Herkunft und Herstellungstechnik archäologischer Keramik : die erdwissenschaftliche Perspektive

Autor(en): **Thierrin-Michael, Gisela / Heitz, Caroline / Stapfer, Regine**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern**

Band (Jahr): **75 (2018)**

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-823114

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Herkunft und Herstellungstechnik archäologischer Keramik: die erdwissenschaftliche Perspektive

Erdwissenschaftliche Standarduntersuchungen dienen nicht nur der Untersuchung von Gesteinen sondern auch von gesteinsähnlichen Materialien, wie Keramik. Da diese im Boden häufig und gut erhalten bleibt, stellt sie eine wichtige archäologische Fundgattung dar. Dünnschliffuntersuchungen helfen, verwendete Rohmaterialen zu unterscheiden und erlauben damit Aussagen zur Herkunft des Materials, aber auch zu Mobilität ihrer Hersteller.

Autoren

Gisela Thierrin-Michael, Caroline Heitz, Regine Stapfer

Materialanalysen tragen einen wichtigen Beitrag zur Erforschung von archäologischen Funden bei (siehe Beitrag Stapfer et al., S. 176). Ein Grossteil der archäologischen Hinterlassenschaft aller Epochen besteht aus anorganischen Materialien, da diese über Jahrtausende im Boden erhalten bleiben. Ob Steinwerkzeuge, Silexpfeilspitzen oder Keramikscherben aus der Steinzeit – Metallfragmente, Verhüttungsprodukte oder Erze aus den Metallzeiten – oder Mauern und Mörtelreste aus jüngeren Epochen: stets kommen ArchäologInnen in Kontakt mit anorganischen Werkstoffen. Aus diesem Grund finden auch erdwissenschaftliche Untersuchungsmethoden, v.a. aus den Fachgebieten der Mineralogie und Petrographie/Petrologie, bei zahlreichen archäologischen Untersuchungen ihre Anwendung.

In diesem Beitrag wird aufgezeigt, wie mittels einer geologischen Standard-Methode, der Polarisationsmikroskopie am Dünnschliff, die mineralogische Zusammensetzung eines anorganischen Fundobjektes bestimmt werden kann. Diese Methode wird ebenfalls sehr häufig in Keramikuntersuchungen eingesetzt, oft parallel und ergänzend zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung.

Polarisationsmikroskopie: Die Methode

In der Geologie wird Polarisationsmikroskopie zur Bestimmung von Mineralien sowie der Ansprache von Gefüge und Textur eines Gesteins eingesetzt. Diese beiden Informationen liefern einer Geologin wichtige und eindeutige Hinweise zur Genese eines Gesteins. Die Methode nutzt die Eigen-

schaft der meisten Mineralien, dass sie in sehr dünnen Schichten (wie dies bei Dünnschliffen der Fall ist) durchsichtig sind und ganz bestimmte Eigenschaften aufweisen.

Ein Polarisationsmikroskop zeichnet sich durch die Präsenz von zwei Polarisationsfiltern aus *(Abb. 1)*. Einer der beiden ist zwischen Lichtquelle und Objekttisch eingebaut. Seine Aufgabe ist es, das Licht in nur einer Schwingungsrichtung hindurchzulassen (Licht schwingt normalerweise in alle Richtungen). Oberhalb des Objekttisches kann ein zweiter Polarisationsfilter eingeschoben werden, der Analysator, dessen Durchlassrichtung senkrecht zu der des ersten steht. Das bedeutet, dass kein Licht im Okular ankommt, das Blickfeld also schwarz ist, wenn beide Polarisationsfilter im Strahlengang sind und nichts auf dem Objekttisch liegt. Der Objekttisch muss präzise drehbar sein, damit ein Punkt im Dünnschliff in messbaren Stellungen zu den Polarisationsschwingungsebenen betrachtet werden kann.

Mit diesem Dispositiv lassen sich die optischen Eigenschaften von Mineralien (oder kristallinen Substanzen im Allgemeinen) im Dünnschliff analysieren. Jedes Mineral interagiert aufgrund seines spezifischen Kristallbaus auf ganz charakteristische Weise mit dem Licht, das mit Hilfe der Polarisierung aufgeschlüsselt wird. Insbesondere wird genutzt, dass viele Kristalle (sogenannt anisotrope Kristalle) das eingeregelte Licht in zwei Richtungen aufspalten (Doppelbrechung). Im einfach polarisierten Licht lassen sich die Eigenfarben erkennen, bei eingeschobenem Analysator hingegen zeigt ein Mineral aufgrund der Doppelbrechung eine charakteristische Farbabfolge (Interferenzfarben) beim Drehen des Objekttisches. Diese Eigenschaften tragen zur Bestimmung des Minerals bei. Im Gegensatz dazu verändert sich bei anderen Mineralien (sogenannten isotropen Mineralien) oder bestimmten Mineralschnitten die Richtung des durchfallenden Lichts nicht; sie erscheinen bei gekreuzten Polarisatoren schwarz. Die resultierenden Bilder bei einfach polarisiertem Licht und bei gekreuzten Polarisatoren geben also unterschiedliche Informationen.

