



THE UNIVERSITY *of* EDINBURGH

Edinburgh Research Explorer

## Baumaterialien als Mittel zum (konstruktiven) Zweck und Ausdruck?

### Citation for published version:

Romankiewicz, T 2018, Baumaterialien als Mittel zum (konstruktiven) Zweck und Ausdruck? Römischer Beton als Fallstudie. in CS Sommer & S Matesic (eds), Limes XXIII: Proceedings of the 23rd International Limes Congress of Roman Frontier Studies Ingolstadt 2015., 1, Beiträge zum Welterbe Limes Sonderband, no. II, vol. 4, Nünnerich-Asmus Verlag, pp. 587-594, Ingolstadt, 12/09/15.

### Link:

[Link to publication record in Edinburgh Research Explorer](#)

### Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

### Published In:

Limes XXIII

### General rights

Copyright for the publications made accessible via the Edinburgh Research Explorer is retained by the author(s) and / or other copyright owners and it is a condition of accessing these publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

### Take down policy

The University of Edinburgh has made every reasonable effort to ensure that Edinburgh Research Explorer content complies with UK legislation. If you believe that the public display of this file breaches copyright please contact [openaccess@ed.ac.uk](mailto:openaccess@ed.ac.uk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



C. Sebastian Sommer, Suzana Matešić (Hrsg.)

# Limes XXIII

Proceedings of the 23<sup>rd</sup> International Congress of Roman  
Frontier Studies Ingolstadt 2015

*Akten des 23. Internationalen Limeskongresses in Ingolstadt 2015*

---

BEITRÄGE ZUM WELTERBE LIMES

---

**Sonderband 4/II**

TANJA ROMANKIEWICZ

# Baumaterialien als Mittel zum (konstruktiven) Zweck und Ausdruck? Römischer Beton als Fallstudie

## SUMMARY

Building programmes allowed the Roman Empire to quickly achieve a physical Roman reality in newly conquered territories. The session on Building Materials and this contribution on Roman concrete in particular investigate building materials on the frontier as the blocks that created these architectural realities. The contributions are concerned with the people who selected, created and used these elements of construction. As the study of Roman concrete shows, this method was particularly popular in a military context. The advantages and disadvantages of the new building method taken together suggest that its speed of construction allowed monumentality and permanence without the need for a specialized workforce. These factors accelerated the development of a new understanding of constructions. The carefully placed building element was replaced by a malleable mass that allowed new forms of architectural expression.

## BAUMATERIALIEN AM LIMES

Der Bauforscher Friedrich Rakob (1931–2007) stand mit seinem Arbeitsschwerpunkt auf römischem Bauen in einer langen Tradition von Wissenschaftlern, die aufbauend auf ihrem Architekturstudium archäologische Reste antiker Bauten mit einem architektonischen Auge erforschen. Der biografische Hintergrund dieses Beitrages ist dem Rakobs verwandt und es war eines seiner Zitate, das die hier vorgestellte Arbeit<sup>1</sup>, aber auch die Session *Building Materials: Elements of Construction, Elements of Expression?* inspirierte: „Über Aufzählung, Zusammenstellung, terminologische Bestimmung hinaus eröffnen sich hier Ausblicke auf die Bedingtheit der scheinbar aufs manipulierte Material und Werkzeug beschränkten Technik zur Einsicht in das Verhältnis von Baustein und Bauhütte zum gesellschaftlichen und politischen Zeitzustand“<sup>2</sup>.

Die Session befasste sich mit römischen Bauprogrammen entlang der Grenzen des Reiches, mit besonderem Schwerpunkt auf Herstellung oder Gewinnung von Baumaterialien in militärischem Kontext. Die Legionäre und Hilfstruppen werden ihre Kenntnisse vor allem in ihren Heimatgebieten erworben haben, wendeten aber besonders bei der Produktion von keramischen Bauelementen einen römischen Standard an<sup>3</sup>. Wie aber die verschiedenen Sessionbeiträge zeigten, benutzten sie dabei unter-

schiedliche, oft auch lokal verfügbare Baumaterialien, für deren Verwendung sie auf lokale Fachkenntnisse und Ressourcenmanagement angewiesen waren<sup>4</sup>. Bestimmte Bauprojekte zeigen auch eine regionale Weiterentwicklung existierender römischer oder lokaler Praktiken<sup>5</sup>. Rakobs oben zitierten Worten folgend galt das Interesse dieser Session aber nicht nur den Baumaterialien, sondern

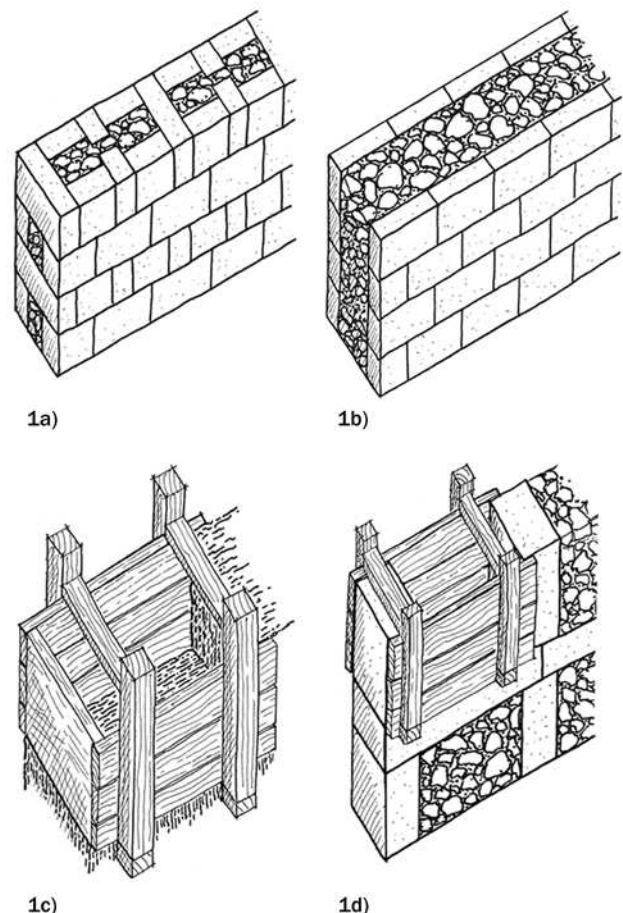


Abb. 1: Bautechniken aus dem griechischen, römischen, italischen und punischen Raum: a) *emplekton*-Bauweise; b) *opus caementitium* mit Quadersteinverblendung (*opus quadratum*); c) *Pisé-de-terre* Stampflehttechnik mit Holzgleitschalung; d) *opus africanum* (T. Romankiewicz).





