Materialuntersuchungen am Lenzburger Mörtelmischer aus dem 16. Jahrhundert

Autor(en): **Küng, Andreas**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Argovia : Jahresschrift der Historischen Gesellschaft des Kantons Aargau**

Band (Jahr): **116 (2004)**

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-18560

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

Materialuntersuchungen am Lenzburger Mörtelmischer aus dem 16. Jahrhundert

ANDREAS KÜNG

Bei Grabungen im südlichen Teil der Eisengasse in Lenzburg stiessen die Archäologen im Mai 2003 auf einen mutmasslichen Mörtelmischer.[1] Dabei kam unter anderem auch eine nicht zu deutende glitschige weissliche Masse aus dem Innern dieses Rundbaus zum Vorschein. Die Analyseergebnisse dieser und weiterer entnommener Materialproben erlaubten zusammen mit den archäologischen Befunden den Schluss, dass es sich um eine Mörtelmischanlage handeln muss. Im folgenden Beitrag werden die untersuchten Materialien mit den Befunden und die daraus gezogenen Schlussfolgerungen vorgestellt.

Untersuchungsmethoden

Das erhaltene und grösstenteils vor Ort selbst entnommene Probenmaterial[2] wurde im Labor zuerst von Auge und unter dem Stereomikroskop mit einer maximalen bis zirka 50-fachen Vergrösserung betrachtet und beschrieben. Mit dem Polarisationsmikroskop wurden die einzelnen Bestandteile anhand von Streupräparaten im Durchlicht sowie in Kombination mit mikrochemischen Nachweisen bestimmt.[3] Ferner wurden zur eindeutigen Identifizierung zweier Materialien Röntgenbeugungsaufnahmen durchgeführt.[4]

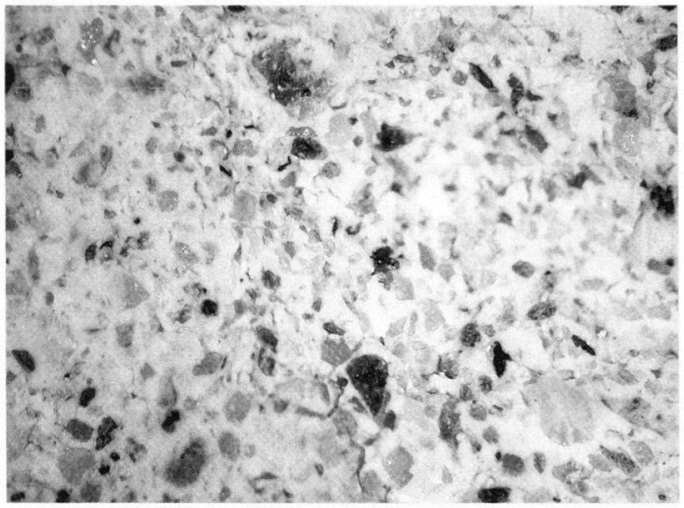
Untersuchte Materialien

Die analysierten Proben stammen im Wesentlichen aus der Rundanlage, ihre Herkunft und ihre archäologische Beschreibung können Abbildung 10 und der zugehörigen Legende im voranstehenden Artikel entnommen werden.[5] Zwei weitere Proben stammen von einem unmittelbar an die Anlage angrenzenden Material und von einer Schicht aus einem etwa 20 m östlich vom Mörtelmischer angelegten Sondierungsschlitz.

Befunde zu den Materialien aus dem Mörtelmischer und der näheren Umgebung

Der angetroffene Inhalt des Mörtelmischers bestand aus verschiedenen Schichten. Nachfolgend sind die Befunde zu den untersuchten Schichten, von oben nach unten, aufgeführt.

