

6

**K** öln  
**u** nd  
**B** onn  
**A** rchaeologica



2016

Habelt-Verlag · Bonn

**K** öln  
**u** nd  
**B** onner  
**A** rchaeologica

KuBA 6/2016



Habelt-Verlag · Bonn

Kölner und Bonner Archaeologica  
KuBA 6/2016

Herausgeber

Martin Bentz – Dietrich Boschung – Eckhard Deschler-Erb –  
Michael Heinzlmann – Eleftheria Paliou – Frank Rumscheid

Redaktion, Satz und Gestaltung  
Jan Marius Müller

Umschlaggestaltung  
Jan Marius Müller

Fotonachweis Umschlag  
Jutta Schubert (Akademisches Kunstmuseum der Universität Bonn)

Alle Rechte sind dem Archäologischen Institut der Universität zu Köln und der  
Abteilung für Klassische Archäologie der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn  
vorbehalten. Wiedergaben nur mit ausdrücklicher Genehmigung.

Hinweise für Autoren sind unter <http://www.kuba.uni-bonn.de/de/autoren> einsehbar.

#### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;  
detailliertere bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

© 2017 by Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, Bonn

ISBN 978-3-7749-4105-2

Für die anteilige Übernahme der Druckkosten dieses Bandes danken wir der HypZert GmbH,  
der Sparkasse KölnBonn sowie dem Förderverein des Akademischen Kunstmuseums Bonn e. V.

**HypZert**



## INHALT

### Beiträge

FRANK HULEK – DIRK KIRCHNER, Nachstellung der Verwitterung an Marmorplatten aus dem hocharchaischen Tempel am Çatallar Tepe (Türkei)	5
FABIAN RICHTER, Zur Prägung von Alexander-Tetradrachmen in Pamphylien und der Datierung des Gegenstempels ‚Anker‘ auf pamphyllischen Münzen	15
UTA SCHRÖDER, Die Wassermühle des Rimburger <i>vicus</i>	35
MICHAEL DRECHSLER – ECKHARD DESCHLER-ERB, Provinzialrömische Archäologie in Köln und Deutschland in den letzten 20 Jahren (1995–2015)	45

### Projektberichte

MARTIN BENTZ – LINDA ADORNO – JON ALBERS – ANNKATRIN BENZ – AXEL MISS – JAN MARIUS MÜLLER, Das Handwerkerviertel von Selinunt – Vorbericht zu den archaischen Strukturen der Kampagnen 2010–2016	59
JON ALBERS – MARTIN BENTZ – CHRISTIAN BRIESACK – ALESSANDRA COEN – FERNANDO GILOTTA – ROBINSON P. KRÄMER – MARINA MICOZZI, Grabkontexte aus der Nekropole von Monte Abatone in Cerveteri. Eine Summerschool der Universität Bonn und der Seconda Università degli Studi di Napoli	75
LARS HEINZE – MARKUS HELFERT, CeramEgypt: Towards a broader application of the portable ED-XRF on Egyptian pottery of Greek and Roman times	85
MATTHIAS NIEBERLE – MANUELA BROISCH – SABRINA GEIERMANN – JOST BROSER, Neue Forschungen zum antiken Baiae – Teil I	91
KARL OBERHOFER, Brigantium/Bregenz (A) – Vorbericht zu den Grabungen im Forum 2016	117
STEFAN PIRCHER, INTRA MUROS – Vorbericht zur ersten Grabungskampagne des Archäologischen Instituts der Universität Köln in der Insula 22 in der Colonia Ulpia Traiana	131
SABINE DESCHLER-ERB – ÖRNI AKERET – SIMONE HÄBERLE, Gemeinsam stark – Der archäobiologische Feldkurs in Xanten 2016	139
SEBASTIAN RISTOW – DANIEL STEINIGER, Forschungen an den Bronzen des Aachener Domes	143

**Sammlungen**

BERNHARD SCHMALTZ, Der Thron in Bildern attischer Grabmäler klassischer Zeit	169
PETER NOELKE MIT NORBERT HANEL, Die Antikensammlung der Grafen von Manderscheid-Blankenheim in der Eifel	201
KAROLINA KADERKA – PAUL SCHEDING, Die Skulpturensammlung des Paul Marguerite de La Charlonie im Museum von Laon	221
KATHARINA LORENZ – CATERINA PARIGI – PHILIPP GROSS, Die römischen Marmorfunde aus dem Heiligtum der Diana Nemorensis in Nottingham. Ein Bericht zur Fotokampagne von 2016	225
ERIKA ZWIERLEIN-DIEHL, The Snake-legged god on the Magical Gems: Reflections on Nature, Greek, Egyptian and Jewish Influences, and the Afterlife	235

**ArchäoInformatik**

CATERINA PARIGI – MICHAEL REMMY, Hannestad@ARACHNE. Ein privates Fotoarchiv im Wissensnetz	259
--	-----

## Nachstellung der Verwitterung an Marmorplatten aus dem hocharchaischen Tempel am Çatallar Tepe (Türkei)

FRANK HULEK – DIRK KIRCHNER

*A recently excavated Ionic temple in Western Turkey is dated to the middle of the sixth century B.C. by the archaeological findings. It was destroyed by a fire only a few years after its construction. Despite this fact, the marble parts of the eaves show signs of deep erosion. The erosion was therefore examined with mineralogical methods and reproduced experimentally. This led to the conclusion that fairly deep erosion marks can actually occur after a relatively short timespan, and thus do not contradict the archaeological findings. Instead, it seems that the depth of the erosion is closely connected to the stone material, the location of the temple on a mountain site in climatically unfavourable conditions and the constructive details of the eaves.*

Im Verlaufe der von 2001 bis 2009 durchgeführten siedlungsarchäologischen Erforschung des Mykale-Gebirges (heute Dilek Dağları, Westtürkei) gelang auch die Entdeckung einer archaischen Siedlung und der Überreste eines hocharchaischen Tempels ionischer Ordnung auf einer Hochebene zwischen Belenkuyu Tepe und Çatallar Tepe, die in der Folge durch H. Lohmann als die karische Siedlung Melia bzw. als Bundesheiligtum der Ioner, Panionion, gedeutet wurden<sup>1</sup>. Die Ruine des Tempels stellte sich zunächst als etwa 36 m langer Schutthaufen dar, in dem auch Architekturglieder des 6. Jahrhunderts v. Chr. gefunden wurden. Die Spuren zahlreicher Raubgrabungen (die Südostflanke war sogar mit einem Radlader o. Ä. zerstört worden) an der Ruine und die offensichtliche Bedeutung des Fundes machten schnelles Handeln erforderlich, so dass E. Yener, der damalige Direktor des zuständigen Museums Aydın, bei der türkischen Generaldirektion der Altertümer und Museen die Genehmi-

gung für eine Notgrabung erwirkte, die in seinem Auftrag H. Lohmann in drei Kampagnen 2005, 2006 und 2007 durchführte. Erste Ergebnisse sind publiziert<sup>2</sup>.

