

Röhren- und Gefäßgewölbe bei Keramikbrennöfen und ihre Parallelen in der Großarchitektur. Ausgrabungsfunde aus Bad Schmiedeberg (Lkr. Wittenberg) in Sachsen-Anhalt als Auslöser einer archäologisch-architekturgeschichtlichen Spurensuche

RALF KLUTTIG-ALTMANN

*»Wir sahen an diesem Beispiel, [...] daß Töpfer ausgesprochene Individualisten sind.
Man muß bei ihnen immer wieder auf Überraschungen gefaßt sein«*

(Hampe/Winter 1965, 31, unter dem Eindruck der süditalienischen Töpferszene).

1 Wölbgefäße und -röhren aus Bad Schmiedeberg¹

Bei einer großflächigen Ausgrabung in Bad Schmiedeberg bei Wittenberg im östlichen Sachsen-Anhalt wurden 2005 auf dem sog. Töpferberg im Nordosten des Ortes neben anderen Befunden die Überreste der spätmittelalterlich-frühneuzeitlichen Keramikproduktion freigelegt. Die Befunde und Funde des Töpfereizentrums wurden räumlich zwar nur ausschnitthaft erfasst, dafür quantitativ umso eindrücklicher zutage gefördert². Neben vielen Kubikmetern Keramik aus Abwurfgruben und Planierschichten gehören auch – leider nur sehr marginal erhaltene – Strukturen von mehreren Töpferöfen zu den archäologischen Entdeckungen. Einer davon, mit annähernd quadratischem Grundriss und den Resten einer Lage hochkant gestellter Ziegel auf dem Boden,

¹ Das Thema wurde vom Verf. bereits in komprimierter Form vorgestellt (Kluttig-Altman 2019; Kluttig-Altman 2022), kann hier jedoch ausführlicher und – auf der Grundlage zusätzlicher Quellen – versehen mit zahlreichen neuen Hinweisen und Denkansätzen dargelegt werden. Dabei danke ich in erster Linie Sebastian Storz vom Forum für Baukultur Dresden, der mich nicht nur 1996 in Rom in das Verständnis von Röhrengewölben und antiker Architektur einführte, sondern mir auch jetzt mit zahlreichen Hinweisen zur Seite stand. Herzlicher Dank gebührt auch Monika Schlenker, Halle (Saale), für die Bereitschaft, diesem Thema entsprechenden Platz in vorliegender Zeitschrift einzuräumen. Für ihre

großzügige wissenschaftliche Unterstützung bedanke ich mich, unbenommen weiterer Nennungen im Text, vor allem bei Monika Trümper, Berlin, Andreas Heege, Zug (Schweiz), Christoph Keller, Bonn, und Stefan Krabath, Wilhelmshaven. Für die unkomplizierte Überlassung von Bildmaterial zur Förderung des wissenschaftlichen Austauschs bedanke ich mich sehr herzlich bei Manfred Deiler, Landsberg, Insa Christiane Hennen, Wittenberg, Gaurav Agrawal, Indien, Leo van Loo, Niederlande, Josep Maria Rovira, Spanien, Solange la Rose, Großbritannien, und Gabriele Scharrer-Liska, Österreich.

² Siehe ausführlicher bei Kluttig-Altman 2015; Grabungsleitung: Holger Rode.



Abb. 1 Bad Schmiedeberg, Lkr. Wittenberg, Grabung »Alte Gärtnerei«. Mutmaßlicher Ziegelbrennofen.

kann wahrscheinlich als Ziegelbrennofen oder Kombinationsbrennofen³ interpretiert werden (Abb. 1).

Innerhalb der geborgenen spätmittelalterlichen Funde fielen neben anderer technischer Keramik die Reste von mindestens sieben grob gefertigten Rohren auf. Aus jüngeren, frühneuzeitlichem Kontext stammen weiterhin zahlreiche, teilweise noch miteinander verbundene Ofenwandungsgefäße mindestens dreier verschiedener Typen. Diese auf den ersten Blick ungewöhnlichen Objekte sollen zunächst kurz vorgestellt werden.

1.1 Wölb-/Stützrohre

Die im vollständigen Zustand 40 bis 50 cm langen spätmittelalterlichen Rohre vom Fundort wurden ursprünglich auf der Töpferscheibe gedreht, ihre Gesamtgestalt und Außenwandung jedoch so nachlässig behandelt, dass sie auf den ersten Blick wie handgefertigt aussehen (Abb. 2). Die dickwandigen Röhren bestehen aus heller Irdenware und besitzen

³ P. Lehmann (1991, 18) nennt die Möglichkeit, dass die Ziegelfehlbrände aus dem Winterthurer liegenden Töpferofen zu einer unteren Lage mitgebrannter Ziegel gehören, die zum Schutz der darauf gestapelten Geschirrkemik die größte Hitze

abfangen sollten, und erwähnt für diese Praxis rezente Beispiele aus dem Mittelmeerraum (vgl. in vorliegendem Beitrag Kap. 4.2). Der annähernd quadratische Grundriss des Schmiedeberger Ofens spricht jedoch mehr für einen reinen Ziegelofen.



Abb. 2a–b Bad Schmiedeberg, Lkr. Wittenberg, Grabung »Alte Gärtnerei«. Gelbe Irdenware. a Zwei Ansichten eines konischen gekrümmten Rohres von einem Brennofen mit erhaltenem Ansatz der breiten Öffnung; erhaltene H. 35 cm; b zwei Ansichten eines konischen gekrümmten Rohres von einem Brennofen, das aus zwei einzeln gefertigten, vor dem Brand zusammengesteckten Rohrteilen besteht; erhaltene H. 30 cm.

jeweils ein engeres und ein geweitetes Ende (Durchmesser ca. 6–7 cm am verjüngten und 9–11 cm am breiteren Ende, Wandstärke 0,7–1,5 cm). Sie können dadurch zu längeren Röhren zusammengesteckt werden, was teilweise noch vor dem Brand geschehen ist, wie an mindestens einem Exemplar nachzuweisen war. In diesem Fall verstrich man die Montagestelle außen mit dem gleichen Ton, aus dem auch die Röhren bestehen. Hinweise auf eine Füllung der Rohre mit Lehm oder Ton – vor oder nach dem Brand – gibt es nicht (vgl. die gefüllten Rohre aus Köln, Kap. 4.1).

Passend zu dem ungeschlachten Äußeren tragen einige dieser Rohre Lehm Spuren des Einbaus auf ihrer Außenwandung. Möglicherweise handelt es sich um Stützelemente innerhalb eines Ofengewölbes – die an einigen rekonstruierten Rohren sichtbare leichte Krümmung spricht dafür. Alternativ könnten die Röhren an anderen Stellen der Ofenstruktur als Stütze eingesetzt worden sein, z. B. für die Trennwand zwischen Feuerungs- und Brennraum bei einem liegenden Ofen, für eine Schlitztenne bei einem stehenden Ofen oder Ähnliches. Um Rohre zur Rauchgasableitung wird es sich nicht handeln, da im Inneren keinerlei Rauchspuren festgestellt werden konnten. Weil die oberen Aufbauten von ausgegrabenen Töpferöfen kaum jemals erhalten sind, ist der Nachweis solcher Rohre *in situ* schwer und wir bleiben vorläufig auf Vermutungen angewiesen⁴. Konkret vorstellbar wäre der Einsatz als Wölböhrchen in einem Tonnengewölbe über einem Ziegelofen mit rechteckigem Grundriss wie beim Schmiedeberger Befund oder als Stützen in einem Brennofen beliebiger Form.

1.2 Wölbgefäße

Zahlreiche Ofenwandungsgefäße aus den frühnezeitlichen Gruben, die teilweise noch zu mehreren miteinander verbunden vorliegen, geben trotz der marginalen Befunderhaltung Hinweise zum Aufbau der jüngeren Brennöfen. Es handelt sich um becher- und topfartige Formen, welche eigens für die Konstruktion der Ofenkuppel gefertigt wurden⁵. Konische Becher (Typ 1; Abb. 3), bauchige henkellose Töpfe mit dem größten Durchmesser knapp über der Gefäßmitte (Typ 3; Abb. 4) und eine Art Übergangsform zwischen beiden (Typ 2; Abb. 5) bilden drei unterscheidbare Varianten von Wölbgefäßen. Die Außenwandung des becherartigen Typs 1 ist nahezu glatt, die der bauchigen Töpfe Typ 3 – wie bei einem normalen Kochgefäß – horizontal gerieft, die des wenig bauchigen »Übergangstyps 2« mit hoher Schulter nur schwach gerieft. Eine gut reliefierte Oberfläche zum besseren Halt eines Lehmverstrichs, wie bei vergleichbaren Funden beobachtet, wurde hier also nicht grundsätzlich für nötig erachtet.

Wahrscheinlich mit dem Daumen drückte man noch vor dem Brand mehr oder weniger flüchtig ein Loch in den Boden der Wölbgefäße. Das ermöglicht beim Befeuern des Ofens einen gewissen Druckausgleich zwischen den ineinandergesteckten und mit rot gebranntem Lehm verbundenen Gefäßen, deren Bögen das Gewölbe der Brennkammer bilden. Theoretisch – denn der beim Ineinanderstecken der Gefäße jeweils dazwischen

4 Einen herzlichen Dank an Andreas Heege, Zug, für die Diskussion und seine Einschätzung.

5 Das umfangreiche Fundmaterial der Grabung vom Töpferberg konnte vom Verf. etwa zu 50 %

gesichtet werden. In diesem Teil des Fundgutes ließen sich mindestens zwölf gut erhaltene Gefäße vom Typ 1, zwei vom Typ 2 und eines vom Typ 3 feststellen, dazu kommen zahlreiche Fragmente.



Abb. 3a–c Bad Schmiedeberg, Lkr. Wittenberg, Grabung »Alte Gärtnerei«. a–b Zwei Ansichten von durch roten Lehm miteinander verbundenen konischen Wölbgefäßen mit Rußspuren an der angenommenen Bogeninnenseite (Typ 1); Gesamthöhe 32 cm. c Konisches Wölbgefäß (Typ 1) mit herausgefallener partieller Lehmfüllung. Der Boden des Gefäßes wurde mit einem Daumeneindruck vor dem Brand durchlocht. H. 16,2 cm.

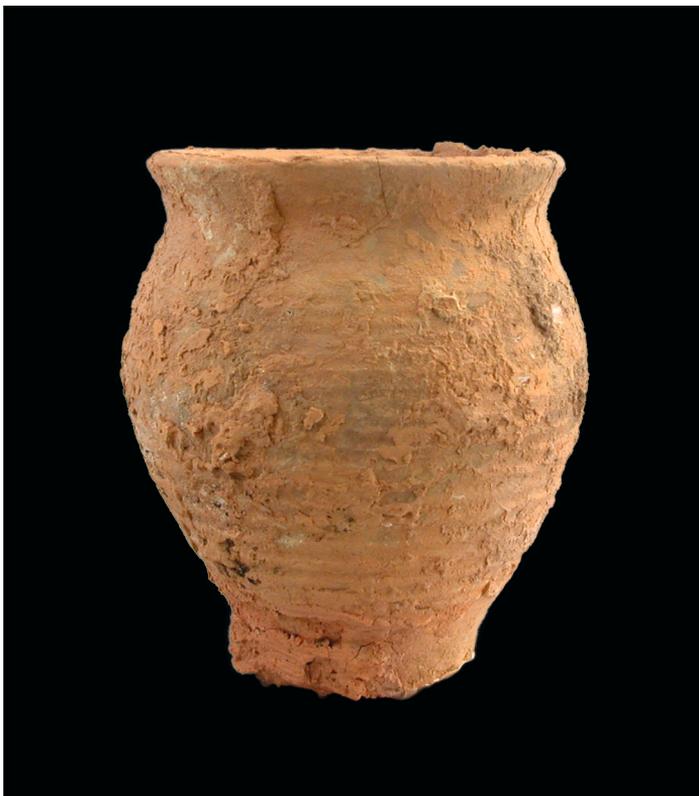


Abb. 4 Bad Schmiedeberg, Lkr. Wittenberg, Grabung »Alte Gärtnerei«. Bauchiges, wie ein henkelloser Kochtopf wirkendes Wölbgefäß (Typ 3) mit flächendeckenden äußeren Lehmsspuren. Der Gefäßboden wurde mit einem Dauereindruck vor dem Brand durchlocht. H. 17,2 cm.

gepackte Lehmbatzen, der für eine feste Verbindung sorgen sollte, füllt das untere Gefäß etwa zur Hälfte und verschließt oft das Bodenloch. Die Lehm packungen in den Gefäßen sind z. T. noch erhalten; auch auf der Außenseite tragen die Wölbgefäße Spuren des Einbaus und Lehmverstrichs, der sie teilweise komplett bedeckt, sodass sie wie rot engobiert wirken.

Die drei verschiedenen Typen lassen sich beim Bau einer Ofenkuppel sinnvollerweise nur jeweils mit sich selbst kombinieren. Es ist trotzdem vorstellbar, dass sie gemeinsam an einer einzigen Ofenkonstruktion verbaut waren – entweder zielgerichtet an verschiedenen Stellen oder sie bildeten jeweils einzelne hintereinander stehende Gewölbebögen. Denkbar wäre auch eine Kombination vom bauchigen Typ 3 im unteren und dem schlankeren Typ 2 im oberen Bereich der gleichen Bögen. Klare Anzeichen für verbauten Ausschuss – wofür nur die auch als Kochtopf verwendbaren Typen 2 und 3 infrage kommen würden – wurden nicht beobachtet. Zudem weisen alle in Bad Schmiedeberg als Endprodukt fassbaren Geschirrtypen, die auf der Grundform Topf beruhen, den größten Durchmesser eher in der unteren Gefäßhälfte auf, sodass die Wölbtöpfe Typ 3 doch speziell für ihren tragenden Zweck hergestellt zu sein scheinen.

Es ist wie bei den zuerst beschriebenen Röhren auch hier theoretisch möglich, dass diese Gefäße für andere konstruktive Teile des Brennofens, wie Stützsäulen, Trennmau-



Abb. 5a–b Bad Schmiedeberg, Lkr. Wittenberg, Grabung »Alte Gärtnerei«. Zwei Ansichten eines schwach bauchigen Wölbgefäßes mit hoher Schulter (Typ 2) mit flächendeckenden äußeren Lehmsspuren sowie noch sichtbarer teilweiser Lehmfüllung. Der Gefäßboden wurde mit einem Daumeneindruck vor dem Brand durchlocht. H. 17,2 cm.

ern und Ähnliches, verwendet wurden (vgl. Kap. 3), jedoch spricht die leichte Krümmung bei den erhaltenen Gefäßkombinationen (vgl. Abb. 3a) am ehesten für eine Verwendung im Gewölbe bzw. der Kuppel oder, in der Art einer Miniaturüberwölbung, in Bögen einer Lochtenne bei einem stehenden Ofen (vgl. Abb. 44b).

Beide Grundformen – die spätmittelalterlichen Röhren und die frühneuzeitlichen Wölbgefäße – werden aufgrund des durch die Befundlage suggerierten zeitlichen Unterschiedes nicht parallel verwendet worden sein⁶. Möglicherweise stellen die Rohre eine Art individuelle lokale Vorform dar, von der man später auch hier in Bad Schmiedeberg auf die kleinteiligeren, standardisierten und damit in Herstellung und Verbau leichter zu handhabenden Wölbgefäße übergang.

Beschäftigt man sich mit hohlen Konstruktionselementen wie Röhren oder Wölbgefäßen, aus denen in Bad Schmiedeberg augenscheinlich Brennofengewölbe errichtet wurden, erscheint ein gleichzeitiger Blick auf verwandte Bautechniken in der Großarchitektur nicht nur naheliegend, sondern für ein tieferes Verständnis geradezu unvermeidbar. Nach der Vorstellung der Funde aus Sachsen-Anhalt sollen in diesem Beitrag deshalb architektonische Beispiele für Röhren- und Gefäßgewölbe sowie deren Entwicklungslinien bei Gebäuden (Kap. 2) und Töpferöfen (Kap. 3) betrachtet werden, um die Bad Schmiedeberger Objekte als Teil eines größeren zeitlichen wie überregionalen

⁶ Dass man es rein konstruktiv nicht völlig abschließen sollte, belegt ein Ofen des 15. Jhs. aus Köln, vgl. Kap. 4.1 in vorliegendem Beitrag.

Kontextes würdigen zu können⁷. Vergleichsfunde zu Stützröhren und Wölbgefäßen aus Deutschland, mit besonderem Fokus auf Mitteldeutschland (Kap. 4), lassen anschließend die aktuelle archäologische Fundlandschaft zu diesen seltenen Funden wenigstens in Konturen hervortreten.

2 *Tubi fittili*, *Fusées ceramique* und *Guna tubes*. Röhren- und Gefäßgewölbe in der Großarchitektur – von der antiken Erfindung bis zur modernen Wiederentdeckung

2.1 *Technologie*

Die Grundelemente eines Röhren- oder Gefäßgewölbes sind – je nach handwerklichem Stand – annähernd identische keramische Hohlkörper, deren Mündungs- und Boden-seite jeweils ineinander passen, sodass sie fortlaufend zusammengesteckt werden können (Abb. 6). In der Großarchitektur handelt es sich dabei meist um Röhren, die in etwa die Form einer bodenlosen, zylindrischen schlanken Flasche aufweisen. Wenn die Spitze der Röhre dabei ebenso offen ist – was nicht immer der Fall ist –, erleichtert dies ein Eindringen in den Montagemörtel bzw. erlaubt bei den mörtelarmen oder mörtelfreien Montagearten eine Luftzirkulation in den Röhrenbögen (vgl. die Befunde des 20./21. Jhs.).

Mit diesem System lassen sich neben geraden Linien auch Kreisbögen oder Vollkreise bilden. Damit kann man beim Bauen in vertikaler oder horizontaler Ebene arbeiten: Stellt man Kreisbögen hintereinander oder legt Vollkreise übereinander, erzeugt man mit dieser Methode komplette Gewölbeschalen (vgl. Abb. 6)⁸. Das ist sogar relativ einfach auszuführen, weil u. a. durch die für das Verfahren überwiegend typische Verwendung von schnell abbindendem Gipsmörtel Röhrengewölbe ohne jede Stützkonstruktion, d. h. schalungsfrei und ohne weitere Hilfsmittel, von Hand errichtet werden können. Jede neu aufgesteckte Röhre wird sofort zweifach, mit der nächstunteren und seitlich mit dem Nachbarbogen, vermörtelt, was gleich für ausreichenden Halt sorgt. Beim Aufbau bietet es sich deshalb an, an mehreren Bögen gleichzeitig zu arbeiten (Abb. 7).

7 Da zahlreiche Befunde von antiken Röhrengewölben bzw. Röhrenfunde, die für vorliegende Betrachtung wichtig sind, aus dem mediterranen Raum stammen, sind das Thema und der hier angestrebte übergreifende Blickwinkel in der deutschsprachigen Literatur selten bis kaum vertreten, während sie, auch bedingt durch die traditionell internationale Grabungstätigkeit am Mittelmeer, in US-amerikanischer/kanadischer und west- bzw. südeuropäischer Literatur weitaus besser repräsentiert sind.

8 Eine genauere, experimentell überprüfte Schilderung des handwerklichen Vorgangs und die damit verbundenen konstruktiven Spezifika in der aktuelleren deutschsprachigen Literatur zuerst bei Storz 1994, 39–47, woher auch im Wesentlichen die Informationen dieses Abschnittes stammen, später auch bei Storz 2014, 93, sowie Storz 2016, 88–95. Die grundlegende Unter-

suchung von 1994, die Dissertation des Autors, ist mit einer äußerst vielseitigen, nicht nur kunsthistorischen oder archäologischen, sondern auch technologischen und experimental-archäologischen Herangehensweise für die einschlägige Forschung im deutschen Sprachraum noch heute eine wichtige Ausgangsbasis für jede Beschäftigung mit dem Thema. Aus ihr stammen zahlreiche der hier angeführten Informationen zum spätantiken Röhrengewölbebau. – Die Schilderung der Röhrenform, der Schritte des Gewölbeaufbaus und spezieller Gewölbeformen orientiert sich an den als Grundlage für S. Storz' Arbeit dienenden »vollentwickelten« spätantiken Röhren Nordafrikas und Italiens. Frühformen der Röhren können in allen genannten Details davon abweichen, vgl. in vorliegendem Beitrag Kap. 2.2.1–2.2.2.

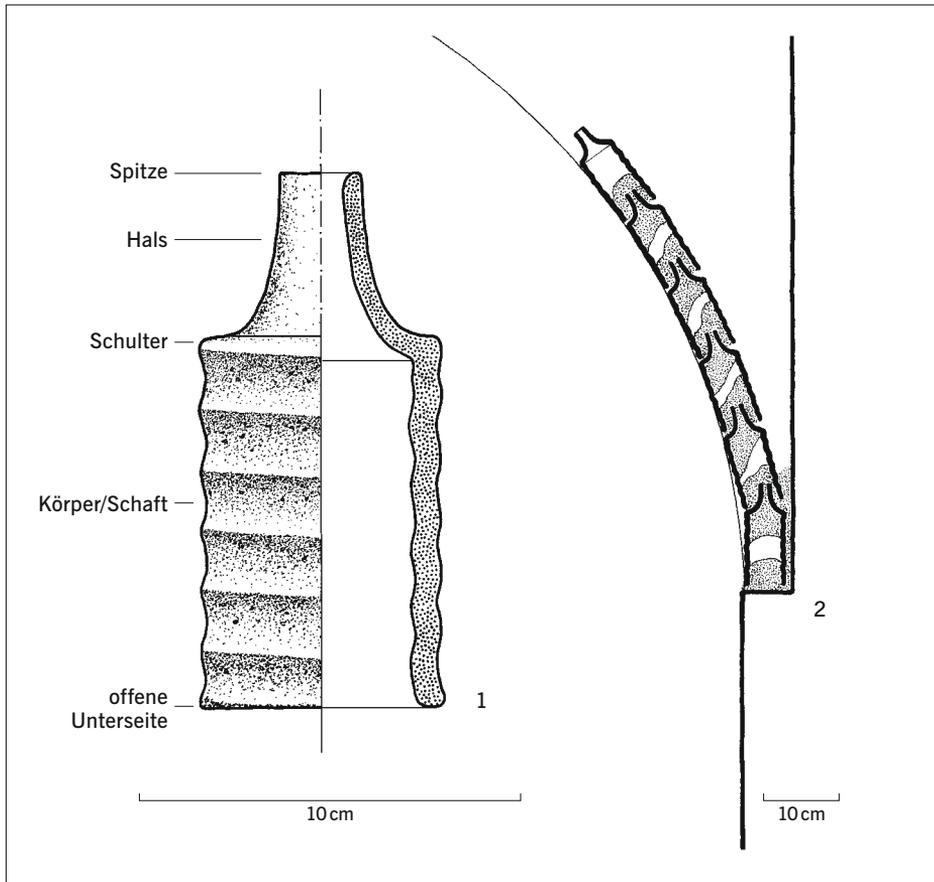


Abb. 6 Schematische Abbildung einer Wölbröhre (1) und eines begonnenen Bogenverbandes (2), beides beruhend auf der spätantiken Situation in Nordafrika (Tunesien).

An den Verbindungsstellen der Wölbröhren gibt es genügend Spielraum für gewollte Abweichungen von der Geraden, sodass Bögen auch starker Krümmung entstehen können (streng genommen handelt es sich um Polygone, wie eine aus geraden Ziegeln gemauerte Krümmung, die sich an einen Kreisbogen annähert). Die beiden Teile eines Kreisbogens werden mit einer beidseitig offenen Röhre (der Kopf einer normalen Wölbröhre kann vor Ort in der gewünschten Länge abgeschlagen werden) im Bogenseitel verbunden (Scheitelschluss) und bilden so, zusätzlich zur Vermörtelung, einen kraftschlüssigen Bogen (Abb. 8). Ohne jeden Mörtel wären die Steckbögen noch leicht beweglich, erst die Vermörtelung beim Zusammenstecken und seitlich zu den Nachbarbögen erzeugt nach kurzer Zeit eine starre Gewölbeschale, in welcher der Kraftabtrag zusätzlich zu den Einzelbögen auch quer möglich ist.

Mit dieser Technologie sind nicht nur Konstruktionen einfacher Tonnengewölbe oder Kuppeln, sondern auch kompliziertere Formen wie Kloster-, Kreuzgrat- oder Trompen-



Abb. 7 Experimentelle Rekonstruktion eines Tonnengewölbes während der deutsch-tunesischen Ausgrabungen 1973 in Chemtou, Tunesien. Zu sehen sind die Bogensegmente des linken Auflagers im Aufbau.

gewölbe möglich. Halbkuppeln werden entweder aus stehenden oder liegenden Kreisbögen, Vollkuppeln ausschließlich aus liegenden Kreisen errichtet (Storz 1994, 46; 67).

Gegenüber antiken Gewölben aus Naturstein, Vollziegeln oder *opus caementitium* sind Röhrengewölbe leichter, entwickeln geringere Schubkräfte und ermöglichen strukturierte Bauten mit geringeren Mauerstärken und mehr Wandöffnungen. Die in der Forschung lang tradierte Vorstellung eines reinen Hohlkörpergewölbes ist dabei jedoch falsch: Die Keramikröhren wurden zur Stabilisierung nicht nur mit Mörtel untereinander verbunden, sondern auch teilweise bzw. weitgehend damit gefüllt (abgesehen davon, dass in jeder Röhre schon die Spitze der nächstunteren steckt), sodass nur Resthohlräume in den Tubi verblieben (Arslan 1965, 48 Abb. 82; Storz 1994, 8; 10). Die weitgehende oder gar vollständige Füllung jeder Röhre mit Mörtel ist auch deshalb von Vorteil, weil nur so die eingeführte Spitze der vorherigen Röhre von diesem Mörtel umschlossen

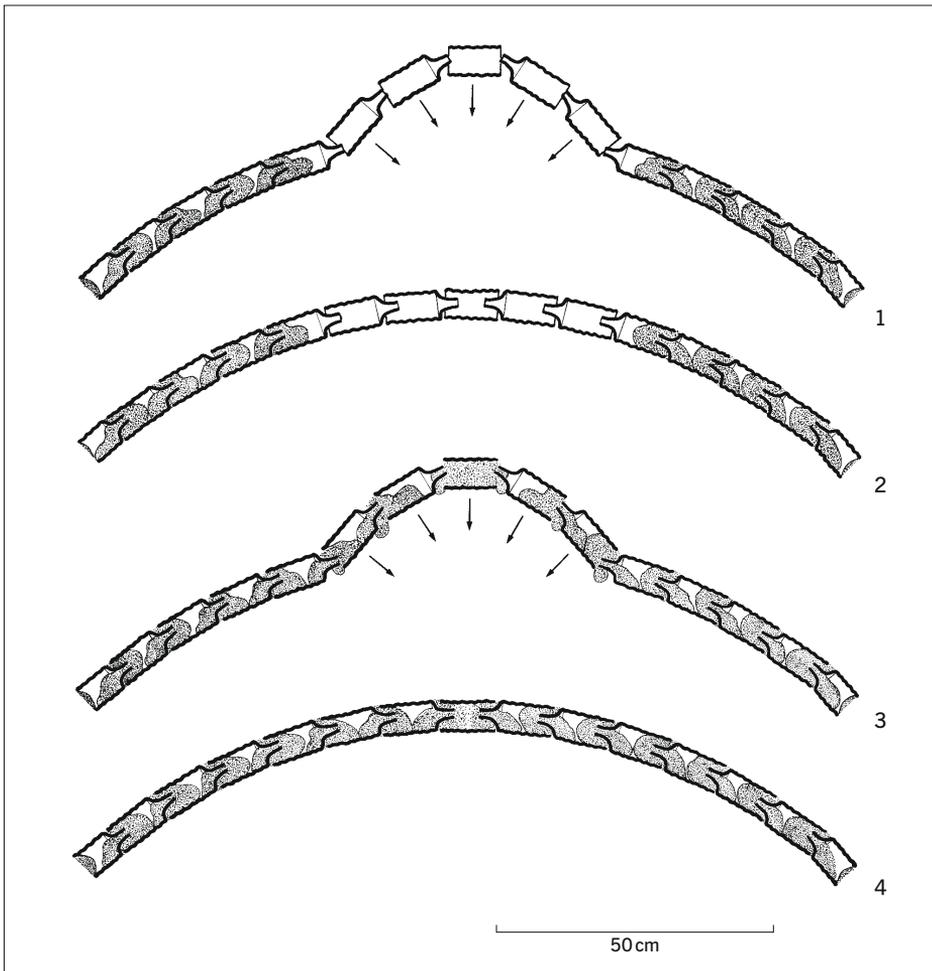


Abb. 8 Schematische Darstellung des Schließens der Scheitelöffnung eines Wölbröhren-Bogenverbunds. 1 Auswahl von Röhren in passender Länge; 2 Test ohne Mörtel; 3 Einpassen mit Mörtel; 4 fertiger Verbund.

und der jeweilige Bogenverlauf auch von innen definitiv fixiert wird⁹. Wenn die Röhren-
gewölbe in vorliegendem Beitrag trotzdem als Teil der Familie der Hohlkörpergewölbe
behandelt werden, dann aus dem Blickwinkel, dass Hohlkörper für ihren Aufbau ver-
wendet wurden – auch wenn man diese Gewölbe im Sinne des Endproduktes ebenso
korrekt als Massivgewölbe bezeichnen könnte, zumindest was die Situation in der Spät-

⁹ Storz geht nach seinen nordafrikanischen Befunden von einer vollständigen Mörtelfüllung als Standardlösung aus (Storz 1994, 8–9 vor allem

mit Anm. 40) – eine Beobachtung, die sich so nicht an allen weiteren Fundorten wiederholen ließ.

antike betrifft. Das vergleichsweise geringe Gewicht eines Röhrengewölbes ergibt sich vor allem durch seine geringe Dicke.

Die Stabilität von Röhrengewölben lässt sich an vielen Beispielen nachweisen, besonders eindrucksvoll durch den Umstand, dass sie im spätantiken Nordafrika als Lehrgerüst für die Fremdlast schwerer, massiver *Opus-caementitium*-Decken verwendet worden sind (s. u.). Dies gilt nicht nur für Gewölbeschalen aus stehenden Bögen, wo es leicht nachvollziehbar wäre, sondern auch für Kuppeln aus liegenden Kreisbögen oder Vollkreisen (Storz 1994, 21).

2.2 Entwicklungsgeschichte

2.2.1 Wo liegt der Anfang? Die frühen Jahre

2.2.1.1 Morgantina

Was wissen wir über den Beginn dieser Technologie? Der bislang älteste Befund von mit Röhren ausgeführten Raumgewölben stammt aus den Nordthermen von Morgantina, Sizilien – ein in mehrfacher Hinsicht bemerkenswerter Bau aus der Mitte des 3. Jhs. v. u. Z. Es handelt sich nicht nur um das besterhaltene ausgegrabene antike Bad auf Sizilien, sondern darüber hinaus um das besterhaltene, technologisch innovativste und am reichsten dekorierte Bad der griechischen Welt (Lucore 2016, 332). Die in diesem Bad nachgewiesenen, zu den ältesten bekannten obertägigen Gewölben und Kuppeln gehörenden Röhrengewölbe über den Hauptbaderäumen sind das herausragende Merkmal eines insgesamt innovativen und experimentierfreudigen Baugeschehens, welches hier vor der später breiten Anwendung von *opus caementitium* in der römischen Welt und den damit einhergehenden Neuerungen sichtbar wird (Lucore 2009, 43; Lucore 2013, 170–171). Bedauerlicherweise wurde diese bereits Anfang der 1970er-Jahre bei ersten US-amerikanischen Ausgrabungen im Badkomplex gemachte Entdeckung nur in einem einzigen Vorbericht kurz erwähnt und in einer skizzenhaften Abbildung einer Kuppel wohl falsch dargestellt¹⁰. Erst 2003 wurden die US-amerikanischen Ausgrabungen wieder aufgenommen¹¹, der Badkomplex wurde komplett freigelegt (Abb. 9) und in den Folgejahren durch die Ausgräberin Sandra L. Lucore mit all seinen herausragenden Merkmalen in verschiedenen Publikationen eingehend gewürdigt¹².

¹⁰ Allen 1974, 376–377 mit Abb. 13. Der mittlere Bogen der sehr vereinfacht dargestellten Röhrenkuppel steht, während die seitlich ansetzenden Bögen immer mehr abfallen und kürzer werden, sodass der letzte Bogen auf dem Gewölbeansatz liegt. Vermutlich handelt es sich um eine mangels Vergleichen grundsätzlich falsche Rekonstruktion der frei und verbundlos gefundenen Röhren, denn abgesehen von den angedeuteten konstruktiven Fragen wäre dies laut Storz der einzige Befund einer Kuppel mit stehenden Bögen (Storz 1994, 20 Anm. 141).

¹¹ Das »Schlummern« dieses angegrabenen spektakulären Fundplatzes über fast 30 Jahre mag erklären, warum das Thema Morgantina in der 1994 publizierten Dissertation von Storz zum Thema Röhrengewölbe nur eine Randnotiz darstellt – obwohl die Ergebnisse, vor allem hinsichtlich der frühen Datierung und Genese von Wölbröhren, von einiger Durchschlagskraft sind.

¹² Neben der hier nicht näher zitierten Dissertation der Autorin sind dies u. a. Lucore 2009, Lucore 2013, Lucore 2013a und Lucore 2016.



Abb. 9 Morgantina, Sizilien, Nordthermen. Blick von Raum 8 nach Raum 9 mit den eingestürzten Röhrengewölben. Sichtbar werden beide verwendeten Typen von Röhren: der (ältere) Typ 1 als klassisches Wasserrohr mit kantig abgesetzter Spitze (links der Bildmitte im Vordergrund, roter Pfeil) sowie der (jüngere) Typ 2 mit stromlinienförmig gestalteter Spitze für einen flexibleren Einbau (u. a. rechts der Bildmitte im Vordergrund, blauer Pfeil).

Beim Bau der Nordthermen von Morgantina wurden zwei verschiedene Typen von keramischen Röhren für Gewölbe verwendet, die deutlich ihre Inspiration durch bereits vorher routiniert verwendete keramische Wasserrohre anzeigen. Der ca. 70 cm lange Typ 1 ist der größere der beiden (Durchmesser außen ca. 18 cm und innen ca. 12 cm)¹³, mit einem offenen Ende im gleichen Durchmesser auf der einen Seite und einer markant ausgeprägten Schulter sowie einer schmaleren Öffnung im verjüngten Ende, womit er deutlich an Wasserrohre erinnert (Abb. 10 mit Typ 1). Einige Exemplare dieses Typs tragen Abschlagspuren an der Schulter, wo man den Schulterabsatz entfernt hat, wohl um die Rohre dort schlanker und geeigneter für Gewölbelösungen zu machen. Hier hat man also augenscheinlich Rohre aus der funktionierenden Wasserleitungstechnologie adaptiert, um sie in einem völlig neuen Kontext als tragendes architektonisches Element verwenden zu können.

Typ 2 ist etwas kürzer (ca. 65 cm lang) und von ähnlichem Durchmesser wie Typ 1. Er besitzt ein sich stromlinienförmig zu einer engen Mündung verjüngendes oberes Ende ohne Schulterabsatz (Abb. 11). Dieser (jüngere) Typ wurde offensichtlich aufgrund der praktischen Erfahrungen mit Typ 1 schon speziell für eine Verwendung in Gewöl-

¹³ Zu den Maßen vgl. vor allem Lucre 2013, 170.



Abb. 10 Morgantina, Sizilien, Nordthermen. Zwei Wölbrohre vom Typ 1, das linke davon bereits mit abgeschlagener Schulterkante.

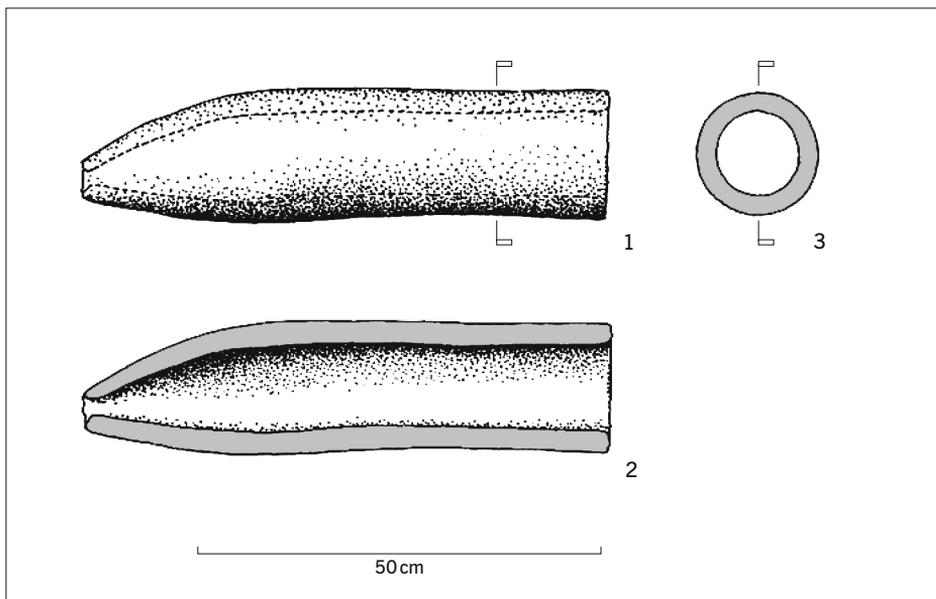


Abb. 11 Morgantina, Sizilien, Nordthermen. Wölbrohre Typ 2 mit von vornherein an den Wölbzweck angepasstem Profil. 1 Ansicht; 2 Längsschnitt; 3 Querschnitt.

ben konzipiert, auch wenn seine Länge immer noch etwas unhandlich ist, wenn man gekrümmte Gewölbebögen bilden will. Beide Röhrentypen wurden von Hand hergestellt, ohne Töpferscheibe, wobei man sich um eine gewisse Standardisierung der Stücke bemühte, die das Montagesystem benötigt. Geformt und gebrannt wurden die Röhren wahrscheinlich in unmittelbarer Nähe des Badkomplexes (Lucore 2009, 46–48 mit Abb. 3).