Eine bis zu 14 cm dicke weissliche Mörtelschicht (Pos. 1006, FK 21) schloss den Inhalt nach oben ab («Gussmörtelplatte», «Deckel»), wobei die Eigenschaften dieses Mörtels ungewöhnlich sind. Er ist auffallend leicht, tönt beim Anschlagen mit

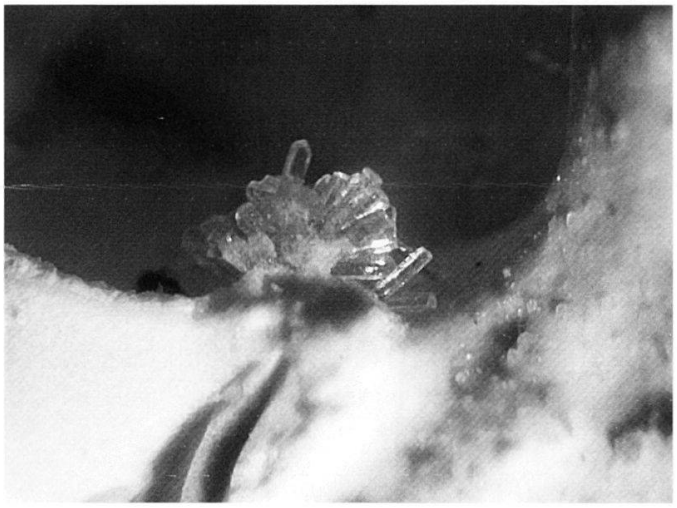


1 Frische Bruchfläche von der obersten Schicht im Mörtelmischer mit auffallend feiner Körnung des Sandes in einem nahezu reinweissen Bindemittel. Aufsicht unter dem Stereomikroskop. Bildbreite 7 mm.

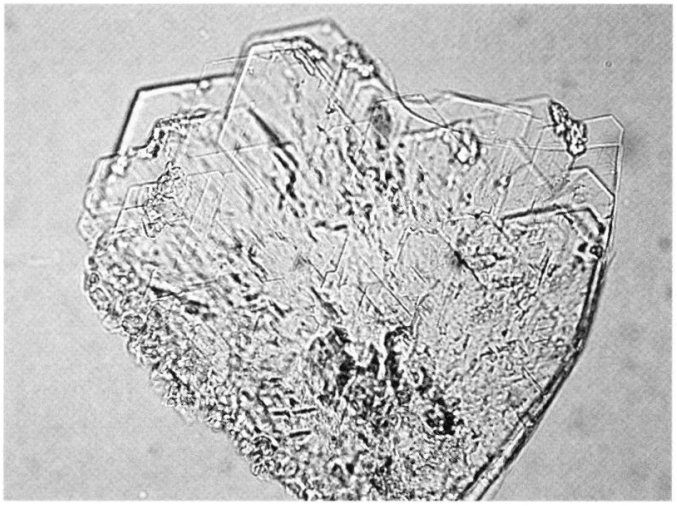
2 Im Zentrum ein gut ausgebildeter dipyramidaler Calciumoxalatkristall (Weddelit), umgeben von Mörtel, der durch Pflanzenreste (Rinde) verfärbt ist. Aufsicht unter dem Stereomikroskop mit Streiflicht. Bildbreite knapp 3 mm.

dem Hammer hell und ist aussergewöhnlich hart. Letzteres äussert sich auch in scharfkantigen Bruchflächen. Seine helle Farbe rührt vom weissen Bindemittel her, welches aus nicht vollständig abgebundenem Kalk besteht.[6] Der Zuschlag besteht zum weitaus grössten Teil aus sehr feinem Sand mit Korngrössen unter 1 mm (Abb. 1) und setzt sich zusammen aus überwiegend farblosen bis blassgräulichen Quarzkörnern, untergeordnet aus dunklen Körnern von karbonatischen Sediment- und Kristallingesteinen.

Nur vereinzelt kommen Grobsand- und Kieskörner vor. Ebenfalls in geringer Menge treten rote Ziegelfragmente und dunkle, zum Teil blasige Schlackestücke mit einer Grösse von bis zu wenigen Zentimetern auf. Ferner kommen im Mörtel Holzfasern, Pflanzenstängel und Abdrücke beziehungsweise Hohlformen von diesen vor, welche bis mehrere Zentimeter lang sind und begleitet werden von gelblich-bräunlichen Verfärbungen und Oxalat-Anreicherungen in Form von kleinen, bis etwa 0,5 mm grossen Weddelit-Kristallen (chemisch Calciumoxalat-Dihydrat, $Ca(C_2O_4)\ 2H_2O$, Abb. 2). Bindemittelanreicherungen in Form von weissen, kreideartigen Kalkknöllchen (so genannten Kalkspatzen) erreichen Grössen bis etwa 1 cm.