Demnach handelt es sich um einen 28,96 m langen und 8,60 m breiten Tempel, einen ‚Hekatompedos‘, dessen Front nach Osten gerichtet war. Der Bau bestand aus drei Räumen: Neben dem achtsäuligen Pronaos im Osten und dem zweisäuligen Naos (Cella) gab es den sog. Westraum, der durch einen gesonderten Eingang im Süden zu betreten war, drei Säulen in der Längsachse besaß und als Bankettraum zu deuten ist (**Abb. 1**)<sup>3</sup>. Eine Peristasis fehlt hingegen<sup>4</sup>. Die etwa 0,6 m dicken Wände sind im erhaltenen Sockelbereich in zweisechaliger Technik aus unterschiedlich großen Steinen gesetzt. Sie bestanden aber im oberen Teil aus Lehm, von dem große Mengen bei der Grabung angetroffen wurden und der entweder als getrocknete Ziegel oder als Stampflehm-mauer verbaut worden ist<sup>5</sup>. Unter den

1 Lohmann 2004; Lohmann 2005a; Lohmann 2005b; Lohmann 2012a, 107 f.; Lohmann 2013, 117. – Herda 2006; Herda 2009, 37 f. negiert die Identifikation mit Melia und dem Panionion und bietet die Deutung als Mykalessos und einem Heiligtum des Zeus Mykaleus an; hier ist nicht der Ort, um sich mit seiner Argumentation auseinander zu setzen, s. dazu Lohmann 2014, bes. 73–76. – Vgl. Hülden 2013, 4658 f.; Hulek 2017a.

2 Lohmann 2006; Lohmann u. a. 2007; Lohmann 2012a; Lohmann 2013. – Die Feldforschungen wurden von der Fritz-Thyssen-Stiftung finanziert. Meine Dissertation zum Thema „Der hocharchaische Tempel am Çatallar Tepe. Architektur, Rekonstruktion, Funktion“ wurde durch ein Promotionsstipendium der Ruhr University

Research School (DFG GSC 98/1) und ein Jahresstipendium des DAAD für Griechenland gefördert und befindet sich nun in Publikationsvorbereitung (Hulek 2017a; Hulek i. Vorb.).

3 Dem Begriff ‚Bankettraum‘ ist gegenüber ‚Lesche‘ und ‚Hestiatorion‘ der Vorzug zu geben, vgl. Leypold 2008, 12–14. 174 f. – Zu der Benennung als Lesche bei Lohmann 2007a, 135 f.; Lohmann 2012a, bes. 100 f.; Lohmann 2013, 115 f.; vgl. Hulek 2017b, 229 f.; Hulek i. Vorb. – Außerdem Bentz – Bumke 2013, 285 f. zur Identifizierung von rituellen Banketten.

4 Lohmann 2007a, 130; Hulek 2017b, 219.

5 Lohmann 2007a, 131 f.; Lohmann 2007b, 267; Hulek 2017b, 221 f.

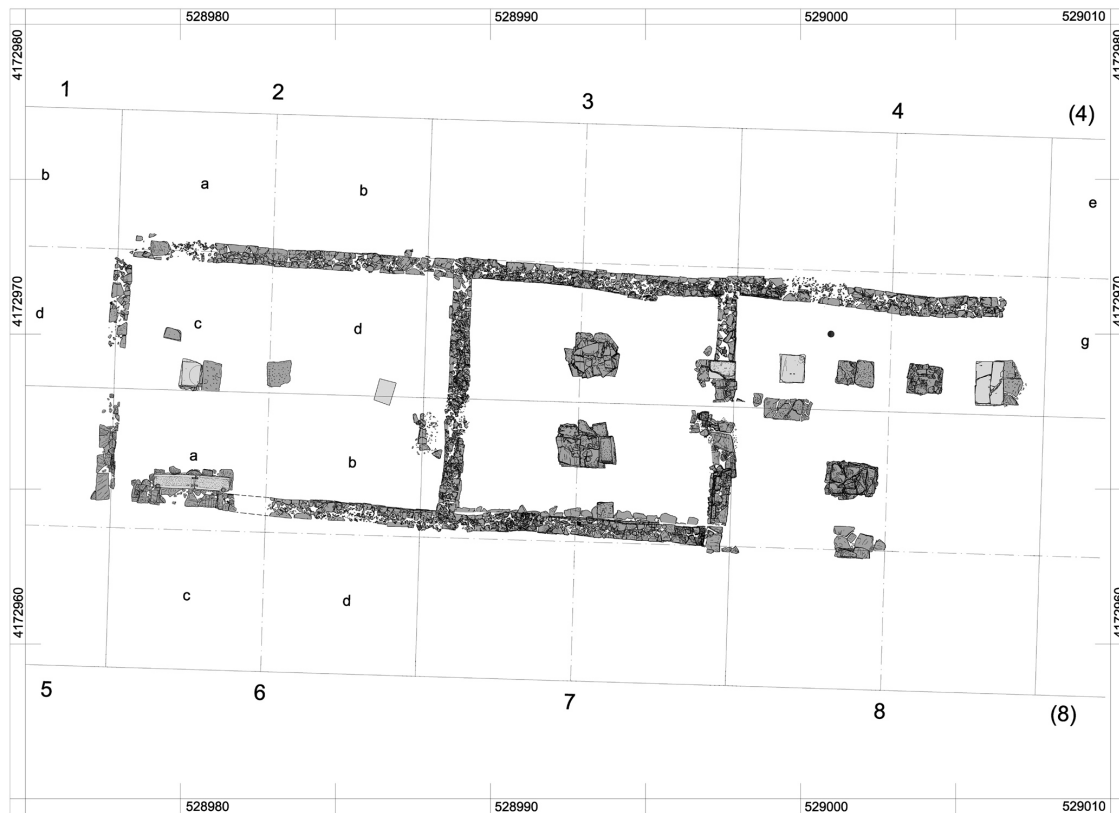


Abb. 1: Çatalar Tepe, Archaischer Tempel, Steinplan.

zum Teil einzigartigen Baugliedern seien hier nur noch die geteilte Innenschwelle der Südtür, zu der auch der Türsturz und die obere eiserne Halterung des Türholms (die Türöse) gefunden wurde, die zwei Sorten von Kapitellen (Toruskapitelle wahrscheinlich für den Westraum und die Cella, Volutenkapitelle im Pronaos) und die schmuckarmen, im Querschnitt L-förmigen Antenblöcke erwähnt<sup>6</sup>.

