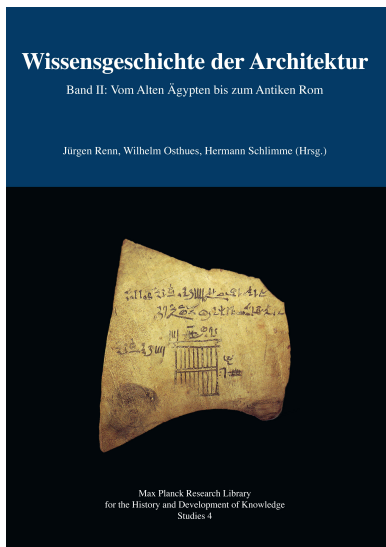


Max Planck Research Library for the History and Development of Knowledge

Studies 4

Wilhelm Osthues:

Bauwissen im Antiken Griechenland



In: Jürgen Renn, Wilhelm Osthues and Hermann Schlimme (Hrsg.): *Wissensgeschichte der Architektur : Band II: Vom Alten Ägypten bis zum Antiken Rom*

Online version at <http://edition-open-access.de/studies/4/>

ISBN 978-3-945561-03-4

First published 2014 by Edition Open Access, Max Planck Institute for the History of Science under Creative Commons by-nc-sa 3.0 Germany Licence.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/>

Printed and distributed by:

Neopubli GmbH, Berlin

<http://www.epubli.de/shop/buch/42160>

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>

Kapitel 2

Bauwissen im Antiken Griechenland

Wilhelm Osthues

2.1 Historische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen der Entwicklung der griechischen Architektur

Wer sich nur oberflächlich mit der griechischen Architektur beschäftigt, dem werden die Bauten der Griechen – im Vergleich zu denen späterer Kulturen und Epochen – ausgesprochen homogen erscheinen. Das gilt für die Bautechnik wie die formale Gestaltung der Bauglieder gleichermaßen. Entsprechend bereitet es auch dem Laien kaum Schwierigkeiten, ein ionisches Kapitell oder einen dorischen Architrav als solche zu erkennen, gleichgültig, ob aus spätarchaischer oder hellenistischer Zeit, und zudem unabhängig davon, ob das Bauteil von einem Tempel, Rathaus oder Gymnasion stammt. Völlig anders stellt sich schon auf den ersten Blick die gesellschaftliche Entwicklung der griechischen Gemeinwesen und Staaten dar, die diese Architektur hervorgebracht und getragen haben: Anstelle von Homogenität findet sich hier ein ausgesprochen breites Spektrum von Staatsformen, das von selbständigen Stadtstaaten über Staatenbünde und Flächenstaaten bis hin zu den gemeingriechischen Heiligtümern reicht, mit entsprechend vielfältigen Regierungsformen, von der Tyrannis über die Oligarchien und Demokratien bis zu den hellenistischen Monarchien.

Dieser Gegensatz zwischen der relativen Homogenität der Architektur und der Vielfalt der Entwicklungen auf gesellschaftlicher und staatlicher Ebene bedeutet keineswegs, dass die Architektur eine von der übrigen Entwicklung losgelöste Sphäre gewesen wäre. Die Beziehungen sind nur nicht so offensichtlich wie in anderen Epochen. So lässt sich beispielsweise innerhalb der Architekturentwicklung selbst keine Erklärung dafür finden, warum etwa die größten, und damit technisch in mancher Hinsicht schwierigsten Bauprojekte keineswegs, wie in vielen anderen Epochen, nicht erst am Ende der Periode realisiert worden sind, sondern im Gegenteil schon sehr früh, nämlich in hoch- und spätarchaischer Zeit. Erklärbar ist das nur, wenn man die Projekte im politischen Kontext sieht, zu dem sie gehörten: Sie waren Werke der älteren Tyrannis, von deren Megalomanie sich spätere Staatswesen erkennbar absetzen wollten. Auch die Organisation des Bauwesens hat sich im Gefolge der gesellschaftlichen Entwicklung nachhaltig verändert. Während die frühen Tyrannen offenbar große Teile ihrer Untertanen für ihre Projekte pauschal zum Dienst verpflichteten, haben die Demokratien die Projekte in vergleichsweise kleine Baulose aufgegliedert, die – soweit erkennbar – unter Leitung eines Architekten von privaten Unternehmern realisiert wurden. Des Weiteren wird man beispielsweise auch die prominente Stellung, die das korinthische Kapitell in hellenistischer Zeit einnahm (und später von den Römern aufgegriffen wurde), kaum erklären können ohne Bezug auf den besonderen Repräsentationsanspruch der hellenistischen Königshäuser, der sich eben nicht in übermäßig großen Bauwerken manifestiert hat.

Als Bezugsebene für entsprechende Überlegungen soll nachfolgend ein ganz knapper Abriss der gesellschaftlichen und politischen Entwicklungen der hier betrachteten Epochen vorangestellt sein.¹

2.1.1 Archaische Zeit (8.–6. Jh.)

Spätestens zu Beginn der archaischen Epoche, eventuell auch etwas früher, entsteht die Polis, der griechische Stadtstaat, der gleichermaßen Siedlungsform und autonome politische Einheit ist. Die Stadt als reine Siedlungsform wurde als *ἄστυ* bezeichnet. Zur Polis gehörte stets ein meist naturräumlich definiertes Umland, die *χωρά*, für die Produktion der Nahrungsmittel. Wohl häufiger entstand die Polis nicht durch natürliches Wachstum, sondern durch einen formellen politischen Zusammenschluss den *συνουικισμός* (das ‚Zusammenwohnen‘) verschiedener Dörfer und Weiler, wie etwa Athen auf Initiative des legendären Gründers Theseus.² Man kennt heute etwa siebenhundert solcher autonomen griechischen Städte. Nur im Norden des Festlandes, in Aitolien, Epirus und Makedonien, ist der Prozess der Polisbildung mit autonomer politischer Verfassung nicht nachweisbar. Die Polisbildung war direkt mit Bauaktivitäten verbunden, wozu nicht nur die Errichtung von Stadtmauern zählte, sondern auch der Bau öffentlicher Gebäude für die Organe der Selbstverwaltung und der Tempel für die städtischen Kulte.

Große Bedeutung für den Prozess der Urbanisierung, und sicher in archaische Zeit zu datieren, ist die sog. ältere Kolonisation. Ihr Schwerpunkt fällt in die Zeit von ca. 750 bis 550/40.³ Ausgelöst vor allem durch Nahrungsmangel, aber auch durch schwere Fraktionierungen in der Bürgerschaft bis hin zum Bürgerkrieg, oder auch durch kriegerische Verdrängung, sendete eine Mutterstadt (*μητρόπολις*), manchmal auch mehrere Städte gemeinsam, Kolonisten aus. Die Koloniestädte waren politisch unabhängig von ihren Mutterstädten – Steuern werden nur ausnahmsweise abgeführt – und gaben sich selbst Verfassungen. Häufig bildeten die Familien der ersten Kolonisten den späteren Adel. Kolonien wurden meist in unbesiedelten Gebieten niedergesetzt, aber gleichwohl meist sehr früh befestigt. Koloniestädte konnten innerhalb von relativ kurzer Zeit wiederum selbst zu Metropoleis neuer Kolonien werden. Schwerpunkte der älteren Kolonisation waren der nördliche Ägäisraum, die Propontis (die Küsten des Marmara-Meer) und die Schwarzmeerküsten bis nach Georgien und Südrussland. Siedlungsräume von herausgehobener Bedeutung waren Unteritalien und Sizilien. Nur vereinzelte Gründungen gab es in Nordafrika (Kyrene) und im westlichen Mittelmeergebiet: zu nennen wären dort das von den Phokaiern gegründete Massilia (Marseille), Nikaia (Nizza), Antipolis (Antibes) und Emporion (Ampurias) in Spanien.

Die griechischen Gesellschaft der archaischen Epoche unterscheidet sich in politischer Hinsicht von den vorhergehenden Epochen – der späten Bronzezeit, d. i. in Griechenland

¹Einführende Literatur zur griechischen Geschichte: Welwei 2011a; Welwei 2011b; L.-M. Günther 2008; W. Schuller 2010; Murray 1991; Davies 1985; Walbank 1994; Hansen 2006.

²Städtegründungen durch Synoikismos hat es vereinzelt auch noch in weit späterer Zeit gegeben. Ein Beispiel dafür ist die Stadt Megalopolis (‚Großstadt‘) auf der Peloponnes, die 367 durch die Übersiedlung der Einwohner von vierzig Dörfern gegründet wurde, um die Unabhängigkeit von Sparta dauerhaft zu sichern.

³Alle Datierungen in diesem Beitrag beziehen sich – wenn nicht ausdrücklich anders angegeben – auf die Zeit vor Christus. Die sog. jüngere Kolonisation gehört zu den Folgen der Feldzüge Alexanders des Großen. Es gab auch schon vor der älteren Kolonisation – wenn auch in weit geringerer Zahl – bedeutende Neugründungen. Dazu gehören etwa die zwölf ionischen und die sechs dorischen Städte an der türkischen Westküste und den vorgelagerten Inseln. Für den kulturellen Austausch wesentlich waren auch einige reine Handelsposten wie Phithekussai auf Ischia vor der italischen Küste und Al Mina (antiker Name unbekannt) in Nordsyrien.

die mykenische Zeit, sowie den sog. dunklen Jahrhunderten – vor allem dadurch, dass das Königtum fast überall abgeschafft wurde. In der Regel wurden die Poleis vom lokalen Adel beherrscht. Nur am Nordrand des griechischen Siedlungsgebietes, in Makedonien, erhielt sich die Monarchie der Argeaden, aus der auch Alexander der Große hervorgegangen ist, durchgehend von der Frühzeit bis zum Verlust der politischen Selbständigkeit im Gefolge der römischen Eroberung Griechenlands.⁴

Die Aristokratien vergaben öffentliche Ämter auf jeweils ein Jahr, meist als Wahlamt. (Die Bestimmung der Amtsträger durch das Los ist eine spätere, demokratische Verfahrensweise, weil dadurch die Organisation von Stimmkontingenten durch einflussreiche Adelige verhindert wurde.) Eine Trennung zwischen den ‚Beamten‘ und der Priesterschaft gab es in der Regel nicht, vielmehr gehörte zu den Amtspflichten eines Teils der Beamten wesentlich die Ausübung kultischer Handlungen. Erbliche Priesterämter gab es nur in einigen Heiligtümern.

Parallel zu diesen Aristokratien gab es etwa seit dem 7. Jahrhundert in allen Teilen des griechischen Siedlungsgebietes auch bedeutende Stadtstaaten, die von Alleinherrschern, den sog. Tyrannen, beherrscht wurden. Zu diesen Poleis zählten im Mutterland beispielsweise in Korinth, Argos und Athen, in Kleinasien in Milet, in der Ägäis auf Lesbos, Samos und Naxos, und auf Sizilien in Akragas, Gela und Syrakus. Die Tyrannis wurde in archaischer Zeit nicht – wie später – per se als Gewaltherrschaft empfunden und abgelehnt. So finden sich selbst unter den sog. ‚sieben Weisen‘ die Namen mehrerer Tyrannen. Zu ihnen gehörten Periander von Korinth, Kleoboulos von Lindos und Pittakos von Mytilene. Die Ursache dafür dürfte gewesen sein, dass mindestens einige von ihnen sich auf die unteren Bevölkerungsschichten stützen konnten, die zuvor unter der Adelherrschaft weit stärker unterdrückt worden waren.⁵ Trotz dieser nicht durchgängig negativen Beurteilung sind nur sehr selten Tyrannien in stabile Dynastien überführt worden. Soweit erkennbar, wurden Tyrannen zunächst meist vom – oft exilierten – Adel der jeweiligen Stadt gestürzt. Demokratische Revolten gegen die Tyrannenherrschaft finden sich erst in späterer Zeit. Unter den Tyrannen wurden teilweise bedeutende Bauten errichtet, oder wenigstens in Angriff genommen, von denen noch ausführlich die Rede sein wird.

Der politische Partikularismus der Griechen, der mit der Polisbildung verbunden war, erklärt die hohe Bedeutung regionaler oder gemeingriechischer, ‚panhellenischer‘ Heiligtümer. Zwar wurden die Heiligtümer durch einzelne Städte oder Städteversammlungen kontrolliert, doch galt der Zugang zu den Heiligtümern und den dort abgehaltenen periodischen Festen als Recht aller Griechen. Nur sehr selten wurden einzelne Poleis von der Teilnahme an den Festen und Spielen ausgeschlossen, und das auch nie auf Dauer. Die Heiligtümer erhielten bedeutende Stiftungen von den Städten, etwa den Zehnten der Kriegsbeute, die dem Kultinhaber des Heiligtums geweiht wurde. Für die Entwicklung der Architektur von erheb-

⁴Der Untergang der Königsherrschaft ist kaum fassbar, vor allem nicht in zeitgenössischen Quellen. Dass in der Zeit nach den ‚dunklen Jahrhunderten‘ Monarchien überhaupt existiert haben, zeigen in der Hauptsache einige Relikte in den späteren Verfassungen. In Athen etwa trug von den leitenden Beamten (‚Archonten‘) einer den Titel des ‚Archon Basileus‘ (‚Königs-Archon‘). Die spartanische Verfassung sah ein – erbliches – Doppelkönigtum vor, das allerdings in seinen Kompetenzen durch die Doppelung sowie die Macht der Ratsversammlung stark eingeschränkt war, weswegen die spartanische Verfassung in der Antike auch nicht als Monarchie angesehen wurde.

⁵Ein eindrucksvolles Zeugnis dafür und für den Hass auf den Adel finden sich in den *Erga* (‚Werke und Tage‘) des Hesiod, eines böotischen Bauern-Dichters, der zu Beginn des 7. Jahrhunderts schrieb. Vereinzelt haben Tyrannen ihre Herrschaft auch freiwillig niedergelegt, wie etwa für Pittakos von Mytilene überliefert ist. Vgl. Zusammenfassung zur älteren Tyrannis Murray 1991.

licher Relevanz waren die Gebäudestiftungen in den Heiligtümern. So bauen einzelne Städte dort eigene ‚Schatzhäuser‘ zur Aufbewahrung von wertvollen Weihgeschenken. Große Tempelbauten wurden entweder durch die verwaltenden Städte finanziert, oft mit Kriegsbeute, oder durch Sammlungen unter den Städten mit besonderer Beziehung zum jeweiligen Heiligtum. Erst ab der Spätclassik wurden Bauten in den panhellenischen Heiligtümern auch von Einzelpersonen gestiftet.

2.1.2 Klassische Zeit (5. und 4. Jh.)

Das fünfte Jahrhundert war im Mutterland durch zwei große Konflikte bestimmt: die Auseinandersetzung mit dem Perserreich, die v. a. die erste Jahrhunderthälfte bestimmte, und den ‚peloponnesischen‘ Krieg zwischen Athen und Sparta, der die Entwicklungen im letzten Drittel des Jahrhunderts dominierte. Im Westen setzten sich die Griechen, annähernd zeitgleich mit dem Sieg über die Perser im Osten, auch gegen eine weitere antike Großmacht durch: Unter den Tyrannen von Syrakus und Akragas (Agrigent), Gelon und Theron, besiegten sie vernichtend ein Großaufgebot punischer Truppen unter Hamilkar.

Die Perserkriege brachten den Griechen im Ergebnis ein teilzerstörtes Land und reiche Beute. Beides galt insbesondere für Athen: Die Stadt wurde, einschließlich der Akropolis, von den Persern fast vollkommen zerstört. Zugleich entwickelte Athen im Verlauf des Krieges und der Folgejahre eine Machtstellung, die der Stadt ermöglichte, mit Sparta – der politisch bedeutendsten Polis Griechenlands – zu rivalisieren. Die enorm gesteigerten Einkünfte ermöglichten Perikles, dem führenden Politiker Athens am Beginn der zweiten Jahrhunderthälfte, ein Programm für die neue Bebauung der Akropolis aufzulegen, zu dem der Parthenon als der Höhepunkt der klassischen Architektur gehört.

Die neugewonnene Machtstellung Athens hatte auch auf politischer Ebene epochale Folgen, denn sie beförderte wesentlich die Entwicklung der Demokratie, die sich in Athen schon vor Beginn der Perserkriege abgezeichnet hatte. Im Verlauf des 5. Jahrhunderts wurden diese Ansätze in Athen bis hin zur sog. ‚radikalen Demokratie‘ fortentwickelt, und zudem gleichsam exportiert, denn Athen drängte seine Verbündeten mit Nachdruck – und teilweise auch mit Gewalt – zur Übernahme der eigenen Verfassung. Die neue Regierungsform schaffte sich neue, ihren Bedürfnissen Gebäudetypen, etwa für die Volksversammlung und die Volksgerichte.

Die Rivalität zwischen Athen und Sparta kulminierte im peloponnesischen Krieg (431 bis 404) in einer Auseinandersetzung, die im gesamten griechischen Siedlungsgebiet, von Sizilien bis zur heutigen türkischen Westküste, ausgetragen wurde. Im Ergebnis wurde die Machtstellung Athens dauerhaft eingeschränkt. Enorm sind auch die Schäden, die der Krieg bei einer großen Zahl griechischer Poleis hinterließ.

Im folgenden 4. Jahrhundert kämpften zunächst die großen griechischen Stadtstaaten untereinander um die Vorherrschaft (Hegemonie), die jedoch von keiner der beteiligten Poleis dauerhaft etabliert werden konnte. Der vorläufige Gewinner dieser Auseinandersetzungen war der alte gemeinsame Feind vom Anfang des fünften Jahrhunderts, das Perserreich, das hauptsächlich durch Geldmittel schon zuvor massiven Einfluss auf den Ausgang des peloponnesischen Krieges zwischen Athen und Sparta genommen hatte. Der allgemeine Landfrieden von 386 mit Zusicherung der Autonomie der Städte wurde offen den Persern zugeschrieben („Königsfrieden“).

Entscheidend zurückgedrängt wurde der persische Einfluss etwa ab der Mitte des Jahrhunderts durch den Aufstieg des makedonischen Königshauses unter Philipp II. zur wichtigsten Macht in Griechenland. Seine Hegemonie führte vereinzelt zwar zum ‚Export‘ der eigenen monarchischen Herrschaftsform, indem Makedonien Alleinherrscher in einigen Städten unterstützte oder tolerierte (sog. ‚jüngere Tyrannis‘ in Städten wie Sikyon, Argos, Megalopolis, Pherai). Vor allem aber untergrub die makedonische Hegemonie auf die Dauer die Autonomie der Stadtstaaten, die zwar ihre Verfassungen und ihre innere Selbstverwaltung bewahrten, jedoch nicht mehr eigenständig politisch agieren konnten. In die Sphäre der bei den Poleis verbleibenden Selbstverwaltung gehörte unter anderem der Bereich des Bauens, denn die makedonische „Militärmonarchie“ (H. Berve) hatte nie den Anspruch, eigene Architekturformen in den von ihr beherrschten Poleis zu etablieren. Ihr Anspruch galt allein dem Erhalt und der Ausweitung der eigenen politischen Macht. Er wurde unter Philipps Sohn Alexander mit der Zerschlagung des persischen Königreiches in umfassender Weise realisiert.

2.1.3 Hellenistische Zeit (323 bis 31)

Als Epochenbegriff bezeichnet der Hellenismus die Zeit vom Tod Alexanders des Großen (323) bis zum Beginn der römischen Kaiserzeit unter Augustus (31). Es ist die Periode, in der die griechische Kultur, und teilweise auch die Sprache, sich weit über die Siedlungsgebiete der Griechen hinaus verbreitete. Der früheste Nachweis für eine antike Verwendung des Begriffs im Sinne der Kulturübernahme findet sich schon im Alten Testament. Als ‚Hellenisten‘ bezeichnet wurden – in einem abwertenden Sinne – Juden, die die griechische Kultur und Sprache übernommen hatten.⁶

Die Ausbreitung der griechischen Kultur als das bestimmende Merkmal der Epoche hatte ihre politische Basis in den Ergebnissen des Alexanderszuges. Bereits Alexander selbst hatte versucht, eroberte Gebiete durch Städtegründungen nach griechischem Muster dauerhaft zu sichern, wobei die neuen Städte zugleich der Ansiedlung von Veteranen seines Heeres dienen sollten. Wohl die bedeutendste Gründung dieser Art war Alexandria an der Mündung des Nil. Die Politik der Städtegründungen wurde von seinen Nachfolgern, insbesondere von den Seleukiden, weiterverfolgt, u. a. mit der Gründung von Antiocheia am Orontes als Hauptstadt des Seleukidenreiches.

Diese zunächst durch Eroberungen bedingte Ausbreitung führte zur Übernahme der griechischen Kultur auch durch Staaten und Städte, die niemals von Griechen erobert oder beherrscht worden waren. Ein prägnantes Beispiel dafür ist der mittelitalische Hellenismus, dem auch Rom in der Zeit der mittleren und späten Republik zuzurechnen ist. Der Verweis auf Rom illustriert zugleich, dass der Hellenismus im Kern ein kulturelles, kein rein politisches Phänomen war. Rom war nicht nur zu keiner Zeit von Griechen beherrscht worden, es beherrschte vielmehr seinerseits ab der Mitte des 2. Jahrhunderts direkt oder indirekt nahezu die gesamte östliche Mittelmeerwelt, und damit fast alle griechischen Siedlungsgebiete. Der Verlust der politischen Unabhängigkeit der griechischen Staaten in dieser Zeit hat die Attraktivität der hellenistischen Kultur erstaunlicherweise keineswegs eingeschränkt.

Die zunächst noch selbständige hellenistische Staatenwelt unterschied sich bereits grundlegend von der Polisgesellschaft der klassischen Zeit. Auf der einen Seite entstanden als Territorialstaaten die hellenistischen Großreiche der Antigoniden (Makedonien),

⁶2 Makk 4,13.

der Seleukiden (Syrien, Südosttürkei, zeitweilig auch Teile des Iran) und der Lagiden (Ägypten), die aus den sog. Diadochenkämpfen nach dem Tod Alexanders hervorgegangen waren. Nach längeren Auseinandersetzungen konsolidierten sich auch neue Mittelmächte wie das Königreich Pergamon, die Republik Rhodos, und nicht-griechische Staaten wie Nikomedien und Bithynien im Nordwesten der heutigen Türkei. Im Westen konnte sich allein Syrakus ein größeres, monarchisch regiertes Herrschaftsgebiet sichern, während die übrigen Griechenstädte in Unteritalien im 3. Jahrhundert ihre Autonomie und ihre griechische Bevölkerung weitgehend verloren oder zerstört wurden.

In griechischen Mutterland entstanden in dieser Phase Staatenbünde, mit denen die autonomen Poleis ihre Freiheit zu sichern suchten. Staatenbünde waren zwar an sich schon viel früher entstanden, doch waren sie in älterer Zeit meist Organisationen direkter oder indirekter Herrschaft einzelner Poleis wie Sparta oder Athen. Demgegenüber war der neue Typus jeweils ein Bund (*koinon*) tatsächlich freier Städte, die ihre Politik kollektiv organisierten. Das gilt auf der Peloponnes für die Achäer und Arkader, und auch für die Aitolier im nordwestlichen Griechenland. Die Bünde zentralisieren ihre Herrschaft nicht durch feste Verwaltungsstrukturen, so dass in ihrem Kontext – anders als bei den großen Monarchien – keine neuen Hauptstädte entstanden. Als Mittelpunkt diente ihnen meist ein Bundesheiligtum. Folge dieser Strukturen war zudem eine tendenzielle Befriedung der Städte, so dass die im vierten Jahrhundert bestehenden Gegensätze zwischen demokratischen und oligarchischen Gruppierungen innerhalb der Städte an Bedeutung verloren. Die Städte wurden in der Regel von einer Honoratiorenschicht reicher Bürger regiert, die durch ihre privaten Mittel die Aufgaben bewältigen konnten, die ursprünglich die Polis selbst finanzierte. Das galt insbesondere für das öffentliche Bauen. Formal hingegen bleiben die alten Strukturen – mit Prytanien, Rat und Volksversammlung – fast überall bestehen.

Neben den alten Poleis stand die schon angesprochene große Zahl neuer Städtegründungen im Osten, vor allem auf dem Gebiet der heutigen Türkei und Syriens, die sog. jüngere griechische Kolonisation. Mit diesen Stadtgründungen verfolgten die Großreiche neben der erwähnten Sicherung ihrer Herrschaft und der Ansiedlung von Veteranen (quasi die Altersversorgung der Soldaten) auch das Ziel der wirtschaftlichen Entwicklung der eroberten Gebiete. Die neuen Städte zahlen entsprechend, im Gegensatz zu den alten Poleis des Mutterlandes, Steuern an die jeweilige Zentralmacht. Weitere wesentliche Unterschiede lagen in der eingeschränkten städtischen Selbstverwaltung, und vor allem in der Bevölkerungsstruktur. In den neuen Städten lebte neben den Griechen eine große Zahl von Einwohnern, die nicht-griechischer Abstammung waren. Deren Teilnahme am öffentlichen Leben setzte das Erlernen der griechischen Sprache voraus, die sich dadurch in fast der gesamten östlichen Mittelmeerwelt fest etablierte.

Gemeinsam war den alten und den neuen Städten in hellenistischer Zeit, dass das urbanistische Niveau der Städte oft weit höher lag als das der klassischen Poleis. Die Anzahl und die Qualität öffentlicher Bauten stieg erheblich. Viele Städte verfügten über politische und Handelsmärkte, die von Säulenhallen (Stoien) eingefasst, und deren Freiflächen gepflastert wurden. Hinzukamen Theater, Gymnasien und Palästre für Sport und Freizeit, öffentliche Bibliotheken und Amtsgebäude für die Verwaltung. Die meisten dieser Gebäudetypen waren an sich älter, wurden in hellenistischer Zeit aber sehr viel häufiger gebaut, und nicht selten mit sehr viel mehr Aufwand. Ein weiterer Unterschied zur klassischen Epoche war der aufkommende Luxus im Bereich der Wohnhäuser wohlhabender Privatleute. Vorbild waren die Paläste der hellenistischen Herrscher, die ihrerseits keine Vorbilder in archaischer

und klassischer Zeit hatten. Der private Wohlstand der Oberschicht führte zudem zur Monumentalisierung der Sepulkralarchitektur. Es entstanden z. B. Grabanlagen mit mehreren Räumen, und teilweise unterirdischen Grabkammern.

Die frühe Phase des Hellenismus war, trotz der vielen Kriege, per saldo in vielen Gebieten eine Periode der Moderne und des Wohlstands. In die umgekehrte Richtung verlief die Entwicklung allerdings nach den Eroberungen der Römer. Ihr Ziel war nicht die Entwicklung, sondern die Ausbeutung der Städte, die bis zur Plündung und Zerstörung sowie zur Versklavung der Wohnbevölkerung reichte, wenn die Städte in Aufstände gegen die römische Herrschaft verwickelt waren. Die Zerstörung Korinths (und Karthagos) sind nur die prominentesten Beispiele dieser Politik. Kein römischer Heerführer konnte für sich und seine Truppen den begehrten Triumphzug vom Senat einfordern, wenn er nicht ein erhebliches Quantum an Kriesbeute präsentieren konnte – seien es Gelder, Sklaven oder auch Kunstgegenstände. Nur ganz wenige Orte blieben von dieser Politik – aus dezidiert strategischen Gründen – ausgenommen, wie etwa Delos, das zum führenden Freihafen im östlichen Mittelmeer ausgebaut wurde, um Rhodos als Zentrum des internationalen Handels zu schwächen bzw. zu ersetzen. Das angesprochene Verhalten der Römer gegenüber den eroberten Gebieten, und der damit einhergehende Substanzverlust der griechischen Städte, ist deutlich am Bauwesen ablesbar: Größere Neubauprojekte gab es in dieser Zeit so gut wie nicht mehr, und schon die Reparatur der Zerstörungen überstieg vielfach die Mittel der Städte. Diese Situation änderte sich erst, als zu Anfang der Kaiserzeit die Römer begannen, in den eroberten Gebieten nicht mehr nur Objekte zu sehen, die sich ausbeuten ließen, sondern Teile des eigenen Staates, die zu entwickeln sich lohnte.

2.2 Bauverwaltung

Die bei weitem wichtigsten Quellen für unsere Kenntnis der Bauverwaltung und Bauorganisation sind in Stein aufgezeichnete Verwaltungstexte. Hinzukommen einige kursorische Informationen aus den literarischen Quellen. Die Bauten selbst bewahren nur punktuell Informationen, etwa im Form von Abrechnungsmarken.⁷

Das Prinzip, Entscheidungen und Abläufe von öffentlichen Bauprojekten durch Inschriften dauerhaft und öffentlich zu dokumentieren, ist fast so alt wie der griechische Werksteinbau: die ältesten Fragmente solcher Aufzeichnungen datieren in die Mitte des 6. Jahrhunderts. Wirklich fassbar wird die Verwaltungsorganisation in Inschriften aber erst ab der Mitte des 5. Jahrhunderts in Athen. Die geographische Verteilung der Bauinschriften ist vergleichsweise aber noch sehr viel weniger repräsentativ: Erhalten haben sich baubezogene Inschriften zwar aus den meisten Teilen der griechischen Siedlungsgebiete (mit Ausnahme der westgriechischen – unteritalischen und sizilischen – Gebiete), doch stammen die meisten der aussagefähigen Inschriften aus den Heiligtümern Delos, Delphi und Epidauros, sowie aus Athen.

⁷Solche Zeichen, meist ein oder zwei Buchstaben, wurden in die Steine eingeschlagen, um die Arbeit einzelner Handwerker oder Unternehmer für die Abrechnung ihrer Bauleistungen zu dokumentieren. Nicht immer sind diese Marken zweifelsfrei zu interpretieren, denn Buchstaben wurden auch als Versatzmarken verwendet, die die Position einzelner Blöcke innerhalb von Reihen oder Schichten kennzeichneten. Zudem wurden die Abrechnungsmarken in der Regel auf den unfertigen Oberflächen der Steine angebracht, also bei der Endbearbeitung, zusammen mit dem ‚Werkzoll‘ (s. u.), abgearbeitet. Sie dokumentieren jedoch – wie die Inschriften häufig auch – die kleinteilige Auftragsvergabe, denn wenn etwa der komplette Rohbau von einer einzigen Bauhütte errichtet worden wäre, wäre die Kennzeichnung einzelner Steine überflüssig gewesen.

Die Inschriften lassen sich, entsprechend ihrer Bedeutung im Bauprozess, etwa folgendermaßen typisieren:⁸

- Baubeschlüsse öffentlicher Gremien, teilweise mit Bestimmungen für die Konzeption und Durchführung des jeweiligen Projektes,
- Projektbeschreibungen,
- Stücklisten mit technischen Spezifikationen, teilweise mit Angabe der jeweiligen Lieferanten;
- einzelne Leistungsverträge zwischen Baukommissionen und Unternehmern und deren Abrechnung;
- periodische Rechenschaftsberichte der Baukommissionen zur Herkunft und Verwendung von Geldmitteln;
- allgemeine, gesetzliche Regeln für das Bauen, und speziell für die vertraglichen Beziehungen von Auftraggebern und Unternehmern (‘Bauvertragsrecht‘ bzw. ‘Verdingungsordnungen‘).

Hinzukommen noch Angaben in Dokumenten der allgemeinen Finanzverwaltung, die vor allem die Baufinanzierung oder Mittelzuweisung betreffen, sowie Ehrenbeschlüsse und Ehreninschriften, die auf Bauaktivitäten der Geehrten Bezug nehmen.

In ihrem Aufbau entsprechen diese Inschriften meist den üblichen Regeln für die Dokumentation von Beschlüssen und Verwaltungsvorgängen. Am Anfang der Inschriften, im sog. ‘Praeskript’, wird meist angegeben, um welches Gremium es sich handelt, wer Mitglied war und gegebenenfalls in welcher Funktion, und die Datierung.

Gewisse Schwierigkeiten für die Interpretation der Urkunden ergeben sich erstens aus der dezentralen politischen Struktur, d. h. der politischen Autonomie der Poleis. Keiner Stadt war es verwehrt, individuelle Organisationsformen und Amtsbezeichnungen festzusetzen. Selbst in Phasen, in denen die politische Autonomie der Poleis massiv beschränkt wurde, blieb das Bauwesen stets einer der wenigen Bereiche, in denen sich die Autonomie der Städte noch geltend machen konnte. Sprachlich sind die auch in amtlichen Urkunden verwendeten Dialekte kaum ein Problem, eher die Interpretation der handwerklich-technischen Termini. Die bei weitem größte Schwierigkeit in der Auswertung der Bauinschriften liegt jedoch in ihrer Erhaltung: Fast immer sind nur mehr oder weniger große Bruchstücke der Inschriften erhalten, manchmal auch Abschnitte durch Erosion oder Zweitverwendung der Steine unleserlich. Die Zuverlässigkeit der Ergänzungen der Texte durch die Herausgeber ist pauschal nicht zu beurteilen. Vor allem dann, wenn mehr oder weniger standardisierte Formulierungen in periodischen Berichten, Listen, bei Praeskripten usw. verwendet wurden, sind Ergänzungen problemlos möglich. Oft jedoch sind für die Interpretation zentrale Begriffe ergänzt, die zwar das Richtige treffen können, naturgemäß jedoch nicht als Beleg für den entsprechenden Sachverhalt herangezogen werden können.

2.2.1 Die Bauherren

Bei der Mehrzahl der Bauten, für die entsprechende Informationen vorliegen, war der Bauherr keine natürliche Person. Selbst bei den Bauten, die sicher auf Initiative von Einzelherr-

⁸Eine inhaltliche Typisierung dieser Inschriften findet sich bei Scranton 1960. Für die Mauerbau-Inschriften vgl. Maier 1959–1961, 11–34.

schern errichtet wurden,⁹ dürfte – rein formell – in den meisten Fällen ein städtisches Gremium den Baubeschluss gefasst haben. In den Stadtstaaten ist für fast alle Bauprojekte die Polis der Bauherr, repräsentiert je nach Verfassung durch einen Rat oder die Volksversammlung. Das gilt oft selbst dann, wenn – wie vor allem im Hellenismus – faktisch eine einzelne Person den betreffenden Bau durch Bereitstellung entsprechender Geldmittel finanzierte. Vereinzelt treten in den Städten auch private Körperschaften auf, die für die von ihnen initiierten Projekte (meist Kult- und Versammlungsbauten) die Genehmigung der städtischen Körperschaften benötigten.¹⁰ Über private Bauherrn, die für sich selbst Wohnhäuser oder Gewerbebauten errichteten, wissen wir nahezu nichts, sieht man von einigen vereinzelt Nachrichten aus dem ptolemäischen Ägypten ab, die sich kaum für die genuin griechischen Gebiete verallgemeinern lassen.¹¹

In den gemeingriechischen Heiligtümern trat als Bauherr entweder das leitende Gremium des Heiligtums auf, oder aber auswärtige Stifter. Die Mitglieder der Gremien, die den Heiligtümern vorstanden, wurden meist von der Stadt delegiert, auf deren Territorium das Heiligtum lag, wie für die Boulé von Olympia durch Delegierte der Stadt Elis (seit dem frühen 5. Jh.). Es gab jedoch auch kollektiv verwaltete Heiligtümer, die von einer Amphiktyonie (ἀμφικτιονία) geleitet wurden, was ursprünglich wohl eine Delegiertenversammlung aus mehreren Städten des jeweiligen Umlandes meinte. Fast den Status einer nationalen Körperschaft hatte die Amphiktyonie von Delphi, der in der ersten Hälfte des 5. Jahrhunderts zwölf ‚Stämme‘ (ἔθνη) angehörten, die die meisten der griechischen Siedlungsgebiete repräsentierten. Sie tagte zweimal im Jahr, konnte also kein Bauprojekt selber leiten. Als Stifter traten in den Heiligtümern auch auswärtige Städte, Staatenbünde, Alleinherrscher und kultische Vereinigungen auf (jeweils mit vorheriger Genehmigung durch die Leitung des Heiligtums), wobei das Bauwerk den Charakter eines Weihgeschenks an eine Gottheit des Heiligtums hatte, wie sich aus Weihinschriften auf vielen Bauten ergibt.

Als Person bekannte Bauherrn sind zunächst meist Alleinherrscher wie Könige oder Tyrannen. Den Herrschern der sog. älteren Tyrannis der archaischen Zeit schreiben die antiken Quellen häufig die Initiative für große Bauprojekte zu: Polykrates von Samos für einen Tempel der Hera, Lygdamis von Naxos für den Apollontempel der Insel, die Peisistratiden in Athen für das Olympieion, Theron von Akragas für das dortige Olympieion. Auch die beiden archaischen Großbauten in Syrakus, der Apollontempel und das Olympeion, werden Alleinherrschern zugeschrieben. Direkt durch Quellen belegen lassen sich die Initiativen der Tyrannen zwar in keinem Fall, doch besteht kaum Zweifel, dass solche Großprojekte kaum gegen, oder auch nur ohne aktive Unterstützung der Tyrannen hätten begonnen werden können. Das Fehlen expliziter Quellen bedeutet zugleich, dass nicht zu beurteilen ist, inwieweit die Tyrannen als Bauherren direkt am Entwurfsprozess beteiligt waren.

Aus dem 5. Jahrhundert kennt man vereinzelt ‚private‘ Stifter, meist Adelige, die aus wohlhabenden Familien stammten und öffentliche Ämter wahrnahmen. Ab dem späten 4. Jahrhundert kennt man auch Stifter, die durch Gewerbe zu Vermögen gekommen waren.

⁹Vgl. Young 1980, der die Zahl der den Tyrannen zugeschriebenen Bauten und deren ‚Bauprogramme‘ zurückhaltend beurteilt.

¹⁰Beispiele dafür sind etwa die Kaufleute aus Kition auf Zypern, die für den Bau eines Aphroditeheiligtums im Piräus (?) ein Grundstück erwerben wollten (IG II² 337 = HGiÜ 262), datiert auf das Jahr 333. Erwähnt wird dort auch ein analoger, bereits genehmigter Antrag der ‚Ägypter‘ für den Bau eines Isis-Heiligtums.

¹¹Bekannt sind etwa Baugenehmigungen, die zeigen, dass es eine Art Kataster gegeben haben muss, das private Häuser nach Lage und Größe verzeichnete. Die ptolemäischen Herrscher Ägyptens ließen vielfach die – effizienten – älteren Verwaltungsstrukturen des pharaonischen Ägyptens bestehen.

In hellenistischer Zeit hängen städtische Bauprojekte zunehmend stärker von der Finanzierung durch lokale Honoratioren ab. Aufgrund entsprechender Ehrungen und Danksagungen durch die Städte sind einige von ihnen namentlich bekannt.

2.2.2 Baufinanzierung

Bauen war schon in der Antike teuer.¹² Genaue Zahlen für die Gesamtkosten von Bauten sind zwar in keinem Fall bekannt, doch geben Zahlungsanweisungen für einzelne Aufträge hier ansatzweise Aufschluss. Nur zur Verdeutlichung der Dimensionen sei hier eine grob überschlägige Umrechnung aufgemacht. Der Parthenon – wohl der teuerste Tempelbau im griechischen Mutterland – hat nach einer modernen, im allgemeinen von der Forschung akzeptierten Kalkulation etwa 800 Talente oder 4,8 Millionen Drachmen gekostet.¹³ Der übliche Tageslohn für einen qualifizierten Handwerker betrug seinerzeit eine Drachme. Rechnet man dafür heute mit einhundert Euro, so käme man auf etwa eine halbe Milliarde Euro Gesamtkosten, die von einem Stadtstaat, in diesem Falle dem reichen Athen, aufgebracht wurden. Jenseits solcher Zahlen sind die nicht selten überlangen Bauzeiten ein Hinweis darauf, wie sehr solche Projekte die Finanzen der Städte belasteten. Von einigen Tempelbauten, wie etwa dem Athenatempel von Priene, weiß man, dass an ihnen jahrhundertlang gebaut wurde. An einigen Großprojekten wurde sogar noch in römischer Zeit gebaut, ohne dass es auch nur annähernd zu einer Fertigstellung gekommen wäre (Samos, sog. Zweiter Dipteros; Didyma, Apollontempel). Es unterliegt dabei keinem Zweifel, dass die Finanzen das Problem waren, nicht etwa Materialmangel oder das Fehlen qualifizierter Handwerker.

Erstaunlich ist, dass trotz der oft enorm hohen Kosten und der Probleme mit unzureichenden Finanzierungen, die ja durch Bauten wie die oben genannten bekannt gewesen sein müssen, in den Quellen sich kaum Hinweise auf Kalkulationen von Gesamtbaukosten finden, und zwar auch dort nicht, wo der Baubeschluss erhalten ist. Einfach war die Finanzierung wohl nur dann, und erforderte auch keine weitergehende Finanzplanung, wenn eine Stadt oder ein Heiligtum über hohe Sondereinnahmen verfügen konnte. Praktisch handelte es sich in solchen Fällen meist um Kriegsbeute. Unter normalen Bedingungen hingegen wurden Bauten meist aus mehreren Quellen finanziert. Die wichtigsten Formen solcher Mischfinanzierungen sollen nachfolgend kurz vorgestellt werden.

2.2.3 Zuweisungen aus öffentlichen Kassen und Abtretungen von städtischen Einnahmen

Ein bekanntes Beispiel für eine Mischfinanzierung ist der Bau des Parthenon in Athen. Die Hauptquelle waren Einnahmen, die Athen durch seine führende Position im delisch-attischen Seebund zuflossen. Der Bund war gegründet worden, um nach den Siegen von 480/79 über die Perser im Mutterland den Krieg fortzuführen, um auch die nach wie vor persisch beherrschten Städte an der türkischen Westküste zu befreien. Da die meisten Bündner keine Schiffe für den Kampf auf See stellten, leisteten sie ersatzweise Zahlungen an die Bundeskasse, die den Städten zuflossen, die über Kriegsflotten verfügten. Da Athen die bei weitem größte Flotte stellte, erhielt es den größten Teil der jährlich erhobenen Zahlungen. Vereinbart war außerdem, dass nach der Verlegung der Bundeskasse von Delos nach

¹²Literatur dazu bei Hellmann 2003, 60.

¹³Stanier 1953. Ein Talent entspricht ca. 25 kg Silber bzw. 6.000 Drachmen.

Athen von den Beiträgen ein Sechzigstel – die die sog. *Aparché* – an das Athenaheiligtum auf der Athener Akropolis abgeführt wurde.¹⁴ Abgewickelt wurden die Zahlungen in der Weise, dass zunächst die Beauftragten des Seebunds, die *Hellenotamiai*, die auch die Höhe der Beiträge der Städte festsetzten, einen Teil der *Aparché* an die *Tamiai* der Athena, also den Vorstand des Akropolisheiligtums weiterleiteten, die dann ihrerseits der Baukommission für den Parthenon, den *Epistaten*, Mittel zukommen ließen. Nach demselben Muster war später auch die Sockelfinanzierung für den Bau der großen Toranlage der Akropolis, der *Propyläen*, organisiert. Diese regulären Zuweisungen waren jedoch mit Sicherheit nicht ausreichend. Das gilt selbst dann, wenn man die zeitgenössischen Vorwürfe, Athen habe weitere Bundesmittel für die Bauten unterschlagen, für unzutreffend hält.¹⁵ Aus den, wenn auch nur lückenhaft erhaltenen, Rechenschaftsberichten der Baukommission des Parthenon geht eindeutig hervor, dass der Kommission weitere Zuweisungen aus städtischen Einkünften übertragen wurden. So wurden Mittel aus den Kassen der Stadtmauer-Kommission und der Schiffbau-Kommission für den Bau verwendet, sehr wahrscheinlich auch die Erlöse aus der Verpachtung der Silberminen von *Laureion*, und wohl sogar auch die vergleichsweise unbedeutenden Erträge städtischer Bäder.¹⁶ Ähnlich geringfügig dürfte der Erlös aus dem Verkauf der Häute der Rinder gewesen sein, die bei den Staatsopfern geschlachtet wurden, und in späterer Zeit der *Erechtheion*-Kommission zugewiesen wurden.¹⁷ Bei den Abrechnungen der Einnahmen der *Propyläen*-Kommission findet sich schließlich ein Betrag von 132 Drachmen, der wahrscheinlich aus den Mieteinnahmen eines Hauses stammt.¹⁸

Keine Rolle bei der Finanzierung von Bauten spielten in Athen wie in anderen autonomen *Poleis* direkte Steuern, denn sie galten allgemein als Charakteristikum tyrannischer Herrschaft.¹⁹ Die regulären städtischen Einnahmen hingegen aus Markt- und Hafenzöllen, Verpachtungen usw. reichten kaum hin zur Deckung der laufenden Ausgaben der Städte. Lediglich unter besonderen Umständen konnte eine *Polis* damit Bauten finanzieren wie etwa die *Siphnier*, die aus ihren Goldbergwerken derart hohe Erträge zogen, dass sie ihr – ungewöhnlich aufwändiges – Schatzhaus in *Delphi* allein aus diesen Einnahmen finanzieren konnten.²⁰

2.2.4 Eigenmittel der Heiligtümer

Eine Mischfinanzierung, bei der Eigenmittel²¹ eine Rolle spielten, ist schon für die archaische Zeit aus *Delphi* bekannt, denn ein Baubeschluss der *Amphiktyonie* sah vor, dass ein Viertel der Bausumme (75 Talente) das Heiligtum selbst tragen musste, obwohl entsprechend hohe Reserven gar nicht vorhanden waren²². Das Heiligtum auf *Delos* hatte, wie aus

¹⁴Das heißt: eine Mine (100 Drachmen) pro Talent (6.000 Drachmen).