3 Hohlraum in einem Kalkspatzen mit prismatischen Calcitkristallen in rosettenartiger Anordnung. Unter dem Stereomikroskop mit Streiflicht. Bildbreite etwa 1 cm.

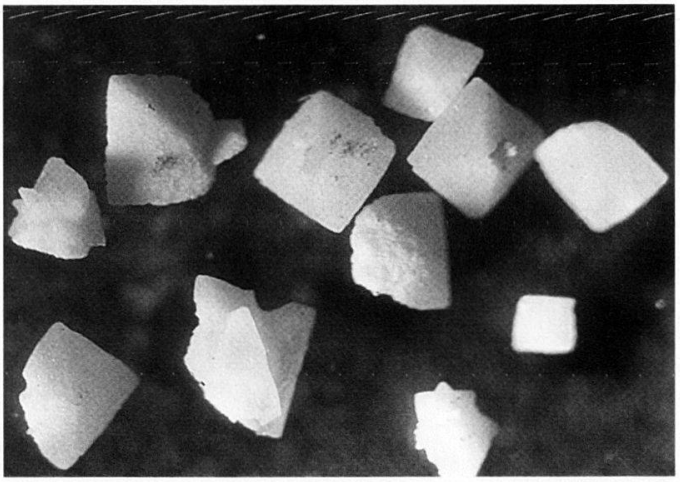


4 Ein Aggregat parallelverwachsener, hexagonaler Brucitplättchen aus einem Hohlraum im Mörtel. Streupräparat unter dem Mikroskop mit parallelen Polarisatoren. Bildbreite etwa 0,3 mm.

Der Mörtel enthält zahlreiche millimeter- bis zentimetergrosse Hohlräume, in denen sekundär Mineralien wie Calcit (chemisch Calciumkarbonat, $CaCO_3$, Abb. 3) und Brucit (chemisch Magnesiumhydroxid, $Mg(OH)_2$, Abb. 4) entstanden sind. Zum Teil befinden sich die Hohlräume in Kalkspatzen mit Schwundrissen, was im Falle von Calcit auf eine Entstehung aus diesen schliessen lässt. Bei den sekundär gebildeten Brucitkristallen ist die Entstehung nicht klar, da diese eher bei dolomitischen, das heisst magnesiumreichen Kalken zu erwarten wären, und nicht bei Jurakalken, wie sie in der Umgebung von Lenzburg vorkommen. Allerdings ist denkbar, dass bereits ein sehr geringer Magnesiumgehalt im Kalk in einem Zeitraum von über 400 Jahren zur Bildung der in hauchdünnen Plättchen vorliegenden Brucitkristalle geführt haben könnte.

Unter der Gussmörtelplatte, durch eine dünne graue Schicht aus Sand (Pos. 1050) getrennt, befand sich eine weisslich-beige, bis etwa 8 cm dicke Schicht (Pos. 1007/1051). Diese besteht aus einem sehr feuchten, weichen und dichten Material mit muscheligem Bruch (Abb. 5), welches sich seifig-glitschig anfühlt und stark alkalisch reagiert (pH-Wert>10). Aufgrund mikroskopisch-mikrochemischer Analysen sowie einer Röntgenbeugungsaufnahme konnte das Material eindeutig als gelöschter

5 Die frischen Bruchflächen der sehr feuchten Masse sind muschelig, ein Hinweis auf ein dichtes Material. Aufsicht unter dem Stereomikroskop. Bildbreite etwa 2 cm.