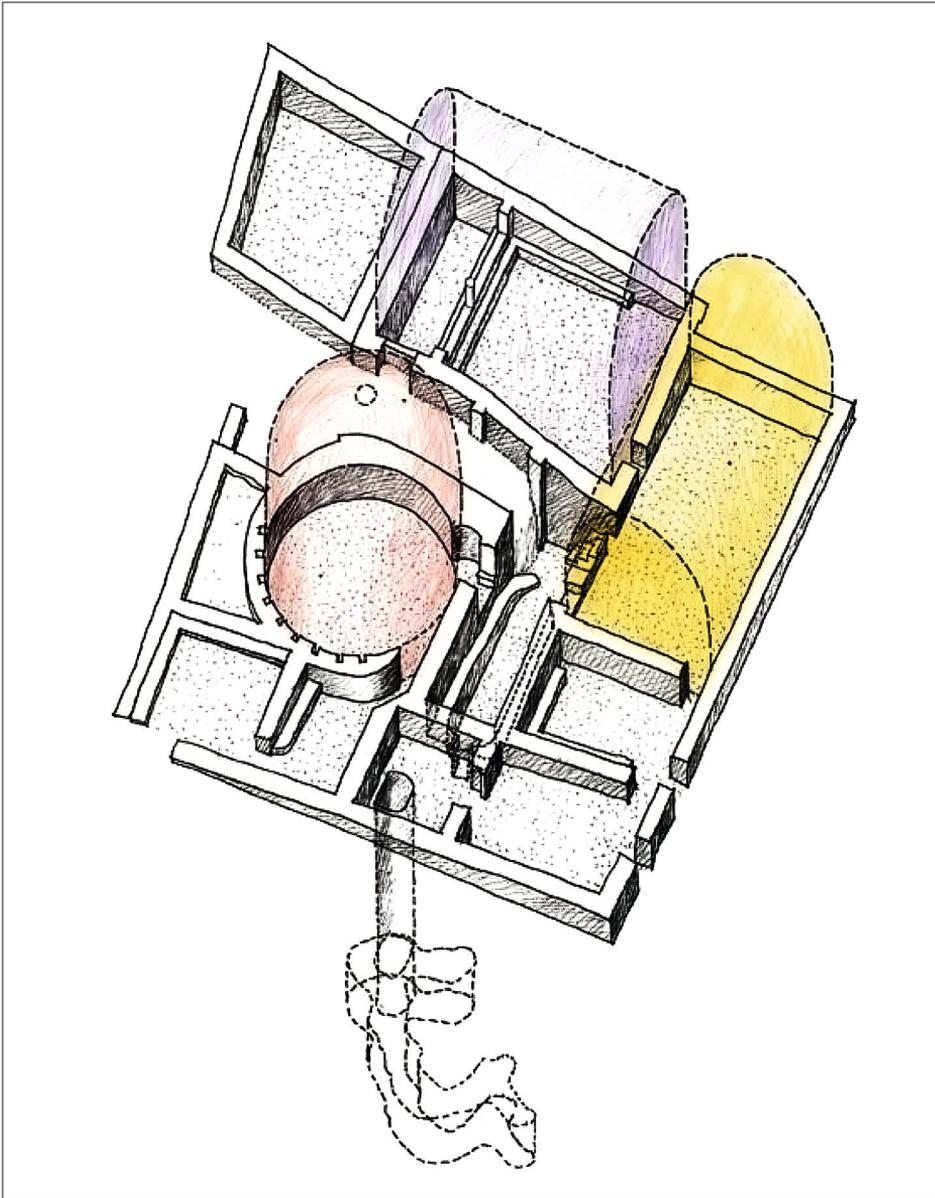


Abb. 12 Morgantina, Sizilien, Nordthermen. Die mit Röhrengewölben bzw. einer Röhrenkuppel ausgestatteten Räume 5 (rot), 8 (gelb) und 9 (lila).

Ausschließlich aus dem besser geeigneten Typ 2 wurden hier eine Kuppel und ein Tonnengewölbe errichtet (Raum 5 und 8, Tholos als Baderaum mit mobilen Sitzbädewannen und Ruheraum; Abb. 12, rot bzw. gelb markiert), während ein weiteres Tonnen-

gewölbe aus beiden Typen bestand (Raum 9, Baderaum; Abb. 12, lilafarbene Markierung). Vermutlich wurde dieses zuerst aus Röhren vom Typ 1 erbaut, brach unter seinem eigenen Gewicht zusammen und wurde unter teilweiser Verwendung von Röhren des besser geeigneten Typs 2 wieder errichtet (Lucore 2009, 48). Wenn die Interpretation von Lucore korrekt ist, kann der Prozess der Einführung der Gewölberöhre und ihre anschließende Verbesserung hier also direkt beobachtet werden¹⁴!

Der Aufbau der Gewölbe beruht schon hier auf dem Ineinanderstecken der flaschenähnlichen Röhren – ein Gedanke, der wie die ersten Röhren selbst den keramischen Wasserleitungen entlehnt ist –, auch wenn die langen Röhren nur verhältnismäßig schwache Krümmungen zulassen (Abb. 13). Den Scheitelschluss der jeweils von beiden Seiten aufgebauten Bögen bildete eine beidseitig offene, nicht verjüngte Röhre (Lucore 2013, 170). Wenige eiserne Nägel wurden gefunden, die man wahrscheinlich an ausgewählten Stellen zur weiteren Stabilisierung des Röhrensystems verwendet hatte. Zuletzt wurde das Röhrengewölbe auf der Innen- und Außenseite mit Mörtel verkleidet, sodass es endgültige Starrheit erlangte und nicht mehr sichtbar war. Die Nutzung naher Gipsquellen für den Aufbau wird vermutet. Wahrscheinlich ist damit lediglich der Verkleidungsmörtel gemeint, denn eine Vermörtelung der einzelnen Röhren untereinander wird für Morgantina nicht beschrieben – ein sehr wichtiger Unterschied zur spätantiken Baupraxis (Lucore 2009, 49–50). Bögen aus nicht untereinander vermörtelten Röhren, die erst durch flächigen Außenputz ihre endgültige Stabilität erhalten, können nur auf Schalung errichtet werden.

Die Wölbröhren in Morgantina aus der Mitte des 3. Jhs. v. u. Z. sind also die ältesten bisher bekannten Vertreter dieser Bautechnologie, deren Erfindung und Verbesserung man hier gleichsam mitzuerleben glaubt. Das innovative Baugeschehen, welches sich in Morgantina zeigt, passt zur Bedeutung der Stadt im blühenden Königreich von Syrakus¹⁵ unter der Regierung von Hieron II. (um 306–215 v. u. Z.), in dessen Diensten auch Archimedes stand. Man kann sogar so weit gehen, einen persönlichen Einfluss des damals in Syrakus lebenden Archimedes, der sich intensiv mit der Geometrie von Zylindern, Kugel(segmente)n, Parabeln und ihren Beziehungen zueinander sowie Schwerpunktberechnungen beschäftigte – ein theoretischer Hintergrund für die Errichtung von Gewölbeschalen und Kuppeln –, auf die neue Wölbtechnologie zu sehen. Die mathematisch-geometrische Vorstellung der Annäherung an einen Kreis aus einem Vieleck heraus kann hier im Röhrengewölbe ihre praktische Umsetzung gefunden haben¹⁶. Es ist ebenso auffällig, dass damals in der griechischen Welt mehrere Versuche, zu innovati-

14 Das widerspricht der Theorie, wonach Röhrengewölbe bei Gebäuden aus kleineren Vorbildern bei Töpferöfen weiterentwickelt wurden, denn die sehr groß dimensionierten Röhren Morgantinas mit eindeutigem Bezug zu Wasserleitungen passen nicht zu den viel kleiner dimensionierten Wölbgefäßen bei Töpferöfen. Die Röhren Morgantinas wirken eher wie eine erstmalige innovative Lösung für einen akuten Bedarf als wie eine allmähliche Entwicklung aus einer anderen Form (vgl. Kap. 2.2.2.2). Vgl. Lucore 2009, 55.

15 Die schon früher ausgegrabenen Bäder von Syrakus (publiziert 1938), die ebenfalls in die Mitte des 3. Jhs. v. u. Z. datiert werden, bieten keine Nachweise von Wölbröhren, jedoch ist auch hier mit einer Anwendung dieser Bautechnik zu rechnen. Der fehlende Nachweis kann daran liegen, dass kaum etwas von den zusammengestürzten aufgehenden Gebäuden erhalten ist und intakte Röhren bereits früher für Sekundärzwecke verwendet sein mögen, vgl. Lucore 2013, 154–157.

16 Ausführlicher zum Vergleich mit Syrakus und dem vermuteten Einfluss des Archimedes bei Lucore 2009, 50–52; Lucore 2013, 171.

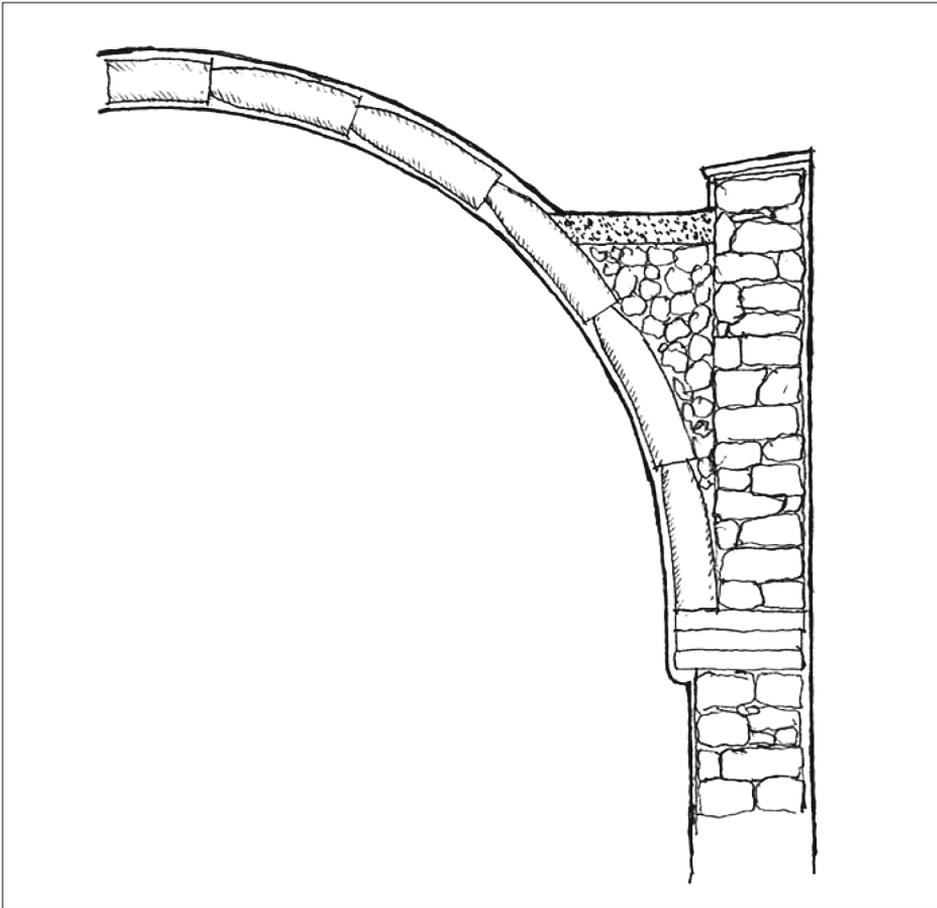


Abb. 13 Morgantina, Sizilien, Nordthermen. Rekonstruierter Gewölbeansatz von Raum 8 mit Röhren vom Typ 2 und oberem Mauerabschluss.

ven Wölb- und Dachformen zu gelangen, in Thermen ausprobiert wurden, denn dieser Bautyp erlaubte größere konstruktive Freiheiten als zeitgleiche andere mehr standardisierte, profane oder gar religiöse Bauten (Lucore 2009, 44; Lucore 2013, 170).

Bei den frühen Röhrengewölben kann der Wunsch nach stabilen, feuersicheren und nässeunempfindlichen Dächern als grundlegende Motivation für diese technologische Innovation angenommen werden (Lancaster 2015, 126), ebenso – nicht unwichtig bei Thermen – eine Isolationsleistung der hohlen, nicht mörtelgefüllten Röhren.

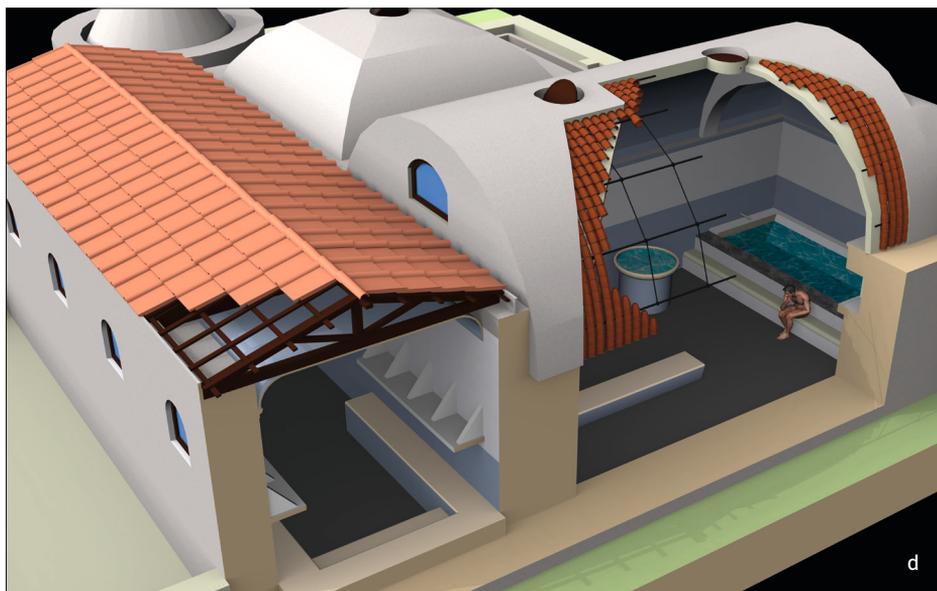
2.2.1.2 »Zwischenzeit«

Die frühen Röhrengewölbe von Morgantina hatten für lange Zeit, bis zur wieder aufblühenden, breiten Verwendung von Wölb- und Dachformen ab dem späten 2. Jh. u. Z. im römi-



Abb. 14a–d (diese und nächste Seite) Cabrera de Mar, Spanien. a In einer Ausstellung präsentierte Wölbriehren, ein mittleres Verbindungsstück und eine eiserne Verstärkung aus den Gewölben der römischen Bäder von Ca l'Arnau; b rekonstruierte Darstellung der Wölbriehren und eines Verbindungsstückes für den Bogenscheitel; c–d hypothetische Rekonstruktion der Dächer des römischen Bades von Ca l'Arnau, darunter ein Tonnengewölbe aus Wölbriehren mit zusätzlicher Stützkonstruktion aus Eisenstreben.

schen Nordafrika, nur sehr wenige bisher entdeckte Nachfolger. Ein Badkomplex aus der Mitte des 2. Jhs. v. u. Z. des römischen Cabrera de Mar bei Barcelona in Spanien mit einer Röhrenkuppel über dem Tepidarium und einem Tonnengewölbe über dem Caldarium füllt diese große Lücke nur punktuell. Diese rund 100 Jahre jüngeren Röhren sind mit 20–22 cm Länge nur noch rund ein Drittel so groß wie die Exemplare aus Morgantina, besitzen einen Durchmesser von 11 cm – die geringere Größe und das kleinere Gewicht werden den Bauvorgang erleichtert und vielfältigere Wölblösungen (mit engeren Krümmungen) erlaubt haben – und nehmen die Erscheinung der späteren nordafrikanischen



Röhren schon fast vorweg (s. u.) (Abb. 14a–c). Sie sind scheibengedreht, dadurch noch normierter geformt und besitzen bereits eine gefurchte Außenseite für einen besseren Halt im Mörtel. Gleichwohl sind sie deutlich für diesen speziellen Zweck angefertigt und entstammen keiner Massenproduktion (Lancaster 2012, 152; Lancaster 2015, 102–104). Auch für die Röhrengewölbe in Cabrera de Mar nutzte man möglicherweise eiserne Nägel bzw. Verstrebungen als zusätzliche Stabilisierung der Röhrenbögen¹⁷, und die Gewölbeflächen waren beidseitig verputzt (Abb. 14d). Dass die Söldner, die 211 v. u. Z. die von den Römern eroberte Stadt Morgantina besetzten, aus Spanien stammten, mag ein Fingerzeig für die Weitergabe der sizilianischen Technologie dorthin sein¹⁸.

Von 2019 liegt eine aktuelle Übersicht über den Forschungsstand zu antiken spanischen Wölbröhren vor, die sichere und unsichere Zusammenhänge zwischen Funden und Gebäuden differenziert (Alcaide u. a. 2019). Sie führt fünf Orte auf, bei denen Hohlkörper in Gewölben nachweislich Einsatz fanden, von denen Cabrera de Mar der älteste Befund ist. Alle anderen datieren in das 3. bis 5. nachchristliche Jh. (Abb. 15), z. B. die Röhrenfunde der römischen Stadt Salar, die z. T. noch im (verstürzten) Befund geborgen wurden (Alcaide u. a. 2019, 143 Abb. 7). Ebenso werden weitere drei vermutete Bauzusammenhänge mit Röhren aufgeführt; von den Röhreneinzelfunden wird einer ins 1. Jh. u. Z. datiert (Alcaide u. a. 2019, 133 mit Abb. 1; 135–136 Tab. 1). Auch im heutigen

17 <<https://www.cabrerademarpatrimoni.cat/romans/els-banys/>> (04.06.2021). Die postulierte Notwendigkeit für eine solche zusätzliche Verstrebung der eigentlich selbsttragenden Bögen sowie die sich aus dieser Rekonstruktion ergebenden

Probleme bei Aufbau und Gestaltung des Gewölbes können hier nicht näher diskutiert werden.
18 Lucore 2009, 54 mit weiterführender Literatur, bes. Anm. 17; Alcaide u. a. 2019, 135 Tab. 1 Nr. 1; Lancaster 2012, 152.

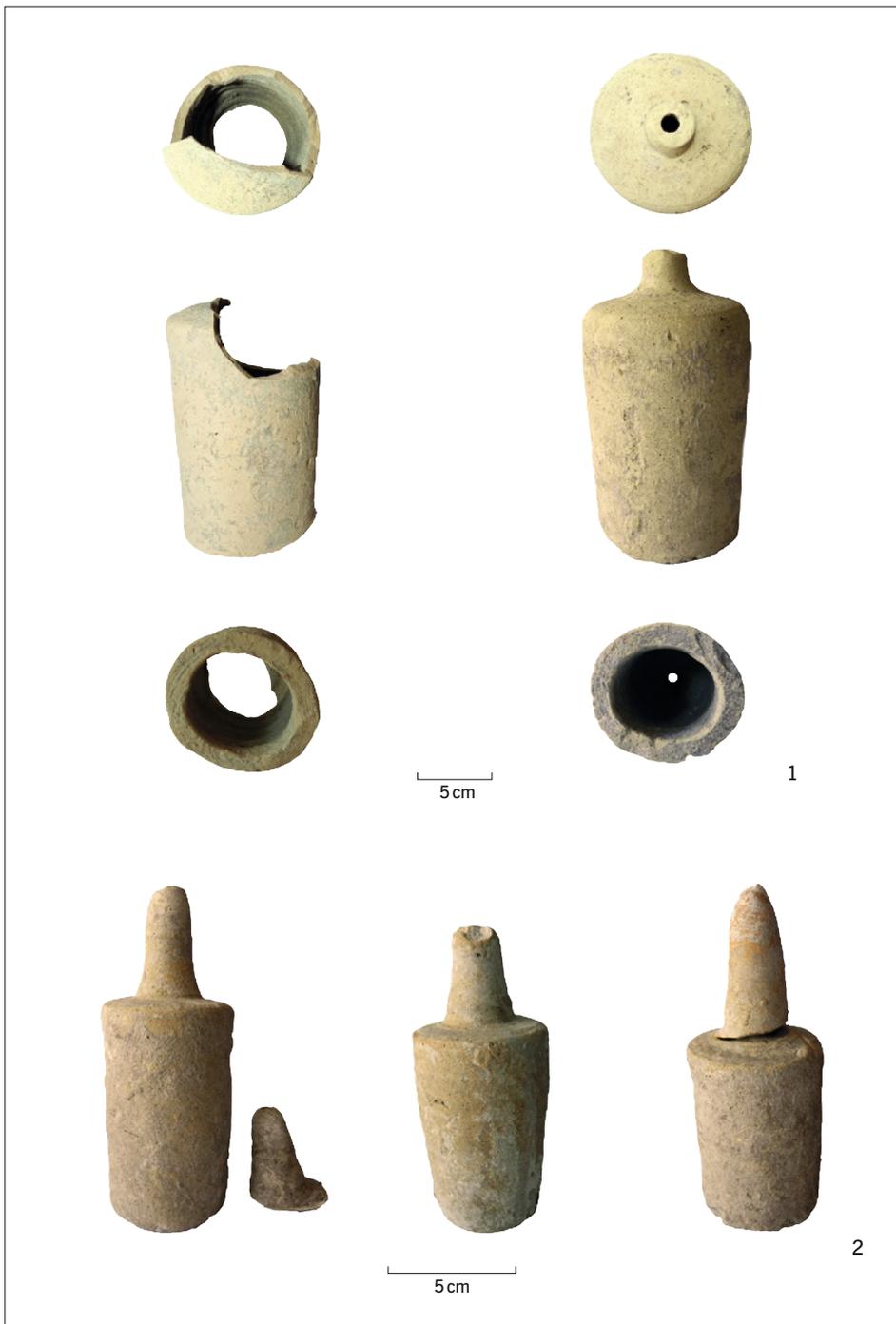


Abb. 15 Wölbröhren aus Salar, Spanien, 3./4. Jh. u. Z. 1 Funde aus Areal CE-03; 2 Funde aus dem Nymphäum.

Spanien besteht also für Röhrengewölbe seit dem 2. Jh. v. u. Z. allem Anschein nach eine mehrere Jahrhunderte lange (Nachweis-)Lücke.

Nach den frühen Befunden in Morgantina und Cabrera de Mar gibt es bis zu Funden aus Pompeji (s. u.) anscheinend nur noch einen sicher datierbaren Nachweis für die Anwendung von Wölbröhren bei Gebäuden¹⁹. Ein Hinweis auf Wölbgefäße um 50 v. u. Z. liegt aus Perpignan (Ruscino) in der römischen Provinz Gallia Narbonensis – wieder – aus einer Thermenanlage vor. Die dortigen Wölbgefäße sind gedrungen vasenförmig, leicht gebaucht und haben als Besonderheit einen (vermutlich durch Daumeneindruck) tief eingedrückten, jedoch nicht durchbrochenen Boden (Abb. 16)²⁰.

An allen drei bisher genannten vorchristlichen Fundorten tauchen Röhrengewölbe in Thermen auf, bevor in der jeweiligen Region eigenständig Gewölbe entwickelt worden waren (Lancaster 2015, 105).

2.2.1.3 Pompeji

Im Jahr 79 u. Z. hat die Vesuvkatastrophe eine Zeitkapsel geschaffen, die neben unzähligen anderen Details der antiken Stadt Pompeji auch Röhren- und Gefäßgewölbe konservierte. Dazu gehören drei Töpferöfen, einer im Viertel I, 20, 3 (Stadtviertel I, Insula/Taberna 20, Raum 3) und zwei entlang der Via dei Sepolcri vor dem Herculaner Tor (Taberna 29 und 30)²¹. Diese Öfen werden (auch mangels damals bekannter anderer Beispiele) in älteren baugeschichtlichen Publikationen häufig erwähnt (s. u.), ihre Gewölbe wurden mit gebrauchstüblichen Kleingefäßen errichtet. Die Verwendung von (kleinen) Wasserrohren für die Errichtung eines Röhrengewölbes, wie sie in Morgantina beobachtet werden kann, gibt es in Pompeji ebenso, in einem kleinen rückwärtigen Korridor im Haus des Fabius Rufus (VII 16, 17–22); hier wird sie jedoch als Ausnahmerecheinung eingestuft²². Diese Röhren sind 33 cm lang, und die Schwankungen ihrer Durchmesser von 6 bis 8 cm lassen vermuten, dass sie nicht speziell für ein Gewölbe hergestellt worden waren. Sie sind auf etwas unübliche Weise mit Kalkmörtel vor die Wand geklebt, anstatt in das Gewölbe eingebunden zu sein, und stellen möglicherweise den Rest einer Schalung dar, deren hölzerner Unterbau entfernt wurde (Lancaster 2015, 105–106 mit Abb. 71A).

Auch wenn wir uns in diesem Kapitel in der Schilderung von Röhrenbefunden der Großarchitektur befinden, sollen die Öfen Pompejis bereits hier Erwähnung finden,

¹⁹ Siehe die Auflistung und Benennung unsicherer Beispiele bei Lancaster 2012, 152 Anm. 30.

²⁰ Bouet 1999, 114–116; Lancaster 2015, 104–105. Von verschiedenen Fundorten der Provinz gibt es auch Nachweise kleiner Wölbröhren mit ausgeprägter, z. T. auch geschlossener Spitze, also vom nordafrikanischen Typ. Diese Funde sind entweder nicht datiert oder stammen aus deutlich jüngerer Zeit, dem 4.–6. Jh. u. Z. (Bouet 1999, 116–121, bes. Abb. 78; hier Abb. 17). Aus ganz Gallien gibt es weitere Röhrenvarianten, auch etwas größere und schlankere, mit ähnlichen Datierungen (soweit abgesichert) (Bouet 1999, Abb. 79).

²¹ Ein herzliches Dankeschön an Monika Trümper, TU Berlin, für ihre geduldige Hilfestellung bei der Orientierung in der komplexen Publikationslage seit dem 19. Jh. zu den pompejanischen Befunden. – Für diesen Zusammenhang infrage kommende einzelne (Wölb-)Gefäße aus Pompeji werden abgebildet bei Annechino 1977, vor allem Abb. 1–4.

²² Lancaster 2012, 152–153; freundlicher Hinweis Monika Trümper, Berlin. Das Foto einer mörtelbedeckten Einzelröhre ist abgebildet bei Storz 1994, Taf. 30,3.

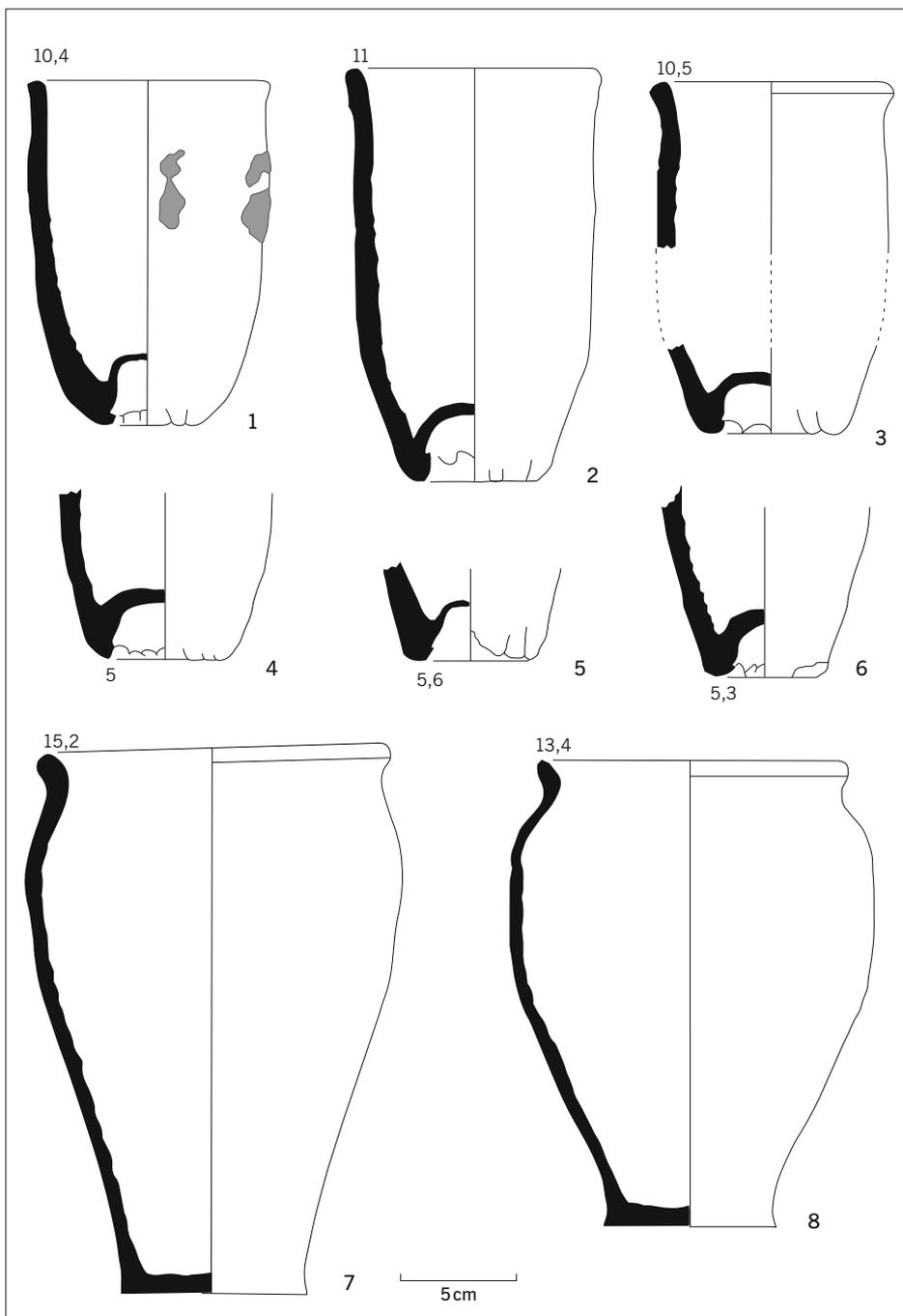


Abb. 16 Wölbgefäße aus der in Südfrankreich gelegenen ehemaligen römischen Provinz Gallia Narbonensis mit stark eingedrücktem, aber nicht durchstoßenem Boden. 1–6 Pergignan; 7–8 Salleles-d’Aude.

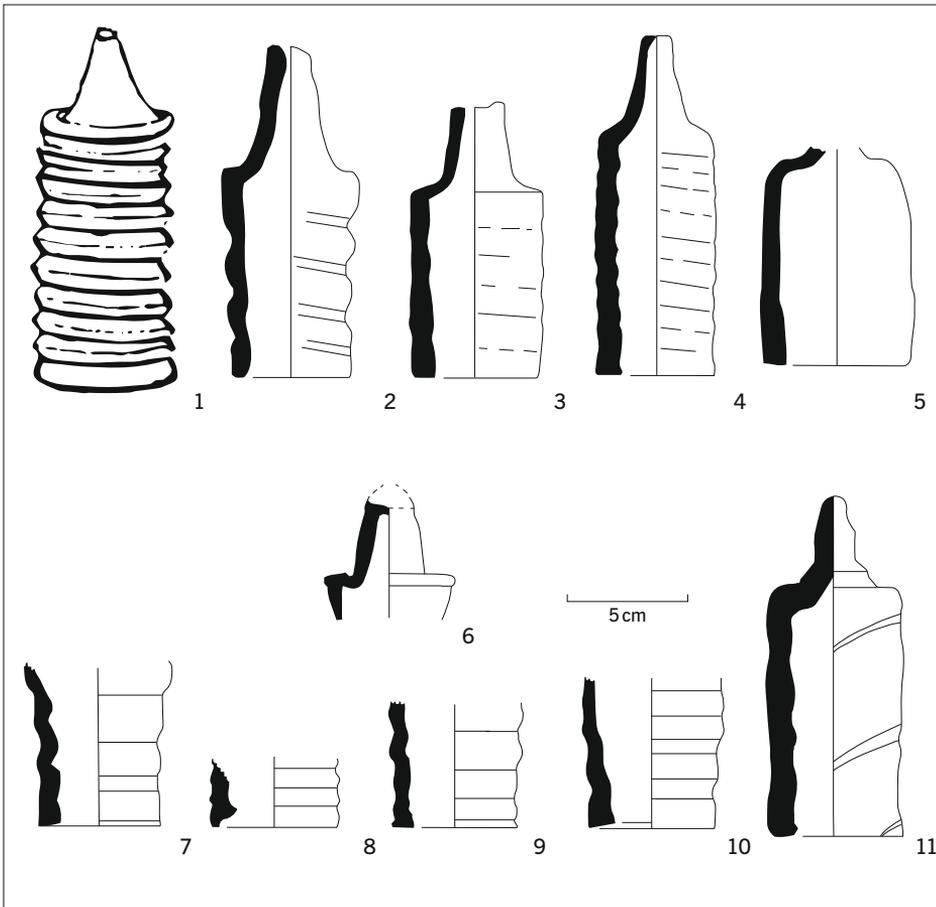


Abb. 17 Wölbröhren mit stark abgesetzter Spitze und unterschiedlicher Außenfurchung aus der in Südfrankreich gelegenen ehemaligen römischen Provinz Gallia Narbonensis. 1 Hyères-les-Palmiers; 2 Saint-Cyr-sur-Mer; 3–5 Fréjus; 6–10 Montredon-des-Corbières; 11 Servian.

denn sie wurden in der Forschungsgeschichte häufig als Vorbild und Vergleich für Röhren- und Gefäßgewölbe an Gebäuden herangezogen. Der Aufbau des ersten Ofens in Haus I 20, 3, einer Werkstatt für Tonöllampen, ist anhand von Publikationen oder überlieferten Fotos nur schwer nachzuvollziehen, da nirgends die Amphoren/Gefäße der Ofenwölbung zu erkennen sind²³. In Cerulli Irelli 1977 sind eine isometrische Rekonstruktion und eine Schnittzeichnung dieses großen Brennofens mit quadratischer Lochtenne und Gefäßen am Tonnengewölbeansatz dargestellt²⁴.

²³ Einschätzung von Monika Trümper, Berlin, Mitteilung vom 28.7.2020.

²⁴ Cerulli Irelli 1977, 70–71 Abb. 3; 8. Vgl. auch ein Foto des Ofens in Cavassa u. a. 2017, 7 Abb. 5.

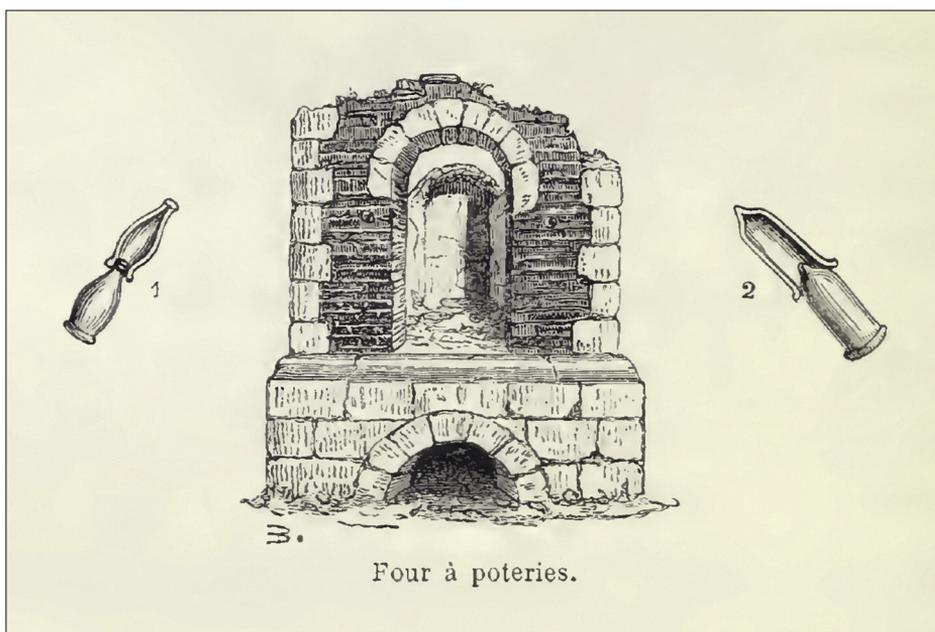


Abb. 18 Pompeji, Italien. Skizze des Keramikbrennofens in Taberna 29 vor dem Herculaner Tor mit den beobachteten Wölbhören bzw. Wölbgefäßen von 1870.

Ein stark zerstörter Keramikbrennofen wurde 2014 vor dem Herculaner Tor, Taberna 30, (erneut) ausgegraben. Cavassa u. a. erwähnen, dass sie dabei in Schutthorizonten an diesem Platz viele Fragmente von Vasen noch miteinander verbunden vorfanden, was es erlaubte, das (Gefäß-)Gewölbe der Brennkammer zu rekonstruieren (Cavassa u. a. 2015, 10).

Der zweite Ofen vor dem Herculaner Tor an der Via dei Sepolcri, entdeckt bereits im 19. Jh. in Raum 2 der Taberna 29, ist als Beleg sehr wichtig, weil an ihm der Aufbau des Tonnengewölbes in Form geschlossener stehender Halbkreise aus ineinandergesteckten Gefäßen zweifelsfrei nachvollzogen werden konnte und seitdem in der Forschungsgeschichte eine wichtige Rolle gespielt hat – zumindest zwischen der Entdeckung 1845 und 1870, als das Gewölbe schon wieder kollabiert war²⁵. Er wird von Ernest Breton, einem französischen Künstler und Archäologen, wie folgt beschrieben: »Der Ofen hinten im Geschäft ist von sehr bemerkenswerter Konstruktion. [...] Dieses Gewölbe, das zum Teil noch im Jahr 1854 existierte, aber heute vollständig zusammengebrochen ist, war der einzigartigste Teil des Bauwerks und bestand aus ineinander gesteckten Terracotta-Vasen, wie wir sie aus dem 6. Jahrhundert von der berühmten Kuppel von St. Vitale in Ravenna kennen« (Breton 1870, 288–289). In dieser Publikation befindet sich auch eine Skizze (Abb. 18), die als verlässlicher eingeschätzt werden kann als eine Rekonstruktionszeichnung des Ofens, die durch nachfolgende Publikationen des 19./20. Jhs. geistert (s. u.).

25 Freundl. Hinweis Monika Trümper, Berlin.

Die späteren Publikationen wissen noch manche Detailbeobachtungen beizutragen. Die deutschen Archäologen und Erforscher Pompejis Johannes Overbeck und August Mau schildern 1884 in der vierten Ausgabe ihrer umfangreichen Publikation zu Pompeji: »Größeres Interesse gewährt eine Töpferei in einem der Läden links an der Gräberstraße, namentlich durch die beiden eigenthümlichen Öfen zum Brennen der Geschirre. [...] und zwar ist in Betreff des kleineren Ofens bemerkenswerth, dass das Gewölbe aus in einander gesteckten Thongefäßen gebildet ist, eine Construction, welche in sinnreicher Weise Leichtigkeit und Festigkeit vereinigt. [...] Vielmehr ist die Wölbung ein Tonnengewölbe, gebildet durch sieben in der Querlinie liegende Reihen von Amphoren« (Overbeck/Mau 1884, 380).