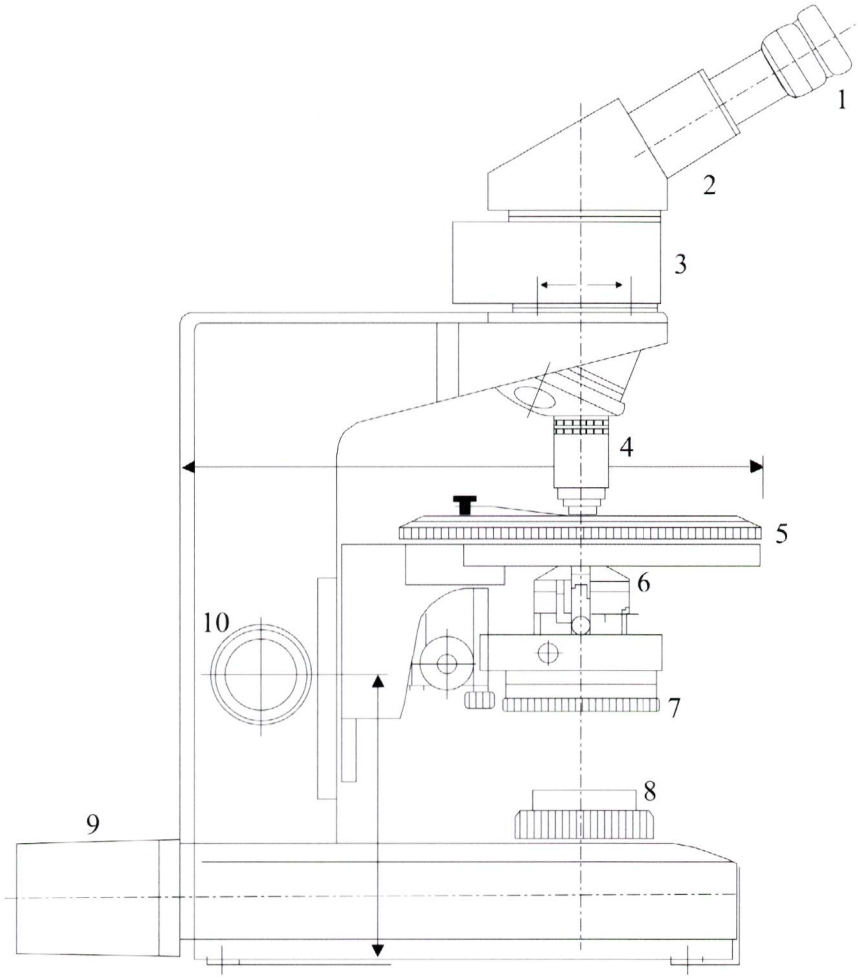

Abb. 1: Schematischer Aufbau eines Polarisationsmikroskopes (Grafik N. Bruegger, nach Lexikon der Geowissenschaften). Drehbare Teile in Aufsicht mit Kreuz, im Schnitt gestreift.

Um die mineralogische Zusammensetzung von Keramik oder Gesteinsproben unter dem Polarisationsmikroskop untersuchen zu können, wird vom Untersuchungsobjekt mit einer Diamantsäge ein maximal 3 cm langes, ca. 5 mm dickes Scheibchen abgesägt. Bei Keramikgefässen wird die Probe üblicherweise in Richtung des Gefässprofils entnommen, damit die Gefüge verschiedener Proben vergleichbar sind. Das Scheibchen wird auf einen Objektträger aus Glas geklebt, bis auf 0.03 mm abgeschliffen und die hauchdünne Probe mit einem feinen Glasplättchen abgedeckt. In der Standardstärke von 0.03 mm sind die meisten gesteinsbildenden Mineralien durchsichtig und können unter dem Polarisationsmikroskop identifiziert werden. Obschon die Herstellung von Dünnschliffen mit einem erheblichen Aufwand verbunden und nicht ganz zerstörungsfrei ist, wird die Methode seit Jahrzehnten erfolgreich in den Erdwis-

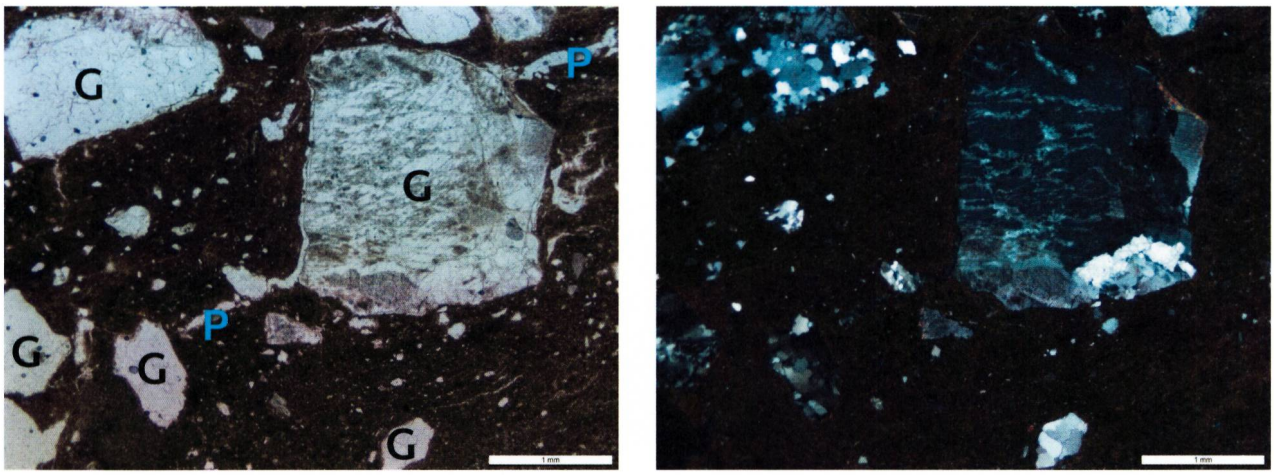

Abb. 2: Detail eines Dünnschliffs von neolithischer Keramik, typisches (silikatisches) Fabrikat, Fundstelle Nidau-Agglolac, links einfach polarisiertes Licht, rechts gekreuzte Polarisatoren.

- Matrix = braune bzw. braun-schwarze (optisch aktive) Masse;
- Poren (P) = längliche, unregelmässig geformte Hohlräume, weiss im einfach polarisierten Licht, schwarz bei gekreuzten Polarisatoren;
- Einschlüsse = helle Körner, darunter grobe kantige Einschlüsse (G) = zugegebene Magerung, hier granitische Gesteinsfragmente aus Quarz, Feldspäten und Glimmer.

senschaften und Archäologie für mineralogisch-petrographische Untersuchungen eingesetzt. Vorteilhaft ist, dass die Proben durch die Methode nicht «verbraucht» werden, sondern die Dünnschliffe bei sachgerechter Lagerung Jahrzehnte lang erhalten bleiben und für spätere Forschungen als Vergleichsmaterial zur Verfügung stehen.