Abb. 2: Drusus-Kenotaph in Mainz (D), errichtet ca. 9 v. Chr. (F. Hunter).





Abb. 3: Trajanssäule in Rom (I): Römische Legionäre bauen eine Stadtmauer. Verblendet mit Naturstein, bestand der Kern der Mauer aus *opus caementitium*. Der Reliefausschnitt zeigt, wie das Gemisch aus Mörtel und kleinen Bruchsteinen, das sogenannte *caementum*, aus einem Korb in die Schalung geschüttet wird (Cichorius 1900, Taf. LXVII, XCII.243 [Hintergrundszene]).

auch den Personen, die diese Materialien auswählten, produzierten und verbauten. Die wichtigsten Fragen hierbei waren:

- Woher wurden Baumaterialien bezogen?
- Wie wurden diese Materialien verwendet? Lassen sich trotz eines standardisierten Bauprogramms lokale oder regionale Einflüsse erkennen?
- Was können wir von diesen Materialien über die Personen herausfinden, die diese verwendeten?
- Lassen sich Entwicklungen oder Innovationen erkennen? Oder Experimentierfreude, Fehler und allmählicher Verfall von Fachkenntnis?

Diese Punkte sollten nicht nur diese Session umreißen, sondern sind auch programmatisch angelegt, um neu über Baumaterialien nachzudenken. Obwohl gerade die letzten beiden Punkte anhand mangelnder Befund- und Quellenlage oft nur begrenzt beantwortet werden können, sollten Baumaterialien nicht nur hinsichtlich ihres physikalischen und ökonomischen, sondern auch auf ihren sozialen und kulturellen Aussagewert hin überprüft werden. Hierbei liegt das Augenmerk dieses Ansatzes nicht auf dem Bauherrn, sondern den Bauleuten. Im Folgenden sollen einige dieser Fragen anhand des römischen Betons beleuchtet werden. Die Entwicklung dieser Bautechnik wird dabei nicht nur zeitlich, sondern auch kausal in historische Zusammenhänge eingeordnet, um sich auf Rakobs Zitat zu beziehen. Dafür muss allerdings zunächst nach den Vorbildern des *opus caementitium* gesucht

werden. Dies erfordert zu Beginn, den Blick vom Limes ab- und ihn auf das Reichsinnere hinzuwenden.

#### FALLSTUDIE RÖMISCHER BETON

Mit *opus caementitium* wird ein plastischer Grobmörtel aus Kalk, Sand und Wasser mit Bruchsteinzuschlag bezeichnet, der mindestens bis zu seinem Erstarren in diversen Schalungstypen gefügt bleibt. Durch den chemischen Erhärtungsprozess des Kalks entsteht ein neues, künstliches, monolithisch wirkendes Konglomeratgestein von hoher Druckfestigkeit, das nach unserer heutigen Definition 'Beton' genannt werden müsste<sup>6</sup>. *Opus caementitium* bezeichnet also im engeren Sinne das Bauprodukt, d. h. den erhärteten Baustoff. Die weiter gefasste Bedeutung schließt das gesamte Bauteil ein und kann auch auf die Bautechnik übertragen werden. Hier wird die von H.-O. Lamprecht vorgeschlagene Definition benutzt und der Begriff je nach Zusammenhang als „römischer Beton“ oder „römische Betonbauweise“ übersetzt<sup>7</sup>. Der römische Autor Vitruv, der die Bautechnik als erster beschrieb, benutzt den Ausdruck selbst nicht, sondern spricht von „Kalkstein-Sand-Gemisch“<sup>8</sup>, das als „Kalksteinfüllwerk“ zwischen die Mauerschalen eingebracht wird<sup>9</sup>.

Wenn von *opus caementitium* die Rede ist, so umfasst dies zunächst den Bereich von Baukonstruktion und Baustofflehre, also ingenieurwissenschaftliche Aspekte, die technische Grundlagen und bauphysikalische Eigenschaften berücksichtigen. Darüber hinaus ist Mauerwerk aber nicht nur konstruktive und statische, sondern auch ästhe-