¹⁵Auch die modernen Versuche, auf Basis der erhaltenen Angaben zu Ein- und Ausgaben der Baukommission des Parthenon die Frage der Zweckentfremdung von Bundesmitteln zu klären, haben zu keinem eindeutigen Resultat geführt.

¹⁶Wittenburg 1978, 12–15, 18f. (letztere Annahme mit Bezug auf Aristophanes und Ps. Xenophon).

¹⁷Wittenburg 1978, 32f. Am Nike-Heiligtum standen Schenkel und Häute der Opfertiere der Priesterin zu, cf. IG I² 24.

¹⁸Wittenburg 1978, 31.

¹⁹Der Athener Tyrann *Peisistratos* kassierte beispielsweise den Zehnten auf die jährlichen Ernteerträge, s. Aristot. Ath. Pol. 16,4.

²⁰Hdt. III 57.

²¹Siehe für *Epidauros* Burford 1969, 120–126. Vgl. auch Hellmann 2003, 43 = IG II² 2499.

²²Hdt. 2, 180. Inschriftliche Angaben zu den Kosten des spätklassischen Nachfolge-Baus in OGIS 46.

Inschriften des 2. Jahrhunderts bekannt ist, einen Etat, der jedoch auf die Kosten für den laufenden Unterhalt hin angelegt war, nicht für Bauprojekte. Die Eigenmittel des delischen Heiligtums stammten zum Teil aus Vermögenseinnahmen. Dazu zählten Zinsen aus Darlehen sowie die langfristige Verpachtung von Land, Gärten, Häusern und Fischereirechten (auf zehn Jahre)²³. Die Gesamtvermögenseinnahmen sind allerdings nicht bekannt. Für ein nicht lokalisiertes, offenbar kleineres Asklepios-Heiligtum in Athen weiß man durch einen erhaltenen Vertrag, dass es vollständig verpachtet wurde, wobei der Pächter u. a. für Instandhaltungsarbeiten Sorge zu tragen und die Opferkosten zu finanzieren hatte.²⁴

2.2.5 Stiftungen

Stiftungen spielten von Anfang an in den Heiligtümern eine zentrale Rolle bei der Finanzierung. Etwa ab dem 4. Jahrhundert bekamen Stiftungen auch in den Städten immer mehr Gewicht, weil die Poleis wegen des wirtschaftlichen Niedergangs durch die endlosen Kriege selbst für Reparaturen auf die Mittel von Privatleuten angewiesen waren.

Eine sehr früh bereits fest etablierte Form der Stiftung war die Weihung von Kriegsbeute durch Städte oder Einzelherrscher, denn die Vorstellung, ein Sieg sei ohne die Hilfe der Götter denkbar, galt offenbar als Hybris. Gängige Praxis war die Weihung des Zehnten aus der Beute. Üblich waren keine Barspenden, sondern – neben Teilen der Kriegsbeute selbst (wie etwa Waffen) – entsprechend aufwändige Weihgeschenke, die vor allem in den überregionalen Heiligtümern der Selbstdarstellung und Propaganda der Sieger dienten. Viele der bedeutendsten Tempelbauten sind in diesem Sinne als Sieges-Weihgeschenke aufzufassen, wie etwa der Zeustempel in Olympia als Siegesweihung der Stadt Elis (die das Heiligtum seit dem fünften Jahrhundert allein verwaltete), oder die Stoa der Athener in Delphi, die eine entsprechende Inschrift auf dem Stylobat trug.²⁵ Der große Apollontempel auf Delos gehört in den Kontext der Siege in den Perserkriegen. Das Olympieion in Akragas, der Athenatempel in Syrakus und der große Tempel von Himera dürften alle drei auf den Sieg von 480 über die Karthager bei Himera zurückgehen. Natürlich wurde Kriegsbeute auch innerhalb der Städte selbst für Bauprojekte verwandt, wie in Athen zum Beispiel für die kimonische Südmauer der Akropolis oder als Beitrag zur Finanzierung der Propyläen.²⁶

Einzelherrscher traten als Euergeten schon früh auf. Nach Plinius d. Ä.²⁷ waren bereits die Säulen des archaischen Artemisions von Ephesos einzeln gestiftet worden von verschiedenen Königen, unter anderen von dem Lyderkönig Kroisos (‚Krösus‘). Für die Fertigstellung des spätklassischen Nachfolgebauts bot Alexander der Große der Stadt Mittel an, die diese erstaunlicherweise ablehnte.²⁸ Das nicht weit entfernte Priene nahm ein ähnliches Angebot Alexanders für die Fertigstellung des Athenatempels hingegen an.²⁹ Die meisten der hellenistischen Könige, die sich im Gefolge des Alexanderfeldzuges etablieren konnten, folgten Alexanders Vorbild ‚königlich‘ ausgestatteter Hilfen für die Städte – die davon, vor allem wegen der Konkurrenz der Herrscher, erheblich profitierten – und für die großen Heiligtümer, wobei die allgemeine Propagandawirkung sicher im Vordergrund stand.

²³IG I³ 402.

²⁴HGiÜ 284.

²⁵Datiert auf 480–70; zur Inschrift Hellmann 2003, 28.

²⁶IG I³ 465.

²⁷Plin. n. h. 36, 95.

²⁸Strab. geogr. 14, 1, 22.

²⁹Inschriften: Hiller von Gaertringen 1906, Nr. 156.

Dort zeugen auch komplette Bauten von diesem Interesse, wie etwa im Kabirenheiligtum auf Samothrake in der Nordägäis das Propylon und das Arsinoeion, Bauten von höchster Qualität, die die in Ägypten herrschenden Ptolemaier stifteten. Gewissermaßen den Höhepunkt dieser Tendenz setzte die Familie Alexanders sich selbst, denn sie ließen innerhalb des Sakralbezirk des Heiligtums von Olympia einen Rundtempel erbauen, in dem keine Götterbilder, sondern die Statuen der Familienmitglieder standen. Aber auch Stiftungen jenseits von direkten politischen Interessen sind bekannt. So finanzierte und organisierte Antiochos IV. den Weiterbau – oder eher Neubau – des ursprünglich peisistratischen Olympieions in Athen, bot aber auch Lebadeia, einem böotischen Landstädtchen, das nie zu seinem Herrschaftsbereich gehören konnte, Mittel für den Weiterbau des dortigen Zeustempels an. Ein hinsichtlich der Baufinanzierung besonders interessanter Fall ist die Stiftung einer großen Stoa in Milet durch Antiochos I., denn die Räume in dieser Stoa wurden als Läden vermietet (‘Kaufhaus’). Die Mieteinnahmen wiederum sollten auf Dauer den Weiterbau des riesigen Apollontempels von Didyma sicherstellen, von dessen Finanzierungsproblemen oben schon die Rede war.³⁰

Wohlhabende Privatpersonen als Euergeten von Bauwerken traten vereinzelt bereits früh auf. Schon Themistokles, der politische Führer Athens in den Perserkriegen, stiftete einen, sicher kleineren, Tempel in seinem Stadtbezirk der Artemis Aristobulé (der ‚besten Rat gebenden Artemis‘), womit er sicher auf die von ihm selbst initiierte, erfolgreiche Flottenpolitik hinweisen wollte, was ihm jedoch öffentlichen Ärger einbrachte.³¹ Aus Athen sind – sicherlich nicht große – Heiligtümer bekannt, die von Vereinigungen ausländischer Kaufleute finanziert wurden, so für Isis von ägyptischen, für Aphrodite von zypriotischen Händlern. Auf Delos gab es in hellenistischer Zeit einen Baukomplex der Poseidoniasten von Berytos (Beirut). Das große Gästehaus in Olympia war die Stiftung eines Leonidas aus Naxos (dessen Name zweimal auf dem Gebälk genannt war),³² und auch der heute noch erhaltene ‚Turm der Winde‘ in Athen war die private Stiftung des Andronikos von Kyrrhos aus dem 1. Jahrhundert.³³ Weitaus häufiger jedoch waren naturgemäß private Stiftungen geringeren Umfangs. Manche von ihnen lassen die schon angesprochene Finanznot der Städte deutlich erkennen, wenn etwa die Stadt Athen in ihrem Ehrenbeschluss für den Stoiker Zenon von Kition darauf verweist, dass er zur Reparatur eines öffentlichen Bades beigetragen hat;³⁴ dasselbe wird auch in einer Rede des Isaeus erwähnt,³⁵ und man könnte dem Dutzende weitere Beispiele an die Seite stellen.³⁶ Wie ebenfalls bereits angedeutet, nehmen diese Stiftungen im Hellenismus stark zu. Eine besondere Rolle spielen dabei reich gewordene Funktionäre der hellenistischen Herrscher, die in ihren Heimatstädten als Honoratioren und andernorts Euergeten agieren, wobei die Stiftungen auf die Herrscher zurückverweisen: So stiftet ein Privatmann 165/64 Kapitelte und ein Portal zu Ehren der Ptolemaier, bei denen er offenbar seinen Reichtum erworben hatte.³⁷

³⁰Ehrenbeschluss für Antiochos von ca. 299 = Hellmann 2003, No. 27.

³¹Plut. Them. 22, 2

³²Mallwitz 1972; Coulton 1977, 18; Svenson-Evers 1996.

³³Vitr. 1.6.4–5.

³⁴Diog. Laert. 7, 12

³⁵Is. de Dicaeogenis hered. 28

³⁶Material dazu bei Coulton 1977, 18.

³⁷Hellmann 2003, vgl. S. 63f., Nr. 33.

Die Stiftungen durch Einzelpersonen entwickelten im Laufe der Zeit eigene, relativ feste Formen.³⁸ Der Stifter wurde von der empfangenden Stadt oder dem Heiligtum mit dem Titel *Euergetes* („Wohltäter“) oder *Proxenos* mit Niederlassungsrecht („Gastfreund“) geehrt. Die entsprechenden Beschlüsse der Gremien wurden in Form von Inschriften veröffentlicht. Bei bedeutenden Spenden konnte auch eine Ehrenstatue dekretiert werden, oder dem Stifter das Recht zugesprochen werden, eine solche auf eigene Kosten an prominenter Stelle aufzustellen.

2.2.6 Kreditfinanzierungen, Subskriptionen und Umlagen

Bekannt sind schließlich eine Reihe von Finanzierungsinstrumenten, die – gemessen an der Zeitstellung – teilweise sehr modern wirken. So gab es bereits schon früh das organisierte Einwerben von Spenden. Schon das archaische Heiligtum von Delphi betrieb im großen Stil ‚fund raising‘ durch eine Delegation, die nicht nur durch Griechenstädte reiste, sondern selbst in Ägypten vorstellig wurde, wo sie von den dort ansässigen Griechen 20 Minen (= $\frac{1}{3}$ Talent) erhielt und vom Pharao Amasis tausend Talente Alaunsalz.³⁹ In hellenistischer Zeit wurden die Formen, private Mittel aktiv einzuwerben, noch weiter entwickelt. So wurden für den Bau der Stadtmauer in Oropos zu Ende des 3. Jahrhunderts die städtischen Beamten ermächtigt, Kredite bei städtischen und auswärtigen Gläubigern aufzunehmen. Wegen des ausdrücklich formulierten Ziels niedriger Zinssätze wurden die Anleihen gleichsam mit ‚Bonus‘-Leistungen ausgestattet: Annonciert wurden offizielle Ehrungen durch die Stadt und das Niederlassungsrecht in Oropos. Jedoch nur, wenn Anleihen von mehr als einem Talent zu einem Zinssatz von weniger als 10% gezeichnet wurden. Für niedrigere Kredite, wiederum bis zu einem Mindestbetrag, waren lediglich Ehreninschriften vorgesehen. Ein weiteres Finanzierungsinstrument waren Subskriptionen – öffentlich dokumentierte Geldleistungen ohne Rückzahlung –, wiederum verbunden mit je nach Zeichnungshöhe gestaffelten Ehrungen.⁴⁰ Dieses Instrument wurde auch für andere städtische Projekte verwendet.

Soweit erkennbar, wurde von einem älteren Finanzierungsinstrument für öffentliche Aufgaben, der *Leiturgie*, bei Bauprojekten kein Gebrauch gemacht. Als *Leiturgien* bezeichnete man die zwangsweise Bereitstellung einer öffentlichen Leistung durch eine reiche Privatperson. *Leiturgien* sind vor allem, aber nicht nur, aus Athen für Choraufführungen und die Ausstattung von Kriegsschiffen bekannt.⁴¹ Zu trennen sind diese *Leiturgien*, die einer Teilkonfiskation des Vermögens gleichkommen konnte, von Umlagefinanzierungen durch die Gesamtheit der Bürgerschaft, wie die Ablieferungspflicht für Schmuck in Ephesos nach dem Brand des Artemisions⁴². Solche Vermögensabgaben dürfen nur in Ausnahmesituationen angeordnet worden sein.

2.2.7 Unentgeltliche Arbeit

Frondienste der Bevölkerung bei Bauprojekten sind lediglich für die sog. Ältere Tyrannis bekannt. So ließ etwa Aristodemos, der Tyrann von Cumae (bei Neapel) am Ende des 6. Jahrhunderts ein Wassergraben rings um das Territorium der Stadt anlegen, wobei jeder Bürger

³⁸Veyne, Laermann und Brittmacher 1988; Bringmann und von Steuben 1995.

³⁹Hdt. 2, 180.

⁴⁰Vgl. zu Anleihen und Subskriptionen Migeotte 1984 und Migeotte 1992.

⁴¹RE XII Sp 1871–79 (ND 1994) s. v. *Leiturgie* (J. Oehler).

⁴²Strab. 14,1,22; siehe Svenson-Evers 1996 = Aristot. oec. 2, 2, 19.

verpflichtet war, ein bestimmtes Quantum Erde auszuheben. Plutarch gibt an,⁴³ dass der Graben nicht aus fortifikatorischen, sondern aus politischen Gründen angelegt worden sei. Durch den Bau sollte es den Bürgern an Zeit und Kraft fehlen für einen Aufstand gegen den Herrscher. Nahezu dieselbe Interpretation gibt Aristoteles für den Bau des Tempels des olympischen Zeus in Athen durch die Peisistratiden und für die Errichtung der „samischen Monumente“⁴⁴ durch Polykrates. Die Bauprojekte wären unternommen worden, „damit die, die in täglicher Arbeit stehen, keinen Anschlag unternehmen“.⁴⁵ Zudem würden die Projekte zur Verarmung der Bevölkerung beitragen, was ebenfalls der Sicherheit des Tyrannen zugute käme. Nach Aristoteles hätte dieses Motiv schon dem Bau der Pyramiden in Ägypten zugrunde gelegen. Ähnliche Deutungen finden sich bereits bei Platon.⁴⁶

Berichte über Kriegsgefangene, die zur Mitarbeit an Bauprojekten herangezogen wurden, gibt es aus Sizilien. So wurden die athenischen Kriegsgefangenen nach der Niederlage gegen Syrakus dort zu Steinbrucharbeiten herangezogen. Auch beim Bau des riesigen Olympieions von Akragas nach dem Sieg der Griechen bei Himera von 480 soll der Tyrann Theron punische Gefangene eingesetzt haben. Dies wurde gleichsam als Siegeszeichen am Bau selbst dargestellt. Die riesigen Stützfiguren unterhalb des Gebälks („Telamones“) sollen die Kriegsgefangenen darstellen.⁴⁷ Im Mutterland wurde von Kriegsgefangenen aus Lesbos der Graben um die Stadtmauer von Samos angelegt.⁴⁸

Sklavenarbeit spielt hingegen eine erstaunlich geringe Rolle. Inschriftlich bekannt ist die Steinmetzarbeit der Tempelsklaven in Didyma, die dort neben den Kleinunternehmern tätig waren. Solche Unternehmer beschäftigten allerdings ihrerseits neben Freien auch Sklaven, deren Arbeitsleistung in den Urkunden zum Erechtheion allerdings genauso abgerechnet wurde wie die der Freien. Die Sklavenarbeit war für den Bauherrn demnach keineswegs unentgeltlich. Freiwillige, unentgeltlich geleistete Arbeit der Bevölkerung kam wohl nur in Ausnahmesituationen vor, wie etwa beim Bau der themistokleischen Stadtmauer in Athen nach der Zerstörung durch die Perser von 479, und ebenso in Syrakus bei der Stadtmauererweiterung durch Dionysios. Fron- und Zwangsarbeit dürfte im Übrigen auch schon deshalb auf den Baustellen keine große Rolle gespielt haben, weil der überwiegende Teil der Arbeiten ausgebildete Fachkräfte erforderte, wie beispielsweise die Erechtheion-Abrechnungen zeigen, in denen nur sehr wenige „Hilfskräfte“ ausgewiesen werden.

2.2.8 Projektmanagement

Ein nur periodisch tagendes Gremium mit umfassender Zuständigkeit wie der Rat einer Stadt oder eines Heiligtums konnte naturgemäß nicht selbst ein Bauprojekt leiten, bei dem ständige Präsenz erforderlich war. Demgemäß wurden die Projekte immer delegiert an einen Repräsentanten des Bauherrn, der zwischen diesem und den Ausführenden vermittelte. Zwei Formen dafür lassen sich unterscheiden. Die erste, weil historisch ältere Form ist die Übergabe des Projekts zur Durchführung an eine einzelne Person mit umfassenden Kompetenzen. Die zweite Form ist die Delegation des Projektes an eine Behörde. Was sich hingegen nir-

⁴³Plut. mor. 262B.

⁴⁴Gemeint sein dürfte wohl vor allem der Bau des großen Ringhallentempels im Heraion unweit der Stadt Samos (der sog. „zweite Dipteros“).

⁴⁵Aristot. pol. 1313 b 20.

⁴⁶Plat. pol. 567a.

⁴⁷CAH IV² 777.

⁴⁸Hdt. 3, 39.

gendwo belegen lässt, sind zwei aus anderen Epochen und Kulturen als Standard bekannte Organisationsformen, nämlich die Übergabe der Bauleitung an den entwerfenden Architekten⁴⁹ oder eine Bauhütte. Es ist zudem kein Architekt nachweisbar, der als Inhaber eines Bauunternehmens ein komplettes Bauprojekt übernommen hätte.⁵⁰ Charakteristisch ist für das Bauwesen vielmehr, dass die Oberleitung stets – in Gremien mindestens mehrheitlich – bei Personen lag, die Bauen nicht als Beruf betrieben.

Das archaische System der personalen Gesamtverantwortung

Die Projektleitung durch eine einzelne Person (oder Familie) findet man ausschließlich in archaischer Zeit. Die konkreten Nachrichten darüber sind mehr als spärlich und lassen kaum mehr als die Grundform der Organisation erkennen: Ein sonst unbekannter Agathokles wurde in Syrakus als Epistat mit dem Bau eines Athenatempels beauftragt,⁵¹ die Amphiktyonie von Delphi übergab den (spätarchaischen) Neubau des Apollontempels der Familie der Alkmaioniden,⁵² und in Akragas auf Sizilien leiteten die späteren Tyrannen Phalaris und Theron Bauprojekte im Namen der Stadt.⁵³ Soweit bekannt, waren alle genannten ‚Projektleiter‘ Angehörige des Adels, und damit keinesfalls Unternehmer, da kommerzielle Erwerbsarbeit für den griechischen Adel ebenso tabu war wie für den römischen. Nach den übertragenen Geldmitteln (im Fall des Phalaris 200 Talente, d. h. ca. 5000 kg Silber; in Delphi sogar 300 Talente) und anderen Nachrichten zu urteilen, wurde die Bauleitung jeweils für das gesamte Projekt übertragen. Die kurzen Berichte über die beiden Tyrannen zeigen, dass sie über die übergebenen Geldmittel frei verfügen konnten. Etwas anders lag der Fall bei den Alkmäoniden, denn zwischen ihnen und der delphischen Amphiktyonie müssen konkretere Vereinbarung über den Bau bestanden haben, da berichtet wird, dass die Familie die Front in Marmor ausführen ließ, obwohl preiswerteres Material abgesprochen worden war. Auch in diesem Falle war die Gesamtverantwortung offenbar sehr weit gefasst, da sie (positive) Änderungen der Absprache zuließ. Vor allem das Beispiel der Alkmäoniden, die Eigenmittel zuschossen, könnte darauf hinweisen, dass die Übertragung der Gesamtverantwortung zugleich bedeutete, dass die ‚Projektleiter‘ die erfolgreiche Durchführung des Projektes persönlich garantierten. In diesem Punkt wäre die archaische Form der Projektleitung durch Einzelpersonen ähnlich den angesprochenen Leiturgien aus späterer Zeit, denn bei den Leiturgien wurden ebenfalls einer Einzelperson staatliche Finanzmittel zur Erbringung einer öffentlichen Aufgabe übertragen, wobei die betreffenden Personen die Erbringung der Leistung persönlich zu garantieren hatten, also im Bedarfsfall zusätzliche eigene Mittel zuzuschließen hatten. Der Unterschied wäre dann nur der, dass die Leiter der Bauprojekte die Aufgaben freiwillig,

⁴⁹Das gilt auch – soweit die spärlichen Quellen hier Auskunft geben – für die anschließend angesprochenen Bauprojekte der archaischen Zeit. Denkbar ist allerdings, dass ein Alleinherrscher das gesamte Vorhaben an einen von ihm bestimmten Architekten übergeben hat.

⁵⁰Ein kleiner Bauunternehmer mit zwei Mitarbeitern namens Philokles, der in den Abrechnungen für das Erechtheion als Architekt bezeichnet wird, war sicher nicht der entwerfende und bauleitende Architekt des Projektes, siehe Svenson-Evers 1996, s. v. Philokles.

⁵¹Diod. 8. 11 (Oldfather 1993, 395 Anm. 3) gibt Athen als Ort der Geschichte an, weist aber selber daraufhin, dass die a. O. erwähnten Geomoroï gar nicht für Athen, sondern nur für Samos und Syrakus bezeugt sind. Gut bekannt waren vor allem die Geomoroï von Syrakus (ein Rat, in dem die Gründerfamilien der Stadt vertreten waren), daher die – hier bevorzugte – Lokalisierung des Berichts in Syrakus; im selben Sinne RE Suppl. I (1903) Sp. 23 s.v. Agathokles (Niese), wo eine Datierung um 700 angenommen wird.

⁵²Hdt. 5. 62

⁵³Polyain. strat. 5.1.1; 6.5.1.

vielleicht sogar auf eigene Initiative hin übernehmen. Bei den Leiturgien war die Unterfinanzierung der Regelfall.

Die hier angenommene Verpflichtung zum Nachschießen privater Mittel dürfte einige Eckpunkte der archaischen Organisationsformen erklären. Erstens wäre dadurch verständlich, warum die Projektleiter stets reiche Adelige waren und keine kommerziellen Unternehmer, denn nur der Adel konnte sich leisten, erforderlichenfalls Eigenmittel zuzuschießen, die einen Unternehmer nicht hatte oder die ihn ruiniert hätten. Das sicherte zugleich die Exklusivität der Aufgabe, also Prestige für den Leiter, und machte die Aufgabe damit für den Adel würdig. Das Prestige-Motiv wiederum erklärt, weshalb die Bauleitung nicht, wie später, jährlich wechselte, denn nur wenn der Bau als Ganzer einer Person zugeschrieben werden konnte, war der Prestigewert entsprechend hoch, und damit attraktiv für Mitglieder führender Kreise. Es würde schließlich erklären, warum aus keinem dieser Projekte Abrechnungsurkunden, wie sie später üblich wurden, bekannt sind, denn wenn die Projekte ohnehin unterfinanziert waren, war eine Finanzkontrolle durch den Bauherrn überflüssig oder sogar kontraproduktiv, weil sie die persönliche Integrität des adeligen Bauleiters in Zweifel gezogen hätte. Die beschriebene Form der Bauleitung entspräche damit allgemein den Strukturen einer Adelsgesellschaft, die bürokratische Strukturen kaum kannte, und in der personale Beziehungen und Wertesysteme dominierten. Der Normalfall dürfte gewesen sein, dass der vom Adel gebildete Rat einfach eines seiner Mitglieder mit der Gesamtverantwortung beauftragte.

Die überlieferten Nachrichten zeigen jedoch auch die problematische Seite dieser Verfahrensweise. Der erwähnte Agathokles veruntreute die ihm übertragenen Mittel für den Bau seines Privathauses, was zu einem Prozess gegen die Familie führte, denn er selbst wurde – so der Bericht – von der Göttin wegen der Veruntreuung ihres Eigentums mit einem Blitz erschlagen. Die genannten Adelige aus Akragas verwendeten das Geld des Rates gar, um damit Söldner anzuwerben und der Stadt eine Tyrannis aufzuzwingen.⁵⁴ Die demokratisch verfassten Stadtstaaten der klassischen Zeit haben jedenfalls aus solchen Fehlentwicklungen ihre Konsequenzen gezogen und niemals auf Dauer ähnlich umfassende Kompetenzen und Machtmittel an Einzelpersonen vergeben.

Die Baubehörden der klassischen und hellenistischen Zeit

Bauleitung durch Einzelpersonen kam zwar in Einzelfällen auch später noch vor,⁵⁵ in der Regel wurden jedoch die Bauprojekte von Behörden oder Kommissionen mit mehreren Mitgliedern geleitet. Die wesentlich wichtigere Änderung war aber, dass die Bauleiter nunmehr Wahlbeamte auf Zeit mit Rechenschaftspflicht waren. Welche Behörde konkret mit einem Bauprojekt beauftragt wurde, hing von der Verwaltungsorganisation der jeweiligen Polis, der Art der Projektes, und vor allem von dessen Umfang ab. Kleinere Bauaufgaben wurden oft an allgemeine Behörden überwiesen, die auch andere Funktionen wahrnahmen. Im einfachsten Fall waren die Prytanen zuständig, die man in etwa als ständig tagenden Unterausschuss des Stadtrates beschreiben kann, der für alle kurzfristig anfallenden Entschei-

⁵⁴Die beiden bei Polyainos a. O. geschilderten Episoden klingen zu ähnlich, um nicht der ‚Tyrannen-Topik‘ verdächtig zu sein, d. h. dem üblich gewordenen Schema zu entsprechen, auf das immer dann zurückgegriffen wurde, wenn der jeweilige Autor wenig Detailangaben zur Verfügung hatte. Aber das Muster selbst wird – wenn auch nicht unbedingt in den hier angesprochenen Fällen – doch auf historische Ereignisse zurückgehen. Siehe dazu etwa Finley 1993, 70f.

⁵⁵So wird der Tempelbau in Didyma in hellenistischer Zeit von einem Epistaten geleitet.

dungen zuständig war,⁵⁶ oder auch in Heiligtümern wie in Eleusis⁵⁷ oder auf Delos⁵⁸ die Vorsteher, die Bauprojekte zusätzlich zu ihren sonstigen Aufgaben betreuten.⁵⁹ Speziell für die Vergabe öffentlicher Aufträge zuständig waren Gremien wie die Egdoteles in Tegea, Sparta oder Epidauros,⁶⁰ die zur Vergabe der Aufträge auch in umliegende Städte reisten,⁶¹ und die Poleten in Athen. Sie wurden jeweils auf Basis von Beschlüssen des Rates oder der Volksversammlung tätig.⁶²

Bekannt sind jedoch vor allem die ständigen Behörden, die ausschließlich mit der Leitung von Bauprojekten betraut waren. Hierher rechnen vor allem die Teichopoioi, eine in verschiedenen Städten nachweisbare, ständige Kommission für die Stadtmauern.⁶³ Ähnliche Behörden sind die für die Straßen in Athen zuständigen Hodopoioi, die durch Los bestimmt wurden,⁶⁴ sowie die sog. Ausrüster der Heiligtümer, die für laufende Reparaturen an Tempeln einen festen Etat zur Verfügung hatten,⁶⁵ und die Behörde für den Bau von Kriegsschiffen (Trieropoioi). Für den Schiffbau wurde ein Architekt genannter Schiffbaumeister vom Volk direkt gewählt.⁶⁶ Ein vergleichbares Amt für den Hochbau gab es jedoch offenbar nicht. Aus den Heiligtümern sind ebenfalls ständige Ausschüsse für bauliche Fragen bekannt.⁶⁷ Für das Asklepiosheiligtum von Epidauros kennt man einen ganzjährig beschäftigten Architekten.

2.2.9 Baukommissionen

Soweit erkennbar, wurden etwa ab der Mitte des 5. Jahrhunderts große Bauprojekte aus dem Aufgabenbereich der ständigen Behörden ausgegliedert und von eigens eingesetzten, projektbezogenen Kommissionen geleitet.⁶⁸ Zur Illustration des grundlegenden Verfahrens sei zunächst eine entsprechende Inschrift aus Athen, das sog. Nikedekret IG I³ 35, in leicht gekürzter Form zitiert:

„[(Die Phyle) Leontis hatte die Prytanie inne. Beschlossen haben der Rat und da]s [Vol]k, [... war Epistates, Gl]aukos stellte den Antrag: [Für die Athena

⁵⁶Vgl. etwa den Beschluss über die Reinigung der Brunnen in Athen von 440/32 = IG I³ 49 = HGiÜ 84.

⁵⁷Zu den Epistaten des Heiligtums von Eleusis, die gleichzeitig als Baubehörde fungierten, siehe Maier 1959–1961, I, 98.

⁵⁸Die Hieropoioi im freien Delos nach 315 leiteten das Heiligtum und verwalteten ständig Baumaßnahmen, s. Wittenburg 1978, 89 mit Lit ebd. Anm. 2.

⁵⁹SEG X 24 dekretierte, dass die Epistaten des Heiligtums von Eleusis, die die Kasse des Heiligtums verwalteten, Bauaufgaben in der Weise wahrnehmen sollten wie die Athener Kommissionen für Tempel und Standbild auf der Akropolis (gemeint sind die entsprechenden Kommissionen für den Parthenon); cf. Wittenburg 1978, 40ff.

⁶⁰Siehe RE s. v. Egdoteles.

⁶¹Für Epidauros vgl. etwa IG IV² 103 Z. 2; dazu Burford 1969, 103f.; für Tegea IG V 2, 6. Den Egdoteles von Epidauros wurden Reisespesen nach Korinth, Argos, Megara und Ägina erstattet. In den Inschriften ist auch von Herolden die Rede, die offenbar Ausschreibungen verkündeten.

⁶²Nikedekret IG I³, 35 und 45; s. DNP s. v. Poleten; RE XXI 1361 (Lenschau). In Athen sind bei der Restaurierung der ‚Langen Mauern‘ (von Athen zum Piräus-Hafen) an der Auftragsvergabe neben den zehn Poleten und den städtischen Finanzbeauftragten zwei Architekten beteiligt; die Architekten sind ständige Mitglieder, deshalb von Volk gewählt; IG II² 463, s. Maier 1959–1961, I, 58.

⁶³Ausführlich zu den Teichopoioi Maier 1959–1961, 61; Hellmann 2003, 32.

⁶⁴Aristot. Ath. Pol. 54.1.

⁶⁵Aristot. Ath. Pol. 50.1.

⁶⁶Aristot. Ath. Pol. 46.1.

⁶⁷Nach Coulton 1977, 21 Anm. 31 z. B. die Naopoioi in Delphi und die Hieropoioi auf Delos.

⁶⁸Allgemein zu Baukommissionen s. Wittenburg 1978.

Ni]ke soll man eine Priesterin, welche d[urch das Los] aus sämtlich[en] Atheneninnen [bestimmt wird, einsetz]en und das Heiligtum mit einer Tür ausstatten in der Weise, wie Kallikrates in seinem Entwurf es festlegt; den Auftrag vergeben sollen die Poletai in der Prytanie der (Phyle) Leontis. [...] Einen Tempel soll man bauen in der Weise, wie Kallikrates in seinem Entwurf festlegt, sowie einen Altar aus Marmor. vacat. Hestaios stellte den Antrag: Drei Männer soll man wählen aus dem Rat; diese sollen, wenn sie gemeinsam mit Kallikrat[es] den Entwurf ausgearbeitet haben, in[formieren den Ra]t, in welcher Weise die Auftr[agsvergabe erfolgen soll...].“

Die stark ergänzten Reste der ersten Zeilen sind das sog. Formular, die den Text als Volksbeschluss (*psephisma*) ausweisen. Ergänztbar ist es vor allem deshalb, weil es sich um weitgehend standardisierte Formulierungen handelt. Die Angabe der Prytanie datiert den Monat, da die Prytanen nur 35 Tage amtierten. Die Jahresdatierung durch Angabe des Namens des jährlich bestimmten Oberbeamten (*archon eponymos*) fehlt. Die Inschrift wird wegen der Buchstabenformen (dreigestrichenes Sigma) auf ca. 450 datiert. Der Beschluss durch das Volk und den Rat bedeutet, dass verfassungsgemäß der Beschluss der Volksversammlung vom Rat vorberaten worden war. Dessen *probuleuma* im ersten Abschnitt der Inschrift wird ergänzt von dem angenommenen Zusatzantrag des Hestaios.

Inhaltlich sah der Beschluss vor: die Zuweisung einer eigenen Priesterin an das bereits bestehende Heiligtum der Athena Nike (südlich vom Eingang zur Akropolis), den Verschluss des offenbar bereits ummauerten Heiligtums (*temenos*) durch eine Tür, und den Bau von Altar und Tempel. Der entwerfende Architekt Kallikrates – er ist als Architekt auch aus anderen Quellen bekannt – war offenbar vom Rat vorher ausgewählt worden, und wurde von der Versammlung bestätigt. Die Bauleistungen sollten von der oben schon erwähnten Behörde für die Vergabe öffentlicher Aufträge, den Poleten, vergeben werden.

Erst durch den Zusatzantrag wurde eine spezielle Kommission aus drei Ratsmitgliedern eingesetzt. Ihre Aufgabe war die Vorbereitung der Auftragsvergabe, d. h. ein Leistungsverzeichnis zu erstellen, das als Basis für die Ausschreibung und Vergabe der Werkverträge an verschiedene Unternehmer dienen konnte. Ein Generalunternehmer war offensichtlich nicht vorgesehen, denn sonst wäre keine vorbereitende Kommission erforderlich gewesen, sondern die Volkversammlung hätte direkt den Generalunternehmervertrag ausschreiben und vergeben können. Solche Generalunternehmer sind aus Athen in klassischer Zeit auch in keinem Fall bekannt geworden, vielmehr wurden stets Verträge für einzelne Bauleistungen abgeschlossen.

Um nun das Leistungsverzeichnis zu erstellen, war ein Bauentwurf erforderlich, aus dem das Leistungsverzeichnis abgeleitet werden konnte. Hier liegt der Grund, warum der Architekt Kallikrates zur Zusammenarbeit mit den drei Ratsmitgliedern bestimmt wurde. Kallikrates war also der entwerfende Architekt. Ob er formelles Mitglied der Kommission war, und damit stimmberechtigt, geht aus der Urkunde nicht eindeutig hervor.

Es sind hier folglich zwei alternative Organisationsmodelle benannt, wobei das *Probuleuma* für das ältere Modell der Arbeitsteilung zwischen Architekt und ständiger Ausschreibungsbehörde steht, der Zusatzantrag hingegen für die Kooperation von Architekt und Ratsmitgliedern in einer Kommission speziell für dieses Projekt.

Aus der zeitgleichen Arbeit der Parthenon-Kommission (aktiv ab 449) ist bekannt, dass die Kommissionen die Vertragstexte nicht nur formulierte, sondern – nach Bestätigung durch

die Volksversammlung, wie im Nike-Dekret vorgesehen – auch die Prüfung und Abrechnung der Vertragsleistungen vornahm. Das wiederum bedeutete, dass die Kommission während der gesamten Projektdauer aktiv war, und die Gelder für den Bau verwaltete, wie für die Parthenon-Kommission ebenfalls belegt ist.

Für die These, dass diese Übertragung der Bauverwaltungsaufgaben von der allgemeinen und ständigen Behörde hin zu speziellen Baukommissionen in dieser Zeit erfolgte, spricht auch eine Inschrift aus dem Heiligtum von Eleusis,⁶⁹ die die Behörden des Heiligtums anwies, die Arbeitsweise der Parthenon-Kommission zu übernehmen. Letztere war also wohl neu und wurde zum Paradeigma, zum Vorbild für die Organisation auch anderer Vorhaben. Im folgenden sei nun die Arbeitsweise solcher Baukommissionen zusammenfassend dargestellt.

Baukommissionen trugen unterschiedliche Amtsbezeichnungen.⁷⁰ Teils wurden sie einfach allgemein als Epistatai („Aufseher“)⁷¹ oder Epimeleten („Verwalter“)⁷² des jeweiligen Projekts bezeichnet, teils bezieht sich die Bezeichnung auf die Funktion (in Delphi, Lebadeia, Athen etwa Naopoiioi = „Tempelbauer“, analog gebildet zu den schon erwähnten Teichopoiioi = „Mauerbauer“). Vereinzelt trugen die Beamten auch direkt den Namen des zu errichtenden Baus wie die Thymelepoiioi in Epidaurus. Thymelé ist die dortige Bezeichnung für einen Rundbau⁷³ (allgemein: Tholos), wodurch schon im Namen klargestellt war, welchem Bau die Kommission vorstand.⁷⁴ Die Bestellung der Kommissionen erfolgt meist gemeinsam mit dem Baubeschluss durch die obersten Gremien der Städte und Heiligtümer. Ihnen als Bauherrn waren die Kommissionen rechenschaftspflichtig bzw. entsprechenden Unterausschüssen, beispielsweise den Athen und andernorts Logistai genannten Rechnungsprüfern⁷⁵). Meist enthielt der Baubeschluss zugleich die Festlegung der Anzahl der Mitglieder (meist fünf, gelegentlich auch nur drei⁷⁶), die direkt gewählt wurden.

Die Wahl der Kommissionsmitglieder erfolgte in Athen in der Volksversammlung auf Vorschlag, ähnlich wie die der Schiffbau-Kommissionen, und generell der kriegswichtigen Ämter.⁷⁷ Baukommissionsmitglieder wurden also nicht durch Losverfahren berufen wie etwa die erwähnten Poleten, die Beamten der einfachen Verwaltung generell⁷⁸ und die Mitglie-

⁶⁹SEG X 24, vgl. Svenson-Evers 1996, 243.

⁷⁰Dazu ausführlich Wittenburg 1978, 74.

⁷¹Epistatai in Athen: Erechtheion-Kommission (u. a. IG I² 372)

⁷²Letztere Bezeichnung ersetzt z. B. auf Delos in der Zeit nach 314 den vorher verwendeten Terminus Naopoiioi, s. Hellmann 2003, 44.

⁷³Burford 1969, 66f.

⁷⁴Die in Inschriften ebenfalls verwendete Bezeichnung Hieropoiioi bezieht sich in der Regel auf den Vorstand eines Heiligtums, dem die zentrale Kasse unterstand, z. B. für Rhamnous IG I³ 248. In solchen Fällen wurde das Bauprojekt offenbar von den Hieropoiioi neben ihren normalen Aufgaben zusätzlich verwaltet; Hieropoiioi kann aber auch „untere Kultbeamte“ bezeichnen.

⁷⁵Diese Prüfung wird für Baukommissionen explizit erwähnt im Zusammenhang von Demosthenes' Aufgaben bei der Restaurierung der Athener Stadtmauer nach der Schlacht bei Chaironea 338; cf. Aeschin. Ctes. 14. Sanktionen konnten mindestens im 4. Jahrhundert jedoch weder die Logistai selbst noch der Rat festsetzen, sondern nur bei den Gerichten beantragen. Die Initiative für eine Klage gegen die Verwendung der Gelder konnte auch von Personen ohne Amt ausgehen; cf. Arist. Ath. Pol. 46.2.

⁷⁶Fünf Mitglieder hatte etwa die Kommission für die Großen Propyläen, vgl. IG I² 366 und Wittenburg 1978, 29f. Die Zahl scheint später üblich geworden zu sein, denn auch die Kommission, die 264 oder kurz danach lediglich einen Grabbau für Zenon von Kition errichten sollte (vollständiger Volksbeschluss bei Diog. Laert. 7.10.10ff.) hatte fünf Mitglieder. Nur drei Mitglieder hatte hingegen die Erechtheion-Kommission; s. IG I² 372.

⁷⁷Aristot. Ath. Pol. 43.1; 46.1.

⁷⁸Aristot. Ath. Pol. 43.1.

der vieler anderer, auch bedeutender Ämter bis hin zu den neun Archonten (,Oberbeamte‘). Spezielle Beschränkungen sind kaum bekannt. Fachlich einschlägige Qualifikationen wurde, wie bei der Besetzung anderer Ämter auch, nicht zwingend verlangt.⁷⁹ Wahrscheinlich galten aber die jeweils üblichen Auswahlkriterien für Beamtenpositionen jeder Art. Gefordert wurde das Bürgerrecht⁸⁰, Schuldenfreiheit gegenüber dem Staat⁸¹ und ein Mindestalter. Letzteres geht indirekt auch aus dem Nike-Dekret hervor, wo die Kommissionsmitglieder Ratsmitglieder sein mussten, die wiederum mindestens 30 Jahre alt zu sein hatten. Dieselbe Altersgrenze galt etwa in Tanagra.⁸² Möglicherweise konnte unter bestimmten Bedingungen die Wahl nicht abgelehnt werden.⁸³

Die Amtsperiode blieb in den Beschlüssen meist ungenannt, weil sie den allgemeinen Regeln für die Ausübung von Ämtern entsprach. Ämter wurden als Jahresämter vergeben.⁸⁴ Vereinzelt war die Amtszeit auch kürzer, wie etwa die des Sekretärs einer Kommissionen in Epidauros mit nur sechs Monaten.⁸⁵ Die Amtsperiode war also stets wesentlich kürzer als die Bauzeit selbst mittelgroßer Projekte. Da Verlängerung bzw. Wiederwahl nur in Ausnahmefällen vorkam,⁸⁶ bestand für kein Mitglied die Möglichkeit, wie in archaischer Zeit ein Bauprojekt vollständig zu leiten oder zu kontrollieren. Honorierung ist in einigen Fällen bekannt. Sie liegt jeweils auf dem Niveau der Handwerkerlöhne, eher sogar darunter. Die Epistaten einer Kommission in Eleusis erhielten vier Obolen täglich,⁸⁷ der Architekt der Erechtheion-Kommission erhielt eine Drachme, der zweite Sekretär fünf Obolen.⁸⁸ Zum Vergleich: Der Handwerkerlohn betrug in dieser Zeit etwa eine Drachme pro Arbeitstag; zwei Obolen täglich betrug die Invaliden-Unterstützung in Athen im 4. Jahrhundert.⁸⁹ Aus der Bezahlung darf aber gleichwohl nicht auf ein geringes Prestige der Amtsinhaber geschlossen werden, denn sie orientierte sich einfach an der üblichen Honorierung öffentlicher Ämter. Mehr als eine Drachme pro Tag bekamen selbst die Inhaber höchster Positionen nicht,⁹⁰ weil das Honorar eher als eine Aufwandsentschädigung denn als ein Gehalt verstanden wurde.

Die interne Struktur der Kommissionen kennt nur zwei besondere Positionen: den Architekten und Grammateus (,Schreiber/Sekretär‘). Die Tatsache, dass nie ein Vorsitzender einer Kommission ausgewiesen wird, und zudem, dass die bekannten Kommissionen stets eine ungerade Zahl von Mitgliedern hatten, deutet daraufhin, dass bei unterschiedlichen Mei-

⁷⁹Kahrstedt 1969, 23; Burford 1969, 127f.

⁸⁰Vgl. Aristot. Ath. Pol. 55 für die Archonten.