Zahlreiche Befunde belegen die Zerstörung des Gebäudes durch einen Brand; zu einem unbestimmten späteren Zeitpunkt wurde die Ruine außerdem noch durch ein Erdbeben erschüttert. Die Fundkeramik kann kurz vor die Mitte des 6. Jahrhunderts v. Chr. datiert werden, die Zerstö-

rung durch ein Feuer ereignete sich bereits um oder kurz nach 550 v. Chr.<sup>7</sup>. Deutlich älter als dieser hocharchaische Tempel sind die Fundamente eines Naikos der zweiten Hälfte des 7. Jahrhunderts, die zentral unter dem Naos gefunden werden konnten, und die bei der Errichtung des späteren Tempels pietätvoll belassen wurden<sup>8</sup>.

Die Errichtung des Hekatompedos aus der Mitte des 6. Jahrhunderts v. Chr. war bis zum Dach abgeschlossen. Zahlreiche Dachterrakotten wurden gefunden, so dass das Dach rekonstruiert werden konnte<sup>9</sup>. Funde von Keramik und Waffen vor allem im Westraum legen nahe, dass er schon genutzt wurde, auch wenn möglicherweise noch

6 Büsing 2006; Büsing 2007, 161–166 Abb. 42–51; Lohmann 2012b, 48 f.; Lohmann 2012a, 102; Lohmann 2013, 114; Hulek 2017b, 227.

7 Kalaitzoglou 2007, 154–157.

8 Lohmann 2007a, 138; Kalaitzoglou 2007, 145.

9 A. Busching hat im Rahmen ihrer Master-Arbeit im Wintersemester 2008/09 an der Ruhr-Universität Bochum das Tempeldach rekonstruiert und diese Forschungen in Busching 2013 publiziert; ergänzende Forschungen zur Dachkonstruktion werden in Hulek i. Vorb. vorgelegt werden; vgl. Hulek 2017b, 227 f.



Abb. 2: Çatallar Tepe, Archaischer Tempel, Geisonplatte mit Verwitterungsspuren an der Front (Inv. PA-S112).

kein regelmäßiger Kultbetrieb stattfand. Zugleich wurde aber noch an der endgültigen Fertigstellung des Gebäudes gearbeitet: Verstreute Werkzeugfunde belegen diese Arbeiten sowie auch der Zustand der Säulentrommeln, die zum Teil noch im schützenden ‚Mantel‘ belassen sind<sup>10</sup>.

Da also sowohl nach diesen Befunden zu urteilen als auch nach der datierenden Keramik der Bau allenfalls wenige Jahre gestanden haben kann, überrascht die Beobachtung, die an den als Geisonplatten zu bezeichnenden Bauteilen förmlich ins Auge springt: Ihre Fronten weisen nämlich tiefe, anscheinend durch Niederschlagswasser eingefresene Rillen auf (Abb. 2).

Die Geisonplatten bilden den oberen Abschluss der Tempelwand an den Langseiten. Ihr Profil ist kastenartig, sie kragen über die Mauer vor und befinden sich insofern auf einer Vorstufe zum späteren kanonisch-ionischen Wandaufbau, bei dem das Geison seinen Platz im festen Gefüge des Wandabschlusses oberhalb von Fries und/oder Zahnschnitt sowie unterhalb der Sima hat. Für Fries, Zahnschnitt und Sima fehlt bei diesem Tempel indes jeder Beleg. So dienten die Geisonplatten nicht nur zur Kraftübertragung zwischen Dachstuhl und Mauer und gaben der Lehmkonstruktion der Mauer Festigkeit, sie stützten zugleich den unteren Rand der Dachhaut, die Hegemone und Stirnziegel, wie sich aus den konstruktiven Details ergibt<sup>11</sup>.

Es handelt sich um 77 cm tiefe Platten mit quaderförmigem Querschnitt von 16 cm Dicke, ihre Breite variierte soweit messbar zwischen 47 cm

und 120,5 cm. Die Stirnseite ist ca. 15 cm hoch. Hergestellt wurden sie aus drei verschiedenen Steinsorten: 71 Fragmente bestehen aus weißem Marmor, 22 aus ‚Mykale-Marmor‘ und zwei aus einem dunkleren, graugefleckten Marmor<sup>12</sup>. Die Platten waren durch II-förmige Eisenklammern im Bleiverguss untereinander verbunden, die Seiten weisen Anathyrose auf. Zusätzlich zu diesen Dübellöchern finden sich auf der Oberfläche weitere, paarweise angeordnete. Diese liegen stets ca. 10,2 cm voneinander entfernt, haben einen Durchmesser von 3,4 cm und dienten wahrscheinlich zur Befestigung der Dachsparren. Die Mittelpunkte zweier Dübellochpaare sind nämlich je ca. 60,7 cm voneinander entfernt, was ungefähr der Breite der Strotere von 61,5 cm entspricht. Auf der Oberseite wurde an der Front meist ein etwa 3 cm breiter Steg stehen gelassen, dahinter ist eine ca. 4,5 cm breite und etwa 1 cm tiefe Rinne eingearbeitet. Darin war der untere Rand der Hegemone und der Stirnkalyptere eingerastet<sup>13</sup>.

Auf der Unterseite sitzt vorne eine 4,5 cm breite Leiste, mit einer 1 cm breiten Fase springt

10 Kalaitzoglou 2007, 150 f.; Lohmann 2005b, 251 Abb. 8; Lohmann 2006, 576 f. 585 Abb. 2; Lohmann 2012b, 40 Abb. 4.2; Büsing 2007, 158–161 Abb. 40. 41; Hulek 2017b, 223 f. Abb. 4.

11 Lohmann 2007a, 132; Büsing 2007, 165; Busching 2013, 11–17; Hulek 2017b, 227.

12 Zu den Steinsorten vgl. von Gerkan 1921, 19; Kleiner u. a. 1967, 19 mit Anm. 66; Koenigs 2015, 28.

13 Lohmann 2007a, 134; Büsing 2007, 166 f.; Busching 2013, bes. 11–14; Hulek 2017b, 227 f. Abb. 7.



die Oberfläche um 1,2 cm zurück zu einer planen Fläche. Dieser vordere, insgesamt etwa 30 cm tiefe Teil ist fein geglättet und kragte über die Mauer vor, wodurch er die empfindliche Lehm- oder Kalkmauer vor dem Dachwasser schützte. Der hintere, 47 cm tiefe Teil ist gespitzt und lag auf der Mauer auf. Im Gegensatz zur Konstruktion mit Sima floss hier also das Dachwasser über die Front der Geisonplatten und wurde erst an der als Wassernase dienenden Leiste auf der Unterseite abgeleitet.