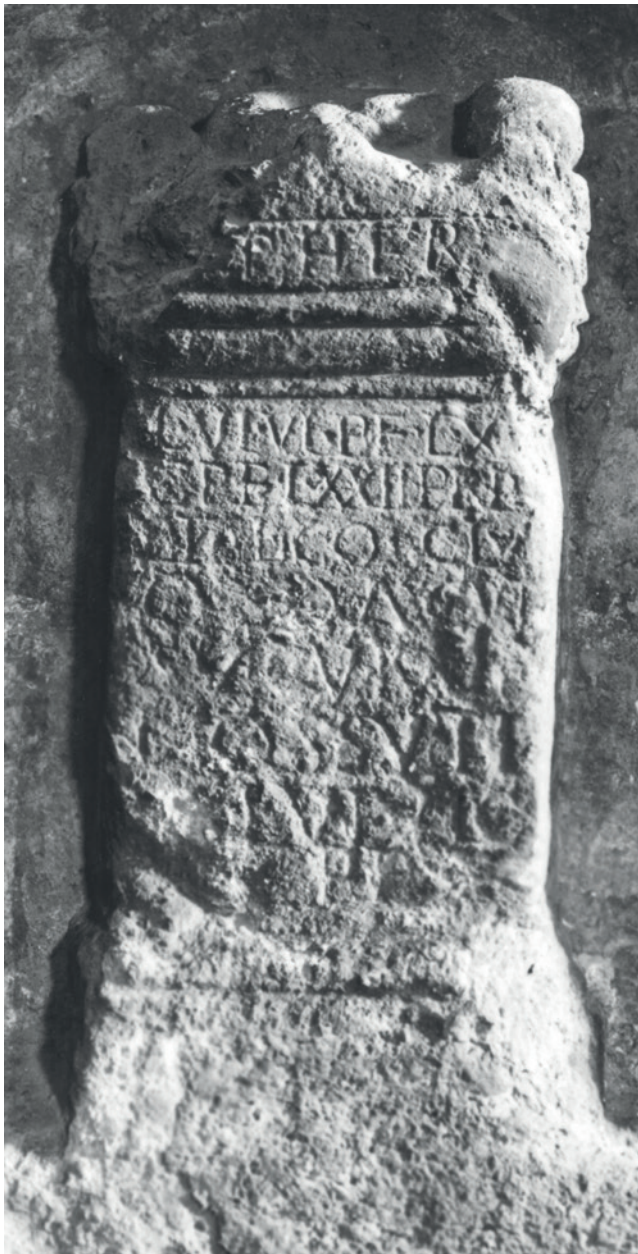


Abb. 4: Felsrelief für Iuppiter Optimus Maximus und Hercules (Saxanus) aus dem Brohltal, Eifel (D), CIL XIII 7715; LVR LandesMuseum Bonn, Inventar Nr.: RLM Inv. 37.375; H. 2,33 m, B. 2,59 m (nach Abguss) (G. Bauchhenß).

tische Grundsubstanz von gebauter Umwelt. Der Bautechnikbegriff bewegt sich immer auch im architektonischen Kontext, dem er Form verleiht und der ihm Funktion zuspricht. Damit erweitert sich der Betrachtungsrahmen und zielt auf den Architekturbegriff als Ganzes ab. Im militärischen Kontext des Bauens spielen zusätzlich vor allem infrastrukturelle und damit auch politische, geografische und nicht zuletzt klimatisch-geologische Faktoren eine entscheidende Rolle und verdeutlichen die komplexen Zusammenhänge. Bauten werden von verschiedenen Personen geplant, gebaut und benutzt. Der folgende Beitrag ist daher nicht nur an technischen und architektonischen Fragen interessiert, sondern auch an den Planern und Bauleuten.

**URSPRUNG UND ENTWICKLUNG DES *OPUS CAEMENTITIUM***  
Römische Architektur verdankt ihre besondere Ausprägung der Verwendung von *opus caementitium* mit seinen spezifischen, bautechnischen Eigenschaften. Nicht zuletzt aufgrund Vitruvs Quellenzeugnis gilt allgemein die

griechische *emplekton*-Bauweise als Vorläufer, die wohl um ca. 300 v. Chr. entstand<sup>10</sup>. Zwischen zwei mörtellosen Außenmauern aus exakt zugerichteten Steinen werden Bruchsteine, vermengt mit Kalkmörtel, eingebracht (Abb. 1a)<sup>11</sup>. Den entscheidenden Unterschied zum *opus caementitium* (Abb. 1b) machen die Bindersteine aus, die in regelmäßigen Abständen in den Mauerverband ein- oder durchgreifen und die einzelnen Mauerschalen miteinander verzahnen. Zusätzlich werden nach bestimmten Arbeitshöhenabschnitten waagrecht durchgehende Steinlagen als Ausgleichschichten zwischengeschaltet. Deren Ankerwirkung wird jedoch vielfach überschätzt. Sie sorgen hauptsächlich für eine gleichmäßige Lastenverteilung auf alle drei Schichten<sup>12</sup>.

Es ist jedoch unwahrscheinlich, dass die Entwicklung von *opus caementitium* auf eine einzige Inspirationsquelle beschränkt war. Die ältesten bisher bekannten und zeitlich gesicherten Bauwerke mit *opus caementitium* stammen aus dem frühen 3. Jahrhundert v. Chr. aus dem mittellitalischen Raum<sup>13</sup>. Ein etruskischer Einfluss scheint naheliegend und ist für die allgemeine römische Bauentwicklung wohl auch unbestritten. Für die *opus caementitium*-Bauweise sind die Etrusker als Vorbilder jedoch generell weitgehend ausgeschlossen worden, da sie Trockenmauern aus großen Tuffblöcken bevorzugten, die nach griechischem Vorbild mit Eisenklammern zusammengehalten wurden<sup>14</sup>.

Für die Entwicklung der Betonbauweise wird aber auch punischer Einfluss geltend gemacht. So findet sich im nordafrikanischen Raum eine von Plinius als „Formwand“ bezeichnete Bauweise, bei der Lehm zwischen hölzerne Schalungen gestampft wird<sup>15</sup>. Der Lehm lässt ein sofortiges Ausschalen zu und die Gleitschalung kann weiter benutzt werden (Abb. 1c). Diese Technik wird bis heute in Nordafrika angewandt (oft als *Pisé-de-terre* bezeichnet)<sup>16</sup>. Zu dieser Arbeitsweise zeigt *opus caementitium* deutliche Parallelen, und die zeitliche Kohärenz legt Einflüsse nahe. Zuweilen wird auch das *opus africanum* als Vorläufer der

*opus caementitium*-Bauweise bezeichnet<sup>17</sup>: Ein geordnetes Kalksteinfachwerk aus Pfeilern und Balken wird hierbei kleinteilig verschalt und durch Gefache aus Bruchstein verstrebt (Abb. 1d).