Der Architekt und Bauforscher Josef Durm liefert 1905 in der erweiterten zweiten Auflage seines Bandes zur Baukunst der Etrusker und Römer im Zyklus des »Handbuchs der Architektur« eine detailliertere Beschreibung des Ofens und bezieht sich dabei auf mündliche Informationen von Mau im Oktober 1903: »Die Töpfe sind nicht für diesen Zweck gebrannt, sondern es ist eine auch sonst hier wohlbekannte Form [...]. Das Gewölbe beginnt an der einzigen einigermassen kenntlichen Reihe mit einem zerbrochenen Topf, dem unteren Teil desselben. Die ganze Sache ist sehr zerstört, kein Topf mehr am Platze. Die Töpfe sind nicht mit Mörtel ausgegossen, aber etwas Mörtel hineingestopft, in dem der folgende Topf sitzt [...]« (Abb. 19) (Durm 1905, 299).

Der Grazer Volkskundler und Germanist Rudolf Mehringer bezieht sich 1912 auf diese bereits mehrfach publizierte Beschreibung und fügt hinzu: »Besonders ist zu bemerken, daß die Töpfe einen vollen Boden haben [wohl im Sinne von nicht durchlocht, Anm. Verf.]« (Mehringer 1912, 148).

Einen vierten, vermutlich komplett (!) erhaltenen Keramikbrennofen mit Gefäßgewölbe fand man 2009 bei Ausgrabungen in Torre Annunziata bei Pompeji, einem Handwerkerbezirk der antiken Stadt²⁶. Leider stand dieser einmalige Befund von Anfang an unter keinem günstigen Stern: Seine Ausgrabung und spätere »Integration« in einen neu gebauten Einkaufspark wurden in der mafiabelasteten Region als nicht sehr wichtig eingeschätzt und entsprechend stiefmütterlich behandelt; bisher ist es auch zu keiner Publikation gekommen. Anhand eines Zeitungsberichtes²⁷ und eines darin enthaltenen Fotos kann zumindest nachvollzogen werden, dass das intakte Topfgewölbe aus durchgehenden Bögen standardisierter vasenartiger Gefäße bestand. Die Bögen sind nacheinander in der Aufbaurichtung alternierend gesetzt (links-rechts/rechts-links). Dank des Vesuvausbruchs war das Topfgewölbe komplett im Boden verschwunden und blieb dadurch erhalten.

Das gemeinsame Auftreten von Wölbgefäßen in Keramikbrennöfen und die eher experimentell aufzufassende Verwendung von Wasserrohren als Gewölbe eines Wohnhauses zeigen das gleichzeitige Existieren von zwei Ideen für die Lösung solcher Wölbungen in Pompeji, die sich möglicherweise gegenseitig beeinflusst haben (Lancaster 2015, 106; 127).

26 Herzlichen Dank für diesen Hinweis an Monika Trümper, Berlin.

27 Ferro 2014. Die Zubetonierung des pompejanischen Handwerkerbezirks mit einem überflüssigen Einkaufszentrum, dessen Bau augenschein-

lich der Geldwäsche diene, wird in diesem Beitrag als trauriges Kapitel des gegenwärtigen italienischen Umgangs mit seinem einzigartigen Erbe Pompeji dargestellt.

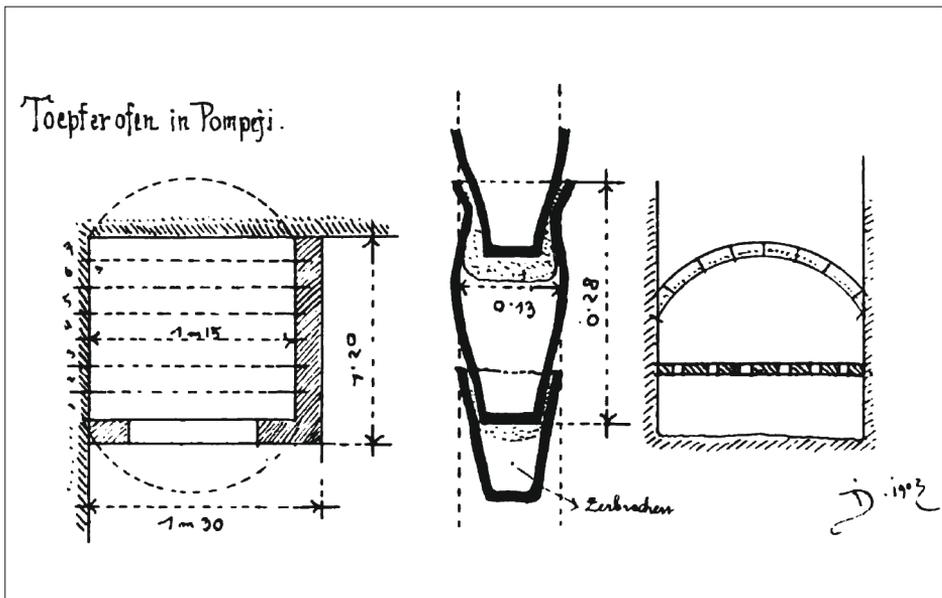


Abb. 19 Pompeji, Italien. Rekonstruierende Skizze des Keramikbrennofens in Taberna 29 vor dem Herculaneer Tor von 1905.

2.2.2 Ei oder Henne

Vor Bekanntwerden der älteren, vorchristlichen Befunde von Röhrengewölben lag es nahe, eine Übernahme der Methode, tragfähige Gewölbe aus keramischen Hohlkörpern zu bilden, im Töpferhandwerk zu suchen, wo sie im kleinen Maßstab »getestet« worden wäre²⁸. Dagegen sprechen allerdings zunächst die Form und Genese der frühen Röhren (Abb. 20, links). Diese sind besonders groß, eher projektil- bis röhrenförmig gestaltet und zeigen mehr eine (durch die Morgantiner Befunde als sicher anzunehmende) Ableitung aus Wasserrohren, als dass sie viel mit klassischen Töpfergefäßen zu tun haben, die einen Töpfer hätten inspirieren können, daraus ein Ofengewölbe herzustellen und so zuerst den frühen Bädern ein Vorbild zu liefern (vgl. Morgantina in Kap. 2.2.1.1).

Auch stammen die bisher ältesten Befunde von Töpferöfen mit Topfgewölbe aus späteren Zeiten. Wir kennen aus Italien Befunde aus Jesi nahe Ancona (Mitte des 2. Jhs. v. u. Z.), aus Marcellanella bei Chiusi (zweite Hälfte des 2. Jhs. v. u. Z.) und aus Ortona (spätes 2./1. Jh. v. u. Z.)²⁹. Damit treten diese ersten Brennofentopfgewölbe später auf als die Thermengewölbe von Cabrera de Mar und deutlich später als die Röhrengewölbe aus Morgantina. Bei den angeführten Töpferöfen sind die Wölbgefäße schlank vasenförmig.

Mit Beginn der Römischen Kaiserzeit treten in Südfrankreich, der Po-Ebene, in Pompeji (s. o.) und in Deutschland nahe des Rheins mehr Befunde von Töpferöfen mit Gefäß-

28 Diese Schlussfolgerung vertritt u. a. Storz (1994, 66; 2016, 95).

29 Mascione/Aprosio 2003. Herzlichen Dank an Cyn-

thia Mascione, Siena (Italien), für die Bereitstellung von Auszügen aus dieser Publikation. Vgl. auch Lancaster 2015, 105; 127.

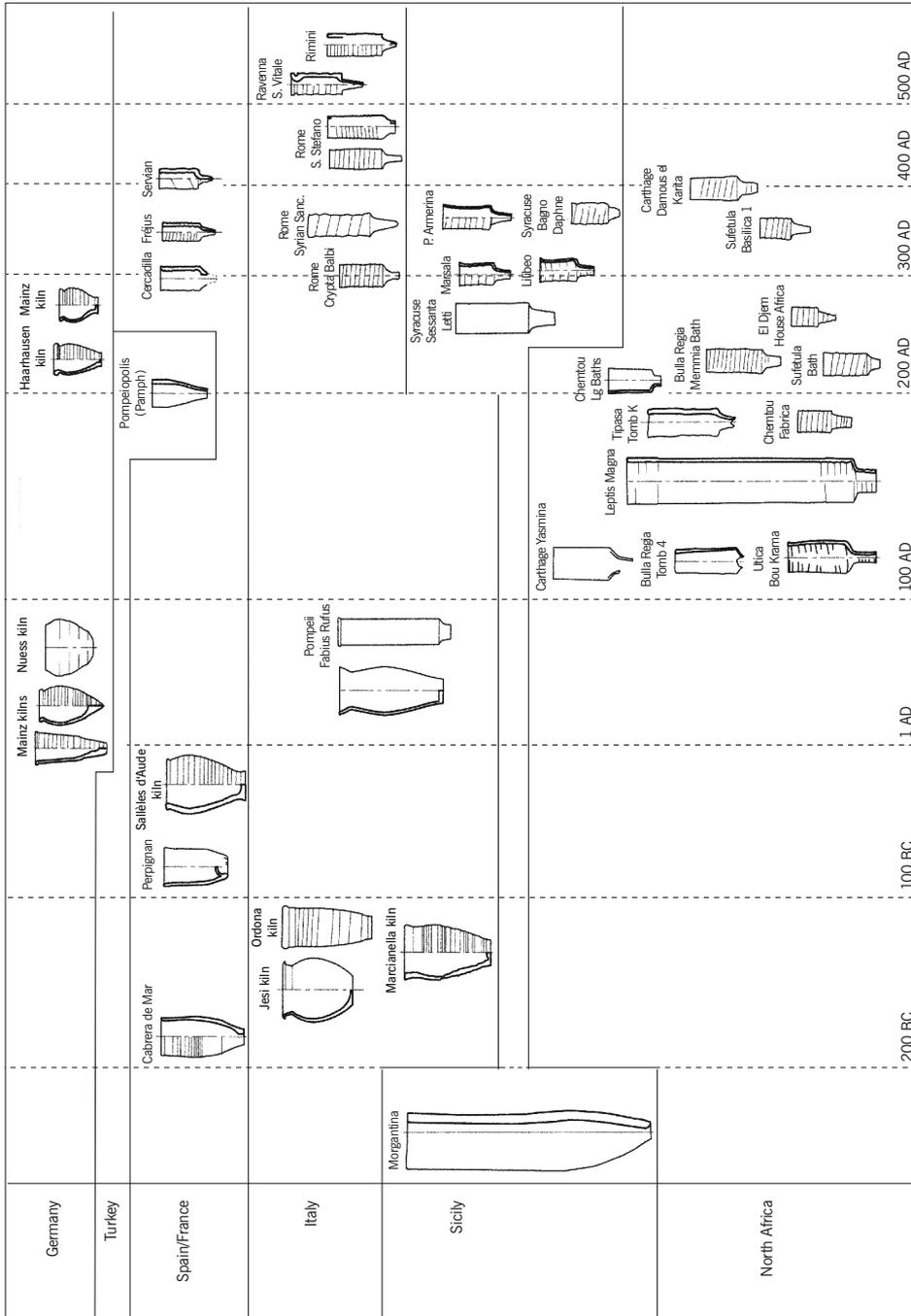


Abb. 20 Chronologisch und geografisch geordneter Größen- und Formvergleich von Wölbröhren und Wölbgefäßen verschiedener Fundorte bei Gebäuden und Keramikbrennöfen.

gewölbe auf, wobei sichtbar wird, dass die Töpfer nicht einfach Ausschussware verbauten, sondern extra hergestellte Wölbgefäße verwendeten³⁰. Brennöfen mit Gefäßgewölbe wurden kontinuierlich bis ins 3. Jh. u. Z. benutzt – besonders in Italien und entlang des Rheins – und zwar sowohl in militärischen als auch in zivilen Töpfereien (Lancaster 2015, 127).

Bei einer Zusammenschau der bisher bekannten Fakten scheint die Inspiration also eher umgekehrt, vom Thermenbau auf die Töpferöfen, übersprungen zu sein, auch wenn an dieser Stelle eine klassische Henne-Ei-Frage nicht überstrapaziert werden soll. Durch das Töpferhandwerk wurde die Technologie im zweiten Schritt möglicherweise großflächig weiterverbreitet, um dann in der Spätantike von Nordafrika aus in der Großarchitektur zu neuer, vorher so nicht gekannter Popularität zu gelangen.

2.2.3 Nordafrika – eine neue Phase

Möglicherweise verhalf dem Röhrengewölbe eine Mangelsituation zu neuer Blüte, zur weiteren Verbreitung und erweiterten Verwendung. Der Mangel an Bauholz für Lehrgerüste im römisch geprägten Nordafrika des späten 2./3. Jhs. u. Z. wird als Grund dafür angesehen, dass die Wölböhre hier in einer ausgereiften Form als verlorenes Schalungstragwerk für Gewölbe aus *opus caementitium* Verwendung fand³¹. In einem erweiterten Blickwinkel kann die Wahl bzw. das Wiederaufleben dieser keramischen Wölbtechnik als eine Folge imperialer römischer Landwirtschaftspolitik in *Africa Proconsularis* (vor allem dem heutigen Tunesien) gesehen werden, die zu einer großen Zunahme landwirtschaftlich genutzter Fläche und einer partiellen Entwaldung führte. Außerdem schuf der Handel mit den anwachsenden landwirtschaftlichen Erträgen Transportwege, erforderte u. a. keramische Transportbehälter in immenser Zahl und brachte eine leistungsfähige keramische Industrie hervor, welche wiederum eine ökonomisch sinnvolle Grundlage für den Ersatz des traditionellen Bauholzes durch keramische Röhren bildete. Die Wiederaufnahme der Wölbtechnik mit keramischen Röhren ist damit eines von mehreren Merkmalen für den Aufstieg Nordafrikas als wichtiges landwirtschaftliches Zentrum im 2. Jh. u. Z. (Lancaster 2012, bes. 146; Lancaster 2015, 112–115).

Ein Argument liegt nahe: dass man zum Brennen der zahllosen Keramikröhren ja auch Holz gebraucht hätte, was den Einsparungseffekt schmälern oder wieder aufheben würde. Dieser Einwand kann dadurch relativiert werden, dass die Keramikbrennöfen auch mit anderen Brennmaterialien betrieben werden konnten, beispielsweise Abfallprodukten der Olivenproduktion wie Zweigen, Kernen und Presskuchen. Der Wechsel von Bauholz auf Röhrengewölbe ist damit nicht nur Ausdruck von Holzmangel, sondern einer sich ändernden wirtschaftlichen Dynamik. Außerdem ist die Unterscheidung zwischen geradem Bauholz – tatsächlich selten in Nordafrika – und verfügbarem, krummem Buschholz, wie Akazien, Sykomoren und Tamarisken, welches nicht als

³⁰ Lancaster 2012, 105, 152–154 mit Abb. 8–9 und weiterführender Literatur; Lancaster 2015, Abb. 68.

³¹ Die durch vorangegangene rücksichtslose Rodung und den erhöhten Bedarf u. a. an Schalungsholz

im Baugewerbe ausgelöste »Holzkrise« der Römischen Kaiserzeit ausführlicher dargelegt bei Storz 2014, 90–91.

Bau-, jedoch selbstverständlich als Brennmaterial verwendbar ist, wichtig³². Ein weiterer Punkt für den Erfolg des Röhrengewölbes in Nordafrika mag das reiche und leicht zugängliche Angebot an Gipslagerstätten im heutigen Tunesien gewesen sein, welches für diese Bauweise unerlässlich war (Lancaster 2015, 127).

Möglicherweise war das aus immer weiteren Entfernungen heranzuschaffende Bauholz durch wachsende Transportkosten unwirtschaftlicher für Lehrgerüste sowie Dachaufbauten – denn für andere Zwecke wurde es an Gebäuden durchaus verwendet – und Keramikröhren konnten vor Ort und mit alternativen Brennmaterialien billiger hergestellt werden und erforderten dabei keine professionellen Zimmerleute. Diese ökonomischen Vorteile zusammengenommen, konnte sich die Keramikröhre hier in einer Gesellschaft, die ein hoch entwickeltes Töpfereigewerbe vorzuweisen hatte, zu einer vitalen Alternative für die Errichtung von Gewölben entwickeln (Lancaster 2015, 158).

In Nordafrika stellen im 2./3. Jh. die massenhaft hergestellten Wöblflaschen eine eigene, sich von ihren älteren Vorfahren deutlich unterscheidende Form dar³³. Die Wöblgefäße sind jetzt kleiner, sehr handlich und gehen mit einer deutlich abgesetzten, engen Spitze am oberen Ende, die in der Folge in zahlreichen ähnlichen Varianten überregional verwendet wird (vgl. Abb. 20, rechte Bildhälfte), den nächsten »evolutionären« Schritt. Diese Verkleinerung und Formveränderung öffnet die Tore für einen großflächigen Einsatz des Röhrengewölbes (ob als verlorenes Lehr- oder richtiges Gewölbe). Die kleinen Tubi können in Massenproduktion auf der Töpferscheibe hergestellt werden, da sie für große Gewölbe zu Tausenden vorliegen müssen, lassen sich leichter montieren und noch effektiver zum Bau von Gewölben mit mehr Spielraum für unterschiedliche (kleinere) Bogenradien verwenden.

Der Ideentransfer nach Nordafrika im späten 1. Jh. u. Z. hängt möglicherweise mit dem europäischen Töpferhandwerk zusammen, vielleicht sogar mit den provinziäl-römischen Töpfereien entlang des Rheins, wo Brennöfen mit Topfgewölbe populär waren (Lancaster 2015, 127). Die früheste fassbare Verwendung der Wöblröhre in Nordafrika tritt im Bestattungskontext auf: Eine Art typologische Übergangsphase ist eventuell mit einer noch nicht standardisierten, noch nicht sehr verkleinerten flaschenähnlichen Form aus der Nekropole von Utica im nördlichen Tunesien im frühen 2. Jh. u. Z. zu fassen (vgl. Abb. 20, Mitte) (vgl. auch Lancaster 2012, 154 mit Anm. 35). In Leptis Magna (Nordwestlibyen) kommen in der Mitte des 2. Jhs. u. Z. lange Röhren vor, die an die (allerdings nur halb so großen) pompejanischen Röhren aus dem Haus des Fabius Rufus erinnern (s. o.) und ebenso deutlich ihre Verwandtschaft zu Wasserrohren zeigen (vgl. Abb. 20, Mitte). Sie werden auch noch nicht standardisiert hergestellt und waren auf unübliche Weise verbaut, ohne Bögen aus ineinandersteckenden Röhren zu bilden (Lancaster 2012 mit Anm. 36; Lancaster 2015, 106 mit Abb. 71b).

Voll entwickelt scheinen die »moderneren« Tubi zuerst um 170 u. Z. in Kreuzgewölben (Werkstatt?) in Simitthus (dem heutigen Chemtou) in Nordwesttunesien aufzutreten (Lancaster 2012, 154 mit Anm. 37). Weitere sicher datierbare Funde stammen dann aus severischer Zeit (Ende 2./erstes Drittel 3. Jh.) aus Algerien, Libyen, Syrien und Britannien

32 Herzlichen Dank an Dietrich Raue vom Ägyptischen Museum der Universität Leipzig, der mich für diese wichtige Unterscheidung sensibilisierte.

33 Eine aktuelle und ausführliche Zusammenfassung des Forschungsstandes zu diesem Prozess in Nordafrika bei Lancaster 2015, 106–108.



Abb. 21 1976 aus originalen Röhrenfunden neu errichtetes, vom Zahn der Zeit in Mitleidenschaft gezogenes Kreuzgratgewölbe in der unterirdischen Etage eines innerstädtischen Peristyl-Hauses in der römischen Stadt Bulla Regia, dem heutigen Hammam Daradji, Tunesien (freundl. Hinweis S. Storz, Dresden).

und sind immer mit Militärbädern zu verbinden, was die Rolle der römischen Armee bei der Verbreitung der erneuerten Bauweise aus Nordafrika heraus unterstreicht. In *Aquae Flavianae* in Algerien überspannten die Erbauer ein großes Gewölbe von 12 m Durchmesser mit Röhren, was eine bereits ausgereifte Technologie belegt. Ihre größte Verbreitung erreichte die neue Bauweise im 3. Jh. im heutigen Tunesien (Abb. 21), sie blieb jedoch bis zum 4. Jh. außerhalb Nordafrikas in der Großarchitektur selten (Lancaster 2012, 154; Lancaster 2015, 108–112).

Auch wenn das Wiederaufleben der Technologie in einem ausgereiften Zustand im Nordafrika des 2./3. Jhs. ökonomisch erklärt werden kann, muss es erstaunen, dass seit Morgantina mehrere Jahrhunderte fast ohne bekannte Baubefunde dieser Art vergehen, denn die auf der Hand liegenden Vorteile dieser Wölbtechnik wären sicher auch ohne den beschriebenen landwirtschaftlichen Aufschwung in *Africa Proconsularis* und die damit einhergehende Massenproduktion von Keramik ab und zu einsetzbar gewesen – vielleicht in kleineren Stückzahlen und noch nicht ganz so standardisiert. Die Beispiele ungestörter Befunde wie in Pompeji zeigen jedoch, dass dies auch eine Frage der Überlieferung der vergleichsweise fragilen Hohlkörpergewölbe sein kann – möglicherweise klafft hier noch eine archäologische Nachweislücke.

Nur selten können nordafrikanische Röhrenfunde mit konkreten Werkstätten verbunden werden. Lancaster nennt nur zwei bekannte Beispiele – Meninx (Djerba, Tunesien), wo Grobkeramik und Amphoren produziert wurden, und Uthina (nahe Karthago, Tunesien), wo man im 5.–7. Jh. Feinwaren, Öllampen und Grobwaren herstellte (Lancaster 2012, 157).

Seit der erstmaligen Verwendung als tragendes Element einer Gewölbekonstruktion der Großarchitektur in Morgantina haben sich die Gewölberöhren von großen, projektilähnlichen Typen über diverse Zwischenformen zu immer kleineren, flaschenartigen Röhren mit deutlich abgesetzter Schulter und Hals entwickelt. Dabei sind mehrfach und zu unterschiedlichen Zeiten klare formale Bezüge zu Wasserrohren oder deren direkte Verwendung sichtbar (Morgantina, Pompeji, Leptis Magna; vgl. Abb. 20). Aktuelle archäologische Untersuchungen in Mlakou (Algerien) zeigen eine deutliche typologische Varianz von Wölbröhren, die die Ausgräber auf lokale Werkstätten zurückführen. Sie unterscheiden für ganz Algerien mehrere verschiedene Typen, manche davon mit leicht konischem statt zylindrischem Korpus, einer sogar glockenförmig mit lang ausgezogener Spitze. Soweit aus dem Beitrag hervorgeht, haben viele Wölbröhren geschlossene Spitzen³⁴.

Die spätantike Röhre ist ein für ihren speziellen Zweck ausgereiftes, industriell hergestelltes Bauelement, welches zahlreiche Vorteile in sich vereint: Durch den möglichen Verzicht auf eine Schalung (mit deren Auf- und Abbau) kann billiger und schneller gebaut werden, die Wölbung erfordert weniger spezialisierte Arbeitskräfte, die Isolierung der Gebäude wird verbessert (umso mehr, je weniger die Röhren mörtelgefüllt sind), das Gewölbe wird leichter und ermöglicht komplexere und grazilere Bauweisen. Dies gilt gegenüber Ziegel-, Stein- oder *Opus-caementitium*-Gewölben; gegenüber Holzdächern kommt noch der Vorteil der Feuersicherheit und längeren Haltbarkeit hinzu. Im Vergleich mit der Frühzeit der Wölbröhrenverwendung (vgl. Kap. 2.2.1.1) merkt man, dass die zu vermutenden Motivationen und ausgespielten Vorteile für den Einsatz dieser Wölbtechnik komplexer geworden sind.

2.2.4 Spätantike in Europa und jüngere Epochen

In der frühchristlichen Architektur tritt uns das Röhrengewölbe als eigenständiges Gewölbe entgegen, das schnell zu einem großen Variantenreichtum fand, welcher durch die neuen Möglichkeiten der Wölbröhre beeinflusst und erweitert wurde³⁵. Ab dem 4. Jh. erfuhr diese Technik in Italien weite Verbreitung, auch im Kirchenbau³⁶. Insgesamt reicht die Verbreitung (spät-)antiker Röhrengewölbe von Nordwestafrika bis über Gib-

34 Boukhenouf/Iaichouchen 2020, bes. 57 Tab. 1. Die Autoren verbinden mit der Vorstellung der Röhren vom Fundplatz Mlakou (zerstört im 4. Jh. u. Z.) eine Übersicht über alle algerischen Fundplätze mit Wölbröhren.

35 Eine ausführlichere Beschreibung dieser Entwicklung, besonders die initiale Bedeutung des nordafrikanischen Trompengewölbes aus Röhren, bei Storz 2014, vor allem 95–97. Vgl. zum Einfluss der

etablierten Röhrengewölbe auf die weitere Architekturentwicklung der Spätantike auch Lancaster 2015, 118–126.

36 Brandenburg 2004, 205; Storz 1994, 6. Ausführlicher zur Entwicklung des antiken Gewölbebaus und der befördernden Rolle der Erfindung des *opus caementitium* Storz 2014, vor allem 98–99; vgl. grundlegend auch Lancaster 2015.

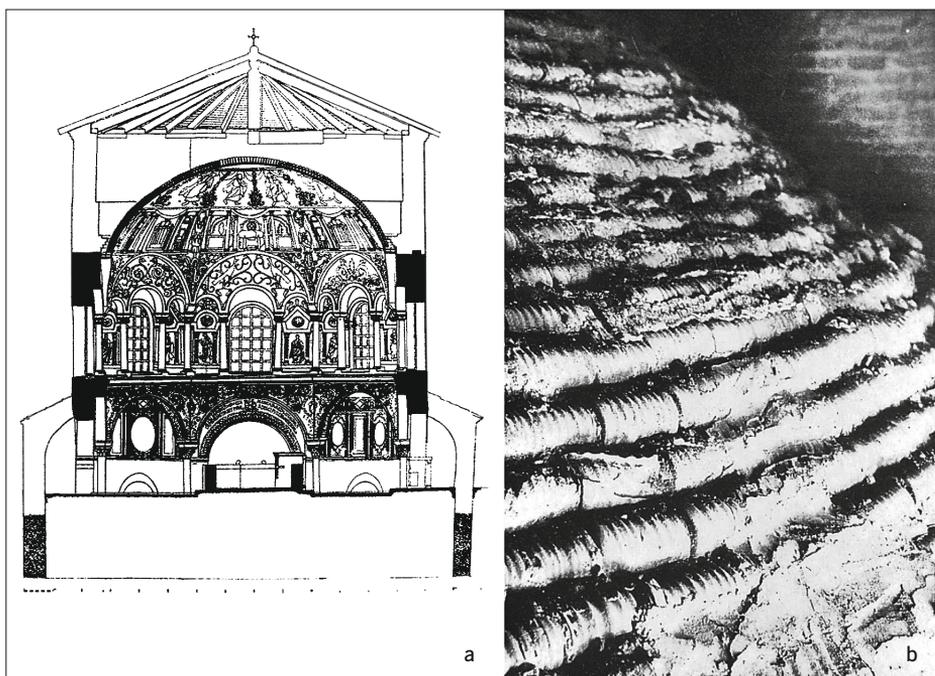


Abb. 22 Ravenna, Italien, Dombaptisterium. Querschnitt (a) und Blick (b) auf die 458 u. Z. nachträglich eingefügte Kuppel aus horizontal geschichteten, aus Wölbröhren bestehenden Ringen.

raltar hinaus, im Norden bis nach York (England), im Nordosten bis nach Csáki-Gorbó (Ungarn) und im Osten bis nach Dura Europos in Syrien. Eine klare Konzentration auf die Küsten des westlichen Mittelmeeres ist dabei erkennbar³⁷. Aufgrund der Funddichte enthalten viele Sammlungen italienischer Museen auch Wölbröhren.

Gut bekannte europäische Beispiele für zwischen dem 4. und 6. Jh. ausgeführte Röhrengewölbe sind das Dombaptisterium³⁸ (Mitte 5. Jh.) und San Vitale (521–547) in Ravenna (Abb. 22), die Kapelle San Vittore in Ciel d'Oro und San Lorenzo (zweite Hälfte 4. Jh./Anfang 5. Jh.) in Mailand sowie San Giovanni Evangelista, eine Seitenkapelle des Lateran-Baptisteriums in Rom³⁹.

An der Zentralkirche Santo Stefano Rotondo in Rom, dem letzten herausragenden Großbau der Spätantike (468–483), kann ebenfalls Röhrenwölbertechnik beobachtet werden (Abb. 23). Die vermutlich aus Keramikröhren konstruierte Zentralkuppel ist nicht mehr erhalten, Röhrengewölbe sind jedoch über einem ehemaligen Innenhof zwischen

37 Nach einer Kartierung von Storz (1994, Beil. 19) sowie einer nach den Kontexten von Großarchitektur, Brennofengewölben und Röhrenfunden in Schiffswracks differenzierten Karte bei Lancaster 2015, 101 Abb. 66.

38 Erhaltene, nachträglich eingefügte Kuppel aus Wölbröhren in Form aufeinander liegender horizontaler Ringe (Storz 2014, 99 Abb. 12).

39 Beispiele nach Storz 1994, 14–16; 85–87 mit weiterführender Literatur, sowie Storz 2014, 99; ebenso nach Brandenburg 2004, 43; 46–47; 50; 205.

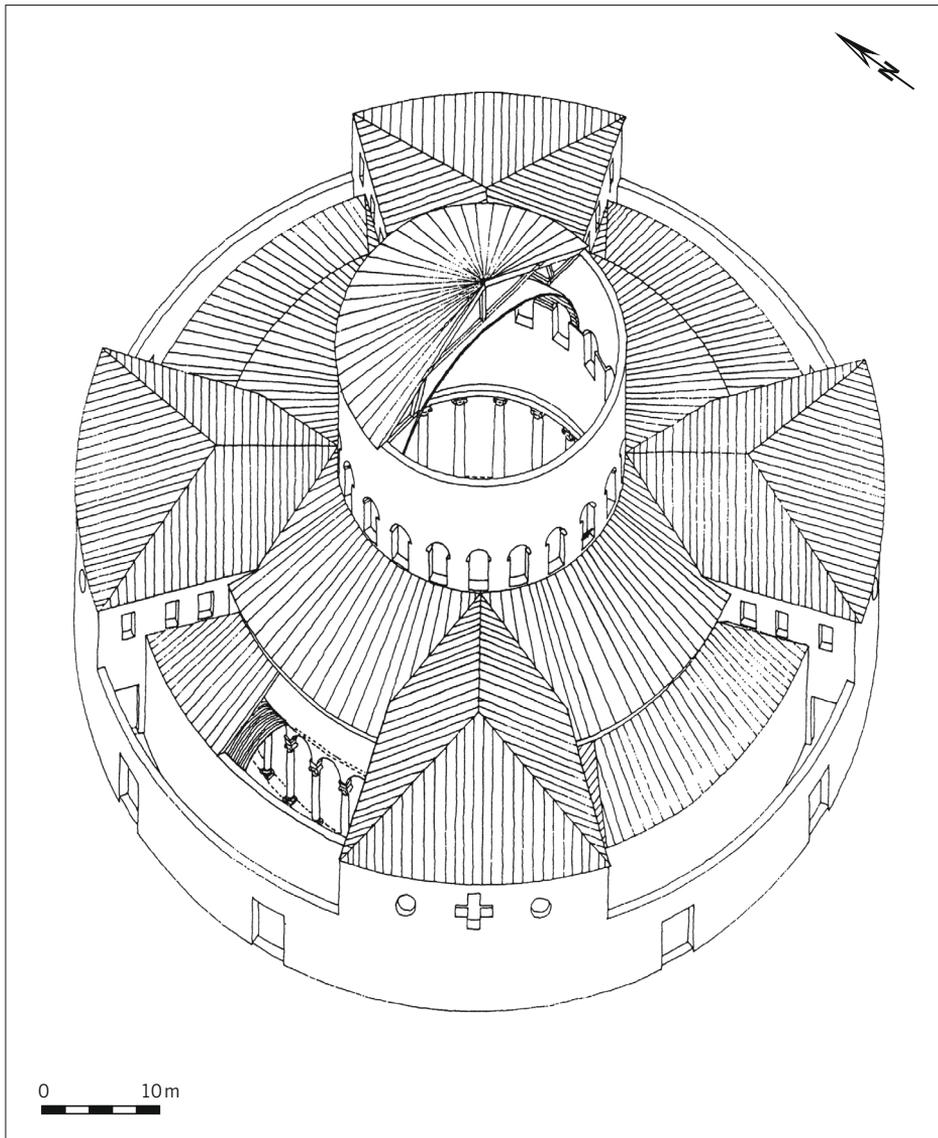


Abb. 23 Santo Stefano Rotondo in Rom, Italien. Axonometrische Rekonstruktion mit Einblick in die zentrale Kuppel sowie ein Röhrengewölbe in einem Diagonalsektor (vorne links).

den Kreuzarmen des Zentralbaus, den Diagonalsektoren (hier vermutlich in den 520er-Jahren nachträglich eingesetzt), durch Befunde des Gewölbeansatzes nachgewiesen (Abb. 24–25). An der konzentrischen Arkadenwand (welche heute die Außenwand des reduzierten Baus bildet) und den sich anschließenden Radialwänden lassen sich die Ansätze der zerstörten Röhrengewölbe durch Röhren oder deren Abdrücke gut bele-



Abb. 24 Santo Stefano Rotondo in Rom, Italien. Westlicher Diagonalsektor mit Ausbruchsfries des abgeschlagenen Röhrengewölbes. Zustand 1996.



Abb. 25 Santo Stefano Rotondo in Rom, Italien. Westlicher Diagonalsektor mit Ausbruchsfries des abgeschlagenen Röhrengewölbes. Detail des Gewölbeansatzes mit Röhren und Gipsmörtelbett. Zustand 1996.

gen. Die kreissegmentförmigen Innenkompartimente der Diagonalsektoren waren mit je einem Kompositgewölbe, zusammengesetzt aus einem Tonnen- und zwei halben (vierseitigen) Klostergewölben, versehen. Die Gewölbeflächen bestanden aus stehenden Bögen⁴⁰.

Aktuelle archäologische Befunde spätantiker Röhrengewölbe stammen z. B. aus Gerace in Zentralsizilien, wo 2016 durch kanadische Ausgrabungen u. a. eine außerordentlich gut erhaltene Therme, errichtet um 400 und ca. 50 Jahre in Gebrauch, freigelegt wurde. Die ehemalige Einwölbung von Badräumen wird von zahlreichen Röhrenfunden belegt (Abb. 26–27), von denen einige Überhitzungsspuren vom Herstellungsbrand zeigen, was auf eine nahe gelegene Fertigung schließen lässt (Wilson 2016, bes. Abb. 9–10; Wilson 2016a, Abb. 21–23).

2.2.5 *Moderne*

Trotz der unbestreitbaren Vorteile sind architektonische Röhrengewölbe nach der Spätantike zunächst für lange Zeit in Vergessenheit geraten. Erst seit der Renaissance kam es im Rahmen von Erhaltungsmaßnahmen oder Abrissen älterer Gebäude zu einer gewissen Wiederentdeckung (Storz 1994, 7 mit Anm. 22; 10–12). Manche bestehenden Röhrengewölbe, wie die Kuppel von San Vitale in Ravenna, werden die ganze Zeit über sichtbar und zugänglich gewesen sein. Entsprechende zeichnerische Darstellungen und Publikationen zeigen, dass man in Italien um die Mitte des 18. Jhs. das Konstruktionsprinzip in der Fachwelt zur Kenntnis genommen und (wieder) verstanden hatte.

Nach der Mitte des 18. Jhs. kennen wir erste praktische Anwendungen von wabenartig gesetzten Gefäßgewölben als dem Röhrengewölbe verwandte Formen (s. u.), beflügelt durch die aufkommende Industrialisierung⁴¹. Im Zusammenhang mit der einsetzenden Verwendung eiserner Gewölbeträger (Binder, Bögen, Säulen etc.) wurden in Paris bereits um 1760 in Arkaden zwischen Palais Royal und Théâtre Français (Victor Louis, 1731 bis 1800) sowie 1767 im Palais Bourbon und 1786–1789 im Théâtre Français selbst (geschlossene, s. u.) keramische »Töpfe« für flache, möglichst leichtgewichtige und feuersichere Gewölbeschalen verwendet. Von da an verbreitete sich diese Technologie nach England und fand Ende des 18. Jhs. nicht nur Anwendung bei Pionierbauten des Industrie-Stockwerksbaus, sondern auch bei Prestigeobjekten wie der Bank of England, wo John Soane zwischen 1796 und 1818 Topfgewölbe für diverse Säle verwirklichte. Er soll dazu von der Kuppel von San Vitale in Ravenna angeregt worden sein, wie auch V. Louis Inspirationen auf einer Italienreise empfing – hier schließt sich ganz deutlich der Kreis zur Spätantike (Fohl 2003, 114–115; Lorenz 2003, 139–140).

40 Brandenburg 2004, 204–205; Storz 1994, 13; 86–87 mit Anm. 86; Datierung nach Storz 1994, 86–87 sowie Storz 2014, 99. Vgl. zu Grundrissen verschiedener Bauphasen auch Brandenburg 2016. Der Verfasser des vorliegenden Beitrags konnte 1996 als Student selbst an einer Kampagne bauhistorischer Untersuchungen an Santo Stefano Rotondo in Rom teilnehmen und diese Röhrenbefunde beobachten, was 20 Jahre später bei Begut-

achtung der Schmiedeberger Funde letztendlich Anlass für vorliegende Studie gab.

41 Trotz der konstruktiven Unterschiede zu den antiken Röhrengewölben sollen die modernen »Topfgewölbe« hier unter dem gemeinsamen Blickwinkel auf Hohlkörpertragwerke bei Gebäuden und Töpferöfen mitbetrachtet werden, da diese inhaltliche Klammer eine bessere Übersicht bietet als getrennte Behandlungen.



Abb. 26 Gerace, Sizilien. Röhren des verstärzten Gewölbes der Therme *in situ*.



Abb. 27 Gerace, Sizilien. 214 komplette, aus dem Bereich der Therme geborgene Röhren.

Diese praktische Verwendung von keramischen Hohlkörpern für Gewölbe führte bereits ab dem letzten Drittel des 18. Jhs. zur Reflexion in diversen Publikationen, kombiniert mit der Wiedergabe und Interpretation der antiken Befunde⁴².