Archäologische Keramik im Dünnschiff

Bei archäologischer Keramik haben wir es meist mit sogenannter Irdenware zu tun. Sie besteht aus der Matrix – dem vor dem Brand plastischen Anteil bestehend aus Tonmineralien – sowie den Einschlüssen – dem nichtplastischen Anteil *(Abb. 2)*. Da sie zu klein sind, können die Tonmineralien und feine, im Brand entstandene Matrixbestandteile der Keramik im Dünnschliff nicht identifiziert werden. Zu ihrer Bestimmung werden andere Methoden wie REM oder Röntgendiffraktion (XRD) verwendet. Nichtplastische Einschlüsse sind in unterschiedlichen Proportionen und Korngrössen natürlich im Ton vorhanden – in den Korngrössen über 0.02 mm, also etwa ab dem Grobsiltbereich, sind sie unter dem Mikroskop identifizierbar. Bei der Zubereitung des Töpfertons können von Töpfernden aber auch zusätzlich etwa Sand, zerkleinertes Gestein oder zerkleinerte Keramik als sogenannte «Magerung» zugegeben werden. Damit können einerseits technische Eigenschaften des Tones und der daraus gefertigten Keramik (Faktor Technik), andererseits auch das optische Erscheinungsbild (Faktor Ästhetik) beeinflusst werden.

Mittels Polarisationsmikroskopie am Dünnschliff werden die Einschlüsse (natürliche oder zugegebene «Magerung») identifiziert, das Gefüge von Matrix und Einschlüssen studiert und interpretiert. Die Natur der Einschlüsse gibt Hinweise auf die Herkunft der Rohmaterialien, die zur Fabrikation der Keramik benutzt wurden, das Gefüge und die optische Aktivität[1] der Matrix hingegen Hinweise auf die Herstellung.

Petrographische Untersuchungen an Dünnschliffen werden seit den 1970er Jahren intensiv in der Keramikanalyse angewendet (Maggetti 1982, Rice 1987). Eine Einführung zur Interpretation von Kera-

1 Als «optische Aktivität» wird die Reaktion der Matrix bei gekreuzten Polarisatoren bezeichnet: Ist eine Keramik schwach gebrannt so enthält sie noch einen Anteil der ursprünglichen Tonmineralien. Diese sind anisotrop und werden beim Drehen des Dünnschliffs hell und dunkel (optisch aktiv). Je höher die Keramik gebrannt ist, desto weniger Tonmineralien enthält die Matrix und desto gleichmässiger dunkel bleibt die Matrix unter dem Mikroskop (optisch wenig bis nicht aktiv), da die im Brand neu entstandenen sehr kleinen Mineralien uneingeregelt in der Matrix liegen und deshalb keine erkennbare Farbdifferenz erzeugen.

mikdünnschliffen mit Überblick zur englischsprachig publizierten Forschung wurde von P.S. Quinn (2013) vorgelegt.

Petrographische Untersuchung neolithischer Keramik von Fundstellen zwischen Bielersee und Bodensee

Bisherige archäometrische Untersuchungen neolithischer Keramik lieferten eine Beschreibung der zwischen Bielersee und Bodensee auftretenden Keramikfabrikate im Zeitraum zwischen ca. 3900–3600 v. Chr. (Maggetti et al., 1981; Nungässer et al., 1985; Nungässer & Maggetti, 1978; Schubert, 1987; Scharff, 2011). Sie zeigten zudem mittels Analysen von Sedimentproben und Vergleichen mit den geologischen Gegebenheiten der Fundstellen auf, welche Fabrikate aus lokalen Rohmaterialien hergestellt werden konnten.

Aus diesen Arbeiten geht hervor, dass im Keramikmaterial der Fundstellen um den Bielersee, am Burgäschisee sowie im Wauwilermoos (Egolzwil 3) im Wesentlichen zwei bis drei Fabrikate vertreten sind, die sich eindeutig makroskopisch unterscheiden.

Im Rahmen des MET-Projektes (siehe Kastentext in Stapfer et al., S. 141) konnte die bisher vorhandene Datenlage erheblich ergänzt werden, indem 229 Keramik-Dünnschliffe aus bisher nicht beprobten Siedlungen dieser Region hergestellt und analysiert wurden *(Tab. 1)*. Die neuen Dünnschliffe stammen aus verschiedenen zwischen 3900–3500 v. Chr. datierenden Siedlungen am Bielersee, aus der Zentralschweiz, vom Zürichsee und vom Bodensee (Sipplingen «A–C»).

Die Untersuchungen der Keramikproben vom Bieler- und Burgäschisee sowie aus Schenkon und Egolzwil bestätigen die makroskopische Ansprache (Emmenegger 2018, Thierrin-Michael, in Vorber). Auch im Dünnschliff lassen sich hauptsächlich die aus den früheren Studien bereits bekannten Fabrikate erkennen, wobei das dominierende Fabrikat aus silikatischem Ton mit silikatischen Gesteinsfragmenten zwischen den Siedlungen der verschiedenen Regionen petrographisch nicht unterscheidbar ist. Dies ist auf die stark übereinstimmenden geologischen Gegebenheiten in Schweizer Mittelland und im süddeutschen Alpenvorland zurückzuführen.