Falls griechische und punische Vorbilder Einfluss auf die Entwicklung der Betonbauweise hatten, wäre zu erwarten, dass *opus caementitium* zuerst in den Gebieten unter deren Einfluss, also eher im Süden Italiens, auftauchte. Die frühe mittelitalische Präsenz der neuen Bautechnik erscheint ungewöhnlich. Vor Kurzem haben allerdings B. Russell und E. Fentress bei Grabungen in *Utica*, Tunesien, entdeckt, dass die *Pisé-de-terre*-Technik dort erst seit der römischen Siedlungsphase in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts v. Chr. in Erscheinung tritt. Die früheren punischen Bauphasen sind in Lehmziegelbauweise ausgeführt<sup>18</sup>. Frühe Beispiele von Stampflehmwänden identifizieren Russell und Fentress im römischen Einflussgebiet Mittelitaliens seit dem 9. und von *Pisé-de-terre*-Technik seit dem späten 4. Jahrhundert v. Chr., und schlagen daher eine Verbindung mit der dort anscheinend traditionellen Stampflehmbauweise vor<sup>19</sup>. Russell und Fentress folgend ist es nun wahrscheinlicher, dass *opus caementitium* italische, und weniger punische, Vorbilder hatte.

In den nördlichen Provinzen wurde *opus caementitium* erst durch die Römer eingeführt. Erste Großbauten in Stein treten unter Tiberius auf, beispielsweise das Drusus-Kenotaph in Mainz (Rheinland-Pfalz) mit einem bis heute erhaltenen Kern aus *opus caementitium* (Abb. 2). In großer Zahl entstanden Steinbauten erst unter Claudius und Nero, lange nachdem die Machtverhältnisse konsolidiert waren<sup>20</sup>. Zuvor hatte äußerlich wohl so manches getünchte oder verputzte Gebäude aus Holz und Lehm das Aussehen eines Steinbaus. Häufig wurde versucht, das Einsetzen des Steinbaus, insbesondere der monumentalen *opus caementitium*-Architektur, mit historischen Ereignissen oder dem wachsenden Rang eines Ortes in Verbindung zu bringen. Aus den historischen oder archäologischen Quellen kann ein solch unmittelbarer Zusammenhang bisher jedoch nicht für alle Orte zweifelsfrei erschlossen werden<sup>21</sup>.

### MASSE STATT KLASSE?

Die Weiterentwicklung des *opus caementitium* zeigt, dass die äußeren Mauerschalen, also die Schalung des Betonkerns, mit der Zeit deutlich reduziert wurden<sup>22</sup>. Im Vergleich zum griechischen *emplekton* ist damit beim *opus caementitium* die tragende Funktion von den Schalen auf den Mauerkernel übergegangen. Dadurch rückten Aspekte der gleichmäßigen Lastenverteilung auf Schalen und Kern sowie deren Verzahnung in den Hintergrund. Es galt lediglich für eine mäßige Haftung der Schalen zum Kern zu sorgen. Von der bloßen Ausfüllung der Mauerhohlräume war der 'Beton'-Kern zum tragenden Bauelement geworden<sup>23</sup>. Wie bei der Stampflehmbauweise war sogar die gemauerte Schalung für die Funktion der Mauer überflüssig und konnte durch wiederverwendbare Holzschalungen ersetzt werden. Der Baustoff Naturstein hatte sich vom Konstruktions- zum Dekorationswerkstoff gewandelt und Steinverkleidungen dienten nur noch der ästhetischen Ausgestaltung. So konnten sich, was die Außenhaut betrifft, verschiedene Stilrichtungen herausbilden.

In welchem Zusammenhang stehen diese Entwicklungen

mit dem Bauen am Limes? Ein entscheidender Vorteil dieser ingenieurtechnischen Weiterentwicklung lag in der Rationalisierung der Arbeitsprozesse. Damit wurde das Bauen quasi 'industrialisiert'<sup>24</sup>. Der sorgfältige Ausbruch von Natursteinen durch geschulte Steinbrecher entfiel ebenso wie die handwerkliche Arbeit der Steinmetze bei der exakten Zurichtung der Quadersteine und die des Maurers beim Steinversatz auf der Baustelle. Zwar wurden für die neue Bautechnik erheblich mehr Arbeitskräfte benötigt, diese bedurften aber keiner gesonderten Ausbildung oder Erfahrung mehr. Der 'Beton'-Mischer (*caementarius*) ersetzte fortan den Steinmetz (*lapicida*). Eine Facharbeiterausbildung war bei der Schalenbauweise nur noch für das Aufmauern der Sichtflächen nötig. *Opus caementitium* konnte von Hilfsarbeitern eingebracht werden<sup>25</sup>. J. Stark und B. Wicht postulieren, dass dabei das konstruktive Verständnis über den Mauerwerksbau teilweise verloren ging, was vor allem in Problemen der Haftung zwischen dekorativer Schalung und tragendem Betonkern augenfällig wird<sup>26</sup>. Auch die Bauzeiten reduzierten sich, da Arbeitsschritte arbeitsteilig und damit parallel ausgeführt werden konnten, und letztlich nur die zum Abbinden des Mörtels benötigte Zeit der limitierende Faktor war. Jetzt fand auch vorher überflüssiges, kleinteiliges Bruchsteinmaterial Verwendung, was wir heutzutage wohl als Recycling bezeichnen würden.