⁴² Für die Zeit vor 1800 Bode 2003, 355 mit Anm. 214, mit weiterführenden Quellen.

2.2.5.1 Propagierung der Bautechnik durch technologische Literatur nach 1800⁴³

1823 fanden im posthum veröffentlichten Lebenswerk »Histoire de l'art par les monuments« von Jean Baptiste Louis Georges Seroux d'Agincourt (1730–1814), einem Archäologen und Historiker, u. a. auch die Röhrengewölbe von Santo Stefano Rotondo in Rom und San Vitale in Ravenna Beachtung und Darstellung, wenn z. T. auch nicht korrekt; so stellt er die Röhrenverlegung bei der Kuppel von San Vitale als fortlaufende Spirale dar⁴⁴. Dies belegt jedoch zumindest, dass das Thema Wölbröhren bzw. Wölbgefäße wahrgenommen wurde und in Standardwerken wie diesen abrufbar war.

Im zweiten Viertel des 19. Jhs. spielen »Topfgewölbe« auch in den deutschen Ländern zunehmend eine Rolle in einschlägigen Magazinen und Büchern zur Architektur. Auf allgemeine Erörterungen zur Wiederentdeckung der Bauweise folgen speziellere Publikationen für einzelne Bauaufgaben. 1828 erschien der Beitrag eines Herrn Blesson parallel in Gewerbeblättern verschiedener deutscher Länder, welcher zeitnah publizistisch reflektiert wurde⁴⁵.

Blesson beginnt seinen Beitrag »Ueber die Topfgewölbe der älteren und der neueren Zeit« mit einer Frage, die auch heute, fast 200 Jahre später, noch immer interessant ist: »Antiquarische Untersuchungen haben nicht allein den Werth, uns in die Lebensweise längst vergangener Generationen zurückzuführen, sondern wir stoßen dabei oft unerwartet auf sinnreiche, tief durchdachte Einrichtungen, von denen man auf keine Weise sich Rechenschaft geben kann, aus welcher Veranlassung sie so zu sagen verschollen sind, und von denen es ganz unbegreiflich ist, daß die vielen über ihren Trümmern dahin geeilten Jahrhunderte sie nicht wieder hervorsuchten, ja aus Noth nicht wieder erfanden⁴⁶!«

Blesson schildert auch die heute immer wieder genannten spätantiken Beispiele für Hohlkörpergewölbe, z. B. Santo Stefano Rotondo in Rom und San Vitale in Ravenna, wobei bei Letzterem der Aufbau des größten Gewölbes »schneckenartig« (Blesson 1828, 74) genannt und auch zeichnerisch falsch – so in allen zeitgenössischen Publikationen – dargestellt wird.

»Bei dem Wiederaufblühen der Künste und der Einführung der gothischen Bauart scheint der Topfbau vergessen gewesen zu sein, wenn er sich gleich sehr gut zur Ausfüllung der kühnen Spitzgewölbe geeignet hätte [...]. Doch ist mir kein einziger Fall mit Zuversicht bekannt, wo hohle Steine irgend einer Gestalt dabei in Anwendung gebracht wären [...]. Das Verdienst, diese Bauart wieder hervorgesucht und angewendet zu haben, gebührt den

43 Recherchiert werden konnte im Rahmen dieser Untersuchung in den Veröffentlichungen für Preußen und Bayern, weitere wären möglich. Generell erheben die hier angeführten Publikationsbeispiele keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Bewertung in Bezug auf ihre Bedeutung für das Thema – bis auf den weitgehenden Fokus auf den deutschen Sprachraum; zumindest zeigen sie exemplarisch den Wissensstand zum Thema und standen zum Zeitpunkt der Manuskriptabfassung an vorderster Stelle der digitalen Recherchierbarkeit.

44 Seroux d'Agincourt 1823, Bd. 1, 135; Bd. 3, 17–19; Bd. 5, Taf. 22–23.

45 Blessons Aufsatz in den preußischen »Verhandlungen« (Blesson 1828) enthält eine historische Einführung, die dem parallel bzw. zeitnah erschienenen Beitrag im bayerischen »Kunst- und Gewerbe-Blatt« mangelt (Blesson 1828a).

46 Blesson 1828, 71. Die für das Thema wichtige Taf. 7 fehlt in den meisten Digitalisaten, glücklicherweise wird sie bei der modifizierten Publikation seines Artikels in Bayern (wenn auch ohne Autorenangabe) ebenfalls abgedruckt und ist im Digitalisat der Bayerischen Staatsbibliothek vollständig enthalten (<<https://www.bavarikon.de/object/bav:BSB-MDZ-00000BSB10331640?cq=Thoma, Paul A. von&p=1>> [02.02.2020]).

*Franzosen, die, wie mir wenigstens in Paris versichert worden ist, die Idee dazu aus Ägypten herüberholten*⁴⁷.«

Ein Bauprojekt, welches kurz vor Erscheinen dieses Beitrags vonstattengeht und welches der Verfasser für erachtenswert hält, sind die »Halles à l'eau de vie«, Lagerhallen für Branntwein, in Paris. Aufgrund von erhöhter Brand- und Explosionsgefahr bei so hochprozentigem Lagergut wurden leichte und stabile Gewölbedecken benötigt, die man als Topfgewölbe ausführte. Die handgedrehten hohlen, zylinderförmigen, allseits geschlossenen Kapseln mit einem kleinen Entlastungsloch wurden im Gewölbe wabenförmig angeordnet. Auf einer Verschalung wurden die Kapseln in Gips versetzt, »was von Seiten der Arbeiter nur etwas Aufmerksamkeit und fast gar keine besondere Übung erfordert« (Blesson 1828, 77). Diese Gewölbe wurden, als Böden der nächstoberen Geschosse, als sehr belastbar eingeschätzt. Durch Bauarbeiten beschädigte Gefäße der Gewölbe stellten kein Stabilitätsproblem dar und wurden – nicht ohne Mühe – aus dem Gipsbett herausgeschlagen und ausgetauscht, oder die entstandenen Löcher wurden einfach mit Gips verstrichen und mit Dachziegelstücken abgedeckt. Der Bau käme nicht teurer als ein übliches Kellergewölbe, denn die etwas höheren Anschaffungskosten der Töpfe würden durch geringere Arbeitskosten ausgeglichen, dazu käme eine Ersparnis durch dünnere Mauerstärken, da die leichteren Topfgewölbe keine starken Widerlager benötigen. Bei einer Herstellung der Gewölbetöpfe im großen Maßstab wären weitere Einsparungen zu erwarten. »Nach dem Brande sah die Masse etwas feiner im Bruch aus, als die unserer gewöhnlichen Blumentöpfe; die Farbe war licht gelblich-braun, in das Ziegelrothe überspielend. Leider sind mir einige Proben davon auf der Rückreise, mit anderen Sachen, abhanden gekommen. [...] Ich habe die Steine hier nachmachen lassen [...]« (Blesson 1828, 77).

Die guten Erfahrungen mit Topfgewölbedecken bei den »Halles à l'eau de vie« wurden beim Innenausbau der neuen Börsenhalle in Paris aufgegriffen – auch hier unter dem Aspekt der Feuersicherheit in dem mit wichtigen Papieren angefüllten Gebäude, in dessen Struktur man komplett auf Holz verzichten wollte. Eiserne Rahmen füllte man hier mit Wölbekapseln, ebenfalls im Wabenmodus.

Blesson schließt seine Erörterung mit einem Lob für »diese interessante Art von Gewölben« und empfiehlt eine breite Anwendung derselben bei öffentlichen und privaten Bauten wegen der Ermöglichung geringerer Mauerstärken, der Vermeidung von Holz und damit des Brandschutzes und drittens der Möglichkeit, »einen Raum mit Steinen [den Wölbttöpfen, Anm. Verf.] recht trocken abzuschließen« (Blesson 1828, 78). Abschließend empfiehlt er sogar die Anwendung der original antiken Bauweise mit Wölbbröhen: »Bei Gewölben, wo eine noch größere Leichtigkeit erwünscht wäre, müßte man den Töpfen durch Ineinandergreifen, nach Analogie der Alten, einen gegenseitigen Halt geben und sie liegend anwenden [...]« (Blesson 1828, 79). Diese Bauweise mit einer kraftschlüssigen Verspannung der einzelnen Wölbgefäße untereinander war zu dieser Zeit also durchaus bekannt und über ihre Anwendung – neben dem praktizierten Wabengewölbe – wurde zumindest nachgedacht, auch wenn der Beitrag von Blesson

47 Blesson 1828, 74–75. Herzlichen Dank an Felix Arnold vom Deutschen Archäologischen Institut, Abteilung Madrid, für seine Einschätzung, dass außer einzeln in Gewölben eingemauerten Gefä-

ßen zur Schallverbesserung oder Entlüftung keine ägyptischen Röhrengewölbe bekannt sind.

Unsicherheiten und Missverständnisse beim Verständnis der antiken Konstruktionsarten offenbart.

Blesson hebt abschließend auch den (unabsichtlichen) Effekt einer Schallverstärkung in einem Raum mit Topfgewölbe hervor, den er »unter den Pariser Topfgewölben« deutlich wahrgenommen habe (Blesson 1828, 79).

Ein anonymes Mitglied des Polytechnischen Vereins für das Königreich Bayern lobt schon ein Jahr später, 1829, diesen Beitrag und preist die Vorteile der »Topfgewölbe«: »Der Bau von Gewölben und Mauern aus hohlen Steinen von Töpferwaare ist einer ausgebreiteten Anwendung fähig, und seiner Natur nach von großer Wichtigkeit« (Kunst- und Gewerbeblatt 1829, Sp. 521). Eine Anwendung kann sich der Autor bei Zwischendecken, Dach- und Kellergewölben vorstellen, wobei er allerdings auf so eine umfassende Vermörtelung wie bei San Vitale in Ravenna verzichten möchte. Als Vorteile werden nämlich die Leichtigkeit einer solchen Gewölbedecke, ihre umfassende Feuersicherheit (nicht nur, dass sie selbst kein Holz enthält, sondern sich bei einem Brand auch nicht verformt wie metallene Träger) und mögliche Modifikationen zur Schallverstärkung in Räumen genannt. Daran sieht man schon, welche Konstruktionsart hier wieder behandelt wird: das Wabengewölbe aus nebeneinander gesetzten Hohlkörpern. »Für die Anwendung des Topfbaues hat uns die Natur ein Muster vor Augen gestellt, das wir in jedem Maaßstabe nachahmen können, nämlich den Bau des Bienenwachses. Regulär sechsseitige Prismen, oder regulär sechsseitige abgestutzte Pyramiden erfüllen alle Bedingungen« (Kunst- und Gewerbeblatt 1829, Sp. 523).

Großes Vertrauen wird in diese Gewölbe gesetzt: »Man darf daher ein Topfgewölbe von der beschriebenen Art mit Urbau [Bauschutt; Grimmsches Wörterbuch 1936, Bd. 24, Sp. 2381] und Erde mehrere Fuß tief überdecken, so daß einzelne einschlagende Bomben ganz gewiß ohne alle Wirkung bleiben.« Empfehlungen gibt der Autor auch für den Baustoff: »Das beste Material ist sicher Töpferwaare; (die Chinesen könnten am besten Porcellan nehmen, da sie im Stande waren, aus diesem Material einen Thurm zu bauen), [...]« (Kunst- und Gewerbeblatt 1829, Sp. 524)⁴⁸.

Insgesamt beharrt der Verfasser jedoch bescheiden auf der Rolle des geistigen Geburtshelfers: »Es ließe sich also überhaupt über die Anwendung von hohlen Bausteinen sehr vieles sagen. Eine so ausgedehnte Behandlung des Gegenstandes kann aber in diesen Blättern nicht vorgenommen werden, und es wäre genug, wenn das wenige, was hier vorkommen kann, irgend einem sachkundigen Mann zur Veranlassung würde, über das ganze nachzudenken, und dadurch die wirkliche Anwendung herbeizuführen« (Kunst- und Gewerbeblatt 1829, Sp. 521–522).

1832 beklagt die Oktoberausgabe des »Kunst- und Gewerbe-Blatts des polytechnischen Vereins für das Königreich Bayern«, dass diese Beiträge von 1828 und 1829 trotz der überzeugend dargelegten Vorteile von hohlen Ziegeln wohl folgenlos blieben: »Allein weder die erste Abhandlung, noch die zweite hat irgend eine Beachtung gefunden, und zwar weder

48 Hier irrt der Autor, wenn er die 1529 erbaute und bis 1856 in revolutionären Wirren zerstörte Porzellanpagode von Nanjing meint, die in Europa sehr bekannt war und als achtes Weltwunder des Mittelalters galt. Durch Joan Nieuwhofs Bericht von 1665 wurde ihre Ansicht in Europa weit verbreitet und in der Folge zum Vorbild zahlreicher Pago-

denbauten chinoisier Gartengestaltungen. Ihr Anblick muss spektakulär gewesen sein, allerdings wurde Porzellan hier lediglich als Verkleidung benutzt und spielte für den knapp 80 m hohen Turm keine konstruktive Rolle; <<https://de.wikipedia.org/wiki/Porzellanpagode>> (17.04.2020).

von der Seite der Theoretiker, noch von Seite der Praktiker« (Kunst- und Gewerbeblatt 1832, Sp. 931). Dies ist freilich ärgerlich, denn während man in Paris und London schneller war, diese wiederentdeckte alte Technologie zu erproben und prominent anzuwenden, ließ man es in deutschen Landen (noch) ruhiger angehen. Der Artikel von 1832 bezieht sich – um noch einmal zu bekräftigen, wie international erfolgreich der Trend ist – ausführlich auf eine ungarische Publikation vom Vorjahr, auf die gleich zurückzukommen sein wird, in welcher das praktische Bauen mit hohlen Steinen – wiewohl hauptsächlich mit hohlen Mauerziegeln – und dessen Vorzüge detailliert beschrieben werden. Das Ineinanderfließen der Beschreibung der neuen Technologien hohler Röhren und hohler Quaderziegel in den früheren Veröffentlichungen verschiebt sich hier deutlich zugunsten der Letzteren⁴⁹.

Leider leistet der anonyme Autor von 1832 auch einer gewissen Begriffsverwirrung Vorschub, indem er Gewölbe aus hohlen Quaderziegeln ebenfalls als »Topfgewölbe« bezeichnet. Der Artikel resümiert: »Bisher sind zwar nur cylindrische und vierseitig prismatische hohle Steine in Anwendung gebracht worden. Es wurde aber schon in einem frühern Aufsatz im Kunst- und Gewerbeblatt bemerkt, daß die beste Form für hohle Steine zu Gewölben die von abgestutzten hohlen sechsseitigen Pyramiden sey. Es mag dann das Gewölbe ein Tonnen oder Kuppelgewölbe werden, so bleiben jene sechsseitigen Steine nach allen Richtungen im Verbande, die Quantität des Mörtels wird die kleinste, und das Gewicht des Gewölbes am geringsten« (Kunst- und Gewerbeblatt 1832, Sp. 942). Es wird klar, man hat hier ein Wabengewölbe vor Augen; begreift also beide »neuen« Technologien mit hohlen Quader- oder Röhrenziegeln als eng verwandt.

In dieser eben rezipierten Publikation des Architekten Johann Baptist (resp. János) Packh (1796–1839), »Neue Bauart mit hohlen Quader-Ziegeln, oder Abhandlung über die vielen und vortrefflichen Eigenschaften dieses Baumaterials«, veröffentlicht 1831 in Pesth (Budapest), wird anhand eines beispielhaften Neubaus in Gran bei Esztergom bis ins kleinste Detail die Herstellung und Anwendung ebenjener hohlen Quaderziegel beschrieben, was hier zu weit vom Thema wegführen würde, wenn es nicht wie schon erwähnt enge Verbindungen zu den in unserem Fokus stehenden Hohlröhren gäbe. Die wortreich in elf Unterpunkten gepriesenen Vorteile der hohlen Mauersteine entsprechen im Grundsatz exakt den bei Hohlröhren geschilderten – vorrangig Leichtigkeit, Feuerfestigkeit, viel (!) schnelleres Arbeiten durch leichtere Handhabung, geringe Anzahl benötigter Arbeitskräfte, dazu kommt neben diversen finanziellen Einsparungen der Hinweis auf eine schnellere Austrocknung und geringere Setzungserscheinungen bei den leichten Hohlziegelmauern –, alles Dinge, die den Bauherrn freuen (Packh 1831, 7–11 bzw. Kunst- und Gewerbeblatt 1832, Sp. 937–940).

Die Brücke zu den Hohlkörpergewölben wird ein weiteres Mal geschlossen, wenn Packh darüber berichtet, dass auch Gewölbe aus hohlen quaderförmigen Mauerziegeln angefertigt wurden, die durch ihr vergleichsweise geringes Gewicht flachere Krümmungen – oder

49 Die in den genannten Beiträgen dieser Zeit ebenso immer wieder angeführten hohlen eckigen Mauerziegel, sicher auch inspiriert durch römische Hypokaustziegel, werden hier nicht weiter in die Untersuchung einbezogen. Sie stellen bereits in der Antike ab der zweiten Hälfte des

1. Jhs. u. Z. eine – fast ausschließlich auf die römische Provinz Britannia begrenzte – Baulösung auch für Gewölbe dar (Lancaster 2015, 129–151), die jedoch anderen konstruktiven Prinzipien und Erfordernissen folgt als Röhrengewölbe.

aber »die kühnsten Wölbungen«⁵⁰ – und dünnere Stützmauern ermöglichen als eine normale Ziegeltonne. Diese Ziegel sollen von oben nach unten etwas keilförmig verlaufen⁵¹ und werden bei einem flachen Tonnengewölbe – das nach Packh mit dieser neuen Technologie viele andere Gewölbeformen ersetzen kann – auf Lehrbögen von allen vier Wänden gleichzeitig reihenweise zum Mittelpunkt verlegt, wie »gepflastert«, weshalb Packh auch den Namen »Pflastergewölbung« verwendet (Abb. 28) (Packh 1831, 51–52).

1834 wurden die einschlägigen Beiträge des preußischen und des bayerischen Gewerbeblattes der letzten Jahre in einer übergreifenden Darstellung zum Stand des Töpfereigewerbes in Bayern gewürdigt und zur praktischen Anwendung empfohlen (Schmitz 1834, Sp. 33–35). Der Autor, Inspektor der königlichen Porzellanmanufaktur in Nymphenburg, kennt zu diesem Zeitpunkt keine Beispiele für Hohlziegelgewölbe in Bayern. 1841 erschien das kleine Heft »Über die Anwendbarkeit der Topfgewölbe bei Bauten zu landwirtschaftlichen Zwecken«⁵².

Als »Schlüsseltext für Preußens Baumeister und zugleich ihr Scharnier zu antiken wie zeitgenössischen europäischen Topfbauweisen« dürfte man dann eine zusammenfassende Darstellung von Gefäß- bzw. Röhrengewölben von Karl Friedrich Schinkel (1781 bis 1841) in seinen »Vorlegeblättern für Maurer« bezeichnen (Schinkel 1834), wo die »Construction der Topfgewölbe« an mehreren Beispielen dargestellt wird (Abb. 29) (Lorenz 2003, 140–142 mit Abb. 7; Schinkel 1834, 9–10, Taf. 18; Kiefer 2004, 85). Schinkel zeigt bereits aus der Literatur bekannte antike Funde von Röhren und eingemauerten Gefäßen aus Rom und natürlich die Kuppel von San Vitale in Ravenna (vgl. Abb. 29,4–5). Für Letztere wiederholt er die Fehlbeobachtung von spiralig verlegten Röhren, die bereits 1823 im architektonisch-kunstgeschichtlichen Standardwerk von Seroux d’Agincourt so abgebildet worden war (Seroux d’Agincourt 1823, Bd. 3 [Tafelerläuterung], 18–19; Bd. 5 Taf. XXIII). Ansonsten bezieht er sich auf die oben genannten Pariser Beispiele von wabenartig verlegten Wölbgefäßen des 18./19. Jhs. (vgl. Abb. 29,8–12) und zeigt zuletzt das Modell einer Kuppel aus Wölbgefäßen in Wabenverlegung, welches er fast für die Rotunde seines 1823–1830 errichteten »Neuen« (heute Alten) Museums in Berlin gewählt hätte (vgl. Abb. 29,13–15), dann jedoch eine Konstruktion aus holzkohledurchsetzten Leichtziegeln bevorzugte. Eine antike Urform des Röhrengewölbes – vielleicht die eleganteste von allen, nämlich stehende, kraftschlüssige und selbsttragende Kreisbögen aus Röhren bzw. Gefäßen wie in Santo Stefano Rotondo (wovon Schinkel nur eine Einzelröhre abbildet, Abb. 29,3) – findet man in seiner Darstellung jedoch nicht.

Im großen Handbuch zu Baumaterialien von Rudolph Gottgetreu, die Erstauflage verlegt 1869 in Berlin, werden unter den »verschiedenen Arten der Ziegelwaaren« auch »Hohlziegel« aufgeführt⁵³. Neben Bezügen auf Pompeji⁵⁴ und römische Hypokauströh-

50 Dies eine spätere Formulierung aus dem »Kunst- und Gewerbeblatt« von 1832, Sp. 941.

51 Um die Krümmung des Gewölbes auszugleichen.

52 Eine Einsicht in diese sehr seltene Publikation war im Rahmen dieses Beitrags nicht möglich. Laut antiquarischen Informationen ist das 17 Seiten starke Heft des Autors von Kessel mit zwei lithografierten Tafeln nur in einer einzigen Ausgabe erschienen, in der (herzoglichen) Hofdrucke-

rei Ludwig in Oels (Oleśnica, Polen) in Niederschlesien.

53 Gottgetreu 1869, 223–226. Im Inhaltsverzeichnis wird noch von »Hohlsteinen« gesprochen.

54 »In Pompeji wurden hohle Ziegel in den Fällen angewendet, wo eine trockene Oberfläche zu Freskomalereien gesichert werden sollte« (Gottgetreu 1869, 223).

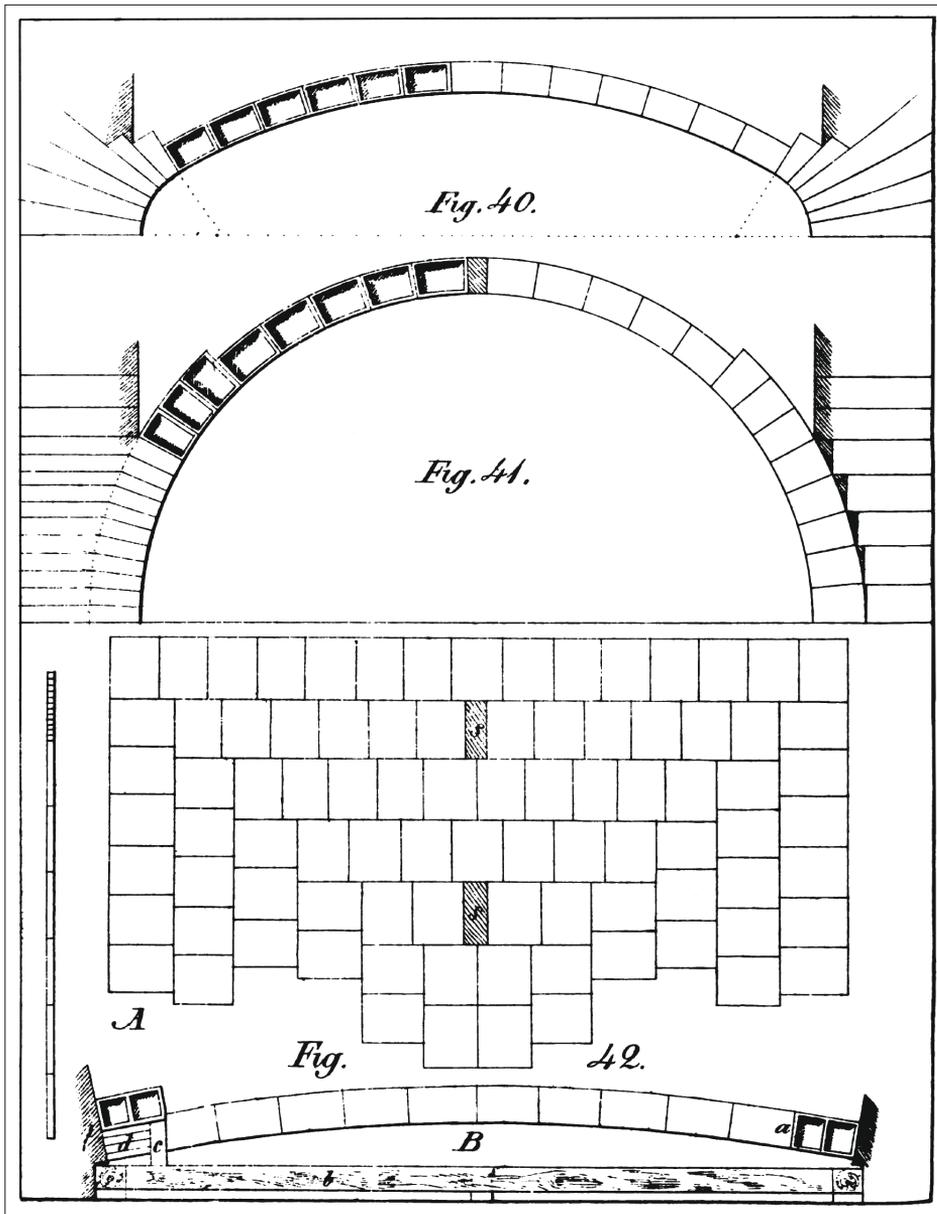


Abb. 28 Konstruktion flacher oder hoher Tonnengewölbe aus hohlen Quaderziegeln. Abbildung aus der 1831 veröffentlichten Publikation von J. B. Packh.

renziegel werden in einem kleinen historischen Rekurs die bekannten Beispiele von »Topfgewölben« in San Vitale in Ravenna und Santo Stefano Rotondo angeführt sowie nicht ganz exakt Beispiele einer Wölböhre und zweier Topftypen abgebildet (Abb. 30).

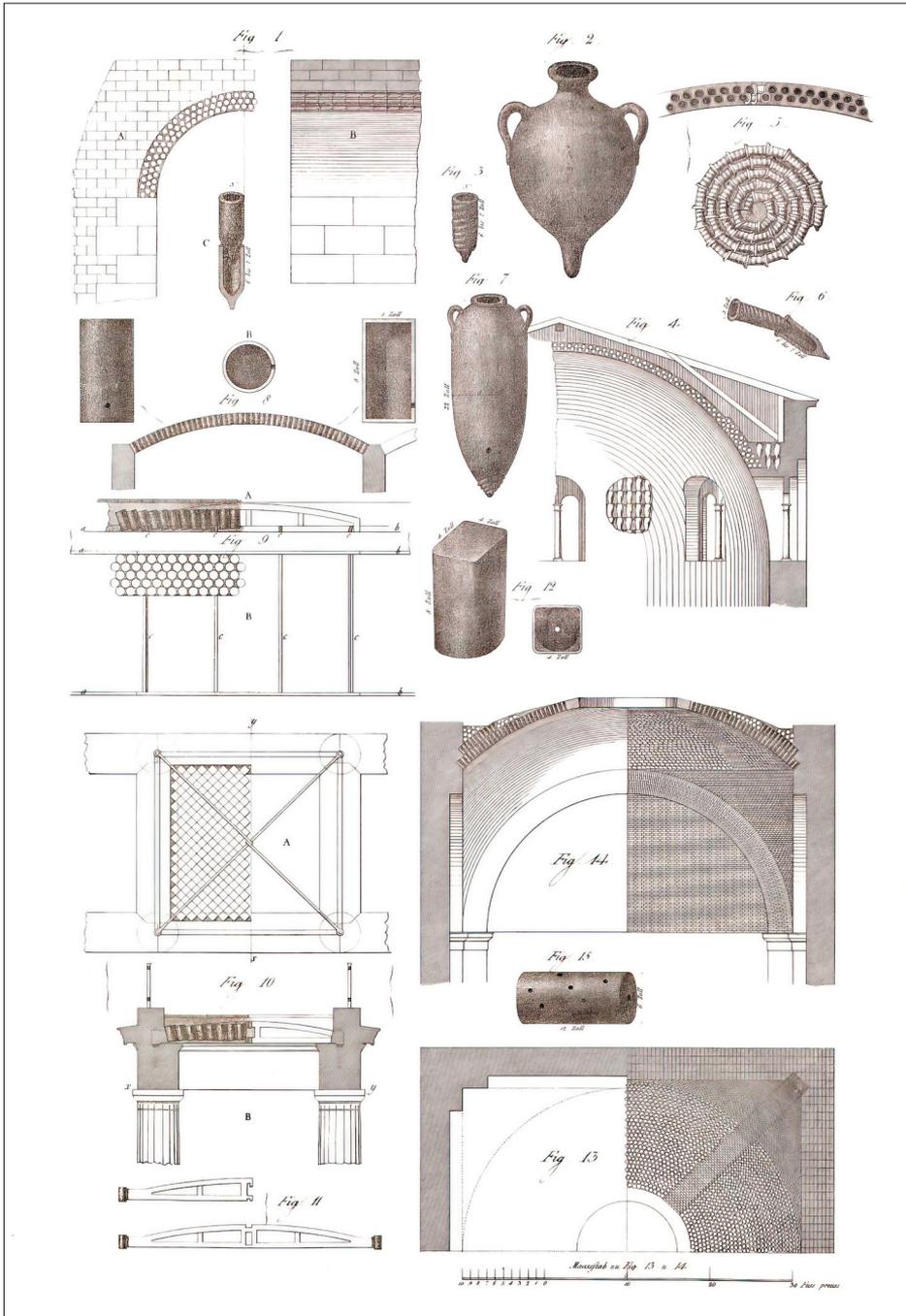


Abb. 29 »Construction der Topfgewölbe«. Darstellung aus den »Vorlegeblättern für Maurer« von K. F. Schinkel, 1834.

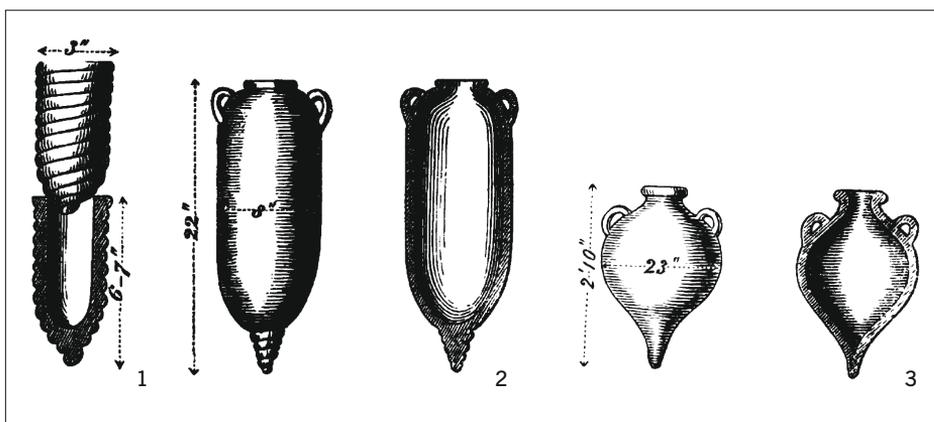


Abb. 30 Historische Darstellungen von Wölbbröhen und Wölbtopfen aus dem 1869 erschienenen Handbuch von R. Gottgetreu. 1 San Vitale in Ravenna; 2 Gefäße im Mauerwerk von San Vitale in Ravenna; 3 Mausoleum der Kaiserin Helena in Rom.

Wie bei fast allen Autoren dieser Zeit ist die Spitze der Röhren geschlossen dargestellt – was korrekt sein kann, aber nicht muss⁵⁵. Im Vordergrund bei Gottgetreu stehen jedoch die durch die neue Strangpresse (Drainpresse) möglich gewordenen hohlen Mauerziegel, »welche mit den Vortheilen des gewöhnlichen Formats die Vorzüge der Töpfe vereinigen« (Gottgetreu 1869, 223).

Ab dem ausgehenden 19. Jh. erschien über mehrere Jahrzehnte das Standardwerk »Handbuch der Architektur« in zahlreichen Bänden und Neuauflagen⁵⁶, und einer der Gründungsherausgeber, der Architekt und Bauforscher Josef Durm (1837–1919)⁵⁷, wirkte wesentlich am zweiten Teil der ersten Bände mit, einer Darstellung der Baugeschichte; in Band 2 (Durm 1885) über römische und etruskische Architektur. Hier nennt er auch kurz eingemauerte Gefäße an verschiedenen Bauten in Rom und Pompeji – wobei er statische Gründe für diese Konstruktionsmethode ausschließen möchte und sie stattdessen für eine elegante Art hält, beschädigte Gefäße zu verwerten –, geht auf die »spiralförmige« Schichtung der Gewölbekuppel in Ravenna ein und endet mit dem Hinweis »Der Gebrauch von Töpfen zu Wölbungen hat sich in Syrien bis heute erhalten« (Durm 1885), ohne dafür eine weiterführende Quelle anzugeben. Das von ihm dazu abgebildete Gefäß ist anscheinend konisch kapselförmig, also allseitig geschlossen, mit je einem Loch im Boden und im gewölbten oberen Verschluss⁵⁸.

55 Laut Storz (1994, 8) sind dies Fehlbeobachtungen, denn die Spitze der Röhre sollte für ihre konstruktive Aufgabe grundsätzlich offen sein – was bei vielen Funden auch der Fall ist. Da es jedoch auch Fundplätze von Röhren mit geschlossener Spitze gibt (vgl. die algerischen Funde in Kap. 2.2.3), wäre im Einzelfall zu prüfen, ob die damaligen Darstellungen in der Literatur vereinfacht, falsch oder doch richtig waren.

56 <https://de.wikipedia.org/wiki/Handbuch_der_Architektur> (10.08.2020).

57 <https://de.wikipedia.org/wiki/Josef_Durm> (10.08.2020).

58 Durm 1885, 198–199, hier bes. Abb. 173 B. Eventuellen Traditionen der Bauweise mit Röhren oder Gefäßen in diesem geografischen Raum konnte im Rahmen des vorliegenden Beitrags nicht nachgegangen werden.

2.2.5.2 Weitere Wabengewölbe des 19. Jahrhunderts

Wie in der eben geschilderten zeitgenössischen Literatur reflektiert, hatte man im 18. Jh. in Frankreich und England erste Hohlkörpergewölbe errichtet, bei denen im Unterschied zum antiken Röhrengewölbe mit einem der Eisenbauweise untergeordneten Prinzip die »Wölbtopfe« keine kraftschlüssigen Bögen oder Ringe bilden, sondern ähnlich einer Bienenwabe nebeneinander gesetzt und mit Gipsmörtel verbunden sind. Diese Methode fand im 19. Jh. eine noch weitere Verbreitung.

Zum Aufstieg der Wölböhre in dieser Zeit mag beigetragen haben, dass Experimente mit sog. Leichtziegeln, bereits seit der Antike bekannten sehr porösen Ziegelsteinen, die man mit Bimsstein, Asche, Kalk, Kohle oder organischen Materialien versetzte, bis zur Mitte des 19. Jhs. wieder zum Erliegen kamen. Obwohl von Schinkel in den 1820er-Jahren in der Friedrichswerderschen Kirche und dem Alten Museum verwendet (s. o.) und auch von Stüler noch für das Neue Museum ins Auge gefasst, war wohl die zu geringe Festigkeit und Stabilität ein empfindlicher Nachteil, vor allem für Großbauten (Bode 2003, 335–337). Wölböhren oder »Wölbtopfe« boten dagegen neben ihrer Leichtigkeit auch eine hervorragende Stabilität.

Als erstes bisher bekanntes Hohlziegelgewölbe der Mark Brandenburg gilt die Flachkuppel des Epenstein-Mausoleums auf dem Friedhof der Dreifaltigkeitskirche in Berlin-Kreuzberg (1834) von Eduard Knoblauch, Stülers bestem Freund. Dafür wurden acht unterschiedliche, leicht konische Röhrenformate verwendet, die auf der Ober- und Unterseite mit kleinen Löchern versehen waren und die man wabenförmig, also nebeneinander, verlegte (Bode 2003, 359; vgl. auch Lorenz 2014, 60 mit Abb.). Dieses innovative Bauprojekt fand umgehend publizistischen Niederschlag, wobei man die schnelle Fertigstellung und das im Vergleich mit einem Ziegelgewölbe auf ein Drittel reduzierte Gewicht lobte (Knoblauch 1934). Weil die hohlen Kapseln leichter sind, können sie besser gehandhabt und schneller verbaut werden, und weil sie größer als Ziegel sind, muss man für ein Gewölbe vergleichsweise weniger davon bewegen und verbauen und ist nochmals schneller fertig. Die im Querschnitt kreisförmige Röhre setzte sich aufgrund der leichten Verarbeitbarkeit in der Folge besser durch als der zwar mörtelsparende, jedoch zeitaufwendiger zu verlegende Hohlziegel mit polygonalem Querschnitt (Bode 2003, 360–361).

Auch beim Gießhaus der Maschinen-, Fahrzeug- und Rüstungsfirma Henschel & Sohn in Kassel (heute Universität Kassel) entschied man sich 1836/37 dafür, die ca. 13 m hohe halbkugelförmige Kuppel mit einer Spannweite von 16 m mit Keramikröhren auszuführen – aus Gründen der Feuersicherheit und des geringen Gewichts. Wie später in Berlin steckte man die hier in mindestens zwei Größen verwendeten, konischen Röhren nicht zu Bögen zusammen, sondern setzte sie nebeneinander in ein Mörtelbett, sodass die sichtbar bleibenden Öffnungen im Rauminnen einen wirklich wabenartigen Charakter erzeugen. Die heutige Nutzung des Gießhauses als Konzertsaal oder für Klanginstallationen bei der Documenta 14 (2017)⁵⁹ lässt vermuten, dass die Kuppelschale als offene »Wabe« akustisch nicht gerade von Nachteil ist – ein Argument, welches bei Autoren des 18. und 19. Jhs. im Zusammenhang mit Röhren-

59 <<https://www.documenta14.de/de/venues/21715/giesshaus-universitaet-kassel->> und <<https://>

soundcheck-kassel.de/gie%C3%9Fhaus.html (11.02.2021).

und Gefäß-Wölbtechniken schon verschiedentlich anklang, hier jedoch nicht weiter verfolgt werden kann.

Die innovative Kuppel des Gießhauses rief damals großes Aufsehen hervor. Bei ihrer Errichtung musste man mit mindestens einem Teileinsturz Lehrgeld bezahlen⁶⁰.