⁸¹Das wurde ausdrücklich von den Richtern verlangt.

⁸²Müller-Wiener 1988.

⁸³In einem Zusatzantrag zu einem nicht erhaltenen Dekret aus Eleusis, dessen Datierung nicht ganz gesichert ist (um 450), wurde festgelegt, dass die Gewählten die Wahl nicht ablehnen konnten. Die Bestimmung kann aber nicht allgemein gegolten haben, denn sonst hätte der Zusatzantrag gar nicht erst gestellt werden müssen. Derselbe Zusatz legte fest, dass die Kommission den Sekretär aus dem Kreis der Mitglieder selbst bestimmen sollte. SEG X 24; s. dazu Wittenburg 1978, 43ff. sowie Kahrstedt 1969.

⁸⁴Das wird durch erhaltene Rechenschaftsberichte vielfach bestätigt. Belege etwa für den Bau der Propyläen auf der Athener Akropolis bei Wittenburg 1978, 29f.

⁸⁵Burford 1969.

⁸⁶Bekannt vor allem von den letzten Jahren der Parthenon-Kommission, und dort offenbar dadurch bedingt, dass der Bau nach zehn Jahren nahezu fertiggestellt war, die Kommission in den Folgejahren also nur noch wenig Arbeiten abzurechnen hatte; Belege bei Wittenburg 1978, 7.

⁸⁷SEG X 24, Z. 8f.

⁸⁸IG I² 374, Z. 110f. 258f.

⁸⁹Vgl. Lys. or. 24.

⁹⁰Aristot. Ath. Pol. 62.2.

nungen in den Kommissionen abgestimmt wurde, also niemand eine Leitungskompetenz hatte.

Der Kern der Aufgabenstellung war die sachgemäße Verwendung der bereitgestellten Gelder. Das zeigen bereits die älteren Rechenschaftsberichte. Sie nennen die Summe der übernommenen oder neu vereinnahmten Geldmittel, führen die Ausgaben auf (Leistung, Leistungsnehmer, Betrag), sowie die am Ende der Amtsperiode verbliebenen Mittel. Im einzelnen erwähnt wurden der Ankauf von Baumaterialien, die Abrechnung von Werkaufträgen oder die Bezahlung der Handwerker im Tageslohn, sowie die Schlichtung diesbezüglicher Streitfälle. Für letztere konnten gegebenenfalls auch Gerichte herangezogen werden. Mit diesen in den Inschriften greifbaren, eher verwaltungstechnischen Aufgaben und Kompetenzen dürfte die Bedeutung der Kommissionen jedoch noch nicht in jedem Falle angemessen bestimmt sein. Wäre die Arbeit etwa der Parthenon-Kommission auf die bloße Kassenverwaltung beschränkt gewesen, hätte sich wohl kaum jemand wie Perikles – der seinerzeit führende Politiker Athens – in eben diese Kommission hineinwählen lassen.⁹¹ Naheliegt, dass die Kommissionen bei großen Projekten ein regelrechtes ‚Projektmanagement‘ dargestellt haben, das erheblichen Einfluss auf die Ausgestaltung des Bauentwurfs hatte.

Über ihre Tätigkeit hatten die Kommissionen Rechenschaftsberichte abzufassen, die als Inschriften veröffentlicht wurden, also auf Stein und ohne Möglichkeit zur nachträglichen Korrektur bzw. Manipulation. Die Berichtsperioden waren teilweise auch kürzer als die Amtsperioden, wie aus Epidauros bekannt ist. Die dortigen Monatsberichte erklären sich durch den monatlichen Wechsel des Schriftführers (*katalogos*) der Kommission. Man muss in diesem Zusammenhang damit rechnen, dass auch an anderen Orten die Berichtsperioden kürzer waren, denn die inschriftlich erhaltenen Angaben können durch Dokumentationen auf Wachstafeln, die sich nicht erhalten haben, ergänzt worden sein. Solche Dokumente wurden in staatlichen Archiven aufbewahrt, wie in Athen im Metroon, dem Tempel der Göttermutter auf der Agora. Dafür sprechen jedenfalls Aufzeichnungen aus Epidauros, Delos und Delphi, wo Beträge bis zu einer halben Drachme einzeln aufgeführt wurden.⁹² Solche Angaben könnten in Athen auf den erwähnten Wachstafeln aufgeführt worden sein.

Der offensichtliche Zweck der berichtspflichtigen Kommissionen, die Verhinderung von Unterschlagungen, scheint nicht in jedem Falle durch die neuen Organisationsformen erreicht worden zu sein. Immerhin ein prominenter solcher Fall ist literarisch überliefert für eine Kommission, die man auch aus originalen Inschriften kennt. Für die Schaffung der Gold-Elfenbein-Statue der Athena im Parthenon durch Phidias gab es eine eigene Kommission, deren Mitglied Perikles war. Der Prozess gegen Phidias wegen Unterschlagung von Elfenbein ist schon in der Antike als politischer Angriff auf Perikles verstanden worden, jedoch lassen die fragmentarisierten Quellen keine Auskunft darüber zu, ob allein Phidias als Unternehmer, oder ob die Baukommission selbst auf Unterschlagung angeklagt worden ist.⁹³ Wahrscheinlich war nur Phidias formell angeklagt, indirekt jedoch (und vor allem) Perikles, denn Phidias gehörte zu Perikles‘ persönlichem Freundeskreis, und es darf als sicher gelten, dass sich Perikles für die Vergabe des Auftrags an Phidias eingesetzt hatte.

⁹¹ Strab. 9. 1. 12

⁹² Vgl. z. B. Hellmann 2003, Nr. 23, 25.

⁹³ Die Quellen und einige neuere Literatur dazu sind zusammengestellt bei Wittenburg 1978, 48–50.

2.2.10 Die Sygraphé als Arbeitsgrundlage der Baukommissionen

In dem oben erwähnten Nikedekret war vorgesehen, dass der Tempel nach dem Plan des Architekten Kallikrates erbaut werden sollte. Der in der Urkunde für diesen Bauplan verwendete griechische Begriff ist Sygraphé. Die umfangreichste Sygraphé, die erhalten ist, beschreibt den von Philon von Eleusis entwickelten Plan für die zwischen 347 und 329 errichtete Skeuothek, das Arsenal im Piräus-Hafen, in dem die Ausrüstung für ca. vierhundert Kriegsschiffe aufbewahrt wurde (Takelage, Ruder usw.).⁹⁴

Die Inschrift enthält eine Art Bauplan in Form eines Textes, der bis heute Grundlage für verschiedene Rekonstruktionsvorschläge für die Skeuothek gewesen ist. Jenseits der damit verbundenen Probleme stellt sich im hier diskutierten Kontext vor allem die Frage, warum dieser Text in die Volksversammlung eingebracht und dort auch beschlossen worden ist. Heute würde selbst bei Großprojekten kein Parlament über Blaupausen diskutieren. Die naheliegende Vorstellung, in der direkten Demokratie des athenischen Staates hätte sich die Volksversammlung bis ins Detail mit ihren Bauprojekten befasst, ist bei genauerer Betrachtung kaum tragfähig. Wenn die Volksversammlung sich wirklich mit dem Entwurf als solchem hätte auseinandersetzen wollen, hätte zumindest die Grundrissdisposition in dem Antrag vollständig angegeben sein müssen. Das ist aber nicht der Fall, denn trotz des beachtlichen Umfangs des Textes fehlen dort entwurfsbestimmende Angaben, wie etwa das Joch der beiden inneren Stützenstellungen⁹⁵.

Umgekehrt sind dort aber wiederum Angaben enthalten, die soweit ins Detail gehen, dass man sich nicht vorstellen kann, dass darüber eine Aussprache in diesem Rahmen hätte stattfinden sollen, wie beispielsweise die Abmessungen der Platten der obersten Schicht des Fundaments, oder die Anzahl der Fundamentplatten unter den Stützen. Beurteilen konnten solche konstruktiven Einzelheiten ohnehin allenfalls Baufachleute, sicherlich jedoch nicht die Mitglieder der Volksversammlung. Nach meinem Verständnis findet sich der Schlüssel für die Antwort auf die Frage, warum solche Projektbeschreibungen trotzdem der Versammlung vorgelegt wurden, in dem schon zitierten Baubeschluss für den Niketempel, bzw. genauer gesagt dem Zusatzantrag des Hestiaios: Er beantragte die Einsetzung einer Drei-Männer-Kommission für die Vergabe der Bauleistungen.⁹⁶ Für die Arbeit dieser Kommission, d. h. im Wesentlichen für die Formulierung und Vergabe der einzelnen Aufträge, war die Sygraphé die Arbeitsgrundlage, denn aus der Sygraphé konnte die Kommission die Leistungsbeschreibung der zu vergebenden Werkverträge wörtlich übernehmen. Tatsächlich ist die Sygraphé eine einfache Aneinanderreihung der Leistungsbeschreibung der zu vergebenden Werkverträge. Das zeigt unter anderem der Vergleich mit den Formulierungen der hier später noch zitierten Proston-Inschrift.⁹⁷ Die Sygraphé enthielt also *de facto* Angaben, aus denen die Mitglieder der Volksversammlung Anzahl und Umfang der Verträge abschätzen konnte. Es dürfte der Volksversammlung mithin in der Hauptsache um die

⁹⁴IG II² 1668. Eine vollständige Übersetzung der Inschrift bei Bundgaard 1957. Die inzwischen ergrabenen Teile des Arsenal sind publiziert bei Steinhauer 1996, der auch die ältere Literatur zur Rekonstruktion des Baus allein auf Basis der Inschrift angibt.

⁹⁵Angegeben sind lediglich die Abstände der Stützenstellungen von den Außenwänden und die Breite des mittleren Durchgangs.

⁹⁶Das heißt, diese Aufträge wurden nicht der ständigen Behörde zur Vergabe öffentlicher Aufträge, den Poleten, zugewiesen, die für die Durchführung der anderen Beschlüsse des Dekrets zuständig waren.

⁹⁷Zur Proston-Inschrift s. unten S. 184.

Kontrolle über die Vergabe öffentlicher Bauaufträge gegangen sein, die sich aus dem Bauentschluss ergaben, nicht aber um Entwurfsfragen.

Aus der Inschrift lassen sich darüber hinaus wichtige Schlussfolgerungen für das Bauwesen dieser Zeit in Athen ziehen. Erstens beweist sie, dass es weder Bauhütten noch Generalunternehmer in Athen gab, denn andernfalls wäre es überflüssig gewesen, eine eigene Kommission zur Vergabe von Werkverträgen einzurichten. Das belegen im übrigen auch die diversen, fragmentarisch bekannten Rechenschaftsberichte der Athener Baukommissionen, die die Vergabe und Abrechnung solcher Werkverträge dokumentieren. Die Errichtung Bauten wurde demnach stets aufgegliedert in eine Vielzahl von Werkverträgen, die an eine ähnlich große Zahl von kleineren Unternehmern vergeben wurden (siehe Abschnitt 2.7.2). Zweitens beweist die Inschrift, dass vor Baubeginn eine detaillierte Planung des zu errichtenden Gebäudes vorgelegen haben muss, denn nur auf dieser Basis konnte die Kommission die einzelnen Vertragsleistungen ausschreiben und als Werkverträge vergeben. Worüber die Inschrift hingegen nichts aussagt, ist die Art und Weise, wie griechische Architekten ihre Entwürfe entwickelten. Wie immer das geschah (dazu ausführlich im folgenden Abschnitt), die Inschrift zeigt nur, dass die planenden Architekten wegen des Ausschreibungsverfahrens ihre ausgearbeiteten Entwürfe in Textform präsentieren mussten, damit die Volksversammlung die Arbeiten genehmigen und zur Ausschreibung an Baukommissionen überweisen konnten.

2.3 Planung und Bauentwurf

Angesichts der immensen Bedeutung der griechischen Architektur für die europäische Baugeschichte ist nachvollziehbar, warum die Frage nach den griechischen Entwurfsverfahren von der Forschung schon sehr früh gestellt, und seither kontinuierlich diskutiert worden ist. Die Rekonstruktion des Entwurfs galt und gilt als der eigentliche Schlüssel zum Verständnis der geistigen Leistung, die den Bauten zugrunde liegt. Schon in der Antike selbst wurden die perikleischen Bauten auf der Athener Akropolis für mehr als bloßes Handwerk angesehen.⁹⁸ Gerade das Entwerfen als eine genuin geistige Tätigkeit spielte auch für die antike Bewertung der Arbeit der Architekten, und damit für ihren sozialen Status, eine wesentliche Rolle.⁹⁹

Die hohe Bewertung der planerischen Leistung ist allerdings für den heutigen Betrachter der antiken Ruinen keineswegs evident, und zwar paradoxerweise um so weniger, je mehr dieser Bauten er besucht: Wer etwa die Ruinen der acht dorischen Ringhallentempel von Agrigent auf Sizilien gesehen hat, dem dürfte sich, trotz der ohne weiteres erkennbaren Unterschiede in den Details, durchaus der Eindruck vermitteln, ‚immer dasselbe‘ gesehen zu haben, nämlich umlaufende Stufenbauten, Säulen ohne Basis mit scharf kannelierten Graten und Wulstkapitellen, Gebälke mit Triglyphenfriesen, Gesimse mit Nagelplatten usw. Angesichts der offensichtlich strikten Verbindlichkeit des Formenapparats und Ähnlichkeit der Grundrisse wird gar nicht erkennbar, worin die besondere planerische Leistung der Architekten gelegen haben soll. Selbst die Fachleute sprechen bezüglich der Architekturordnungen – der dorischen und ionischen Ordnung – vom sog. ‚Kanon‘, also von etwas, das sich

⁹⁸Plut. Per. 13. 1.

⁹⁹Vgl. dazu unten den Abschnitt 2.7.1 zum sozialen Status der Architekten.

aufgrund verbindlicher Regeln stets wiederholt.¹⁰⁰ Der unbefangene Betrachter dürfte auch kaum vom individuellen Gestaltungswillen der Architekten überzeugt werden, wenn er beispielsweise erfährt, dass ungefähr zweihundertfünfzig Jahre nach Beginn des griechischen Monumentalbaus in Stein jemand gewagt hat, eine Säule ionischer Ordnung mit einem Gebälk dorischer Ordnung zu kombinieren.¹⁰¹

Die Auflösung dieses vermeintlichen Widerspruchs besteht vor allem darin zu erkennen, dass die Architekturordnungen den Architekten Baumuster und Typenarsenale keineswegs so klar definiert vorgaben, dass deren Umsetzung eine Frage allein der Handwerks-technik war. Zwar gewährleistete der Kanon auf der einen Seite im Bereich Gestaltung der Bauglieder Formen, deren ästhetische Qualität bis heute unbestritten ist. Auf der anderen Seite schuf er aber zugleich Probleme, da die Ordnungen in bestimmtem Sinne nicht widerspruchsfrei waren. Griechische Architekten hatten sich mit spezifischen Systemzwängen auseinanderzusetzen, die sie als Kollektiv selbst geschaffen hatten. Folglich hatten sie sich mit Problemen zu beschäftigen, die es in den Architekturen anderer Epochen schlicht nicht gab. Es ist eines der Hauptanliegen dieses Beitrags, diese spezifischen Probleme der griechischen Architektur zu verdeutlichen. Oder etwas schlichter und allgemeiner gesagt: Es soll etwas von dem deutlich werden, worüber die Architekten überhaupt nachgedacht haben, obwohl sie scheinbar doch ‚immer dasselbe‘ gebaut haben.

Die wichtigste Quelle für die Analyse antiker Entwurfsverfahren sind die Bauten selbst. Schriftquellen dazu gab es zwar in der griechischen Antike nicht wenige, denn Architekten haben sowohl ihre Werke kommentiert sowie systematische Fragen in Texten behandelt. Allerdings sind alle diese Schriften verloren. Von ihrer Existenz wissen wir nur durch die Bücher des römischen Architekten Vitruv, und einige kursorische Hinweise in der Literatur.¹⁰² Die Entwürfe, die Vitruv selbst präsentiert, gehören stilgeschichtlich zum späten Hellenismus, erklären also gerade nicht, wie die herausragenden Bauten der archaischen und klassischen Zeit entworfen worden sind. Die inschriftlichen Quellen tragen nur sehr begrenzt zur Analyse der Entwurfsverfahren bei, da sie stets nur das Resultat des Entwurfsprozesses widerspiegeln (etwa in Form von Stücklisten oder Abrechnungen), nie aber die Methoden des Entwerfens selbst. Eine besondere Stellung in diesem Kontext haben hingegen die Bauzeichnungen, die sich in Form von Ritzzeichnungen auf einigen wenigen Baugliedern oder Wänden erhalten haben. Auf sie wird im letzten Abschnitt dieses Beitrags eingegangen.

Eine weiteres Methodenproblem der Rekonstruktion des Entwurfsvorgangs aus den Bauten selbst hängt mit den antiken Maßsystemen zusammen. Schon H. Riemann hatte die Forderung aufgestellt, dass ein vollständig rekonstruierter antiker Bauentwurf auch in antiken Maßeinheiten darstellbar sein müsse. Das Grundproblem dabei ist, dass die Griechen – die anders als die Römer nie zu einer staatlichen Einheit gefunden haben – unterschiedliche Maßeinheiten verwendeten, wie schon durch Herodot sicher bezeugt ist.¹⁰³ Die sog. metrologischen Reliefs wären prinzipiell eine authentische Quelle für die verschiedenen Längenmaße, haben aber aufgrund verschiedener Deutungsprobleme keine Klarheit erbracht.¹⁰⁴

¹⁰⁰Der Begriff ‚Kanon‘, obwohl dem Griechischen entnommen, ist er kein antiker Terminus zur Bezeichnung der Architekturordnungen. Das Wort meint im Bauwesen ursprünglich eine Messlatte oder ein Richtscheit, mit dem die Geradheit von Flächen geprüft wurde.

¹⁰¹Zuerst an einem Bankettsaal im Zeusheiligtum von Labraunda im antiken Karien, einem nicht traditionell griechischen Siedlungsgebiet. Labraunda liegt in der Nähe der heutigen Stadt Milas in der Südwesttürkei.

¹⁰²Einige Überlegungen zu den verlorenen Schriftquellen stehen in Abschnitt 2.8.3 dieses Beitrags.

¹⁰³Hdt. 1.60; 1.178; 2.149; 2.168.

¹⁰⁴Vgl. dazu Jones 2000.

Das mit Abstand umfangreichste, wenn auch ebenfalls nicht eindeutig interpretierbare Material für die Bestimmung der Längenmaße sind die Bauten.¹⁰⁵ Allgemein akzeptierte Fußmaße sind der attisch-ionische Fuß von ca. 29,6 cm, der dorisch-phaeidonische Fuß von ca. 32,6 cm, jeweils entsprechend 16 Daktyloi („Zoll“). Hinzukommt die samische Elle (= $1 \frac{1}{2}$ Fuß) mit 52,1–3 cm. Direkte Quellen zu den verwendeten Maßen gibt es nur wenige.

Häufig tritt nun aber der Fall auf, dass zwei metrisch gemessene Maße zwar in klarer Proportion zueinander stehen, jedoch nicht in antiken Maßeinheiten formulierbar sind: Die 16 Daktyloi eines Fußes lassen beispielsweise eine Teilung in fünf gleiche Teile nicht ohne Rest bzw. Brüche mit großen Nennern zu. Die Frage nach der verwendeten Maßeinheit hat zu einer Vielzahl von Publikationen und Vorschlägen geführt, die ausgesprochen wenig konsensfähige Ergebnisse gebracht haben. Es mag hier genügen darauf hinzuweisen, dass beispielsweise für den jüngeren Aphaiatempel auf Ägina bisher nicht weniger als sieben verschiedene Fußmaße vorgeschlagen worden sind.¹⁰⁶ Bekannte Forscher haben sich mittlerweile dezidiert kritisch zur metrologischen Debatte geäußert.¹⁰⁷ Im folgenden wird nicht weiter auf diese Diskussionen eingegangen werden, zumal es durchaus praktikable Möglichkeiten gab, mit dem Problem stark gebrochener Werte in sehr einfacher Weise umzugehen, wie im Schlussabschnitt dieses Beitrags gezeigt werden soll.

2.3.1 Die Architekturordnungen und ihre Verwendung

Das Bild der griechischen Architektur wird geprägt von der dorischen und der ionischen Ordnung. Gelegentlich ist zudem von der korinthischen Ordnung die Rede, jedoch ist der Begriff insofern irreführend, als es keine eigenständige korinthische Ordnung gegeben hat, sondern nur einen besonderen Kapitelltypus, der mit den sonstigen Elementen der ionischen Ordnung kombiniert wurde. Es gab zudem noch weitere Kapitelltypen, die – lokal und zeitlich eng begrenzt – ebenfalls für Stützenstellungen verwendet worden sind.¹⁰⁸

Eine ionische Ordnung ist auf Abb. 2.1 dargestellt. Den Fuß der Säule bildete die auf eine quadratischen Standplatte (Plinthe) gestellte Rundbasis, deren kanonische attische Form aus der Folge von Wulst – Kehle – Wulst gebildet wurde. In archaischer Zeit wurden in den ostgriechischen Siedlungsgebieten alternativ auch Basen samischen und ephesischen Typs verwendet, wobei letztere in der Spätklassik wieder aufgegriffen wurde.¹⁰⁹

Der Schaft der Säule hatte bei kanonischer Ausbildung 24 Kanneluren, die durch Stege von einander abgegrenzt wurden. Die beiden verbundenen Voluten des Kapitells ruhten auf einem ionischen Kyma („Eierstab“). Den oberen Abschluss des Kapitells bildete eine dünne Platte. Der Architrav, der die Säulen verband, war an der Front durch drei nach oben vorkragende Faszien (Leisten) gegliedert und wurde von einem schmalen Kyma bekrönt. Über

¹⁰⁵Die jüngste Arbeit, die systematisch aus den an Bauten gemessenen Maßen die antiken Fußmaße zu rekonstruieren versucht, ist Pakkanen 2013.

¹⁰⁶Bankel 1993, 119f. und Abb. 66.

¹⁰⁷Vgl. etwa Schwandner in: DAI Architekturreferat 1984, 24; oder auch Wesenberg 1995, 199ff.

¹⁰⁸Erwähnen muss man hier das äolische Kapitell, das in nur wenigen erhaltenen Exemplaren an der türkischen Westküste gefunden wurde, und dessen Laufzeit sich auf das 6. Jahrhundert beschränkt, sowie verschiedene Formen des Palmblattkapitells, die wohl auf ägyptische Vorbilder zurückgehen, und fast ausschließlich für Innenräume und an kleineren Bauten in hellenistischer Zeit verwendet wurden.

¹⁰⁹Der Rückgriff auf den ephesischen Basistyp geht wohl auf den Einfluss des Architekten Pytheos zurück, den die antike Überlieferung als Baumeister des Athenatempels von Priene und des Mausoleums von Halikarnass nennt. Das Mausoleum galt als eines der sieben Weltwunder der Antike. Die Quellen zu Pytheos sind zusammengestellt bei Svenson-Evers 1996, s. v. Pytheos.

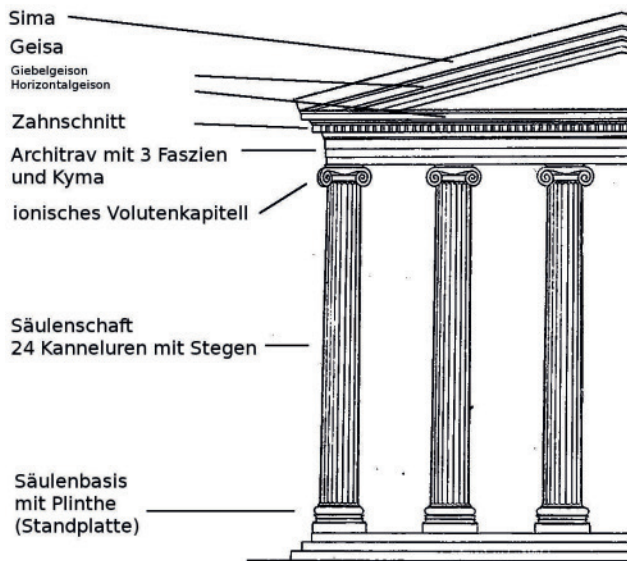


Abb. 2.1: Ionische Ordnung (Wiegand und Schrader 1904, Abb. 67, modifiziert).

dem Architrav folgte entweder direkt ein Zahnschnitt (wie auf der Abbildung), oder aber es wurde dazwischen ein Fries eingeschoben. Letzterer konnte reliefiert sein oder glatt belassen bleiben („Blankfries“). Darüber folgte das Geison, d. h. ein Traufgesims. Die Sima, die den Dachrand bildete, gehörte nicht mehr zu den spezifischen Baugliedern der Ordnung.

Alle Elemente der dorischen Ordnung (Abb. 2.2) unterschieden sich von denen der ionischen Ordnung. Eine Basis gab es in der dorischen Ordnung nicht, der Säulenschaft ruhte unmittelbar auf dem Stylobat. Die kanonischen zwanzig Kanneluren liefen in spitzen Graten direkt gegeneinander, also ohne trennenden Steg wie im Ionischen, und waren zudem deutlich weniger tief als dort. Dorische Säulenschäfte waren darüber hinaus stets weniger schlank als ionische Schäfte. Das dorische Kapitell bestand aus dem Hypothrachelion, d. h. dem oberen Auslauf der Kanneluren, der von Anuli (kleine Leisten) abgeschlossen wurde, darüber dem Echinus, ursprünglich einem Wulst, der in klassischer Zeit tendenziell auf einen Kegelstumpf reduziert wurde, und dem abschließenden Abakus, einer quadratischen Platte ohne Ornament. Die Formen des Gebälks wurden bestimmt durch den Triglyphenfries. Er bestand aus einer alternierenden Reihe von Triglyphen und Metopen, wobei bis in das 4. Jahrhundert jeweils zwei Triglyphen und zwei Metopen einem Joch entsprachen, später auch drei oder – vor allem bei Kleinarchitekturen – noch mehr. Die Form der Triglyphen war bestimmt durch die drei vertikalen Glyphen (Kerben), im Zentrum zwei und an den Ecken jeweils ein Halbglyph. Die Glyphen waren im Schnitt meist leicht stumpfwinklig, später auch rechtwinklig. Bekrönt wurden die Triglyphen, ebenso wie die Metopen, von einer einfachen Faszie (Leiste). Die Metopen waren meist einfache Platten, konnten aber auch mit Reliefs versehen werden. Der Architrav hatte ebenfalls eine durchgehende obere Leiste,

und dazu, nur im Bereich der Triglyphen, eine Regula, d. h. eine weitere, etwas niedrigere Leiste, an der sechs Guttæ (konische Tropfen) angeordnet waren. Das Geison, d. h. das umlaufende Gesims, war durch Mutuli (Nagelplatten) gegliedert, die ebenfalls den Rhythmus des Frieses wiederholten. Die Mutuli waren üblicherweise mit drei Reihen zu je sechs Guttæ verziert. Die vertieften Teile des Gesims zwischen den Mutuli werden als Viæ bezeichnet. Der Wechsel von Mutuli und Viæ erfolgte so, dass jedem Triglyphen ein Mutulus entsprach, jeder Metope ein Mutulus und zwei Viæ. Im Gegensatz zum Horizontalgeison war die Unterseite der Giebelgeisa nicht ornamentiert, sondern als einfache Traufnase ausgebildet. Die Stirn der Geisa war in der Regel mit einem schmalen Kyma bekrönt. Die Sima über dem Gesims war – wie im Ionischen – kein Teil der Ordnung.

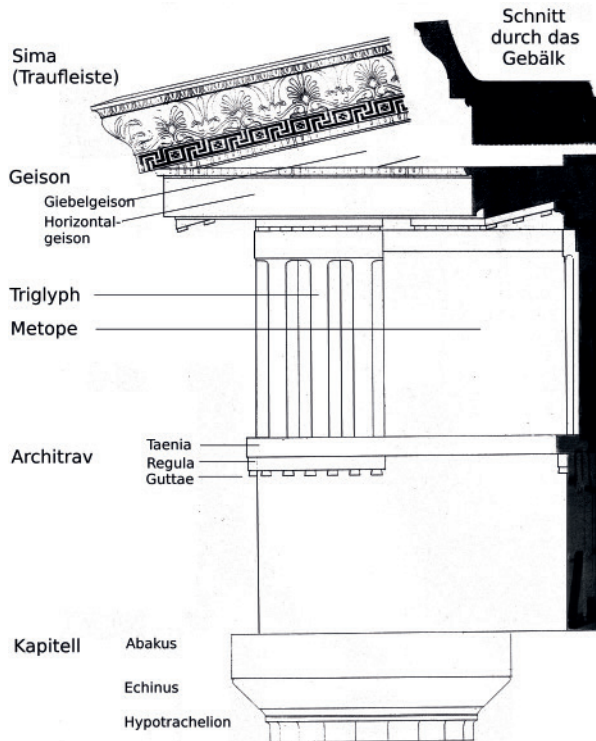


Abb. 2.2: Dorische Ordnung (Adler und Curtius 1892, Tf. 26, modifiziert).

Zu den Ordnungen gehörten neben den beschriebenen Formen der Bauglieder von Stützenstellungen auch bestimmte Formen der Ausbildung von freistehenden Mauerzungen. Sie wurden jeweils seitlich durch vorspringende Leisten verstärkt, im Ionischen mit gleicher Tiefe, im Dorischen asymmetrisch, wobei die schmalere Leiste der Außenseite der Mauerzunge zugeordnet war. Durch diese verstärkenden Leisten lief die Mauer in eine Art von Pfeiler aus, der als Ante bezeichnet wird. Bekrönt wurde die Ante in beiden Ordnungen wie eine Säule von einem je eigenen Kapitelltypus, der der rechteckigen Form des Antenpfeilers

entsprach. Im Sockelbereich von Wänden und als oberer Wandabschluss wurden oft profilierte Leisten verwendet, sog. Kymatien, wobei ionische und dorische allerdings relativ frei eingesetzt wurden, häufig kombiniert mit dem sog. lesbischen Kyma (einer Art Blattwelle).¹¹⁰

Der strukturelle Unterschied zwischen den beiden Ordnungen im Bereich der Stützstellungen besteht darin, dass im Dorischen die Gebälkformen durch ihre horizontale Gliederung einen Rhythmus haben, der auf die Säulenstellung Bezug nimmt. Daraus ergaben sich für den Bauentwurf spezifische Anforderungen und Probleme, die in der ionischen Ordnung mit ihrer ungegliederten, bandförmigen Ornamentik nicht auftraten (s. u.). Als System betrachtet, hat die dorische Ordnung daher eine höhere Komplexität, und war für entwerfenden Architekten entsprechend die anspruchsvollere Aufgabe. Umgekehrt war die Ausbildung der Formen der Bauteile im Ionischen differenzierter, und forderte entsprechend mehr Können auf Seiten der Steinmetzen und mehr Arbeitsaufwand.

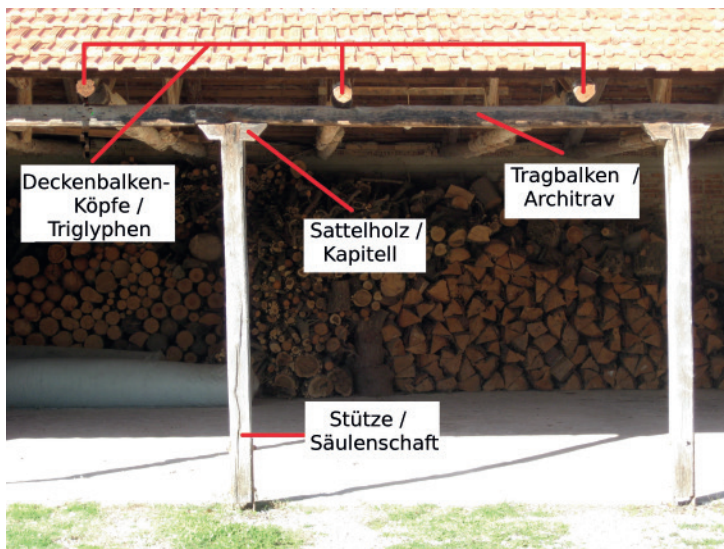


Abb. 2.3: Moderne Stützstellung aus Holz mit Angabe der entsprechenden Termini der antiken griechischen Architekturordnungen (W. Osthues).

Die Ausbildung der elementaren Formen beider Ordnungen lässt sich historisch nicht mehr nachvollziehen, denn sie sind auch an den ältesten der erhaltenen Resten von Steinbauten bereits gültig ausgebildet. Sicher ist nur, dass es sich nicht um Übernahmen aus älteren Kulturen des östlichen Mittelmeers handelt, mit denen die Griechen in Verbindung standen. Um die Ursprünge in der älteren griechischen Architektur, deren Bauteile aus Bruchstein, Lehm und Holz gefertigt waren, ist jedoch eine Kontroverse in der Forschung entstanden, die sich vor allem an der Frage entzündet hat, ob speziell die dorische Architektur die zuvor bereits ausgebildeten Formen der hölzernen Stützstellungen wiederholt (sog. Petrifizierung) oder nicht. Die grundsätzlich möglichen Entsprechungen lassen sich selbst an heutigen

¹¹⁰Die Formen sind zusammengestellt bei Shoe 1936 und Shoe 1952; zur Terminologie Wesenberg 1972.

Stützenstellungen aus Holz aufzeigen (Abb. 2.3). Die Befürworter dieser Annahme können sich auf antike Quellen berufen. So spricht Vitruv ausdrücklich von einer Nachahmung älterer Formen des Fachwerkbaus in der dorischen Steinarchitektur.¹¹¹ Pausanias überliefert, dass das Heraion im Heiligtum von Olympia (errichtet um 600) ursprünglich eine Ringhalle aus Holz gehabt habe. Eine der originalen Holzsäulen im Opisthodom (dem rückwärtigen Kultraum) hat er im 2. Jh. n. Chr. noch selbst gesehen.¹¹² Zudem kennt man solche Formenübernahmen aus der Holz- in die Steinarchitektur aus der (nicht griechischen) lykischen Grabarchitektur.¹¹³ Gegner der Annahme verweisen u. a. darauf, dass die dorischen Gebälkformen in der vorliegenden Form aus technischen Gründen kein Abbild einer älteren Holzarchitektur sein können. So ist es beispielsweise nicht möglich, dass die umlaufenden Triglyphen die Stirnseiten der Deckenbalken einer Holzarchitektur abbilden: Am dorischen Fries liegen die Triglyphen von Fronten und Flanken in einer Ebene, wohingegen bei einer Holzdecke die Längs- und Querbalken übereinander liegen müssen. Auch wird die konische Form der Guttæ angeführt, die keine Holznägel gewesen sein könnten, da ihre Basis nach unten weist, was bedeuten würde, dass sie bei Trocknen des Holzes herausfallen würden.¹¹⁴ Zudem sind alternative Erklärungen vor allem für die Herkunft der Form der Triglyphen vorgelegt worden.¹¹⁵ Den technischen Einwänden lässt sich allerdings begegnen, wenn man annimmt, dass es sich bei den dorischen Architekturformen um eine stilisierte Übernahme der älteren Holztechnik handelt, die technische Zwänge des Fachwerks nicht exakt widerspiegeln musste. In der Steinarchitektur waren alle der Holzarchitektur eventuell nachgebildeten Formen ohne konstruktive Funktion, konnten folglich beliebig angeordnet werden. Zu einer Entscheidung in der bis heute kontrovers geführten Debatte wird es vermutlich nur dann kommen, wenn ein Fund erhaltener Teile früharchaischer Holzgebälke eine neue Faktenbasis schaffen würde.

Was sich hingegen auf Basis einer Vielzahl empirischer Befunde beobachten lässt, ist die weitere Entwicklung der Ordnungen. Dazu zählt in erster Linie die schon angesprochene Beschränkung der Freiräume bei der Ausgestaltung der Formen in klassischer Zeit. Das ist allerdings nicht mit einer Standardisierung gleichzusetzen, denn trotz der strikten Ähnlichkeit der Bauteile ist es in Griechenland nie zu einer Serienfertigung von Bauteilen ohne Bezug auf ein konkretes Projekt gekommen.¹¹⁶ In die klassische Periode fällt jedoch zugleich die einzige fundamentale Innovation des Formenapparats der Ordnungen: das korinthische Kapitell. Erstmals nachweisbar ist es als Innenraumkapitell am etwa 430 begonnenen

¹¹¹Vitr. 4. 2. 2.

¹¹²Paus. 5. 16. 1. Die Holzsäulen sind erst nach und nach, in einem Jahrhunderte andauernden Zeitraum, durch Steinsäulen ersetzt worden. Diese ergänzten Steinsäulen hatten die Form der jeweiligen Epoche, in der der Austausch stattfand, so dass die Reste der heute noch erhaltenen Säulen eine Art ‚Museum‘ (G. Gruben) für den Stilwandel innerhalb der dorischen Säulenformen darstellen. Das Holzgebälk der Heraion ist niemals gegen Steinbalken ausgetauscht worden.

¹¹³Lykien liegt etwa im Zentrum der Südküste der heutigen Türkei.

¹¹⁴Siehe zur technischen Argumentation gegen die Übernahme aus der Holzarchitektur Kienast 2002, mit weiteren Literaturangaben.

¹¹⁵Kyrieleis 2008; Jones 2002.

¹¹⁶Standardisierung und deren Vorteile waren durchaus bekannt. Wichtigstes Beispiel dafür sind die Dachziegel aus Ton, für die es einheitliche Abmessungen gab. Zumindest bei repräsentativen Bauten sind die Ziegel jedoch meistens, die Traufziegel am Dachrand immer individuelle Entwürfe.

Apollontempel von Bassae.¹¹⁷ Da ausgesprochen aufwändig in der Herstellung, und daher zweifellos entsprechend teuer war, wurde es nur sehr selten an Ringhallen verbaut.¹¹⁸

In hellenistischer Zeit verloren die Ordnungen, in allerdings begrenztem Umfang, an Verbindlichkeit. Die Vermischung der Elemente beider Ordnungen innerhalb von Säulenstellungen tritt allerdings nie an Ringhallentempeln auf, die vielleicht durch ihre sakrale Bedeutung stärker als andere Gebäudetypen den kanonischen Ordnungen verpflichtet waren. Vereinfachungen von Formen sind jedoch auch dort zu beobachten.¹¹⁹ Die wichtigste fassbare Entwicklung innerhalb der Ordnungen betraf jedoch nicht die Grundform der Bauglieder, sondern ihre Proportionen. Die Formen der ältesten Säulenstellungen waren stets massiv, um nicht zu sagen, wuchtig ausgebildet,¹²⁰ was vielleicht mit der mangelnden Erfahrung hinsichtlich der Belastbarkeit des Steinmaterials zu Beginn des Monumentalbaus zusammenhängt. Umgekehrt findet man am Ende der Entwicklung, im Hellenismus, schlanke Säulen und leichte Gebälke, mit denen man sicherlich die tatsächliche Belastungsgrenze von Stütze-Gebälk-Systemen in Stein erreicht hatte. Beide geschilderten grundlegenden Tendenzen, die lange Zeit zunehmende Verbindlichkeit der Ordnungen und die immer gestreckteren Proportionen, gelten jedoch nicht absolut, so dass Datierungen nicht immer darauf gegründet werden können. Das illustriert das Beispiel des kleinen Tempels von Kardaki, der von einem der erfahrensten Forscher zunächst spätarchaisch datiert wurde, sich später jedoch als Werk eines hellenistischen Architekten erwiesen hat.¹²¹

Dass zwei so restringierende Architekturordnungen ihre dominierende Stellung fast ein halbes Jahrtausend lang behaupten konnten, erklärt sich paradoxerweise durch ihre Flexibilität: Ihre technische Struktur als Stütze-Gebälk-Systeme war für fast alle Bauaufgaben und Gebäudetypen der Griechen verwendbar. Da die Formen der Bauglieder, obwohl ursprünglich dem Bereich der Sakralarchitektur zugeordnet, keinen direkten Bezug zum Kultus hatten, konnte man gleichsam mit Selbstverständlichkeit auf sie zurückgreifen, als man begann, auch öffentliche Bauten monumental auszugestalten. Die Profanisierung der ‚Würdeformen‘ (W. Hoepfner) gestattete es den hellenistischen Monarchen und Einzelherrschern, sie an ihren Palästen (die es zuvor nicht gab) zu verwenden, und dadurch angeregt fanden die Ordnungen schließlich Eingang in die Sphäre der luxuriösen privaten Peristylhäuser. Selbst in die ‚Unterwelt‘ drangen die Ordnungen ein, denn ebenfalls aus hellenistischer Zeit finden sich vor allem in Makedonien in größerer Zahl unterirdische Grabanlagen, deren Fronten wie Tempelfronten gestaltet waren.¹²² Aufs Ganze gesehen definierten die Architekturordnungen ein Gebäude nicht als sakral, sondern als griechisch.

¹¹⁷Umfassende Darstellung des Tempels bei Cooper und Madigan 1992.

¹¹⁸So z. B. am Olympieion in Athen, am Zeustempel von Magnesia und in Diocaesarea; sowie am Mausoleum von Belevi; vgl. Bauer 1973.

¹¹⁹Etwa das Geison des Asklepiostempels im Heiligtum des Gottes in Messene; Sioumpara 2011.

¹²⁰Besonders eindrucksvolle Beispiele dafür sind im Mutterland die Frontsäulenstellung des älteren Tempels der Aphaia auf Ägina und im Westen der alte Apollontempel von Syrakus.

¹²¹Zu dem Tempel im Park von Montrepos auf Korfu vgl. W. B. Dinsmoor 1973. Dinsmoor selbst hatte zunächst die Frühdatierung vorgeschlagen.

¹²²Überblick bei Fedak 1990.

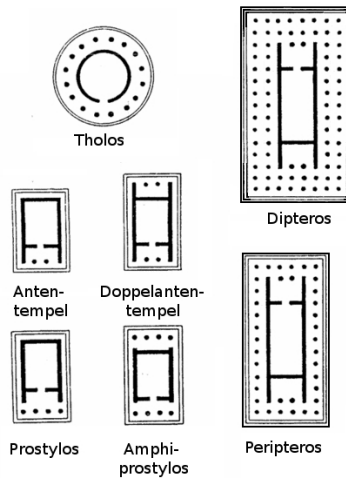


Abb. 2.4: Grundrissformen griechischer Tempeltypen (W. Osthues).

Das technische Potential der Ordnungen als Stütze-Gebälk-Systeme wird daran deutlich, dass alle in der Epoche neuen Gebäudetypen ohne fundamentale technische Neuerungen auskommen konnten. Die Ordnungen bildeten geradezu eine Art von Baukasten, in dem alles zu finden war, was man brauchte. Wenn man etwa die Propyläen, die große Toranlage am Eingang zur Athener Akropolis genau betrachtet, wird man dort praktisch kein einziges Bauteil finden, dass nicht auch – mit anderer Dimensionierung – am Parthenon vorkommt. Im selben Sinne ließe sich aus den Baugliedern eines Ringhallentempels eine Risalit-Stoa, eine Säulenhalle mit monumentalem Eingang, zusammensetzen. Eine Tholos, d. h. ein Rundtempel, unterscheidet sich im Querschnitt in keiner Weise von einem Peripteros.¹²³ Teilweise sind die Gebäudetypen direkte Kombinationen von Grundrissen unterschiedlicher Gebäudetypen. Ein Peripteros, seiner Ringhalle entkleidet, ergibt einen Anten- oder Doppelantentempel (Abb. 2.4). Eine Ringhalle, nach innen gewendet, ergibt ein Peristyl (einen Säulenhof), wie man ihn in kleinerer Form von den Säulenhöfen luxuriöser Privathäuser kennt und in größeren Dimensionen von den Agorai, den öffentlichen Platzanlagen im Zentrum von Städten. Was hier nur zur hypothetischen Veranschaulichung der universellen Verwendbarkeit der Bauglieder der Architekturordnungen angeführt worden ist, war in der Antike übrigens durchaus eine reale Option, denn bedingt durch den Verzicht auf Bindemittel wie Mörtel im griechischen Werksteinbau¹²⁴ konnten Bauten abgetragen und an anderer Stelle neu errichtet werden.¹²⁵ Häufig wurden Hallenbauten abgetragen und deren Bauglieder an anderen Gebäuden weiterverwendet.¹²⁶ Auch die Römer haben nach

¹²³Der wesentliche technische Unterschied ist der am Rundbau erforderliche, radiale Fugenschnitt der Krepisplatten, Wandquader und Gebälkteile.