Eine vergleichbare Geisonplatte weist der nahezu gleichzeitige Dionysostempel von Yria auf Naxos auf<sup>14</sup>, auch wenn dort die Mauer komplett aus Steinen rekonstruiert wird. Eine entsprechende Konstruktion gibt es auch beim Naxieroikos auf Delos<sup>15</sup> sowie in Festlandsionien im Heiligtum auf dem Kalabaktepe in Milet<sup>16</sup>, am archaischen Didymaion<sup>17</sup> und am ephesischen Artemision<sup>18</sup>. Sie begegnet außerdem in der milesischen Kolonie Olbia am Schwarzen Meer<sup>19</sup>, nach Grubens Beschreibung ferner auch beim älteren samischen Dipteros (Heraion III)<sup>20</sup> und beim Ostbau des Kultbezirks an der Heiligen Straße nach Didyma, wobei bei letztgenannten Parallelen die flache Kehle an der Unterseite ein rundes Profil aufweist und die Geisonplatten nur etwa halb so dick sind<sup>21</sup>.

Die Tonziegel des Daches entsprechen dem Typus C2 nach Ö. Wikander<sup>22</sup>. An ihrem unteren Abschluss weisen die Hegemone seitliche, 10 cm breite Ausklinkungen auf, um den unteren, über die Höhe der Traufkalyptere überstehenden Teil der Antefixe aufzunehmen<sup>23</sup>. Auf der Front wie auch im unteren Teil der Hegemone befindet sich ein plastisch aufgesetztes Flechtband, das so über

den gesamten Dachrand durchläuft. Die Antefixe sind mit Löwenköpfen verziert<sup>24</sup>, Wasserspeier gibt es nicht.

Nachdem so der Aufbau der umgebenden Teile in groben Zügen bestimmt wurde, ist auf die Verwitterungsspuren zurückzukommen: Die bis zu 1 cm tiefen Rillen befinden sich auf der Front der Geisonplatten, teilweise betreffen sie auch den Steg an der Oberseite. Sie verlaufen nahezu senkrecht, wie es für Spuren rinnenden Wassers zu erwarten ist. In Bereichen, in denen wegen der erwähnten Dübellochpaare ein Dachsparren und somit ein Kalypter zu erwarten ist, setzen sie etwa auf einer Breite von 20 cm aus<sup>25</sup>; hier sind nur gelegentlich sehr feine Erosionsspuren zu beobachten, die mit feinen, durch den Steinmetz in den vorderen Steg der Geisonplatten eingetieften Rinnen in Verbindung stehen, die zum Abfließen von eingedrungener Wasser dienen<sup>26</sup>.

Während also der Befund darauf deutete, dass die Verwitterungsrillen auf den Geisonplatten durch das über die Strotere vom Dach abfließende Niederschlagswasser verursacht worden war, schießen diese tiefen Verwitterungsspuren zunächst mit der sehr kurzen Zeit, die der Tempel im Bauverbund stand, in Widerspruch zu stehen. Im Allgemeinen geht man bei exponierten Marmorflächen je nach Standort und Marmorart von einer Rückwitterung zwischen 1 µm/a und 100 µm/a aus<sup>27</sup>, d. h. vergleichbare ‚Mikrokarste‘ sind frühestens nach Jahrhunderten zu erwarten. Auch da vergleichbare Spuren an anderen Bauten fehlen<sup>28</sup>, konnten zunächst alternative Erklärungsansätze nicht völlig ausgeschlossen werden, so etwa die

14 Gruben 2001, 376 Abb. 283; Ohnesorg 2005, 136–138 Abb. 1; vgl. Busching 2013, 23–25.

15 Courbin 1980, 77–80 Abb. 23 Taf. 57. 59.; Gruben 1993, 105; Ohnesorg 1993, bes. 22 f. 56. Taf. 1. 5.

16 von Gerkan 1925, 18 f. Abb. 9. 10.

17 Schneider 1996a, 82 Abb. 7. 8.

18 Ohnesorg 2007, 80 f. 115 f. Taf. 12. 18.

19 Bujskich 2010, 47 f. 99 Taf. 53,4.

20 Gruben 2001, 358: „...ein niedriges, konkav unterschmittenes Geison [...] läuft in eine Wassernase aus, entbehrte also ursprünglich der später üblichen Sima mit ihren Wasserspeiern“.

21 Schneider 1996b, 18–20 Abb. 8–10 Taf. 4, 1–3; P. Schneider weist diese wegen ihres quaderförmigen Querschnitts dem

Schräggeison zu, nach den ebenfalls quaderförmigen Parallelen unseres Tempels entfällt dieses Argument.

22 Wikander 1988, 210 f. Abb. 4.

23 Busching 2013, 38 f. Abb. 13; Özgül 2013, 133 Taf. 80. 81.

24 Diese Löwenkopf-Antefixe hat Özgül 2013 vorgelegt, vgl. außerdem Lohmann 2007a, 132; Lohmann 2013, 115 f. Abb. 10. 11; Busching 2013, 51 f.

25 Lohmann 2007a, 134. – Diese Beobachtung wird W. Koenigs und A. von Kienlin verdankt.

26 Lohmann 2007a, 134; Büsing 2007, 166 f.; Busching 2013, 13 f.

27 Grimm 1999, 206.

28 Ohnesorg 1993, 72; Koenigs 2015, 29.

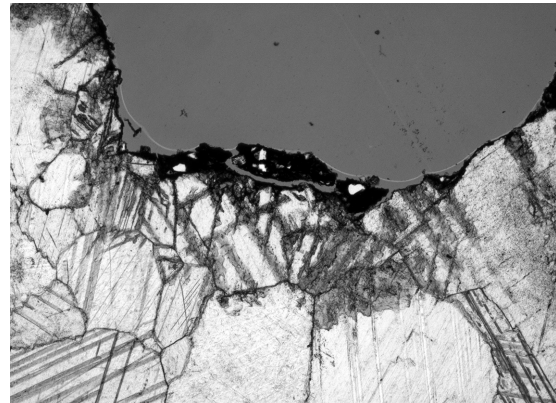
Verwendung ‚altertümlicher‘ Bauteile zum Ausdruck des ehrwürdigen Alters des Kultes<sup>29</sup>. Zur Klärung dieser Frage war die naturwissenschaftliche Untersuchung des Erosionsverhaltens des am Tempel verwendeten Marmors notwendig, die von D. Kirchner und St. Brüggerhoff von der Deutschen Montantechnologie Bochum dankenswerterweise übernommen wurde<sup>30</sup>.