Ein prominentes Beispiel für solche modernen Gefäßgewölbe ist vor allem das 1841 bis 1859⁶¹ vom Schinkel-Schüler und damaligen Hofbaurat sowie »Architekten des Königs« Friedrich August Stüler (1800–1865) errichtete Neue Museum in Berlin, der erste in Eisenbauweise errichtete und gleichsam »entmaterialisierte« Monumental(leicht)bau Preußens. Neben vielen anderen sehr innovativen, durch eine fortschreitende Industrialisierung des Bauwesens ermöglichten konstruktiven Lösungen in dem sich deutlich vom älteren Schinkel-Museum absetzenden Bau entschied sich Stüler dafür, zahlreiche Raumdecken in allen Geschossen als von profilierten Trägern eingefasste bzw. gestützte Kassettendecken oder Topfgewölbe verschiedener Formen auszuführen, z. B. flache Tonnengewölbe und Pendentifkuppeln (Abb. 31)⁶². In unterschiedlichen Lösungen kombinierte Stüler Mischtragwerke aus »Töpfen«, Leichtziegeln und Ziegeln. Stülers Ziel war es, leichte und dünne Gewölbeschalen zu erhalten, denn der äußerst schwierige Baugrund der Museumsinsel zwang zu dünnen Mauern und damit leichten, feuersicheren Decken ohne viel Schub, zu bewältigen in einer äußerst kurzen Bauzeit (für die Gewölbe). Da das Neue Museum trotz dreier Geschosse nicht höher werden durfte als das unmittelbar benachbarte zweigeschossige Alte Museum, waren minimierte Konstruktionshöhen bei den Decken das Ziel (Lorenz 2014, 35).

Der Wahl der konkreten »Topf«-Formen und -Größen gingen aufwendige Untersuchungen voraus. Man entschied sich für fünf Größen von 10, 7, 6, 5 und 4 Zoll Höhe (Lorenz 2014, 47 mit Abb. o.). Je nach Deckenform entstehen bei den Gewölben zwischen den verlegten »Töpfen« trotz der zur Verfügung stehenden unterschiedlichen Größen gelegentlich Zwischenräume, die mit Ziegelbruchstücken oder Ähnlichem ausgezwickelt werden müssen (Abb. 32)⁶³. Wie bei den antiken Röhrengewölben wurde auch hier mit Gipsmörtel – »Halberstädter Gyps« (Hoffmann 1846, 171) – gearbeitet. Ob man bei den Kapselgewölben auf Schalung gearbeitet hat, wird sowohl in den zeitgenössischen als auch den aktuellen Publikationen zur Sanierung nur sehr zurückhaltend oder gar nicht angesprochen. Vereinzelt Fotos von der Rekonstruktion eines »Topf«-Tonnengewölbes beim Wiederaufbau des Museums zeigen zumindest das Verlegen auf Schalung (Lorenz 2014, 93 Abb. u.) bzw. benennen die Ausschalung (Eisele/Seiler 2013, 90 Abb. 11). Anders als in den Planungen verwendete man, wie bei der Sanierung ab 2003 sichtbar wurde, auch für Wandabfangungen keramische Kapseln, so im Bacchussaal (Lorenz 2014, 41 Abb. o.).

Abb. 31 (rechte Seite) Berlin, Neues Museum. Rekonstruierte flache Pendentifkuppeln aus keramischen Kapseln im Majolikasaal des 2. Obergeschosses. Zustand 2018.

60 <<http://www.kassel.de/datenerfassung/gebaeude/01721/index.html>> (18.07.2018).

61 Vom ersten Spatenstich bis zur Eröffnung der letzten Abteilung. Ausführung der Topfgewölbe inkl. Langzeit-Belastungstests 1844/45 (Lorenz 2014, 97–99).

62 Vgl. weiterführend Lorenz 2014, bes. 8–9; 35–37; 42–43; 47–48; 59–61; 92–93. Detaillierte Beschreibung und konstruktive Skizze auch bei Eisele/Seiler 2013, 85–86.

63 Sichtbar an zahlreichen Gewölben, vgl. Eisele/Seiler 2013, 90 Abb. 11.



ZEITMASCHINE
TIME MACHINE

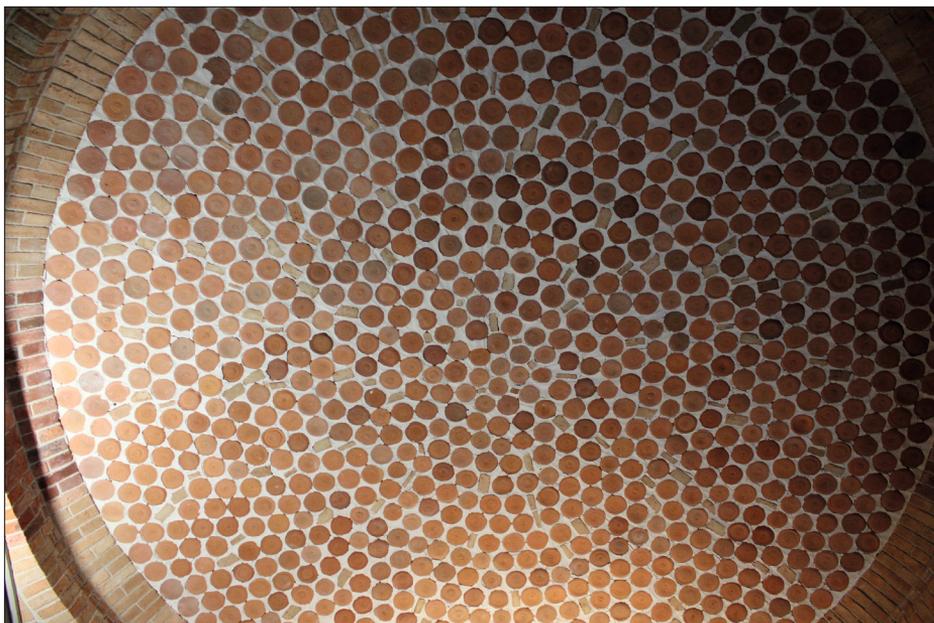


Abb. 32 Berlin, Neues Museum. Rekonstruierte flache Pendantkuppel aus keramischen Kapseln im Majolikasaal des 2. Obergeschosses. Detail der Auszickung von Zwischenräumen mit Ziegelstücken. Zustand 2018.

Bei den »Töpfen« im Neuen Museum handelt es sich um von der Tonwarenfabrik Ernst March in Berlin-Charlottenburg (eine der damals regional führenden Hohlziegelproduzenten, vgl. Bode 2003, 363) hergestellte zylindrische, komplett geschlossene Kapseln in fünf Größen zwischen 10 und 25 cm Länge⁶⁴. Ihre Böden mit deutlichen Abdrehsuren sind in einer Manifestation ingenieurtechnischen Selbstbewusstseins und aufgrund der als bahnbrechend empfundenen Bauweise an der Gewölbefläche in manchen Räumen freisichtbar gelassen worden oder, u. a. im Niobidensaal, von einem Putz bedeckt, der diese Gefäßböden mit einer stilisierten Bemalung unter Berücksichtigung einer illusionistischen Licht- und Schattenwirkung sogar wieder künstlerisch aufgriff (Abb. 33)⁶⁵. Für den Wiederaufbau des Museums zwischen 2003 und 2009 wurden nachgefertigte keramische Kapseln der Märkischen Keramikmanufaktur in Görzke, Lkr. Potsdam-Mittelmark, verwendet (Abb. 34)⁶⁶. Trotz Teilzerstörung und Verfall waren viele Topfdecken auch 150

64 Verwirrenderweise wird diese geschlossene Kapselform in kaum einer der zahlreichen zur Erbauungszeit des Museums oder im Zuge der Neueröffnung 2009 erschienenen Schriften, die näher auf die Gefäßdecken eingehen, benannt oder gezeigt, es ist stets nur von »Töpfen« die Rede – was begrifflich inkonsequent erscheint. Carl Wilhelm Hoffmann erwähnt immerhin kleine Löcher im Boden oder der Wandung der »Töpfe«, damit im

Brennofen »die eingeschlossene Luft entweichen kann« (Hoffmann 1846, 170); Eisele und Seiler benennen »allseitig geschlossene Hohlkörper« (Eisele/Seiler 2013, 85). Bei Wedekind u. a. 2013, 99 Abb. 3, sieht man eine aufgeschnittene keramische Kapsel.

65 Vgl. die detaillierte Darstellung bei Breitenfeldt/Skedzuhn 2013, bes. 119–120 mit Abb. 3.

66 Für die Bereitstellung der Fotos einer originalen



Abb. 33 Berlin, Neues Museum. Rekonstruierte Gewölbetonne des Niobidensaales mit illusionistischer Darstellung der unter dem Putz liegenden Wölbkapseln (hell: Rekonstruktion, dunkel: Befund). Zustand 2018.



Abb. 34a–b Von der Märkischen Keramikmanufaktur Görzke für die Rekonstruktion der Gewölbe des Neuen Museums in Berlin produzierte Wölbkapsel mit Furchung und Entlastungsloch in der Seite.

Jahre nach ihrer Errichtung in erstaunlich gutem Zustand und konnten in die Rekonstruktion des Gebäudes einbezogen werden. Wie beim originalen Bau gingen auch der Wiedererrichtung der »Topfgewölbe« erfolgreiche Traglastversuche an erhaltenen sowie einem neu errichteten Probegewölbe voraus (Eisele/Seiler 2013, 86; Lorenz 2014, 92–93 mit Abb.).

Auch beim Neuen Museum gab es für den schnelleren Gewölbebau und die unkomplizierte Arbeitsweise – »Die erforderlichen Handgriffe ergeben sich sehr leicht, und ohne dass man nötig hat die Arbeiter weitläufig zu instruieren« (Hoffmann 1846, 171) – schnell publizistische Anerkennung; hier erfüllte sich an herausragender Stelle das, was die Veröffentlichungen der 1820er- und 1830er-Jahre propagiert hatten (vgl. Kap. 2.2.4.1)⁶⁷. Aufgrund der guten Erfahrungen mit dem Neuen Museum setzte Stüler auch für die im Bau befindliche Großkirche St. Nikolai in Potsdam, deren Bauleitung er 1845 übernahm, eine Kuppel mit Gefäßgewölbe durch (fertiggestellt 1850). Für die 1945 zerstörte Kuppel wurden beim Bau 16 890 »Topfsteine« geliefert⁶⁸. Kurz zuvor, 1839, war auch die innere Kuppel der Isaak-Kathedrale in St. Petersburg mithilfe von keramischen »Töpfen« zwischen gusseisernen Rippen errichtet worden (Lorenz 2003, 130; 134; 140 Abb. 5). Dort waren Gefäßgewölbe zu der Zeit vor allem bei Großbauten regelrecht populär, wie beim Wiederaufbau des Winterpalastes (1838) und der Neuen Eremitage (um 1845), die man auch ausführlich publiziert (Lorenz 2003, 140).

2.2.6 Bauen mit Wölbröhren im 20. Jahrhundert

Eine markante Phase der Verwendung von Wölbröhren in Mitteleuropa begann in der Zeit des Zweiten Weltkrieges. Ab 1940 gibt es mehrere Patente des französischen Architekten Jacques Couëlle (1902–1996), die sich auf keramische Röhren für Gewölbe beziehen (*Fusées céramique*)⁶⁹. Couëlle gilt als Verfechter des organischen Bauens, der »architecture-sculpture«; ein Verächter des rechten Winkels. Seine Freundschaften mit Picasso und Dalí werden ihn entsprechend beeinflusst haben (Deiler 2019, 53).

In den 1940er-Jahren, einer Zeit knapper Baumaterialien und hoher Baukosten, suchte Couëlle wie andere Architekten nach neuen Lösungen und entdeckte die keramische Wölbröhre neu. Zusätzlich zur Übergehung des Bauholzmangels (eine Wiederholung des spätantiken Arguments!) wurden in den Patentanmeldungen auch die einfache Herstellung der Röhren und ihre simple Montage als Grundmotivation angeführt (Deiler 2019, 56–57). Ein direkter Bezug Couëlles auf antike Traditionen ist nicht bekannt, er stützte sich nach eigener Aussage vielmehr auf Vorbilder aus der Natur, wie Bambus oder Schachtelhalm, und die dort beobachtete Versteifung von einzelnen Halmabschnitten durch übergreifende Gelenke, den Nodien⁷⁰.

Kapsel aus dem Sanierungsgeschehen des Neuen Museums danke ich sehr herzlich Insa Christiane Hennen, Lutherstadt Wittenberg.

67 Bereits kurz nach Fertigstellung der Decken berichtete man ausführlich über die unternommenen Belastungstests, die Konstruktion an sich, die Kosten etc. (Hoffmann 1846).

68 Lorenz 2003, 129–130; <[https://de.wikipedia.org/wiki/St._Nikolai_\(Potsdam\)](https://de.wikipedia.org/wiki/St._Nikolai_(Potsdam))> (02.02.2021).

69 Siehe <www.landsberger-zeitgeschichte.de/Patente.htm> und <www.landsberger-zeitgeschichte.de/Couelle.htm> (08.08.2018).

70 Es darf bezweifelt werden, ob er nicht doch antike Anregungen verarbeitet (freundl. Hinweis von Sebastian Storz, Dresden), zumal Couëlle auch ein archäologisches Interesse nicht abgesprochen werden kann; vgl. Deiler 2019, 58.

Im Gegensatz zu den angeführten wabenförmigen Hohlkörpergewölben des 18./19. Jhs. geht es Couëlle wieder um »richtige« Röhrengewölbe aus stehenden Kreisbögen, deren Scheitelpunkt nach oben und deren Enden nach unten zeigen. Die einzelnen Röhren sollten nur an den Montagestellen gering miteinander vermörtelt, d. h. selbst nicht gefüllt werden (Deiler 2019, 57 Abb. 7). Als Erweiterung der tragenden Funktion stellte er sich eine Regelung des Raumklimas durch diese Röhren vor, indem man heiße oder kalte Luft durch sie leitet (was sparsam vermörtelte, beidseitig offen bleibende, freie Röhren voraussetzt). In einer großen Marseiller Fabrik (s. u.) lief eine umfangreiche Produktion dieser Röhren an, die im Zweiten Weltkrieg für diverse militärische Bauten, auch Brücken, genutzt und nach Kriegsende für die schnelle Errichtung von Behelfsunterkünften verwendet wurden. Bei Marseille entstanden z. B. in einem großen Auffanglager 80 Baracken mit Tonnendecken aus *fusées céramique* (Deiler 2019, 54–56). Die Zeitschrift »Le Monde illustré« widmete 1946 dieser Bauweise von Couëlle einen Beitrag mit einem Ausblick auf die möglichen weiteren Entwicklungen⁷¹.

In den 1950er-Jahren erlebte dieses System auch in Belgien und den Niederlanden eine gewisse Blüte, weil durch den allgemeinen Bauboom die Kosten für Zement und Stahl stiegen und Architekten erneut nach preiswerten bzw. alternativen Baumaterialien und Montageformen Ausschau halten mussten. In Echt (Niederlande) entstand eine Fabrik für Keramikröhren mit einem Produktionsvolumen von zehn Millionen Röhren jährlich (Kamerling 2011, 2). Zahlreiche Industrie- und Militärbauten, Kaufhäuser, Schwimmbäder und Kirchen wurden mit Röhrengewölben versehen. Flache Tonnengewölbe, wie an einer erhaltenen Halle auf einem ehemaligen Militärgelände bei Woerden, können für diese Bauten ebenso typisch sein wie hohe Bögen, z. B. an der in den 1950er-Jahren von Jean Huysmans entworfenen und schon 1979 abgerissenen Kirche St. Joseph in Sittard (Abb. 35) (Kamerling 2011, bes. Abb. 1; 3; 11). Auch Kuppeln, wie an der Eingangshalle des Bahnhofes von Arnhem (2009 abgerissen) oder der St. Raphael-Exodus-Kirche in Hengelo (noch existent), wurden ausgeführt (Kamerling 2011, Abb. 4–5 und Tab. 1; die Kirche dort wohl falsch Groningen zugeordnet).

In dieser Zeit war es üblich, auf einem Lehrgerüst erst eine dünne Schicht Mörtel aufzutragen und die Röhren dann – ineinandergesteckt wie üblich – dort hineinzudrücken. Nach ca. sechs vollständig gelegten Bögen konnten ein Zwischenmörtel aufgetragen und eine zweite, manchmal noch eine dritte Schicht Röhren übereinander gelegt werden. Erst nach 36 Stunden Aushärten wurde das Lehrgerüst entfernt; manchmal nutzte man zur Kosteneinsparung ein bewegliches Gerüst, welches mit dem Wachsen des Gewölbes weitergefahren wurde (Kamerling 2011, 3–4) (Abb. 36). An eine freitragende, schalungslose Errichtung von Röhrengewölben hat man sich in der Moderne anscheinend nicht mehr getraut bzw. sie war, da man wie beim ältesten Röhrengewölbefund in Morgantina auf eine Vermörtelung der einzelnen Röhren untereinander (weitgehend) verzichtete, statisch wohl auch gar nicht möglich.

Steigende Lohnkosten und andere preiswerte Baumaterialien für Dachkonstruktionen in den 1960er-Jahren führten zum Auslaufen der Produktion keramischer Röhren

71 Sehr gut dargestellt auf <http://archipostalecarte.blogspot.com/search/label/Jacques_Couelle>

(04.06.2021), dort der ganze Artikel in Text und Bild einsehbar.



Abb. 35 Sittard, Niederlande, Sint-Jozefkerk. Aufnahme vor 1979.

(Deiler 2019, 56). Abrisse von Bauten aus dieser Zeit dauern bis in unsere Tage an, wie das Beispiel der Kirche St. Bernadette in Le Grand-Quevilly bei Rouen im Jahr 2014 zeigt, auch wenn das nicht mehr möglich scheint, ohne einen Skandal auszulösen⁷². Solche Ereignisse und ihre mediale Reflexion führen auch zu einem breiter werdenden Bewusstsein über den Schutzwert dieser Bauten und entsprechenden Bemühungen, wie für die letzte Keramikröhrenkirche der Normandie in Serqueux, bei der nicht nur das typische parabolisch gewölbte Schiff auffällt, sondern auch die flachen flaschengewölbten Decken eines Verbindungsganges zu einem Nebengebäude⁷³.

Das einzige erhaltene⁷⁴, zugleich geschichtlich brisante Beispiel für die Verwendung dieser französischen Röhren in Deutschland ist das Lager »Kaufering VII« bei Landsberg am Lech, eines von elf Außenlagern des KZ Dachau zur Unterbringung von Häftlingen für den Bau von Bunkern für die Flugzeugproduktion⁷⁵. In »Kaufering VII« führte man 1944 mehrere Zwangsarbeiterbaracken als doppelschalige Röhrengewölbebetonnen aus, und auch nur in diesem Außenlager sind bauliche Überreste in nennenswertem Umfang überliefert.

Von ursprünglich sechs Baracken mit Röhrengewölbe sind noch drei komplett erhalten. Diese über die Jahre verfallenen Bauten der Europäischen Holocaustgedenkstätte wurden

72 Eindrucksvolle Bilder vom Abriss der Kirche mit Röhrengewölbe in Le Grand-Quevilly, ca. 2014, findet man auf <<http://archipostalecarte.blogspot.com/2014/12/grand-quevilly-la-honte.html>> (04.06.2021).

73 Erbaut von Michel Percheron in den 1950er-Jahren; mit vielen Fotos gut dargestellt auf <<http://normandie.canalblog.com/archives/2020/06/11/38363480.html>> sowie <<http://archipostalecarte.blogspot.com/2015/10/sauvons-leglise-de-serqueux-avant-que.html>> (04.06.2021).

74 Nach Einschätzung von Storz 2016, 97 Anm. 3.

75 Für die Informationen des folgenden Abschnitts siehe <<http://www.landsberger-zeitgeschichte.de/Tonroerenbaracken.htm>> und die ausführliche denkmalpflegerische Dokumentation jedes einzelnen Projektjahres unter <<http://www.landsberger-zeitgeschichte.de/Konservierung.htm>> (08.08.2018); ebenso Hermann 2016, ausführlicher zuletzt bei Deiler 2016 und Deiler 2019 sowie Storz 2016.

zwischen 2011 und 2016 aufwendig instand gesetzt (Abb. 37–38). Dabei erkannte man, dass die Röhren durch die »Organisation Todt« aus dem besetzten Frankreich beschafft worden waren, möglicherweise aus der einzigen sicher belegten Produktionsstätte im Quartier Saint-André, einem Stadtviertel von Marseille. Auf deutscher Seite bestanden aber anscheinend keine exakten Kenntnisse über ihre Verwendung, denn ihre Montage in Kaufering weicht in Details von den Angaben der französischen Patente ab, z. B. in der Vernachlässigung der Regelfunktion für das Raumklima. Eine konstruktive Parallele zur antiken Technik besteht jedoch darin, dass jede Bogenreihe von beiden Seiten begonnen wurde und die sich im Scheitel treffenden konischen Enden durch eine Art Muffe verbunden wurden. Im Gegensatz zur Antike wurden die Röhren in Kaufering jedoch mörtelfrei

verlegt, was eine Schalung nötig machte. Die selbsttragende Funktion erhielt das Gewölbe erst nach Aushärtung einer Schicht Außenmörtel (s. u.). Schriftliche Unterlagen über den Bau der Gewölbe, wie Materialbestellungen, Baupläne etc., sind leider nicht erhalten.

Die Keramikröhren mit deutlich einziehender Halszone, hergestellt im Strangpressverfahren, sind ca. 30 cm lang und 8 cm dick mit einem Innendurchmesser von 6 cm und einem Gewicht von 1,1 kg (Abb. 39). Das bodenlose Ende ist minimal geweitet, um das Zusammenstecken zu erleichtern. Einige Röhren tragen den Produktionsstempel »FUSÉE CÉRAMIQUE J. C. BTÉE S.G.D.G.«, der Hinweis auf ein in Frankreich bis 1968 geltendes Patent sowie den französischen Architekten Jacques Couëlle (s. o.) (Deiler 2019, 52–53).

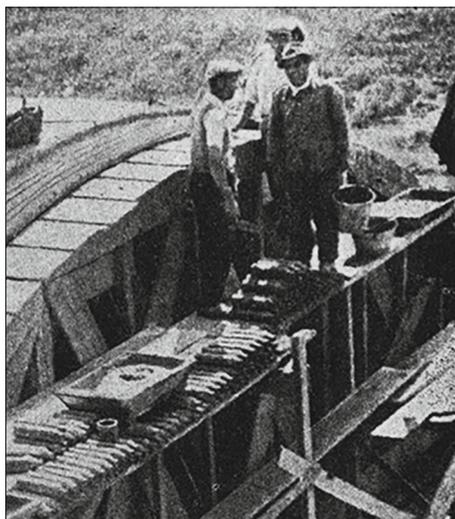


Abb. 36 Niederlande. Errichtung einer Halle mit Röhrengewölbe auf Schalung mit beweglichem Gerüst am Kopf des Baus. Foto vor/um 1949.



Abb. 37 Kaufering, Lkr. Landsberg am Lech. KZ-Außenlager Kaufering VII. Rekonstruierte Tonröhrenbaracken. Zustand 2017.



Abb. 38 Kaufering, Lkr. Landsberg am Lech. KZ-Außenlager Kaufering VII. Blick in ein rekonstruiertes Röhrengewölbe. Zustand 2016.



Abb. 39 Kaufering, Lkr. Landsberg am Lech. KZ-Außenlager Kaufering VII. Fundsituation von vermauerten Wölbröhren an einer verfallenen Baracke.

Das Gewölbe mit einer Spannweite von 5,3 m ist zweilagig mit einer Zwischenmörtelschicht (was zu einer Dicke von 18 cm führt) und außen mit Zementmörtel, einem Teeranstrich und zusätzlich 20 cm Erde abgedeckt. Die Gewölbe jeder Baracke bestehen aus

155 Wölbbögen mit 28 oder 29 Röhren, und das in doppelter Lage. Dies ergibt ca. 8830 Röhren mit einem Gesamtgewicht von 9,7 t pro Baracke. In Kaufering VII wurden so ca. 53 000 Wölböhren verbaut (Deiler 2019, 59–61).

2.2.7. Das 21. Jahrhundert

Die heute bekannten bzw. erhaltenen Beispiele für Röhren- bzw. Gefäßgewölbe sind, gemessen an anderen Gewölbeformen, Einzelfälle, auch wenn der Forschungsstand in den letzten Jahrzehnten deutlich angewachsen ist. Darüber hinaus ist es in der deutschen Fachliteratur schwierig, sich über das Thema zu informieren, denn in jüngeren kunstgeschichtlich-architektonischen Standardwerken bzw. Lexika werden Röhrenge- wölbe eher als Kuriosum behandelt oder gar nicht erst erwähnt⁷⁶. In Publikationen zu Ziegeln fallen Gewölberöhren(-ziegel) – da weder Mauer- noch Dachziegel – ebenso gern unter den Tisch⁷⁷. Damit ist natürlich keine Breitenwirkung zu erzielen!

Etwas besser sieht die Situation bei der praktischen Anwendung aus. Aufgrund der ihnen innewohnenden Vorteile finden Gewölbelösungen aus keramischen Röhren heute wieder Interesse, so an verschiedenen Institutionen in Indien⁷⁸; auch aus Gründen, die vorher noch nicht so im Fokus standen. So wurde z. B. am Centre of Science for Villages (CSV), Wardha (Bundesstaat Maharashtra), ein System flacher Tonnengewölbe aus einfachen konischen Röhren entwickelt. Die handgetöpferen und unter einfachsten Bedingungen hergestellten Röhren (*conical tile*) (Abb. 40) werden anscheinend mörtellos ineinandergesteckt und ergeben flache Bögen, die Enden stehen auf schrägen Widerlagern. Die Wölbbögen werden nacheinander wechselnd in der Richtung aufgestellt, damit die breiten und schmalen Enden der Röhren einander gegenüberliegen und die Zwischenräume auf ein Minimum reduziert werden. Nach Entfernung des Hilfsgerüsts kann das Gewölbe ein wenig einsinken, versteift sich mithilfe der Schwerkraft jedoch nur noch mehr (Abb. 41). Abschließend wird die Tonne von einem Außenputz bedeckt, in den zerbrochene glasierte Keramikscherben eingedrückt werden können (*china mosiac*). Dadurch wird das Gewölbe starr und regendicht. Die hier beworbenen Vorteile des »Wardha-Daches« sind: einfache Herstellung der Röhren und einfache Montage des Gewölbes, eine kostengünstige Bauweise sowie die Schaffung von Arbeitsplätzen durch die arbeitsintensive Technologie. Die mit solchen Gewölben versehenen Häuser

76 Immerhin gibt es in der »Baustilkunde« (Koch 1993) den Terminus »Amphorengewölbe«, wenn auch kombiniert mit einer nicht zutreffenden Zeichnung (Tubi, keine Gefäße) und einer ansatzweise falschen Erklärung (spiraliger Aufbau): Bd. 1, 41 sowie Bd. 2, 426 (»Amphorengewölbe«) und 463 (»Kuppel«). Im Leipziger »Lexikon der Kunst« (Lexikon 1994) gibt es in Bd. 7 einen kurzen Eintrag zum Stichwort »Topfgewölbe«. Keine Erwähnung findet das Phänomen im »Kleinen Wörterbuch der frühchristlichen Kunst und Archäologie« (Laag 1990) oder im »Bauhistorischen Lexikon« (Schrader/Voigt 2003), auch »Metzlers Lexikon antiker Architektur« kennt unter den Stichworten »Ziegel, Ziegelbauweise«

lediglich Hypokaustziegel als hohle Sonderformen (Höcker 2008, 292–293).

77 Zum Beispiel keine Erwähnung in Schrader 1997. Dazu kommen terminologische Schwierigkeiten: Das »Lexikon der Ziegel« von Bender enthält zwar das Stichwort »Röhrenziegel«, versteht darunter jedoch einen Dachziegel mit halbkreisförmigem Querschnitt, d. h. einen Hohlziegel, keine Röhre im hier behandelten Sinne (Bender 1995, 232). Diese findet sich unter dem Stichwort »Gewölbeziegel/Wölbziegel« in einer sehr knappen und ansatzweise falschen Darstellung.

78 Verweis auf die indischen Quellen bei Deiler 2019, 56.



Abb. 40a–c Bilaspur, Chhattisgarh (Indien).
a Frisch auf der Töpferscheibe gedrehte Guna-tube-Rohlinge; Länge 17–20 cm, großer Durchmesser 13–14 cm, kleiner Durchmesser 6–7 cm;
b luftgetrocknete Guna tubes, bereit für den Aufbau des Feldbrandofens;
c aufgebauter Feldbrandofen vor der endgültigen Abdeckung mit Stroh und Häcksel.



Abb. 40d–e Bilaspur, Chhattisgarh (Indien). d Abgebrannter und ausgekühlter Feldbrandofen während der Entnahme der gebrannten Guntubes; e platzsparendes Stapeln der neu produzierten Röhren für den Abtransport auf einem Lkw. Fotos 2017–2018.



sind außerdem nicht nur relativ erdbebensicher (weil das Dach vergleichsweise leicht ist), sondern lassen sich auch einfach wieder aufbauen, zudem können komplette Röhren beschädigter oder abgetragener Häuser wiederverwendet werden, da sie nicht miteinander vermörtelt waren. Diese fehlende Füllung der Röhren mit Mörtel – im Gegensatz zum spätantiken Modus – dient gleichzeitig der Isolierung gegen Wärme im Sommer (10°C Differenz zum einfachen Flachdach), was mit der Ablenkung von Sonnenlicht durch das Keramikmosaik auf dem Außenmörtel verstärkt wird, und schafft ein angenehmes Wohnklima – kein unwesentliches Argument in den Tropen. Ebenso wird durch die Verwendung des energiearm produzierten, lokal vorrätigen und natürlichen Roh-



Abb. 41a–c a Der Baubeginn eines neuen Röhrengewölbes mit dem ersten gelegten Bogen, darunter ein unterstützendes Lehrgerüst aus Eisenstangen (Auroville, Tamil Nadu, Indien, 2013). b Das neue Gewölbe von innen. Das Lehrgerüst ist entfernt, die Gewölbefläche kann jetzt mit einer Mörtelschicht verkleidet werden oder frei bleiben (Bilaspur, Chhattisgarh, Indien, 2016). c Das Gewölbe aus Röhrenbögen mit abwechselnder Legerichtung ist fertig, im Hintergrund beginnt die Bedeckung mit einer Mörtelschicht (Bilaspur, Chhattisgarh, Indien, 2016)

stoffes Ton im Gegensatz zu Produkten wie Stahl oder Zement mit Recht das Prädikat umweltfreundlichen Bauens in Anspruch genommen⁷⁹. Die Website des CSV zählt stolz Weiterbildungsmaßnahmen zur Propagierung der Bauweise sowie zahlreiche errichtete Gebäude auf⁸⁰.

Das Auroville Earth Institute im indischen Bundesstaat Tamil Nadu beschreibt adäquat Herstellung und Einsatz der hier »Guna tubes« genannten Röhren und nennt drei Tage für den Aufbau eines solchen Daches bei einer zu erwartenden Lebensdauer von 50 Jahren. Obwohl 1 m² des Daches selbst nur ca. 130 kg wiegt, kann er 1 t Auflast tragen⁸¹.

Auch in Europa gibt es Stimmen aus dem Gebiet des Architekturwesens, die dem Röhrengewölbe unter den eben genannten Gesichtspunkten eine neue Zukunft wünschen bzw. in Aussicht stellen⁸².

79 <<https://www.csvtech.org.in/housing.html>> (29.01.2021).

80 <<https://www.csvtech.org.in/extension.html>> (29.01.2021).

81 <http://wiki.auroville.org.in/wiki/Vaults#Roofing_with_.22Guna_Tubes.22> (11.10.2021).

82 M. W. Kamerling, Technische Universität Delft (Niederlande), Lehrstuhl für Baukunst und Architekturingenieurwesen und Technologie; vgl. Kamerling 2011, bes. 6–7.

3 Wölbgefäße bei Töpferöfen

Töpferöfen, auch des Mittelalters und der Frühneuzeit, weisen als oberen Abschluss meist ein Gewölbe oder eine Kuppel auf, für die man – in der Art einer Miniaturarchitektur – stabile Lösungen finden wollte, die möglichst schnell und kostengünstig umsetzbar sein sollten. Ofengewölbe konnten im Laufe eines Brandvorganges irreparabel beschädigt werden bzw. zum baldigen Abriss bestimmt sein. Zu aufwendige bzw. nicht hitzebeständige Konstruktionen verboten sich dadurch von vornherein.

Der Töpfer hat jedoch eines ausreichend: Gefäße! Teilweise handelt es sich dabei um mangelhafte Ware, die nicht an den Kunden zu bringen ist, der Töpfer kann spezielle Wölbgefäße aber auch leicht herstellen. So liegt die Idee zur Verwendung von Gefäßen bei Ofengewölben nahe und findet sich bereits in der Antike (vgl. Kap. 2.2.2). Damit waren ein eigenhändig preiswert herzustellender Baustoff und ein thermisch besonders günstiger, leichtgewichtiger Aufbau eines Ofengewölbes in einer ökonomischen Synthese vereint⁸³. Ein Ofengewölbe aus Hohlkörpern wird beim Aufheizen deutlich schneller warm als ein massives aus Lehm oder Ziegelsteinen, dadurch sinken Brennstoffverbrauch und Dauer des Brandvorgangs.

Wie in späteren Zeiten gibt es bereits in den Gewölbetonnen bzw. Kuppeln antiker Töpferöfen sowohl Gefäße, die normalen Haushaltsgefäßen entsprechen, als auch spezielle konische Wölbgefäße. Letztere weisen eine vasen- bis topfartige Form auf und lassen sich gut zusammenstecken, ohne zu weit ineinander zu rutschen; das veranschaulichen besonders gut ein im 19. Jh. ausgegrabener Töpferofen in Pompeji sowie ein erst unlängst entdeckter Brennofen in Torre Annunziata, einem Handwerkerviertel Pompejis (vgl. Kap. 2.2.1), neben vielen weiteren Befunden aus den ehemaligen römischen Provinzen in Deutschland⁸⁴. Wie bereits im Kontext der Gebäudegewölbe ausgeführt, sind die ältesten Töpferofenbefunde mit Gefäßgewölbe (Chiusi [Italien], zweite Hälfte 2. Jh. v. u. Z.) jünger als die ältesten Raumgewölbe (Morgantina [Italien], Mitte 3. Jh. v. u. Z.) (vgl. Kap. 2.2.2).

Als aktueller provinzialrömischer Fund soll an dieser Stelle der Töpferofen von Dupach-Weiermühle, Lkr. Vulkaneifel, herausgegriffen werden, der 2010 ausgegraben und im Rahmen einer Masterarbeit ausgewertet wurde (Krieger 2017). Die hier gefundenen vasen- bzw. becherartigen Wölbgefäße mit stark (spiralig) geriefter Außenseite haben teilweise einen durchlochenden Boden und sind in ca. vier verschiedenen Größen als Spezialform angefertigt worden⁸⁵. Kein einziges Wölbgefäß wurde hier *in situ* beobachtet, weshalb manche Interpretation der Autorin zu hinterfragen wäre⁸⁶. Erhaltungs-, gra-

83 Beispiele von der Antike bis in die Neuzeit nennt Stelzle-Hüglin in ihrer Dissertation (1999, 13).

84 Siehe Anm. 30 und 86. Vgl. auch Storz 1994, 6–7, bes. Anm. 15, 16 und 18, mit weiterführender Literatur.

85 Krieger 2017, 93 Abb. 11; 95 Abb. 13; 112–119 Abb. 31–34. Hier nennt die Autorin auch zahlreiche Vergleichsfunde aus dem provinzialrömischen Bereich: Speicher, Xanten, Krefeld-Gellep, Köln, Urmitz-Weißenthurm, Dalheim (Luxemburg), Mainz und Niederstadtfeld. Keines der von diesen Fundorten abgebildeten oder beschriebe-

nen Wölbgefäße besitzt ein Bodenloch, oft jedoch starke Lehmanlagerungen.

86 Durch Interpretation eines Wandungslochs in einem Wölbgefäß (augenscheinlich ein flüchtig reparierter Drehfehler, Krieger 2017, 94 Abb. 12) als intentional eingeschnittene Öffnung für den Einsatz organischer Konstruktionselemente kommt die Autorin u. a. zu dem Schluss der gelegentlichen Entfernung einzelner oder mehrerer Wölbgefäße zur Befüllung des Brennraumes (Krieger 2017, 93–95; 114). Dies ist schwer vorstellbar, da die ineinandergesteckten Gefäße idea-

bungs- oder konstruktions(?)-bedingt fehlt an den Gefäßen, wie überhaupt im Befund, jeder Rest von Verbindungslehm (Krieger 2017, 94).

Zwischen antiken, mittelalterlichen/neuzeitlichen und modernen Ofenkonstruktionen mit Gefäßgewölben gibt es weitreichende Parallelen. Die noch in Gebrauch befindlichen Öfen des 19./20. Jhs. ließen sich damals direkt dokumentieren und ermöglichen mit ihren detaillierten Informationen zu Wölbgefäßtypen, Gewölbeaufbau, Lebensdauer und Instandhaltungsgewohnheiten (s. u.) auch für ihre antiken und mittelalterlichen/neuzeitlichen Vorläufer, entsprechende Funde/Befunde richtig zu verstehen und zu interpretieren.

3.1 Bestehende Öfen des 19./20. Jhs.

Zwei sich dem Thema intensiver widmende Arbeiten stammen aus den 1960er-Jahren; sie sind hervorragende Quellen zu Gefäßgewölben bei rezenten Töpferöfen. Weil sie vieles als direkte Beobachtung anbieten, worüber sich die Archäologin oder der Archäologe in Unkenntnis dieser Publikationen bei Betrachtung verstreuter Wölbgefäße als übliche Fundsituation unnötig den Kopf zerbricht, sollen sie hier ausführlicher zu Wort kommen. Eines dieser Werke bezieht seine Informationen aus süditalienischen Befunden, das andere aus Befunden des Karpatenraums.

Roland Hampe und Adam Winter veröffentlichten 1965 eine Bestandsaufnahme rezenter Töpfer- und Zieglerwerkstätten vor allem aus Süditalien und Sizilien, die traditionell arbeiten, »um daraus Aufschlüsse für die keramische Technik des Altertums zu gewinnen⁸⁷.« Ein besonderer Fokus lag dabei auf Brennofenkonstruktionen und Brenntechnik. Diese Übersicht, die auf ausgiebigen Beobachtungen vor Ort und Gesprächen mit den Töpfern und Ziegleren beruht, umfasst auch eine ganze Reihe Brennöfen, welche in unterschiedlichen Varianten Gefäße in ihre Wölbtechnik einbezogen haben.