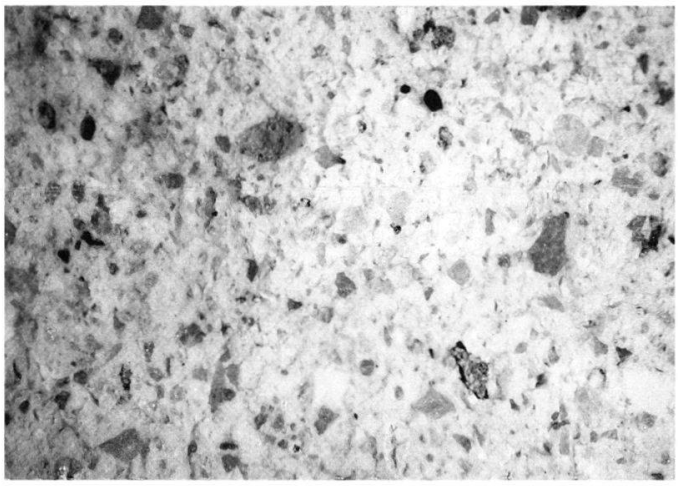


6 Die abgebildeten Kristalle sind bis etwa 0,5 mm gross und fanden sich im salzsäureunlöslichen Teil der weisslichen Masse. Aufsicht unter dem Stereomikroskop.

Kalk, das heisst als Calciumhydroxid (chemisch $Ca(OH)_2$, als Mineral Portlandit genannt) bestimmt werden. Als Verunreinigungen enthält der gelöschte Kalk Spuren von Sand, versinterte Mörtelfragmente und winzige Weddelitkristalle (Abb. 6) wie in der obersten Mörtelschicht der Anlage.

Die im sehr feuchten gelöschten Kalk gefundenen Oxalat-Kristalle haben sich wohl – analog der Bildung in Sedimenten mit organischem Material – aus der Reaktion der Calcium-Ionen (im gelöschten Kalk) mit der Oxalsäure aus den zur Mörtelmischanlage gehörenden Hölzern (auf der Mauerinnenseite, Pos. 1003, 1004, 1021) gebildet. In der obersten Mörtelschicht (Gussmörtelplatte) dürften die Oxalatkristalle auch aus der Reaktion mit Holzfasern und anderen pflanzlichen Bestandteilen im Mörtel entstanden sein.

Unter dem gelöschten Kalk wurde eine 2–3 cm dicke Schicht aus orange-braunem, organischem, verrottetem Material mit Sand (Pos. 1053) angetroffen. Darunter folgte eine Schicht aus einem grauen Mörtel (Pos. 1054, FK 29) von ähnlicher Zusammensetzung und mit ähnlichen Eigenschaften wie die oberste Mörtelschicht, das heisst ebenfalls von geringem Gewicht, hell tönend beim Anschlagen mit dem Hammer und hart. Das gräuliche Bindemittel besteht aus unvollständig abgebundenem Kalk. Der Zuschlag setzt sich zusammen aus sehr viel Feinsand mit Korn-



7 Frische Bruchfläche von der grauen Mörtelschicht unter dem gelöschten Kalk. Der Zuschlag besteht aus sehr feinkörnigem Sand. Aufsicht unter dem Stereomikroskop. Bildbreite 7 mm.

grössen überwiegend unter 0,5 mm, das heisst, der Mörtel ist noch feinerkörnig als die zuoberst in der Anlage befindliche Schicht (Vergleich Abb. 7 und Abb. 1). Einzelne Sandkörner sind bis maximal 1 cm gross. Der Sand setzt sich zusammen aus überwiegend farblosen bis gräulichen Quarzkörnern und wenig dunklen Körnern. Ferner kommen millimeter- bis zentimetergrosse Holzstücke und bis 1 cm grosse Holzkohlestücke vor. Weisse Kalkspatzen erreichen einige Millimeter bis etwa 1cm.

Zuunterst in der Mörtelmischanlage fand sich ein erdiges, grünstichiges dunkelgraues Material (Pos. 1055, FK 28), welches am Übergang zum darüber befindlichen grauen Mörtel in einem wenige Zentimeter dicken Bereich härter und zum Teil splittrig brechend ist. Es enthält einzelne Kieskörner, feinsten Sand und vermutlich noch feinere, mineralische Anteile wie Ton.

