandteile (in abnehmender Häufigkeit):
 - Karbonat: wohl durch Hitzeeinwirkung beschädigte, kleinformatige, meist mikrokristalline Karbonatkörner, einige Reste von Foraminiferen
 - Gesteinsbruchstücke: großformatige Gesteinsbruchstücke die aus Quarz und Karbonaten bestehen (Sandstein mit karbonathaltigem Bindemittel?)
 - Quarz: mehrheitlich monokristalline, selten polykristalline Quarzkörner; mit sowohl undulöser als auch mit gerader Auslöschung, kantige Körner (angular)
 - Kalifeldspat: sehr wenige Körner, wegen der sehr kleinen Korngröße schwierig optisch zu identifizieren
 - Plagioklas: vereinzelt Körner, mit Zwillingslamellen
 - Muskovit: zahlreiche nadelförmige Körner, Länge bis 150 µm
 - rötliche, wohl hämatithaltige Körner, sowie Körner opaker Phasen sind in den Dünnschliffen anzutreffen, sie können im Durchlicht nicht näher bestimmt werden
- Schamotte/Tongerölle: einige Körner von Tongerölle/Schamotte, meist aus einem eisenreichen Ton; es ist oft nicht eindeutig ob sie als nichtplastischer Bestandteil oder als Teil der Matrix betrachtet werden können
- akzessorisch auftretende Minerale: Turmalin, Rutil, Zirkon
- Anteil der nichtplastischen Bestandteile: 20-25 vol%
- mittlere und maximale Korngröße: mittel: 100-150 µm; max.: 1500 µm
- Korngrößenverteilung: schlecht sortiert
- Ausrichtung der Partikel und Poren: längliche Partikel und Poren sind in einigen Bereichen des Dünnschliffes parallel zueinander (nicht aber zur Gefäßwand) ausgerichtet

Einzelproben

(Abb. X.7-9)

Probe M526 (Abb. X.7)

- Grundmasse: die Grundmasse ist karbonatarm
 - Farbe makroskopisch: die äußere Hälfte ist orange (HUE 7.5YR 5/8, bright brown), die innere Hälfte ist graugelb (HUE 7.5YR 6/1, brownish grey)
 - optische Eigenschaften unter gekreuzten Polarisatoren: die Grundmasse ist optisch anisotrop; die innere Hälfte zeigt eine graubraune (HUE 10YR 4/1, brownish grey),

die äußere Hälfte eine orange Farbe (HUE 7.5YR 5/8, bright brown)

- nichtplastische Bestandteile (in abnehmender Häufigkeit):
 - Quarz: mehrheitlich monokristalline, selten polykristalline Quarzkörner; mit sowohl undulöser als auch mit gerader Auslöschung, angerundete (subangular) und kantige (angular) Körner
 - Kalifeldspat: zahlreiche Körner, einige Körner mit perthitischer Entmischung, einige Körner mit beginnender Serizitisierung, auch einige Mikrokline
 - Plagioklas: Körner, mit Zwillingslamellen
 - Gesteinsbruchstücke granitischer Zusammensetzung (Quarz±Kalifeldspat±Plagioklas)
 - Muskovit: sehr wenige, nadelförmige Körner, Länge bis 100 µm
 - rötliche, wohl hämatithaltige Körner, sowie Körner opaker Phasen sind in den Dünnschliffen anzutreffen, sie können im Durchlicht nicht näher bestimmt werden
- Schamotte/Tongerölle: einige Körner von Tongerölle/Schamotte, meist aus einem eisenreichen Ton
- akzessorisch auftretende Minerale: Zirkon, Granat, Epidot, Rutil
- Anteil der nichtplastischen Bestandteile: 25-30 vol%
- mittlere und maximale Korngröße: mittel: 200-250 µm; max.: 1500 µm
- Korngrößenverteilung: schlecht sortiert
- Ausrichtung der Partikel und Poren: Poren und einige längliche Partikel parallel zur Gefäßwand ausgerichtet

Proben M529 (Abb. X.8), M531 (Abb. X.9)