Die Autoren fanden auf ihren Reisen zahlreiche Töpferorte, an denen Wölbtöpfe in regionalen Varianten noch hergestellt und verwendet wurden. Die angetroffenen Konstruktionsarten gliederten sie in fünf (eigentlich vier, die fünfte ist keine Wölbtechnik) Varianten (Abb. 42) (Hampe/Winter 1965, 192):

1. Bei der »Kranztechnik« werden Wölbtöpfe (*pignata*, abgeleitet von »Pinienzapfen«) mit oder ohne Henkel ohne jeden Mörtel zu Bögen gesteckt, verwendet vor allem für Tonnengewölbe rechteckiger Öfen, sehr verbreitet in Südapulien. In Latium (Pontecorvo) sowie in Apulien (San Pietro in Lama) war die Wölbung eines Ofens

lerweise geschlossene selbsttragende Bögen von einer Seite zur anderen bilden sollten, die im Scheitel durch ein zuletzt eingesetztes Schlussgefäß bzw. einen keilförmigen Schlussstein, die es in diesem Befund tatsächlich gibt (Krieger 2017, 95–97; 129), geschlossen und unter Spannung gesetzt werden. Die Entnahme einzelner Elemente aus diesem Steckverbund ist nicht so einfach möglich. Realistischer ist die Vermutung der Autorin, beim Bau des Gewölbes wäre unten mit den größeren Gefäßen begonnen worden, die

dann nach oben immer kleiner wurden. Diese Bauvariante wird von Duma (1966) auch für moderne Öfen erwähnt (s. u.).

- 87 Hampe/Winter 1965, bes. S. XI. Für den Hinweis auf diese Fundgrube zu mediterranen rezenten Ofenkonstruktionen, reich versehen mit vielen klar verständlichen Systemzeichnungen und nicht humorfreien Schilderungen der inzwischen verlorenen süditalienischen Töpferszene der 1950er-/1960er-Jahre, bin ich Sebastian Storz, Dresden, zu nachhaltigem Dank verpflichtet!

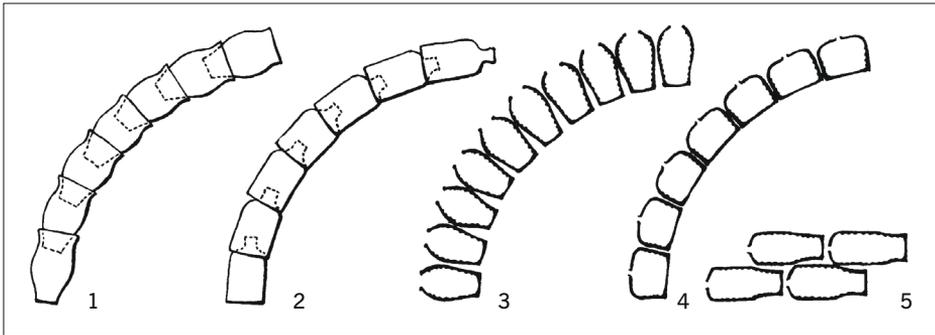


Abb. 42 Wölbgefäßtypen und ihre Verwendung in Süditalien nach Hampe/Winter 1965. Vergleiche die Beschreibung der Varianten auf S. 592–596.

auf diese Weise konstruiert (Abb. 43), in Nordkampanien (Montesarchio) eine Lochtenne (Abb. 44). In Pontecorvo bestanden die Gewölbe mehrerer rechteckiger Öfen aus Wölbgefäßen, »[...] (vasi oder pignate genannt), die den Brennraum in zwei [!] Lagen überspannen. Sie waren [...] liegend zu langen Ketten ineinandergesteckt. In der unteren Lage bildeten solche Ketten kleiner länglicher Töpfchen ein Gitter, dessen quadratische Felder mit größeren Kugeltöpfen ausgesetzt waren. Darüber spannte sich die obere Lage, aus parallel laufenden Wölbtopfketten« (Hampe/Winter 1965, 47). In San Pietro hatte man in einige Wölbttöpfe des Tonnengewölbes Löcher für den Rauchabzug geschlagen (Abb. 45) (Hampe/Winter 1965, 70–71 mit Abb. 64, Taf. 27,3).

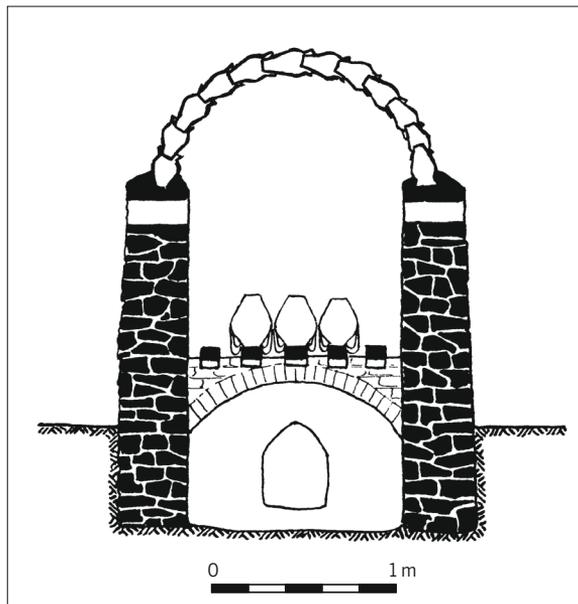


Abb. 43 Vertikalschnitt durch einen modernen Töpferofen mit Topfgewölbe in Pontecorvo, Italien.

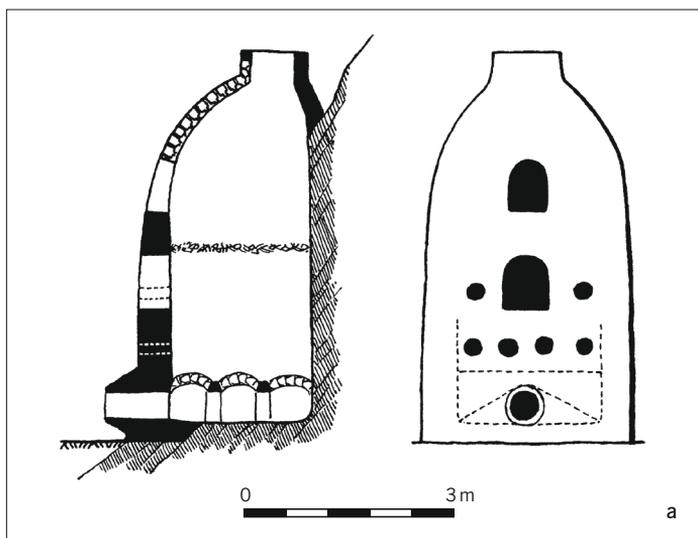
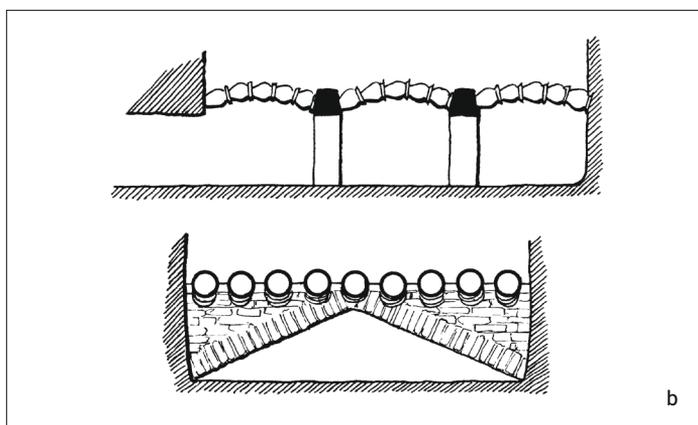


Abb. 44a–b Montesarchio, Italien. Moderner Töpferofen mit Topfwölbe. a Vertikalschnitt und Aufriss; b Detailschnitt der Lochtenne aus Wölbbögen.

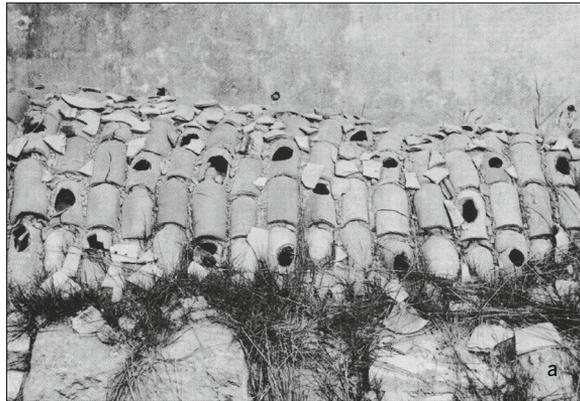


2. Ist eine etwas brachialere Variante von Nr. 1, indem kleine Flaschen derart ineinander gestoßen werden, dass der Hals den Boden der nächsten Flasche durchbricht. Diese Fläschchen lassen sich auch – was eigentlich schon zu Variante 3 überleitet – wabenförmig mit Mörtel verlegen, in Korfu wurden daraus spiralförmig verlegte Ofenkuppeln beobachtet⁸⁸.
3. Die wabenförmige Verlegung von einseitig offenen Gefäßen in Mörtel mit der Öffnung nach außen (z. B. in Camerota, Kampanien [Abb. 46], oder in Belvedere Maritimo, Nordkalabrien). Mehrere Öfen in Montesarchio hatten Kuppeln, die vollstän-

⁸⁸ Hampe/Winter 1965, 128. Da die spiralförmige Anordnung von Wölbgefäßen in der Forschungsgeschichte schon häufiger eine Fehlbeobachtung

war (vgl. Anm. 44 u. 58), ist nur zu hoffen, dass es sich hier um eine zweifelsfreie Beobachtung handelt.

Abb. 45a–b San Pietro in Lama, Italien. Moderner Töpferofen (b) mit ins Gefäßgewölbe geschlagenen Rauchabzugsöffnungen (a). Aufnahmen aus den frühen 1960er-Jahren.



dig oder z. T. so mit Wölbtopfen konstruiert waren: »In der Werkstatt lagen viele Wölbtopfe bereit [...]. Zu erwähnen ist noch, dass ein Wölbtopfchen hier entweder carusella oder auch pellantia genannt wird. Es gibt Wölbtopfe in verschiedenen Größen, kürzere und längere sowie eine dritte Sorte, die aussieht wie eine pignata, jedoch ohne Henkel; sie wird zum Bau der Ofentenne benutzt⁸⁹« (vgl. Abb. 44). Hier werden also eindeutig Gefäße in verschiedenen Varianten speziell zum Ofenbau hergestellt.

In Camerota war die flache Kuppel des Brennraums der Öfen »[...] ganz mit Wölbtopfen überdeckt. Es sind kleine, fast zylindrische Vasen (pignate), die – mit der Öffnung nach oben dicht nebeneinander gesetzt – mit Lehm vermörtelt werden« (Hampe/Winter 1965, 15–16 mit Abb. 12) (vgl. Abb. 46). Die ähnlichen Öfen in Belvedere besaßen in der wabenförmigen Topfdecke einige Abzugslöcher durch ein oder zwei weggelassene Gefäße (Hampe/Winter 1965, 77 mit Abb. 69–70).

89 Hampe/Winter 1965, 39; 43. Eine Besonderheit ist hier, dass in mindestens zwei Öfen zwar die Lochentenen aus mörtellos gesetzten Wölbtopfbögen

bestanden, die Kuppeln jedoch aus wabenförmig verlegten Wölbtopfen; Hampe/Winter 1965, 39–41 mit Abb. 31–32.

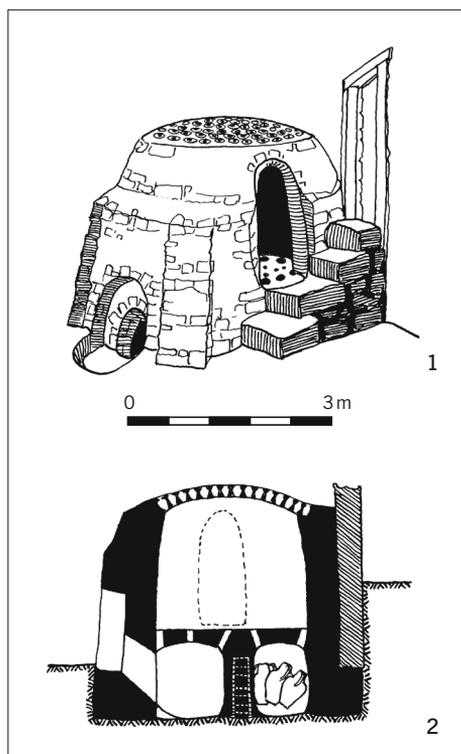


Abb. 46 Ansicht (1) und Vertikalschnitt (2) durch einen modernen Töpferofen mit wabenförmig verlegtem Topfgewölbe in Camerota, Italien.

4. Die ebenfalls wabenförmige Verlegung in Mörtel von flachen zylindrischen, dosenartigen Gefäßen, die ein kleines Loch auf einer Seite aufweisen. Dieses Loch kann im gesamten Gewölbe entweder nach außen oder nach innen zeigen oder gruppenweise wechselnd eingebaut werden (in den Regionen Basilikata und Kalabrien [Bisignano und Nicastro; Abb. 47]). In Bisignano waren nicht nur die Ofenkuppel, sondern auch ein daraus hervorgehender Schornstein ganz aus Wölbgefäßen gesetzt, in einem Fall befand sich ein zusätzlicher Rauchfang aus Wölbgefäßen – für den Rauchdurchzug teilweise absichtlich durchlöchert – unter der Kuppel (vgl. Abb. 47) (Hampe/Winter 1965, 80–81 mit Abb. 73 u. 75).

In Gioiosa Ionica im südlichen Kalabrien gab es Öfen vom Typ Camerota mit aus Wölbtopfen konstruierten Kuppeln: »Die Wölbtopfe von Gioiosa sind kleine Tönnchen, die nur in der Mitte ihrer Kopfseite ein winziges Löchlein haben. Sie werden wie in Camerota Wange an Wange mit etwas Lehm als Bindemittel eingesetzt, jedoch [...] so,

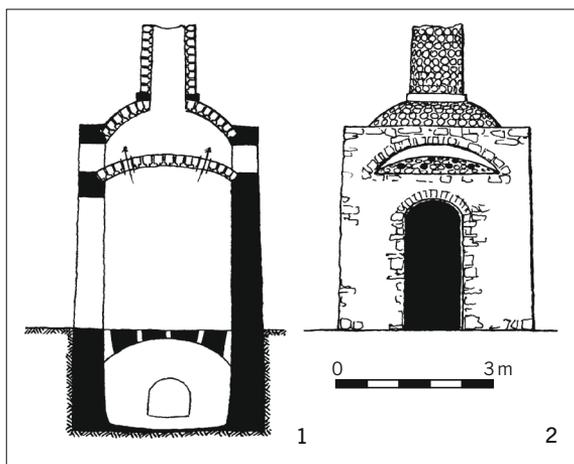
daß die kleinen Löchlein, die unverschmiert offen bleiben, nach unten, dem Ofeninneren zugekehrt sind« (Hampe/Winter 1965, 98).

5. Diese Variante leitet schon fast zu Keramikröhren über, indem längliche Topfrohlinge nach dem Drehen zu einem viereckigen Querschnitt flachgeklopft werden, die dann keine Anwendung bei der Konstruktion des Ofengewölbes finden, sondern an bestimmten Stellen der Wand zur Gewichtseinsparung eingebaut werden.

Generell beobachteten die Autoren Ofengewölbe aus Gefäßen nur in Süditalien, aufgrund abweichender Ofenkonstruktionen nicht auf Sizilien, und für Griechenland allein in Korfu (Hampe/Winter 1965, 128; 193).

1966 weist dann György Duma auf den üblichen Gebrauch von Topfgewölben bei Keramikbrennöfen im Karpatenraum bis ins frühe bzw. mittlere 20. Jh. hin. Dieser Beitrag ist ein Kompendium zu modernen Öfen mit Gefäßgewölben und ihrer Bauweise sowie zu Wölbgefäßtypen u. v. a. m. Wenn der Autor jedoch gleich eingangs erwähnt, dass die in Ungarn festgestellten Topfgewölbe einzigartig für Europa sind, wird offenbar, dass er bei seinen Forschungen seiner Untersuchungsregion verhaftet bleibt und

Abb. 47 Ansicht (2) und Vertikalschnitt (1) durch einen modernen Töpferofen mit wabenförmig verlegtem Topfgewölbe und Rauchfang in Bisignano, Italien.



das erst ein Jahr zuvor erschienene Werk über die ähnliche Situation in Süditalien von Hampe und Winter (s. o.) nicht zur Kenntnis genommen hat oder nehmen konnte⁹⁰.

Duma postuliert, dass es Funde von Wölbgefäßen in ganz Ungarn gibt (Duma 1966, 96) und führt zusätzlich aus der von ihm ausgewerteten Literatur internationale Ofenbeispiele mit Gefäßgewölbe in Wort und Bild an, u. a. aus Seulberg (Hessen), Jerovec (Kroatien), Nova (Ungarn) und Stooß in Österreich (Burgenland)⁹¹. Ein Töpferofen in Stooß mit einem lang gestreckten Tonnengewölbe aus mit Gefäßen gebildeten, hintereinander gesetzten Kreisbögen wurde bereits in älterer Literatur (1912) als noch aktiv beschrieben (Meringer 1912, 151 Abb. 13–14). Duma publiziert die Zeichnung eines solchen Ofens in Stooß von 1934 mit ca. 35 klar erkennbaren, nicht unterbrochenen Wölbreihen aus Gefäßen hintereinander (Duma 1966, 104 Abb. 9). Sogar im Jahr 2006 wurden solche Öfen dort noch in Gebrauch dokumentiert (Abb. 48)⁹².

Der liegende Ofen mit Topfgewölbe in Seulberg soll 1873 noch gestanden, jedoch schon seit 25 Jahren nicht mehr benutzt worden sein (Duma 1966, 101 Abb. 6; 109–110).

Dumas umfangreiche Befundaufnahme erlaubt ihm gewisse statistische Auswertungen zur Bauweise der Topfgewölbe in seinem Arbeitsgebiet. Die Menge der für eine Ofenkuppel benötigten Wölbgefäße hängt natürlich von vielen Variablen ab. Neben der Größe der Gefäße und der Gewölbeform sind das vor allem die Breite und Krümmung der einzelnen Wölbbögen und die Länge des Ofens, d. h. die Anzahl der hintereinander zu stellenden Bögen. An den schon genannten erhaltenen Beispielen Dumas kann man Anhaltspunkte finden: 19 mittig verkeilte Reihen à sieben Gefäße (= 133 Wölbgefäße) in Nova (»alter Ofen« mit hohen Seitenwänden aus Ziegeln, also nur eine flache Wölbkup-

⁹⁰ Duma 1966, bes. 93–94. In vorliegendem Beitrag werden für den Vergleich mit Bad Schmiedeberg nur einige der bei Duma zahlreich versammelten Orte mit Topfgewölbe-Öfen angeführt.

⁹¹ Duma 1966, 101–104 Abb. 6–9; 110–111. 1901 sollen in Stooß noch 19 Öfen mit Topfgewölbe in Betrieb

gewesen sein, 1935 immer noch sechs (Duma 1966, 118–119).

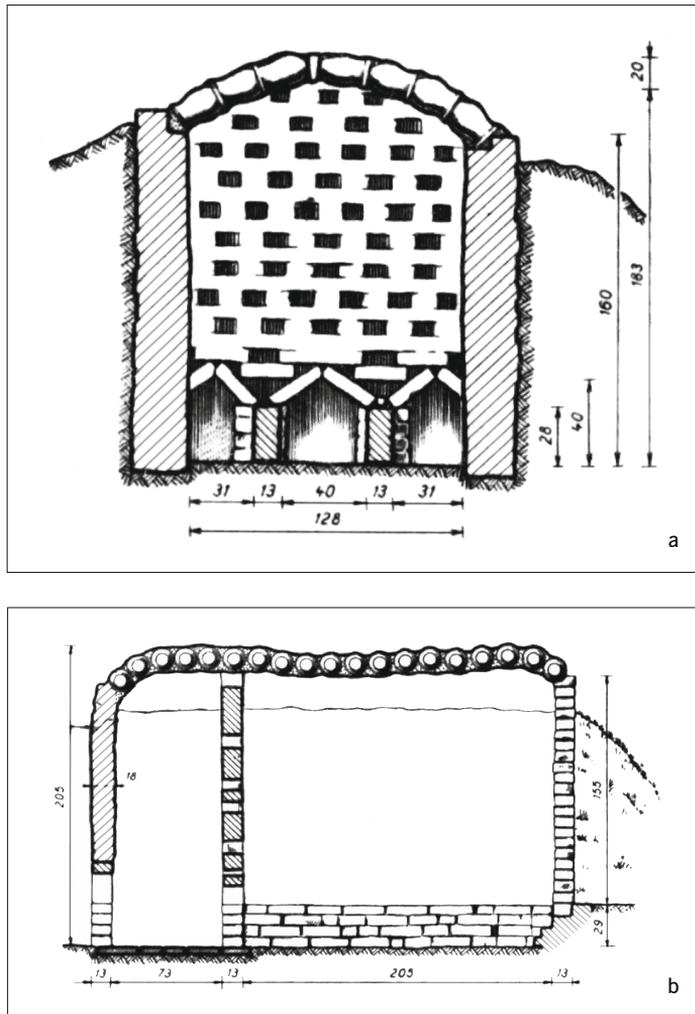
⁹² Ein herzlicher Dank für die Genehmigung zur Abbildung geht an Gabriele Scharrer-Liska, Wien.



Abb. 48a–b Stoob, Österreich. 2006 im Gebrauch befindlicher Keramikbrennofen mit innen unverkleidetem Topfgewölbe mit durchgehenden, in wechselseitiger Steckrichtung hintereinander gesetzten Topfrehien. Pro Bogen wurden ca. 15 Gefäße verbaut.

pel) (Abb. 49) und zehn bis zwölf Reihen à acht bis zehn Gefäße (= 80–120 Wölbgefäße) in Jerovec (Duma 1966, 102 Abb. 7; 111). Sehr lange Öfen wie in Stoob können bis zu 35 hintereinander liegende, nicht unterbrochene Gewölbebögen aus Gefäßen aufweisen

Abb. 49a–b Nova, Ungarn. »Alter Ofen« mit von beiden Seiten zur Mitte errichteten Gefäßbögen und Schlussstein. a Querschnitt von der Einräumöffnung aus; b Längsschnitt, links das Feuerloch, rechts die Einräumöffnung.



(Duma 1966, 103 Abb. 8), der »Aulofen« in Seulberg besteht gar aus 37 nicht unterbrochenen Bögen, die jeweils aus elf Gefäßen zusammengesetzt sind (= 407 Wölbgefäße) (Duma 1966, 101 Abb. 6). Duma selbst nennt bei von ihm untersuchten rezenten Öfen eine Gefäßzahl pro Gewölbe von mindestens 100 bis zu 900 Stück (Duma 1966, 150). Dies ermöglicht eine Ahnung davon, mit welchen Fundmengen man bei einem an Ort und Stelle zerstörten Ofen zu rechnen hätte. Die Lebensdauer gut gesetzter Topfgewölbe wäre erheblich – bei einem ungarischen Beispiel sei erst nach sieben Jahren und zwei wöchentlichen Bränden (also ca. 700 Bränden!) ein kompletter Austausch des Gewölbes notwendig geworden, nachdem davor kleinere Reparaturen ausgereicht hätten (Duma 1966, 151).

In dieser Publikation wird auch das Ausbessern von ursprünglich mit speziell angefertigten Wölbgefäßen erbauten Ofenkuppeln mit verschiedenen Ausschussgefäßen

erwähnt, sogar mit gehenkelten Gefäßen (Duma 1966, 126; 131). Für Reparaturzwecke sind offene Wölbreihen mit Scheitelschluss natürlich etwas günstiger als nicht unterbrochene, einseitig gerichtete, aus denen man kaum einzelne Teile der ineinandergesteckten Folge entnehmen kann.

Weitere Hinweise zu rezenten Topfgewölben bei Brennöfen des 19./20. Jhs. lassen sich verstreut in der Literatur finden, ohne hier den Anspruch einer annähernden Vollständigkeit erheben zu wollen oder zu können. In Laibach in Baden-Württemberg, dem Fundort schon eines römischen Ofens mit Gefäßgewölbe, sollen z. B. noch bis ins erste Drittel des 19. Jhs. die Decken der Töpferöfen so verfertigt worden sein (Meringer 1912, 152).

Aus Levin (Okr. Litoměřice) in Tschechien stammt der Hinweis, dass Töpfer hier noch Mitte des 19. Jhs. mittelalterliche Gefäße für das Einwölben ihrer Öfen verwendeten und dort zum Zeitpunkt der Publikation – 1955 – noch mindestens ein derartiger Ofen stand (Votoček 1955).

Es lässt sich also resümieren, dass es in Mittel-, Südost- und Südeuropa in der archäologisch-volkskundlichen Fachliteratur des 20. Jhs. erfreulicherweise diverse verstreute Hinweise bis systematische Untersuchungen zu rezenten Topfgewölben gibt, an denen man sich – zusätzlich zu den antiken Ofenbefunden in den Rheinprovinzen – bei der Interpretation von ähnlichen Funden orientieren könnte oder in der Vergangenheit hätte orientieren können.

3.2 Fazit/Technologie

Auch wenn die Trennung zwischen allgemeinen Konstruktionsprinzipien und den geschilderten Beispielen naturgemäß unscharf bleiben muss, soll an dieser Stelle anhand der vorgestellten Quellen eine komprimierte Schilderung des Bauprinzips von Topfgewölben bei Keramikbrennöfen versucht werden, um diese Beobachtungen in einen größeren, auch Gebäude umfassenden Kontext einzubetten.

Wie man an den süd- und südosteuropäischen rezenten Beispielen sieht, zeigen die Töpfer Einfallsreichtum und einen ausgeprägten Hang zu individuellen Lösungen, die sie persönlich für die besten halten oder als solche beim Bau, der Benutzung und Reparatur ihrer Öfen erprobt haben. Dies ist auch für längst vergangene Zeiten, aus denen wir fast nur Funde und kaum Gewölbestrukturen kennen und der Archäologe daher meist zu idealisierenden Rekonstruktionen neigt, zu berücksichtigen. Viele konkrete Wölb-lösungen sind über einen längeren Zeitraum gewachsen, wurden repariert, verändert oder modifiziert und immer wurde auch improvisiert.

Neuzeitliche und moderne Ofengewölbe scheinen – wahrscheinlich aufgrund der im Vergleich zur Architektur viel geringeren Gewölbespannweiten – mehrheitlich mit Gefäßbögen errichtet worden zu sein, die ohne Unterbrechung oder Scheitelschluss von einer Seite zur anderen gerichtet sind (im Folgenden auch: nicht unterbrochene Bögen); darin decken sich die Untersuchungen in Süditalien und dem Karpatenraum. Belege für die Konstruktionsart beidseitig begonnener Bögen mit Scheitelschluss kommen in Ungarn zumindest gelegentlich vor (Abb. 50,4). Duma erwähnt dies als neue Tendenz zur Zeit der Abfassung seines Manuskriptes und nennt Beispiele aus Zalaegerszeg und Nova (beide Westungarn, Kom. Zala; Duma 1966, 122; 125), bei denen sich im Gewölbescheitel treffende Bogenhälften durch einen Ziegelkeil fixiert werden – gegenüber zahl-

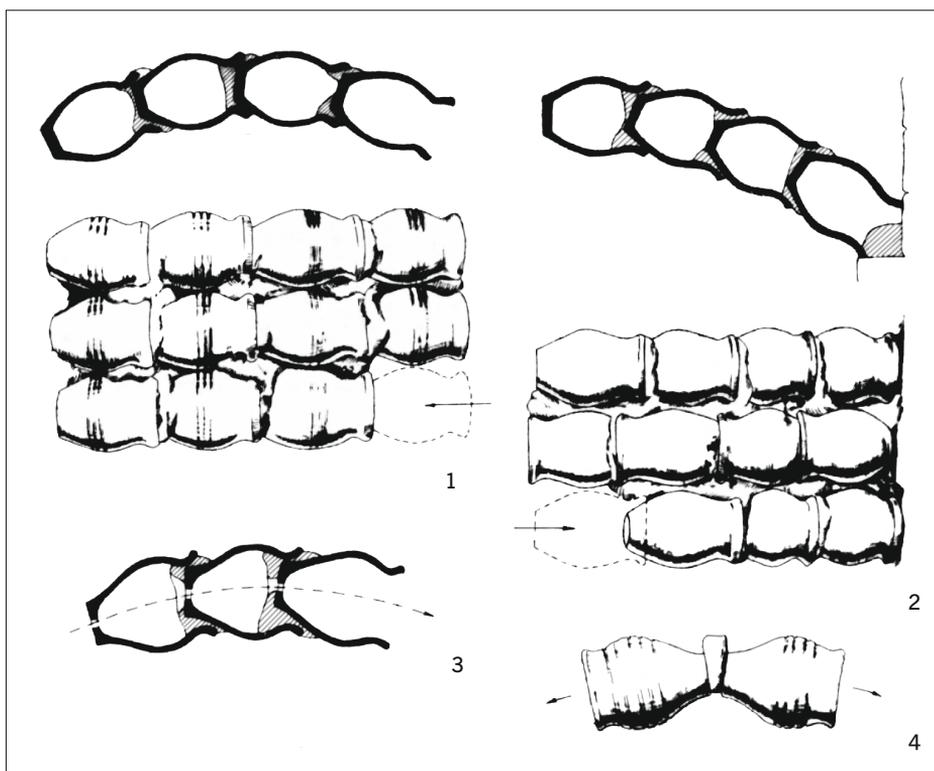


Abb. 50 In seinem Untersuchungsgebiet bis 1966 von G. Duma beobachtete Montagevarianten von Wölbgefäßen, jeweils mit geringer Vermörtelung. 1 einseitig errichtete Bögen gleicher Aufbaurichtung nebeneinander; 2 einseitig errichtete Bögen wechselnder Aufbaurichtung nebeneinander; 3 Wölbtöpfe mit Bodenloch; 4 beidseitig zur Mitte hin errichtete Wölbbögen mit verkeilendem Schlussstein.

reicheren Belegen mit nicht unterbrochenen, einseitig gerichteten Gefäßbögen. Es existiert auch ein Wölbtopftyp mit durchlochtetem Boden (vgl. Abb. 50,3), den Duma jedoch nicht brenntechnisch oder thermisch begründet. Er vermutet vielmehr, dass man auf diese Weise das Gewölbe schneller bauen kann, da man gleich mehrere Töpfe auf eine Gerte aufreihen kann. Dies erscheint kaum praktikabel, vermutlich handelt es sich auch hier um thermische Entlastungslöcher.

Es gibt auch Gewölbe, die von diesem klassischen Aufbau abweichen; deren Gefäße nicht ineinander gesteckt, sondern wabenartig nebeneinander gesetzt wurden (vgl. Süditalien Variante 3/4), ohne miteinander eine direkte Verbindung einzugehen wie bei den zuvor geschilderten modernen architektonischen Beispielen. Ein spätmittelalterlicher Töpferofen aus Oudenaarde-Pamele (Belgien) soll einen sehr umfangreichen Mittelpfeiler und ein Gewölbe je aus vermauerten Töpfen/Kannen besessen haben, die gefäßtypbedingt nur aufeinander standen und nicht ineinander gesteckt werden konnten. Im Gewölbescheitel wird eine Abzugsöffnung mittels einer kurzen Röhre rekonstruiert (Heege 2007, 54 Abb. 79). Hier ging es primär wohl nicht um ein stabiles, selbsttragen-

des Gewölbe, sondern um Materialeinsparung und thermische Isolation. Dabei konnten auch Ausschussgefäße zum Einsatz kommen⁹³. Diese Gewölbe erreichten ihre Stabilität vor allem durch den großzügigen Einsatz eines Bindemittels und konnten sicher kaum schalungsfrei errichtet werden.

Auch nicht unterbrochene Halbbögen werden auf Schalung errichtet, gilt es größere Spannweiten zu überbrücken, wie Duma an den ungarischen Töpferöfen beobachtete. Außerdem ist die Aufbaurichtung der hintereinander gestellten (und nicht durch eine Scheitelmuffe unterbrochenen) Topfbögen bei den meisten Öfen alternierend, was die Stabilität des Gewölbes steigern soll (vgl. Abb. 50,3).⁹⁴

Für die Vermörtelung der einzelnen Komponenten kennen wir dort, wo in der Literatur entsprechende Beobachtungen Niederschlag fanden, verschiedene Lösungen. Eine üppige innere Vermörtelung bei der Montage der Gefäße, wie an den Funden aus Bad Schmiedeberg zu beobachten (vgl. Abb. 3–5), erleichtert sicher den Aufbau, reduziert jedoch die Hohlräume in den Gefäßen und deren Isolationswirkung bei gleichzeitig steigendem Gewicht. Ohne Verbindungsmittel zusammengesteckte Gefäßbögen müssen in der Regel mit Lehm oder Mörtel an der Innen- und/oder Außenfläche der Ofentonne abgedichtet werden, um das Brennergebnis zu garantieren. Vollkommen mörtel- bzw. lehmlos bleibende Gefäßgewölbe scheinen nicht ganz auszuschließen zu sein (s. o.), jedoch muss bei entsprechenden Grabungsfunden auch mangelnde Erhaltung bzw. Ansprache durchaus in Betracht gezogen werden⁹⁵. In einer Übersicht über Aufbauarten fällt auf, dass Duma grundsätzlich nur ein Minimum an Verbindungsmörtel einzeichnet (vgl. Abb. 50).

Trotz bestehender Unterschiede in tektonischer und baupraktischer Hinsicht gibt es schon auf den ersten Blick eine enge Verbindung zwischen den eingangs geschilderten antiken großarchitektonischen Röhrengewölben und den zuletzt vorgestellten Topfge- wölben bei Keramikbrennöfen. Bei beiden können Wölbgefäße zu Kreisbögen (oft Halbkreisen) zusammengesteckt werden, wobei die Stärke der Krümmung recht variabel ist; das Hintereinandersetzen der Bögen ergibt ein tragfähiges Gewölbe. Fixiert wird dieser Steckverbund überwiegend durch eine mehr oder weniger üppige Vermörtelung der einzelnen Komponenten (bei Gebäuden mit Gipsmörtel, bei Töpferöfen mit Lehm). Anschließend kann das Ofen- bzw. Gebäuderöhrengewölbe außen und/oder innen mit Lehm oder Mörtel verkleidet werden. Soweit das aufgrund der sehr unterschiedlichen Befunde über die Zeiten verallgemeinert werden kann, geht die Tendenz bei Gebäudege- wölben aus statischen Gründen eher zu einer üppigeren Vermörtelung, bei Töpferöfen aus thermischen Gründen eher zu einer sparsamen.

Aufgrund der jeweils eigenen Produktionsabläufe werden Keramikröhren in der Architektur vermutlich aus Ziegelton, die Wölbgefäße des Töpfers wahrscheinlicher aus

93 So bei einem Steinzeugofen in Langerwehe (Nord- rhein-Westfalen), bei dem die Wandung »teil- weise aus Fehlbrandgefäßen«, z. B. Kannen mit enger Mündung, besteht (Heege 2007, 84–85 Abb. 140).

94 Dieses Phänomen ist auch aus der Architektur bekannt, z. B. bei den modernen indischen Guna tubes (vgl. Kap. 2.2.7).

95 Beobachtungen an Komplexen von Wölbgefäßen ohne jeden Lehm wie in Laibach oder Duppach (vgl. Mehringer 1912, 152; Krieger 2017) können auch auf schlechter Materialerhaltung, einem Nichterkennen bei der Ausgrabung oder Fehlinterpretation beruhen (Handelt es sich vielleicht um aufgestapeltes Brenngut, eine Topfsäule oder Ähnliches?).

Irdenwaretonen hergestellt worden sein. Im Gegensatz zur Großarchitektur scheint man Wölbgefäße beim Bau von Keramikbrennöfen von der Antike bis in die Moderne niemals ganz vergessen zu haben, das zumindest suggerieren die über viele Epochen zwischen dem ersten bekannten Auftreten im 2. Jh. v. u. Z. und heute verstreuten Befunde.

Die Wölbgefäße bei Töpferöfen – und dies ist ein wesentlicher Unterschied zu den meisten Röhrengewölben bei Gebäuden – bleiben beim Einbau jedoch weitgehend hohl und werden durch Verbindungsmörtel höchstens ansatzweise gefüllt. Deshalb kann man hier überwiegend von echten Hohlkörpertragwerken und damit auch von einer effektiveren thermischen Isolation sprechen⁹⁶. Antike und jüngere Töpferöfen gleichen sich in diesem Aufbau.

4 Fundvergleiche

Neben den volkskundlichen Beschreibungen rezenter Öfen und den damit möglichen weitreichenden Schlussfolgerungen beschäftigt sich die archäologische Praxis überwiegend mit aus dem ursprünglichen Bauverband gelösten Funden von Wölbelementen. Für den mittelalterlich-neuzeitlichen Zeithorizont sollen hier Vergleichsfunde genannt werden.

4.1 Stütz-/Wölbröhren, mit einem Exkurs zu keramischen Wasserleitungen

Zu den Stützröhren aus Bad Schmiedeberg ist dem Verfasser lediglich ein möglicher Parallelfund bekannt⁹⁷. In Köln wurden 1986/87 auf einer schon in der Antike besiedelten Parzelle Reste zweier Töpferöfen des 15. Jhs. ausgegraben; einer davon zumindest im unteren Bereich so gut erhalten, dass weitergehende Aussagen über seinen Aufbau möglich sind (Neu 1990). Ofen 202 zeigte sich als liegender Ofen mit birnenförmigem Grundriss, der Feuerungsraum im breiteren Ende. Der Brennraum war durch zwei niedrige Mauern in drei Züge unterteilt. Neben halbierten und augenscheinlich wiederverwendeten Ziegelsteinen fanden (bei beiden Öfen) auch mit Ton gefüllte Töpfe und ebenso gefüllte keramische Rohre Verwendung beim Bau. Die Töpfe und Rohre bildeten die Mauern zwischen den Zügen, standen in doppelter Reihe nebeneinander, die Seitenflächen der Mauern waren lehmverputzt. Aus Abbruchschutt weiterer Töpfe und Rohre im Brennraum des Ofens ist anzunehmen, dass diese auch im Ofengewölbe zum Einsatz kamen.