*Opus caementitium* scheint daher prädestiniert für militärisches Bauen, da eine große Anzahl von relativ ungeschulten Arbeitern zur Verfügung stand. Wie Illustrationen auf der Trajanssäule zeigen (Abb. 3), erscheint *opus caementitium* als die beliebteste Steinbautechnik des Militärs, da die Einheiten ihre Bauten selbst errichten mussten und die technischen Fertigkeiten zum *opus caementitium*-Bau laut M. Mislin jeder einfache Soldat beherrschte<sup>27</sup>. Wie schon erwähnt, fällt die Zeit der ersten Verwendung von *opus caementitium* zusammen mit der beginnenden Expansion über die Region Latium hinaus, und deutet später besonders am Limes einen direkten militärischen Zusammenhang an. Inschriften im Zusammenhang mit militärischen Steinbrüchen mögen hier als Parallelen dienen. Einige dieser Inschriften zeigen, dass deren *vexillationes* von verschiedenen Einheiten stammten, sowohl von unterschiedlichen Legionen als auch von Kohorten, Alen und der germanischen Flotte<sup>28</sup>. Deutet dies auf eine Auswahl bestimmter Baufachkräfte im militärischen Kontext hin, die bewusste Zusammenstellung einer Gruppe von Spezialisten? Weihealtäre für Hercules Saxanus<sup>29</sup>, die mit den Militärsteinbrüchen im Brohltal (Eifel, Rheinland-Pfalz) in Verbindung stehen, lassen eine solche gezielte Zusammenstellung einer Bautrupps mit Spezialisten vermuten<sup>30</sup>. J. E. Lendon hat allerdings argumentiert, dass die Zusammensetzung der Abkommandierten eher zufällig geschah<sup>31</sup>. Er begründet dies aufbauend auf seiner Interpretation der Anrede unter 'Arbeitskollegen' als *commilitones*, die im Brohltal anscheinend exklusiv für die militärischen Steinbrucharbeiter verwendet wurde<sup>32</sup>. Die Inschriften zeigen, dass ein Zenturio die Aufsicht über Männer von zwei Legionen und mehreren Hilfstruppeneinheiten, und sogar über Flottenpersonal hatte (Abb. 4):



[[I(ovi) O(ptimo) M(aximo) e]t Her[culi] / l(egio) VI Vi(ctrix) p(ia) f(idelis) l(egio) X / G(emina) p(ia) f(idelis) l(egio) XXII Pr(imigenia) p(ia) / et al(a oder ae) co(hortis oder hortis) cl(assis) / q(uae) s(sub) Q(uinto) Acut(io) / su(nt) cu(ra) M(arci) I(uli) / Cossuti / (centurionis) l(egionis) VI Vic(tricis) / p(iae) f(idelis)]<sup>33</sup>

Andere Inschriften beziehen sich zwar auf eine Legion, zeigen aber, dass Arbeitskräfte aus verschiedenen Zenturien rekrutiert wurden<sup>34</sup>. Die Arbeiter redeten sich untereinander nicht als *commanipulares*<sup>35</sup> oder als *contubernales*<sup>36</sup> an, sondern hatten ein eher professionelles Verhältnis zueinander. Der Bedeutung des Begriffes *commilitones* folgend, die Mitgliedschaft in derselben *centuria* ausschließt, interpretiert J. E. Lendon dies als eine Ad-hoc-Zusammenstellung der Arbeitstruppen im Brohltal, und vermutet dahinter Sanktionsmaßnahmen gegen einzelne Soldaten<sup>37</sup>. Wenn eine eher zufällige Zusammensetzung eines Steinbruchtrupps anzunehmen ist, deren Mitglieder vermutlich einer gewissen Fachkenntnis bedurften, dann kann eine ähnlich zufällige Zusammenstellung auch für die Betonbautruppen angenommen werden.

Während die militärisch gebundenen Arbeiter aus verschiedenen Einheiten und vermutlich auch aus verschiedenen Regionen zusammenkamen, wurden für das erforderliche Baumaterial die jeweils nächstgelegenen Steinvorkommen ausgebeutet und Wasserläufe zum Transport genutzt. Man suchte nach ähnlichen Baumaterialien wie den bewährten und fand zum Beispiel im Eifeltrass einen adäquaten Ersatz für die Puzzolanerde<sup>38</sup>. In vulkanisch ärmeren, aber lehmreichen Gegenden kam vermehrt Ziegelmehl zum Einsatz. Für das Bruchsteinmaterial bediente man sich lokaler Steinvorkommen. So findet sich beispielsweise bei Kölner Baumaßnahmen viel Grauwackeschutt aus dem Bergischen Land oder Trachyt vom Drachenfels<sup>39</sup>.

In Regionen ohne natürliche Kalksteinvorkommen musste der Mauerkalk eingeführt werden, der aufgrund der großen Gewichtsersparnis nicht als roher Kalkstein oder gelöstes Kalkhydrat, sondern als ungelöschter Branntkalk transportiert wurde<sup>40</sup>. In kalk- oder dolomitreichen Gegenden wurde Kalkstein direkt abgebaut und vor Ort gebrannt, was verschiedene römische Brennöfen belegen<sup>41</sup>. Ob vor Ort gebrannt oder als Branntkalk eingeführt, die Zahl der ausgegrabenen Löschgruben ist für den enormen Kalkbedarf des *opus caementitium* unverhältnismäßig gering. Häufig gefundene Kalkklümpchen in römischen Mörteln lassen vermuten, dass vielfach ungelöschter Kalk verarbeitet worden war<sup>42</sup>. Unzureichend gelöschte Calciumoxidreste verklumpen und reduzieren die Aushärtungsfähigkeit des so hergestellten Mörtels. Ebenso unerwünscht war die Sprengwirkung im frischen Mauerwerk, die das Kalklöschchen im Mörtel bei Kontakt mit Wasser verursachte. Interessant ist jedoch, dass bei Mörteln mit ungelöschtem Kalkanteil bei Zugabe von Ziegelmehl die beim Löschen freiwerdende Hydratationswärme die Verbindung des Calciumhydroxids mit der Kieselsäure des Ziegelmehls beschleunigt. Mit einem derartigen Mörtel gemauerte Bauwerke besitzen eine außerordentlich hohe Festigkeit.<sup>43</sup> Ob die Römer sich diesen Effekt zunutze machten, ist allerdings ungeklärt. Die frei

werdende Hydratationswärme ist zudem auch ein guter Frostschutz für winterliches Bauen in nördlichen Provinzen.