¹²⁴Vgl. zur Bautechnik den entsprechenden Abschnitt 2.6.

¹²⁵In Fällen, wo Tempelbauten niedergelegt und wieder aufgebaut worden sind, spricht man von sog. Wandertempeln. Beispiele dafür bei Alcock 1993, 193.

¹²⁶Die sog. Echohalle im Heiligtum von Olympia, und das benachbarte Gymnasion bestehen beide fast vollständig aus sog. Spolien, also Baugliedern anderer Gebäude.

der vollständigen Eroberung Griechenlands wiederholt Säulenstellungen abgetragen und in ihrer Hauptstadt an öffentlichen Plätzen oder in Privathäusern wiederverwendet.¹²⁷

Die Beschränkung der griechischen Bautechnik auf Stütze-Gebälk-Systeme hat die Entwicklungsmöglichkeiten der griechischen Architektur allerdings gleichwohl auch beschränkt. Das gilt vor allem für die maximale lichte Breite von Räumen, die ohne Innenstützen kaum zwölf Meter überschritten hat. Man braucht in diesem Zusammenhang nur darauf zu verweisen, welche enormen neuen Möglichkeiten des Bauens den Römern der Einsatz von gemauerten oder gegossenen Gewölben erschlossen hat.¹²⁸ Interessanterweise ist die Grenze, die die Verwendung von Stütze-Gebälk-Systemen den griechischen Architekten gesetzt hat, keineswegs absolut in dem Sinne, dass Wölbtechniken den Griechen nicht bekannt gewesen wären. Keilsteintechnik für Bogen und Gewölbe sind nachweislich spätestens ab der Mitte des 4. Jahrhunderts in Griechenland beherrscht und angewandt worden. Nur sind sie fast nie im Bereich des repräsentativen Bauens verwendet worden,¹²⁹ sondern im Wesentlichen nur bei Nutzbauten wie Toranlagen und bei unterirdischen Grabanlagen. Der Grund, warum sich die griechischen Architekten die mit diesen Techniken verbundenen neuen Möglichkeiten nicht erschlossen haben, ist folglich kein Problem des konstruktiven Wissens, sondern liegt eher darin, dass die hergebrachten Bautradition als integraler Teil der griechischen Identität verstanden wurden.

2.3.2 Die Probleme des Grundrissentwurfs der Ringhallentempel

Die beiden Architekturordnungen bestanden im Kern aus zwei Komponenten: dem seit dem Neolithikum bekannten Konstruktionsprinzip von Stütze und Gebälk, und einem genuin griechischen Arsenal von Formen, die das Aussehen von Stütze und Gebälk bestimmten. Wie kompliziert, und teilweise fast verworren die Diskussion um die griechischen Entwurfsverfahren im Einzelnen auch immer sein mag, so hat sie doch eines zweifelsfrei gezeigt: Die griechischen Architekten haben aus diesen Architekturordnungen Systeme entwickelt, innerhalb derer die Dimensionierungen nahezu aller Bauglieder in Abhängigkeitsbeziehungen zu einander stehen. Die Entwurfsdiskussion versucht im Kern nichts anderes, als diese Abhängigkeitsbeziehungen an den Ergebnissen der Bauaufnahmen, also der modernen Vermessung der Bauten, nachzuvollziehen. Ein Entwurf oder eine bestimmte Methode des Entwerfens gilt dann als gesichert, wenn angegeben werden kann, wie der Architekt das System interpretiert hat, d. h. ausgehend von welchen primären Größen er die weiteren Größen durch welche Formen der Ableitung bestimmt hat, und wie er dabei mit bestimmten, innerhalb der Ordnungen gegebenen Systemzwängen umgegangen ist.

Die Diskussion um den griechischen Bauentwurf konzentriert sich sehr weitgehend auf den Typus des Ringhallentempels, und dort wiederum vor allem auf den dorischen Peripteros.¹³⁰ Das hängt damit zusammen, dass kein anderer Gebäudetypus in allen Epochen

¹²⁷Ein bekanntes Beispiel dafür sind Säulen vom Olympieion in Athen, die Sulla nach der Eroberung der Stadt abbauen und auf dem Kapitol wieder aufstellen ließ. Auch das bekannte Wrack von Mahdia transportierte Bauglieder, die nachweislich bereits verbaut worden waren.

¹²⁸Vgl. dazu ausführlicher den Abschnitt über Bautechnik im Beitrag zur römischen Architektur im vorliegenden Band.

¹²⁹Zu den wenigen Ausnahmen gehört der Torbogen, der den nordöstlichen Zugang zur Agora von Priene bildet.

¹³⁰Zu den ganz wenigen Arbeiten zum griechischen Bauentwurf, die einen anderen Gebäudetypus behandeln, siehe Riemann 1961 für den Antentempel und Koenigs 1979 für dorische Stoen. Zu Stoen allgemein auch Coulton 1976,

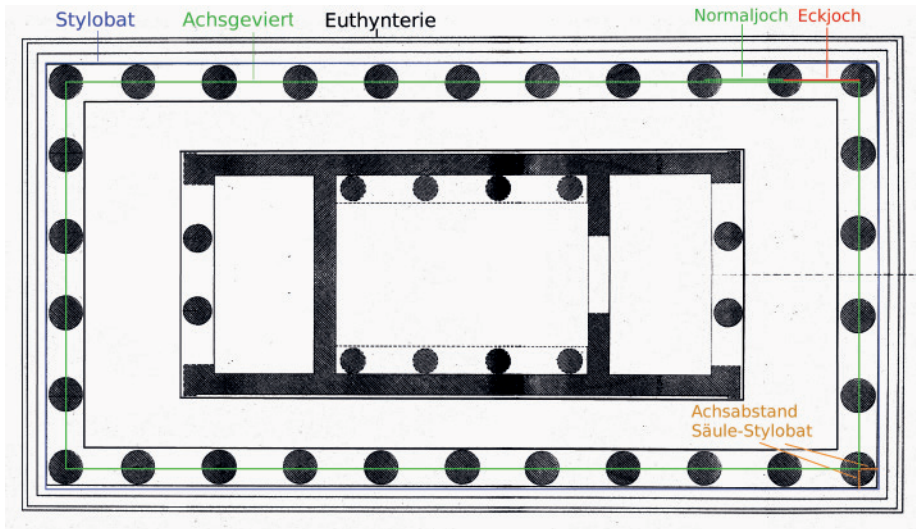


Abb. 2.5: Grundriss eines dorischen Peripteraltempels (Adler und Curtius 1892, Tf. 24, ergänzt und modifiziert).

gleichermaßen und in hinreichend großer Zahl gebaut worden ist, was Voraussetzung dafür ist, die Entwicklung der Entwurfsverfahren vergleichend analysieren zu können.

Die Grundrisse fast aller Peripteraltempel kann man als eine Kombination von Rechtecken beschreiben, die ineinander verschachtelt sind. Für die Ringhalle sind das die folgenden (Abb. 2.5): die Euthyterie als Oberkante des Fundaments, die Unterstufe und die mittlere Stufe,¹³¹ der Stylobat bzw. die Oberstufe, auf der die Säulen stehen, und das Achsgeviert als (gedachte) Verbindung der Mittelpunkte der Ecksäulen. Die genannten Rechtecke haben bei vielen archaischen und bei fast allen klassischen und späteren Peripteroi umlaufend absolut gleiche Abstände. So sind an Fronten und Flanken die Auftritte der Stufen gleich tief, die Säulen stehen jeweils gleich weit entfernt von der Stylobatkante usw. (siehe Abb. 2.5, dort angegeben für den Abstand Ecksäule-Stylobatkante).¹³² Diese identischen Abstände bedeuten nun aber, dass trotz des identischen Mittelpunkts die Proportionen der Rechtecke *nicht exakt* gleich sein können. Die Proportionen aller Rechtecke wären nur dann dieselben, wenn Länge und Breite jeweils um einen anteilig oder proportional gleichen, nicht aber um einen absolut gleichen Betrag vergrößert oder verkleinert worden wären. Die äußeren Rechtecke sind daher stets etwas gedrungener proportioniert als die inneren. Dieser Sachverhalt

wo auch Entwurfsfragen diskutiert sind. Einen Überblick über die ionischen Tempel mit Diskussion der Fragen zum Bauentwurf gibt Knell 1988.

¹³¹Vor allem in den westlichen Siedlungsgebieten der Griechen gab es auch Ringhallentempel mit vier oder mehr Stufen.

¹³²Es gibt Bauten, an denen das nicht der Fall ist. In der Regel ist das ein Hinweis darauf, dass der Architekt bei der Kombination der Rechtecke keine stark gebrochenen Proportionen oder Maße akzeptieren wollte, die sich zwangsläufig ergeben, wenn – wie üblich – die Rechtecke um einen absolut gleichen Betrag vergrößert oder verkleinert werden, wie oben im Text erläutert.

hatte erhebliche Konsequenzen für den Entwurf einer Ringhalle mit umlaufend einheitlicher Säulenstellung.

Es ist heute weitgehend unumstritten, dass der Ausgangspunkt der Entwürfe früher Ringhallentempel die Festlegung der Maße für Länge und Breite des Stufenbaus war, und zwar so, dass Länge und Breite in einem ganzzahligen proportionalen Verhältnis zu einander standen. Diese Vorgehensweise lag gewissermaßen in der Natur der Sache selbst. Der Architekt musste bei Baubeginn als erste konkrete Entwurfsentscheidung Länge und Breite des Stufenbaus angeben, damit die entsprechend bemessenen Fundamente gelegt werden konnten. Länge und Breite des Stufenbaus dabei in ein proportionales Verhältnis zu bringen, ergab sich aus dem Gebäudetypus. Jede umlaufende Säulenstellung hat eo ipso ein ganzzahliges proportionales Verhältnis von Fronten zu Flanken durch die jeweilige Anzahl der Säulen: Bei x Säulen an der Front und y Säulen an den Flanken folglich $x : y$. Damit die vorgesehene Zahl von Säulen an Fronten und Flanken später auf dem Stufenbau Platz finden konnten, lag es daher nahe, den Stufenbau entsprechend wie $x : y$ zu proportionieren. Also etwa: Stylobatlänge zu -breite wie $3 : 8$ für einen Peripteros mit $6 : 16$ Säulen ($3 : 8 \leftrightarrow 6 : 16$). Dass das Stylobatrechteck zum Ausgangspunkt des Entwurfs gemacht wurde und keines der anderen, oben genannten Rechtecke, lag einfach daran, dass frühe Peripteroi oft ohnehin nur zwei Stufen hatten. Der Grundgedanke einer solchen Vorgehensweise lässt sich demnach als Anwendung einer Formel beschreiben: ‚Stylobatproportion = Säulenverhältnis‘. Angewandt ist diese Formel unstreitig an einigen der frühesten Bauten, wie am Heraion von Olympia (um 600), am Apollontempel von Korinth (um 550/40), und etwas später noch am Athenatempel von Assos (um 530).¹³³ Das Ergebnis der Anwendung der Formel ‚Säulenverhältnis = Stylobatproportion‘ war allerdings keineswegs eine vollkommen regelmäßige Säulenstellung. Die Säulen an den Flanken mussten nämlich deutlich enger gestellt werden als an den Fronten. Wie erklärt sich nun diese sogenannte Jochdifferenzierung? Verhindert wurden bei dem angesprochenen Verfahren umlaufend einheitliche Säulenabstände zunächst dadurch, dass vom gewissermaßen vom falschen Rechteck ausgegangen wurde. Für einheitliche Säulenabstände hätte man nicht den Stylobat, sondern das Achsgeviert (siehe Abb. 2.5) zum Ausgangspunkt der Planung machen müssen. Zweitens hätte man die Seiten des Achsgevierts nicht durch die Anzahl der Säulen, sondern die Anzahl der Joche (Abstand von Mittelpunkt zu Mittelpunkt zweier benachbarter Säulen) teilen müssen. Im obigen Rechenbeispiel mit geplanten $6 * 15$ Säulen hätte man die Achsweiten also durch 5 bzw. 14 Joche teilen müssen. Erklärend dafür darf man wohl annehmen, dass die frühen Baumeister deshalb nicht mit Achsgevierten und Jochen – wie oben für den Entwurf einer regelmäßigen Säulenstellung gefordert – kalkuliert hatten, weil ein solches Vorgehen ein grundlegend anderes Verständnis von der Anlage der Ringhalle erfordert hätte. Achsgeviert und Joch sind abstrakte planerische Größen, reine Abstandsmaße, keine realen Objekte wie Säulen und Stylobatkanten. Das Kalkulieren mit Planungsgrößen statt realen Objekten ist eine Abstraktion, zu der die frühen Baumeister sicher noch nicht vorgedrungen waren.

¹³³Die Formel ‚Säulenverhältnis = Stylobatproportion‘ als älteste Form des Entwerfens von Ringhallen wird heute meist nach den Untersuchungen von Jim Coulton (1974b) als ‚early mainland rule‘ angesprochen. Sie war zuvor aber bereits von H. Riemann in seiner Dissertation von 1934 identifiziert worden. Coulton kannte die Arbeit von Riemann offensichtlich noch nicht, als er sein Buch über die griechischen Architekten veröffentlichte. – Der ‚altertümliche‘ Entwurf des Athenatempels von Assos wird meist damit erklärt, dass Assos in der Nähe der ionischen Siedlungsgebiete liegt (an der Westküste der heutigen Türkei), wo man in archaischer Zeit mit dorischer Architektur noch wenig Erfahrung hatte.

Man kann nun keineswegs unterstellen, dass die frühen Baumeister diese Jochdifferenzierung überhaupt als Fehler ihrer Entwürfe angesehen hätten. Das wurde allerdings in der Folgezeit offensichtlich so gesehen, denn bei jüngeren Bauten der archaischen Zeit ist die Jochdifferenzierung stets erkennbar reduziert, und bei den klassischen Ringhallentempeln vollkommen beseitigt. Als Entwurfsziel wird daher die Reduktion der Jochdifferenzierung von nahezu allen Forschern anerkannt. Über die Methoden, mit denen die Architekten geeigneterer Stylobatproportionen bestimmten, besteht jedoch keine Einigkeit. Die Diskussion zeigt vielmehr grundsätzliche Auffassungsunterschiede hinsichtlich der Art des antiken Entwerfens. Die oben angeführte Vorgehensweise für die Bestimmung des Stylobatverhältnisses („Stylobatproportion = Säulenverhältnis“) ist eine Formel, bei der die Stylobatlänge zu kurz gerät, so dass dort die Säulen gedrängter stehen als an der Front. Einige Forscher nehmen nun an, dass die Architekten das Prinzip, die Stylobatproportion aus dem Säulenverhältnis anhand einer Formel abzuleiten, niemals aufgegeben, sondern lediglich optimiert hätten. Das Ziel der Optimierung wäre also eine Variante der Formel, die längere Flanken ergibt, so dass auf den Langseiten genügend Raum ist, um die Säulen in annähernd gleichem Abstand aufzustellen wie an den Fronten. Konkret bedeutet das folgendes für das obige Rechenbeispiel mit $6 * 16$ Säulen: Die obige Formel ergibt $6 : 16$ bzw. $3 : 8$ bzw. $1 : 2,66$. Für ein einheitliches Joch wäre eine gestrecktere Proportion von etwa $1 : 2,88$ erforderlich gewesen.¹³⁴ Diese gestrecktere Proportion ließ sich annähernd durch eine einfache Modifikation der alten Formel ermitteln. Der Grundgedanke dabei war einfach folgender: Wenn bei der alten Formel die Langseite zu kurz geriet, die Säulen dort entsprechend zu dicht stehen würden, dann ließ man dort eine Säule weg, wodurch die verbleibenden Joche größer ausfielen, und damit den Frontjochen ähnlicher waren. Die alte Formel konnte so beibehalten werden, nur dass mit einer Säule mehr gerechnet wurde, als an den Langseiten errichtet wurden. Das bedeutet für das Beispiel mit $6 * 16$ Säulen eine Stylobatproportion wie $6 : 16(+1) = 6 : 17 = 1 : 2,83$. Damit lag man schon nahe am Sollwert von $1 : 2,88$ für eine Säulenstellung ohne Jochdifferenzierung. J. J. Coulton hat für einige westgriechische Bauten eben diese Vorgehensweise als Planungsregel rekonstruiert („Sicilian rule“¹³⁵). Wichtig ist, dass die neue Formel im Grundmuster der alten blieb. Sie zeigt kein tieferes Verständnis des Systems selbst an, sondern stellt eine einfache, erfahrungsbasierte Modifikation dar, die ihren Zweck voraussehbar erfüllt.¹³⁶

Nach Coulton wurde in nacharchaischer Zeit mit noch weiter optimierten Formeln entworfen. Ihm zufolge ging man dabei allerdings nicht mehr vom Säulenverhältnis, sondern vom Joch und Jochverhältnis aus, berechnete daraus aber wiederum formelhaft die adäquaten Stylobatmaße. Das Joch an den Anfang des Entwurfs zu stellen, hat einen ganz einfachen Grund. Wenn man ein einheitliches Jochmaß an Fronten und Flanken erreichen wollte anstelle der Jochdifferenzierung, dann war der einfachste Weg, diese einheitliche Normal-

¹³⁴Diese Proportion ergibt sich, wenn man mit $5 * 15$ Einheitsjochen rechnet, und zu dem sich ergebenden Achsgeviert einem Abstand Ecksäulen – Mittelpunkt zu Stylobatkante von drei Zehnteln des Jochs für beide Achsmaße hinzurechnet. Die hier angenommenen drei Zehntel sind ein realistischer Wert, der konkret vor allem von der Größe des unteren Säulendurchmessers abhängt.

¹³⁵Coulton 1974b, 71ff.

¹³⁶D. Mertens, der eine umfassende Monographie der westgriechischen Tempelbauten vorgelegt hat (1984), sind die Proportionen selbstverständlich nicht entgangen, doch hält er sie – aus Gründen, die zu erläutern hier den Rahmen sprengen würde – nicht wie Coulton für entwurfsleitend, und erkennt sie auch nicht als Ergebnis einer Regelanwendung an. Entsprechend erscheinen sie bei ihm auch anders, z. B. als $3 : 7$ statt $6 : 14$, so dass der Zusammenhang zur Säulenstellung mit $6 * 13$ Säulen weniger evident ist.

joch zu Anfang des Entwerfens endgültig festzulegen. Das bedeutete allerdings, dass die Maße für den passend bemessenen Stufenbau aus dem Joch abgeleitet werden mussten, also Fronten und Flanken nicht mehr, wie vorher üblich, die zuerst festzulegenden Größen des Entwurfs bleiben konnten. Konkret würde das folgendermaßen berechnet werden („later mainland rule“): Festlegung des Jochs für Fronten und Flanken auf ein gemeinsames Maß (das sog. Normaljoch); anschließend Berechnung der Stylobatmaße durch Multiplikation des Normaljochs mit der Anzahl der Joche für Fronten bzw. Flanken plus einen Faktor x . Also in obigem Rechenbeispiel: bei $6 * 16$ Säulen bzw. $5 * 15$ Jochen Stylobatmaße wie $5, x : 15, x$. Dabei ist x stets ein Bruchteil des Jochs. Coulton hat dafür verschiedene Werte vorgeschlagen, z. B. $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ oder auch $\frac{3}{10}$. Es sind darüber hinaus noch weitere Varianten vorgeschlagen worden, die formelhaft aus dem Säulenverhältnis abgeleitete Rechtecke zum Ausgangspunkt des Entwurfs machen, z. B. „Euthyterie-Proportion = Säulenverhältnis“.¹³⁷

Zu der formelhaften Ableitung der Stylobatproportionen bzw. -maße gehört bei Coulton noch ein zweiter grundlegender Aspekt des griechischen Entwerfens, der direkt mit dem Konzept der Formeln zusammenhängt: Wenn nämlich geeignete Abmessungen des Stufenbaus allein anhand einer Formel (und ggfs. des Jochmaßes) zuverlässig berechnet werden konnten, dann konnte auf Basis dieser wenigen Daten bereits mit der Errichtung des Stufenbaus begonnen werden, bevor noch weitere Teile des Baus durchgeplant worden wären. Coulton hat diese These vom „incomplete preliminary planning“, angeregt durch die Arbeit von Bundgaard (1957) über den attischen Architekten Mnesikles entwickelt. Belegt sieht er seine Interpretation vor allem durch an vielen Bauten zu beobachtende Unregelmäßigkeiten bzw. ad-hoc Lösungen, die bei vollständiger Ausführungsplanung vor Baubeginn erkannt, und durch entsprechende Planänderungen überflüssig gemacht worden wären. Coultons Auffassungen sind von vielen Forschern akzeptiert worden.

Eine vollkommen andere Sicht der Entwicklung ist vor allem unter deutschen Bauforschern vorherrschend. Die Grundpositionen dieser Sichtweise sind bereits 1934 von Hans Riemann in seiner Dissertation formuliert worden. Sie unterscheiden sich von den Auffassungen Coultons vor allem in zwei wesentlichen Annahmen. Erstens wird davon ausgegangen, dass bei Baubeginn zumindest in allen Hauptdimensionen individuell ausgearbeitete Bauentwürfe vorgelegen hätten. Zweitens wird der Übergang zur klassischen Epoche grundsätzlich anders interpretiert, denn die Architekten hätten aus den Erfahrungen mit den älteren Entwurfsverfahren radikale Konsequenzen gezogen: Statt weiter anhand von Formeln nach Stylobatproportionen und -maßen zu suchen, die im Ergebnis doch nie ein einheitliches Normaljoch zuließen, stellte man – wie auch Coulton annimmt – das Normaljoch an den Anfang des Entwurfs und berechnete daraus die entsprechenden Stylobatmaße. Auf diese Weise konnte, wie schon angegeben, das Normaljoch gar nicht verfehlt werden.¹³⁸ Der Preis dafür war allerdings, dass die nunmehr als abgeleitete Größe bestimmten Stylobatmaße kein einfach proportioniertes Rechteck mehr ergaben. Bei solchen Entwurfsanalysen werden die Stylobatmaße der Bauten mit Normaljoch daher nicht mehr, wie bei den archaischen Bauten, als Schlüssel zur Dechiffrierung des Entwurfs angesehen, sondern als „gleichgültig

¹³⁷Hephaisteion in Athen, Poseidontempel Sounion, Großer Apollontempel auf Delos, Metroon in Olympia. Es ist zweifelhaft, ob diese Proportion tatsächlich ein konstituierendes Element des jeweiligen Bauentwurfs gewesen ist, denn – abgesehen vom Tempel G in Selinus – gehören die betreffenden Bauten alle zu den klassischen Bauten mit Einheitsjoch, und dürften daher nach Ansicht der meisten Forscher vom Joch her konzipiert worden sein.

¹³⁸Für Riemann war das Normaljoch seinerseits eine abgeleitete Größe, die einem Drittel der Breite der Cella – d. h. der Kulträume innerhalb der Ringhalle – entsprach. Diese Annahme wird nur selten akzeptiert.

und abgeleitet“.¹³⁹ So hat beispielsweise H. Bankel (1993), der umfassend den Entwurf des jüngeren Aphaiatempels auf Ägina rekonstruiert und in antiken Maßeinheiten dargestellt hat, die geplanten Stylobatmaße 46 Fuß 14 Daktyloi zu 97 Fuß 9 Daktyloi rekonstruiert – Werte, die erkennbar niemals den Ausgangspunkt eines Entwurfsprozesses gebildet haben können. Relativ schnell und konsequent hat sich der Übergang zum auf dem Joch gegründeten Entwurf im Mutterland vollzogen. Nur in den westgriechischen Gebieten haben nach den Untersuchungen von D. Mertens die Architekten auch in klassischer Zeit noch gleichsam den Spagat versucht zwischen Normaljoch und klar proportioniertem Stylobat.¹⁴⁰

An sich hätte sich bei den vom einheitlichen Joch ausgehenden Entwürfen immer mindestens ein einfach proportioniertes Rechteck ergeben, zwar nicht beim Stylobat, wohl aber beim Achsgeviert, denn Länge und Breite des Achsgevierts sind in diesem Fall ja stets Vierfache des Jochs als gemeinsamem Grundmaß. Im obigen Rechenbeispiel der Ringhalle mit 6 * 16 Säulen würden sich 5 * 15 Joche ergeben, mithin ein Achsgeviert von 1 : 3 (= 5 : 15). Bei ionischen Ringhallen mit Normaljoch ist das auch der Fall. Da an dorischen Ringhallen die Eckjoche – aus Gründen, auf die noch zurückzukommen sein wird – meist um einen bestimmten Betrag verengt bzw. ‚kontrahiert‘ wurden, ging auch die Proportion des Achsgevierts bei dorischen Ringhallen wieder verloren. H. Riemann hat daher angenommen, dass die klassischen Bauten des Mutterlands stets in zwei Planphasen entworfen wurden: zunächst ohne Eckkontraktion, mit proportioniertem Achsgeviert, und anschließend umgearbeitet auf eine Version mit Eckkontraktion, und entsprechend ohne proportioniertes Achsgeviert. Es ist allerdings evident, dass man die von Riemann angenommene erste Planphase mit proportioniertem Achsgeviert an einem erhaltenen Bau niemals nachweisen kann, da sie nicht ausgeführt wurde.

Man kann den klassisch-mutterländischen, vom Joch ausgehenden Entwurf als Paradigmenwechsel gegenüber dem archaischen, vom Stylobat ausgehenden Entwurf verstehen. Während die ältere Form des Entwerfens vom Stufenbau, gewissermaßen vom Ganzen, ausgeht, wird im jüngeren Verfahren ein einzelnes Element, eben das Joch, zum Ausgangspunkt gemacht. Oder anders gesagt: der ältere Entwurf verläuft von außen nach innen, der jüngere umgekehrt von innen nach außen. Vor allem aber ist das jüngere Verfahren in dem oben schon angesprochenen Sinn eine Abstraktion, denn hier folgt der Entwurfsprozess nicht mehr dem Bauprozess – also gleichsam der Reihenfolge der Fragen, die die Handwerker im Verlauf des Bauprozesses an den Architekten stellten, zuerst nach den Fundamentmaßen, dann den Stufenmaßen, dann der Säulenposition usw. – sondern der Entwurfsprozess sieht den Bau als ein Gesamtsystem, das von seinem zentralen Element her konstruiert werden muss.

Ein noch weiter gehender Schritt in die prinzipiell gleiche Richtung ist der Entwurf auf Basis eines Moduls. Der Abstraktionsgrad ist bei dieser Form des Entwerfens noch höher, denn während beim Joch-Entwurf ein zentrales Strukturelement des Baus, die Kombina-

¹³⁹Gruben 1986, 41.

¹⁴⁰Möglichkeiten dazu gab es, doch führt die Unvereinbarkeit beider Entwurfsziele im Ergebnis dazu, dass sich immer Zonen am Bau identifizieren lassen, in denen sich die notwendigen Anpassungen gleichsam zusammendrängen – wo also sozusagen der Preis für den Kompromiss entrichtet wird. Ein Ansatzpunkt in diesem Sinne war, die kontrahierten Eckjoche als eine Art Regulativ zu nutzen: Wenn sich aus dem Rechteck des Stylobats bereits ein annähernd einheitliches Joch ergibt, kann man die restliche Angleichung für das einheitliche Normaljoch dadurch erreichen, dass man das Maß des Frontjochs für das Flankenjoch (oder umgekehrt) einfach übernimmt. Dabei werden die Eckjoche der modifizierten Säulenreihe zwangsläufig gestaucht oder gedehnt. Sie bilden bei solchen Entwürfen dann eine Restgröße, die sich aus der Dehnung der Normaljoche auf ein einheitliches Maß ergibt. Die Eckjoche sind dadurch, im Gegensatz zum Normaljoch, an Fronten und Flanken ungleich.

tion zweier Säulen in einem fixierten Abstand, zum Ausgangspunkt der weiteren Planung gemacht wird, ist beim modularen Entwurf der Ausgangspunkt kein Architekturelement, sondern das Maß selber, eben der Modulus, der Ausgangspunkt. Er dient als universelle Einheit, mit der alle realen Bauglieder durch Teilung oder Multiplikation dimensioniert werden. Prägnante Beispiele für Grundrisse, die auf einem streng modular aufgebauten System basieren, sind Grundrisse, die ein dem Modul entsprechendes Raster zeigen. Zu ihnen gehört der spätklassische Athenatempel von Priene, und der hellenistische Artemistempel von Magnesia am Mäander. Beide sind ionischer Ordnung. Die Namen ihrer Architekten sind bekannt. Der Athenatempel ist ein Werk von Pytheos, der Artemistempel von Hermogenes. Von beiden Architekten ist zudem bekannt, dass sie Schriften publiziert haben.

Das modulare Entwurfsverfahren ist eines von zwei Entwurfsverfahren, die man auch jenseits der Bauten selbst belegen kann, denn es wird von Vitruv für seinen dorischen Tempelentwurf verwendet. Rein römisch ist das Konzept sicher nicht, denn Vitruv nennt neben dem römischen *modulus* auch den entsprechenden griechischen Terminus *Embater*,¹⁴¹ der schon bei Philon von Byzanz im Zusammenhang mit dem Geschützbau belegt ist.¹⁴² Vitruv gewinnt den Modulus durch ganzzahlige Teilung der Front- bzw. Stylobatbreite. Sein dorischer Tempel ist jedoch, nachdem Vitruv seine Bücher veröffentlicht hatte, nirgendwo nachweisbar gebaut worden, so dass in der Forschung sich die Frage stellt, ob ältere Bauten auf Basis des Modulus entworfen worden sind. Während viele Forscher darin eine jüngere Methode erkennen wollten, die allenfalls in hellenistischer Zeit von Bedeutung sei, hat A. Mallwitz schon den Zeustempel von Olympia als Produkt eines modularen Entwurfschemas interpretiert.¹⁴³ M. W. Jones (2001) hat versucht, den modularen Entwurf als ein in klassischer Zeit allgemein verwendetes Konzept nachzuweisen. Einen besonders kleinen Modulus von nur 10,53 cm, der auch nicht – wie meist angenommen wird – der Größe eines bestimmten Bauteils entspricht, hat J. Pakkanen am Zeustempel in Stratos aufzuzeigen versucht.¹⁴⁴ Die Diskussion über die Moduli dieser Größenordnung überschneidet sich allerdings mit der alten Forderung nach Darstellung aller metrisch gemessenen Größen eines Baus in einem einzigen antiken Fußmaß. Kann man ein solches Fußmaß identifizieren, also alle Maße in einfachen Brüchen und Vielfachen des Fußmaßes darstellen, dann ist der Fuß identisch mit dem Modulus. So gesehen, wären dann alle Bauten, bei denen sich ein Fußmaß nachweisen läßt, modular entworfen worden.

2.3.3 Die Integration von Grund- und Aufriss

Die Einführung des Normaljochs gab den Grundrissen eine einheitliche Struktur insofern, als die Säulenabstände an Fronten und Flanken nicht mehr differierten. In der ionischen Architektur war die Entwicklung der Ordnung zu einem strukturierten System der Elemente damit im Grundsatz abgeschlossen. Man ersieht das an den schon erwähnten ionischen Grundrissen, die ein vollständig und einheitlich strukturiertes Raster bilden. Für die dorische Architektur war das anders, wovon hier noch die Rede sein wird.

Grundsätzlich gab es für beide Ordnungen keinen Grund, den einmal beschrittenen Weg der Systematisierung auf die Grundrissebene zu beschränken, und in der Tat hatte man

¹⁴¹Vitr. 1.2.4; 4.3.3.

¹⁴²Zu Philon von Byzanz ausführlicher im Abschnitt 2.8.2 über Architekturtexte am Ende dieses Beitrags.

¹⁴³Mallwitz 1972, 230–33 mit Abb. 187.

¹⁴⁴Pakkanen 2013, 86–91.

schon weit vor der Einführung des Normaljochs damit begonnen, die Entwürfe von Grund- und Aufriss zu integrieren. Das Mittel dazu war die Dimensionierung der Bauglieder. Ein zweifellos sehr altes Instrument, mit dem sich eine strukturierte Dimensionierung der Maße von Grund- und Aufriss – also die Verzahnung beider Planungsebenen – bewerkstelligen ließ, war die Verwendung von Proportionen. Sie lassen sich häufig an der Gesamtstruktur oder an zentralen Elementen der Strukturen nachweisen, etwa indem die Breite einer Säulenstellung in einfachem proportionalen Verhältnis zur Höhe der Säulenstellung steht. Für solche Beziehungen gibt es viele Varianten. Eine der häufiger zu findenden ist das Verhältnis von Joch zu Säulenhöhe, nicht selten $4 : 9$ (bzw. $2^2 : 3^2$). Auch bei der Säule selbst wird nicht selten der untere Durchmesser (gewissermaßen der Grundriss der Säule) im Verhältnis zur Höhe angegeben, wie auch von Vitruv. In jedem Fall wurden auf diese Weise Grund- und Aufriss durch die Verwendung gemeinsamer Grundmaße miteinander verbunden.

Proportionen waren zudem ein praktikables Instrument, um Entwurfsideen darzustellen und unter Fachleuten zu kommunizieren. Die Säulenstellungen vieler Bauten unterschieden sich ohnehin im Wesentlichen durch ihre Proportionen, und nur in sehr viel geringerem Maße durch Details bei der jeweiligen Ausbildung der Formen, die durch die Architekturordnungen zunehmend strikter vorgegeben waren. Folglich dürften Architekten eine recht genaue Vorstellung davon gehabt haben, welche Proportionen an den Bauten ihrer Zeit und welche an den älteren gewählt worden waren. Da sie die Bauten ständig vor Augen hatten, konnten sie sich sehr leicht ein Bild davon machen, welche Auswirkungen etwa die Änderung des Verhältnisses zwischen Säulenhöhe und Gebälkhöhe auf das Erscheinungsbild einer Fassade haben würde. Aus den gleichen Gründen verwendet heute noch die Bauforschung sehr häufig Proportionen als Instrument für den Vergleich von Bauentwürfen oder zur Identifikation von Bautraditionen, und nicht zuletzt als Mittel für die Datierung, da die Proportionierungen sich meist den Epochen zuordnen lassen. Man darf schließlich auch ziemlich sicher sein, dass die Proportionierung der einzelnen Bauglieder einen wesentlichen Teil der verlorenen Schriften griechischer Architekten ausgemacht haben, denn Vitruv bezeichnet viele von ihnen pauschal als Schriften über ‚ionische/dorische Symmetrien‘. Symmetrien im antiken Sinne des Wortes sind nichts anderes als Proportionen.¹⁴⁵

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass diese die Gesamtmaße bestimmenden Proportionen verkettet werden konnten mit den Dimensionierungen weiterer Bauglieder. So konnte die aus dem Joch abgeleitete Gesamthöhe des Gebälks durch weitere proportionale Festlegungen auch zur Binnengliederung des Gebälks herangezogen werden (Verhältnis der Höhen von Architrav, Fries und Geison). Nach dem Muster solcher Proportionsketten ist Vitruvs ionischer Tempelentwurf strukturiert.¹⁴⁶ Die Verwendung von Proportionsketten führt bereits bei wenigen Schritten häufig zu Brüchen mit sehr großen Nennern. Einige Autoren haben daraus gefolgert, dass griechische Architekten fortgeschrittene Kenntnisse der Bruchrechnung gehabt haben müssten. Im letzten Kapitel dieses Beitrags wird darauf näher eingegangen. Dort findet sich auch eine Beispielrechnung.

¹⁴⁵ Weiteres über die Architekturschriften in den Abschnitten 2.8.2–2.8.6 dieses Beitrags.

¹⁴⁶ Vitruv benennt – nebenbei bemerkt – diese Proportionsketten nicht ausdrücklich, sondern fordert bei seinen allgemeinen Aussagen stets das modulare Entwerfen. Dieser Forderung entspricht er allerdings nicht bei seinem ionischen, sondern nur bei seinem dorischen Tempelentwurf. Er hat demnach offenbar nicht bemerkt, dass die sich aus den Proportionsketten ergebenden Werte für den ionischen Tempel fast nie kompatibel sind mit dem von ihm benannten Modul. Diese fundamentale Inkonsistenz zwischen seinen theoretischen Forderungen und einem seiner zwei Musterentwürfe zeigt deutlicher als vieles andere, wie begrenzt Vitruvs Verständnis der Strukturen der griechischen Architekturordnungen war.

Eine andere Form, Grund- und Aufrissentwurf miteinander zu verzahnen, war der schon angesprochene modulare Entwurf. Bei dieser Vorgehensweise ist die Integration von Grund- und Aufriss keine eigenständige Entwurfsentscheidung, sondern bereits in der Entwurfsmethodik verankert, denn wenn alle Entwurfsgrößen durch Teile oder Vielfache des Modulus dimensioniert werden, dann sind die Grund- und Aufrissmaße per se proportional mit einander verbunden. Man kann hier also nicht nur über den Grundriss, sondern auch über den Aufriss ein Raster legen, das aus dem Modul gebildet ist.

In der dorischen Architektur waren die Beziehungen zwischen Grund- und Aufriss wesentlich komplexer, denn dort gab es, anders als in der ionischen Architektur, strukturelle Bezüge zwischen Grund- und Aufriss jenseits der reinen Dimensionierung der Bauglieder. Diese Bezüge ergaben sich daraus, dass in der dorischen Ordnung zwei Gruppen von Baugliedern existierten, die diskrete Einheiten darstellten: die Säulenstellung mit ihrem Wechsel von Säule und Säulenzwischenraum (Interkolumnium), die den Grundriss bestimmt, und den Triglyphenfries des Gebälks mit seinem Wechsel von Triglyphen und Metopen, der zum Aufriss gehört. Bezüge zwischen diesen beiden Gliederungen waren schon weit vor der Einführung des Normaljochs etabliert worden. In der kanonischen Form des sog. Zwei-Triglyphen-Systems war der Triglyphenfries des Gebälks mit der Säulenstellung durch einen gemeinsamen Rhythmus synchronisiert, indem jeder Säule und jedem Interkolumnium jeweils ein Triglyph zugeordnet ist, also immer ein Triglyph über jeder Säule und ein weiterer zwischen den Säulen.

Auch wenn diese Zuordnung von Säulen und Triglyphen dem modernen Betrachter selbstverständlich erscheint, so war sie es doch nicht: Die Abstimmung der Position beider Elemente war ein eigener, bewusst vorgenommener Schritt, der weder von der dorischen Ordnung als ein System, noch historisch aus der älteren Holzarchitektur hervorging. Das veranschaulicht bereits das oben gezeigte Bild einer modernen Stützenstellung aus Holz (Abb. 2.3), denn dort ist die Lage der Deckenbalken keineswegs auf die Position der Stützen abgestimmt. In der Antike war es zunächst auch nicht anders, denn die Triglyphen waren anfangs tatsächlich relativ willkürlich, ohne Bezug auf die Säulenstellung auf dem Gebälk verteilt. Das zeigt noch der älteste der großen sizilischen Tempelbauten, der Apollontempel von Syrakus (1. V. des 6. Jhs.). Dort gab es nicht zwei Triglyphen pro Joch, sondern weniger, so dass eine Zuordnung nicht möglich war. Die Etablierung des kanonischen Zwei-Triglyphen-Systems ging im Übrigen schon früh einher mit einer Regel für die einheitliche Proportionierung der Frieselemente: An vielen Bauten beträgt die Breite der Triglyphen zwei Zehntel des Jochs, die Breite der Metopen drei Zehntel, so dass sich Triglyphen- zur Metopenbreite wie 2 : 3 zueinander verhalten, bzw. das Joch zur Triglyphenbreite wie 5 : 1.¹⁴⁷

Hier zeigt sich nun aber die Eigendynamik der gewissermaßen nur erst begonnenen Systematisierung: Solange die Joche an den Fronten breiter waren als an den Flanken, mussten auch die Triglyphen bzw. Metopen an Fronten und Flanken unterschiedlich breit ausfallen. Genauer gesagt, entweder waren die Triglyphen breiter, oder die Metopen, und dann war die 2 : 3 Proportion nicht realisierbar. Oder aber die Proportion wurde bewahrt, dann waren weder die Triglyphen- noch die Metopenbreiten einheitlich. Das war auch deutlich sichtbar, weil hier ein weiterer Zusammenhang wirkt: Architrav und Fries mussten aus konstruktiven Gründen gleich hoch sein, wie umlaufende Quaderschichten. Das Verhältnis von Höhe zu Breite der Triglyphen bzw. der Metopen musste daher unterschiedlich ausfallen: Bei umlau-

¹⁴⁷Vgl. dazu Osthues 2005, Tabelle im Anhang.

fend gleicher Frieshöhe waren über den kürzeren Jochen Triglyphen und Metopen jeweils schlanker als über den längeren Jochen. Diese Differenzen reproduzierten sich schließlich in den vom Fries abhängigen Gliederungen: Analog zu den unterschiedlichen Breiten von Triglyphen und Metopen an Fronten und Flanken mussten auch am Geison die Mutuli und Viae unterschiedlich bemessen werden, und ebenso die von der Triglyphenbreite abhängigen Regulae, und selbst die Zwischenräume zwischen den Tropfen der Regulae mussten unterschiedlich bemessen werden. Macht man sich alle diese Maß- und Proportionsunterschiede im Gebälk bewusst, die sich aus der Verschiedenheit der Joche an Fronten und Flanken ergaben, wird nachvollziehbar, woher der Impetus kam, nach Entwurfsverfahren zu suchen, die ein einheitliches Joch an allen Seiten ermöglichten. Die Systematisierung der Grundrisse im Sinne des Normaljochs war vermutlich sogar angestoßen durch die vielen Maß- und Proportionsunterschiede im Gebälk bzw. im Aufriss. In der ionischen Ordnung gab es keine vergleichbaren Abhängigkeiten zwischen Joch und Gebälkgliederung, weil ionische Gebälke nur kontinuierliche, nicht rhythmisierte Ornamentformen hatten (Faszien und Kymatien), die wie ein elastisches Band auf beliebige Jochmaße hin gedehnt oder gestaucht werden konnten.

Das Eckproblem

Die Integration von Grund- und Aufriss war zwar ein fundamentaler Schritt auf dem Weg, die alte Stütze-Gebälk-Konstruktionsweise zu einem streng strukturierten System fortzuentwickeln, in dem Bauteile gleichen Typs auch einheitlich dimensioniert werden konnten. Die Entwicklung der dorischen Ordnung zu einem in diesem Sinne vollständig kohärenten System kollidierte jedoch an einem bestimmten Punkt mit den alten Regeln der Ordnung und den konstruktiven Anforderungen der Steinbauweise, nämlich an der Ecke. Dort traf der Anspruch auf vollständige Strukturierung auf eine nicht zu überwindende Grenze. Die alte Ordnung aus einer Zeit, der Systemdenken in der Architektur zweifellos noch fremd war, ließ sich nicht ohne Rest in ein vollkommen widerspruchsfreies System transformieren.

Der Eckkonflikt war ein Symmetrieproblem in dem Sinne, dass das Eckjoch und das Normaljoch niemals völlig identisch sein konnten. Entweder für das Joch, oder für die Triglyphen- oder die Metopenbreite konnte das jeweilige Normalmaß nicht übernommen werden.¹⁴⁸ Der Konflikt entstand durch die Unvereinbarkeit zweier Prinzipien, nämlich erstens dem Grundsatz, dass die Architrave stets breiter waren als die Triglyphen, und zweitens dem in der griechischen Architektur stets beachteten Grundsatz, dass ein dorischer Fries immer mit einem Triglyphen beginnen und enden sollte. Die Breite der Architrave war konstruktiv bestimmt, da sie das übrige Gebälk und große Teile der Dachlast tragen mussten. In der Regel hatten die Architrave eine Breite von etwa vier Zehnteln des Jochs, das sie überdecken. Die Breite der Triglyphen war hingegen rein formal festgelegt. Sie entsprach fast immer etwa zwei Zehnteln des Jochs, was sich wiederum aus der oben angesprochenen 2 : 3 Proportion von Triglyphen- zu Metopenbreite ergibt.¹⁴⁹ Diese Differenz führte nun dazu, dass der Triglyph an der Ecke des Gebälks nicht – wie der Architrav unter ihm und die übrigen Triglyphen über den Säulen – in der Achse der Säule

¹⁴⁸Zum folgenden ausführlich Osthues 2005, mit umfangreichen Angaben zur einschlägigen Literatur.