Die Töpfe sind Eigenprodukte des Töpfers und recht einheitlich, der Ausgräber erkannte Halbprodukte und Ausschuss (Abb. 51,1). Nicht alle Gefäße scheinen lehmgefüllt gewesen zu sein, zumindest legen das Abbildungen in dem betreffenden Beitrag nahe (Neu 1990, 44 Abb. 12; 45 Abb. 13). Sie können also durchaus für ein Topfgewölbe verwendet worden sein. Miteinander verbackene Gefäße – nebeneinander oder inein-

96 Der Gedanke, sich der isolierenden Wirkung luftgefüllter Gefäße zu bedienen, wurde vereinzelt auch bei Fußböden angewendet. Dies kennen wir aus Befunden wie dem Keller eines mittelalterlichen Hauses aus Brandenburg an der Havel (Rathert 2016) oder von einer bereits 1823 entdeckten Unterfütterung eines Ziegelfußbodens in Neuhal-

densleben (heute Haldensleben, Lkr. Börde) aus 40–50 mit der Öffnung nach unten eingesetzten Gefäßen, deren Zwischenräume mit Mörtel ausgegossen worden waren (Duma 1966, 102 Anm. 33).

97 Ein herzlicher Dank für diesen und weitere wertvolle Hinweise gebührt Christoph Keller, Bonn.

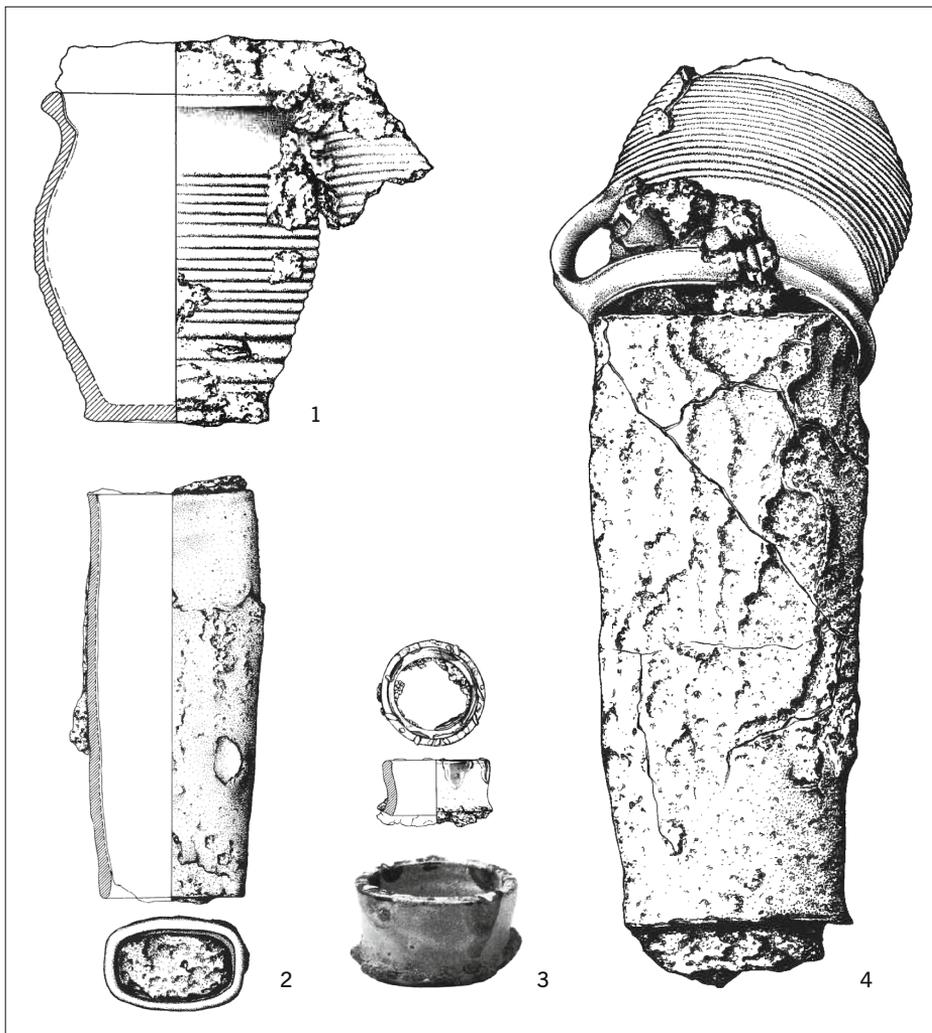


Abb. 51 Köln. Konstruktionselemente eines spätmittelalterlichen Keramikbrennofens. 1 Mit Lehm gefüllter (Wölb-)Topf mit angebackenen Resten eines zweiten Gefäßes; 2 lehmgefüllte Röhre im Längs- und Querschnitt; 3 ringförmige Brennhilfe oder Konstruktionselement; 4 Röhre mit aufgesetztem Topf, ebenfalls lehmgefüllt.

ander – lassen einen kleinen Blick auf die Konstruktionsweise zu. In einem Fall war ein Topf auf einem Keramikrohr angebacken (Abb. 51,4), also wurden auch diese Elemente miteinander kombiniert.

Die Keramikrohre selbst sind ca. 28 cm lang, besitzen Durchmesser zwischen 6,6 und 9,8 cm und können im Querschnitt rund oder etwas flachgedrückt sein (Abb. 51,2). Mit ihren glatten Enden hat man sie anscheinend nicht ineinanderstecken können (Neu 1990, 43), möglicherweise jedoch mithilfe einer Art Muffe oder Dichtung.

Deswegen soll erwähnt werden, dass sich im Ofenbereich zahlreiche keramische Ringe fanden (Abb. 51,3), bei denen es sich aufgrund des wiederholt gebrannten Zustands vermutlich um Brennhilfen handelt. Sie tragen auf der Standfläche teilweise angebackene Schlacke, was dafür sprechen kann, dass sie mangels einer Lochtenne direkt auf dem Ofenboden standen. Möglicherweise haben manche von ihnen bei der Röhrenkonstruktion eine Rolle gespielt.

Die lehmgefüllten Gefäße und Rohre dürften eher im unteren Bereich des Ofens in Mauern oder Säulen Verwendung gefunden haben, leere zudem im Gewölbe. Wie auch immer die Details genau gewesen sind, kann für diesen Ort, der schon unter römischer Besiedlung mit Topfgewölben bei Brennöfen⁹⁸, vielleicht sogar mit Röhrengewölben in einer Therme Bekanntschaft gemacht hat, eine spätmittelalterliche Umsetzung dieser Konstruktionsidee in einer Töpferei angeführt werden.

Ein unlängst publizierter Fundkomplex, der sich eng an die Kölner Funde anschließt, auch wenn noch nicht alle seiner Objekte sicher bestimmt sind, stammt aus Pardubice (dt. Pardubitz) östlich von Prag (Drnovský u. a. 2019). Es handelt sich um die wohl nahezu vollständigen Überreste eines großen gotischen Ofens vor 1490, der bisher größte Komplex gotischer Ofenkacheln und konstruktiver Kachelofenelemente in Tschechien, der auch in unserem Zusammenhang hochinteressant ist. Es fanden sich in diesem Komplex unter den Konstruktionselementen abseits der Kacheln u. a. schlanke Wölbttöpfe, sehr ähnlich dem Schmiedeberger Typ 2, jedoch ohne Boden (Abb. 52,1). Dazu passen ringförmige keramische Verbindungsstücke, die an beiden Enden jeweils einen halbrunden Ausschnitt aufweisen (Abb. 52,2) und innen Rauchspuren zu tragen scheinen. Beide Elemente zusammengesetzt, könnte man Bögen starker Krümmung oder sogar abgewinkelte Strecken montieren. Die Gefäße werden von den Autoren nicht interpretiert, die Verbindungsstücke aufgrund der Rauchspuren als Teil von Rauchabzügen gedeutet. Ebenso gut könnten damit Gewölbe aufgebaut werden, die Fertigung der »Wölbttöpfe« ohne Boden impliziert jedoch den Gedanken einer Rauch- oder Wärmeableitung.

Aufgrund der Einheitlichkeit des Materials im keramischen Scherben, der Rußspuren und des Fragmentierungsgrades nehmen die Autoren des oben genannten Beitrags eine Zugehörigkeit aller gefundenen Konstruktionselemente zu diesem Kachelofen an. Wir bewegen uns mit diesen Funden also weg von Gebäude- oder Brennofengewölben, aufgrund des Konstruktionsprinzips (das Zusammenstecken hohler keramischer Elemente) und der Seltenheit dieser Funde (vor allem in so hervorragender Geschlossenheit und Erhaltung) sollte der Komplex vom Pardubicer Schloss hier jedoch unbedingt Erwähnung finden.

4.1.1 Exkurs zu keramischen Wasserleitungen

Die auf dem Keramiksymposium 2019 in Bad Muskau (Kluttig-Altman 2022) diskutierte Funktion der grob gefertigten Schmiedeberger Röhren (vgl. Abb. 2) als mögliche Wasserleitung erwies sich nach weiterführenden Recherchen des Verfassers als nicht belastbar. Einige grundsätzliche Anmerkungen zu keramischen Wasserleitungen sollen

⁹⁸ Zu den antiken Funden bei Krieger 2017, vgl. Anm 85.

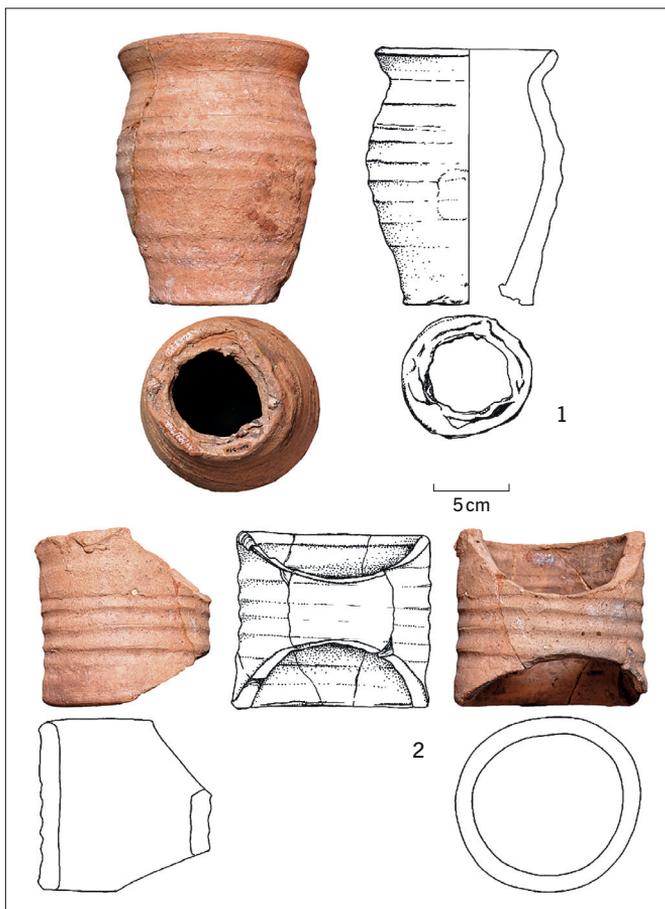


Abb. 52 Pardubice, Tschechien. Vermutliche Konstruktionselemente eines spätmittelalterlichen Kachelofens. 1 Bodenloser (Wölb-?)Topf; 2 mögliches Verbindungsstück zur Herstellung gekrümmter Reihungen mit diesen Töpfen.

hier aufgrund einer typologischen und, wie wir gesehen haben, auch entwicklungsgeschichtlichen Nähe jedoch genannt werden und damit gleich eine gewisse, jedoch nicht auf Vollständigkeit ausgelegte Übersicht publizierter Funde keramischer Wasserrohre des Mittelalters und der Neuzeit erfolgen⁹⁹.

Die wohl ältesten keramischen Wasserleitungen nach der Antike im deutschen Sprachraum stammen aus dem 11. Jh. aus dem Aureliuskloster Hirsau und der Harzburg (s. u.). Weitere Beispiele der nachfolgenden Jahrhunderte des Spätmittelalters fanden sich auffällig oft in Klöstern und Burgen, wo eine derart komfortable Versorgung mit Frischwasser zu dieser Zeit realisierbar war¹⁰⁰. Töpfereiabfall wie in Siegburg oder

⁹⁹ Besonderen Dank für einige der folgenden Hinweise zum Thema Wasserrohre schulde ich Stefan Krabath, Wilhelmshaven, Ulf Petzschmann, Halle (Saale), Marion Roehmer, Bonn, Sophia

Linda Stieme-Kirst, Halle (Saale), und Mario Titze, Halle (Saale).

¹⁰⁰ Kammel 2011, 116. Frank Matthias Kammel liefert eine gute und reich mit Beispielen versehene

Rheinbach im Rhein-Sieg-Kreis belegt die meist regionale Herstellung, wobei man das jeweils lokal bevorzugte Material – Steinzeug oder innenglasierte/unglasierte bzw. in Engobe getauchte Irdenware – verwendete. Meist wurden die Röhren in zwei Segmenten auf der Töpferscheibe gedreht und vor dem Brand zu einer Röhre kombiniert; aus Tonplatten – die um ein hölzernes Model gelegt wurden – gefertigte Rohre sind zumindest für das 18. Jh. belegt (Kammel 2011, 116; 118–121). Die Rohre sind entweder leicht konisch oder zylindrisch mit geweiteten bzw. verengten Enden (bzw. Muffe und Zapfen) für eine einfache Steckverbindung. Das verengte Ende bzw. der Zapfen kann mehr oder weniger stark vom Rohrkörper abgesetzt sein, der Zapfen selbst ist konisch oder zylindrisch. Die Enden können in den Bereichen, die zusammengesteckt werden – der Zapfen außen, die Muffe innen – eine gewindeartige Furchung aufweisen, ohne dass diese zu einer Verschraubung gedient hätte. Sie war vielmehr für den besseren Halt der eingesetzten Dichtungsmaterialien gedacht, wie in Andernach, Creußen und Wittenberg (s. u.) (Kammel 2011, 115).

Ab 1500 scheinen solche Leitungen im Zuge von urbanen oder herrschaftlichen Modernisierungsschüben häufiger zu werden, zumindest tauchen sie jetzt vermehrt in schriftlichen Quellen auf. Ihre Datierung als Objekt aus sich selbst heraus ist häufig schwer, vor allem nach dem Ende des Spätmittelalters, da Form und Größe der Röhren in der Frühneuzeit keine wesentliche Entwicklung zeigen (Kammel 2011, 118–121). Diese Datierungsschwierigkeiten werden z. B. bei den im Töpfereimuseum Langerwehe aufbewahrten Stücken deutlich, wo man Steinzeugröhren, die außen nach dem Drehen längsparallel beschnitten und auch innen durch Beschneiden weiter ausgehöhlt wurden, als spätmittelalterlich bezeichnet, während Röhren, die diese Nachbearbeitungsspuren nicht zeigen, durch den Vergleich mit Objekten von anderen Fundorten ins 18. Jh. datiert werden (Kammel 2011, 120–121 mit Abb. 4–6).

Insgesamt ist die Verwendung von keramischen Wasserrohren im Mittelalter und der Frühneuzeit eher die Ausnahme, da sie frostempfindlicher und nicht so zuverlässig und belastbar sind wie z. B. die allgegenwärtigen Holzrohre mit Metallmuffen und sich auch nicht für Druckwasserleitungen eignen¹⁰¹. Keramische Leitungen stehen aufgrund der exklusiveren Fundorte wohl oft mit einem besonderen Anspruch in Verbindung und dienten eher der Überbrückung kurzer Strecken. Es gibt auch Belege über das Scheitern solcher Projekte und keramische Leitungen, die nicht dicht zu bekommen waren, wie 1501 in Freiburg i. B. (Kammel 2011, 117–118). Auch Schwierigkeiten im keramischen Herstellungsprozess, beispielsweise Fehlbrände, konnten der Verlegung einer solchen Wasserleitung entgegenstehen, wie Mitte des 18. Jhs. in Koblenz. Die Kombination von Leitungen aus unterschiedlichen Materialien an einem Ort scheint hingegen nicht ungewöhnlich zu sein (Kammel 2011, 118; 122).

Gemessen an der Größe Deutschlands und den Jahrhunderten ihrer Verwendung sind die Fundhinweise zu keramischen Wasserleitungen selten. Bei einem Teil davon handelt es sich um Altfunde ohne nähere Einordnung und Datierung aus frühen Bauarbeiten oder

Übersicht zum Thema. Vgl. auch die Auflistung zahlreicher Erstnennungen von Röhrwasserleitungen in Mitteldeutschland sowie weit darüber hinaus bei Titze 2020, 7–9.

¹⁰¹ Vgl. zur Schilderung der allgemeinen Entwicklung von Wasserleitungen und den Spezifika von Holzleitungen auch Stieme 2019, vor allem 54–71 mit weiterführenden Quellen.

Sanierungen des 19./20. Jhs. in Burgen und Klöstern. Einige dieser Funde sollen hier für den Materialvergleich genannt werden, darunter auch einzelne mitteldeutsche Beispiele.

Bereits 1898 wurden neun keramische Rohre der Wasserleitung aus dem 11. Jh. (zwischen 1065 und 1074), welche auf die Harzburg führte, geborgen – konische, 46–55 cm lange, handgefertigte Rohre. Dies ist vermutlich die älteste nachantike (keramische) Wasserleitung bzw. die älteste Wasserleitung an einem nicht klösterlichen Ort¹⁰².

Aus dem Garten des Aureliusklosters in Hirsau stammt der Einzelfund eines mittelalterlichen keramischen Wasserrohrs vermutlich aus den 1070er-/1080er-Jahren, welches recht simpel gefertigt scheint, da der Durchmesser des vorderen Endes vermutlich durch Beschnitt im lederharten Zustand verkleinert wurde. Der Rohrkörper ist ansonsten komplett zylindrisch, das hintere Ende des konischen Rohres nicht geweitet¹⁰³.

Aus keramischer Produktion des 12./13. Jhs. in Buoch bei Stuttgart stammen normierte zylindrische Rohre mit verengten/geweiteten Enden und deutlicher Oberflächenriefung. Der Rohrkörper ist nicht exakt zylindrisch, sondern unterliegt geringen Schwankungen des Durchmessers (Gross 1987, 9 Abb. 9,13).

In Brühl wurden in der Stadt und auf der Burg zahlreiche Wasserrohre aus heller Irdenware geborgen, die aus den 1280er-Jahren stammen dürften. Leicht voneinander



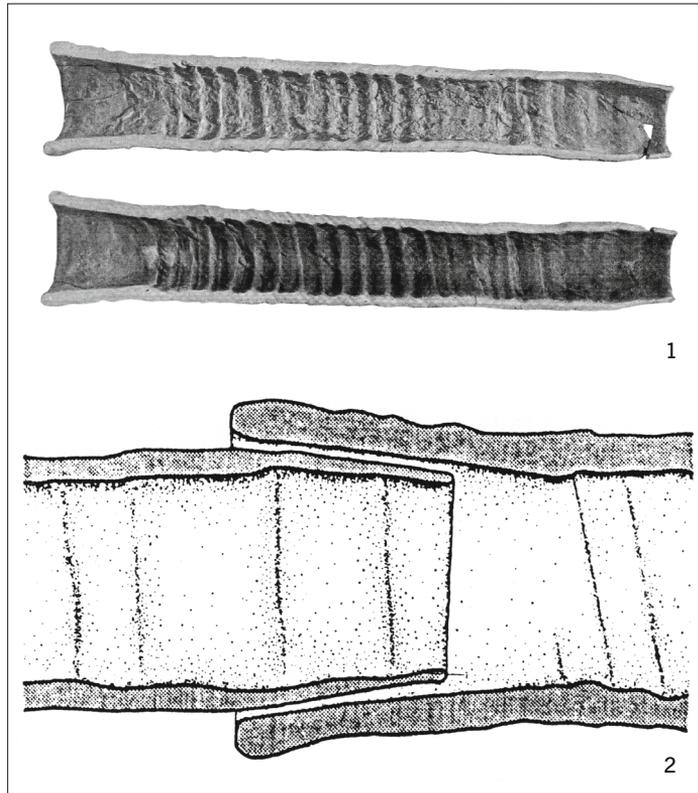
Abb. 53a–b Brühl, Rhein-Erft-Kreis. Wasserrohre des späten 13. Jhs. verschiedener Typen aus heller Irdenware.

102 Busch 1991, 268–269 mit Abb. 3; abgebildet auch bei Heine 1991, 53 Abb. 35.

103 Teschauer 1991, 246–248 Abb. 2. Die hier ver-

suchte Beschreibung beruht nur auf dem abgebildeten Foto, die Publikation selbst nennt keine Details zu dem Fund.

Abb. 54 Alzey, Lkr. Alzey-Worms, ehemalige Abtei St. Johann. Keramische Wasserrohre des 13. Jhs. Längsschnitt (1) und Montagesituation (2).



abweichende, jedoch augenscheinlich standardisierte und sauber gefertigte Typen sind dabei erkennbar (Abb. 53)¹⁰⁴.

In der 1564 aufgehobenen Abtei St. Johann bei Alzey fand sich bei Grabungen der 1960er-Jahre eine keramische Wasserleitung des 13. Jhs. aus ca. 50 cm langen Rohren mit nur schwach geweiteten bzw. einziehenden Enden. Das geweitete Muffenende soll gesondert an die ansonsten schiebengedrehten Röhren angesetzt worden sein (Abb. 54). Die Leitung konnte auf mehreren Abschnitten von insgesamt 200 m Länge beobachtet werden. Dazu gehört auch ein keramischer Filterkasten, der der Leitung »zwischengeschaltet« war; ein Vergleichsfund dazu stammt aus dem Minoritenkloster Seligenthal am Wahnbach (Kosch 1991, 106–107 mit Abb. 9).

Drei bereits früh publizierte schwäbische Fundbeispiele keramischer Wasserleitungen wurden bei Baumaßnahmen oder durch Schüler beobachtet: im Kloster Adelberg (Lkr. Göppingen) ein 42,5 cm langes Rohr aus grauer Keramik mit deutlich abgesetzter Spitze, in Ditzingen (Lkr. Ludwigsburg) mehrere 50 cm lange, noch ineinandergesteckte

¹⁰⁴ Ein herzlicher Dank für diesen Hinweis geht an Volker Gerald Grimm, Bonn, und Marie-Luise Sobczak, Brühl.

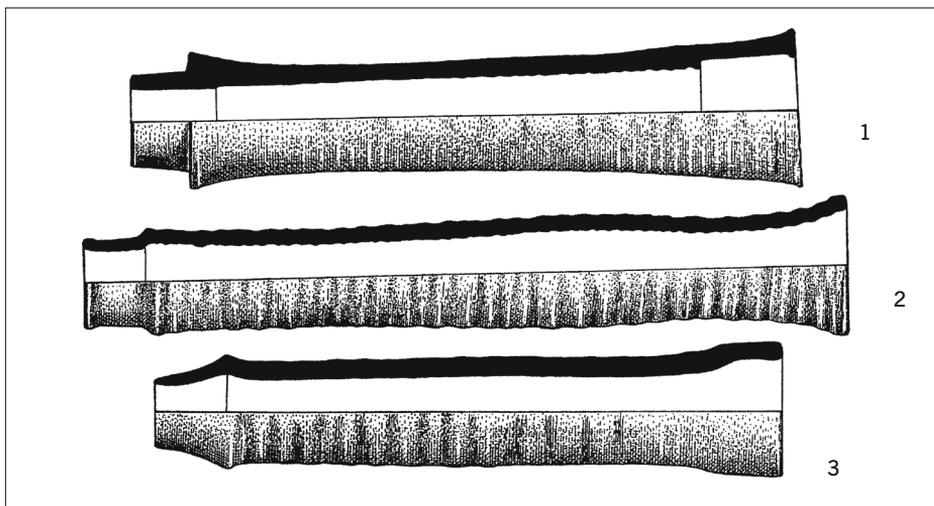


Abb. 55 Funde keramischer Wasserrohre aus Schwaben. 1 Kloster Adelberg, Lkr. Göppingen; 2 Ditzingen, Lkr. Ludwigsburg; 3 Möckmühl, Lkr. Heilbronn.

schmalere Röhren einer »mittelalterlichen« Wasserleitung und in Möckmühl (Lkr. Heilbronn) einige kürzere Röhren (39,5 cm) einer mutmaßlichen Zuleitung zum Schloss (Fundschau 1962, 290–292; 295). Diese drei Funde zeigen recht gut das Formenspektrum mittelalterlich-neuzeitlicher Wasserrohre (Abb. 55).

Gelegentlich werden keramische Wasserleitungen im Zusammenhang mit Gartenarchäologie publiziert. Um 1540 datierte, hervorragend erhaltene Rohre aus Basing House, Hampshire (England), von leicht variierender Länge sind standardisiert mit einem leicht geweiteten Ende und einer deutlich abgesetzten Spitze am anderen Ende ausgestattet, der Rohrkörper ist komplett gerillt (Moorhouse 1991, 110 Abb. 9,12). In Glenluce Abbey, Dumfries (Schottland), wurde in einem Graben sogar ein rundes Eckverbindungsstück mit zwei zueinander im 90°-Winkel stehenden Anschlüssen und einer oberen Reinigungsöffnung gefunden, datierend ins Mittelalter; weitere Beispiele von Röhren und Verbindungsstücken werden dort erwähnt (Moorhouse 1991, 110–112 Abb. 9,13–15).

Fünf Steinzeugröhren aus Andernach, vermutlich aus dem späten 16. oder 17. Jh., werden im Germanischen Nationalmuseum in Nürnberg aufbewahrt. Die ca. 48 bis 57 cm langen, leicht konischen Rohre wurden aus je zwei Teilen zusammengesetzt und besitzen ein geweitetes (Muffe) und ein sich stark verjüngendes Ende. Das als Muffe ausgebildete Ende weist wie bei den Funden aus Wittenberg (s. u.) jeweils eine gewindeartige Struktur auf (Kammel 2011, 115–116 Abb. 1).

Das Töpfereimuseum Raeren (Belgien) bewahrt aus dem Umfeld der Burg Raeren lange, leicht konische Wasserrohre aus salzglasiertem Steinzeug auf¹⁰⁵. Die geweiteten

¹⁰⁵ Mennicken 2013, 119 Abb. 290–292. Die Datierung der Röhren in das 15./16. Jh. ist unsicher, vgl. auch Kammel 2011, 120 mit Abb. 3.

und einziehenden Enden scheinen hier weniger stark ausgeprägt und normiert zu sein. Ein flaschenförmiges Verbindungsstück aus salzglasiertem Steinzeug mit Reinigungsöffnung und – ein interessanter Querverweis auf das Hauptthema des vorliegenden Beitrags, die Wölbgefäße – eine Drainageleitung aus Krug-Fehlbränden aus Steinzeug, deren Böden man durchschlagen hat und die anschließend in einer Linie aneinandergelagt wurden, liegen ebenfalls vor (Mennicken 2013, 119 Abb. 289; 293).

Röhren, die ab der Mitte des 18. Jhs. im oberfränkischen Creußen erzeugt wurden und deren Qualität aufgrund der Herstellung aus nur einem Stück sehr gelobt wurde, fand man auch dort; sie sind ca. 50 cm lang, zwischen 6 und 9 cm dick und besitzen an den Enden innen und außen ebenfalls eine gewindeartige Rillung (Kammel 2011, 118).

Exemplare keramischer Wasserrohre des 19. Jhs. aus heller oder schwarzer Irdenware sind auch aus dem Kröning, einem bewaldeten Höhenzug in Niederbayern, bekannt. Es gibt sie hier in unterschiedlichen Dimensionen und Warenarten, teilweise markiert; zeitypisch ist die exakte Drehweise (Grasmann 2010, 298 Abb. 199).

Die auf 1510/11 datierte keramische Wasserleitung aus dem Schlosshof in der Lutherstadt Wittenberg – die wohl aufgrund konstruktiver Schwächen (s. o.) nur ca. 30 Jahre Bestand hatte – ist vermutlich ein Zeichen landesherrlicher Repräsentation. Ihre Herstellung im nahe gelegenen Bad Schmiedeberg, in Spätmittelalter und Frühneuzeit Wittenbergs bevorzugter Lieferort hochwertiger keramischer Produkte (Kluttig-Altman 2015), ist schriftlich belegt. Soweit an den erhaltenen Fragmenten ablesbar, laufen die Rohre aus unglasierter Irdenware gleichmäßig konisch zu, das größere Ende ist nicht zusätzlich geweitet, das schmale allerdings stärker abgeschrägt. Ihre exakte, fast industriell wirkende Fertigung stellt einen eklatanten Unterschied zu den im vorliegenden Beitrag vorgestellten höchst unregelmäßigen Schmiedeberger Stütz- bzw. Wölbbröhren dar¹⁰⁶. Die für eine gute Verbindung sorgenden scharf gerillten Enden der Wittenberger Wasserrohrfragmente erinnern an Funde aus Andernach und Creußen (s. o.).

Andere mitteldeutsche, allerdings sehr junge Funde vor/um 1900 stammen aus der Dessauer Muldvorstadt, wahrscheinlich aus der Werkstatt des hier in der Breiten Straße 43 ansässigen Töpfermeisters W. Weller¹⁰⁷. Die gelb oder grün glasierten, ca. 60 cm langen Rohre besitzen ein Ende mit deutlich ausgreifender Manschette, während das andere Ende nicht einzieht, sondern nur am Rand leicht abgeschrägt ist (Abb. 56).

Aus der hier angerissenen Übersicht über die Funde *in situ* verbauter oder im Töpferabfall geborgener keramischer Wasserröhren aus Mittelalter und Neuzeit ergibt sich klar, dass es sich meist um exakt gefertigte Röhren handelt. Diese Normierung – die natürlich nicht immer perfekt, das Bemühen darum jedoch immer erkennbar ist – ist auch nötig, wenn man die Verbindungsstellen dicht bekommen möchte, damit die Wasserrohre ihre Funktion – das Wasser weiterzuleiten und nicht unkontrolliert an die Umgebung abzugeben – erfüllen können. Wie wenig die »wild« gefertigten Schmiedeberger Röhren diesem Zweck entsprechen würden, wird bei einem Vergleich schnell deutlich.

¹⁰⁶ Reetz 2014, 17–18 mit Abb. 15–16. Vgl. auch Stieme 2019, 120. Die Einschätzung der Wittenberger Funde von J. Reetz (2020, 23) als »bisher ohne Parallele« muss aufgrund der zahlreichen verfügbaren Vergleichsfunde verwundern.

¹⁰⁷ Für den freundlichen Hinweis und die Genehmigung zur Abbildung an dieser Stelle danke ich dem Grabungsleiter Ulf Petzschmann, Halle (Saale). Die Grabung A12619 in den Jahren 2018/19 betraf Grundstücke in der Flössergasse.



Abb. 56a–b Dessau, Muldvorstadt, Flössergasse. Keramisches Wasserrohr vor/um 1900, glasierte Irdenware. a Gesamtansicht; b Detailaufnahme des einziehenden, abgeschrägten Rohrendes.

Und ein weiterer, sehr unterschiedlicher Funktionsanspruch zwischen Wölb- und Wasserröhren wird sichtbar, der sich natürlich auf die Grundform auswirkt: Wasserröhre sollen eher lang sein, um möglichst *wenige* Verbindungsstellen als potenzielle Wasserverlustquellen zu erhalten. Wölb- röhren dagegen werden kürzer gewünscht, denn möglichst *vielen* Verbindungsstellen (Knickpunkte) ergeben eine bessere Annäherung des gesetzten polygonalen Wölb- bogens an eine Kreisform. Außerdem sind kurze (leichte) Röhren einfacher und schneller handhabbar, was die Baugeschwindigkeit erhöht, und haften unkomplizierter im Gipsmörtelverbund. Diesen Anspruch an Wölb- röhren erfüllt beispielhaft die industriell hergestellte Massenware der Spätantike und des 19./20. Jhs. – bei vermutlich flüchtig und für akuten Bedarf hergestellten individuellen Stücken wie den Schmiedeberger Röhren kann dieses Maß nicht ganz so streng angesetzt werden.

4.2 Wölbgefäße

Etwas besser als zu Wölb- röhren sieht die Situation in Deutschland zu Vergleichsfunden bei Wölb- gefäßen aus – neben einigen Belegen aus der provinzialrömischen Epoche (s. o.) gibt es auch vereinzelte Entsprechungen aus dem Mittelalter und der Neuzeit.

Eine stammt aus Winterthur im Kanton Zürich (Lehmann 1991). Hier wurde im Untertor 25 ein liegender Töpferofen aus der Zeit um 1400 ausgegraben, der neben anderen interessanten Details – dem nachgewiesenen gemeinsamen Brand von Ziegelsteinen und Geschirrkera- mik/Kacheln – auch Wölb- gefäße aufzuweisen hatte. Auf mindestens zwei Lagen von Hohlziegeln (vermutlich Fehlbränden), welche den Fuß der Ofenkuppelwand

bildeten, werden die aus Wölbtopfen errichteten Kreisbögen aufgesessen haben¹⁰⁸. Diese Wölbgefäße in der Art »normaler« Kochtöpfe mit sauber ausgeführtem Mündungsrand und in der oberen Gefäßhälfte liegendem maximalen Durchmesser ähneln dem Schmiedeberger Typ 3 sehr, sie sind nur mit 14 cm Höhe etwas gedrungener. Sie wurden mit häckselgemagertem Lehm miteinander verbunden, wovon zahlreiche Lehmbröckchen mit Negativabdrücken zeugen. Der Ausgräber erwähnt ausdrücklich die hohe Qualität der Wölbtopfe – hier wurde kein Ausschuss einer alternativen Verwendung zugeführt.

Parallelfunde zu den Schmiedeberger Wölbgefäßen sind auch aus Einbeck in Niedersachsen bekannt. Die schlanken, leicht gebauchten Töpfe von Hans Cordes' Ziegelei/Töpferei vor dem Tiedexer Tor entsprechen in der Form ziemlich genau der Schmiedeberger Übergangsform (Abb. 57; vgl. Abb. 5) und sind stark gerieft¹⁰⁹.

Das Kölnische Stadtmuseum bewahrt aus der Töpferei Streitzeuggasse (sic!) in Köln mehrere Gefäße auf, die ins 16. Jh. datieren und aufgrund der im betreffenden Katalog (Unger 2007, 491–492 Kat. 672–676) beschriebenen Merkmale als Wölbgefäße aufzufassen sind, auch wenn eine entsprechende Interpretation in dieser Publikation fehlt¹¹⁰. Die bereits 1951 geborgenen Gefäßteile weisen neben einer für zielgerichtet hergestellte Wölbgefäße typischen schlanken Topfform eine deutliche Furchung, im Fall eines erhaltenen Bodens ein Bodenloch und außen verschiedenfarbige angebackene Lehmreste auf. Die hier als Steinzeug bzw. Faststeinzeug beschriebenen Gefäße könnten auch aufgrund der permanenten Hitzebeanspruchung als Teil des Ofengewölbes diesen Eindruck einer gewollten Scherbensinterung machen. Mit den beeindruckenden Ofenbefunden des 15. Jhs. (s. o.) sowie provinzialrömischen Befunden¹¹¹ werden in Köln gleich mehrere Stationen einer Tradition, Töpferöfen mit Gefäßen bzw. Röhren zu wölben, sichtbar.

In der Unteren Sandstraße der Bamberger Altstadt konnte zwischen 1986 und 1992 ein Töpferofenrest ausgegraben werden, zu dem zahlreiche Wölbgefäße gehörten, die teilweise noch miteinander verbacken waren und umfangreiche Lehmanlagerungen aufwiesen. Die Wölbtopfe entsprechen laut Ausgräber exakt denjenigen, die der Töpfer auch sonst herstellte: schlanke Töpfe mit weiter Mündung, sorgfältig profilierter Randleiste und dem größten Umfang etwa in der Gefäßmitte; damit erinnern sie deutlich an die Schmiedeberger (Typ 3, vgl. Abb. 4) und Winterthurer Exemplare (Löw-Karpf 1993, 145 Abb. 3–4; 149 Abb. 9). Die in der Publikation zumindest teilweise dargestellten, augenscheinlich allseitig verglasten und miteinander verbackenen Bamberger Topffragmente (Löw-Karpf 1993, 145 Abb. 3) allerdings könnten eher die Reste eines Feuergitters oder eines Topfstapels der letzten Ofenfüllung sein, der Opfer eines zu heiß geratenen Brandes geworden ist. Verbaute Gefäße aus einem Gewölbe könnten zumindest nur einsei-

108 Lehmann 1991, bes. Abb. 1, 3 und 4. Ein Bild des Befundes ist auch bei Heege 2007, 97 Abb. 164, dargestellt, hier wird auch die Verwendung von Töpfen beim Feuergitter erwähnt.

109 Heege 2002, 263 Abb. 556. Ein Einbecker Ofen vom Negenborner Weg vom Beginn des 13. Jhs. ließ im Befund noch den Aufbau des Feuergitters aus Topfsäulen erkennen (Heege 2007, 98 Abb. 165). In den Verfüllschichten des Geländes mit elf Töpferöfen fanden sich häufig Töpfe mit Lehmpropfen bzw. -anlagerungen, die als

Bestandteile ebensolcher Topfsäulen gedeutet werden (Heege 2007a, 354–355 Abb. 22). – Auf der Begleit-CD dieses Bandes (Heege 2007) sind neben den im vorliegenden Beitrag näher genannten Beispielen weitere Belege für Topfgewölbe bei mittelalterlichen/neuzeitlichen Brennöfen zu finden (Strullendorf [Bayern], Belzig [Brandenburg], Brühl und Frechen [Nordrhein-Westfalen]).

110 Ein herzlicher Dank für den Hinweis auf diese Objekte an Christoph Keller, Bonn!

111 Vgl. Anm. 85.



Abb. 57 Einbeck, Lkr. Northeim. Rekonstruierend ineinandergesteckte Wölbttöpfe eines Töpferengewölbes. Der bei Ausgrabungen vor dem Tiedexer Tor freigelegte Ofen datiert an das Ende des 15. Jhs./in die erste Hälfte des 16. Jhs.

tig Anflugglasur tragen. Dieser Befund zeigt exemplarisch, wie schwer die Trennung zwischen normalem Abwurf, Wölbgefäßen und »letzter Ofenfüllung« sein kann, wenn kaum noch Ofenstrukturen vorhanden sind und überhaupt keine Wölbgefäße *in situ* beobachtet werden – nicht alle verstreut oder auch ineinander gesteckt gefundenen Gefäße müssen automatisch Wölbttöpfe sein¹¹².