Neben den unübersehbaren Vorteilen der *opus caementitium*-Bauweise dürfen aber auch die Nachteile nicht verschwiegen werden. Weniger die Kombination der verschiedenen Bautechniken oder Materialien, sondern eher das neue Verständnis vom Bauen selbst führte zu den schon bei Vitruv erwähnten Bauschäden<sup>44</sup>. Da das Steinmauerwerk der Außenschalen vollkommen zur Verkleidung des *opus caementitium*-Kernes degradiert worden war, führte die Suggestion einer in Wahrheit konstruktiv nicht existenten Mauerwerksarchitektur zu der fatalen Verwendung großformatiger Steinblöcke, als handele es sich um kleinteiliges Material<sup>45</sup>. Auf Dauer musste dies zu Rissbildung bis hin zur Ablösung ganzer Schalenteile führen, da aufgrund des großen Gewichtes die notwendige Verzahnung der Schalen nicht mehr ausreichend gegeben war. Die aus dem Verlust des konstruktiven Verständnisses resultierenden Bauschäden lassen auf das Fehlen von Fachleuten schließen. Somit konnte dem *opus caementitium* sein Vorteil, dass es zum Bau nur an Hilfskräften bedurfte, auch zum Verhängnis werden.

Solange aber bei genügender Verbindung keine getrennten Mauerchalen entstanden und die generelle Praxis der Überdimensionierung beibehalten wurde, hatten solche Fehler selten fatale Folgen. Die gut erhaltenen Mauerkerne des Drusus-Steins oder der Wasserleitung in Mainz beweisen die Haltbarkeit des römischen Betons trotz scheinbar mangelnder Baukenntnis der abkommandierten Bautruppen (Abb. 3).

Vor- und Nachteile zusammengenommen, ist für die Verwendung von *opus caementitium* anscheinend die Zügigkeit des Bauens ein wichtiges Kriterium. Die Befunde am Limes zeigen, wie wichtig es war, Bauwerke schnell zu errichten und dass daher Nachteile wie die Verwendung von unzureichend gelöschtem Kalk – wie oben erwähnt – oder gar der Verzicht auf Kalkmörtel zugunsten von Lehm in Kauf genommen wurden<sup>46</sup>. Wie C. S. Sommer am Beispiel des Raetischen Limes zeigte, war eine schnell errichtete anscheinend wichtiger als eine solide gebaute Realität<sup>47</sup>.

#### ZEMENTIERTE WELTMACHT

Die durch *opus caementitium*-Konstruktionen erreichten Festigkeiten – in Kombination mit der effizienten, arbeitsteiligen Bauweise ohne ausgebildete Handwerker – zählten sich besonders bei der baulich-strategischen Sicherung erobelter oder bedrohter Gebiete aus. Die damit errichteten Bauwerke schafften eine schnelle, physische Realität römischer Herrschaft in eroberten Gebieten. Weiterhin eröffnete die neue Auffassung des Bauens Entwürfen von hauptstädtischem Charakter völlig neue Möglichkeiten repräsentativer Formensprache. Dass zudem so schnell in Stein gebaut werden konnte, was vorher nur mit Holz erreicht wurde, darf auch in seiner psychologischen Wirkung als Dauerhaftigkeitsanspruch nicht unterschätzt werden.

Was schließlich entstanden war, kann als neues Verständnis der Architektur bezeichnet werden. Nicht mehr das planmäßig versetzte Einzelelement, sondern die formbare plastische 'Beton'-Masse prägte fortan das Bauen und



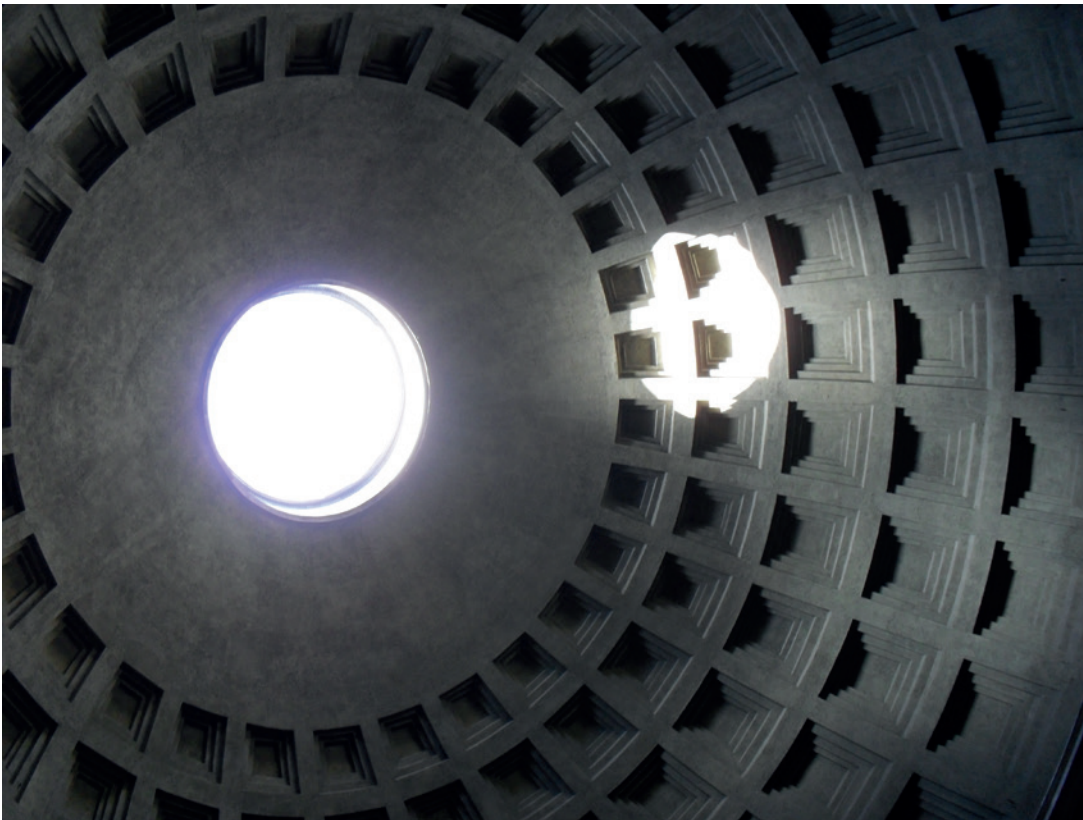


Abb 5: Das Pantheon in Rom (I), mit seiner Kuppel aus *opus caementitium* (T. Romankiewicz).

eröffnete völlig neue Möglichkeiten für das Gesamtbauwerk wie auch für einzelne Architekturelemente<sup>48</sup>. Befreit von limitierenden Materialeigenschaften standen der Architektur nun Gestaltungsmöglichkeiten offen, die einen bisher nicht gekannten Dimensionssprung erlaubten (Abb. 5).