- Grundmasse: die Grundmasse ist karbonatarm
 - Farbe makroskopisch: orange (HUE 5YR 5/8, bright reddish brown – HUE 5YR 4/8, reddish brown)
 - optische Eigenschaften unter gekreuzten Polarisatoren: die Grundmasse ist optisch stark anisotrop und zeigt eine rotbraune Farbe (HUE 5YR 4/6, reddish brown – HUE 5YR 3/6, dark reddish brown)
- nichtplastische Bestandteile (in abnehmender Häufigkeit):
 - Quarz: monokristalline und polykristalline Quarzkörner; mit undulöser Auslöschung, kantige Körner (angular)
 - Kalifeldspat: sehr wenige Körner
 - Muskovit: nadelförmige Körner bzw. Assoziationen nadelförmiger Körner, Länge bis 400 µm
 - rötliche, wohl hämatithaltige Körner, sowie Körner opaker Phasen sind in den Dünnschliffen anzutreffen, sie können im Durchlicht nicht näher bestimmt werden
- Schamotte/Tongerölle: es sind keine eindeutig umgrenzbaren Körner von Tongerölle/Schamotte in den Dünnschliffen zu finden
- akzessorisch auftretende Minerale: Zirkon, Amphibol, Rutil, Epidot
- Anteil der nichtplastischen Bestandteile: 15-20 vol%
- mittlere und maximale Korngröße: mittel: 250-300 µm; max.: 800 µm
- Korngrößenverteilung: mäßig sortiert
- Ausrichtung der Partikel und Poren: längliche Partikel und Poren sind in einigen Bereichen des Dünnschliffes parallel zueinander (nicht aber zur Gefäßwand) ausgerichtet

Literaturverzeichnis

CECH 2001 – B. Cech, Thunau am Kamp – Eine befestigte Höhensiedlung (Grabung 1965-1990). Die keramischen

Funde der frühmittelalterlichen Befestigung. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission 43, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-historische Klasse (Wien 2001).