F. Hulek

### Versuchsdurchführung

Um den Sachverhalt zu klären, wurde von einem Geisonplattenfragment ein Dünnschliff angefertigt<sup>31</sup>. Unter dem Polarisationsmikroskop konnte nachgewiesen werden, dass entlang der Zwillinglamellen des Calcits, aus dem der Marmor zum größten Teil besteht, starke Korrosionserscheinungen auftreten (**Abb. 2. 3**). Man erkennt, dass sich die Korrosion an einzelnen, nur wenige Mikrometer breiten aber bis zu 5 mm tiefen Zwillinglamellen ereignet hat. Dies ist eindeutig natürlichen Ursprungs. Wenn Regenwasser über einen längeren Zeitraum oder in größeren Mengen über einen nicht porösen Kalkstein (z. B. Marmor) fließt, kommt es auf Grund folgender Reaktionen zur Auflösung des Kalksteins. Zuerst löst sich Kohlendioxid aus der Luft in Regenwasser und bildet Kohlensäure  $H_2CO_3$ . Trifft nun Kohlensäure auf Kalkstein, so reagiert dieser unter Bildung von Calciumhydrogencarbonat  $Ca(HCO_3)_2$ . Dieses ist leicht löslich und wird durch weiteres Regenwasser weggeführt. Aber auch reines Regenwasser kann Kalkstein anlösen, wenn auch nur bei einer erheblich geringeren Löslichkeit. Weitere Faktoren wie z. B. die Temperatur können diesen Mechanismus stark beeinflussen.

Um eine Abschätzung über die Geschwindigkeit dieses Verwitterungsvorganges zu erlangen, wurde eine anpolierte Platte dieses Marmors durch einen stetigen Wasserstrom beaufschlagt (**Abb. 4**). So flossen pro Minute 1,8 ml destillierten Wassers über eine Fläche von 15 mm × 60 mm. Hier-



**Abb. 3:** Dünnschliff eines Geisonplattenfragmentes unter dem Polarisationsmikroskop.

bei sollte, um eine Aussage zum Korrosionsfortschritt zu treffen, vor und nach dem Versuch die Oberflächenrauheit mit einem Tastschnittgerät bestimmt werden. Bei dem Tastschnittverfahren wird eine Diamantnadel über die zu vermessende Fläche gefahren und die Tiefenausschläge registriert. Nach zwei Wochen zeigten sich schon erste Aufrauungen an der beaufschlagten Platte. Hierbei trat eine 40 µm tiefe Rinne im Bereich des Wasserablaufes in Erscheinung. Nach weiteren 14 Tagen Beaufschlagung betrug die Vertiefung schon rund 120 µm. Während dieser beiden Versuche wurden insgesamt 62 l destillierten Wassers über die oben genannte Fläche geführt.

Es wurde beschlossen, den Ablaufversuch weiter zu führen, um eine Extrapolation zum Vergleich mit den originalen Karstrillen zu errechnen. Nach 210 Tagen wurde der Versuch beendet. In dieser Zeit flossen 466 l Wasser über die Marmorplatte. Die Vertiefung im Marmor war mit dem einfachen Auge erkennbar. Von dieser Platte wurde erneut ein Dünnschliff angefertigt und die Korrosionstiefe unter dem Mikroskop bestimmt (**Abb. 5**). Sie lag zwischen 600 µm bis 1200 µm, abhängig von der Entfernung zur Wasseraufgabestelle. Man erkennt in der entstandenen Rinne kleine Rest-

<sup>29</sup> s. Büsing 2007, 165. – So erschien im ersten Moment neben künstlich erzeugten Rillen der gezielte Abbau von gealtertem Steinmaterial im Steinbruch nicht völlig ausgeschlossen.

<sup>30</sup> Ein Vorbericht ist durch Kirchner 2008b publiziert worden; vgl. auch Busching 2013, 12 f. Abb. 4.

<sup>31</sup> Dem Museum von Aydın sei an dieser Stelle für die Genehmigung der Analyse gedankt.

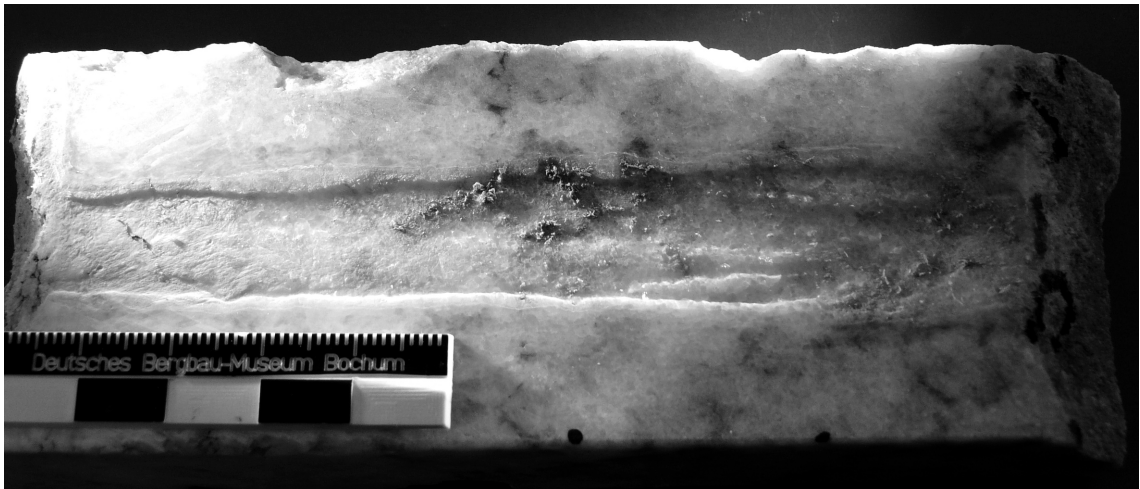


Abb. 4: Fragment einer Geisonplatte nach dem Experiment.

grate, die röntgenografisch bestimmt wurden. Es handelte sich hierbei um das schwerer lösliche Calcium-Magnesium-Karbonat Aragonit  $\text{Ca}(\text{CO}_3)$ . Somit konnte die korrosive Wirkung des Wassers auf diesen Marmor nachgewiesen werden.