¹⁴⁹Bei Triglyphen- zu Metopenbreite wie 2 : 3 und jeweils 2 Triglyphen und 2 Metopen pro Joch ergeben sich insgesamt 6 Zehntel des Jochs für die beiden Metopen und 4 Zehntel für die beiden Triglyphen, also 2 Zehntel des Jochs für jeden Triglyphen.

bzw. des Architravs platziert werden konnte, sondern nach außen versetzt werden musste (siehe Abb. 2.6). Der Konflikt ist ein klassisches Dilemma: Hätte man den Triglyphen über der Ecksäule in die Achse der Säule verschoben, hätte außen an den Triglyphen noch das Fragment einer Metope angefügt werden müssen, damit Fries und Architrav gleich lang gewesen wären. Ein solches Metopenfragment wurde jedoch niemals toleriert. Platzierte man den Triglyphen jedoch an der Ecke, ergab sich, wie auf der Abbildung dargestellt, ein Achsversatz zwischen Triglyphen- und Säulenachse.

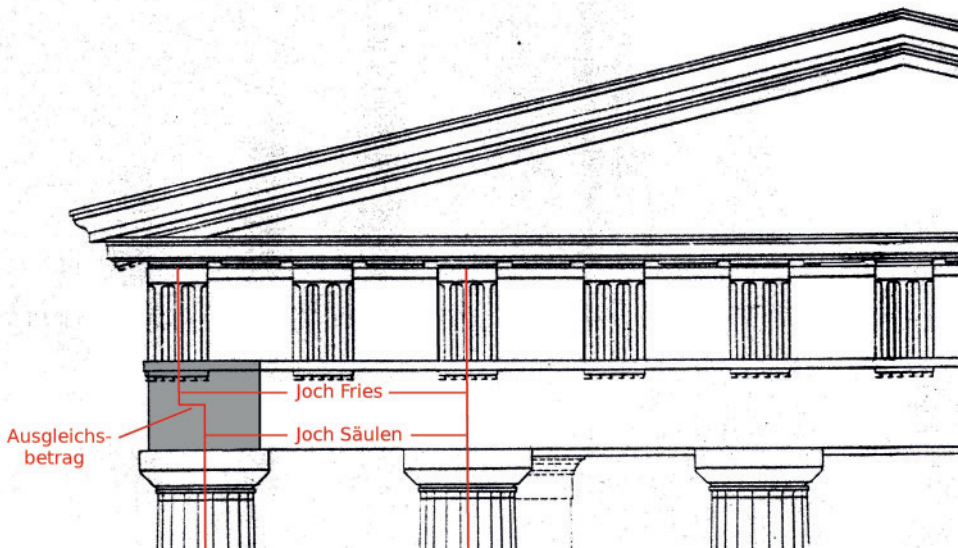


Abb. 2.6: Dorischer Eckkonflikt (Adler und Curtius 1892, Tf. 24, modifizierter Ausschnitt).

Dieser Achsversatz bedeutete, dass an der Ecke der Säulenstellung der Achsabstand der letzten beiden Säulen stets kleiner sein musste als der Achsabstand der Triglyphen über diesen beiden Säulen. Wenn die Achsabstände bzw. Säulenjoche alle gleich groß waren, so waren die Achsabstände der Triglyphen über dem Eckjoch größer als normal. Oder umgekehrt, wenn die Abstände der Triglyphen durchgehend einheitlich waren, dann waren die Achsabstände zwischen den Ecksäulen kleiner als normal (sog. Eckkontraktion). Natürlich war auch eine Kombination dieser beiden grundlegenden Vorgehensweisen möglich, d. h. eine Kombination aus Eckkontraktion und Dehnung der Achsabstände der Triglyphen über dem Eckjoch (Abb. 2.7).

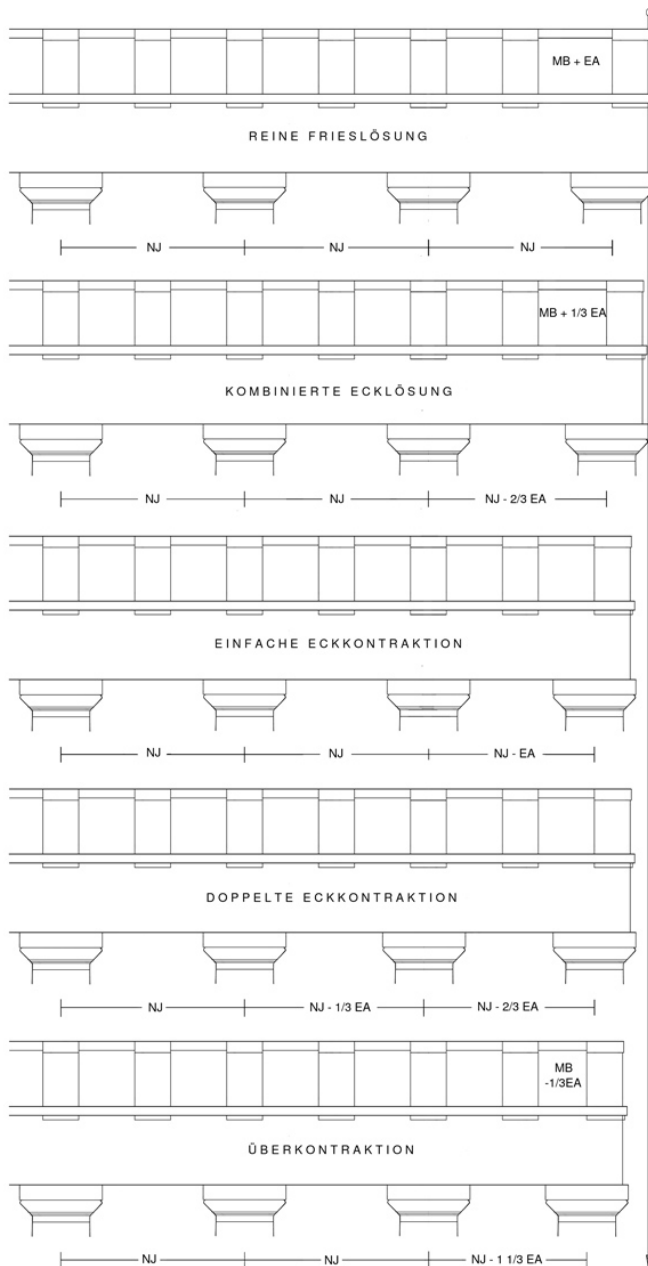


Abb. 2.7: Übersicht über die Lösungen des dorischen Eckkonflikts (Osthues 2005).

Nahezu alle denkbaren Varianten, den Eckausgleich in der Säulenstellung und bzw. oder im Fries abzutragen, sind im Laufe der Zeit realisiert worden. Ihnen allen gemeinsam war allerdings, dass sie immer nur verschiedene Gestaltungen des Eckausgleichs darstellten, denn eine Lösung im Wortsinne, bei der an der Ecke der Säulenstellung überhaupt keine Unregelmäßigkeiten aufgetreten, war unter den oben angegebenen Bedingungen nicht möglich.¹⁵⁰

Der Eckkonflikt ist war ein Entwurfsproblem, das, wie die Geschichte seiner Lösungen zeigt, die griechischen Architekten in erheblichem Umfang beschäftigt hat. So hat es über einhundert Jahre gedauert, bis die letzte der entwickelten Lösungen, die einfache Eckkontraktion, realisiert worden war.¹⁵¹ Auch danach wurde die Thematik offenbar weiter verhandelt, was daraus hervorgeht, dass keine der verschiedenen Lösungen sich jemals vollständig durchgesetzt hat. Einen ‚Schluss der Debatte‘ hat es also nie gegeben, obwohl er sozusagen beantragt wurde: Renommiertere Architekten der späten Klassik und des Hellenismus wie Pytheos und Hermogenes sollen von ihren Kollegen gefordert haben, die dorische Ordnung wegen des nicht lösbaren Symmetrieproblems an der Ecke vollständig aufzugeben.¹⁵² Belegt wird die ungebrochene Relevanz des Problems schließlich dadurch, dass noch Vitruv, fast ein halbes Jahrtausend nach Beginn der dorischen Monumentalarchitektur, eine Lösung präsentiert hat, die mindestens insofern neu war, als sie an keinem einzigen Bau griechischer Architekten nachweisbar ist. Diese Lösung, auf die er erkennbar stolz war, bestand allerdings einfach darin, dass er unter dem Namen *semimetopia* die oben angesprochenen Metopenfragmente an den Ecken zuließ, die griechische Tradition stets tabuisiert hatte.¹⁵³

Systematisch gesehen, war das Eckproblem kein ursprüngliches Problem der dorischen Ordnung selbst. Es war ein Problem, das sich erst aus dem immer weiter gesteigerten Anspruch auf Systematisierung ergab. Hätte man nämlich, wie noch am Apollontempel in Syrakus, darauf verzichtet, den Triglyphenfries mit der Säulenstellung zu koordinieren, hätte es das Eckproblem niemals gegeben: in diesem Fall konnte man sogar alle Joche einheitlich bemessen, und die Abstände der Triglyphen ebenso, nur hätten beide Gliederungen dann eben keinen Bezug aufeinander. Ein Entwurf wie der des Apollontempels hatte kein spezifisches Problem an der Ecke. Man könnte eher sagen, dass die Säulenstellung aufgrund der mangelnden Koordination ihrer Bauglieder als Ganzes ein Problem war. Erst die Systemanspruch definierte die Ecke als spezifische Problemzone.

Konsequenzen für den Bauentwurf

Eine der oben erwähnten Lösungen für den Eckkonflikt, die sog. einfache Eckkontraktion, hat besondere Bedeutung sowohl für das antike Entwerfen selbst als auch für die oben schon skizzierte moderne Diskussion dieser Verfahren. Bei der einfachen Eckkontraktion wurde

¹⁵⁰Man kann jedoch einen unbekannteren archaischen Architekten auf Sizilien nachweisen, der offensichtlich um einer wirklichen Lösung des Konfliktes willen die genannten konstruktiven und formalen Regeln der Baukunst durchbrochen hat: Der Architekt des sog. Tempels F auf der Akropolis von Selinunt (um 530) hat die Architrave des Ringhalls des Tempels extrem schlank dimensioniert, obwohl das die Bruchgefahr deutlich erhöht haben muss, und zugleich die Triglyphen unkanonisch breit, so dass Architrav- und Triglyphenbreite annähernd gleich waren, und folglich der Konflikt auf diese Weise marginalisiert war; vgl. Osthus 2005, 61 ff.

¹⁵¹Sicher nachweisbar am Zeustempel in Olympia, begonnen 472.

¹⁵²Vitr. 4.3. 1. Pytheos und Hermogenes galten als ‚Stararchitekten‘ ihrer jeweiligen Epoche. Vitruv nennt zudem den sonst nicht bekannten Architekten Arkesios.

¹⁵³Vitr. 4. 3. 5. Strenggenommen handelt es sich nicht um ‚Halbmetopen‘, sondern um Fragmente von etwa einem Drittel der normalen Metopenbreite.

der Triglyphenfries vollständig aus normal bemessenen Triglyphen und Metopen gebildet. Der Ausgleichsbetrag wurde allein durch die Kontraktion des Eckjochs realisiert. Das Eckjoch musste dafür gegenüber dem Normaljoch exakt um den Betrag verkürzt werden, der sich aus der Differenz von Architrav- und Triglyphenbreite ergab. Wäre dieser Betrag verfehlt worden, hätte der Fehler im Triglyphenfries durch verlängerte oder verkürzte Metopen bzw. Triglyphen über dem Eckjoch ausgeglichen werden müssen. Der Fries wäre damit nicht mehr völlig regelmäßig gewesen.

Prinzipiell hatten die Architekten zwei Möglichkeiten, das Maß für die Verkürzung des Eckjochs zu bestimmen. Sie konnten dieses Maß anhand einer Formel berechnen, und zwar derselben Formel, die Richard Koldewey in seinem großen Werk über die westgriechischen Tempelbauten formuliert hat: $\{AB - TB\} : 2$. Das heißt, das Eckjoch musste um die halbe Differenz von Architrav- und Triglyphenbreite gegenüber dem Normaljoch verkürzt werden.¹⁵⁴ Dass diese Formel in der Antike bekannt war, ist zwar nicht zu beweisen, aber keinesfalls unwahrscheinlich. Sie könnte in den leider vollständig verlorenen Schriften griechischer Architekten über ‚Symmetrien dorischer Tempel‘ enthalten gewesen sein. Die Lektüre solcher Architekturschriften für die Ausbildung zum Architekten wird bereits von Xenophon in einem seiner sokratischen Dialoge¹⁵⁵ mit Selbstverständlichkeit erwähnt, so dass man die Rezeption der Schriften in der Architekturausbildung spätestens für das letzte Drittel des 5. Jahrhunderts annehmen darf. Die andere Möglichkeit wäre gewesen, den regelmäßigen Triglyphenfries zum Ausgangspunkt des Entwurfs zu machen, denn man hätte, ausgehend vom Fries, schrittweise Normal- und Eckjoch, die Abmessungen des entsprechenden Stylobates usw. bis hin zu Länge und Breite der Fundamentoberkante ableitend berechnen können. Diese Vorgehensweise bedeutet, dass der Entwurfsvorgang von oben nach unten, also umgekehrt zum Bauvorgang erfolgt. Welche der beiden Methoden die Architekten gewählt haben, wissen wir nicht. Klar ist aber auf jeden Fall, dass schon im Anfangsstadium des Planungsprozesses die Gebäckmaße (Architrav- und Triglyphenbreite) festgelegt worden sein müssen, weil ohne diese Maße weder das Eckjoch hätte berechnet werden können, noch die aus dem Eck- und Normaljoch abzuleitenden Maße für Länge und Breite der Säulenstellung, noch die daraus wiederum zu berechnenden Maße für die erforderliche Stylobatlänge und -breite sowie die Maße der übrigen Teile des Stufenbaus. Dass das der Fall war, lässt sich in einigen Fällen sogar an den Bauten selbst beweisen. Das Metroon im Heiligtum von Olympia ist ein solcher Bau.¹⁵⁶ Dem Joch entsprechen dort jeweils zwei Stylobatplatten. Auch alle anderen Platten des Stufenbaus unter dem Stylobat, sowie selbst die Fundamentplatten, wiederholen dieses Maß. Allein die Platten unter den Eckjochen sind durchgängig genau um das Maß kürzer, das sich aus dem Eckausgleich ergab. Das bedeutet, dass der Architekt schon beim Einbringen der untersten Platten des Fundamentes genau kalkuliert hatte, um wie viel die Eckjoche kontrahiert werden mussten, damit im Triglyphenfries keine Unregelmäßigkeiten auftraten.

Hieraus ergibt sich eine eindeutige Schlussfolgerung für die oben referierte Diskussion um die griechische Entwurfspraxis. Für Bauten mit einfacher Eckkontraktion sind die beiden Annahmen von Coulton¹⁵⁷ und anderen nicht haltbar. Man kann nicht von ‚incomplete preliminary planning‘ sprechen, wenn bei der Verlegung der untersten Fundamentplatten die

¹⁵⁴Koldewey und Puchstein 1899, 198.

¹⁵⁵Xen. mem. 4. 2. 10.

¹⁵⁶Osthues, *Die Architektur des olympischen Metroons*, in Vorb.

¹⁵⁷Coulton 1974b und Coulton 1985. Der 1985 erschienene Beitrag hat eine erweiterte Datenbasis.

Gebälkmaße bereits nachweisbar fixiert worden waren. Ebenso wenig können die Stylobatproportionen nach Faustregeln („rules of thumb“) festgelegt worden sein, die keinen Bezug zum Gebälk hatten. Denn selbst wenn ein qua Formel festgelegter Stylobat annähernd für die einfache Eckkontraktion geeignet gewesen wäre, so blieb es doch von drei weiteren Faktoren abhängig, ob der Fries tatsächlich regelmäßig ausfallen konnte oder nicht: dem Achsabstand der Säulen von der Stylobatkante,¹⁵⁸ der Architrav- und der Triglyphenbreite. Dass diese drei Faktoren mehr oder minder zufällig, ohne entsprechende Vorausplanung in genau passendem Verhältnis zu einander gestanden hätten, ist kaum vorstellbar.

Umgekehrt ist es – mit Coulton – durchaus plausibel anzunehmen, dass an Bauten, bei denen die Eckkontraktion zwar vorhanden war, aber nicht genau dem Ausgleichsbetrag entsprach, so dass weitere Anpassungen im Gebälk notwendig wurden, die Größe der Eckjochs aus der Anwendung von Grundrissformeln resultierte. Das ließ sich praktisch auch leicht realisieren, denn wenn der Baufortschritt den Fries erreicht hatte, konnte dort einfach ausgemessen werden, um wie viel länger oder kürzer als das Normalmaß die Triglyphen und Metopen über dem Eckjoch sein mussten.

2.3.4 Architekturordnungen und Bauentwurf: Architektur als ‚System‘

Die Entwurfsdiskussion geht, wenn auch meist implizit, fast immer davon aus, dass die griechischen Bauentwürfe mehr oder weniger systematisch entwickelt worden sind. Das heißt konkret, dass Entwurfsgrößen nicht einfach in Fuß und Daktylos fixiert wurden, sondern dass die Maße in einem inneren, durch Proportionen vermittelten Zusammenhang stehen. Es ist offensichtlich, dass diese Art des systematischen Entwerfens auf irgendeine Weise mit den Architekturordnungen zusammenhängt. Wie dieser Zusammenhang genau beschaffen war, wird selten angesprochen, so dass hier abschließend einige Überlegungen dazu vorgetragen werden sollen.

Die griechischen Architekturordnungen waren zunächst nichts weiter als ein einfaches, nahezu universelles bautechnisches Grundmuster (Stütze – Gebälk), verbunden mit den spezifisch griechischen Formen für Kapitell, Architrav, Geison usw. Die Herausbildung dieser Formen in der frühen Holzarchitektur ist nahezu nicht mehr zu verfolgen. Was man aber nachzeichnen kann, ist die schrittweise Transformation der alten Ordnungen in Systeme, mit stabilen Ordnungsprinzipien, einer großen Zahl von Abhängigkeiten und systemspezifischen Problemstellungen. Diese Transformation setzte voraus, dass die Ordnungen, wenn sie auch ursprünglich keine Systeme waren, so doch gewissermaßen systemfähig waren. Grundmuster wie etwa der Antentempel oder auch der Peripteraltempel gab es bereits in hocharchaischer Zeit, nur wurden sie dort noch mehr oder weniger mit freier Hand abgesteckt,¹⁵⁹ später jedoch konstruiert nach Maß und Zahl, und mit hohem Anspruch an Exaktheit. Einen ansatzweise ähnlichen Prozess hat es auch in der Vasenmalerei gegeben. Deren Ornamentformen wurden ebenfalls zunächst mit freier Hand aufgemalt, doch waren viele dieser Formen im Grundsatz geometrisch (Halbkreise, Spiralen, Mäander usw.), so dass schon in protogeometrischer Zeit die zuvor aufgemalten Formen mit dem Zirkel in den Ton aufgerissen werden konnten. Genauso sind die Voluten des ionischen Kapitells, geometrisch gesehen Spiralen, in der frühesten Zeit noch freihändig ausgearbeitet worden, später jedoch mit dem Zirkel konstruiert worden. Die bei weitem wichtigste Voraussetzung, die die Transformation der

¹⁵⁸Von ihm hängt, bei gegebenen Maßen für den Stylobat und das Normaljoch, ab, wie groß das Eckjoch ausfällt.

¹⁵⁹Zu den Bauten aus dieser Zeit vgl. Petronotis 1972.

alten Ordnungen in Systeme möglich gemacht hat, lag aber wohl in der Bautechnik. Das zeigt die Gegenüberstellung mit anderen elementaren Techniken des frühen Bauens: Mauern aus Lehmziegeln waren, strukturell gesehen, ein Kontinuum ohne innere Gliederung, das entsprechend wie ein Band beliebig verlängert oder verkürzt werden konnte. Stützenstellung wie in den griechischen Ordnungen bestanden dagegen aus diskreten Einheiten, die immer eine – regelmäßige oder unregelmäßige – Gliederung hatten, und auch nur um mindestens eine Einheit verlängert oder verkürzt werden konnten. Nur solche gegliederten, rhythmisierten Strukturen, nicht aber bandartige Strukturen wie Mauern konnten bei fortgeschrittener Systematisierung überhaupt zu Problemen wie Jochdifferenzierung oder Eckkonflikt führen. Und noch ein zweiter Aspekt der Stützenstellungen hat in diesem Zusammenhang grundlegende Bedeutung: Stützenstellungen, über Eck angeordnet, tragen das Prinzip des Entwerfens in Proportionen immer schon in sich. Allein das bloße Abzählen der Stützen an Fronten und Flanken zur Benennung ihrer jeweiligen Längen führt direkt zum Planen bzw. Entwerfen in ganzzahligen Verhältnissen.

Aber auch wenn diese elementaren Strukturen der frühen Holzarchitektur gleichsam eine geeignete objektive Basis für die späteren Entwurfssysteme darstellten, so handelt es sich bei der folgenden Entwicklung doch keineswegs um irgendeine Form von Eigendynamik eines Systems. Der entscheidende Impuls für alles weitere war der subjektive Gestaltungsanspruch der griechischen Architekten. Das illustriert schon die Tatsache, dass auch in vielen anderen Epochen und Regionen ebenfalls mit Stütze und Gebälk gebaut wurde, ohne dass daraus vergleichbare Systeme entwickelt worden sind. Die Systematisierung der alten griechischen Ordnungen war ein längerer Prozess. Das entsprechende Interesse der Architekten ist bereits frühzeitig erkennbar, wenn auch zunächst in der schlichten Form, gewissermaßen „Ordnung im Säulenwald“ (G. Gruben) zu schaffen. Zu den ersten solchen Eingriffen zählt die Verpflichtung auf strikte Uniformität funktional gleichartiger Bauglieder. Sie ist offenbar erst in der Steinarchitektur durchgesetzt worden, denn an einigen alten Bauten wie etwa die sog. Basilica in Paestum und auf Korfu fehlt diese Uniformität noch. Dort hatten beispielsweise die Kapitelle noch keine strikt einheitliche Form. Auch die angesprochene Synchronisation von Triglyphenfries und Säulenstellung ist ein bewusst vorgenommener, strukturierender Eingriff in eine ältere, noch ungeordnete Bauweise. Dass viele der Architekten der archaischen Zeit bereits ein dezidiertes Interesse an geordneten Strukturen hatten, zeigt sich nicht zuletzt daran, dass für beide Maßnahmen erkennbar ein Preis bezahlt werden musste und bezahlt worden ist. Im Fall der Vereinheitlichung der Formen verlor das einzelne Bauglied seinen individuellen Wert, und wahrscheinlich auch die Steinmetzen die Möglichkeit, ihr individuelles Können zu zeigen. Im Fall des Triglyphenfrieses war der Preis der Ordnung der Eckkonflikt, der schon beim allerersten Steinbau mit Achsbindung der Triglyphen bemerkt worden sein muss, weil über den Eckjochen Friesblöcke mit Normalmaß zu kurz gewesen sein müssen.

Die zweifellos anspruchsvollste Aufgabe bei der Transformation des alten, gleichsam freihändigen Umgangs mit den Ordnungen in eine klar strukturierte Bauplanung war der scheinbar schlichte Anspruch, auch die Jochmaße an Fronten und Flanken zu vereinheitlichen. Uniforme Jochmaße waren viel schwieriger zu realisieren als uniforme Kapitellprofile. Im Kontext dieser selbst gestellten Aufgabe wird auch aus dem Architekten des alten Typs, dessen Stellung dadurch bestimmt ist, dass er handwerklich und technisch qualifizierter ist als die übrigen Steinmetzen, der Architekt im modernen Sinne, dessen primäre Aufgabe das Entwerfen des Bauplans ist. Die geschilderten Schritte auf dem Weg zur Eliminierung

der Jochdifferenzierung geben hier einige aufschlussreiche Einblicke. Der erste Schritt in diese Richtung, also die westgriechische Methode, eine der für die Stylobatproportion kalkulierten Säulen der Langseite wegzulassen, war noch reiner Pragmatismus, sozusagen ein handwerklicher Kunstgriff, der kein theoretisches Konzept voraussetzt. Ähnlich wie in einem Brettspiel entnahm man der Grundrissfigur einen Spielstein und passte die Position der übrigen ein wenig an, und schon war die Figur im Sinne der Regelmäßigkeit deutlich optimiert.

Die später gefundenen Lösungen sind aber schon Ergebnisse einer Analyse der Ringhalle als Struktur, denn sie implizieren eine doppelte Abstraktionsleistung, wie zuvor schon gezeigt wurde: Zum einen war bei diesen Lösungen nicht die Anzahl der Baukörper, d. h. die Anzahl der Säulen, sondern das Verhältnis ihres Abstands voneinander, also das Joch als reines Maß der Ausgangspunkt entsprechender Entwurfsverfahren. Zum anderen emanzipierte sich beim vom Joch ausgehenden Entwerfen der Entwurfsprozess endgültig vom Bauprozess. Der Entwurfsprozess hatte sein eigenes Muster, das keine bloße Vorwegnahme der am Bau notwendigen Schritte mehr war, denn das einheitliche Normaljoch ließen sich nur realisieren, wenn bei der Planung das Joch – oder für den einheitlichen Triglyphenfries das Gebälk – zum Ausgangspunkt gemacht wurde, während das Bauen stets und immer mit dem Legen der Fundamente für den Stufenbau begann. Das modulare Entwerfen war letztlich nur eine weiter getriebene, gleichsam noch abstraktere Variante dieser Verfahren, denn dort wurde gar nicht mehr von einer zentralen Baugruppe wie dem Joch oder dem Gebälk ausgegangen, sondern von einem reinen Maßsystem, einem dem Modul entsprechenden Raster, in das die Grund- und Aufrisse wie in Millimeterpapier eingezeichnet werden konnten. Bei allen diese Verfahren ergab sich zudem zwangsläufig eine wesentlich größere Planungstiefe als notwendig war, solange man mit den älteren Formeln gearbeitet hatte, bei denen eine Jochdifferenzierung akzeptiert werden musste.

Für diese Entwicklung lassen sich keine äußeren Anstöße jenseits des Interesses der Architekten an systematischer Strukturierung angeben. An Stabilität hatte es selbst den Bauten mit vergleichsweise großer Jochdifferenzierung nie gemangelt: Immerhin stehen noch heute Joche der Apollontempel von Korinth und Syrakus aufrecht. Auch die Anbindung des Triglyphenfrieses an die Säulenstellung war in konstruktiver Hinsicht bedeutungslos, denn der Triglyphenfries war als reines Ornament im Sinne der Standsicherheit bedeutungslos. Effektive ästhetische Vorteile wird man ebenfalls kaum geltend machen können. Selbst wenn man den Griechen eine besondere Sensibilität für Proportionen zubilligt (die gelegentlich geradezu mythisch überhöht wird), so war es doch unmöglich für den Betrachter, den Unterschied zwischen einem klassischen Bau mit Normaljoch und einem spätarchaischen Bau mit einer Jochdifferenzierung von vielleicht zwei oder drei Prozent optisch wahrzunehmen. Ökonomische Vorteile des Einheitsjochs durch die identische Bemaßung aller Bauteile des Gebälks waren ebenfalls kaum ein treibendes Motiv, denn eine standardisierte Produktion von Baugliedern wie in Rom hat es in Griechenland (jenseits von Dachziegeln) nie gegeben, und für einen Steinmetz, der einen Natursteinblock zurichtete, ergab sich keine nennenswerte Einsparung an Arbeit, wenn der Block wenige Zentimeter länger oder kürzer sein sollte.

Es bleibt daher die Frage, woher der Impuls zur Strukturierung der Entwürfe seine außerordentliche Intensität, und vor allem seine Dauerhaftigkeit bezog. Man könnte den Anspruch auf strikte Systematik des Entwerfens mit der im Werksteinbau geforderten Präzision in Verbindung bringen, d. h. die Übertragung eines baukonstruktiven Prinzips auf das Entwerfen. Im Werksteinbau ohne Einsatz von ausgleichenden Bindemitteln wie Mörtel war ein

exakter Fugenschluss bei manchen Baugruppen zwingend, beispielsweise bei den Lagerfugen von Säulentrommeln, denn bei einem Schaft mit zehn Horizontalfugen zwischen den Trommeln würde die Stabilität der Säule spürbar beeinträchtigt, wenn sich das Lagerspiel von unpräzise gearbeitete Fugen addiert – die Säule würde wackeln. Man kann in diesem Sinne fragen, ob die Präzision in der Schichtung der Säulentrommeln nicht darauf geführt haben sollte, mit der gleichen Präzision auch den Abstand zwischen den Säulen festzulegen. Das ist auch gemacht worden.¹⁶⁰ Man findet zudem Belege für eine technisch kaum noch begründbare Präzision an Baugruppen, die kaum Stabilitätsprobleme aufwerfen.¹⁶¹ Eine Fetischisierung von Präzision lässt sich aber trotz solcher Beispiele keineswegs generell unterstellen. Viele Bauten zeigen vielmehr umgekehrt, dass die Baumeister und Handwerker sehr genau wussten, wo Exaktheit aus technischen Gründen gefragt war, und wo nicht. So zeigen die Abakusbreiten dorischer Kapitelle selbst am Parthenon Unterschiede, die im Bereich von Lagerfugen unmöglich hätten toleriert werden können. Einen Weg, der direkt von bautechnisch geforderter Präzision zur strikten Systematisierung von Bauentwürfen führen würde, gibt es demnach nicht. Strapaziert man den Gedanken etwas weniger, bleibt es gleichwohl plausibel anzunehmen, dass zumindest die Baumeister der archaischen Zeit einen Begriff von Qualität entwickelt hatten, der auch beim Entwerfen einen ‚sauberen Fugenschluss‘ verlangte.

Spätestens für die Zeit ab dem 5. Jahrhundert kann man zeigen, dass der vielleicht aus dem ambitionierten Handwerk stammende Anspruch, Größenverhältnisse durch Proportionen in ein klar strukturierten Zusammenhang zu bringen, auch jenseits der Architektur vielfach formuliert worden ist. In allgemeiner Form waren Maß und Zahl als Gesetz des Kosmos schon eine frühe theoretische Grundposition der Pythagoreer. Aufgegriffen wurde dieser Gedanke in der Folge auch von Philosophen wie Platon, der daher der Mathematik eine sehr hohe Stellung in seiner Philosophie einräumte, da mathematische Objekte und mathematisch strukturierte Beziehungen seiner Vorstellung von ‚Ideen‘ als Grundstrukturen des Seienden sehr nahe kamen. Aus dem selben Grund schätzte Platon Architektur mehr als andere Handwerke, weil in ihr Maß, Zahl und Exaktheit eine erhebliche Rolle spielten.

Konkreter mit der Entwicklung der Architektur verbinden lassen sich ästhetische Theorien mit explizitem Bezug zur Praxis, die Proportionen ins Zentrum der künstlerischen Arbeit gestellt haben, wie etwa der berühmte – wenn auch im Einzelnen kaum bekannte – Kanon des Polyklet, der Aussagen über das harmonische Verhältnis der Größe der Elemente des menschlichen Körpers zueinander enthalten hat.¹⁶² Überzeugungskraft dürfte das Konzept, ästhetisch überzeugende Lösungen durch strikt proportionale Verhältnisse der jeweiligen Elementen zu ermöglichen, aber vor allem durch den Bezug zur Musik gewonnen haben.

¹⁶⁰So sind für die Bestimmung der Position der Säulen des Zeustempels von Olympia auf dem Stylobat in die Standplatten Löcher gebohrt und mit Blei ausgegossen worden. In das Blei wurden Achsenkreuze eingerissen, deren Mittelpunkt mit einem Körnerschlag markiert wurde. Das ist im Prinzip dasselbe Vorgehen wie noch heute im Maschinenbau, wenn Bleche an einer exakt ausgemessenen Stelle durchbohrt werden müssen. Am Zeustempel wurde in den Körnerpunkt offenbar der Zirkel eingestochen, mit dem der Standkreis der Säulen auf die Standplatten aufgerissen wurde.

¹⁶¹Vgl. als Beispiel dazu die Anweisungen für die Kontrolle des Fugenschlusses der Pflasterplatten des Pteron am Tempel von Lebaeia in der Inschrift IG VII 3073.

¹⁶²Polyklet war ein Bildhauer des 5. Jahrhunderts, der eine – bis auf wenige Fragmente – verlorene Schrift über die ‚richtigen‘ bzw. schönen Proportionen des menschlichen Körpers publiziert hat. Der Begriff ‚Kanon‘ spiegelt dieses Verständnis wider, denn er bezeichnet eine (proportionsbasierte) Regel. Wahrscheinlich haben allerdings schon die älteren Bildhauer der Archaik in der Praxis mit Proportionsregeln für den menschlichen Körper gearbeitet. Dieser Ansatz war möglicherweise aus Ägypten übernommen worden.

Hier war der Zusammenhang von definierten Intervallen und Harmonie klar erkennbar, denn nur, wenn die Länge gleichgespannter Saiten in bestimmten proportionalen Verhältnissen verkürzt oder verlängert werden, klingen zwei gleichzeitig erzeugte Töne harmonisch. Dass Bezüge zwischen der Musik und der Architektur gesehen wurden, zeigt explizit der Begriff der Eurhythmia, der – zweifelsfrei aus der Musik stammend – bekanntlich noch bei Vitruv das Leitbild ist für ‚richtige‘ Bestimmung der Proportionen zwischen den Baugliedern und in ihrem Verhältnis zum Ganzen.¹⁶³ Weit weniger bekannt ist, dass der Begriff auch weit früher schon in der griechischen Literatur mit Bezug auf die durch Proportionen vermittelte Harmonie in der Architektur nachweisbar ist.¹⁶⁴

Übersehen sollte man bei dem Bezug auf solche Theorien allerdings nicht, dass es dafür noch ein zweites Motiv gab. Das Entwerfen wird durch diese Bezugnahmen von einer ursprünglich zum Handwerklichen gehörenden Tätigkeit zu einer angewandten Wissenschaft. Dieser Anspruch ist lange vor Vitruv nachweisbar von griechischen Architekten erhoben worden, bis hin zu der fast absurden Forderung des Pytheos, der Architekt müsse in den einschlägigen Wissenschaften noch mehr Kompetenz haben als die jeweiligen Fachwissenschaftler selbst. Wissenschaft als Grundlage ihrer Arbeit, und damit einen entsprechenden sozialen Status, konnten die Architekten nur im Bereich des Entwerfens für sich reklamieren, denn die Arbeit auf der Baustelle war und blieb ja Handwerk. Sie waren damit auch durchaus erfolgreich, wie entsprechende Äußerungen prominenter Autoren der klassischen Zeit belegen, die stets auf die Anwendung von Mathematik und Geometrie sowie auf die ‚intellektuelle‘ Arbeit des Entwerfens abstellen.¹⁶⁵

2.3.5 Bauzeichnungen

Hinsichtlich der Bedeutung von Zeichnungen bei der Arbeit der griechischen Architekten muss zunächst die Funktion der Zeichnungen unterschieden werden. Zeichnungen können das Medium sein, in dem sich die eigentliche Entwurfsarbeit vollzieht, wenn beispielsweise die bestimmenden Proportionen von Grund- und Aufrissen durch Zirkelschläge, Dreiecks-konstruktionen, Rechteckkonstruktionen („goldener Schnitt“) oder ähnlich erfolgt. Bei bestimmten Entwurfsaufgaben hat das Zeichnen gegenüber der rechnerischen Ableitung von Größen den Vorteil, wesentlich einfacher und auch schneller zum Ziel zu führen. So lässt sich die Höhe im gleichseitigen Dreieck durch eine einfache Lotlinie darstellen, wohingegen die Berechnung ihrer Länge den Umgang mit der Kubikwurzel erfordert. Dasselbe gilt – mindestens bei nicht ausgesprochen günstig gewählten Ausgangsmaßen – für die Bestimmung der Länge der Diagonale des Quadrats, bei der immerhin die Auflösung der Quadratwurzel im (lange bekannten) Satz des Pythagoras erforderlich wird. Auch Vitruv, der vom Architekten fortgeschrittene Kenntnisse der Mathematik verlangt und das Proportionieren in ganzzahligen Verhältnissen zur Grundlage seiner modularen Entwürfe macht, scheut sich keineswegs, selbst bei einer relativ einfachen Aufgabe wie der Flächenverdoppelung des Quadrats eine geometrische Bestimmung zu bevorzugen, mit der schlichten Begründung, dass die gesuchte Seitenlänge eben nicht ganzzahlig darstellbar sei.¹⁶⁶

¹⁶³Vitr. 1. 2. 3.

¹⁶⁴Philo. Mech., Paraskeuastika 87, 32.

¹⁶⁵Vgl. zum Prestige der Architektenarbeit die Belege im Abschnitt über den sozialen Status der Architekten weiter unten in diesem Beitrag, sowie den Schlussabschnitt über das Verhältnis von Architektur und Wissenschaft.

¹⁶⁶Vitr. 9. praef. 4f. Die geometrische Lösung der Flächenverdoppelung bereits bei Platon (Plat. Men. 82b).

Eine weitere Funktion der Zeichnungen ist die Darstellung der Ergebnisse der Entwurfsarbeit gegenüber den ausführenden Handwerkern und den Bauherren. Präsentationszeichnungen waren in der Antike sicherlich bekannt. Vitruv kennt sie, als perspektivische Darstellung, unter dem griechischen Begriff *Scaenographia*.¹⁶⁷ Da er keinen entsprechenden lateinischen Terminus angibt, wird man davon ausgehen können, das spätestens im Hellenismus solche Zeichnungen angefertigt worden sein müssen. Dafür spricht auch, dass der Begriff im Sinne von gemalten Bühnenbildern in den griechischen Quellen nachweisbar ist. Im Sinne einer Architekturzeichnung ist er allerdings nicht belegt, so dass nicht angegeben werden kann, ab wann griechische Architekten anhand solcher Zeichnungen ihre Entwurfsideen dargestellt haben. Zweidimensionale (Ritz-) Zeichnungen waren in der Architektur seit je her üblich. Es mag hier genügen daraufhinzuweisen, dass die Ausarbeitung von geometrisch strukturierten Baugliedern wie Geisa oder Triglyphen aus einem Steinquader praktisch gar nicht möglich ist, ohne die entsprechenden Formen des Bauteils zuerst auf die Seiten des Quaders aufzureißen.

Vor diesem Hintergrund, sowie der prominenten Stellung der Geometrie innerhalb der griechischen Wissenschaften, und schließlich der geradezu ins Auge springenden Geometrie der Formen der griechischen Architektur, ist es kaum überraschend, dass vor allem die frühe Forschung mit Selbstverständlichkeit davon ausgegangen ist, dass die griechischen Architekten ihre Bauten mit Stift, Lineal und Zirkel entworfen haben. Nach Aufmaß angefertigte Grund- und Aufrissdarstellungen antiker Ruinen wurden daher von vielen Forschern nach geometrischen Konstruktionslinien abgesucht, die aufzeigen sollten, welche Grundsätze und welche Schrittfolgen die Entwürfe widerspiegeln.¹⁶⁸

Aber schon der hier mehrfach zitierte Hans Riemann, und nach ihm viele der Architekten, die selbst an Aufnahmen antiker Bauten gearbeitet haben, haben zeichnerische Entwurfsverfahren für die archaische und klassische Zeit mit verschiedenen Einwänden bestritten. So wird darauf verwiesen, dass für das Zeichnen von Plänen, deren Maßstab ausreichend groß war, um Details präzise abgreifen zu können, kein geeigneter Zeichengrund verfügbar war. Antike Papyrosblätter von Büchern hatten eine Breite von nur ca. 45 cm, und wurden bei Buchrollen zwar aneinander geklebt, jedoch ist über große Formate nichts bekannt. Zudem werden weder in Inschriften noch in literarischen Quellen jemals entsprechende Baupläne erwähnt. Hinzukommt, dass für die Visualisierung von Entwurfsideen in Grundrissplänen oder Fassadenaufrißen in den beiden frühen Epochen kaum Bedarf bestanden haben dürfte, da angesichts der Typengebundenheit und der strukturellen Ähnlichkeit der Bauten leicht vorstellbar war, welchen Effekt Änderungen der Proportionen haben würden.¹⁶⁹ Akzeptiert werden von diesen Autoren, auch für die früheren Epochen, allein Werkrisse für die Konstruktion von Architekturdetails (dazu ausführlich unten).

Die Annahme, dass die Vitruv unter dem griechischen Begriff *Ichnographia* bekannten Grundrisszeichnungen erst sehr spät Verwendung gefunden hätten, ist nur bedingt haltbar, denn es gibt deutliche Hinweise darauf in – von der Bauforschung kaum beachtet – Quellen, die älter sind als Vitruv. So erwähnt der Ingenieur und Mathematiker Philon von Byzanz in seinem Buch über die Verteidigungsanlagen von Städten unterschiedliche Formen der Anlage von Türmen und Stadtmauern, für die er auf Zeichnungen verweist. Diese *σχήματα*, die

¹⁶⁷Vitr. 1. 2. 2.

¹⁶⁸Zu geometrischen Entwurfsanalysen vgl. etwa Theuer 1918; Wolfer-Sulzer 1939; Wedepohl 1967; Hertwig 1968; Petronotis 1972.

¹⁶⁹Riemann 1934, 1ff.; Bundgaard 1957, Anm. 217; Mertens 1984, 184; Coulton 1977, 53.

in den erhaltenen Codices leider nicht mehr vorhanden sind, waren aller Wahrscheinlichkeit nach Grundrissdarstellungen, da Philon die Turmformen und die Position der Maueranschlüsse darstellen wollte.¹⁷⁰ Vitruv kennt ebenfalls den griechischen Begriff *σχήματα*, und übersetzt ihn mit lat. *forma*, was bei ihm und anderen römischen Autoren im Kontext des Bauwesens stets Grundrisse bezeichnet¹⁷¹ (Das bekannteste Beispiel für die Verwendung des Begriffs ist die *forma urbis* für den teilweise erhaltenen Stadtplan Roms). Im Sinne von ‚Schemazeichnung‘ wird der griechische Begriff auch schon sehr viel früher von den sog. Taktikern bei der Darstellung von Truppenformationen auf dem Schlachtfeld, also gleichsam dem Grundriss der Schlachtreihen, gebraucht.¹⁷² Es spricht m. E. also viel dafür, dass Architekten solche vermutlich unmaßstäblichen Skizzen beim Entwerfen von solchen Bauten verwendet haben, deren Grundriss-Disposition nicht ähnlich stark typisiert war wie die der Tempel, also etwa für Rathäuser, Gymnasia oder Palästreten, die allerdings in der Tat erst in hellenistischer Zeit häufiger gebaut wurden.

Es gibt jedoch auch ältere Bauten, deren Grundrisse kaum anders als geometrisch ausgearbeitet worden sein können, nämlich die Rundtempel. Für die spätklassische Tholos in Delphi hat W. Hoepfner (2000) eine Rekonstruktion des Entwurfsvorgangs vorgelegt. Es ist kaum vorstellbar, dass der Architekt die sehr exakt ausgeführte Positionierung der Säulen bzw. ihrer Abstände rechnerisch bestimmt haben sollte, also durch Teilung des entsprechenden Grundrisskreises durch die Anzahl der Joche. Dies zumal die Zahl π in dieser Zeit (vor Archimedes) noch nicht hinreichend exakt berechnet worden war. Viel wahrscheinlicher ist, dass der Architekt anhand eines Pentagramms (Fünfeck) und anschließender Winkelhalbierung die Aufstandspunkte der zwanzig Säulen bestimmt hatte. Der oben angesprochene Einwand hinsichtlich der Größe des Zeichnungsträgers dürfte hier kaum gelten: Der fertige Stufenbau selbst dürfte der Zeichengrund gewesen sein, auf den die Konstruktion durch Ritzlinien aufgetragen wurde. Auch die genaue Form der Architrave von Rundbauten in Form eines Kreissegments, die die Säulen verbinden, dürfte durch einen mit dem Zirkel ausgeführten Riss bestimmt worden sein, oder direkt vom Grundkreis der Säulen auf der Krepis abgenommen worden sein. Der namentlich bekannte Architekt der Tholos in der Marmaria bei Delphi, Theodoros von Phokaia, hat über den Bau eine Schrift publiziert.¹⁷³ Man darf wohl vermuten, dass er darin die Geometrie des Baus und deren Konstruktion dargelegt hat, wobei die oben angesprochenen *σχήματα* sicher die geeignete Form waren, die Konstruktion des Grundrisses zu erläutern. Gleiche oder ähnliche geometrische Verfahren der Formfindung dürften an der ebenfalls spätklassischen sog. Thymele des jüngeren Polyklet im Heiligtum von Epidauros und am frühhellenistischen Philippeion in Olympia zur Anwendung gekommen sein.¹⁷⁴

Fasst man das bisher Angeführte zusammen, so wird man zwar keinen Grund haben zu bezweifeln, dass für den Bau der kanonischen Tempelformen in der Tat kein Anlass bestand, Bauzeichnungen anzufertigen. Bauzeichnungen als Instrument des Entwerfens, auch von Grundrissen, wird man deshalb aber gleichwohl nicht für die vorhellenistische Zeit pauschal ausschließen dürfen, und zwar weder in Form der wohl unmaßstäblichen *σχήματα*, die der grundlegenden Formfindung dienten, als auch für die maßstäbliche Grundrissdarstel-

¹⁷⁰Philo. Mech., Paraskeuastika 86, 20.