Die petrographischen Untersuchungen des Keramikmaterials der Fundstellen am Zürichsee und insbesondere am Bodensee haben hingegen eine viel grössere Varietät an Fabrikaten aufgedeckt *(Tab. 2)*. Neben

Region	Siedlung	Anzahl
Bielersee	Sutz-Lattrigen «Hauptstation Hafen»	47
	Sutz-Lattrigen «Hauptstation innen»	12
	Nidau «Agglolac»	10
Zentrales Schweizer Mittelland	Burgäschisee «Nord 2015/16»,	20
	Schenkon «Trichtermoos»	10
	Egolzwil «4»	16
Zürichsee	Zürich «KanSan 9» (KanSan)	34
	Zürich «Mozartstrasse Schicht 5–6» (Moz 5–6)	27
Bodensee	Sipplingen «A-C» (SiA-SiC)	53
Insgesamt		**229**

Tab. 1: Dünnschliffe im MET-Projekt

Töpfertone

Als silikatisch werden Tone bezeichnet, deren CaO-Gehalt unter 5–7 Gew% liegt. CaO-reiche Tone besitzen CaO-Gehalte über 5–7 Gew%. Die beiden Arten von Tonen unterschieden sich in ihrer Plastizität und vor allem in ihrem Brennverhalten – dies wird insbesondere bei Brenntemperaturen über 750 °C relevant. Obwohl neolithische Keramik häufig tiefer gebrannt wurde, wählten die Menschen in der Schweiz und am Bodensee damals fast systematisch silikatische Tone (Nungässer et al., 1985; Schubert 1987; Freudiger-Bonzon 2005 und viele andere). Offenbar war ihnen deren Plastizität und Brennverhalten vertraut. Wird zu einem silikatischen Ton Kalzit oder Kalkstein zugegeben, zeigt die chemische Zusammensetzung höhere CaO-Werte, ohne dass solche Keramik die charakteristischen Eigenschaften von aus CaO-reichem Ton gefertigter Keramik besitzt. Allerdings wird damit das Brennverhalten des resultierenden Töpfertones verändert. Mit Hilfe der Dünnschliffuntersuchung kann bei erhöhtem CaO-Gehalt entschieden werden, ob dieser aus der Matrix oder aus der Magerung stammt und somit die herstellungstechnischen Parameter genauer bestimmt werden.

Aufbereitungsweisen	SiA-SiC	KanSan	Moz5–6	Egolzwil	Bieler See Süd Zentral-CH	Beispiel
magerer silikatischer Ton allein (Zusatz unsicher, unterschiedliche Korngrössen)	x	x	x	x		Abb. 5b
silikatischer Ton + helle silikatische Gesteinsfragmente alpinen Ursprungs	x	x	x	x	x	Abb. 2
silikatischer Ton + vorwiegend karbonatische Gesteinsfragmente	x					Abb. 5a
silikatischer Ton + Kalkspatfragmente		x	x		x	
silikatischer Ton + Kalkspatfragmente + Schamotte	x					Abb. 3
silikatischer Ton + Kalkspat/Kalksteinfragmente + Schamotte	x					Abb. 3
silikatischer Ton + Schamotte	x	x	x			
silikatischer Ton + Schamotte + helle silikatische Gesteinsfragmente alpinen Ursprungs	x	x				
silikatischer Ton + Schamotte + granitische Einzelmineralien			x			
silikatischer Ton + Schamotte + Sandstein	x					
silikatischer Ton + Schamotte + silikatische und karbonatische Einschlüsse (Kalzit)	x	x				
CaO-reicher Ton + Schamotte		x				
fossilhaltiger Ton + granitische Einschlüsse		x	x	x	x	

Tab. 2: Aufbereitungsweisen der Töpfertone für die Keramikherstellung in neolithischen Siedlungen 40.–35. Jh v. Chr. Abkürzungen siehe Tab. 1; Bieler See Süd umfasst die Fundstellen in Sutz Lattrigen und Nidau; Zentral-CH die Fundstellen am Burgäschisee und Schenkon-Trichtermoos.

dem auch dort vorherrschenden Fabrikat von silikatischer Matrix mit groben silikatischen Gesteinsfragmenten (meist granitischer Zusammensetzung) liegen im Gegensatz zu den Fundstellen am Bieler- und Burgäschisee sowie aus Schenkon und Egolzwil eine Vielzahl von Fabrikaten vor, die Schamotte (zerkleinerte Fragmente bereits gebrannter Keramik) sowie eine Reihe anderer Magerungsmittel enthalten *(Abb. 3)*. Diese Fabrikate sind makroskopisch oft schwierig erkenn- und differenzierbar, obschon die Zugabe von Schamotte oder die Mischung verschiedener Magerungsmittel auf ganz unterschiedliche Töpfereipraktiken hinweisen. Während am Bodensee die Zugabe von Schamotte auch für lokaltypische Gefässformen, nämlich Flaschen und Krüge, nachgewiesen ist (Scharff 2011, Thierrin-Michael, 2018), ist diese Praktik am Zürichsee immer mit nicht lokaltypischen Formen verbunden.

Petrographische Untersuchungen liefern Hinweise auf Mobilität

Aus der Diskussion in Stapfer et al. (siehe S. 176) geht hervor, dass in den meisten untersuchten Keramikensembles selbst Gefässe in weniger ortsüblichen Formen in der Regel als lokal getöpfert eingeschätzt wurden. Dies wird von Freudiger-Bonzon (2005)

a) b)