Sandiges Material aus dem untersten Teil der Mörtelmischerwand (Pos. 1021, FK 36), aus dem Bereich der Birkenholzringe mit Weidenumwicklung, besteht zum allergrössten Teil aus feinkörnigem Sand – überwiegend Quarz – mit Korngrössen unter 1 mm, welcher schwach versintert ist beziehungsweise durch feinste Calcitkristalle locker zusammengehalten wird.

An die Mörtelmischanlage angrenzendes Material

In einem Bereich, welcher im Nordwesten unmittelbar an die Mörtelmischanlage anschloss, kam braunes, versintert aussehendes Material vor (Pos. 1008, FK 17). Dabei handelt es sich um oberflächlich stark versinterten, das heisst zu Kalk umgewandelten gelöschten Kalk, welcher unter einer Schicht aus teilweise karbonatisiertem (abgebundenem) Kalk noch vorhanden war.

Material aus einem Sondierungsschlitz etwa 20 m östlich von der Mörtelmischanlage

An der Westwand des Sondierungsschlitzes, in schätzungsweise 2,5 m Tiefe, kam eine weissliche schmierige Schicht, etwa 10 cm dick, auf einer Länge von etwa einem halben Meter zum Vorschein (Pos. 1220, Feld 12). Das dicht ausgebildete

Material dieser Schicht ist äusserst feinkristallin zusammengesetzt und besteht praktisch ausschliesslich aus plättchenförmigen Portlandit-Kristallen. Portlandit ist die Mineralbezeichnung für Calciumhydroxid, $Ca(OH)_2$. Somit handelt es sich hier, wie bei der seifig-glitschigen Masse aus dem Mörtelmischer (Pos. 1007/1051), ebenfalls um gelöschten Kalk. Allerdings liegt er hier in sehr reiner Form vor, ausser Holzfasern konnten keine Verunreinigungen wie Sand festgestellt werden. Zum Teil kann eine Umwandlung in Calcit beobachtet werden, das heisst, der gelöschte Kalk hat teilweise abgebunden beziehungsweise karbonatisiert.

Schlussfolgerungen

Weshalb ist die Rundanlage ein Mörtelmischer?

Die Konstruktion, das heisst eine Rundanlage mit Resten einer Holzauskleidung an der Mauerinnenseite, und die Oberfläche des Inhaltes, eine Gussmörtelplatte mit einer kreisrunden Vertiefung in der Mitte und einem Mörtelwulst am Rand, sind bereits Hinweise auf eine Mörtelmischanlage. Zusammen mit den darin angetroffenen Schichten, welche einerseits aus den Rohmaterialien (gelöschter Kalk, Sand) für die Herstellung von Mörteln und andererseits aus den Fertigprodukten (weisslicher und grauer Mörtel) bestehen, liegen gute Gründe vor, die Rundanlage als Mörtelmischer zu bezeichnen. Ferner lassen sich aufgrund der archäologischen Feldbefunde die einzelnen Schichten im Mörtelmischer verschiedenen Phasen zuordnen. Weshalb im Sondierungsschlitz etwa 20m östlich von der Mörtelmischanlage eine Schicht aus sehr reinem gelöschtem Kalk angetroffen wurde, ist nicht klar. Der Boden in diesem Bereich ist sehr stark gestört durch spätere Eingriffe, was eine Interpretation zusätzlich erschwert.

Weshalb ist der gelöschte Kalk als solcher bis heute erhalten geblieben?

Die als gelöschter Kalk beziehungsweise Calciumhydroxid identifizierte seifig-glitschige Masse hätte sich bei normalen, gemeint ist unter atmosphärischen, Bedingungen schon längst in Calciumkarbonat, das heisst Kalk, umgewandelt. Da sie aber sehr feucht und gut geschützt unter einer Sand- und Mörtelschicht beziehungsweise hinter Birkenholzringen war, konnte die so genannte Karbonatisierung, das heisst die Aufnahme von CO_2 aus der Luft und damit die Umwandlung in Kalk ($CaCO_3$), nicht oder nur in sehr geringem Umfang stattfinden. Auf diese Weise hat der gelöschte Kalk mehrere Jahrhunderte bis in die heutige Zeit in seinem ursprünglichen Zustand überdauert. Beim untersuchten gelöschten Kalk ist ferner aufgefallen, dass er aus plättchenförmigen Kristallen besteht. Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen aus neuerer Zeit haben ergeben, dass frisch gelöschter Kalk aus prismatischen Portlanditkristallen besteht.[7] Bereits nach zwei Monaten konnte eine beginnende Umwandlung der Portlandite festgestellt werden, und nach 14 Monaten bestand der Sumpfkalk praktisch ausschliesslich aus plättchenförmigen Kristallen. Ferner konnte gezeigt werden, dass mit dieser Umwandlung eine Zu-