- DELL'MOUR 1989 – R.W. Dell'mour, Keramikanalyse mit dem Polarisationsmikroskop. Methodik – Interpretation – Beispiele. *Arch. Austriaca* 73, 1989, 17–34.
- DELL'MOUR 2001 – R.W. Dell'mour, Mikroskopische Untersuchungen an frühmittelalterlicher Keramik von Thunau am Kamp, NÖ. Lokalware – Importware – Rohstoffherkunft. *Anzeiger der philosophisch-historischen Klasse der Österreichischen Akademie der Wissenschaften* 136, 2001, 69–109.
- DVORSKÁ 2001 – J. Dvorská, Experimentales Brennen von Keramik – eine naturwissenschaftliche Studie. *Arch. Rozhledy* 53, 2001, 45–58.
- DVORSKÁ/POLÁČEK 1995 – J. Dvorská/L. Poláček, Mineralogisch-petrographische Charakteristik der Mikulčicer Keramik. Exkurs. In: L. Poláček (Hrsg.), *Slawische Keramik in Mitteleuropa vom 8. bis zum 11. Jahrhundert. Internationale Tagungen in Mikulčice II* (Brno 1995) 196–202.
- DVORSKÁ/POLÁČEK/SCHNEIDER 1998 – J. Dvorská/L. Poláček/G. Schneider, Chemische Analysen der Keramik von Mikulčice (Bez. Hodonín, Tschechien). In: L. Poláček (Hrsg.), *Frühmittelalterliche Graphittonkeramik in Mitteleuropa – Naturwissenschaftliche Keramikuntersuchungen. Internationale Tagungen in Mikulčice IV* (Brno 1998) 295–312.
- HEROLD 2004 – H. Herold, Dünnschliffanalysen frühmittelalterlicher Keramik aus Pliska, Bulgarien. Unpublizierter Projektbericht, Wien 2004; gefertigt für die sich in Vorbereitung befindliche Dissertation von V. P. Vasileva am Graduiertenkolleg Archäologische Analytik, Frankfurt am Main.
- HEROLD 2006 – H. Herold: Frühmittelalterliche Keramik von Fundstellen in Nordost- und Südwest-Ungarn. *Opuscula Hungarica VII* (Budapest 2006).
- HEROLD 2007 – H. Herold, The so called “polished yellow” Ceramics of the Carolingian Period (9th Century A.D.). Samples from Zalavár, South-West Hungary. In: S. Y. Waksman (ed.), *Archaeometric and Archaeological Approaches to Ceramics. Papers presented at EMAC '05, 8th European Meeting on Ancient Ceramics, Lyon 2005. British Archaeological Reports, International Series 1691* (Oxford 2007) 137–144.
- HRUBÝ 1965 – V. Hrubý, Keramik antických tvarů v době velkomoravské. *Časopis Moravského Muz. Vědy Společenské* 50, 1965, 37–62.
- MAGGETTI/WESTLEY/OLIN 1984 – M. Maggetti/H. Westley/J. Olin, Provenance and Technical Studies of Mexican Majolica Using Elemental and Phase Analysis. In: J. B. Lambert (ed.), *ACS Advances in Chemistry Series, No. 205, Archaeological Chemistry III, American Chemical Society, 1984, 151–191.*
- MATTHEW/WOODS/OLIVER 1991 – A. J. Matthew/A. J. Woods/C. Oliver, Spots before the eyes: new comparison charts for visual percentage estimation in archaeological material. In: I.C. Freestone/I. Middleton (eds.), *Recent Developments in Ceramic Petrography. British Museum Occasional Paper 81* (London 1991) 216–263.
- MĚŘÍNSKÝ 1990 – Z. Měřínský, Některé aspekty regionální diferenciace hmotné kultury středohradištního období na Moravě ve vztahu k oblasti Uherskohradištska. In: L. Galuška (Hrsg.), *Staroměstská výročí (Brno–Uherské Hradiště 1990)* 65–70.
- Munsell Soil Color Chart 1997 – M. Oyama/H. Takehara, Revised Standard Soil Color Charts. Eijkelkamp Agrisearch Equipment. Soil colour book 08.11.1997.
- MÜLLER 1994 – R. Müller, Keramikformen des 9.-10. Jahrhunderts in der Gegend Keszthely-Zalavár. In: Č. Staňa (Hrsg.), *Slawische Keramik in Mitteleuropa vom 8. bis zum 11. Jahrhundert. Internationale Tagungen in Mikulčice I* (Brno 1994) 63–82.
- NOLL 1991 – W. Noll, Alte Keramiken und ihre Pigmente. Studien zu Material und Technologie (Stuttgart 1991).
- ORTON/TYERS/VINCE 1993 – C. Orton/P. Tyers/A. Vince, Pottery in Archaeology. Cambridge Manuals in Archaeology (Cambridge University Press 1993).
- PETTIJOHN/POTTER/SIEVER 1973 – F. Pettijohn/P. Potter/R. Siever, Sand and sandstone (Berlin 1973).
- RICE 1987 – P. M. Rice, Pottery Analysis. A Sourcebook (London–Chicago 1987).
- RIEDERER 1995 – J. Riederer, Ansätze zur Bestimmung der Herkunft kulturgeschichtlicher Keramiken durch mikroskopische Untersuchungen. Veröffentlichungen des Brandenburgischen Landesmuseums für Ur- und Frühgeschichte 29, 1995, 249–256.
- SÓS 1961 – Á.Cs. Sós, Das frühmittelalterliche Gräberfeld von Keszthely-Fenekpuszta. *Acta Arch. Hung.* 13, 1961, 247–305.
- SÓS 1963 – Á.Cs. Sós, Die Ausgrabungen Géza Fehérs in Zalavár. *Arch. Hung.* 41 (Budapest 1963).
- ŠTELCL/DOSTÁL et al. 1987 – J. Štelcl/B. Dostál/A. Cimbálníková/A. Zeman/J. Štelcl ml./S. Plachý/V. Čílek, Mineralogicko-petrografický výzkum slovanské keramiky z Břeclavi-Pohanska. *Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Purk. Brun.* Vol. 17 (1987), No. 5, 259–296.
- SZÖKE 1992 – B.M. Szöke, Karolingerzeitliche Gräberfelder I-II von Garabonc-Ófalu. In: B.M. Szöke/K. Éry/R. Müller/L. Vándor, *Die Karolingerzeit im unteren Zalatál. Gräberfelder und Siedlungsreste von Garabonc I-II und Zalaszabar Dezsősziget*. In: *Antaeus* 21 (Budapest 1992) 41–203.
- TUCKER 1985 – M.F. Tucker, Einführung in die Sedimentpetrologie. Übersetzt von Manfred Schöttle (Stuttgart 1985).

Dr. Hajnalka Herold
 Institut für Ur- und Frühgeschichte und
 Vienna Institute of Archaeological Science
 Universität Wien
 Franz-Klein-Gasse 1
 A-1190 Wien
 hajnalka.herold@univie.ac.at