D. Kirchner

### Besprechung

Der Versuch zeigt, dass tiefe Erosionsrillen, wie sie an unseren Geisonplatten auftreten, durchaus in verhältnismäßig kurzer Zeit durch Niederschlagswasser verursacht werden konnten. Für die Wassermenge, die die Front einer Geisonplatte entlangfließt, gibt es einige Anhaltspunkte: Über die etwa 40 cm Stroterbreite, die nicht vom Kalypter überdeckt wurde, floss hier jeweils der Niederschlag, der auf der halben Gebäudebreite und den 30 cm Dachüberstand niedergegangen war, also auf  $(4,3 \text{ m} + 0,3 \text{ m}) \times 0,61 \text{ m} \approx 2,8 \text{ m}^2$ . Heutige Niederschlagsmengen an einer lokalen Station (645 mm/Jahr) eingesetzt<sup>32</sup>, ergäbe dies ca. 1800 l pro Jahr, die über diesen 40 cm breiten Abschnitt des Dachrandes abfließen. Im Verwitterungsexperiment waren es insgesamt 466 l auf 6 cm Plattenbreite, die nach fast sieben Monaten Dauerbeaufschlagung mit destilliertem Wasser zu etwa 1 mm tiefen Verwitterungsrillen führten, in Relation zur Breite also knapp doppelt soviel Wasser. Die im Experiment verwendete Wassermenge liegt also durchaus in der Größenordnung, die innerhalb weniger Jahre am Tempel auftrat.

Die Abschätzung lässt jedoch nicht zu, über die Tiefe der Rillen direkt die Zeit zu errechnen, die der Tempel aufrecht stand. Dazu gibt es zu viele Unwägbarkeiten, insbesondere des Paläoklimas. Die genaue antike Niederschlagsmenge hoch oben auf dem Mykalekamm ist unbekannt. Damals hatte der Mäander den latmischen Golf auf der Südseite der Mykale noch nicht mit Sediment gefüllt, so dass der Bergzug zwei Meeresbuchten voneinander schied<sup>33</sup>. Die Hauptmenge des Jahresniederschlags auf den Dilek Dağları fällt heute in sehr starken Winterregen. Auch sind winterliche Nachfröste hier in 780 m Höhe nicht selten<sup>34</sup>, die sich für die Stabilität der Kristallstruktur des Marmors verheerend auswirken und den Korrosionsprozess beschleunigen können<sup>35</sup>.

32 Vertovec u. a. 2001, 115 f. wissen von 645 mm in Güzelcamlı bzw. im Dilek Yarımadası Milli Parkı. Nach Tuttahs 2007, 16 f. beträgt das langjährige Jahresmittel an der Station Akköy bei Milet 646,3 mm, an der Station Sarıkemer 604 mm. Für die Hochebene am Çatallar Tepe ist aufgrund der mikroklimatischen Gegebenheiten ein deutlich höheres Jahresniederschlagsmittel zu vermuten. – Brinkmann u. a. 1991, 15–18 Abb. 8. 9. 10 Tab. 2 nennen fast 1000 mm für die Wetterstation von Söke, wo Fallwinde aus den Dilek Dağları das Wetter beeinflussen.

33 Müllenhoff 2007, 63; Müllenhoff 2005, 130 f. 190–199. Abb. 49. 50. 51.

34 Müllenhoff 2007, 62 f. 65.

35 Kirchner 2008a, 200 f. – Die Verwitterung von Marmor hängt von zahlreichen Parametern ab, vgl. Grimm 1999, 214–216.

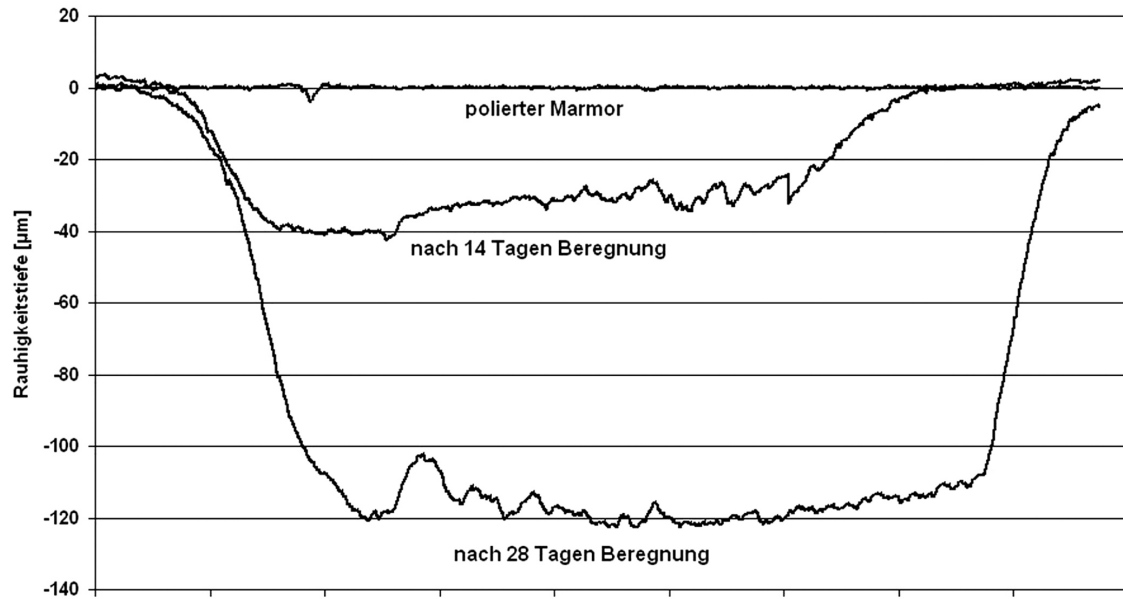


Abb. 5: Korrosionstiefe vor, während und nach dem Experiment. Messergebnisse des Tastschnittverfahrens.

Der um die Mitte des 6. Jahrhunderts errichtete Tempel steht am Übergang zur Monumentalität. Architekturteile, wie die Säulen, die nicht kanneleiert werden sollten und denen Basen fehlen, die Kapitelle, bei denen der Volutengang als schmale Rille angegeben ist, oder die schmuckarmen Anten ohne Fuß<sup>36</sup>, vertreten eine Stufe in der Entwicklung der ionischen Architektur, die im Laufe der Errichtung der großen Tempel in Ephesos, Didyma und auf Samos überwunden wird. Dies hat bereits den Gedanken an einen Rückgriff auf alte Formen aufkommen lassen<sup>37</sup>; für die verwitterten Fronten der Geisonplatten zumindest kann eine solche altertümelnende Kunstform nun ausgeschlossen werden. Eine so schnell von Statten gehende Erosion an einem der konstruktiv wichtigsten und optisch prominenteren Bauteile wird von den Erbauern des Tempels auch kaum beabsichtigt worden sein, sondern resultiert wahrscheinlich aus dem Zusammentreffen zweier Faktoren: Der Verwendung von ungeeigneten Steinsorten und einem Standpunkt an

einer klimatisch ungünstigen Stelle in der Bergeinsamkeit der Mykale. Das Problem ist bei Bauwerken ab der Mitte des 6. Jahrhunderts v. Chr. auch in Ionien durch die Verwendung der Traufsima und geeigneterer Baumaterialien gelöst worden<sup>38</sup>.