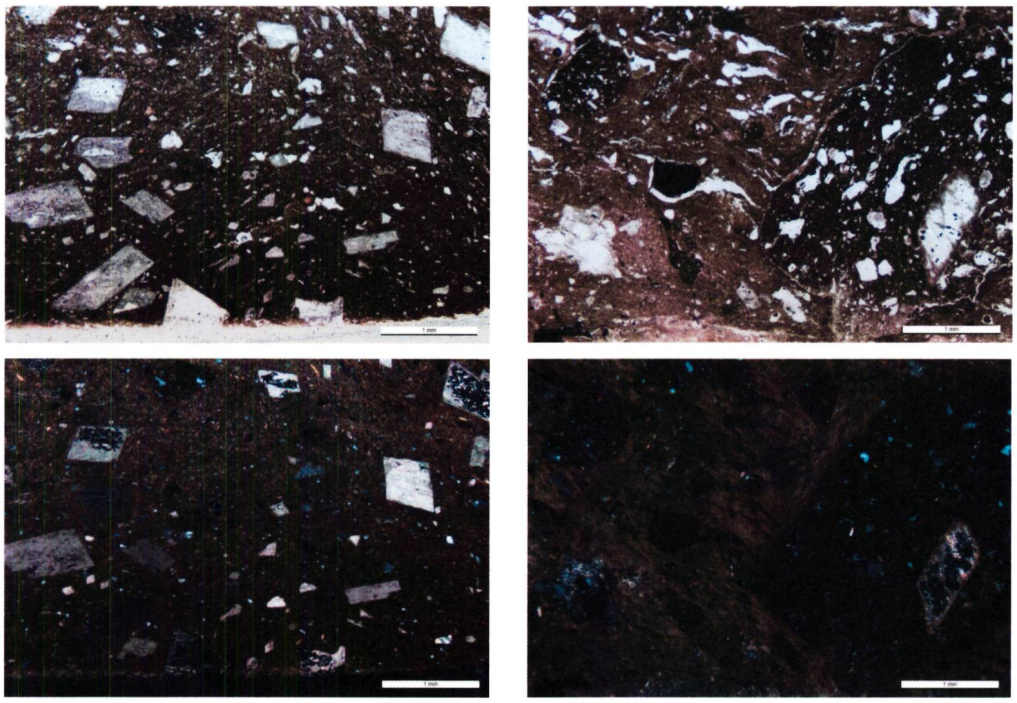

Abb. 3: Beispiele von Schamottemagerung im Keramikdünnschliff an zwei Keramikproben aus der Fundstelle Sipplingen (Siedlungshorizonte SiA und SiB). Oben einfach polarisiertes Licht. Unten gekreuzte Polarisatoren.

a) Grobe Kalzitfragmente (typische Form von Spaltstücken) in einschlussreicher glimmerhaltiger silikatischer Matrix (Glimmer unter gekreuzten Polarisatoren erkennbar als bunte Plättchen; silikatisch, da kein feinverteilter Kalzit in der Matrix zu identifizieren ist; optische Aktivität durch noch vorhandene Tonmineralien); in diesem Ausschnitt nur kleines Schamottekorn erkennbar an dunklerer, optisch inaktiver Matrix (Gefäss 1, siehe unten).
b) Ein karbonathaltiges Gesteinskorn (hell bzw bunt) und viele Schamottekörner (Körner mit dunklerer einschlussreicherer Matrix; jeweils Saum von Schrumpfungsrissen) in einer relativ einschlussarmen silikatischen Matrix (optisch sehr aktiv).

auch in Arbon-Bleiche (3384–3370 v. Chr.), einer Siedlung am Bodensee, für Gefässe mit Schamotte und sogar mit Knochenmagerung postuliert. Letztere ist eine sehr spezielle und sonst in der Region nicht übliche Aufbereitungsart. Scharff (2011) hingegen identifiziert in Hornstaad-Hörnle IA (3922–3902 v. Chr.), ebenfalls am Bodensee, neben «Fremdformen» in Fabrikaten, die nicht von den lokalen unterschieden werden können, zwei kleine Gruppen von Gefässen im nicht lokaltypischen Michelsberger Stil, die mit Sicherheit aus ortsfremden Rohmaterialien hergestellt wurden. Eine Gruppe dürfte aus dem Hegau stammen, da im Dünnschliff zum Hegau-Vulkanismus passende vulkanische Einschlüsse identifiziert werden konnten. Die andere Gruppe wurde aus Ton mit hohem Kaolinit-Anteil getöpfert (gefolgert aus der chemischen Zusammensetzung) wie er typisch ist für Bolustone. Solche finden sich z.B. im Raum Klettgau bis Thayngen oder in der Umgebung von Liptingen bei Tuttlingen.

Nochmals etwas anders sieht es in der Siedlungsphase Sipplingen A (3919–3904 v. Chr.) aus, die zeitgleich mit Hornstaad IA ist. Unter den Keramikfunden dieser Siedlungsphase konnten 45 Gefässe stilistisch zugewiesen werden: 64% davon gehören zum lokalen Hornstaader Formenspektrum (oder unspezifisch), 27% sind im Stil Schussenried und 9% im Stil Michelsberg geformt. Die letzten beiden Keramikstile kommen vor allem in benachbarten Regionen vor. Drei Gefässe im Stil Schussenried wurden im Dünnschliff untersucht. Sie zeigen ganz unterschiedliche Fabrikate:

- Gefäss 1 besteht aus silikatischem Ton mit Zugabe von Kalkspat («Kalzit-Kristalle» in Form von Spaltstückchen) und Schamotte *(Abb. 3a)*;
- Gefäss 2 besteht aus silikatischem Ton mit Zugabe von Kalksteinfragmenten *(Abb. 4a)*;
- Gefäss 3 wurde aus sehr einschlussreichem, silikatischen Ton getöpfert, der Quarz, Feldspäte, Glimmer sowie etwas Karbonat in grober Fraktion enthält, wobei evtl. feine Granit- und Gneisfragmente als Magerung zugegeben wurden *(Abb. 4b)*.

Die Fundstelle der untersuchten Keramik von Sipplingen liegt auf eiszeitlichen Moränensedimenten am Fusse einer mächtigen Schichtenabfolge von der Unteren Süsswassermolasse bis zur Oberen Meeresmo-