Die Limes-Session über Baumaterialien zeigte im Allgemeinen, dass das politische Gefüge der Kaiserzeit eine Machtdemonstration erforderte, die sich auch der Baukunst zu bedienen wusste und ihr in unterschiedlichen Ausführungen und Materialien hervorragende Entwicklungschancen eröffnete. Die Infrastruktur des sich ausdehnenden Imperium Romanum versorgte die römischen Baumeister mit Erfahrungen, Baumaterialien und Handwerkern aus nahezu allen Teilen der damals bekannten Welt. Die unterschiedlichen Einflüsse analysierend, wussten die Bauleute diese einzubringen und für sich auszunutzen. Andererseits waren sie auch in der Lage, auf die verschiedenen Umstände in den einzelnen Provinzen zu reagieren und die Baukonstruktionen entsprechend anzupassen. Die römischen Erbauer, Fachkraft oder ungelerner Soldat, kreierten eine Architektur, die von Dauer spricht; im Falle des römischen Betons eine – im wörtlichen Sinne – Zementierung der Macht.

#### DANKSAGUNG

Dieser Beitrag basiert in Teilen auf meiner Abschlussarbeit des Zusatzstudiums Baudenkmalpflege an der FH Köln, Dezember 2002, mit besonderem Dank an Dr. A. Jürgens und Prof. Dr. M. Werling für die wissenschaftliche Betreuung und dem Cusanuswerk e.V. für die finanzielle und ideelle Unterstützung zu dieser Zeit. Die neuen Forschungsaktivitäten wurden seit Mai 2015 im Rahmen

meines Leverhulme Trust Early Career Fellowships an der Universität Edinburgh gefördert (Grant No.: ECF-2014-424). Besonderer Dank gilt G. Bauchhenß für die zur Verfügungstellung der Abbildung und Informationen zu den Weihealtären des Hercules Saxanus.

#### Dr. Tanja Romankiewicz

University of Edinburgh  
School of History, Classics and Archaeology  
William Robertson Wing, Old Medical School  
Teviot Place  
Edinburgh EH8 9AG  
Vereinigtes Königreich  
T.Romankiewicz@ed.ac.uk

- 
- 1 Dieser Beitrag basiert in Teilen auf meiner Abschlussarbeit des Zusatzstudiums Baudenkmalpflege an der FH Köln, Dez. 2002, mit besonderem Dank an A. Jürgens und M. Werling für die wissenschaftliche Betreuung.
  - 2 Rakob 1985, 83.
  - 3 Tomáš Janek: „Morphometry – A new Method in Roman Brick Stamp Comparison“; im vorliegenden Band 595–600.
  - 4 Craig Harvey: „The Ceramic Building Material Industry along the Southern *Limes Arabicus*: The Nabataeans as Suppliers to the Roman Army“ im vorliegenden Band 601–607.
  - 5 Craig Harvey: „The Ceramic Building Material Industry along the Southern *Limes Arabicus*: The Nabataeans as Suppliers to the Roman Army“ im vorliegenden Band 601–607.
  - 6 Vgl. Mislin 1997, 112; Lamprecht 2001, 33; Scheidegger 1990, 75; Rakob 1985, 84.
  - 7 Lamprecht 2001, 33.

- 8 „*materia ex calce et harena*“ Vit. 2,8,1 (Hier und im Folgenden zitiert nach Granger 1931).
- 9 Vit. 2,8,3.
- 10 „*quam enplecton appellat*“ Vit. 2,8,7. Scheidegger 1990, 78; Stark/Wicht 1998, 78.
- 11 Mislin 1997, 77; von Wölfel 1990, 69.
- 12 Lamprecht 2001, 43–44.
- 13 Lamprecht 2001, 235–236.
- 14 Cristofani/Carrieri 1987, 98.
- 15 „*terra parietes, quos appellant formaceos*“ Plin. nat. 35.48 (Zitiert nach Winkler/König 1988–1993); vgl. Scheidegger 1990, 78; Russell/Fentress 2016, 131–132.
- 16 *piser* (franz.) – stampfen, nach François Cointeraux, der die Betonbauweise um 1790 wiederentdeckte; vgl. Mislin 1997, 115; siehe auch Russell/Fentress 2016, 131, 140.
- 17 Rakob 1985, 87; vgl. Mislin 1997, 115.
- 18 Russell/Fentress 2016, 134–136.
- 19 Russell/Fentress 2016, 138.
- 20 Weber 2000, 85.
- 21 Weber 2000, 87; vgl. Julia Chorus „First in timber, next in stone: The use of timber in Auxiliary Forts along the Lower Rhine in the Netherlands“ im vorliegenden Band 545–552.
- 22 Lamprecht 2001, 38.
- 23 Lamprecht 2001, 38.
- 24 Rakob 1985, 85.
- 25 von Wölfel 1995, 397.
- 26 Stark/Wicht 1998, 29.
- 27 Mislin 1997, 111.
- 28 Bauchhenß 1986, 90.
- 29 Bauchhenß 1986.
- 30 CIL XIII 7697, 7715, 7716. – Lendon 2006, 275; Bauchhenß 1986, 90 und Anm. 6. In Bezug auf die Tuffsteinbrüche von Pellenz und im Brohltal: Mangartz 1998, 31.
- 31 Lendon 2006, 276.
- 32 Lendon 2006, 275. Der Großteil aller *commilitones*-Inschriften stammt aus dem Brohltal, was eine spezifische Begriffsverwendung andeutet.
- 33 CIL XIII 7715, Brohltal; vgl. CIL XIII 7697 und 7716. – Originalzitat aus Lendon 2006, 276; mit Dank an G. Bauchhenß für weitere Details.
- 34 Lendon 2006, 275–276.
- 35 Mitglieder derselben *centuria*: Lendon 2006, 276.
- 36 Dies drückt ein gewisses Zusammengehörigkeitsgefühl aus: Lendon 2006, 276.
- 37 Lendon 2006, 276: „*perhaps they were being punished: quarrying cannot have been popular work*“. Siehe Lendons Fußnote 32 übersetzt als: P. Mich. 8 465: „*while all are laboring the whole day through at cutting stones I as an officer move about doing nothing.*“ <<http://www.papyri.info/hgv/17239>> (Letzter Aufruf: 22.06.2017). P. Mich. 8 466: „*while others [...] all day long were cutting building stones [...], until today I endured none of these hardships.*“ <<http://papyri.info/ddbdp/p.mich;8;466>> (Letzter Aufruf: 22.06.2017).
- 38 Scheidegger 1990, 80.
- 39 Lamprecht 2001, 60–61.
- 40 Althaus 1994, 32.
- 41 Sölter 1970, 10.
- 42 Althaus 1994, 31.
- 43 Stark/Wicht 1998, 59.
- 44 Vit. 2,8,3–4.
- 45 Rakob 1985, 88.
- 46 Sommer 2015, 412.
- 47 Sommer 2015, 413.
- 48 Rabun 1985, 84.