Durchlochte Gefäßböden scheint es beim Bamberger Befund nicht gegeben zu haben. Der Autor erwägt die Verwendung von Fehlbränden für das Topfgewölbe, konnte das aufgrund des stark fragmentierten Zustandes seiner Funde jedoch nicht verifizieren.

Der in einem bemerkenswerten interdisziplinären Projekt 1981 rekonstruierte und mehrfach erprobte kaiserzeitliche Ofen von Haarhausen in Thüringen bekam ein Topfgewölbe. Die Rekonstruktion beruht auf einem einzigen *in situ* vorgefundenen situlenförmigen Wölbtopf, zahlreichen ähnlichen verstreuten Fragmenten und Lehmbrocken mit Topfabdrücken (Dušek u. a. 1986, 10–13 Taf. IV.2; V.1). Bei der Rekonstruktion zu einer runden Ofenkuppel wurden die Wölbtopfe ringförmig nebeneinander stehend aufgebaut, mit zunächst großen lehmgefüllten Zwischenräumen, und mit Neigung nach innen stückweise übereinandergestellt. Kraftschlüssige Bögen entstanden dabei nicht – die parallel angewachsenen Viertelkreise lassen einen Scheitelpunkt offen, der dann durch ein einzelnes Gefäß geschlossen wird, sowie eine bei jedem Brand wieder zu schließende Entnahmeöffnung (Dušek u. a. 1986, 31–37 mit Abb. 16 Taf. XI–XII). Bei fünf Bränden über mehrere Jahre Standzeit bewies der Ofen seine Haltbarkeit, die thermischen Vorteile der Wölbtopfwandung wurden durch zahlreiche Messungen bestätigt, und die mehrfache Verwendung der (unbeschädigt bleibenden) einzelnen Wölbtopfe der Entnahmeöffnung erwies sich als völlig unproblematisch (Dušek u. a. 1986, 66–67).

In einem Töpferareal an der Mulde in Grimma besaß einer von vier in Resten erhaltenen Brennöfen des 13./14. Jhs. in die ansatzweise erhaltene Ofenwandung eingemauerte Gefäße bzw. Gefäßteile. Der Autor interpretiert diesen Befund in einem Vorbericht nicht weiter, sodass nicht klar wird, ob es sich um den Ansatz eines Topfgewölbes handelt oder ob es eine andere konstruktive Erklärung gibt (Krentz 2018, 299–300 mit Abb. 5).

In Brandis nordöstlich von Leipzig, um in Mitteldeutschland zu bleiben, wurden in einem Areal mit mehreren Töpferöfen des 13. Jhs. »zwei Überreste von Ofensäulen aus Töpfen als Trennung des Feuerungs- und Brennraumes erkannt« (Schilling 2018, 287 Abb. 5). Wie in Grimma wurde »zumindest im Bereich der Ofenkuppelbasis zerscherbte Keramik zum Aufbau der Ofenwandung verwendet [...]«¹¹³. Auch hier lässt die vorberichtsartige Publikation keine weitere Interpretation im Sinne unseres Themas zu.

5 Resümee

Die üblicherweise sehr schlechte Erhaltung von archäologisch erfassten Töpferöfen, die dem Ausgräber neben dem Grundriss und der Ofensole einen – wenn überhaupt – nur geringen Ansatz der aufgehenden Ofenwandung beschert, führt dazu, dass in und um diese Befunde verstreute (Wölb-)Gefäße sehr verschieden und auch fehlinterpretiert werden können. Bei kaum einem der hier vorgestellten mittelalterlich-neuzeitlichen archäologischen Fundorte befanden sich Wölbgefäße noch in originaler Position, sondern nur verstreut im Ofenbereich

¹¹² Der Autor erwähnt passenderweise einen liegenden Ofen um 1300 aus Rödental-Kipfendorf, Lkr. Coburg, ausgegraben vor 1921, in dem Feuerungs- und Brennraum durch ein Gitter aus Topfsäulen getrennt waren und für das Topfgewölbe eindeutige Fehlbrände verwendet wurden (Löw-Karpf 1993, 149 mit Anm. 6).

¹¹³ Schilling 2018, 289 mit Abb. 10. War die Keramik schon zerscherbt, als sie verbaut wurde, oder handelt es sich um erst später fragmentierte Wölbgefäße?

oder in Abwurfgruben, dazu kommt eine Fragmentierung des Materials. Bei komplett von Ofenstrukturen getrennt gefundenen Wölbgefäßen – wie in Bad Schmiedeberg in Abwurfgruben – wird die wissenschaftliche Bearbeitung nicht gerade einfacher. Der Unsicherheiten aus archäologischem Blickwinkel sind deshalb viele – sei es die Verwechslung zwischen normal produzierter Geschirrkemik, den »tückischerweise« oft genauso geformten Wölbgefäßen oder Ausschuss, seien es abweichende Vorstellungen über den Aufbau eines Gefäßgewölbes bei Töpferöfen, seien es Unsicherheiten über die konkrete Zuweisung erkannter Wölbgefäße zu einer Kuppel, einer Stützsäule, dem Feuergitter oder Ähnlichem. Die vorliegende Vorstellung der Schmiedeberger Funde bildet dabei keine Ausnahme.

Um die begrenzte archäologische Perspektive zu ergänzen und zu einer möglichst fundierten Einschätzung der besonderen Funde aus Bad Schmiedeberg zu kommen, wurden in diesem Beitrag Informationen antiker bis moderner Vergleichsbeispiele bei Töpferöfen und Gebäuden in Anspruch genommen und die eng miteinander verwobene Hohlkörper-Wölbtechnik bei diesen beiden Entwicklungslinien hoffentlich überzeugend dargestellt. Man muss nicht jedes Mal aufs Neue raten, wenn man mit lehmbehafteten, seltsamen Gefäßen nahe eines Töpferofens konfrontiert wird – man kann auf archäologisch gut belegte Ofenkonstruktionen wie in Pompeji, auf im 19./20. Jh. großzügig dokumentierte rezente Töpferöfen in verschiedenen Regionen Europas, sogar auf noch heute (in Gebrauch) stehende Öfen sowie ähnliche Phänomene in der historischen und rezenten Architektur schauen. Dort findet man sehr viele Antworten.

6 Summary

Tube and pot vaults in ceramic kilns and their architectural parallels. Excavation finds from Bad Schmiedeberg in Saxony-Anhalt trigger an archaeological, architectural, and historical search for evidence

The generally very poor preservation of archaeologically recorded pottery kilns, which in addition to the ground plan and the kiln floor offer the excavator only a slight, if any, indication of the rising wall of the kiln, leads to the fact that (vault) vessels scattered in and around these features can be interpreted very differently or even misinterpreted. In hardly any of the medieval to early modern archaeological sites presented here were vault vessels still in their original position, but rather scattered in the area around the kiln or in waste pits, and fragmented. In the case of vault vessels found completely separate from kiln structures – such as in waste pits at Bad Schmiedeberg – scientific processing is not exactly any easier. From an archaeological point of view the uncertainties are therefore many – be it the confusion between normally produced tableware, the often »treacherously« similarly shaped vault vessels, or rejects, be it differing ideas about the construction of a pot vault in pottery kilns, or be it uncertainties about the specific assignment of recognised vault vessels to a dome, a support column, the fire screen, or any other. In this respect this presentation of the Bad Schmiedeberg finds is no exception.

In order to supplement the restricted archaeological perspective and to arrive at the most well-founded assessment of the unusual finds from Bad Schmiedeberg, information is presented in this article, hopefully convincingly, from ancient to modern comparative examples of pottery kilns and buildings and the closely interwoven hollow body vault-

ing technology in these two lines of development. One doesn't have to guess anew every time one is confronted with strange clay specked vessels near a pottery kiln – one can refer to archaeologically well-documented kiln structures such as at Pompeii, to recent pottery kilns lavishly documented in various regions of Europe in the 19th and 20th centuries, and even look at kilns that are still in use today as well as similar phenomena in historical and recent architecture. There one will find many answers.

Literaturverzeichnis

Alcaide u. a. 2019

M. M. Alcaide/J. M. R. Punzón/P. R. Montes, El uso de tubi fittili para cubiertas abovedadas en la hispania romana. Revisión bibliográfica y estado de la cuestión (The use of tubi fittili for vaulting roof in roman Hispania. Bibliographical review and status of the issue). SPAL – Rev. Prehist. y Arqu. 28,1, 2019, 131–156.

Allen 1974

H. L. Allen, Excavations at Morgantina (Serra Orlando), 1970–1972. Preliminary Report XI. Am. Journal Arch. 78,4, 1974, 361–383.

Annechino 1977

M. Annechino, Fritillus, un piccolo vaso di terracotta [Fritillus, eine kleine Terracottavase]. Cronache Pompeiane III, 1977, 198–213.

Arslan 1965

E. A. Arslan, Osservazioni sull'impiego e la diffusione delle volte sottili in tubi fittili [Beobachtungen zur Verwendung und Verbreitung dünner Gewölbe mit Tonrohren]. Boll. Arte Ministero P. Istruzione I–II, 1965, 45–52.

Bender 1995

W. Bender, Lexikon der Ziegel. Vom Antikziegel bis zum Zellenblockziegel in Wort und Bild² (Wiesbaden, Berlin 1995).

Blesson 1828

[J. L. U.] Blesson, 1. Ueber die Topfgewölbe der älteren und der neueren Zeit. Verhand. Ver. Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen 7, 1828, 71–79.

Blesson 1828a

Anonym [J. L. U. Blesson], 188. Ueber die Topfgewölbe der älteren und der neueren Zeit. Kunst- u. Gewerbe-Blatt Polytech. Ver. Königreich Bayern 14,36, 1828, Sp. 521–528.

Bode 2003

U. Bode, Märkische Ziegel im 18. und in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. In: E. Badstübner/D. Schumann (Hrsg.), Backsteintechnologien in Mittelalter und Neuzeit. Studien zur Backsteinarchitektur 4 (Berlin 2003) 332–369.

Bouet 1999

A. Bouet, Les matériaux de construction en terre cuite dans les thermes de la Gaule Narbonnaise. Scripta Antiqua 1 (Talence 1999), <https://books.openedition.org/ausonius/9525> (01.06.2021).

Boukhenouf/Iaichouchen 2020

A. Boukhenouf/O. Iaichouchen, Study of terracotta vaulting tubes from a new archaeological site in Mlakou, Algeria. Internat. Journal Conservation Scien. 11,1, 2020, 51–60.

Brandenburg 2004

H. Brandenburg, Die frühchristlichen Kirchen in Rom vom 4. bis zum 7. Jahrhundert. Der Beginn der abendländischen Kirchenbaukunst (Regensburg 2004).

Brandenburg 2016

H. Brandenburg, Rome. Sanctus Stephanus in Coelio Monte, Santo Stefano Rotondo². Kleine Kunstführer 2765 (Regensburg 2016).

Breitenfeld/Skedzuhn 2013

J. Breitenfeld/A. Skedzuhn, Die Umsetzung eines Restaurierungskonzepts für den Niobidensaal. Konservierung und Restaurierung der Wandflächen, Decken und Wandgemälde. In: Verband der Restauratoren e. V. (Hrsg.), Konservierung, Restaurierung und Ergänzung im Neuen Museum in Berlin. Zwischen ursprünglichen Intentionen und neuen Entwürfen. Beiträge des Fachkolloquiums »Neues Museum Berlin – Restaurierung und Denkmalpflege im Weltkulturerbe« vom 4. bis 5. Juni 2010 (München 2013) 115–124.

Breton 1870

E. Breton, Pompeia. Décrite et dessinée par Ernest Breton. Suivie d'une notice sur Herculanéum³ (Paris 1870).

Busch 1991

R. Busch, Die Harzburg in Bad Harzburg, Niedersachsen. In: Frontinus-Gesellschaft e. V. (Hrsg.), Die Wasserversorgung im Mittelalter. Geschichte der Wasserversorgung 4 (Mainz 1991) 268–271.

Cavassa u. a. 2015

L. Cavassa/B. Lemaire/G. Chapelin/A. Lacombe, Pompéi. L'atelier de potier de la via dei Sepolcri, 28–30. Campagne de fouilles 2014 [Pompeji. Die Töpferwerkstatt an der Via dei Sepolcri 28–30. Grabungskampagne 2014]. Chronique Activités Arch. École Française Rome 2015, 1–13.

Cavassa u. a. 2017

L. Cavassa/B. Lemaire/A. Boisson/G. Chapelin/G. Ciucci/C. Durand/J.-M. Gassend/G. Festa/M. Leone/A. Oboussier/E. Paul/M. Pawłowicz/

- R. Rêve/C. Rosa/G. Stelo/L. Vollaro, Recherches sur la production céramique à Pompéi: l'atelier des lampes à huile (Reg. I, Ins. 20,2–3). Campagne de fouilles 2016 [Forschungen zur Keramikherstellung in Pompeji: die Werkstatt der Öllampen (Reg. I, Ins. 20,2–3. Grabungskampagne 2016)]. *Chronique Activités Arch. École Française Rome* 2017, 1–10.
- Cerulli Irelli 1977**
G. Cerulli Irelli, Officina di lucerne fittili a Pompei [Werkstatt für Tonöllampen in Pompeji]. In: *L'instrumentum domesticum di Ercolano e Pompei nella prima età imperial. Atti del II Incontro organizzato dal Centro per lo studio dell'Instrumentum Domesticum*, Napoli, Museo Nazionale, 30.V.–13.VI. 1973. *Quaderni di cultura Materiale 1* (Roma 1977) 53–72.
- Deiler 2016**
M. Deiler, Tonröhrengewölbe-Baracken (aus Fusée Céramique) im ehemaligen KZ-Lager Kaufering VII in Landsberg am Lech. *Landsberger Geschl.* 114, 2016, 75–86.
- Deiler 2019**
M. Deiler, Tonröhrengewölbe aus Fusée Céramique im ehemaligen KZ-Lager Kaufering VII. *Ziegelei-Museum*, 36. Bericht der Stiftung Ziegelei-Museum, 2019, 49–67.
- Drnovský u. a. 2019**
P. Drnovský/J. Kypta/R. Thér, Remnants of a Gothic stove at the château in Pardubice. On the types of stove construction elements at the turn of the 16th century. *Arch. Rozhledy* 71, 2019, 641–681.
- Duma 1966**
G. Duma, Mit Töpfen überwölbte keramische Öfen. *Acta Ethnogr. Acad. Scien. Hungaricae* 15, 1966, 93–160.
- Durm 1885**
J. Durm, Die Baukunst der Etrusker. Die Baukunst der Römer. *Handbuch der Architektur*, Teil 2: Die Baustile. Historische und technische Entwicklung 2 (Darmstadt 1885).
- Durm 1905**
J. Durm, Die Baukunst der Etrusker. Die Baukunst der Römer². *Handbuch der Architektur*, Teil 2: Die Baustile. Historische und technische Entwicklung 2 (Stuttgart 1905).
- Dušek u. a. 1986**
S. Dušek/H. Hohmann/W. Müller/W. Schmidt, Haarausbau I. Rekonstruktion eines Töpferofens und des Brennverfahrens. *Weimarer Monogr. Ur- u. Frühgesch.* 16 (Weimar 1986).
- Eisele/Seiler 2013**
G. Eisele/J. Seiler, Überprüfung des Tragverhaltens am Beispiel der Natursteinsäulen und der Tontopfdecken. In: *Verband der Restauratoren e. V.* (Hrsg.), *Konservierung, Restaurierung und Ergänzung im Neuen Museum in Berlin. Zwischen ursprünglichen Intentionen und neuen Entwürfen. Beiträge des Fachkolloquiums »Neues Museum Berlin – Restaurierung und Denkmalpflege im Weltkulturerbe« vom 4. bis 5. Juni 2010* (München 2013) 79–91.
- Ferro 2014**
S. Ferro, Pompei, un centro commerciale sopra rovine romane [Pompeji, ein Handelszentrum über römischen Ruinen]. *Globalist Syndication*, 30. April 2014, <<https://www.globalist.it/news/2016/05/08/pompei-un-centro-commerciale-sopra-rovine-romane-57548.html>> (04.06.2021).
- Fohl 2003**
A. Fohl, Marmor, Stein und Eisen. Ludwig Persius und die Eisen-Architektur seit dem 18. Jahrhundert. *Jahrb. Stiftung Preuß. Schlösser u. Gärten Berlin-Brandenburg* 5, 2003, 113–126.
- Fundschau 1962**
Fundschau Mittelalter und Neuzeit. *Fundber. Schwaben N. F.* 16, 1962, 290–298.
- Gottgetreu 1869**
R. Gottgetreu, Physische und chemische Beschaffenheit der Baumaterialien. *Deren Wahl, Verhalten und zweckmäßige Verwendung. Ein Handbuch für den Unterricht und für das Selbststudium* (Berlin 1869).
- Grasman 2010**
L. Grasman, Die Hafner auf dem Kröning und an der Bina (Straubing 2010).
- Grimmsches Wörterbuch 1936**
Jacob Grimm/Wilhelm Grimm, *Deutsches Wörterbuch* 11,3. Un–Uzvogel (Leipzig 1936).
- Gross 1987**
U. Gross, Zur mittelalterlichen Keramikproduktion in Buoch. *Buocher Hefte* 6 (Remshalden-Buoch 1987).
- Hampe/Winter 1965**
R. Hampe/A. Winter, Bei Töpfern und Ziegeln in Süditalien, Sizilien und Griechenland (Mainz 1965).
- Heege 2002**
A. Heege, Einbeck im Mittelalter. Eine archäologisch-historische Spurensuche. *Studien zur Einbecker Geschichte* 17 (Oldenburg 2002).
- Heege 2007**
A. Heege (Hrsg.), *Töpferöfen – Pottery kilns – Fours de potiers. Die Erforschung frühmittelalterlicher bis neuzeitlicher Töpferöfen (6.–20. Jh.) in Belgien, den Niederlanden, Deutschland, Österreich und der Schweiz. Basler Hefte zur Archäologie* 4 (Basel 2007).
- Heege 2007a**
A. Heege, Töpferöfen des 12. und frühen 13. Jahrhunderts aus Einbeck, Niedersachsen D. In: A. Heege (Hrsg.), *Töpferöfen – Pottery kilns – Fours de potiers. Die Erforschung frühmittelalterlicher bis neuzeitlicher Töpferöfen (6.–20. Jh.) in Belgien, den Niederlanden, Deutschland, Österreich und der Schweiz. Basler Hefte zur Archäologie* 4 (Basel 2007) 345–358.
- Heine 1991**
H.-W. Heine, Burgen der salischen Zeit in Niedersachsen. Ein Überblick. In: H. W. Böhme (Hrsg.), *Burgen der Salierzeit 1. In den nördlichen Landschaften des Reiches. Monogr. RGZM* 25 (Sigmaringen 1991) 9–84.

- Hermann 2016**
T. Hermann, Die Konservierung der Tonröhrenbaracken des KZ-Außenlagers »Kaufering VII« bei Landsberg am Lech. Denkmalpfl. Informationen 163, 2016, 40–43.
- Höcker 2008**
C. Höcker, Metzler Lexikon antiker Architektur. Sachen und Begriffe. Sonderausgabe (Stuttgart 2008).
- Hoffmann 1846**
C. W. Hoffmann, Die feuerfesten Decken des Neuen Museums hierselbst. Notiz-Blatt des Architekten-Vereins zu Berlin 25, 1845 (1846) 167–177.
- Kamerling 2011**
W. Kamerling, Fusée Ceramic vaults and Domes in the Netherlands, <<http://www.bartkamerling.nl/fusee/pdf/FuseeCeramicVaultsandDomesintheNetherlands.pdf>> (01.06.2021).
- Kammel 2011**
F. M. Kammel, Fünf Steinzeugröhren aus Andernach. Relikte einer urbanen Wasserversorgung der Frühneuzeit. Anz. Germ. Natmus. 2011, 115–124.
- Kiefer 2004**
F. H. Kiefer, Schinkel und die Industrialisierung Preußens. Ungedr. Diss. Philipps-Universität Marburg (Marburg 2004), <https://archiv.ub.uni-marburg.de/diss/z2005/0131/pdf/Dissertation_Kiefer_Hauptteil.pdf> (01.06.2021).
- Kluttig-Altman 2015**
R. Kluttig-Altman, Produzent und Markt. Die Identifizierung keramischer Produkte des Spätmittelalters und der Frühneuzeit aus Bad Schmiedeberg im Wittenberger Fundbild. In: H. Meller (Hrsg.), Fokus: Wittenberg. Die Stadt und ihr Lutherhaus. Multidisziplinäre Forschungen über und unter Tage. Forscher. Landesmus. Vorgesch. Halle 7 (Halle [Saale] 2015) 245–295.
- Kluttig-Altman 2019**
R. Kluttig-Altman, Wölböhrren- und Wölbgefäßfunde von Keramikbrennöfen aus Bad Schmiedeberg. Ziegelei-Museum, 36. Bericht der Stiftung Ziegelei-Museum, 2019, 25–48.
- Kluttig-Altman 2022**
R. Kluttig-Altman, Von Rom nach Sachsen-Anhalt. Röhren- und Gefäßgewölbe bei Keramikbrennöfen am Beispiel von Bad Schmiedeberg und ihre Parallelen in der Großarchitektur. In: Keramik im häuslichen und repräsentativen Gebrauch. 52. Internationales Keramiksymposium in Bad Muskau vom 16. bis zum 20. September 2019. Muskauer Schr. 9 (Bad Muskau 2022) 235–248.
- Knoblauch 1934**
E. Knoblauch, Topfgewölbe. Notiz-Blatt des Architekten-Vereins zu Berlin 3, 1934, 31–32.
- Koch 1993**
W. Koch, Baustilkunde. Das Standardwerk zur europäischen Baukunst von der Antike bis zur Gegenwart (Gütersloh 1993).
- Kosch 1991**
C. Kosch, Wasserbaueinrichtungen in hochmittelalterlichen Konventanlagen Mitteleuropas. In: Frontinus-Gesellschaft e. V. (Hrsg.), Die Wasserversorgung im Mittelalter. Geschichte der Wasserversorgung 4 (Mainz 1991) 89–146.
- Krentz 2018**
L. Krentz, Ein Töpferareal an der Mulde in Grimma. Die Ausgrabung GRM-158. Ausgrabungen in Sachsen 6 = Arbeits- u. Forschber. Sächs. Bodendenkmalpfl., Beih. 33, 2018, 297–304.
- Krieger 2017**
E. Krieger, Ein Töpferofen aus der römischen Villenanlage von Duppach-Weiermühle, Landkreis Vulkaneifel. Trierer Zeitschr. 79/80, 2016/17 (2017) 85–212.
- Kunst- und Gewerbeblatt 1829**
[N. N.], 125. Bemerkungen über die sogenannten Topfgewölbe. Kunst- u. Gewerbebl. Polytechn. Ver. Königreich Bayern 15,37, 1829, Sp. 521–524.
- Kunst- und Gewerbeblatt 1832**
[N. N.], 83. Ueber das Bauen mit hohlen Steinen. Kunst- u. Gewerbebl. Polytechn. Ver. Königreich Bayern 18,10, 1832, Sp. 931–942.
- Laag 1990**
H. Laag, Kleines Wörterbuch der frühchristlichen Kunst und Archäologie (Stuttgart 1990).
- Lancaster 2012**
L. C. Lancaster, Ash mortar and vaulting tubes: agricultural production and the building industry in North Africa. In: S. Camporeale/H. Dessales/A. Pizzo (Hrsg.), Arqueología de la construcción III. Los procesos constructivos en el mundo romano: La economía de las obras (Tagung Paris 2009). Anejos de Archivo español de arqueología 64 (Mérida 2012) 145–160.
- Lancaster 2015**
L. C. Lancaster, Innovative vaulting in the architecture of the Roman Empire 1st to 4th centuries CE (Cambridge 2015).
- Langejan 1949**
A. Langejan, Fuseses Ceramiques, een nieuw bouw-materiaal. Bouw 1949, 518–520.
- Lehmann 1991**
P. Lehmann, Ziegel aus dem Töpferofen. Ziegelei-Museum. 8. Bericht der Stiftung Ziegelei-Museum, 1990/91 (1991) 11–22.
- Lexikon 1994**
H. Olbrich (Hrsg.), Lexikon der Kunst. Architektur, bildende Kunst, angewandte Kunst, Industrieformgestaltung, Kunsttheorie, Bd. 7 Stae bis Z (Leipzig 1994).
- Lorenz 2003**
W. Lorenz, Von mancherlei Schwierigkeit, einer historischen Konstruktion gerecht zu werden. Anmerkung zu neuen Äußerungen über die Schutzkuppel von St. Nikolai. Jahrb. Stiftung Preuß. Schlösser u. Gärten Berlin-Brandenburg 5, 2003, 127–149.
- Lorenz 2014**
W. Lorenz, Das Neue Museum Berlin. Historische Wahrzeichen der Ingenieurbaukunst in Deutschland 15 (Berlin 2014).
- Löw-Karpf 1993**
L. Löw-Karpf, Funde aus einem Töpferofen um 1500

- in Bamberg. In: W. Endres (Red.), Beiträge vom 25. Internationalen Hafner-Symposium in Lienz, Osttirol 1992. Nearchos 1 (Innsbruck 1993) 143–154.
- Lucore 2009**
S. K. Lucore, Archimedes, the North Baths at Morgantina, and Early Developments in Vaulted Construction. In: C. Kosso/A. Scott (Hrsg.), The Nature and Function of Water, Baths, Bathing and Hygiene from Antiquity through the Renaissance. Technology and change in history 11 (Leiden u. a. 2009) 43–59.
- Lucore 2013**
S. K. Lucore, Bathing in Hieronian Sicily. In: S. Lucore/M. Trümper (Hrsg.), Greek Baths and Bathing Culture: New Discoveries and Approaches. Bull. Ant. Beschaving, Suppl. 23 (Leuven u. a. 2013) 150–179.
- Lucore 2013a**
S. K. Lucore, Archimedes and the North Baths at Morgantina. In: G. Di Pasquale/C. Parisi Presicce/B. Basile (Hrsg.), Archimedes. The art and science of invention. Exhibition catalogue Rome 2013–2014 (Firenze 2013) 70–73.
- Lucore 2016**
S. K. Lucore, Greek Baths. In: M. M. Miles (Hrsg.), A Companion to Greek Architecture (Chicester 2016) 328–341.
- Mascione/Apro시오 2003**
C. Mascione/M. Apro시오, 9. Elementi strutturali delle fornaci e distanziatori. In: G. Pucci/C. Mascione (Hrsg.), Manifattura ceramica etrusco-romana a Chiusi. Il complesso produttivo di Marciannella [Etruskisch-römische Keramikherstellung in Chiusi. Der Marciannella-Produktionskomplex]. Bibliotheca archaeologica 10 (Bari 2003) 263–337.
- Mehring 1912**
R. Mehring, Beitrag zur Geschichte der Öfen. Wörter u. Sachen 3,2, 1912, 137–186.
- Mennicken 2013**
R. Mennicken, Raerener Steinzeug. Europäisches Kulturerbe (Raeren 2013).
- Moorhouse 1991**
S. Moorhouse, Ceramics in the medieval garden. In: A. E. Brown (Hrsg.), Garden archaeology: papers presented to a conference at Knuston Hall, Northamptonshire, April 1988. CBA Research Report 78 (London 1991) 100–117.
- Neu 1990**
S. Neu, Zwei spätmittelalterliche Töpferöfen an der Severinstraße. In: S. Wirth (Bearb.), Mittelalterliche Gefäßkeramik. Die Bestände des Kölnischen Stadtmuseums (Köln 1990) 37–48.
- Overbeck/Mau 1884**
J. Overbeck/A. Mau, Pompeji in seinen Gebäuden, Alterthümern und Kunstwerken⁴ (Leipzig 1884).
- Packh 1831**
J. B. Packh, Neue Bauart mit hohlen Quader-Ziegeln, oder Abhandlung über die vielen und vortrefflichen Eigenschaften dieses Baumaterials; dann über ihre Erzeugung und über ihre Anwendung bey allen Bauten überhaupt; so wie ihre Verbindung zu allerley Gewölben (Pesth [Budapest] 1831).
- Rathert 2016**
D. Rathert, Modernes Bauen im Mittelalter. Fußbodenisolierung aus Topfkacheln im Gotischen Haus in Brandenburg an der Havel. Arch. Berlin u. Brandenburg 2014 (2016) 128–132.
- Reetz 2014**
J. Reetz, Die Untersuchungen auf dem Hof des Wittenberger Schlosses. In: Archäologie in Wittenberg I. Das Schloss des Kurfürsten und der Beginn der frühneuzeitlichen Stadtbefestigung von Wittenberg. Kolloquium zu den aktuellen Ausgrabungen im Vorschloss (Südflügel) Wittenberg, veranstaltet vom Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt und dem Institut für Kunstgeschichte und Archäologien Europas der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg am 25. Mai 2011 in Halle a. d. Saale. Arch. Sachsen-Anhalt, Sonderbd. 22 (Halle [Saale] 2014) 9–18.
- Reetz 2020**
J. Reetz, Archäologische Untersuchungen im südlichen Hofareal des Wittenberger Schlosses. In: L. Helten/E. Bünz/A. Kohnle/H. Lück/E.-J. Waschke (Hrsg.), Das ernestinische Wittenberg: Residenz und Stadt. Wittenberg-Forsch. 5 (Petersberg 2020) 11–23.
- Schilling 2018**
F. Schilling, Endlich erfasst – hochmittelalterliche Töpferöfen in Brandis. Ausgrabungen in Sachsen 6 = Arbeits- u. Forscher. Sächs. Bodendenkmalpfl., Beih. 33, 2018, 285–296.
- Schinkel 1834**
K. F. Schinkel, Vorlegeblätter für Maurer in 42 lithographierten Tafeln mit Erläuterungen. Nach der Originalausgabe [von 1830]. Grundlage der praktischen Baukunst 1 (Berlin 1834).
- Schmitz 1834**
C. Schmitz, 1. Ueber den Zustand der Töpferey-Gewerbe, und der damit verwandten Technik im Königreiche Bayern. Kunst- u. Gewerbebl. Polytechn. Ver. Königreich Bayern 20,3, 1834, Sp. 1–56.
- Schrader 1997**
M. Schrader, Mauerziegel als historisches Baumaterial. Ein Materialleitfaden und Ratgeber. Materialleitfäden für historische Baumaterialien 1 (Sudenburg-Hösseringen 1997).
- Schrader/Voigt 2003**
M. Schrader/J. Voigt, Bauhistorisches Lexikon. Baustoffe, Bauweisen, Architekturdetails (Sudenburg-Hösseringen 2003).
- Seroux d'Agincourt 1823**
J. B. L. G. Seroux d'Agincourt, Histoire de l'art par les monumens, depuis sa décadence au IV^e siècle jusqu'à son renouvellement au XVI^e, 6 Bde. (Paris 1823), <<https://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/seroux1823ga>>, (25.11.2021).
- Stelzle-Hüglin 1999**
S. Stelzle-Hüglin, Von Kacheln und Öfen. Untersu-

- chungen zum Ursprung des Kachelofens und zu seiner Entwicklung vom 11.–19. Jahrhundert anhand archäologischer Funde aus Freiburg im Breisgau. Freiburger Dissertationen 8 (Freiburg i. B. 1999).
- Stieme 2019**
S. L. Stieme, Von Heil- bis Schwarzwasser. Bauliche Anlagen zur Wasserversorgung und Entsorgung des 15. und 16. Jahrhunderts in Wittenberg. Ungedr. Diss. Techn. Univ. Berlin (Berlin 2019).
- Storz 1994**
S. Storz, Tonröhren im antiken Gewölbebau. Mit einer Rekonstruktion des Schalungstragwerkes für die Trompengewölbe der Kobbat Bent el Rey in Karthago. DAI Rom, Sonderschr. 10 (Mainz 1994).
- Storz 2014**
S. Storz, Das antike Bauverfahren von Gewölbetragwerken aus Tonröhren. Vom Tonnengewölbe bis zur Entwicklung des »Nordafrikanischen Trompengewölbes«. Ein summarischer Bericht. In: K. Schröck/D. Wendland (Hrsg.), *Traces of Making. Entwurfsprinzipien von spätgotischen Gewölben* (Petersberg 2014) 89–101.
- Storz 2016**
S. Storz, Die Tonröhrengewölbe der Häftlingsunterkünfte im KZ-Lager Kaufering VII in Landsberg am Lech und das antike Bauverfahren der Errichtung von Gewölbetragwerken aus Tonröhren. Vergleichende Überlegungen zu den Gemeinsamkeiten, Unterschieden und zum Ursprung der beiden Bauverfahren. *Landsberger Geschbl.* 114, 2016, 87–98.
- Teschauer 1991**
O. Teschauer, Archäologische Beobachtungen zur Wasserversorgung des Klosters Hirsau im Mittelalter. In: *Frontinus-Gesellschaft e. V.* (Hrsg.), *Die Wasserversorgung im Mittelalter. Geschichte der Wasserversorgung* 4 (Mainz 1991) 244–257.
- Titze 2020**
M. Titze, Renaissancebrunnen in Wittenberg. Ihre Entstehungsgeschichte und die Restaurierungen 2016/17. *Denkmalpfl. Sachsen-Anhalt* 2020, 2, 4–29.
- Unger 2007**
I. Unger, Kölner und Frechener Steinzeug der Renaissance. Die Bestände des Kölnischen Stadtmuseums. *Publ. des Kölnischen Stadtmus.* 8 (Köln 2007).
- Votoček 1955**
O. Votoček, *Keramické klenby Levínských hrnčičů*. *Zprávy památkové péče* 15, 68, 1955, 213–214.
- Wedekind u. a. 2013**
W. Wedekind/C. Hüttich/E. Taube, Salzbelastung und objektspezifische Salzreduzierungsmaßnahmen. In: *Verband der Restauratoren e. V.* (Hrsg.), *Konservierung, Restaurierung und Ergänzung im Neuen Museum in Berlin. Zwischen ursprünglichen Intentionen und neuen Entwürfen. Beiträge des Fachkolloquiums »Neues Museum Berlin – Restaurierung und Denkmalpflege im Weltkulturerbe« vom 4. bis 5. Juni 2010* (München 2013) 97–103.
- Wilson 2016**
R. J. A. Wilson, Sicily 2016. Gerace 2016 – Summary of the results of the UBS Excavation, <<https://cnrs.ubc.ca/for-undergraduates/archaeological-field-schools/sicily-2016/>> (01.06.2021).
- Wilson 2016a**
R. J. A. Wilson, UBC Excavations of the Roman villa at Gerace, Sicily: Results of the year 2016 season. With an appendix by Tomoo Mukai. *Museion* 15, 2, 2018, 219–296, DOI:10.3138/mous.15.2-2.

Open Access

Dieser Artikel steht auch im Internet zur Verfügung: <https://www.propylaeum.de/publizieren/propylaeum-ejournals/propylaeum-ejournals-a-z/>. Die elektronische Langzeitarchivierung erfolgt durch die UB Heidelberg.

Abbildungsnachweis

- 1 LDA
 2 LDA, A. Hörentrup
 3–5 Verf.
 6 nach Storz 1994, 39 Abb. 1, bearb. B. Weber, LDA
 7 Storz 1994, Taf. 9,2
 8 nach Storz 1994, 40 Abb. 2
 9 nach Lucore 2013, Abb. 8
 10 Lucore 2013b, Abb. 2
 11 nach Lucore 2009, 48 Abb. 3
 12 Lucore 2013, Abb. 19
 13 Lucore 2013a, Abb. 4
 14 a 2015©Joan Francesc Clariana, Exposition »Arqueologia de Cabrera« in can Dalmases/cal Conde (Cabrera de Mar) 2015; b–d 3D by Josep Maria Rovira; www.cabrerademarpatrimoni.cat (2008)
 15 nach Alcaide u. a. 2019, 145 Abb. 8
 16 nach Bouet 1999, Abb. 76
 17 nach Bouet 1999, Abb. 78
 18 Breton 1870, 288
 19 Durm 1905, 300 Abb. 325
 20 nach Lancaster 2015, Abb. 58
 21 S. La Rose
 22 nach Storz 2014, 99 Abb. 12
 23 nach Brandenburg 2016, 7; Zeichnung: K. Brandenburg
 24–25 Verf.
 26 Wilson 2016a, 257 Abb. 21 (Foto: R. J. A. Wilson)
 27 Wilson 2016a, 260 Abb. 23 (Foto: R. J. A. Wilson)
 28 Packh 1831, Abb. 40–42
 29 Universitätsbibliothek Heidelberg/Heidelberger historische Bestände - digital. Bücher zur Architektur und Gartenkunst/ K. F. Schinkel, Vorlegeblätter für Maurer/ Signatur der Vorlage: 88 G 79 RES/ Tafel 18/ [https://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/schinkel1834bd1/0035/ public domain](https://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/schinkel1834bd1/0035/public_domain)
 30 nach Gottgetreu 1869, 223 Abb. 58–60
 31–33 Verf.
 34 I. C. Hennen, Lutherstadt Wittenberg
 35 Archive St. Databank Kerkgebouwen in Limburg
 36 Langejan 1949
 37–38 M. Deiler, Europäische Holocaustgedenkstätte Stiftung
 39 Europäische Holocaustgedenkstätte in Landsberg, https://www.wikiwand.com/de/Europäische_Holocaustgedenkstätte_in_Landsberg,cc-by3.0
 40–41 G. Agrawal, Architect, Studio Rooted Kite, Bilaspur, Chhattisgarh
 42 nach Hampe/Winter 1965, 192 Abb. 142
 43 Hampe/Winter 1965, 47 Abb. 39
 44 nach Hampe/Winter 1965, 42 Abb. 32–33
 45 Hampe/Winter 1965, Taf. 27
 46 nach Hampe/Winter 1965, 16 Abb. 12
 47 nach Hampe/Winter 1965, 81 Abb. 75
 48 G. Scharrer-Liska, Wien
 49 nach Duma 1966, 121 Abb. 19–20
 50 nach Duma 1966, 149 Abb. 44
 51 nach Neu 1990, 43–46 Abb. 9–11; 16
 52 Drnovsky u. a. 2019, 660 Abb. 11
 53 G. V. Grimm, Köln
 54 Kosch 1991, 106 Abb. 9
 55 nach Fundschau 1962, 291 Abb. 30
 56 U. Petzschmann, LDA
 57 Stadtarchäologie Einbeck, Foto: S. Eckardt, Göttingen

Anschrift

Dr. Ralf Kluttig-Altman
 Landesamt für Denkmalpflege und
 Archäologie Sachsen-Anhalt
 Richard-Wagner-Str. 9
 06114 Halle (Saale)
 Deutschland
 rkluttig-altmann@lda.stk.sachsen-anhalt.de