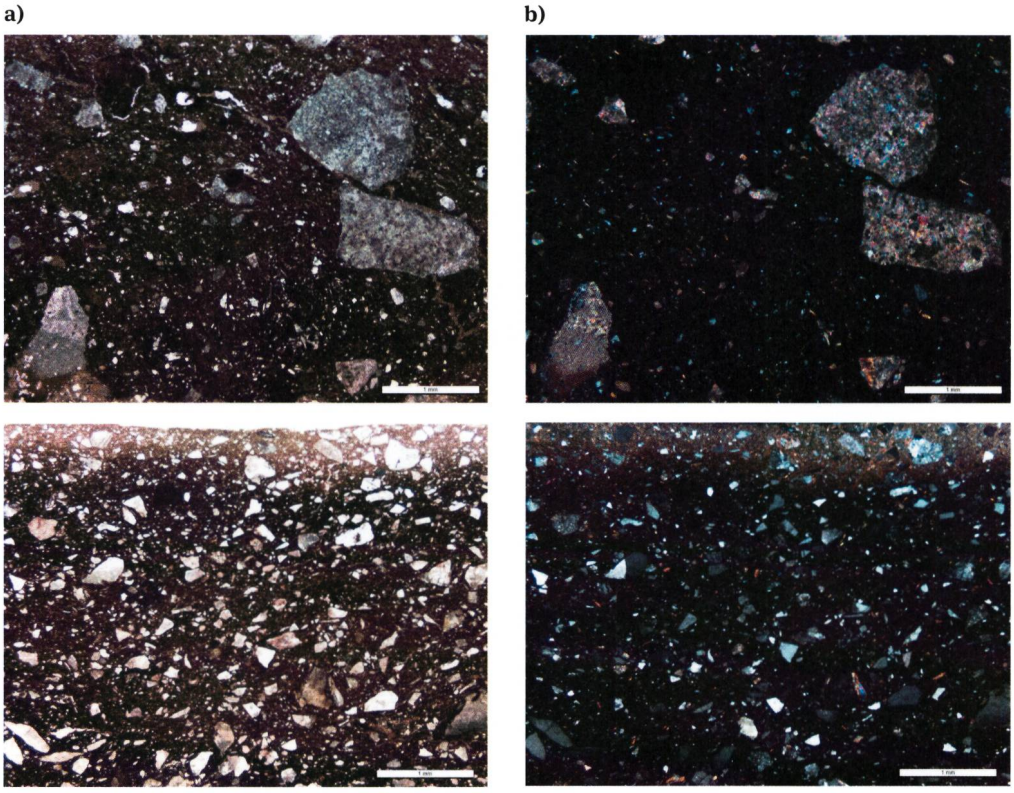

Abb. 4: Keramikdünnschliffe zweier Gefässe aus Sipplingen A (Keramikstil Schussenried). Links bei einfach polarisiertem Licht, rechts gekreuzte Polarisatoren.

a) Gefäss 2: Grobe Kalksteinfragmente (bunt bei gekreuzten Polarisatoren) in silikatischer Matrix; die sehr dunkle Farbe der Matrix bei gekreuzten Polarisatoren ist hier auf eine etwas höhere Brenntemperatur zurückzuführen;
b) Gefäss 3:
Viele eckige Einschlüsse von Quarz, Feldspäten, Glimmer (bunte Plättchen bei gekreuzten Polarisatoren) und Gesteinsfragmenten. Feinverteilte Kohlenstoffrückstände färben hier die Matrix dunkel; die hellere Zone am oberen Bildrand entspricht der Keramikoberfläche, die weniger Kohlenstoff enthält. Sie ist optisch sehr aktiv und weist auf eine relativ niedrige Brenntemperatur hin.

lasse. Sämtliche Einheiten sind also detritische Sedimente alpinen Ursprungs[2], wenn auch unterschiedlichen Alters und Genese. Kalkspat, wie er im Fabrikat des Schussenrieder Gefässes 1 enthalten ist, findet sich in diesem geologischen Kontext nicht *(Abb. 5)*. Entweder hat die töpfernde Person dieses Magerungsmittel aus über 25 km Entfernung (nächste Jurakalkaufschlüsse) mitgebracht oder das Gefäss wurde anderswo gefertigt und erst später nach Sipplingen gebracht. Eine im Kalziumgehalt und Sr/CaO-Verhältnis, sowie durch relativ hohe Al2O3-, Cr- und V-Gehalte von der Gruppe der Gefässe Stil Hornstaad abweichende chemische Zusammensetzung favorisiert klar die zweite Hypothese.

Die groben Kalksteinfragmente, die das Fabrikat des Gefässes 2 kennzeichnen, sind vom geologischen Gesichtspunkt her an sich nicht inkompatibel mit der Umgebung von Sipplingen, da Kalksteine in den Moränen vorkommen; ihre Zugabe belegt jedoch eine Praktik, die von der lokal üblichen Auswahl der Magerungsmittel abweicht. Denn obwohl Kalksteingerölle in den Moränensedimenten häufig vorkommen, wurden sie als Magerungsmittel in der lokalen Keramik gemieden. Zwei geologische Argumente sprechen zudem eindeutig gegen eine Herstellung aus lokal vorkommendem Rohmaterial für dieses Gefäss: Unter den feinen Einschlüssen wurden keine typisch alpinen Schwermineralien wie Epidot, Hornblende oder Granat identifiziert, die in den Tonen aus der Umgebung von Sipplingen zu erwarten wären. Die mittels Röntgendiffraktometrie bestimmte Assoziation an Mineralien weist keine Feldspäte auf, die Tone aus der Umgebung von Sipplingen hingegen immer. Da angenommen werden kann, dass zur Herstellung von Keramik lokal vorkommendes Rohmaterial verwendet wurde (Transportgewicht), wurde das Gefäss also sicher nicht in Sipplingen hergestellt.

2 D. h. Sedimente, die aus Gesteinstrümmern der Alpen bestehen, die aber durch unterschiedliche Prozesse entstanden sind.

Das Fabrikat von Gefäss 3 unterscheidet sich in der Korngrössenverteilung vom Hauptfabrikat; eine grundsätzliche geologische Inkompatibilität liegt aber nicht vor. Auch die anderen Analysenergebnisse liefern keine entscheidenden Argumente bezüglich der Herkunft. Hier ist also nicht auszuschliessen, dass ein lokal vorkommender Ton aus einem anderen als dem üblicherweise ausgebeuteten Tonvorkommen zur Herstellung verwendet wurde. Ebenso könnte das Gefäss nicht vor Ort, sondern in einer Gegend mit sehr ähnlichen geologischen Verhältnissen hergestellt worden sein.

Mit geologische Methoden zu aussagekräftigeren Resultaten

Wie im vorliegenden Beitrag gezeigt wurde, liefern mineralogisch-petrographische Standardmethoden in der Archäologie noch immer einen wichtigen Beitrag zur Charakterisierung und Identifikation von Fundmaterial. Anhand der mineralogischen Zusammensetzung können makroskopisch gebildete Gruppen von Keramikfabrikaten überprüft und teilweise in weitere Untergruppen eingeteilt werden. Zudem lassen sich anhand der vorhandenen Mineralien die Resultate chemischer Analysen erklären und ergänzen.