## LITERATURVERZEICHNIS

- Althaus 1994** · E. Althaus, Kalkbrennen, Baukalk und Kalkmörtel. In: St. Kraus (Hrsg.), Grabung – Forschung – Präsentation. Xantener Berichte 5 (Köln, Bonn 1994) 17–32.
- Bauchhenß 1986** · G. Bauchhenß, Hercules Saxanus, ein Gott der niedergermanischen Armee. In: Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, Archäologische Denkmalpflege (Hrsg.), Studien zu den Militärgrenzen Roms. 13. Internationaler Limeskongreß Aalen 1983. Band 3: Vorträge. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 20 (Stuttgart 1986).
- Cichorius 1900** · C. Cichorius, Die Reliefs der Traianssäule. Zweiter Tafelband. Die Reliefs des zweiten Dakischen Krieges (Berlin 1900).
- Cristofani/Carrieri 1987** · M. Cristofani/M. Carrieri, Die Etrusker. Geschichte, Glaube, Kultur. Echi dal mondo antico (Luzern 1987).
- Granger 1931** · F. Granger, Vitruvius, On Architecture. Loeb Classical Library 251 (Cambridge, MA 1931).
- Lamprecht 2001** · H.-O. Lamprecht, Opus Caementitium. Die Bautechnik der Römer<sup>5</sup> (Düsseldorf 2001).
- Lendon 2006** · J. E. Lendon, Contubernalis, Commanipularis, and Commilito in Roman Soldiers' Epigraphy. Drawing the Distinction. Zeitschrift für Papyrologie und Epigraphik 157, 2006, 270–276.
- Mangartz 1998** · F. Mangartz, Die antiken Steinbrüche der Hohen Buche bei Andernach. Topographie, Technologie und Chronologie. Vulkanpark-Forschungen 1 = Andernacher Beiträge 13 (Mainz 1998).
- Mislin 1997** · M. Mislin, Geschichte der Baukonstruktion und Bautechnik. 1. Antike bis Renaissance <sup>2</sup>(Düsseldorf 1997).
- Rakob 1985** · F. J. Rakob, Bautechnik und Ingenieurleistungen der Römer. In: Baugeschichte und europäische Kultur 1. Forschung und Information 37 (Berlin 1985) 83–94.
- Russell/Fentress 2016** · B. Russell/E. Fentress, Mud brick and pisé de terre between Punic and Roman. In: J. DeLaine/S. Camporeale/A. Pizzo (Hrsg.), Arqueología de la Construcción V. Man-made Materials, Engineering and Infrastructure. Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Workshop on the Archaeology of Roman Construction Oxford, April 11–12, 2015. Anejos de Archivo Español de Arqueología 77 (Madrid 2016) 131–143.
- Scheidegger 1990** · F. Scheidegger, Kleine Geschichte der Bindemittel. In: F. Scheidegger (Hrsg.), Aus der Geschichte der Bautechnik 1 (Basel 1990) 75–86.
- Sölter 1970** · W. Sölter, Römische Kalkbrenner im Rheinland. Kunst und Altertum am Rhein 31 (Düsseldorf 1970).
- Sommer 2015** · C. S. Sommer, Auch der Teufel baut nur mit dem, was er findet. Lehm und Sand im östlichen Raetischen Limes? In: P. Henrich /Ch. Miks /J. Obmann /M. Wieland (Hrsg.), Non solum...sed etiam. Festschrift für Thomas Fischer zum 65. Geburtstag (Rahden/Westf. 2015) 407–414.
- Stark/Wicht 1998** · J. Stark /B. Wicht, Geschichte der Baustoffe (Berlin 1998).
- Weber 2000** · G. Weber, Von Holz zu Stein. Zum Bauwesen in den Nordwestprovinzen. In: L. Wamser (Hrsg.), Die Römer zwischen Alpen und Nordmeer. Zivilisatorisches Erbe einer europäischen Militärmacht. Landesausstellung Rosenheim 2000. Schriftenreihe der Archäologischen Staatssammlung 1 (Mainz 2000) 81–87.
- Winkler/König 1988–1993** · G. Winkler/R. König (Hrsg.), Caius Plinius Secundus, Naturkunde (München 1988–1993).
- von Wölfel 1990** · W. von Wölfel, Wasserbau in den alten Reichen (Berlin 1990).
- von Wölfel 1995** · W. von Wölfel, Mauerwerksbau in der Antike. Die Bautechnik 72, 6, 1995, 394–397.