F. Hulek

#### Literaturverzeichnis:

Bentz – Bumke 2013

M. Bentz – H. Bumke, Mahlzeiten in rituellen Kontexten, in: I. Gerlach – D. Raue (Hrsg.), Sanktuar und Ritual. Heilige Plätze im archäologischen Befund, MKT 10 (Rahden 2013) 275–290.

Brinkmann u. a. 1991

R. Brinkmann – B. Köhler – J.-U. Heins – St. Rösler, Menderes-Delta. Zustand und Gefährdung eines ostmediterranen Flußdeltas, Arbeitsberichte des Fachbereichs Stadt- und Landschaftsplanung der Gesamthochschule Kassel H. 99 (Kassel 1991).

Büsing 2006

H. Büsing, Ionische Kapitelle aus dem archaischen Panionion, in: R. Biering – V. Brinkmann – U. Schlotzhauer – B. F. Weber (Hrsg.), Maiandros. Festschrift für Volkmar von Graeve (München 2006) 55–60.

<sup>36</sup> Hulek 2017b, 227; Hulek i. Vorb.; vgl. Büsing 2007, 158–160; Lohmann 2012b, 40; Lohmann 2013, 114.

<sup>37</sup> Büsing 2006, 58; Büsing 2007, 161. 167.

<sup>38</sup> Ohnesorg 1993, 8 f.

## Büsing 2007

H. Büsing, Die Architekturglieder des Tempels, in: Lohmann u. a. 2007, 157–167.

## Bujskich 2010

A. Bujskich, Die antiken Architekturformen im nördlichen Schwarzmeergebiet. Herkunft und Entwicklung, AF 26 (Wiesbaden 2010).

## Busching 2013

A. Busching, Das Dach des archaischen Panionion: Dachstuhl und Dachhaut, in: H. Lohmann – G. Kalaitzoglou – G. Lüdorf (Hrsg.), Das Dach des archaischen Panionion, Forschungen in der Mykale 3,2, AMS 70 (Bonn 2013) 1–121.

## Courbin 1980

P. Courbin, L'Oikos des Naxiens, Délos 33 (Paris 1980).

## von Gerkan 1921

A. von Gerkan, Das Theater von Priene als Einzelanlage und in seiner Bedeutung für das hellenistische Bühnenwesen (München 1921).

## von Gerkan 1925

A. von Gerkan, Kalabaktepe, Athenatempel und Umgebung, Milet 1,8 (Berlin 1925).

## Grimm 1999

W.-D. Grimm, Beobachtungen und Überlegungen zur Verformung von Marmorobjekten durch Gefügearlockerung, Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 150, 1999, 195–235.

## Gruben 1993

G. Gruben, Die inselionische Ordnung, in: J. des Courtils – J.-Ch. Moretti (Hrsg.), Les grands ateliers d'architecture dans le monde égéen du VIe siècle av. J.-C. Actes du colloque d'Istanbul, 23–25 mai 1991, Varia Anatolica 3 (Paris 1993) 97–109.

## Gruben 2001

G. Gruben, Griechische Tempel und Heiligtümer<sup>2</sup> (München 2001).

## Herda 2006

A. Herda, Panionion–Melia, Mykalessos–Mykale, Perseus und Medusa. Überlegungen zur Besiedlungsgeschichte der Mykale in der frühen Eisenzeit, IstMitt 56, 2006, 43–102.

## Herda 2009

A. Herda, Karkiša–Karien und die sogenannte Ionische Migration, in: F. Rumscheid (Hrsg.), Die Karer und die Anderen. Internationales Kolloquium an der Freien Universität Berlin 13.–15. Oktober 2005 (Bonn 2009) 27–108.

## Hülten 2013

The Encyclopedia of Ancient History 8 (2013) 4658 f. s. v. Mykale mountain (O. Hülten).

## Hulek 2017a

F. Hulek, Forschungsgeschichte, in: H. Lohmann – G. Kalaitzoglou – G. Lüdorf (Hrsg.), Survey in der Mykale (Dilek Dağları/Aydın) 2001–2009: Siedlungsarchäologie eines westkleinasiatischen Gebirgszuges vom Chalkolithikum bis in spätosmanische Zeit, Forschungen in der Mykale 1,1, AMS 77 (Bonn 2017).

## Hulek 2017b

F. Hulek, The Architecture of the Archaic Temple at Çatallar Tepe, in: D. Katsonopoulou (Hrsg.), Helike 5. Poseidon, God of Earthquakes and Waters. Cult and Sanctuaries, Conference Aigio 4–6 October 2013 (Athen 2017) 219–240.

## Hulek i. Vorb.

F. Hulek, Der hocharchaische Tempel am Çatallar Tepe. Architektur und Rekonstruktion, Forschungen in der Mykale 3,1, AMS (Bonn, in Vorbereitung).

## Kalaitzoglou 2007

G. Kalaitzoglou, Notgrabung im archaischen Panionion: Funde und Befunde, in: Lohmann u. a. 2007, 141–157.

## Kirchner 2008a

D. Kirchner, Beanspruchungen von Naturwerksteinen durch Eiskristallisation im Porenraum, in: R. Slotta (Hrsg.), Deutsches Bergbaumuseum Bochum. Jahresbericht 2007, Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 159 (Bochum 2008) 200 f.

## Kirchner 2008b

D. Kirchner, Nachstellung des Verwitterungsmechanismus an Marmorplatten aus dem Panionion-Tempel, in: R. Slotta (Hrsg.), Deutsches Bergbaumuseum Bochum. Jahresbericht 2007, Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 159 (Bochum 2008) 201 f.

## Kleiner u. a. 1967

G. Kleiner – P. Hommel – W. Müller-Wiener, Panionion und Melie, JdI Erg. 23 (Berlin 1967).

## Koenigs 2015

W. Koenigs, Der Athenatempel von Priene, Priene 3, AF 33 (Wiesbaden 2015).

## Leypold 2008

Ch. Leypold, Bankettgebäude in griechischen Heiligtümern (Wiesbaden 2008).

## Lohmann 2004

H. Lohmann, Mélia, le Panionion et le culte de Poséidon Héliconios, in: G. Labarre (Hrsg.), Les cultes locaux dans les mondes grec et romain. Actes du colloque de Lyon 7–8 juin 2001, Collection archéologie et histoire de l'antiquité 7 (Paris 2004) 31–49.