«Unter den feinen Einschlüssen wurden keine typisch alpinen Schwermineralien wie Epidot, Hornblende oder Granat identifiziert, die in den Tonen aus der Umgebung von Sipplingen zu erwarten wären.»

Im Fall der untersuchten Keramikproben aus Sipplingen erbrachten die erdwissenschaftlichen Analysen durch die Zusatzinformationen anhand der mineralogischen Zusammensetzung mehr als nur eine Be-

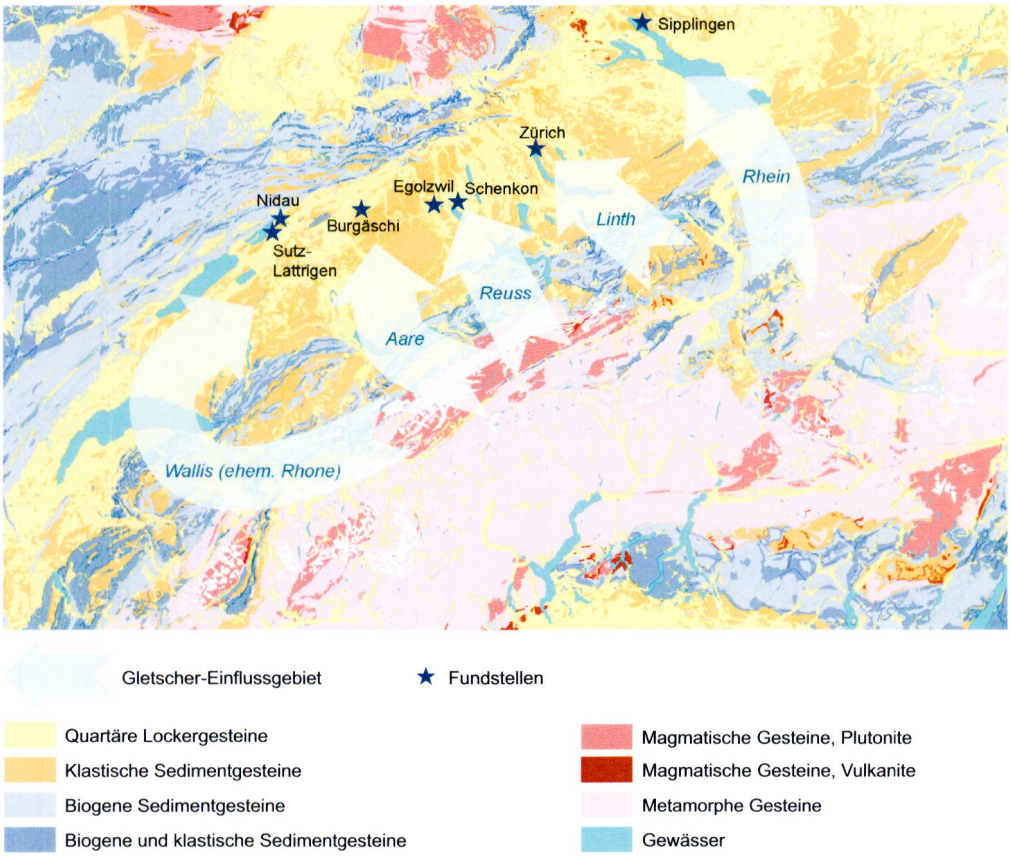

Abb. 5: Vereinfachte geologische Karte der Schweiz. Trotz grösseren Distanzen zwischen den in diesem Beitrag diskutieren Fundstellen (blaue Sterne), liegen alle in einer geologisch sehr ähnlichen Lage, die durch die mittelländische Molasse (klastische Sedimente) und durch Sedimente der verschiedenen eiszeitlichen Gletscher geprägt ist. NW des Bodensees sind die im Text erwähnten Hegau-Vulkanite in rot eingezeichnet. (Quelle: Bundesamt für Landestopografie, Datensatz Geol500).

stätigung der makroskopischen Ansprache. Wie auch in anderen Beiträgen in diesem Band festgestellt, erweitern und unterstützen die naturwissenschaftlichen Methoden die Aussagekraft der archäologischen Untersuchungen und in Kombination mit archäologischen Beobachtungen wie z.B. der Gefässform, resp. des Keramikstils, erlauben sie weitergehende Interpretationen. So konnte mittels der Kombination aus Keramikform und mineralogischen Untersuchungen gezeigt werden, dass die meisten Gefässe wohl lokal, in Sipplingen hergestellt wurden. Einige Stücke wurden jedoch andernorts produziert und sind im Gepäck von Menschen nach Sipplingen gelangt. Und dies aus verschiedenen Regionen im Umkreis von mindestens 25 km Entfernung. Weiter weisen die im Dünnschliff bestimmten Magerungskomponenten auf unterschiedliche Verarbeitungspraktiken innerhalb einer Siedlung hin oder, was wir für noch wahrscheinlicher halten, auf einen Austausch zwischen Menschen, die Gefässe nach verschiedenen Herstellungspraktiken produzierten. Egal in welche geographische Richtung der Austausch stattfand, die Gefässe belegen Mobilität und Kontakte mit Personen, Herstellungspraktiken und Ideen aus anderen Siedlungen, ausserhalb von Sipplingen.

Verdankungen

Die Keramikanalysen für den vorliegenden Artikel wurden im Rahmen des MET-Projektes durchgeführt und vom Schweizerischen Nationalfonds (Projektnummer 100011_156205) unterstützt. Wir danken den Projektmitarbeitenden Vincent Serneels und Ildiko Katona Serneels für die Laboranalysen und die Anregungen und Diskussionen bei der Interpretation der Ergebnisse sowie Nicole Bruegger für die Umzeichnung. Ebenso danken wir Thomas Burri für die redaktionelle Arbeit und den wertvollen Input beim Gegenlesen.