nahme der spezifischen Oberfläche, eine erhöhte Wasseradsorption und ein erhöhtes Wasserrückhaltevermögen verbunden waren, was sich in einer verbesserten Plastizität äusserte und die bessere Verarbeitung der Sumpfkalkmörtel erklären hilft.

Bibliografie

- Elert, K.; Cazalla, O.; Rodriguez-Navarro, C.; Hansen; E./Sebastian, E.: Über das Einsumpfen von Kalk. Warum sind historische Kalkmörtel so unterschiedlich erhalten? Restauro, Zeitschrift für Kunsttechniken, Restaurierung und Museumsfragen, 7. 2002, 502–508.
- Elert, K.; Rodriguez-Navarro, C.; Pardo, E.S.; Hansen, E.; Cazalla, O: Lime Mortars for the Conservation of Historic Buildings. Studies in Conservation 47. 2002, 62–75.
- Küng, Andreas: Lenzburg, Eisengasse, archäologische Grabungen. Untersuchung eines weisslichen Materials aus einem mutmasslichen Mörtelmischer. Bericht Expert-Center für Denkmalpflege Zürich, 5 Seiten, 13.6.2003. Unpubliziert.
- Küng, Andreas: Lenzburg, Eisengasse, archäologische Grabungen. Untersuchung verschiedener Materialien aus einem mutmasslichen Mörtelmischer und dessen Umfeld. Bericht Expert-Center für Denkmalpflege Zürich, 14 Seiten, 15.7.2003. Unpubliziert.
- Küng, Andreas: Lenzburg, Eisengasse, archäologische Grabungen. Sandiges Material aus dem Mörtelmischer. Bericht Expert-Center für Denkmalpflege Zürich, 6 Seiten, 15.10.2003. Unpubliziert.
- Rodriguez-Navarro, C.; Handen E.; Ginell, W.S.: Calcium Hydroxide Crystal Evolution upon Aging of Lime Putty. J. Am. Ceram. Soc. 81, [11]. 1998, 3032–3034.

Anmerkungen

1 Vgl. dazu den Artikel von Eva Weber in dieser Argovia (Seiten 121–144). Darin sind Aufbau des Mörtelmischers sowie die darin angetroffene Füllung, welche aus verschiedenen Schichten bestand, beschrieben und illustriert.

2 Durch die vor Ort gemachten Beobachtungen konnten die Probenmengen derart bemessen werden, dass sie repräsentativ sind.

3 Dazu gehören: Verhalten in verdünnter (2mol/l) Salzsäure, pH-Wert, qualitativer Ionennachweis im Kaltwasserauszug (Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium, Clorid, Nitrat, Sulfat und Karbonat).

4 Diese wurden mittels einer Gandolfi-Kamera vom dipl. Physiker ETH Alex Voûte am Schweizerischen Landesmuseum, Zentrum für Konservierung, in Zürich gemacht.

5 Die von den Archäologen vergebenen Feld-, Fundkomplex- und Positionsnummern sind bei den analysierten Proben jeweils in Klammern angegeben.

6 Der mikroskopisch-mikrochemische Befund kann visualisiert werden: Wird eine frische Bruchfläche mit einer einprozentigen alkoholischen Phenolphthalein-Lösung bestrichen, so wird sie augenblicklich rotviolett. Erklärung: Phenolphthalein ist ein Farbindikator, der im neutralen und sauren Milieu farblos, beim Vorhandensein von alkalischem Material (gelöschter Kalk!) rotviolett ist.

7 Siehe Bibliografie.