¹⁷¹Vitr. 1. 6. 12.

¹⁷²Xen. Anab. 1. 10. 10.

¹⁷³Vitr. 7. praef. 12.

¹⁷⁴Siehe zu den Rundtempeln Seiler 1986.

lung bei der Errichtung des Oberbaus von Rundbauten, die wahrscheinlich anhand einer per Handskizze entwickelten Schrittfolge auf der Plattform aufgerissen wurden. Im Fall der Tholoi ist kaum etwas anderes vorstellbar, als dass sowohl die Grundrissentwicklung wie die Darstellung bzw. Auftragung des Grundrisses auf dem Stufenbau mit geometrischen Mitteln erfolgte. Da die Tholos eine bereits in archaischer Zeit – wenn auch selten – verwendete Grundrissform war, ist ein genuin geometrisches Entwerfen auch für die frühen Phasen der griechischen Architektur anzunehmen.

Eine wesentlich verbesserte Grundlage für das Verständnis der Bedeutung von Zeichnungen in der griechischen Architektur haben die Beobachtungen von Werkrisen gebracht, die Lothar Haselberger 1979 am hellenistischen Apollontempel im Heiligtum von Didyma bei Milet entdeckt hat.¹⁷⁵ Die Zeichnungen befinden sich auf den Sockelwänden des Adytos genannten Innenhofs des Tempels, die eine Art Konstruktionsbüro und Planarchiv von über 200 qm Fläche ausmachen. Sie wurden mit Stichel, Zirkel und Lineal auf die zuvor mit Röteln bestrichenen Wände aufgerissen, so dass die Risse den Marmor der Wände in Form von weißen Linien freilegten. Änderungen und Korrekturen waren durch Überstreichen vorhandener Ritzlinien mit Röteln problemlos möglich. Erhalten haben sich die Zeichnungen nur deshalb, weil der Bau niemals vollendet worden ist, so dass das Glätten der Wände, das die Zeichnungen zerstört hätte, unterblieb. Die frühesten von ihnen stammen aus der Mitte des 3. Jahrhunderts, die jüngsten aus der römischen Kaiserzeit.

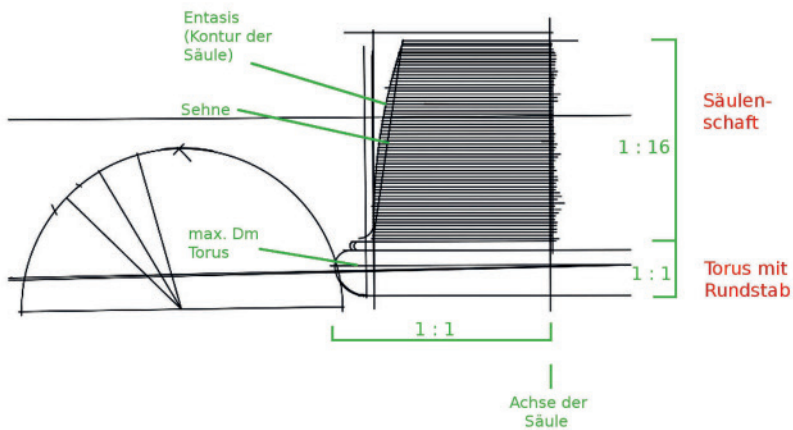


Abb. 2.8: Konstruktionszeichnung eines Säulenschaftes mit angearbeitetem Torus auf einer Wand des Adytos am hellenistischen Apollontempel in Didyma (Haselberger 1980, modifiziert).

Unter den erhaltenen Werkrisen findet sich ausschließlich Aufriss- und Schnittzeichnungen. Für die Darstellung eines Grundrisses bestand vermutlich auch kein Bedarf mehr, da die Zeichnungen ja erst aufgebracht wurden, als die Hofwände und der Stufenbau bereits teilweise fertiggestellt worden waren. Für die Forschung von besonderem Interesse ist die Schnittzeichnung eines Säulenschaftes mit angearbeitetem Torus (Abb. 2.8). Dargestellt ist

¹⁷⁵Haselberger 1980; 1983; 1991. Über die Entdeckung hat seinerzeit selbst die Zeitschrift *Der Spiegel* vom 8.4.1985 berichtet.

nur der linke Teil des – rotationssymmetrischen – Schaftes, d. h. der Kontur und die Achse. Der Riss hat zwei verschiedene Maßstäbe: In der Horizontalen sind Schaft und Torus in natürlichem Maßstab gezeichnet, in der Vertikalen der Schaft im Maßstab 1 : 16, so dass in dieser Ebene ein Daktylos der Zeichnung einem Fuß am ausgeführten Werkstück entspricht. Die sechzig parallelen Linien im Abstand von einem Daktylos entsprechen folglich einer Schaftlänge von 60 Fuß oder ca. 18 m. Ohne diesen reduzierten Maßstab wäre der Schaft auf der wesentlich niedrigeren Wand gar nicht darstellbar gewesen.

Die Länge jeder dieser parallelen Linien, gemessen zwischen der Konturlinie und der Achse, gibt so den (halben) Durchmesser des Schaftes auf der Höhe an, die diese jeweilige Linie bezeichnet. Der Radius des Unterlagers der untersten Säulentrommel entspricht also der Länge der untersten Linie zwischen Achse und Kontur, der Radius des Oberlagers der obersten Trommel der Länge der obersten Linie usw. Bei der Ausarbeitung der Endform des Schaftes ergab sich damit für jeden Fuß Höhe der zugehörige Sollwert für den Radius des Schaftes.

Der Werkriss diente nicht allein als Maßvorgabe für die Steinmetzen, die die Maße mit dem Stechzirkel an dem Riss abgreifen konnten, sondern diente zugleich der Konstruktion der Entasis. Die Entasis¹⁷⁶ – wörtlich: ‚Anspannung‘, etwa in der Art eines Muskels – bezeichnet die leichte Schwellung des Schaftes gegenüber der stereometrischen Grundform. Letztere ist ein Kegelstumpf, der im Riss durch die Sehne angegeben ist. Der Zirkelschlag direkt daneben definiert den Umfang der Schwellung, die im Maximum 4,6 cm beträgt. Hier liegt der zweite Vorteil des in der Höhe reduzierten Maßstabs. Wollte man nämlich dieselbe, extrem schwach ausgeprägte Entasiskurve in natürlichem Maßstab zeichnen, hätte der Einstichpunkt für den Zirkelschlag sehr viel weiter rechts liegen müssen – selbst die Wand dieses riesigen Tempels hätte dafür als Zeichnungsträger bei weitem nicht ausgereicht. Die wie beschrieben definierte Schwellung ergibt keinen flaschenförmigen Schaft, wie bei römischen Säulen häufig, sondern die griechische Schaftform, bei der trotz der Schwellung das Unterlager den maximalen Durchmesser des Schaftes aufweist.

Die Zeichnung des Torus (Wulst) unter dem Schaft ist ebenfalls zugleich Maßvorgabe und Konstruktion. Sein äußeres Profil war zunächst durch zwei Viertelkreise angegeben, deren Einstichpunkte auf der horizontalen Linie liegen, die die Lage des maximalen Durchmessers des Torus angibt. Der untere Viertelkreis ist jedoch ein zweites Mal gezeichnet worden, wobei der neue Einstichpunkt unterhalb der horizontalen Linie lag, wodurch die Kurve unten stärker einzieht als beim ersten Einstichpunkt. Ähnliche Überarbeitungen einer zuvor entwickelten Grundform lassen sich auch an einem zweiten Riss nachweisen, auf dem Gebälk und Giebel des Naïskos dargestellt sind, eines kleinen tempelförmigen Baus innerhalb des Adyton. Dieser Riss gibt allerdings, anders als der Schafttriss, nicht die tatsächlich ausgeführte Form wider, denn der Naïskos, von dem sich Werkstücke erhalten haben, war deutlich weniger breit als auf dem Riss. Die Zeichnung ist, gerade weil sie verworfen worden ist, definitiv ein Teil des Entwurfsprozesses gewesen.

Entwurfszeichnungen sind inzwischen auch an anderen Bauten aus hellenistischer Zeit in Kleinasien¹⁷⁷ nachgewiesen worden, und im griechischen Mutterland ebenfalls.¹⁷⁸ Angehts der komplexen Darstellungstechnik des didymäischen Säulenschaftes mit zwei Maß-

¹⁷⁶Haselberger und Seybold 1991. Siehe auch den Beitrag von Antonio Becchi über die Gestalt der Säule im Band III.

¹⁷⁷Am Bühnengebäude des Theaters von Aphrodisias; Hueber 1998.

¹⁷⁸Auf den Orthostaten des Asklepiostempels in Messene; Sioumpara 2011.

stäben in einer Zeichnung ist an sich schon evident, dass die geometrische Konstruktion von Formen von Baugliedern älter sein muss als der Bau in Didyma. Der früheste der wenigen älteren Werkrisse gehört sogar zu einem der ältesten griechischen Monumentalbauten, dem hocharchaischen ersten Tempel der Aphaia auf Ägina (um 570). Auf der Unterseite einer Toichobatplatte (Standplatte für den Mauersockel) fand sich eine Ritzzeichnung, auf der eine Kreislinie mit Achsenkreuz durch Zirkelschläge in sechs gleichlange Segmente unterteilt worden ist.¹⁷⁹ Die genaue Funktion der Zeichnung ist unklar. Sie diente jedenfalls in der zuerst vorgesehenen Verwendung¹⁸⁰ nicht zum Anreißen der Position einer Fußtrommel auf einer Stylobatplatte, denn der aufgerissene Kreis hat nicht den Durchmesser der Fußtrommeln der Säulen des Tempels.

Vor dem Hintergrund der hier zuletzt beschriebenen Werkrisse ist davon auszugehen, dass zeichnerische Formen des Entwerfens vor allem bei der Konstruktion von Detailformen schon sehr früh eine erhebliche Rolle gespielt haben – wahrscheinlich eine weit größere als in der Grundrissentwicklung.

2.3.6 Paradeigma und Anagraphé

Neben den Bauten selbst und den Werkrissen geben auch die Inschriften Hinweise auf die Arbeitsweise der griechischen Architekten. Zwei Termini spielen hier eine besondere Rolle.

Paradeigma, ‚Beispiel‘, bedeutet zweierlei: zum einen ein einzelnes Exemplar einer Menge gleichartiger Objekte, zum anderen das Vorbild oder Muster für eine Menge entsprechender Objekte. Die letztgenannte Bedeutung ist sicher die, die in den Bauinschriften gemeint ist. Die ältere Deutung der Inschriften sah in Paradeigmata Modelle der Bauten in stark reduziertem Maßstab, die der Abstimmung zwischen Bauherrn und Architekten gedient hätten.¹⁸¹ Mindestens in einem Fall ist ein solcher Kontext in den Textquellen auch belegt, nämlich im Bericht über die Fertigstellung des spätarchaischen Apollontempels in Delphi. Herodot bezieht sich an dieser schon oben angeführten Stelle auf eine Vereinbarung zwischen dem Vorstand des Heiligtums und der Familie der Alkmäoniden aus Athen. Die Familie hatte ihre Zusage, die Fertigstellung des Tempels zu finanzieren, nicht nur erfüllt, sondern mehr als das, denn sie ließ die Tempelfront in Marmor statt vereinbarungsgemäß in Kalkstein errichten.¹⁸² Unklar ist aber, was genau hier von Herodot mit Paradeigma bezeichnet wurde. Manche Autoren denken an ein Modell der Tempelfront, andere lediglich an eine Materialprobe.

Im allgemeinen wird die Interpretation von Paradeigma im Sinne eines Modells von ganzen Gebäuden heute abgelehnt.¹⁸³ Geltend gemacht wird vor allem, dass Modelle für die grundsätzliche Abstimmung mit dem Bauherrn angesichts der Typengebundenheit der griechischen Architektur kaum erforderlich gewesen sein können. Als Instrument für die Darstellung eines Entwurfs für die Handwerker auf der Baustelle wären Modelle ungeeignet gewesen, denn die Maßstabsreduktion hätte es kaum ermöglicht, die Größen und Formdetails von einzelnen Baugliedern am Modell abzugreifen.

¹⁷⁹Schwandner 1985b.

¹⁸⁰Die Platte war als Toichobatplatte mit der Zeichnung nach unten verlegt, so dass sie sicher keine Funktion in dem Kontext hatte, in dem sie endgültig verbaut worden ist.

¹⁸¹So Benndorf 1902 und Schlicker 1941.

¹⁸²Hdt. 5. 62.

¹⁸³Vgl. etwa Mertens 1984, 183 Anm. 648f. oder Coulton 1977, 56f.

Sehr viel plausibler ist die Deutung von Paradeigma als Musterexemplar für die Anfertigung von Bauteilen mit komplexer Form, die für ein Gebäude in Serien hergestellt werden mussten. Einige dieser Bauteile sind auf andere Weise, also durch Beschreibung oder zweidimensionale Zeichnung, gar nicht vollständig darstellbar. Das gilt vor allem für das korinthische Kapitell. In einem Fall hat sich ein solches Musterstück wahrscheinlich erhalten. Im Heiligtum von Epidauros wurde ein korinthisches Kapitell gefunden, das mit Sicherheit niemals am Bau versetzt worden ist, obwohl es völlig fehlerfrei und bis auf wenige Bossenreste vollständig ausgearbeitet worden ist. Das Kapitell gehört zu dem Thymele genannten Rundtempel, als dessen Architekt der jüngere Polyklet angesehen wird. Man nimmt an, dass es – als Eigentum des Gottes, wie der Tempel selbst auch – nach Abschluss der Arbeiten im Heiligtum vergraben wurde (weswegen es bis heute perfekt erhalten geblieben ist).¹⁸⁴ Interessant ist das Kapitell zudem deshalb, weil es zeigt, dass im Fall der Thymele der Architekt tatsächlich auch ein hochqualifizierter Steinmetz oder Bildhauer war, also noch in der Handwerkstradition stand und nicht ausschließlich als planender Architekt arbeitete.

Weiterhin gibt es inschriftliche Hinweise auch auf ionische Musterkapitelle. Eine dieser Inschriften stammt aus der Zeit, als Athen noch die Kontrolle über das Apollonheiligtum auf Delos hatte. Sie besagt, dass ein Unternehmer ein Kapitell in Athen zu übernehmen und nach Delos zu transportieren hatte (für das sog. Stiermonument?).¹⁸⁵ Möglicherweise handelt es sich auch hier um das Musterstück des Architekten, der nicht selbst auf Delos vor Ort war.

Neben Kapitellen, die nicht rotationssymmetrische Formen hatten wie das dorische Kapitell (hier genügte zur Ausarbeitung eine Schablone mit dem Kapitellprofil), haben auch für alle Elemente der plastischen Bauornamentik sicher Modelle bereitgestellt sein müssen, etwa für die Simen (Traufrinnen) mit Wasserspeiern in Form von Löwenköpfen und die Akrotere, d. h. die floralen oder figürlichen Schmuckelemente an den Ecken und Firsten der Dächer.

Auch einfachere Formen wurden durch Paradeigmata definiert. Eindeutig ist der Hinweis auf die Aufbewahrung eines Musterstücks für die Dachziegel der Skeuothek, des im letzten Kapitel schon erwähnten Arsenal im Hafen von Piräus.¹⁸⁶ Möglicherweise wurden die Ziegel nicht in unmittelbarer Nähe zur Baustelle hergestellt. Gut vorstellbar ist auch, dass dieser Prototyp aufbewahrt wurde, damit später nach seinen Vorbild eventuelle Reparaturstücke angefertigt werden konnten. Das Stück war jedenfalls so wichtig, dass sein Aufbewahrungsort in der Inschrift festgehalten wurde.

Paradeigmata gab es zudem auch für die Verbindungselemente. Inschriftlich nachweisbar ist das Musterstück eines Dübels für die Vorhalle des Telesterions von Eleusis.¹⁸⁷ Die Dübel zur Verbindung der Säulentrommeln wurden nicht aus Holz, sondern aus Bronze hergestellt, deren Zusammensetzung (elf Teile Kupfer auf einen Teil Zinn) im Auftrag spezifiziert war. Auch waren die Abmessungen nicht einheitlich. Die Dübel für die unteren Trommeln mit relativ größerem Durchmesser sollten größer sein als die für die oberen Trommeln unter dem Kapitell.

Aus Holz waren hingegen die Kisten, die in der Skeuothek für die Aufbewahrung der Schiffsausrüstung dienten, für die es ebenfalls ein Paradeigma des Architekten gab.¹⁸⁸ Auch aus Holz war eine beiderseits weiß gestrichene Platte (Pinax), die in den Inschriften aus

¹⁸⁴Das Kapitell ist im Museum des Heiligtums von Epidauros ausgestellt.

¹⁸⁵IG II² 1678, Z. 11; vgl. ID 1-104 A, Z. 10f.

¹⁸⁶IG II² 1627.2. 1b Z. 300.

¹⁸⁷IG II² 1675, Z. 23.

¹⁸⁸IG II² 1668, Z. 87.

Delos erwähnt wird.¹⁸⁹ Man könnte hier an die Verwendung als Zeichengrund – in der Art eines mittelalterlichen Rissbodens – denken. Die Funktion der Platte ist jedoch vollkommen unklar. Sicher ist nur, dass sie in Verbindung mit der Restaurierung eines Propylons mit Türen aus Holz gebraucht wurde.

Weit weniger eindeutig interpretierbar in den Inschriften als der Terminus Paradeigma ist der der Anagraphé. Das Grundproblem ist, dass das zugehörige griechische Verb sowohl ‚aufschreiben‘ bedeuten kann, wie etwa das Einmeißeln einer Inschrift in einen Stein, wie auch ‚auf etwas aufzeichnen‘, also die graphische Darstellung eines Objekts. Zweifelsfrei ist, dass Anagraphé in den Bauinschriften stets auf Anweisungen des Architekten an die Handwerker bezogen ist.

Das prägnanteste Beispiel ist die sog. ‚Prostoön‘-Inschrift.¹⁹⁰ In ihr werden Aufträge vor allem für die verschiedenen Typen von Werksteinen aufgelistet (Stufenblöcke, Stylobatplatten, Metopen, Triglyphen, Geisa u. a.), jeweils getrennt in Aufträge für das Brechen der Steine, den Transport vom Steinbruch zum Heiligtum sowie für Ausarbeitung und Versatz der Bauglieder. Der Auftrag etwa für die Ausarbeitung und den Versatz der dorischen Geisa (Kraggesimse) lautet folgendermaßen:

„To make 47 Doric [Pentelic¹⁹¹] geisa according to the specification to be provided by the architect [πρὸς τὸν ἀναγραφέα ὃν ἄν δῶι ὁ ἀρχιτέκτων], length 6', breadth $3\frac{3}{4}$ ', thickness $1\frac{1}{4}$ ', including two corner geisa, and hoist them up an join them so that they fit closely everywhere, without damage – width of joint-fillets $\frac{1}{4}$ ' – and connect them with clamps and dowels in molten lead, and level off the upper face of the course.“¹⁹²

Die Formulierung πρὸς τὸν ἀναγραφέα ὃν ἄν δῶι ὁ ἀρχιτέκτων wurde in der Inschrift nicht weniger als elf Mal verwendet.¹⁹³ Sie kommt in ähnlicher Form häufig in Bauinschriften vor.¹⁹⁴ Was sie inhaltlich bezeichnet, ist im Grundsatz klar, denn die explizit gegebenen Maßangaben definieren lediglich einen rechteckigen Quader von $6 * 3\frac{3}{4} * \frac{1}{4}$ Fuß, nicht aber ein dorisches Geison. Entsprechend muss die Anagraphé die zusätzlich notwendigen, die Form bestimmenden Angaben zur Ausladung der Hängeplatte, zur Neigung der Oberseite und der Nagelplatten (Mutuli), Höhe der Tropfen (Guttae), Traufnase (Scotia) usw. enthalten haben. Unklar bleibt aber, in welcher Form diese Informationen nachgereicht werden sollten. Bundgaard, der sich ausführlich mit der Deutung des Begriffs Anagraphé beschäftigt hat, kam zu keinem eindeutigen Ergebnis,¹⁹⁵ und schiebt entsprechend in die oben zitierte Übersetzung in Klammern als Alternative ein: „[...] according to the specifications (possibly: the diagram) to be provided by the architect.“ Anders Maier, der den Begriff in einer

¹⁸⁹IG XI 2.1, 161 A, Z.75; s. dazu Coulton 1977, 72.

¹⁹⁰IG II/III² 1666.

¹⁹¹Einfügung d. V. für das von Bundgaard 1957 – wohl versehentlich – nicht übersetzte Wort Πεντελη[ι]κα in Zeile 55 der Inschrift.

¹⁹²IG II/III² 1666, Z. 54–61; Übers. Bundgaard.

¹⁹³Deshalb ist auch die teilweise Ergänzung der Formulierung an dieser Stelle als gesichert anzusehen.

¹⁹⁴Die zitierte Formulierung aus der Prostoön-Inschrift auch in IG II/III² 1685, A, fr. 3, Z. 6; hingegen in IG II/III² 1678 A, fr. b, 4: [... κατὰ τοὺς ἀναγραφῆας, τὰ δὲ ἄλλα κατὰ - -, also: einiges gemäß Anagraphé, das andere nach anderen (Angaben); in IG II/III² 1685 B Fr. 5, Z. 6 [... καὶ τοὺς ἀναγραφῆας im Gegensatz zu mündlichen Anweisungen (des Architekten) wie ebd. Z. 5: [ὄπω]ς ἀν φράζει ὁ [ἀρχιτέκτων...]; vgl. auch IG II/III² 1670, Z. 22: [κ]αὶ τοὺς ἀναγραφῆας οἷος ἀν λάβει... (= die der ausführende Handwerker/Unternehmer bekommt).

¹⁹⁵Bundgaard 1957, 113–116.

Mauerbau-Inschrift von 337/6 mit „Aufrisse“ bzw. „Baurisse“ übersetzt, und zwar gerade mit Referenz auf die Prostoön-Inschrift.¹⁹⁶ Am wahrscheinlichsten ist m. E., dass ein Werkriß gemeint ist, der das Profil des Geisons darstellte, und von dem die Steinmetzen die einzelnen Maße mit dem Stechzirkel abgreifen konnten. Ein solches Profil brauchte jeder Steinmetz für die Weiterarbeit, nachdem die Seitenflächen des Quaders ausgearbeitet worden waren. Noch heute wird in jeder monographischen Darstellung eines griechischen Baus für das Geison eine Profilzeichnung oder Seitenansicht gegeben, weil eine rein verbale Darstellung äußerst umständlich wäre. Nicht dem Profil entnehmen können hätte der Steinmetz nur die Spezifikationen für die Breite von *Mutuli* und *Viae*. Sie hätten zwar in einer separaten Untersicht des Geisons dargestellt werden können, doch dürfte das kaum notwendig gewesen sein, denn die betreffenden Maße ließen sich leicht an den Triglyphen und Metopen abnehmen.¹⁹⁷ Ein Modell kann der Begriff wegen seiner Wortbedeutung hier zweifellos nicht gemeint haben.

Für die hellenistische Zeit lässt sich belegen, dass *Anagraphé* nicht allein einen Werkriß bezeichnete, also eine Darstellung einer Form für den ausführenden Steinmetz, sondern auch eine Konstruktionszeichnung, die der Formfindung durch den Architekten diene. Der Werkriß für den Säulenschaft mit Entasis aus Didyma, wie im vorausgehenden Abschnitt beschrieben, wäre in diesem Sinne eine *Anagraphé*. Nachweisbar ist diese Bedeutung bei Philon von Byzanz. Er beschreibt in seinen *Belopoika* zwei verschiedene Methoden, bestimmte Größen für ein Peritret – ein Wurfgeschütz – durch geometrische Konstruktion zu finden. Ersteres¹⁹⁸ schreibt vor, zunächst einen Winkel zu konstruieren war mit Hilfe eines beliebig bemessenen Kreises. Dieser Winkel soll dann übertragen werden auf die *Anagraphé* – *μετενέγκας οὖν ἐπὶ τὸν ἀναγραφέα τὴν ἐκ τοῦ κύκλου γωνίαν* –, und daraus wird durch weitere Konstruktions Schritte Länge, Höhe und Breite des Geschützes bestimmt. Von Bedeutung im hier behandelten Kontext ist lediglich, dass bei Philon *Anagraphé* zweifelsfrei eine zeichnerische Konstruktion meint. Da Philon angibt, beim Bau des Geschützes die Maße aus der Zeichnung abzugreifen, muss es sich um eine Konstruktionszeichnung in natürlichem Maßstab handeln. Das entspricht genau der oben für das Geison der Prostoön-Inschrift vorgelegten Interpretation. Damit scheint die Abgrenzung von Bedeutung und Funktion von Paradeigma und *Anagraphé* klar: Paradeigma bezeichnete ein voll ausgearbeitetes Musterstück, *Anagraphé* einen Werkriß. Paradeigma war, wo notwendig, die dreidimensionale Darstellung eines Werkstücks, *Anagraphé*, wo hinreichend, die zweidimensionale Darstellung eines Profils oder Schnitts des Werkstücks.

2.4 Materialien

2.4.1 Holz

Architekturglieder aus Holz haben sich nahezu nirgendwo erhaltenen. Zu den seltenen Ausnahmen gehören einige Verdübelungen an Säulentrommeln des Erechtheion und des Parthenon. Hinweise auf Holzart, Herkunft und Preis geben einige der Inschriften und vereinzelte Angaben in den Quellen, vor allem bei Theophrast (ca. 370–287) im fünften Buch seiner

¹⁹⁶IG II/III² 244, Z. 54; 106. Maier 1959–1961, I 45. 46. Maier bezieht sich zudem auf Lattermann 1908, 40f.

¹⁹⁷Mutulusbreite gleich Triglyphenbreite; Breite beider *Viae* gleich Metopenbreite minus Triglyphenbreite. Auch an den Architraven ließen sich die betreffenden Maße abgreifen, an der Breite der *Regulae* bzw. der Zwischenräume zwischen den *Regulae*.

¹⁹⁸Philo. Mech., *Belopoika* 52, 30–47

Naturgeschichte der Gewächse.¹⁹⁹ Über die Art der Verwendung als Dach- und Deckenkonstruktion lassen Baureste Rückschlüsse zu, wenn die Anschlussstellen (Balkennester usw.) erhalten sind. Für die Frühzeit lassen einige der Hausmodelle Hinweise zur Holzkonstruktion zu. Bildliche Darstellungen geben hingegen kaum Aufschlüsse.²⁰⁰

Im Steinbau hatte Holz als Baustoff eine quantitativ wie strukturell hohe Bedeutung. Verwendet wurde es in der Regel in etwa derselben Weise wie noch im Steinbau der frühen Neuzeit, nämlich für die Ausstattung der Bauten mit Türen, Fenstern und Treppen, und vor allem für Decken und Dachstühle. Nur wenn ein Bau hohe Ansprüche demonstrieren sollte, wurde das standardmäßig verwendete Holz durch Stein substituiert. Vor allem Tür- und Fensterlaibungen wurden in Stein gefertigt, seltener Kassettendecken. Am Tempel von Sangri auf Naxos – einem technischen Kabinettstück – ist sogar das Dach (Dachbalken und Dachhaut) vollständig aus Marmor gefertigt.

Noch höher war die Bedeutung des Holzes im Lehmziegelbau, also vor allem bei Wohnhäusern, und in der Frühzeit auch bei öffentlichen und sakralen Bauten. Es diente hier zusätzlich zur Aussteifung von Mauern (wie auch an Stadtmauern) und Wänden, und zum Schutz von Mauerzungen (Anten). Zudem waren an Lehmziegelbauten auch Stützen und Gebälke regelmäßig in Holz ausgeführt.

Des Weiteren wurde Holz auf den Baustellen für Werkzeuge²⁰¹ und Meßzeuge sowie für Maschinen (Gerüste, seltener Kräne) benötigt. Auch brauchte man Holz für das Brennen der Dachziegel und das Schmelzen des Bleis für den Verguss von Eisenklammern. Holzkohle – selten reine Kohle²⁰² – war beim Schmieden der Beschläge, Dübel, Klammern und Werkzeuge erforderlich.

Kaum bekannt sind hingegen reine Holzkonstruktionen.²⁰³ Sie werden aber bei Brücken vielfach üblich gewesen sein.²⁰⁴ Ansonsten lassen sich nur einige nur für temporäre Nutzung errichtete Bauten belegen, deren Holz also wiederverwendet werden konnte, wie das ältere Dionysos-Theater am Südabhang der Athener Akropolis.²⁰⁵ Die Gründe für das weitgehende Fehlen reiner Holzkonstruktionen liegen kaum in klimatisch bedingter hoher Brandgefahr – Lehmziegelbauten waren kaum weniger gefährdet –, sondern in den hohen Kosten für hochwertiges Bauholz. Nicht sicher bekannt sind zudem freitragende Holzkonstruktionen ganzer Gebäude (wie Fachwerkhäuser), obwohl die erforderlichen Kenntnisse und Techniken aus dem Schiffbau, und vor allem aus dem Gerüstbau bekannt gewesen sein müssen, denn mit Hilfe der Gerüste und Winden wurden Bauglieder von über 10 to Gewicht versetzt (s. Abb. 2. 15). Nicht nachweisbar verwendet wurde Holz für Fundamentierungen, denn man kennt keine Pfahlgründungen in sumpfigem Gelände, obwohl auf solchem Untergrund einige der größten Tempelbauten errichtet worden sind (Heratempel auf Samos, Artemision in Ephesos, jeweils mit Vorgängerbauten).

¹⁹⁹Vgl. auch Vit. 2. 9–10.

²⁰⁰Meiggs 1982; Müller-Wiener 1988, 53–56; Martin 1965, 2–46; Orlandos 1966, I, 21–29; Blümner 2004, II; Hodge 1960; Mulliez 1983; Ulrich 2008.

²⁰¹Stiele häufig aus EscheMartin 1965, 40.

²⁰²Theophr. lap. 16

²⁰³Selbst im walddreichen Norden (Makedonien, Thrakien), wo sie noch am ehesten zu erwarten wären, sind reine Holzbauten bisher nicht nachgewiesen. Bezeichnend in dieser Hinsicht ist vielleicht, dass Vitruv sich dort, wo er auf Vollholz-Bauten zu sprechen kommt (2.1.4), auf so vergleichsweise fernliegende Gebiete wie die nördliche Schwarzmeerküste bezieht.

²⁰⁴Theophr. h. plant. 5. 4, 6, wo aber angedeutet ist, dass es sich um eine sehr alte Konstruktion handelt.

²⁰⁵Aus Holz dürfte nur das freistehende Bühnenhaus gewesen sein, für den Zuschauerraum nutzte man den Südabhang des Felsens. Temporär errichtete Theaterbauten: z. B. IG XI 158 A.

Holzarten und ihre Verwendung

Theophrasts Aussage, dass am Bau außer den sehr weichen nahezu alle vorkommenden Holzarten verarbeitet wurden,²⁰⁶ hat schon die ältere Forschung bestätigt, die die Verwendung von nicht weniger als 25 Arten in den Quellen nachweisen konnte.²⁰⁷ Diese Vielfalt dürfte vor allem zwei Gründe haben. Zum einen wird man aus Kostengründen soweit wie möglich Holz aus den jeweils umliegenden Wäldern verwendet haben, welche Arten auch immer dort vorherrschten. Zum anderen ergaben sich aber vor allem bei weiträumigen, anspruchsvollen Bauten Anforderungen an die Qualitäten und Dimensionen der Balken, denen nur mit bestimmten, meist importierten Holzarten entsprochen werden konnte.

Anforderungen hinsichtlich der Biege- und Druckfestigkeit stellten vor allem die Tragwerke der Dächer, die die Last der Ziegel und einer eventuell darunter liegenden Lehmschicht zu tragen hatten. Bei den Deckenbalken erforderte die freie Länge entsprechende Dimensionierungen. Die Beschränkung der freien Spannweiten der Decken auf kaum über 12 m dürfte darauf zurückzuführen sein. Bei Decken, auf die Estrich aufgebracht werden sollte (mehrgeschossige Stoen), durfte das Holz nicht zu sehr auf Temperaturschwankungen reagieren, um Rissbildungen im Estrich zu vermeiden. Insbesondere bei den großen Tempeltüren (Höhe bis über 10 m) war das Alterungsverhalten (Verzug) und die Resistenz gegen Fäulnis bei Feuchtigkeit bei der Auswahl, neben ästhetischen Aspekten wie Maserung, zu berücksichtigen. Dasselbe galt für Hölzer, die für Steinverbindungen als Dübel und Schwalbenschwanz-Klammern eingesetzt wurden.²⁰⁸

Das Fachwissen, das sich die Zimmerleute – sicher auch im Austausch mit den Schiffbauern – über die Eigenschaften der lieferbaren Hölzer erworben hatten, muss erheblich gewesen sein, und galt offenbar als so zuverlässig, dass sich wissenschaftliche Autoren wie Theophrast bei der Diskussion technischer Eigenschaften der Holzsorten vielfach darauf bezogen. Theophrast bezeichnet als das am besten nutzbare Holz die Weißtanne (*Abies alba*) und die Schwarzkiefer (*Pinus nigra*),²⁰⁹ was vielleicht als verallgemeinernde Aussage für die an größeren Bauten tragend verwendeten Hölzer angesehen werden kann. Einen Einblick in die Breite der funktionspezifischen Verwendung der Hölzer gibt die folgende Zusammenstellung einiger belegbarer Verwendungen²¹⁰:

²⁰⁶Theophr. h. plant 5. 7, 4.

²⁰⁷Blümner 2004, II 311.

²⁰⁸Für Klammern wurde vielfach Eisen oder Bronze verwendet, aber selbst am Parthenon oder am Erechtheion waren die Dübel, die die Säulentrommeln verbanden, aus Holz.

²⁰⁹Theophr. 5, 6, 4.

²¹⁰Martin 1965, 22–29; Orlandos 1966, I 21–29; Blümner 2004, II 245–297 gibt einen umfassenden Überblick über die bekannten Hölzer und deren Verwendung in allen Gewerken, speziell zum Holz im Bauwesen 311–316; eine weitere Tabelle (nicht nur Bauholz) bei Ulrich 2008, 449. Vgl. auch Meiggs 1982, Kap. 7 und die Appendices zu den einschlägigen Inschriften.

| Baugruppe | Holzart | Ort/Bau |
|----------------|-------------------------|--|
| Säulen | Eichenholz | Heraion, Olympia |
| Stützen | Eichenholz | salle hypostyle, Délos |
| Dachstühle | Pinie | Klaros, Delos |
| | Tanne | Epidauros, Delphi, Delos ¹ |
| | Zeder | Ephesos, Artemision |
| | Zypresse | Parthenon, Delphi (alkmaionidischer Apollontempel) |
| | | Delphi, Eleusis |
| Decken | Buchsbaum | Erechtheion |
| | Ulme | Delos, Apollontempel |
| | Zeder | Delos, Apollontempel |
| | Zypresse | Epidauros, Asklepiostempel |
| | Eiche | salle hypostyle, Delos |
| | makedonischem Nadelholz | Eleusis |
| Fenster | | |
| Empolia (erh.) | Zypresse | Erechtheion |
| Empolia (erh.) | Zypresse | Parthenon |
| Empolia (erh.) | Olivenholz(?) | Apollontempel auf Delos |

Tabelle 2.1: Holzarten und ihre Verwendung.

¹Balken von 18 Ellen (ca. 9 m) Länge [Pfette?], IG XI 2, 203 B, Z. 101.

Herkunft, Einschlag, Verarbeitung

Die wichtigsten Liefergebiete für Bauhölzer im Mutterland waren Arkadien für Eiche, Euböa für Nußbaum, das Olymp-Gebirge für Buchsbaum, Makedonien für Nadelhölzer²¹¹ (speziell Schiffbau), Kreta für Zypressen²¹². Aus Kleinasien wurde Holz importiert vor allem aus dem Ida-Gebirge, den griechischen Schwarzmeerstädten Sinope und Amisos sowie aus Olympos an der Südküste. Trotz des enormen Aufwandes für den Transport wurden für bestimmte Zwecke Hölzer auch aus nicht-griechischen Gebieten bezogen. Neben Anatolien ist hier vor allem das Zedernholz aus Syrien (Libanon) und Zypern zu nennen.

Über den Einschlag ist hinsichtlich der Werkzeuge und der Transporttechniken innerhalb der Waldgebiete wenig bekannt. Sehr wahrscheinlich wurde mit Äxten gefällt und die Stämme mit Ochsen zunächst bis zu Verladeplätzen geschleift, die an Wegen oder Flüssen lagen.²¹³ Die Kenntnisse, die der ‚Qualitätssicherung‘ dienten, sollen sogar in Fachschriften niedergelegt worden sein.²¹⁴ Geschlagen werden sollten Bäume mittleren Alters, der Einschlag in den trockneren Jahreszeiten durchgeführt werden. Laubholz, dessen Rinde am Ort entfernt werden sollte, um das Holz sterben und trocknen zu lassen, sollten im Frühjahr vor dem Ausschlagen der Blätter geschlagen werden, Eiche hingegen im Spätherbst oder Winter, was der Verrottung und dem Befall durch Holzwürmer entgegenwirken sollte. Einfluss auf

²¹¹Makedonisches Holz in Delphi und auf Delos, ev. Epidauros: Belege bei Borza 1987, 40 Anm. 36.

²¹²Plin. n.h. 16, 141f.

²¹³Meiggs 1982, 330ff.

²¹⁴Theophr. 5. 1, 1–5; Ulrich 2008, 448.

die Qualität sollten auch die Mondphasen gehabt haben: bei zunehmendem Mond geschlagenes Holz sollte härter sein und weniger stark verrotten. Verladen und verhandelt wurden in der Regel wohl Stämme, die Verarbeitung zu Balken und Brettern erfolgte, soweit aus den Quellen erkennbar, entweder beim lokalen Händler oder vor Ort auf der Baustelle.²¹⁵

Holztechnik

Holz, das besonders gegen Verzug gesichert werden sollte, wurde vor der Verwendung zunächst über längere Zeit – teilweise über Jahre²¹⁶ – abgelagert. Auf der Baustelle wurde das Holz den Spezifikationen entsprechend zugeschnitten und bearbeitet. Die Balken des nicht einsehbaren Dachs (offene Dachstühle waren extrem selten) wurden wahrscheinlich nur grob, mit dem Querbeil (Dechsel) in rechteckige Form gebracht, wie die Balkennester an den Blöcken belegen, in denen die Balken gelagert wurden. Bretter wurden gesägt.²¹⁷

Die Art der Holzverbindungen lässt sich nur selten direkt nachweisen,²¹⁸ doch dürften Verzapfungen und Verdübelungen (auch für die Anbringung von Zierleisten belegt²¹⁹), wie sie in Rom häufiger nachgewiesen sind²²⁰ und wie man sie noch heute aus dem Fachwerkbau kennt, Standard gewesen sein. Am Vorhandensein der erforderlichen Kenntnisse besteht ohnehin wegen der Ähnlichkeiten der Technik mit dem Schiffbau kein Zweifel.²²¹ Wo die Belastung relativ gering war, also vor allem bei der Applikation von Zierleisten, etwa bei kassettierten Decken, wurde Klebstoff verwendet.²²²

Die Verwendung von Nägeln scheint hingegen keine übliche Form der Verbindung gewesen zu sein, denn andernfalls hätte Philon in seinem Traktat es für Dachlatten nicht ausdrücklich vorgeschrieben.²²³ Dagegen spricht auch, dass man bei Dächern, die man in Sturzlage ausgegraben hat, kaum Nägel gefunden hat. Verkleidungen von Dachrändern aus Terrakotta (,westgriechische Dächer‘) wurden jedoch, wie die Nagellöcher in ihnen anzeigen, angenagelt. Schrauben – wiewohl im Prinzip bekannt durch die Pressen – wurden sicher nicht verwendet.

Zur Verarbeitung zählen schließlich auch die Konservierungstechniken, die das Holz vor Fäulnis und Schädlingen schützen sollten. Bekannt ist, dass die Bemalung (Enkaustik), wenn auch in erster Linie als Ornamentierung gesehen, als Schutzschicht diente, ebenso wie – bei nicht einsehbaren Baugliedern – die aus dem Schiffbau bekannte Beschichtung mit Pech.²²⁴ Theophrast berichtet, dass das Holz der Drehzapfen von Türen mit Kuhmist bestrichen wurde, um ein langsames, verzugfreies Austrocknen zu gewährleisten.²²⁵ Wie

²¹⁵Ankauf von zugesägten Brettern: z. B. IG I² 1672 (Eleusis), Z. 146f., 151–153, 156. Vgl. Meiggs 1982, 434f. Zusägen vor Ort z. B. IG I³ 475, 54, 290 (Erechtheion); 476, Z 33, 38f. (Sägen durch spezielle Arbeiter im Tageslohn).

²¹⁶Theophrast erwähnt, dass das Zypressenholz für Decken und Türen am jüngeren Artemision von Ephesos vier Generationen abgelagert worden war, h. plant. 5. 4, 2.

²¹⁷Siehe vorhergehende Anmerkung zum Erechtheion.

²¹⁸Beispiele für das Verdübeln, Verzapfen und Verklammern von Holzbauteilen bei Orlandos 1966, I, S. 46.

²¹⁹Wittenburg 1978, 66.

²²⁰Ulrich 2008, 452.

²²¹Die Verklammerung von Brettern untereinander durch sogenannte Schwalbenschwanz-Klammern – bei Steinbauten sind Holzklammern häufiger nachgewiesen – könnte m. E. aus dem Zimmermannshandwerk stammen.

²²²Wittenburg 1978, 66; Ankauf Klebstoff in Eleusis: IG II² 1672, 161.

²²³Poll. X 188.

²²⁴Martin 1965, 20.

²²⁵Theophr. h. plant 5. 5, 6.

dauerhaft Holzkonstruktionen gewesen sein konnten, illustriert die originale, hölzerne Innensäule des Heraion, die Pausanias noch gesehen hat: Sie muss über 600 Jahre alt gewesen sein.

Transportkosten, Preise und politische Bedeutung des Holzexportes

Hochwertiges Holz war wegen der bezogen auf das Siedlungsgebiet geringen Waldestände, und die damit einhergehenden weiten Handelswege, sehr teuer.²²⁶ Konkrete Preisangaben sind allerdings nur selten möglich, weil nur wenige Urkunden Preise, Holzart und Abmessungen verzeichnen. Die höchsten Preise erzielte das aus der Levante importierte Zedernholz. Wie sich aus einer Abrechnungsurkunde aus dem Heiligtum von Eleusis ergibt, entsprach im 4. Jahrhundert der Preis für ein einzelnes Brett von ca. 356 * 11 * 5,5 cm nicht weniger als 23 Tageslöhnen eines qualifizierten Arbeiters.²²⁷ Dieser Preis war der Lieferpreis vor Ort, enthielt also bereits die Transportkosten. Ulmenholz hatte gemäß derselben Urkunde immerhin noch ein Viertel des Wertes von Zedernholz²²⁸, und war damit, auf das Volumen bezogen, immer noch deutlich teurer als hochwertiger Stein.²²⁹ Vermutlich deshalb wurden Häuser auch ohne die Türen und Fenster verkauft.²³⁰ Handelte es sich hingegen um geringwertige Hölzer, übertrafen häufig die Transportkosten die Materialkosten.²³¹

Die Preise für hochwertige Hölzer hatte eine politische Komponente, da auf den Export hochwertiger Hölzer Ausfuhrzölle erhoben wurden (bekannt als Monopol des Königs in Makedonien), und vor allem, weil für den Schiffbau geeignetes Holz eine strategische Ressource war. Holzexportlizenzen wurden sogar wiederholt als Instrument der politischen Bestechung eingesetzt.²³²

2.4.2 Stein

Gesteinsarten

Praktisch alle in Griechenland vorkommenden Gesteine, mit denen sich bauen lässt, sind auch für Bauten verwendet worden. In der Holz-Lehmziegel-Architektur der geometrischen und früharchaischen Zeit wurden lediglich im Fundamentbereich Lese- und Feldsteine verbaut, und entsprechend finden sich unterschiedliche Gesteine in denselben Mauern. Erst mit dem Beginn des Monumentalbaus in Stein am Ende des 7. Jahrhunderts, bei dem Steinqualitäten nicht mehr beliebig verwendet werden konnten, setzt die gezielte Verwendung von Gesteinsarten ein, und damit auch die systematische Gewinnung dieser Gesteine in großem Umfang in Steinbrüchen.