Literatur

Freudiger-Bonzon, J. (2005): Archaeometrical study (petrography, mineralogy and chemistry) of Neolithic Ceramics from Arbon Bleiche 3 (Canton of Thurgau, Switzerland), Thesis University of Fribourg/CH, Geofocus, 187.

Emmenegger, L. (2018): Archäometrische Untersuchung von neolithischer Keramik der Fundstellen Burgäschisee Nord und Schenkon Trichtermoos. Unveröff. Masterarbeit, IAW, Universität Bern, 157 p.

Maggetti, M. (1982): Phase Analysis and its Significance for Technology and Origin. In: J.S. Olin and A.D. Franklin (eds): Archaeological Ceramics, Smithsonian Institution, Washington 1982, 121–133.

Maggetti, M., Nungässer, W. und Berger, J. (1981): Zur Herkunft der Fossilien in den Fundschichten und den keramischen Scherben der Cortaillod-Kultur von Twann. -In: W.E. Stöckli: Die Cortaillod-Keramik der Abschnitte 6 und 7. Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann. Band 10, Staatlicher Lehrmittelvertrag Bern, 1981, 42–43.

Nungässer, W. und Maggetti, M. (1978): Mineralogisch-petrographische Untersuchung der neolithischen Töpferware vom Burgäschisee. -Bull. Soc. Frib. Sc. Nat. 67, 2, 1978, 152–173.

Nungässer, W., Maggetti, M. und Stöckli, W.E. (1985): Neolithische Keramik von Twann – Mineralogische und Petrographische Untersuchungen. -Jahrb. Schweiz. Ges. Ur- und Frühgeschichte 68, 1985, 7–39.

Quinn, P.S. (2013): Ceramic Petrography: The Interpretation of Archaeological Pottery & Related Artefacts in Thin Section. Archaeopress, Oxford, 260 p.

Rice, P.M. (1987): Pottery Analysis – a sourcebook. University of Cicago Press, Chicago, 1987, 559 p.

Scharff. W. (2011): Mikroskopische und geochemische Untersuchungen von keramischen Proben aus Hornstaad-Hörnle IA, IB und II. In Matuschik, I.: Siedlungsarchäologie im Alpenvorland XII, Die Keramikfunde von Hornstaad-Hörnle I-VI: Besiedlungsgeschichte der Fundstelle und Keramikentwicklung im beginnenden 4. Jahrtausend v. Chr. im Bodenseeraum. Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart/Stuttgart: K. Theiss, 2011, 373–394.

Schubert, P. (1987): Die mineralogische - petrographische und chemische Analyse der Keramik. -P.J. Suter, Zürich «Kleiner Hafner», Tauchgrabungen 1981–1984. Berichte der Zürcher Denkmalpflege, Monographien 3, 1987, p. 114–125.

Thierrin-Michael, G. (2018): Bericht MET-Projekt NFS – Region Nord-Ost Schweiz und Bodensee. Mit Ildiko Katona Serneels und Vincent Serneels. Nicht publiziertes Dokument, Departement Erdwissenschaften, Universität Freiburg i. Ue.

Thierrin-Michael, G. (in Vorber.): Bericht MET-Projekt NFS – Region Bielersee und Zentralschweiz. Mit Ildiko Katona Serneels und Vincent Serneels. Departement Erdwissenschaften, Universität Freiburg i. Ue.

Webseite: Lexikon der Geowissenschaften, https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/polarisationsmikroskop/12483 Aufruf am 02.08.2018.

Gisela Thierrin-Michael

Gisela Thierrin-Michael studierte Erdwissenschaften und Chemie an der Universität Fribourg (CH). Einem rein erdwissenschaftlichen Diplom (Petrographie im Macun, 1985) folgte die archäometrische Dissertation «Römische Weinamphoren – Mineralogische und chemische Untersuchungen zur Klärung ihrer Herkunft und Herstellungsweise» (1990). Die archäometrische Forschung verfolgte sie weiterhin im Rahmen verschiedener Stipendien, als Spezialistin für Archäometrie an den Archäologischen Diensten der Kantone Jura und Bern (1997–2012) sowie als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Laboratoire de céramologie Lyon und am Dpt. Erdwissenschaften der Uni Fribourg. Dort ist sie seit 2002 auch als Lehrbeauftragte für verschiedene Kurse tätig.

Caroline Heitz

Caroline Heitz studierte Ur- und Frühgeschichte, Provinzialrömische und Naturwissenschaftliche Archäologie, Ethnologie und Osteuropäische Geschichte an der Universität Basel. Danach war sie Assistentin am IAW der Universität Bern und doktorierte im MET-Projekt. Sie erarbeitete einen methodologischen Ansatz der erlaubt, natur- und geisteswissenschaftliche, sowie qualitative und quantitative Methoden von Keramikanalysen zu kombinieren und zur Untersuchung von Mobilität, Verflechtungen und Transformationen in neolithischen Siedlungsgemeinschaften des nördlichen Alpenvorlandes einzusetzen. Seit 2018 arbeitet sie an einem PostDoc-Projekt im Rahmen des interdisziplinären SNFS-Projektes «Quantifying Human Impact», das am OCCR der Universität Bern angesiedelt ist.

Regine Stapfer

Regine Stapfer studierte Ur- und Frühgeschichte, Schweizergeschichte und Klassische Archäologie an der Universität Bern. In ihrer Lizentiatsarbeit wertete sie neolithische Keramik aus Sutz-Lattrigen aus. Danach leitete sie die Ausgrabung der neuzeitlichen und römischen Bäder im «Limmatknie» des Badener Bäderquartiers. Anschliessend war sie als Assistentin am IAW der Universität Bern tätig. Seit 2017 leitet sie im Archäologischen Dienst des Kantons Bern das Ressort Prähistorische und Unterwasserarchäologie. In ihrer laufenden Dissertation beschäftigt sie sich im Rahmen des MET-Projektes am IAW der Universität Bern mit Kontaktnetzen und Mobilität anhand von Keramikstilen im west- und zentralschweizerischen Mittelland, wobei pXRF-Analysen einen Schwerpunkt bilden.