- Lohmann 2005a  
 H. Lohmann, Melia, das Panionion und der Kult des Poseidon Helikonios, in: E. Schwertheim – E. Winter (Hrsg.), Neue Forschungen zu Ionien. Festschrift Fahri Işık, AMS 54 (Bonn 2005) 57–91.
- Lohmann 2005b  
 H. Lohmann, Survey of Mykale (Dilek Dağları), 3rd Campaign: The Discovery of the Archaic Panionion, AST 23,1, 2005, 241–252.
- Lohmann 2006  
 H. Lohmann, The Discovery and Excavation of the Archaic Panionion in the Mycale (Dilek Dağları), KST 28,2, 2006, 575–590.
- Lohmann 2007a  
 H. Lohmann, Die Notgrabung im archaischen Panionion, in: Lohmann u. a. 2007, 129–141.
- Lohmann 2007b  
 H. Lohmann, Rescue Excavation of the Archaic Panionion in the Mycale (Dilek Dağları): 2nd Campaign, KST 29,2, 2007, 265–280.
- Lohmann 2012a  
 H. Lohmann, ... und es blitzt von Erz der große Saal: Zum Bankettsaal des archaischen Panionion, in: L.-M. Günther (Hrsg.), Tryphe und Kultritual im archaischen Kleinasien – ex oriente luxuria? IKGf-Fellow-Workshop Bochum 10.–11. Dezember 2009 (Wiesbaden 2012) 96–125.
- Lohmann 2012b  
 H. Lohmann, Ionians and Carians in the Mycale: The Discovery of Carian Melia and the Archaic Panionion, in: G. Cifani – S. Stoddart (Hrsg.), Landscape, Ethnicity and Identity in the Archaic Mediterranean Area. Papers of a Seminar Held at Cambridge, 13–14 March 2007 (Oxford 2012) 32–50.
- Lohmann 2013  
 H. Lohmann, Melia und das archaische Panionion am Çatallar Tepe in der Mykale, in: Ü. Yalçın (Hrsg.), Anatolian Metal 6, Anschnitt Beih. 25, Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 195 (Bochum 2013) 109–122.
- Lohmann 2014  
 H. Lohmann, Panionion und Melia: Die Archivalien der Ausgrabungen von Kleiner, Hommel und Müller-Wiener in Güzelçamlı in den Jahren 1957, 1958 und 1960, in: H. Lohmann – G. Kalaitzoglou – G. Lüdorf (Hrsg.), Survey in der Mykale. Ergänzende Studien, Forschungen in der Mykale 1,2, AMS 75 (Bonn 2014) 1–80.
- Lohmann u. a. 2007  
 H. Lohmann – H. Büsing – F. Hulek – G. Kalaitzoglou – G. Lüdorf – M. Müllenhoff – Ph. Niewöhner, Forschungen und Ausgrabungen in der Mykale 2001–2006, IstMitt 57, 2007, 59–178.
- Müllenhoff 2005  
 M. Müllenhoff, Geoarchäologische, sedimentologische und morphodynamische Untersuchungen im Mündungsgebiet des Büyük Menderes (Mäander), Westtürkei, Marburger Geographische Schriften 141 (Marburg/Lahn 2005).
- Müllenhoff 2007  
 M. Müllenhoff, Die Mykale – Geo-Morphogenese und naturräumliche Ausstattung eines westtürkischen Küstengebietes, in: Lohmann u. a. 2007, 61–67.
- Ohnesorg 1993  
 A. Ohnesorg, Inselionische Marmordächer, DAA 18,2 (Berlin 1993).
- Ohnesorg 2005  
 A. Ohnesorg, Naxian and Parian Architecture. General Features and New Discoveries, in: M. Yeroulanou – M. Stamatopoulou (Hrsg.), Architecture and Archaeology in the Cyclades. Papers in Honour of J. J. Coulton, BARIntSer 1455 (Oxford 2005) 135–152.
- Ohnesorg 2007  
 A. Ohnesorg, Der Kroisos-Tempel. Neue Forschungen zum archaischen Dipteros der Artemis von Ephesos, FiE 12,4 (Wien 2007).
- Ohnesorg 2016  
 A. Ohnesorg, Rez. zu: H. Lohmann – G. Kalaitzoglou – G. Lüdorf (Hrsg.), Das Dach des archaischen Panionion, Gnomon 88, 2016, 435–447.
- Özgül 2013  
 Ö. Özgül, Das Dach des archaischen Panionion: Antefixe und Hegemone, in: H. Lohmann – G. Kalaitzoglou – G. Lüdorf (Hrsg.), Das Dach des archaischen Panionion, Forschungen in der Mykale 3,2, AMS 70 (Bonn 2013) 123–181.
- Schneider 1996a  
 P. Schneider, Neue Funde vom archaischen Apollontempel in Didyma, in: E.-L. Schwandner (Hrsg.), Säule und Gebälk. Zu Struktur und Wandlungsprozeß griechisch-römischer Architektur. Bauforschungskolloquium in Berlin vom 16. bis 18. Juni 1994, DiskAB 6 (Mainz 1996) 78–83.
- Schneider 1996b  
 P. Schneider, Der Baubefund, in: K. Tuchelt (Hrsg.), Ein Kultbezirk an der Heiligen Straße von Milet nach Didyma, Didyma 3,1 (Mainz 1996) 1–115.
- Tuttahs 2007  
 G. Tuttahs, Milet und das Wasser. Ein Leben in Wohlstand und Not in Antike, Mittelalter und Gegenwart, Schriften

der Deutschen Wasserhistorischen Gesellschaft Sonderband 5 (Siegburg 2007).

Vertovec u. a. 2001

M. Vertovec – S. Sakçalı – M. Öztürk – S. Salleo – P. Giacomich – E. Feoli – A. Nardini, Diagnosing Plant Water Status as a Tool for Quantifying Water Stress on a Regional Basis in Mediterranean Drylands, *Annals of Forest Science* 58, 2001, 113–125.

Wikander 1988

Ö. Wikander, Ancient Roof-Tiles – Use and Function, *OpAth* 17, 1988, 203–216.

*Anschriften: Frank Hulek M.A., Universität zu Köln, Archäologisches Institut, Albertus-Magnus-Platz, 50923 Köln.*

*eMail: f.hulek@uni-koeln.de*

*Dipl.-Min. Dirk Kirchner, Deutsches Bergbaumuseum Bochum, Bereich Materialkunde, Herner Straße 45, 44791 Bochum.*

*eMail: Dirk.Kirchner@bergbaumuseum.de*

Abbildungsnachweis: Abb. 1: Ruhr-Universität Bochum, Mykale-Archiv, Zeichnung G. Kalaitzoglou. – Abb. 2: Foto H. Büsing. – Abb. 3–5: DBM Bochum, Fotos und Grafik D. Kirchner und St. Brüggerhoff.