Über Gesteine und ihre Eigenschaften existierte in der griechischen Antike eine Fachliteratur. Schon die ionischen Naturphilosophen hatten sich mit Gesteinen beschäftigt. Von den antiken ‚Steinbüchern‘ erhalten ist eine Schrift von Theophrast.

²²⁶Tabellarische Übersicht bei Martin 1965, 32f.

²²⁷IG II² 1672, Z. 146; cf Meiggs 1982, 437. Es handelt sich um drei Bretter vom formal 12' * 6'' * 3'' (nicht wie bei Meiggs irrtümlich angegeben 12' * 4'' * 2''), die zusammen 70 Drachmen kosteten.

²²⁸Meiggs 1982, 437.

²²⁹Orlandos 1966.

²³⁰Hoepfner und Schwandner 1994.

²³¹ID III 5, 36, Z. 15f. (Delphi, Holz aus Sikyon); IG II² 1672, Z. 124f.; vgl. Martin 1965, 32 Anm. 6.

²³²Borza 1987, 32–52.

Die für den Monumentalbau wichtigsten Gesteinsarten sind verschiedene Sedimentgesteine, vor allem die harten, grauen Kalksteine und verschiedene Kalksandsteine sowie der Marmor. Der in den Quellen häufig genannte ‚Poros‘ ist geologisch nicht eindeutig bestimmbar, sondern bezeichnete verschiedene Kalksteine, Muschelkalke und Tuffe. Magmatische Gesteine wie Granite, Basalte und Andesite wurden vergleichsweise selten verwendet, und häufig nur in nicht oder kaum sichtbaren Bereichen wie Fundamenten.

Gesteine, die anfällig für Erosion waren, wurden auf den Außenflächen mit einem – meist sehr feinen und dünn aufgetragenen – Kalkputz überzogen, in den Marmorfeinmehl eingearbeitet sein konnte. Solche Putze waren zudem erforderlich, um bestimmte Bauteile mit Farbe zu überziehen.

Die Verwendung der Gesteinsarten richtete sich zwar prinzipiell nach deren natürlichen Eigenschaften, ist jedoch nicht im engen Sinne funktional differenziert. So findet man nur sehr selten Bauten, an denen die statisch kritischen Tragbalken über den Säulen aus anderem Material gefertigt sind als die darüber liegenden Teile des Gebälks (Fries und Gesims), die allein auf Druck belastet werden. Wenn innerhalb des Oberbaus verschiedene Gesteine verwendet wurden, dann meist wegen der Farbigkeit, etwa für Fußböden, oder weil nur bestimmte Gesteine – vor allem Marmor – geeignet waren für bildhauerischen Bauschmuck (Ornamente und Bildreliefs).

Steingewinnung

Steinbrüche wurden schon in mykenischer Zeit betrieben, das erforderliche technische Wissen war also lange vor der hier behandelten Epoche bekannt. Zur Gewinnung von Baumaterial wurden Steinbrüche in nachmykenischer Zeit aber erst seit dem Beginn des Monumentalbaus genutzt, also ab dem späten 7. Jahrhundert.

Normalerweise wurde das Gestein oberirdisch abgebaut. Es gab jedoch auch unterirdische Vorkommen, die abgebaut wurden, wie etwa in Syrakus oder Ephesos. Wurde ein unterirdischer Steinbruch aufgelassen, wurden die Schächte gelegentlich als Nekropole weitergenutzt (Syrakus, Akrai²³³). Steinbrüche waren in der Regel öffentliches Eigentum, das meist parzellenweise an Unternehmer verpachtet wurde (so bekannt aus Korinth). Abgebaut wurde auf Bestellung anhand entsprechender Listen, so dass die erforderlichen Abmessungen des Steins gemäß seiner späteren Funktion schon beim Brechen des Steins maßgeblich waren. Öfter wurden Vorkommen an verschiedenen Stellen gleichzeitig ausgebeutet, um unterschiedliche Qualitäten abbauen zu können (Ephesos, Thasos-Aliki, Ägina). Wegen der Belieferung von Baustellen durch mehrere Steinbrüche oder durch verschiedene Pächter wurden auf den Blöcken häufig Abrechnungsmarken eingeschlagen, die bei der endgültigen Glättung der Sichtflächen der Blöcke nach dem Versatz am Bau abgearbeitet wurden.

Im Steinbruch wurden zunächst die obersten, erodierten Schichten entfernt, deren Material für das Bauen ungeeignet war. Der eigentliche Abbau erfolgte durch Zerspanen und Absprengen.²³⁴ Dabei wurde die Schichtung des Gesteins im Steinbruch auf die spätere Einbaulage der Blöcke am Bau bezogen, so dass die horizontalen Schichten im Gestein auch am Bau horizontal erscheinen. Das bedeutete praktisch, dass Wandquader gleichsam liegend, Säulentrommeln hingegen stehend aus dem anstehenden Gestein herausgebrochen

²³³Akrai: Not. Scavi 24, 1970, 438ff.; Syrakus: Not. Scavi 25, 1971, 575ff.

²³⁴Müller-Wiener 1988, Abb. 12b und c.

wurden.²³⁵ Der Gedanke, der dahinter stand, war offensichtlich der, dass vertikal verlaufende Gesteinsschichten in den Baugliedern unter Druck wie Sollbruchstellen gewirkt hätten. In Kauf nehmen musste man zur Vermeidung dieses Problems, dass bei vertikalen Baugliedern wie Säulentrommeln oder Türgewänden sehr tiefe Schrotgräben angelegt werden mussten. Daher kennt man auch Architrave, bei denen die Schichtung am Bau nicht in derselben Ebene liegt wie im Steinbruch, d. h. die Architrave wurden genauso wie Platten aus dem anstehenden Gestein herausgesprengt, und am Bau gleichsam um 90° gekippt.

Für das Brechen der Blöcke wurden zusätzlich zur Oberfläche zunächst ein bis drei Seiten des Steins freigelegt, indem Schrotgräben (bis ca. 60 cm Breite) mit der Hacke oder mit Hammer und Meißel angelegt wurden. Wo möglich, wurden die Schrotgräben dort angelegt, wo härtere und weichere Schichten im Gestein aufeinandertrafen. Zum Absprengen des Unterlagers und der eventuell noch nicht freigelegten Seitenflächen wurden Keile aus Holz oder Metall zum Spalten des Steins verwendet. Holzkeile wurden nach dem Einsetzen in passgenaue Ausarbeitungen gewässert, so dass sie durch das Aufquellen den Stein absprengten. Metallkeile wurden in Reihe eingetrieben, wobei der für das eigentliche Absprengen entscheidende Schlag auf die Keile von allen Arbeitern exakt gleichzeitig ausgeführt werden musste.²³⁶ Nicht immer wurde allein die Unterseite abgesprengt, es konnten gleichzeitig auch Seitenflächen abgesprengt werden, was handwerklich anspruchsvoller war, aber effektiver war.

Die abgesprengten Blöcke wurden in der Regel bereits im Steinbruch auf annähernd ihre endgültige Form abgearbeitet. Auf diese Weise war die endgültige Form von einem dünnen Werkzoll eingehüllt, d. h. in Bosse belassen. Das diente dem Schutz der späteren Sicht- und Lagerflächen beim Abtransport aus dem Steinbruch. Die Ausarbeitung der annähernd endgültigen Form bereits im Steinbruch hatte weitere Vorteile. Zum einen war das bruchfeuchte Material leichter, und damit schneller zu bearbeiten. Zum anderen konnte dadurch das Transportgewicht reduziert werden. Der Werkzoll konnte so gering ausfallen, dass an den Trommeln für eine Säule die vorgesehene Entasis bereits im Steinbruch erkennbar war, wie in einem sizilischen Steinbruch (Selinus, Cave di Cusa) beobachtet worden ist, aus dem einige Bauglieder nicht mehr ausgeliefert worden sind. Insofern verwundert es nicht, dass in Steinbrüchen Arbeiter beschäftigt waren, die auch am geplanten Bau selbst tätig waren,²³⁷ wohingegen die Arbeit in Steinbrüchen im allgemeinen als körperlich belastend, aber unqualifiziert galt, weswegen man dort gelegentlich Kriegsgefangene einsetzte.

Der Steinsplitt, der beim Anlegen der Schrotgräben anfiel, wurde meist beim Steinbruch gelagert. Große Mengen von solchem Splitt sind heute ein Merkmal, anhand dessen aufgelassene Steinbrüche identifiziert werden können. Um Fundamentgräben von Neubauten aufzufüllen, war der Splitt aus den Steinbrüchen nicht erforderlich, da beim Abarbeiten des Werkzolls auf dem Bauplatz genügend Splitt anfiel. Bei geeignetem Material – Kalkstein oder Marmor – konnte der Splitt auch zum Kalkbrennen verwendet werden.

²³⁵Siehe für Selinunt Durm u. a. 1905, Abb. 62.

²³⁶Nach Müller-Wiener (1988) wurden größere Steine durch aufgequollene Holzkeile, kleinere durch eingeschlagene Eisenkeile abgesprengt.

²³⁷Nachweise bei Müller-Wiener 1988, 44 Anm. 6.

2.4.3 Lehm, Ton und weitere Materialien

Neben Holz und Stein wurde noch eine große Anzahl weiterer Materialien benötigt, vor allem Lehm, Ton, gebrannter Kalk, Eisen, Bronze, Hanf, Farbpigmente usw. Ihnen allen ist gemeinsam, dass die Erschließung der Rohstoffe und die Entwicklung der Techniken ihrer Verarbeitung – im Gegensatz zum Bauen mit Werksteinen – in eine Zeit weit vor der hier betrachteten Periode fallen. Daher wird im folgenden nur summarisch auf diese Materialien eingegangen.

Das unter den angesprochenen Materialien für das Bauwesen quantitativ mit Abstand wichtigste war Lehm. In Form von luftgetrockneten Ziegeln oder als Stampflehm war Lehm das Standard-Baumaterial für Wohn- und Nutzbauten.²³⁸ Auch Stadtmauern wurden in klassischer Zeit, und auch später noch, aus Lehmziegeln gebaut (Plataiai, Mantinea). Obwohl preiswert und leicht zu verarbeiten, in diesem Sinne also ‚billig‘, wurden auch nach dem Aufkommen der Werksteintechnik vereinzelt noch Sakralbauten oder anspruchsvolle öffentliche Gebäude mit Lehmziegelwänden errichtet. Zu ersteren gehört der Despoinatempel in Lykosura, zu letzteren das Pompeion in Athen, das Katagogeion in Kassope, das Gymnasion und die Palästra in Olympia und viele andere.

Über die Technik des Lehmziegelbaus lassen sich jedoch nur sehr wenig präzise Aussagen machen, da praktisch keine Baureste erhalten sind, falls die Lehmmauern nicht bei einem Feuer (‚sekundär‘) gebrannt, und so erhalten geblieben sind. Lehm hat als Baumaterial verschiedene vorteilhafte Eigenschaften. Leicht zugängliche Vorkommen gab es außer in felsigen Gebieten fast überall. Lehm wirkt stark feuchtigkeitsregulierend, denn Lehm resorbiert die Luftfeuchtigkeit sehr schnell, und gibt bei Trockenheit die aufgenommene Feuchtigkeit auch sehr schnell wieder ab. Zudem wirkt Lehm, vor allem, wenn er mit pflanzlichen Stoffen gemagert wird, als effizienter Dämmstoff. Schließlich ist Lehm bei Zerstörungen in einfachster Weise wiederverwendbar. Eine eingestürzte Mauer etwa lässt sich problemlos wieder aufbauen, wenn der Lehm gewässert und wieder in Formen verstrichen worden ist. Nachteil des Lehms ist, dass er bei Schlagregen oder konstanter Bodenfeuchtigkeit zerfließt, so dass entsprechende Schutzmaßnahmen wie Sockelzonen aus Stein und große Dachüberstände erforderlich sind. Das Bestreichen der Wandaußenflächen mit Kalkmilch oder Kalkputz bietet ebenfalls wirksamen Schutz. Alle genannten Maßnahmen haben die Griechen praktiziert. Insbesondere die Steinsockel von Lehmziegelbauten haben sich häufig erhalten. Bei Wohn- oder Nutzbauten sind diese Sockel zumeist aus Bruch- oder Lesestein zusammengefügt. Bei sakralen oder öffentlichen Bauten wie den oben angeführten Gebäuden wurden die Sockelzonen der Lehmziegelwände aus großen, sorgfältig bearbeiteten und in dichtem Fugenschluss versetzten Steinplatten (Orthostaten) errichtet, also in Werksteintechnik.

Für die Mauern selbst wurde der Lehm zunächst mit Wasser angemacht und aufbereitet. Sog. fetter Lehm mit hohem Tongehalt wurde mit Sand gemagert, damit beim Trocken, bei dem die Ziegel wegen der Abgabe des Wassers schrumpfen, möglichst wenig Risse auftraten. Demselben Zweck diente auch die Beimengung von pflanzlichen Stoffen, vor allem Stroh, das zudem, wie angesprochen, die Dämmeigenschaften verbessert. Der aufbereitete Lehm wurde anschließend mit Hilfe von Holzrahmen geformt und an der Luft zur Vermeidung von Rissen langsam, also wohl eher im Schatten und nicht im Hochsommer, getrocknet. Verlegt wurden die Ziegel in ähnlichen Mustern wie später die Backsteine. Die Fugen wurden mit

²³⁸Über Ziegel ausführlich Martin 1965, 46–64; über Formziegel Lauter 1986, 53ff. zu Wohn- und Nutzbauten mit Lehm und Formziegeln s. Hoepfner und Schwandner 1994.

wässrigem Lehm verstrichen. Nicht zu klären ist, in welchem Umfang die Griechen die als Pisé bekannte Bauweise praktizierten, bei der der sog. Stampflehm schichtweise zwischen Bretterschalen eingebracht und durch Stampfen verdichtet wird. In der Regel verbleibt von einer Lehmziegel- oder Stampflehm-mauer nach Auflösen des Gebäudes nur eine formlose Lehmschicht auf Höhe des Steinsockels. Die wenigen durch Brand erhaltenen Reste von Mauern aus Lehm waren aus Lehmziegeln errichtet, so dass man zumindest vermuten kann, dass Pisé seltener war als Lehmziegel. Zudem waren die für Pisé erforderlichen Schalbretter sicher teurer als die relativ kleinen Holzformen der Lehmziegel.

Gebannter Ton, oder meist eher stark tonhaltiger Lehm, der in speziellen Öfen gebrannt wurde, ist in der griechischen Architektur vor allem für Dachziegel verwendet worden. Hinzukommen am Dach die Traufrinnen (Simen), kleine Palmetten über deren Fugen (Antefixe) und Schmuckapplikationen an Ecken und Firsten (Akrotere, teils floral, teils figürlich), sowie an westgriechischen Dächern Verkleidungsplatten für die vorkragenden Teile des Gebälks, die ursprünglich die Holzgebälke gegen Feuchtigkeit schützten.

Fast keine Rolle spielen in der griechischen Architektur hingegen gebrannte Ziegel bzw. Backstein. In seiner üblichen Form und als primäres Baumaterial kommt er in Griechenland erst in der römischen Kaiserzeit auf. Vereinzelt findet man jedoch im Hellenismus gebrannte Ziegel in spezieller Funktion (Formziegel), etwa zum Aufmauern von Säulenschäften. Die Techniken waren folglich durchaus bekannt. Ähnliches gilt für den gebrannten Kalk, der in der Kaiserzeit, mit Sand vermischt zu Mörtel, als Bindemittel von Backstein und Naturstein benutzt wurde. In der hier betrachteten Epoche wurde Brandkalk, vermischt mit feinem Sand oder Marmormehl, nur verwendet, um an Bauten aus porösem Steinmaterial die Außenseiten von Wänden, Säulen und Gebälken zu verputzen. In einigen wenigen Ausnahmefällen hat man auch Kalkmörtel gefunden, mit dem Fugenklaffungen nachträglich verschlossen worden sind.

Die Dachziegel aus gebranntem Ton gelten als griechische Erfindung des frühen 7. Jahrhunderts.²³⁹ Im alten Orient und im pharaonischen Ägypten sind sie nicht nachweisbar, und auch des Klimas wegen wenig wahrscheinlich. Im mykenischen Griechenland gab es allerdings bereits Dachziegel. Ob es eine Entwicklungslinie von dort nach Korinth, dem Ort der ersten Werkstätten für griechische Dachziegel, gibt, ist bisher unklar. Dachziegel aus den dazwischen liegenden ‚dunklen Jahrhunderten‘ und der geometrischen Zeit sind m. W. bisher nicht gefunden worden.

Die Herstellungstechnik für die verschiedenen Elemente der Dachhaut war auch vor der Einführung des Dachziegels lange bekannt, denn sie war dieselbe wie für die Gefäßkeramik. Auch gab es bereits lange vorher hinreichende Erfahrungen mit dem Brand großer Bauteile, wie die älteren Großgefäße belegen, die zur Aufbewahrung von Getreide und Öl in den Boden eingelassen wurden (sog. Pithoi). Dachziegel wurden aus grob gemagertem Ton hergestellt. Ziegel für besonders aufwändige Bauten wurden vor dem Brand zusätzlich durch Tauchen mit einer dünnen Schicht fein geschlammten Tons überzogen. Für die Formgebung wurden schon in spätarchaischer Zeit Modeln verwendet, die einheitlichere Ziegelserien ermöglichten als bei den älteren, handgestrichenen Ziegeln.

Die meisten griechischen Dächer haben jeweils zwei Hauptformen von Ziegeln: einen Flachziegel, der den größten Teil der Eindeckung bildet, und einen Deckziegel, der die Fugen zwischen den Flachziegeln überdeckt. Hinzukommen kommen noch besondere Formen für

²³⁹Heiden 1985, 195; zur Forschungsgeschichte der Dachziegel Hueber 1998; neuerer Überblick bei Hellmann 2002, 298–326.

den First und den Dachrand. Man unterscheidet nach der Grundform der Ziegel zwei Haupttypen von Dächern. Beim korinthischen Dach sind die Flachziegel gerade Platten mit leicht aufgewölbten seitlichen Rändern. Die Deckziegel über den Fugen sind im Querschnitt dreieckig in der Art eines Giebels. Beim lakonischen Dach sind die Flachziegel leicht konkav, die Deckziegel stark konvex geformt. Bei Dächern mit gekrümmten Flachziegeln wurden die Ziegel im Lehmbett verlegt, das auf die Holzschalung über dem Tragwerk aufgebracht wurde.²⁴⁰ Bei korinthischen Dächern mit geraden Flachziegeln, die durch Falze untereinander und mit den Deckziegeln verbunden waren, hätte das Lehmbett und die Schalung entfallen können, so dass eine einfache Lattung ausgereicht hätte wie bei modernen Ziegeldächern.

Ziegelformate und -formen wurden häufig speziell für die jeweiligen Bauten hergestellt, und waren somit Teil des Bauentwurfs. Der Bedarf an großen Mengen von Dachziegel hat aber gleichwohl – anders als im Werksteinbau – auch zur Standardisierung der Maße und Formen geführt. Zur Kontrolle der Form und Abmessungen, der sog. ‚tile standards‘, gab es Prüfplatten aus Stein, ähnlich Messtischen für Hohl- und Längenmaße. Die Ziegel konnten dort durch Einlegen mit den Vorgaben abgeglichen werden.²⁴¹

Eisen und Bronze wurde nicht nur zur Herstellung von Werkzeugen, sondern auch am Bau selbst verwendet, um Werksteine horizontal mit Klammern und vertikal mit Dübeln zu verbinden (zu den Formen s. Abschnitt 2.6 zu Bautechniken). Die schon im Zusammenhang mit den Paradeigmata angesprochenen Bronzedübel, die für die Vorhalle des Telesterion von Eleusis hergestellt wurden, bestanden aus elf Teilen Kupfer auf einen Teil Zinn, wie aus der zugehörigen Inschrift hervorgeht. Eisen für Dübel und Klammern war stets Schmiedeeisen mit geringem Karbongehalt, das sehr korrosionsbeständig ist. Gleichwohl wurden Dübel und Klammern zum Schutz vor Korrosion nach dem Einlegen in entsprechend ausgearbeitete Bettungen im Stein mit Blei vergossen, das nach dem Abkühlen wegen der Schrumpfung durch Schläge mit einem stumpfen Meißel in die Bettung gepresst wurde. Bronze bzw. Eisen wurde auch für die Türscharniere, Schlösser und sonstige Beschläge gebraucht. Einzelfall hinsichtlich der Verwendung von Eisen am Bau dürfte der ‚Chalkioikos‘ („Eisen-Haus“) genannte Tempel der Athena in Sparta gewesen sein, wahrscheinlich ein Lehmziegelbau, der mit Blechen verkleidet war.²⁴² Herstellung und Verarbeitungstechnik von Bronze und Eisen wurden bereits in der Zeit vor dem Beginn des 6. Jahrhunderts beherrscht. Die sehr weit entwickelten Kenntnisse dürften vor allem aus der Waffentechnik stammen.

Weitere Materialien, die im Bauwesen verwendet wurden, waren Farbstoffe. Farblich abgesetzt wurden bestimmte Komponenten der Gebälkornamentik. So wurden bei Bauten dorischer Ordnung die Triglyphen meist blau, die Architravtänien rot angestrichen. Man kann das mehr als nur in Resten heute noch an den makedonischen Kammergräbern in Verghina sehen. Bemalt wurden zudem plastisch ausgearbeitete Ornamentbänder (Kymatien), die gelegentlich auch nur auf Profile aufgemalt wurden. In der dabei angewandten Technik wurden die Farbpigmente durch Bienenwachs, eventuell versetzt mit Öl, gebunden. Aufgetragen wurden die Farben heiß, entweder nach Erhitzen über Kohlebecken, oder mit heißen Spachteln. Daher wird diese Technik als Enkaustik bezeichnet, was im Griechischen wörtlich ‚Eingebranntes‘ bezeichnet. Viele der Farbstoffe wurden importiert, z. B. aus Ägypten

²⁴⁰Die Lehmbettung wird erwähnt in der sog. Arsenal-Inschrift IG II² 1668 und in der Inschrift über die Ausbesserung der ‚Langen Mauern‘ von Athen zum Piräus IG II² 463; vgl. dazu auch die Angaben bei Martin 1965, 48 Anm. 4–6.

²⁴¹Eine solche Prüfplatte ist abgebildet bei Martin 1965, Abb. 23.

²⁴²Svenson-Evers 1996, s. v. Gitiades.

oder dem Sudan. Die Enkaustik war keine spezifisch für das Bauwesen entwickelte Technik, sondern wurde allgemein bei der Wand- und Tafelmalerei eingesetzt.

Zu nennen wäre schließlich noch eine Vielzahl anderer Materialien, zu denen beispielsweise Hanf für Seile, Weidenruten für Körbe – die Griechen kannten für den Transport von Sand, Erde usw. keine Schubkarren – und einige andere gehören. Fensterglas war nicht bekannt, obwohl Glas in hellenistischer Zeit als Material für kleinere Gefäße nicht selten ist.

2.5 Logistik

Vor allem der Bau von öffentlichen und sakralen Bauten in Griechenland erforderte im Bereich der Logistik²⁴³ einen erheblichen Aufwand und leistungsfähige technische Lösungen. Der Grund dafür liegt primär in der Bautechnik: Anders als beim Bauen mit luftgetrockneten oder gebrannten Ziegeln, wo vergleichsweise kleine, oft auch standardisierte Formate verwendet wurden, waren die in der Werksteintechnik bevorzugten Formate auf die Gesamtgröße des jeweiligen Gebäudes abgestimmt. Selbst bei Bauten von nicht übermäßiger Größe konnten auf diese Weise normale Wandquader, von denen Hunderte gebraucht wurden, ohne weiteres 500 kg wiegen. Bauglieder wie Architrave und Türstürze, bei denen die Formate nicht frei gewählt werden konnten, sondern auf die zu überspannenden Stützen abgestimmt sein mussten, erreichten an mittelgroßen Tempelbauten häufig Gewichte zwischen 5 und 10 to. In Ausnahmefällen wurden auch noch weit schwerere Bauglieder verwendet. Insbesondere in archaischer Zeit scheinen die Griechen bestrebt gewesen zu sein, die Grenzen des Machbaren bewusst ausmessen zu wollen. Das lässt sich schon daran ablesen, dass vielfach komplette Säulenschäfte aus einem einzigen Steinblock ausgearbeitet wurden, obwohl die wesentlich weniger aufwändige Bauweise, bei der die Säulenschäfte aus einzelnen Trommeln zusammengesetzt wurden, längst bekannt war. Zu den schwersten Baugliedern, die in archaischer Zeit versetzt wurden, gehören etwa die rund 20 to schweren Türgewände des um 530 errichteten Apollontempels auf Naxos.²⁴⁴ Der Architrav über dem Mitteljoch des Artemisions von Ephesos wog ca. 40 to.²⁴⁵ Die 14 m hohen Türgewände des hellenistischen Apollontempels von Didyma aus Marmor kommen sogar auf ein Gewicht von 70 to, was das Maximalgewicht darstellt, dessen Transport aus dem griechischen Bauwesen bekannt ist.²⁴⁶

Weiter verkompliziert und gesteigert wurden die Ansprüche an die Logistik häufig durch die Lage der Bauplätze und der Steinbrüche. Selbstverständlich wurde bei Heiligtümern, die auf einem Stadtberg (Akropolis) oder in einem Berghang gelegen waren, die anstehenden Gesteine – falls geeignet – zum Bauen genutzt, womit sehr viel Arbeit eingespart werden konnte, da das Steinmaterial für das Einebnen von Bergkuppen oder die Anlage von Terrassen direkt weiterverarbeitet werden konnte. War hingegen kein geeignetes Steinmaterial am Bauplatz vorhanden, oder sollte in Marmor gebaut werden, mussten nicht nur

²⁴³Eine zusammenhängende Darstellung der mit der Logistik des griechischen Bauwesens verbundenen Fragen ist bisher nicht publiziert worden. Eingehender behandelt werden Fragen der Logistik bei Martin 1965; Müller-Wiener 1988; Orlandos 1966; technische Analysen im Sinne der Mechanik finden sich bei Cotterell und Kamminga 1990. Eine beispielhafte und brilliant illustrierte Darstellung für den Transport vom Steinbruch bis zur Baustelle gibt Korres 1995.

²⁴⁴Gruben 1986, 347.

²⁴⁵Müller-Wiener 1988, 80.

²⁴⁶Gruben 1986, 410.

weitere Transportwege bewältigt werden, sondern auch starke Steigungen. Die Blöcke mussten also zunächst aus den oft in den Bergen gelegenen Steinbrüchen abgelassen, abtransportiert, und anschließend gegebenenfalls auf eine Akropolis hinaufgebracht werden. So wurde der Marmor für die perikleischen Bauten in Athen in dem Pentelikon genannten Berghang gebrochen, in die attische Ebene gebracht, und anschließend den Akropolis-Abhang hinauftransportiert (ca. 14 km). Die Steinbrüche, die für das Didymaion bei Milet genutzt wurden, lagen im rund 20 km entfernten Latmosgebirge (wo heute noch einige unfertige Bauglieder am Ort liegen). Steinmaterial für das Apollonheiligtum von Delphi wurden per Schiff in den Hafen Kirrha am Golf von Korinth gebracht. Der Weg vom Hafen zum Heiligtum ist ca. 18 km lang, der Höhenunterschied beträgt etwa 650 m.

2.5.1 Steintransport

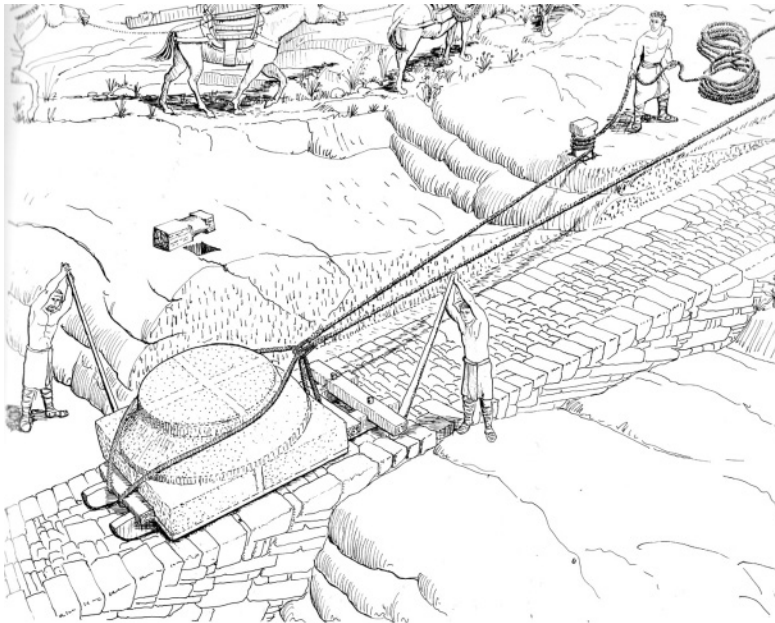


Abb. 2.9: Ablassen eines Kapitells aus dem Steinbruch mit einem Schlitten über eine Rampe (Korres und Vierneisel 1992, Nr. 13).

Für das Ablassen der Blöcke aus hochgelegenen Steinbrüchen waren Wagen häufig ungeeignet, weil sie wegen des Gewichts der Ladung auf relativ steilen Rampen nicht ausreichend hätten gebremst werden können. Man verwendete daher Schlitten, die durch die im Vergleich zu Wagenrädern weit höhere Friktion der Kufen wesentlich besser für Gefällestrecken geeignet waren. In manchen Steinbrüchen haben sich die Riefen erhalten, die bei der Verwendung von Schlitten durch den Abrieb der Kufen entstanden sind. Zusätzlich gebremst wurden die Schlitten durch Seile, die über Widerlager liefen (Abb. 2.9).

Bei Straßentransporten wurden gelegentlich von Pferden gezogene Wagen benutzt. Eine antike Quelle erwähnt einen von vier Pferden gezogenen Wagen für Kyrene im heutigen Lybien²⁴⁷. Das dürfte allerdings eher die Ausnahme gewesen sein, die sich vielleicht durch die relative Schnelligkeit von Pferden im Vergleich zu anderen Zugtieren erklärt. Weit häufiger wurden Maultiere eingesetzt. Erwähnt werden sie in der bei Plutarch überlieferte Anekdote, derzufolge das ‚fleißigste‘ Maultier beim Steintransport für den Bau des Parthenon nach Abschluss der Arbeiten auf einen Volksbeschluß hin freigelassen wurde. Da es jedoch von selbst in die Stadt zurückkehrte, wurde ihm lebenslanges Futter auf Staatskosten bewilligt.²⁴⁸ Beim Transport schwerster Bauglieder kamen als Zugtiere ausschließlich Ochsen in Frage, denn sie können – bedingt durch die Möglichkeit zur Anschirrung am Widerrist – eine Last von bis zu 150% ihres eigenen Körpergewichtes ziehen, sind allerdings auch mit einer Geschwindigkeit von nur 2 km/h auch die langsamsten unter den Zugtieren²⁴⁹. Authentische Informationen zum Transport mit Ochsenkarren enthält eine Inschrift, die die Kosten des Steintransportes von den Brüchen im Pentelikon zum Heiligtum von Eleusis verzeichnet. Der Wagen, der mit einer Säulentrommel beladen war, wurde von neunzehn Joch Ochsen gezogen. Für den ca. 35 km langen Weg brauchte der Transport drei Tage, einschließlich des Rückweges, denn die Trommel wurde wieder – aufgrund eines Bestell- oder Materialfehlers? – zum Steinbruch zurückgebracht. Die Transportkosten waren, nebenbei bemerkt, höher als die für die Kannelierung einer kompletten Säule.²⁵⁰ Einen noch erheblich aufwändigeren Transport erwähnt Diodor für Sizilien, der von einem von einhundert Joch Ochsen gezogenen Wagen berichtet.²⁵¹ Denkbar ist das durchaus, wenn man die oben erwähnten Maximalgewichte von Baugliedern bedenkt, setzt aber auch voraus, dass die betreffende Straße kaum Kurven gehabt haben kann.

Über die Technik der schweren Wagen ist so gut wie nichts bekannt. Auch gibt es keine entsprechenden Reliefdarstellungen. Konkret lässt sich nur angeben, dass Diodor in der angesprochenen Passage ausdrücklich erwähnt, dass der Wagen vier Räder gehabt hat. Normalerweise würde man aus technischen Gründen erwarten, dass ein solcher Wagen eine gelenkte Vorderachse gehabt haben müsste, doch ist aus römischer Zeit bekannt, dass auch vierräderige Wagen ohne Lenkung, mit dicht hintereinander angeordneten Rädern, gebaut worden sind. Die Wagen müssen Scheibenräder gehabt haben, denn Speichenräder sind, wenn man die entsprechenden Achslasten bedenkt, kaum vorstellbar.

Praktisch keine detaillierten Informationen finden sich in den Quellen über die Schiffs Transporte. Entsprechend ist auch nicht bekannt, welche Schiffstypen eingesetzt wurden, bzw. ob es – wie in römischer Zeit²⁵² – spezielle Steintransporter gegeben hat. Einige Inschriften erwähnten lediglich das Entladen von Steintransportern in den Häfen, die für Transporte in die Heiligtümer von Epidauros und Delphi genutzt wurden.²⁵³ Auf jeden Fall hat es auch Ferntransporte von Steinmaterial per Schiff gegeben, d. h. es wurden nicht ausschließlich Flöße eingesetzt, denn schon in archaischer Zeit wurde etwa von der Ägäisinsel Paros in großem Umfang Marmor exportiert. So bestehen zum Beispiel die Dachziegel (!) des Zeustempels von Olympia aus parischem Marmor. Der ältere Plinius erwähnt, dass bei

²⁴⁷Aen. Tact. 16,14.

²⁴⁸Plut. Cato mai. 5.3.1

²⁴⁹Landels 1980, 214ff. Raepsaet 2008.

²⁵⁰IG II² 1673.

²⁵¹Diod. 4,80,5f.

²⁵²Vgl. im Beitrag zum römischen Bauwesen im vorliegenden Band den Abschnitt über Logistik.

²⁵³Für Epidauros z. B. IG IV² 103 A Z. 30.

Bau des Palastes des Königs Mausolos in Halikarnass (Bodrum) prokonnesischer Marmor verbaut wurde, der folglich vom Marmarameer bis an die türkische Westküste verschifft worden sein muss.²⁵⁴ Schiffstransporte müssen erheblich kostengünstiger gewesen sein als Landtransporte, zumal sie auch keine ausgebauten Straßen und belastbaren Brücken voraussetzten. Die notwendigen Hafenanlagen waren ohnehin vorhanden, da die Griechen wo immer möglich Schiffe für den Transport von Gütern und Menschen einsetzten.

2.5.2 Bewegen schwerer Bauglieder

Nicht alle Bauglieder können auf Wagen verladen worden sein, wie sich schon daraus ergibt, dass die oben erwähnten Maximalgewichte einzelner Bauglieder die Zuladung selbst moderner Lastkraftwagen übersteigen würden. Bekannt sind mehrere Transporttechniken für Bauteile, die nicht auf Wagen oder Schlitten verladen werden konnten. Eine sehr alte solche Technik, die aus dem Alten Orient durch bildliche Darstellungen bekannt ist,²⁵⁵ ist das Bewegen schwerster Lasten mit Rollhölzern, die quer zur Transportrichtung in dichter Folge hintereinander gelegt wurden. Um den zu bewegenden Block auf die Hölzer zu heben, dürften einfache Stemmeisen genügt haben, die an der Seite der Transportrichtung angesetzt wurden, um die Hölzer unterzulegen. Beim Ziehen der Blöcke mit Seilen bzw. Schieben von der Rückseite kommt das jeweils hinterste Holz frei, das dann von Helfern nach vorne gebracht wird, und durch die weitere Vorwärtsbewegung unter den Block gerät. Notwendig für diese Form des Bewegens schwerer Lasten ist vor allem ein sehr fester Untergrund, da ein Einsacken der Hölzer in den Boden ein weiteres Bewegen der Last verhindert. Denkbar ist, dass aus diesem Grund starke Bretter als Laufbahn für die Rollhölzer verlegt wurden, die ähnlich wie die Rollen jeweils von hinten nach vorne umgesetzt wurden. Mit dieser Methode kann selbst ein einzelner Mann mit einfachsten Mitteln – Rundhölzern und Stemmeisen – einen Stein von 0,5 to über kurze Strecken bewegen.²⁵⁶ Rollhölzer werden mehrfach in Inschriften erwähnt, z. B. für das Bewegen von Steinen im Hafen des Heiligtums von Epidauros.²⁵⁷ Rundhölzer als Transportmittel werden auch von Philon von Byzanz im Zusammenhang der Belagerung von Städten für das Anschieben der sog. Schildkröten an eine Stadtmauer erwähnt. Die Schildkröte diente als Schutzdach für die Angreifer, die mit einem Rammbock versuchten, Mauern einzudrücken.²⁵⁸

Andere Techniken, überschwere Bauglieder zu bewegen, waren erheblich aufwändiger, zugleich aber auch effizienter als das sehr zeitaufwändige Verschieben von Blöcken über Rollhölzer. Beschrieben sind solche Verfahrensweisen bei Vitruv.²⁵⁹

Eine Methode war, Säulentrommeln oder -schäfte zu bewegen, indem sie von einem Holzrahmen eingefaßt wurden, an den die Zugtiere angeschirrt wurden. Die Trommel oder der Schaft selbst wurde dabei bewegt wie eine Walze (Prinzipskizze dazu Abb. 2.10). Das hatte gegenüber dem Wagentransport den Vorteil, dass die Fläche, mit der die Säulentrommel auf dem Boden auflag, wesentlich größer war als die von Rädern, wodurch das Problem umgangen wurde, dass die Räder bei weichem Untergrund und hoher Transportlast in den Boden einsackten.

²⁵⁴Plin. n. h. 36.47.

²⁵⁵Vgl. dazu ausführlicher und mit Abbildungen den Beitrag von Uwe Sievertsen über den Alten Orient im Band I.

²⁵⁶Eigene Erfahrung des Autors.

²⁵⁷IG IV² 103 A Z. 47f. und 63f.

²⁵⁸Philo. Mech. VII/VIII 99, 34f.

²⁵⁹Vitr. 10. 2, 11–14. Der Architekt Chersiphron (s. u.) wird auch vom älteren Plinius erwähnt.

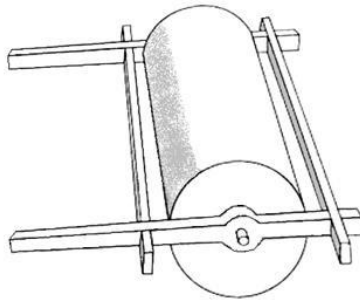


Abb. 2.10: Vorrichtung zum Transport von Säulenschäften.

Vitruvs Beschreibung gibt technisch genau das Problem solcher Konstruktionen und auch die Lösung an: Der Schwachpunkt ist die Verbindung zwischen dem Rahmen und der Säulentrommel, die die rotierende Trommel mit dem horizontal liegenden Rahmen herstellen muss. Dazu wurden zunächst Rundeisen im Zentrum der Lagerflächen in die Trommel eingesetzt und verbleit. Diese Rundeisen griffen nicht direkt in den Holzrahmen ein (den sie dabei praktisch sofort zerstört hätten), sondern in eiserne Ringe, die in die Hölzer der Schmalseiten des Rahmens eingelassen waren. Technisch gesehen handelt es sich also bei den Rundeisen um kurze Wellen, die in Gleitlagern liefen.

Mit dieser Methode ließen sich allerdings nur zylindrische Bauglieder – Säulenschäfte und Trommeln – bewegen, die sich rollen lassen. Für schwere quaderförmige Bauglieder wie Architrave ist bei Vitruv eine andere Technik beschrieben. Dabei dient der Quader selbst, etwa ein Steinbalken, als Achse, der von Rädern umbaut wird, durch die der Quader durchbindet (Abb. 2.11). Zur Anschirrung wurden die Quader dann wieder mit einem Holzrahmen eingefasst (auf der Abbildung nicht dargestellt), wie eben für die Säulentrommeln beschrieben. Richard Koldewey, von dem die Rekonstruktionszeichnung stammt, hat Architrave mit den für die Konstruktion notwendigen Einlassungen am Tempel F in Selinunt beobachtet.²⁶⁰

Die angesprochenen Beschreibungen von Vitruv sind von besonderem Interesse, weil sie nicht nur technisch genau sind, sondern zudem die Namen der Architekten angeben, die diese Methoden entwickelt haben, und den Bau, bei dem sie erstmals eingesetzt wurden. Chersiphron, der die Konstruktion für das Ziehen von Säulenschäften entwickelt hat, war der erste Architekt des Artemisions von Ephesos. Metagenes, der die Vorrichtung für das Rollen von Architraven konstruiert hat, war sein Sohn und Nachfolger in der Bauleitung am Artemision. Offensichtlich haben die beiden die von ihnen entwickelten Methoden in einer Schrift veröffentlicht, denn sonst wäre es nicht zu erklären, woher Vitruv die technischen Details und Maßangaben zu den Rahmenkonstruktionen und der Lagerung hatte. Es handelt sich also bei der Vitruv-Passage um ein Exzerpt einer frühen griechischen Architekturschrift bzw. einer entsprechenden Mittelquelle.²⁶¹ Der einzig unklare Punkt in diesem Zusammenhang ist, an welchem Artemision die beiden Architekten gearbeitet haben, denn der archaische Bau aus der Mitte des 6. Jahrhunderts ist durch einen Brand zerstört worden und in hellenistischer Zeit durch einen Neubau ersetzt worden. Die ältere Forschung hat die

²⁶⁰Koldewey und Puchstein 1899, 120 mit Abb. 98.

²⁶¹Zu den griechischen Architekturschriften ausführlicher am Schluss dieses Beitrags.

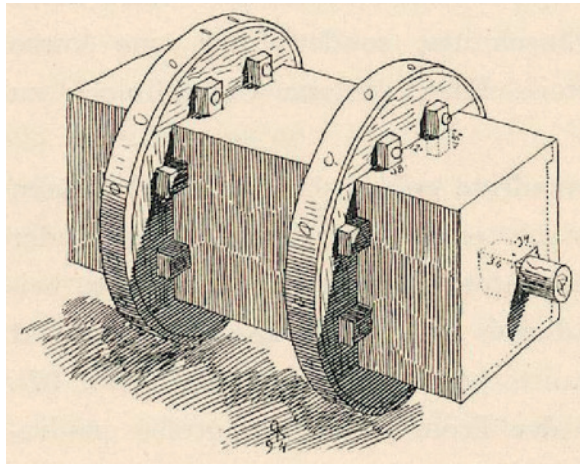


Abb. 2.11: Vorrichtung zum Rollen von Quadern (Koldewey und Puchstein 1899, Abb. 98).

beiden Architekten dem archaischen Bau zugeschrieben, in jüngerer Zeit sind sie jedoch mit dem Neubau in Verbindung gebracht worden.²⁶² Entsprechend lässt sich die Erfindung dieser Methoden nicht sicher datieren. Soweit bekannt, scheint es sich bei ihnen – anders als beim Transport mit Rollhölzern – um genuin griechische Innovationen zu handeln.

2.5.3 Hebetechniken

Zu den erstaunlichen Aspekten der frühen griechischen Architektur gehört die Tatsache, dass bereits an den allerersten großen Bauten, die vollständig aus Stein errichtet worden sind, wie beispielsweise an der um 570 datierten sog. H-Architektur auf der Athener Akropolis, Bauglieder mit einem Gewicht von von mehreren Tonnen versetzt worden sind.²⁶³ Erstaunlich ist das vor allem deshalb, weil an dem nur wenig älteren Heraion in Olympia die Säulen noch aus Holz hergestellt worden waren. Solche Holzsäulen konnten ohne Kran oder Gerüst aufgerichtet werden. Das ist daran zu erkennen, dass auf den Standplatten der Säulen sichelförmige Einarbeitungen gefunden worden sind, die als Widerlager beim Aufrichten der Stämme mit Zugseilen gedient haben.²⁶⁴ Welche Technik, so fragt sich, stand den Athener Handwerkern zur Verfügung, die es ihnen ermöglichte, gleich am Beginn des Vollsteinbaus solche Lasten zu heben, und wo stammt sie her, wenn nicht aus dem älteren Holzbau?

Eine mögliche Antwort hat der oben schon erwähnte Architekt des ephesischen Artemisions, Chersiphron, gegeben. Er ließ zur Platzierung der Architrave auf den Kapitellen Rampen errichten, über die die Steinbalken hochgezogen wurden. Um sie exakt in Position zu bringen, ließ er die Interkolumnien zwischen den Säulen mit Sandsäcken füllen. Durch selektives Entleeren der Säcke wurden die Architrave genau in ihre endgültige Lage ma-

²⁶²Zu dieser Diskussion ausführlich Svenson-Evers 1996, 67–99.

²⁶³Zu Hebetechniken Coulton 1974a; Wilson 2008, 342–45 sowie die einschlägigen Kapitel bei Martin 1965 und bei Müller-Wiener 1988.

²⁶⁴Ähnliche Einarbeitungen sind auch beim archaischen Vorgängerbau des Tempels der Athena Alea in Tegea gefunden worden, der ebenfalls Holzsäulen gehabt haben muss.

növriert. Diese Technik ist offensichtlich aus Ägypten übernommen worden. Sie erfordert allerdings einen immensen Aufwand für die Anlage der Rampen und sehr viel Arbeitskraft beim Hochziehen der Blöcke. Die Griechen haben daher eine andere Technik erfunden, den mit Flaschenzügen bestückten Kran. Üblicherweise wird diese Erfindung an das Ende des 6. Jahrhunderts gesetzt, da ab ca. 515 der Einsatz des Wolfes und der Hebezange (s. u.) nachweisbar ist, die zur Befestigung von Seilen an den zu hebenden Bauteilen dienten.²⁶⁵

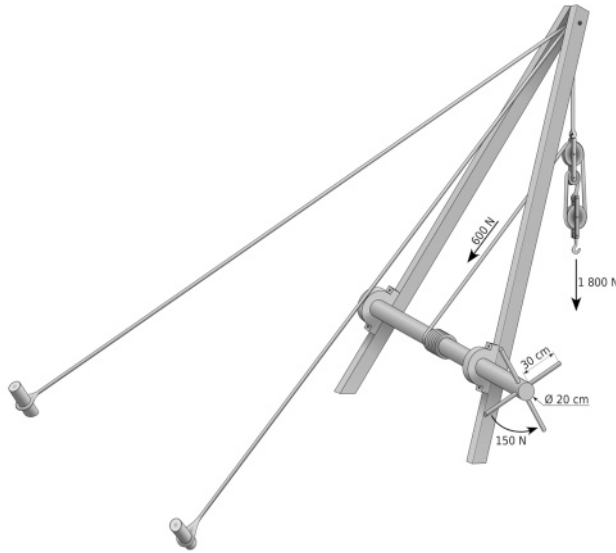


Abb. 2.12: Kran, Typ Trispastos (Wikipedia, Eric Gaba, modifiziert nach Diemel und Meighörner 1997, 12f.).

Kräne, die mit Flaschenzügen bestückt waren, sind aus den älteren Mittelmeerkulturen nicht bekannt. Insofern dürfte es sich um eine griechische Erfindung handeln. Dem würde entsprechen, dass Vitruv für die Kräne keine lateinischen, sondern nur griechische Begriffe nennt. Ob die ersten Kräne allerdings alle mit Flaschenzügen ausgerüstet waren, kann man bezweifeln. Gesichert ist der Gebrauch von Flaschenzügen durch Inschriften und Erwähnungen in den Quellen für das 4. Jahrhundert. In diese Zeit fällt auch die erste theoretische Darstellung des Flaschenzuges.²⁶⁶ Denkbar ist m. E., dass die Kräne zunächst mit einfachen Umlenkrollen ausgerüstet waren, wobei die Seile von einer (oder mehreren) Haspeln mit langen Speichen gezogen wurden. Alternativ könnten auch jeweils zwei Kräne für den Versatz eines einzelnen schweren Werkstücks eingesetzt worden sein. Ein Antrieb durch Tretmühlen ist erst für die römische Kaiserzeit nachweisbar.

²⁶⁵So bei Coulton 1974a, 7. Ihm folgt Wilson 2008, 342. Gegen diesen zeitlichen Ansatz spricht m. E., dass es Hunderte von Architraven gibt, an denen sich weder Wolfs- noch Zangenlöcher finden, und die trotzdem sicherlich nicht alle mit Hilfen von Rampen in Position gezogen worden sein dürften.

²⁶⁶Arist. mech. 851b19; 853a32–853b13.

Die Technik der griechischen Kräne ist nur schlecht rekonstruierbar, da die entsprechenden Schriftquellen aus der Kaiserzeit stammen, und keine bildliche Darstellung erhalten ist. Vitruv²⁶⁷ beschreibt drei Typen:

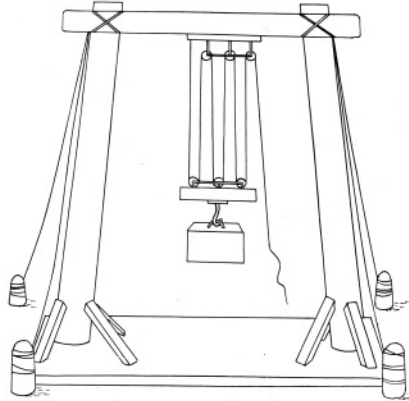


Abb. 2.13: Kran, Typ Dikolos (Nix und Schmidt 1900, Abb. 45).

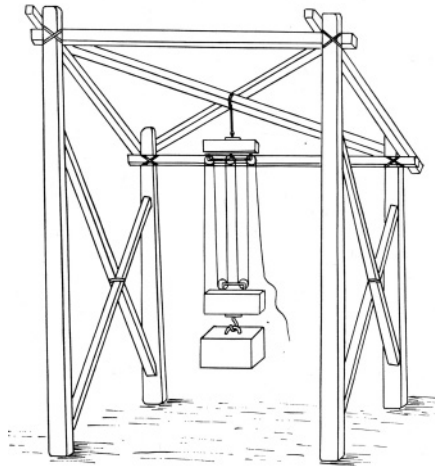


Abb. 2.14: Kran, Typ Tetrakolos (Nix und Schmidt 1900, Abb. 50).

Der Trispastos und das Pentapaston sind identische Konstruktionen, die sich nur durch die Zahl der Umlenkrollen des Flaschenzuges (drei bzw. fünf) unterscheiden. Der Ausleger besteht jeweils aus zwei an der Spitze verbundenen Holzbalken, die ein umgekehrtes V bilden (Abb. 2.12). Ihre geneigte Position wird durch im Boden verankerte Spannseile fixiert.

²⁶⁷Vitr. 10. 2, 1–10.

Die Winde ist als Querstrebe zu den V-Trägern angeordnet, und wird durch Speichen per Hand gedreht. Mit einem Kran dieses Typs lassen sich Lasten durch Betätigen der Winde nur in vertikaler Richtung bewegen, was ideal ist etwa für das Beladen eines Wagens, nicht aber für die am Bau erforderlichen Bewegungen. Ein vor den Säulen liegender Architrav muss beim Aufsetzen auf die Kapitelle zusätzlich horizontal, also quer zur Basis des Krans, bewegt werden. Zwei Möglichkeiten sind in dieser Hinsicht denkbar. Zum einen könnte die Horizontalbewegung dadurch erfolgt sein, dass die Spannseile, die die V-Träger halten, entsprechend abgelassen wurden, was allerdings sehr genau kontrolliert erfolgen müsste. Die andere Möglichkeit besteht darin, dass bei entsprechend großer Höhe die Last mit relativ wenig Kraft in gewissem Umfang seitlich bewegt werden kann (je besser, desto weiter die Spitze des Krans von der am Seil hängenden Last entfernt ist).

Vitruv spricht diesen Punkt bei der dritten Konstruktion, die er erwähnt, dem Polypaston, auch selbst an. Es handelt sich um einen einzelnen Holzmast, der schwenkbar am Boden verankert wird. Dieser Typ funktioniert ähnlich wie der Ladebaum eines Schiffes. Durch Straffen und Ablassen der Spannseile, die ihn zugleich fixieren, kann der Baum sowohl vor und zurück wie auch seitlich (kreissegmentförmig) geschwenkt werden. Vitruv betont, dass der Umgang mit diesem Typ von den bedienenden Arbeitern Erfahrung verlangt. Für schwerste Lasten war diese Konstruktion sicher nicht geeignet.

Zwei weitere Konstruktionen werden in einer Inschrift aus hellenistischer Zeit erwähnt. Die Inschrift gehört zu den Rechenschaftsberichten für den Bau des jüngeren Apollontempels in Didyma.²⁶⁸ Aus ihr ergibt sich, dass am Didymaion zunächst ein Dikolos („Zwei-bein“) eingesetzt wurde (Abb. 2.13). Das ist eine π -förmige Balkenkonstruktion, die in Quer-richtung durch Seile fixiert wird. Dieser Kran war zu schwach für das Versetzen des Sturzes für die monumentale Eingangstür des Tempels. Daher wurde, wie die Inschrift berichtet, ein zweiter Kran mit vier Stützen hergestellt (Tetrakolos, „Vierbein“; Abb. 2.14), der aufgrund seiner Konstruktion wesentlich standsicherer war, und dessen Stützen zweifellos auch erheblicher stärker dimensioniert waren als die des Dikolos. Die Inschrift ist die einzige Belegstelle, in der Konstruktion, Funktion und Datierung für den Einsatz eines Krans an einem bestimmten Bau gesichert ist. Der Dikolos und der Tetrakolos sind bei Heron von Alexandria thematisiert.²⁶⁹

Es spricht viel dafür, dass nicht immer Bauglieder mit Hilfe eines Krans versetzt worden sind. Für das Aufrichten von Säulen wäre in technischer Hinsicht eine Einrüstung der Peristase wesentlich zweckmäßiger gewesen, da mit Hilfe einer Laufkatze auf der Oberseite des Gerüsts die Trommeln und Kapitelle nicht nur gehoben, sondern auch seitlich in ihre endgültige Position versetzt werden konnten. Manolis Korres hat das zeichnerisch dargestellt (Abb. 2.15). Belegen lässt sich eine solche Vorgehensweise allerdings nicht, da wir über Baugerüste nahezu nichts wissen, wenn man davon absieht, dass in den Bauabrechnungen Kosten für Holz aufgeführt sind.

Wesentlich besser dokumentierbar ist die Aufhängung der Bauglieder an den Hebe-seilen (Abb. 2.16). Allen Formen der Aufhängung ist zunächst gemein, dass der Aufhängungspunkt immer im Schwerpunkt des Werkstücks liegen musste, oder aber symmetrisch um den Schwerpunkt als Zentrum. Im Grundsatz lassen sich vier Formen der Aufhängung unterscheiden. Zunächst die – arbeitsaufwändigen – Seilkanäle, die stets in Flächen eingetieft wurden, die nach der Fertigstellung nicht mehr sichtbar waren (auf Abb. 2.16 Nr. 1–5).

²⁶⁸Rehm 1958, Nr. 32, Z. 9–12.

²⁶⁹Heron, s. *Mechanicorum Fragmenta* III 2, p. 294. Vgl. Drachmann 1956, 658–662.

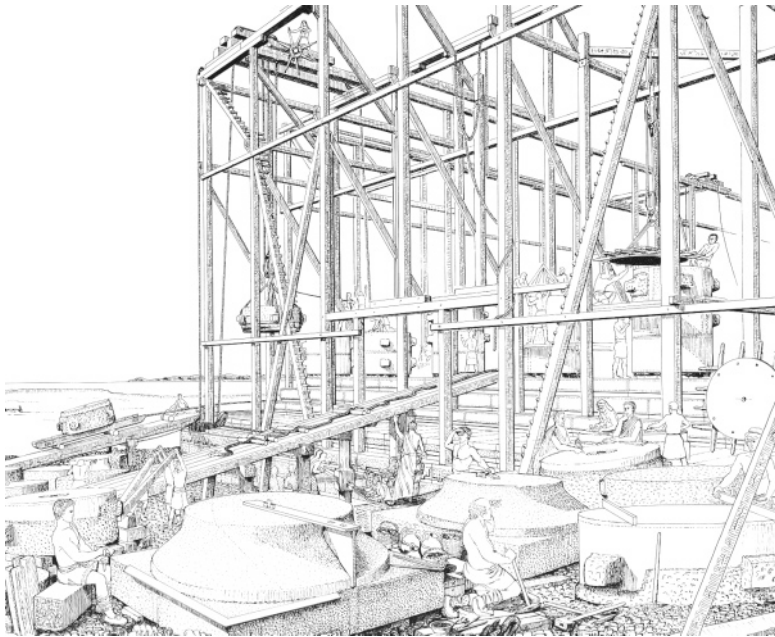


Abb. 2.15: Baugerüst Vorparthenon (Korres und Vierneisel 1992, Nr. 19).

Sodann wurden Werkstücke über Hehebossen²⁷⁰ in Seilschlaufen aufgehängt (Nr. 6 und 7 für Säulentrommeln und Wandquader). Diese Bossen wurden nach Versatz der Bauglieder abgearbeitet, so dass sie heute in der Regel nur an unfertigen Werkstücken noch sichtbar sind. Die Verwendung von Steinzangen ist an den charakteristisch ausgebildeten Einarbeitungen für die Spitzen der Zangen erkennbar (Nr. 10). Schließlich wurde, vor allem für den Versatz von Schlusssteinen, häufig der dreiteilige Wolf benutzt (Nr. 9). Seine Nutzung ist ebenfalls an den typischen Einlassungen mit nach innen aufgeweiteten Schmalseiten erkennbar, in denen die drei Elemente des Wolfs verkeilt wurden. Häufig war in der griechischen Architektur auch nur eine dieser Schmalseiten abgeschrägt, was für das Verkeilen in hartem Gestein ausreicht. Ein Wolf aus griechischer Zeit ist m. W. bisher noch nicht gefunden worden, doch besteht aufgrund der charakteristisch ausgeformten Einarbeitungen am Einsatz des Wolfs kein Zweifel.

²⁷⁰Nicht alle Bossen, die man beobachten kann, sind Hehebossen. Es gibt auch Werkstücke, wie beispielsweise Stufenplatten, an denen Bossen nur an einer Seite vorhanden waren. Da nicht symmetrisch vorhanden, können diese Bossen nicht zum Heben gedient haben. Sie wurden als Ansatzpunkte für Stemmeisen genutzt, um die später sichtbaren Flächen beim Anstemmen nicht zu beschädigen.

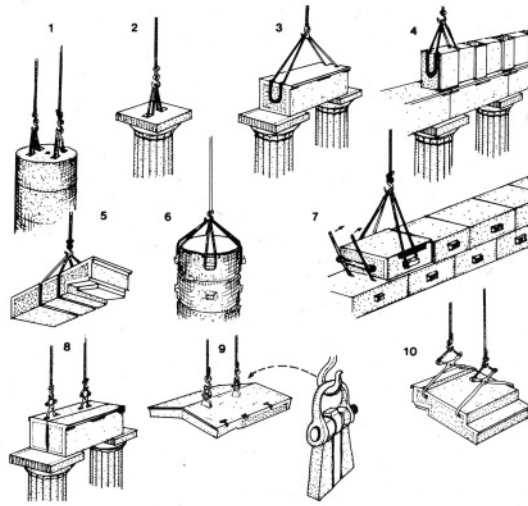


Abb. 2.16: Vorrichtungen zum Befestigen von Hebeseilen (Orlandos 1966, Abb. 119).

2.6 Bautechniken und Ingenieurbau

2.6.1 Werkzeuge und Messzeuge

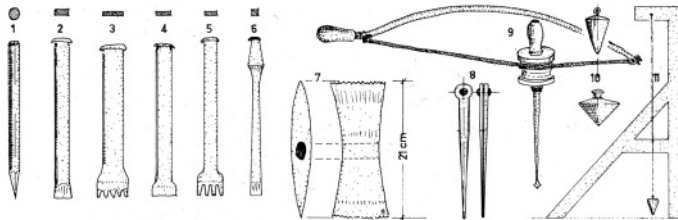


Abb. 2.17: Steinmetz-Werkzeuge (Müller-Wiener 1988, Abb. 20b).

Im Bereich der Steinbearbeitung verwendeten die Griechen ein keineswegs besonders umfangreiches Arsenal von Werkzeugen.²⁷¹ Dazu gehörten verschiedene Hacken und Beile (auch mit gezahnter Schneide) für die erste, grobe Ausarbeitung der Formen, sowie Hämmer und ein Satz Meißel für die Herstellung und Endbearbeitung von Flächen und Ornamentformen. Meißel, deren Spitzen bzw. Schneiden gehärtet wurden (wie Waffenklingen)²⁷², gab es je nach Einsatzzweck und Härte des zu bearbeitenden Steinmaterials in unterschiedlichen Formen: grobe und feine Spitzmeißel, Zahneisen mit Schneidbreiten von meist drei bis vier

²⁷¹ Am ausführlichsten immer noch Martin 1965, 179–189.

²⁷² Ulrich 2008, 447.

Zentimetern, sowie Flachmeißel mit ähnlichen Klingenbreiten, die in dieser Reihenfolge für die Herstellung von glatten Flächen eingesetzt wurden. Zum Teil waren die Zahneisen allerdings auch so fein, dass eine Überarbeitung mit dem Flachmeißel oder einem Scharriereisen nicht erforderlich war. Sollte eine Oberfläche poliert werden, nahm man dazu Poliersteine mit hohem Anteil an Quarzsand. Weiter benutzen die Steinmetzen zum Anreißen der auszubearbeitenden Form am Werkstück Reißnadeln und Zirkel, sowie Bohrer²⁷³, die von einem Bogen („Bohrgeige“) angetrieben wurden (Abb. 2.17).

Formen und Typen dieser Werkzeuge hätte man noch im frühen zwanzigsten Jahrhundert in jedem Steinmetzbetrieb finden können. Sie sind auch nicht erst von den Griechen entwickelt worden, denn fast alle Typen lassen sich schon in mykenischer Zeit nachweisen.²⁷⁴ Das vielleicht einzige Werkzeug aus diesem Spektrum, das möglicherweise in archaischer Zeit neu aufkam, war das Zahneisen. Die ältere Forschung hat die Einführung in die Mitte des 6. Jahrhunderts datiert, doch ist inzwischen gezeigt worden, dass es zu Beginn des Jahrhunderts – also zu der Zeit, in der der monumentale Steinbau seinen Anfang nahm – bereits in Gebrauch war. Man könnte in diesem Zusammenhang vielleicht noch die Steinsäge anführen. Sie hatte nur bei sehr weichen Gesteinen gezahnte Sägeblätter. Beim Sägen härterer Materialien wurde ein ungezahntes Blatt mit Quarzsand und Wasser eingesetzt (ebenso beim Bohren). Von großer Bedeutung war die Steinsäge in der hier betrachteten Zeit nicht, sondern erst gegen Ende des Hellenismus, und vor allem in der römischen Kaiserzeit, denn nur die Säge ermöglichte, mit vertretbarem Aufwand dünne Steinplatten herzustellen, die in den genannten späten Epochen vor allem für Wandinkrustationen gebraucht wurden. Im Übrigen ist die Steinsäge wahrscheinlich²⁷⁵ auch schon in mykenischer Zeit eingesetzt worden.

Die Tatsache, dass alle oder fast alle Werkzeuge auch in früherer Zeit schon entwickelt worden waren, zeigt, dass die bis heute beeindruckende Präzision der Steinbearbeitung vieler griechischer Bauten nicht an Innovationen im Bereich der Arbeitsmittel gebunden war, sondern mit dem Anspruch und dem Können der griechischen Handwerker zu verbinden ist. Das gilt, nebenbei bemerkt, in gleicher Weise für die Bildhauer, wobei die Grenzen hier ohnehin fließend sind, bedenkt man, welche immensen Anforderungen etwa die Herstellung eines korinthischen Kapitells an einen Steinmetz stellte.

Ähnliches wie für die Steinwerkzeuge gilt sehr wahrscheinlich für die Holzwerkzeuge.²⁷⁶ Die Unsicherheit besteht hier darin, dass von diesen Werkzeugen noch sehr viel weniger gefunden wurden, weil viele von ihnen aus Holz gefertigt waren. Die Werkzeuge, die auf bildlichen Darstellungen erkennbar sind, entsprechen den aus diversen Epochen bekannten Formen: Hammer, Beil, Säge, Bohrer, Werkzeuge in der Art des Stecheisens, auch Feilen. Möglicherweise eine griechische Erfindung, allerdings im Bauwesen weniger von Bedeutung, ist der Hobel.²⁷⁷

²⁷³Bereits erwähnt bei Hom. Od. 9, 384–86.

²⁷⁴Funde griechischer Werkzeuge sind, gemessen an ihrer anzunehmenden Verbreitung, relativ selten. Das hängt sicherlich damit zusammen, dass das Eisen, aus dem sie hergestellt waren, bei Funden meist bis zu völligen Unkenntlichkeit korrodiert ist – Werkzeuge aus Bronze (etwa aus mykenischer Zeit) lassen sich viel häufiger in guten Erhaltungszustand finden. Bildliche Darstellungen auf Reliefs, wie man sie in großer Zahl von römischen Grabstelen kennt, fehlen weitestgehend für Griechenland. Dafür gibt es in der Vasenmalerei häufiger Darstellungen von Handwerkern bei der Arbeit in ihren Werkstätten. Dort sind auch Werkzeuge dargestellt.

²⁷⁵Vgl. dazu die Diskussion bei Schwandner 1991, 216ff.

²⁷⁶Ulrich 2008, 444–447; Hodge 1960, 96f.

²⁷⁷Ulrich 2008, 446 mit weiterer Literatur.

Vor hoher Bedeutung hinsichtlich der Arbeitsqualität und Präzision sind die Meßzeuge und andere Instrumente zur Kontrolle von Flächen, Winkeln usw.²⁷⁸ Ein bei einem Schiffswrack vor der israelischen Küste aufgetauchter Winkel aus Holz mit seitlicher Standfläche hat praktisch dieselbe Form, in der solche Winkel noch heute hergestellt werden. Dieser Typus von Winkel war im pharaonischen Ägypten schon im 14. Jh. v. Chr. bekannt. Ebenfalls dort gefunden wurde ein Längenmaß aus Holz, das vermutlich für zwei verschiedene Fußmaße benutzt werden konnte.²⁷⁹ Meßinstrumenten sind ansonsten vor allem aus Inschriften bekannt. Das einfachste war ein Richtscheit (in den Inschriften meist διαβήτη), mit dem gerade Linien auf den Werkstücken angerissen wurden, und entsprechende Kontrollen vorgenommen werden konnten. Für die Prüfung von Stylobatplatten wird in einer Inschrift auch ein entsprechendes Prüflinial aus Stein erwähnt, was vielleicht benutzt wurde, weil bei Stein kein Verzug durch Hitze oder Feuchtigkeit zu befürchten war.²⁸⁰ Vielleicht ähnlich unseren Meterstäben benutzte man einen ἄκαινα genannten Stab von zehn Fuß (ca. 3 m, je nach verwendetem Fußmaß)²⁸¹.

Zur Kontrolle der Horizontalität wurde eine Bleilot- oder Setzwaage im Form eines A verwendet, an deren Spitze mit einer Schnur ein Lot aufgehängt war, das mit einem Eichstrich auf der Querhaste übereinstimmen musste.²⁸² Die Setzwaage konnte zugleich als Winkelmaß dienen (wie das in Abb. 2.17, Nr. 11 dargestellte Exemplar). Ihre Form ist von vielen Grabreliefs römischer Bauhandwerker bekannt.

Lote (σταφύλη), schon bei Homer erwähnt²⁸³, hatten die auch heute noch häufig verwendete Form eines an der Basis aufgehängten Kegels. Um Vorsprünge umgehen zu können, gab es hölzerne Abstandhalter, mit denen das Lot in einem definierten Maß vor einer Wand abgelassen werden konnte. Auch dieses Instrument ist bereits im pharaonischen Ägypten nachweisbar. Vor allem zur Kontrolle des Fugenschlusses wurden Flächen mit Röteln eingerieben (s. u. unter Versatztechniken).

2.6.2 Maschinen und Gerüste

Bedauerlicherweise ist unsere Kenntnis der Maschinen, mit den im Krieg Mauern zerstört wurden, wesentlich umfangreicher als die der Maschinen, mit denen Gebäude errichtet wurden. Ähnlich den oben schon besprochenen Kränen²⁸⁴ könnten Rammen konstruiert, falls man bei Gründungen in weichem oder sumpfigen Untergrund Holzpfähle in den Boden trieb, auf die dann die Steinfundamente aufgesetzt wurden. Man zog mit Winde und Flaschenzug ein Gewicht (aus Stein?) hoch, das nach Lösen der Winde – vielleicht über einer Führung – auf den jeweiligen Pfahl auftraf. Vitruv erwähnt solche Rammen, ohne sie näher zu beschreiben²⁸⁵.

Drehscheiben zur Bearbeitung von Baugliedern sind nachgewiesen worden anhand von Bearbeitungsspuren auf Säulenbasen in Kyrene und auf Samos. Ihr Einsatz ist zur Herstellung rotationssymmetrischer Säulenbasen ist schon relativ früh belegt, doch sind sie erstaun-

²⁷⁸ Einige Angaben auch zu den im Bauwesen verwendeten Instrumenten bei Lewis 2001.

²⁷⁹ Stieglitz 2006.

²⁸⁰ IG II/III², 1678.

²⁸¹ LSJ s. v. ἄκαινα.

²⁸² Wegen der antiken A-Form wird noch heute im Neugriechischen die Wasserwaage als αλάδι bezeichnet.

²⁸³ Hom. IL 2, 765.

²⁸⁴ s. o. unter Logistik.

²⁸⁵ Vitr. 3. 4. 2.

lich selten eingesetzt worden. Über die Konstruktion dieser Maschinen ist nichts weiter bekannt.²⁸⁶ Ihre Verwendung dürfte angeregt gewesen sein von der weit älteren Nutzung der Töpferscheibe.

Ein Bagger, der beim Vertiefen eines Hafenbeckens zum Einsatz kam, wird von Philon von Byzanz (um 200) in seinem Buch über die Verteidigung der Städte im Belagerungsfall erwähnt.²⁸⁷ Hinweise auf die Konstruktion des Baggers enthält die Textpassage nicht.

Baugerüste (ἵκρια, s. oben Abb. 2.15) werden in einer Reihe von Inschriften erwähnt.²⁸⁸ Da keine bildlichen Darstellungen bekannt sind, lässt sich die Bauweise nicht näher bestimmen. Als sicher darf aber immerhin gelten, dass es sich nicht um sog. fliegende bzw. hängende Gerüste gehandelt haben kann, die in Aussparungen der Wände eingesetzt wurden, also nicht auf dem Boden aufgestellt waren, denn die Bauten zeigen nie entsprechende Aussparungen.

Zu den bekannten Maschinen zählen schließlich die oben (Abschnitt 2.5.3) schon angesprochen Flaschenzüge. Sie waren offenbar sehr teuer, denn aus Abrechnungsinnschriften geht mehrfach hervor, dass sie ausgeliehen wurden.²⁸⁹ Sie gehörten demnach nicht zum Werkzeuginventar der Handwerker, die die in den Abrechnungsinnschriften dokumentierten Arbeiten auf Basis von Werkverträgen ausführten. Einen Teil eines griechischen Flaschenzuges ist in Kenchreai, dem Hafen von Korinth, unter Wasser gefunden worden.²⁹⁰ Der erhaltene Block des Zuges hat zwei parallel angeordnete Rollen, weswegen man annehmen kann, dass der Flaschenzug für schwere Lasten eingesetzt worden ist. Er stammt allerdings erst aus späterer Zeit, wohl dem 4. oder 5. Jahrhundert n. Chr.

2.6.3 Fundamentierungen

Die bei weitem häufigste Form der Fundamentierung²⁹¹ von Werksteinbauten waren Streifenfundamente, die dem Grundriss des zu errichtenden Gebäudes entsprechen. Daneben finden sich vereinzelt Rostfundamente, für Säulenstellungen auch Einzel- bzw. Punktfundamente. Bei einfachen Holz-Lehmziegel-Bauten verwendete man häufig Bruchsteine im Lehmbett, etwa bei Wohnhäusern.

Wo immer möglich, wurde für Fundamente die Erde bis zum anstehenden Felsen ausgeschachtet. Das konnte, wie Abrechnungsinnschriften belegen, vertraglich zwischen Bauherrn und Auftragnehmern festgelegt sein.²⁹² Um ein ebenes Bett für die unterste Lage der Fundamentplatten zu schaffen, wurde der Felsen in der Regel geglättet. Bei abfallendem Felsprofil wurden Abtreppungen beobachtet, die den Arbeitsaufwand beim Abarbeiten des Felsengrundes reduzierten (Apollontempel von Korinth). Alternativ wurde zum Einebnen vereinzelt auch eine Ausgleichsschicht aus Sand in die Fundamentgräben eingebracht, was möglicherweise als Erdbebenschutz gedacht war, wie an der sog. Basilica in Paestum.²⁹³ Bei Bauten auf Felskuppen oder auf künstlich in einem Berghang angelegten Terrassen wurde

²⁸⁶Hellner 2009.

²⁸⁷Diels und Schramm 1920 = Philo. Mech. 100, 55.

²⁸⁸Etwa in IG I² 94.28; IG I² 4. 39; s. Wittenburg 1978, 69f.

²⁸⁹Abrechnung eines geliehenen Flaschenzuges zum Einsatz im Demeterheiligtum von Eleusis IG II² 1672, Z. 235.

²⁹⁰Shaw 1967.

²⁹¹Martin 1965, 308–322; Cooper 2008, 230–234; Müller-Wiener 1988, 61–64.

²⁹²Für Eleusis IG II² 1682, 1666 und 1668; auf Delos ID 507, vgl. auch Vit. 1. 5.

²⁹³Mertens 1993, 5–7.

nicht fundamementiert, sondern lediglich eingeebnet, so dass die Euthynterie – die übliche Ausgleichsschicht zwischen Fundament und Oberbau – direkt auf dem geglätteten Felsen verlegt wurde.

Wo der anstehende Felsen nicht erreicht werden konnte, wurde der Boden in unterschiedlich tiefem Maße ausgeschachtet. Eine Regel, die etwa eine Fundamenttiefe proportional zum aufgehenden Mauerwerk festgelegt hätte, lässt sich nicht erkennen. Nicht selten, aber keineswegs immer, wurde unter solchen Bedingungen unter dem Quaderfundament noch eine Bruchsteinschüttung eingebracht. Die einzige Regel, die stets eingehalten wurde, war, dass Fundamentzüge stets breiter sein mussten als das aufgehende Mauerwerk, was im Sinne der Standsicherheit zweckmäßig war, da auf diese Weise der Druck des aufgehenden Mauerwerks auf eine größere Fläche abgeleitet werden konnte. Unterschiede gab es in der Tiefe der Fundamentierungen. Bei manchen Bauten liegen alle Fundamentsohlen auf dem gleichen Niveau, bei anderen ist die Tiefe abhängig vom Oberbau, d. h. die Fundamente der äußeren Säulenstellungen reichten etwa eine Steinlage tiefer als die des Kernbaus.

Quader- oder Plattenfundamente wurden in der Regel in der gleichen Technik errichtet wie Werksteinmauern. Man verwendete für die Fundamente häufig – vor allem natürlich bei Bauten aus Marmor – geringerwertiges Steinmaterial als beim Oberbau. Nicht selten finden sich in Fundamenten auch Spolien, d. h. Bauglieder von Vorgängerbauten oder aufgelassenen Gebäuden aus der Nähe, in Einzelfällen auch bei der Herstellung irreparabel beschädigter Bauglieder.

Die Steine wurden an vier bzw. fünf Seiten geglättet, um einen sauberen Fugenschluss zu gewährleisten. Nur die nach außen weisenden Schmalseiten, die keinen Fugenschluss zu anstoßenden Platten hatten, blieben unbearbeitet. Die Stoßfugen hatten meist auch Anathyrosen, die Lagerfugen lagen in ganzer Fläche auf. Verbindungen durch Dübel und Klammern wurden bei vielen Fundamenten eingespart, oder nur an den statisch besonders belasteten Ecken eingesetzt. In Einzelfällen zeigt die selektive Verwendung von Klammern auch an, dass den Baumeistern bewusst war, welche Bereiche des Baugrunds weniger tragfähig waren als andere, wie etwa am Metroon in Olympia. Von einer genauen Vorstellung der unterschiedlich starken Belastung der Fundamente durch den Oberbau zeugen Gleitfugen innerhalb von Fundamenten. Solche Fugen, bei denen Teile der Fundamentzüge bewusst nicht untereinander verzahnt sind, sollten verhindern, dass durch an einzelnen Punkten auftretende Spitzenbelastungen komplette Fundamentzüge deformiert wurden. Solche punktuellen Belastungen konnten etwa im Bereich der Türlaibungen auftreten, die die Last des Sturzes und des darüberliegenden Mauerabschnitts an nur zwei Punkten in den Untergrund ableiteten. Durch die Gleitfuge sinkt im gegebenen Fall nur der Fundamentblock unter dem Türsturz ab, nicht aber die Fundamente der anschließenden Mauern. Diese – seltene – Verfahrensweise findet sich schon in archaischer Zeit am jüngeren Ringhallentempel der Hera auf Samos.

Rostfundamente wie am großen Altar von Pergamon sind selten. Sie waren bei den meisten Bauten konstruktiv wie ökonomisch wenig sinnvoll, da die Belastung des Untergrunds durch das jeweilige Gebäude sehr selektiv war. Häufig kann man niedrige Rostfundamente allerdings unter Pflasterungen von Ring- und Vorhallen oder Zellen finden, die verlegt wurden, um ein Absinken der Pflasterplatten zu verhindern.

Einzel- oder Punktfundamente finden sich nur selten für Säulen von äußeren Säulenstellungen, wie beispielsweise am Olympieion in Athen oder am Artemistempel in Sardeis. Häufiger sind sie bei inneren Stützenstellungen in vergleichsweise großen Räumen wie dem Telesterion von Eleusis oder der sog. *salle hypostyle* auf Delos. Noch ungewöhnlicher sind

massiv durchgeschichtete Steinfundamente. Im Fall der Tholos im Heiligtum von Delphi zeugt ein solches Fundament vom tiefen Misstrauen des Architekten in die Druckfestigkeit des Baugrunds.

Die offensichtliche Kenntnis der Bedeutung des Untergrundes für die Standsicherheit ihrer Bauten hat die griechischen Architekten nicht davon abgehalten, auf erkennbar problematischem Untergrund auch große Gebäude zu errichten. Das Motiv dafür, solche Bedingungen als Herausforderung anzusehen, der mit entsprechender Technik zu begegnen war, lag zumeist in der sakralen Bedeutung der Bauplatzes: die ambitioniertesten Bauprojekte zumindest der archaischen und klassischen Zeit waren die Tempelbauten in Heiligtümern, deren Lage aus religiösen Gründen nicht verändert werden konnte, selbst wenn sie denkbar schlechten Baugrund boten. Das gilt insbesondere für das Artemisheiligtum in Ephesos und das Heraion auf Samos, in denen der Grundwasserspiegel sehr hoch lag und der Boden entsprechend sumpfig war. Der Bau des monumentalen Artemistempels in Ephesos ist ein in dieser Hinsicht berühmt gewordener Fall, über den noch mehr als sechshundert Jahre später der ältere Plinius folgendes berichtet: Die Ephesier zogen aufgrund der Problematik zunächst einen Experten, Theodoros aus Samos, herbei, da man im Heraion von Samos mit einer ähnlichen Problemlage konfrontiert war. Theodoros wird in den Quellen als ein Künstler und Techniker von umfassender Kompetenz beschrieben. Er soll als Architekt und Bildhauer tätig gewesen sein, galt als Erfinder des Bronze(hohl)gusses und der Drehscheibe.²⁹⁴ Theodoros soll geraten haben, in die Fundamentgräben zunächst eine Schicht aus Holzkohle einzubringen, die mit Schaffellen abgedeckt werden sollte, was offenbar als Grundwassersperre gedacht war. Plinius zufolge wurde der sumpfige Untergrund nicht nur als Nachteil angesehen, denn er soll als Erdbebenschutz gegolten haben.²⁹⁵ Die Annahme, dass Holzkohle Grundwasser absorbiert oder sperrt, findet sich noch bei Vitruv, der bei Pfahlgründungen rät, die Zwischenräume mit Holzkohle zu füllen.²⁹⁶ An den Fundamenten des Artemision gibt ein früher Forscher an, eine solche Holzkohleschicht, oben und unten eingefasst von einer Lage Kalkmörtel (,putty‘) beobachtet zu haben.²⁹⁷ Gefunden wurden Holzkohleschichten in Fundamentgräben in Olbia und am sog. Bau D auf Samos,²⁹⁸ nicht jedoch an den großen Ringhallentempeln im Heraion von Samos. Inwieweit solche Holzkohlelagen tatsächlich positive Effekte bei hoch anstehendem Grundwasser haben, ist unklar.

2.6.4 Mauern aus Stein: Typen, Versatz- und Verbindungstechniken

Mauern aus Stein²⁹⁹ wurden in sehr unterschiedlicher Technik errichtet. Gemeinsam sind den verschiedenen Typen nur einige wenige Merkmale, und zwar der Verzicht auf kalkhaltige Bindemittel (Mörtel), sowie die – statisch vorteilhafte – Verjüngung, wobei die Differenz zwischen der Breite auf Fundamentniveau und der Breite der Mauerkrone bei Quadermauern deutlich geringer ist als bei den übrigen Typen.

²⁹⁴Die Quellen zu Theodoros sind zusammengestellt und besprochen bei Svenson-Evers 1996, 7–49.

²⁹⁵Plini. n. h 36-95-97. Vgl. auch Diog. Laert. 2. 103.

²⁹⁶Vitr. 3. 4. 2.

²⁹⁷Ausführlicher dazu Cooper 2008, 231f.

²⁹⁸Müller-Wiener 1988, 64.

²⁹⁹Martin 1965, 307ff. Orlandos 1966, II, 122ff.; Wrede 1933; Winter 1971; Müller-Wiener 1988, 64ff.

Mauerwerkstypen eignen sich kaum für Datierungen, denn alle grundlegenden Typen lassen sich in nahezu allen hier betrachteten Epochen finden. Antike Beschreibungen der Bautechnik gibt es nur von römischen Autoren.³⁰⁰

2.6.5 Bruchsteinmauern

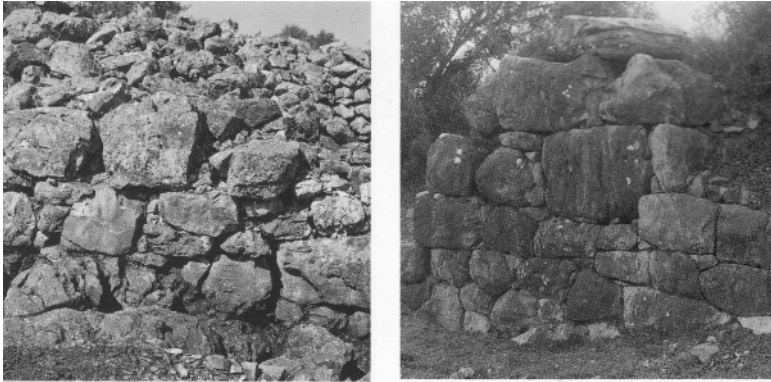


Abb. 2.18: Bruchstein-Mauerwerk (Müller-Wiener 1988, Abb. 30).

Die Bruchsteinmauer (Abb. 2.18) war die älteste und am einfachsten herzustellende Form der Mauer, da dieser Typ praktisch keine qualifizierte Arbeit erforderte. In der Regel bestehen diese Mauern aus dem jeweils lokal anstehendem Gestein, das entweder un bearbeitet blieb oder sehr grob zugehauen wurde. Aufgebaut waren diese Mauern aus zwei aufgeschichteten Schalen aus größeren Steinen, deren Zwischenraum mit Split und kleineren Steinbrocken, oft im Lehmbett, verfüllt wurde. Bei Terrassen- oder Stützmauern konnte die hangseitige Schale entfallen. Freistehende Mauern dieser Art waren oft etwa 60 bis 80 cm breit, so dass der Zwischenraum der Schalen nur sehr schmal war, anders als bei stärkeren Mauern größerer Höhe wie Stadtmauern. Die Qualität solcher Mauern hing einerseits davon ab, wie sorgfältig die Zwischenräume zwischen den großen Steinen der Schalen ausgefüllt wurden, und andererseits von der Verlegung der Bindersteine, die, in annähernd regelmäßigen Abständen verlegt, die Schalen miteinander verbanden. Aus Gründen der Stabilität wurden die Ecken der Mauern meist sorgfältiger gearbeitet, indem ausschließlich größere Blöcke mit relativ dichtem Fugenschluss dort einen stabilen Verband bildeten.

2.6.6 Polygonalmauern

Als Polygonalmauern (Abb. 2.19) bezeichnet man ein ganzes Spektrum von ebenfalls zweischaligen, im Detail aber sehr unterschiedlich gearbeiteten Mauern, deren Gemeinsamkeit darin besteht, dass zwar zwischen den Blöcken der Außenschalen Fugenschluss besteht, die Fugen selbst aber kein regelmäßiges Gitter aus horizontalen und vertikalen Linien bilden wie beim Quaderbau. Sind überdurchschnittlich große Steine für die Außenschalen verwendet worden, spricht man von Zyklopenmauern. Eine exakte Trennung zwischen Bruchstein-

³⁰⁰Plin. n. h. 36, 71f.; Vitruv. 2. 8. 5-7.



Abb. 2.19: Polygonale Stützmauer der Terrasse des Apollontempels in Delphi (E. Sioumpara).

und Polygonalmauerwerk ist nicht möglich, die Übergänge sind fließend, zumal selbst innerhalb von Mauern der Fugenschluss sehr unterschiedlich ausfallen kann. Vermutlich gilt dieser Übergang auch für die Entstehung: Polygonalmauerwerk ist letztlich ein Bruchsteinmauerwerk mit dichtem Fugenschluss.

Das Polygonalmauerwerk hatte zwei grundlegende Vorteile. Verglichen mit dem Bruchsteinmauerwerk war es, bedingt durch den Fugenschluss, deutlich stabiler. Gegenüber dem Quaderbau hatte es den Vorteil, dass deutlich weniger Abschlag, und damit Steinmetzarbeit anfiel, wenn aus dem herbeigeschafften Material jeweils Steine herausgesucht wurden, deren Form annähernd dem Fugenverlauf der bereits versetzten Blöcke entsprach.

Die Außenflächen der Blöcke wurden in unterschiedlicher Weise bearbeitet. Teilweise wurden sie nahezu roh belassen, teils wurde ein Saumstreifen an den Fugen ausgearbeitet, das Zentrum jedoch roh belassen, oder aber die Front der Mauer wurde mit dem Spitzmeißel in eine Ebene gebracht, aber ohne die Fläche mit dem Zahneisen oder einem Flachmeißel vollständig zu glätten. Verwendet wurde Polygonalmauerwerk vor allem an Stadt-, Terrassen- oder Stützmauern (Abb. 2. 19), bei Gebäuden hingegen meist nur im Bereich der Sockelzone der aufgehenden Wände bzw. als Sockel für Lehmziegelmauern. Gerade bei aufwändig gearbeitetem Polygonalmauerwerk lässt sich deutlich erkennen, dass die Form nicht allein von rein technischen Gesichtspunkten bestimmt wurde, sondern dass das Erscheinungsbild bei der Wahl der Technik eine Rolle gespielt haben muss. Insofern kann man in diesem Kontext durchaus von Mauerwerksstilen sprechen.

Der Übergang zum Werksteinbau mit rechteckigen Quadern ist wiederum fließend. Jüngere Polygonalmauern haben oft Fugen, die in langen Linien durchlaufen, z. B. beim sog. lesbischen Mauerwerk, bei dem die Fugen tendenziell konzentrische Kreise bilden.³⁰¹ Auch

³⁰¹ Benannt nach Aristot. Eth. Nicom. 1137 b 30. Zur Mauerwerk s. Scranton 1941, 25ff.

gab es Quadermauerwerk, bei dem nur die Lagerfugen horizontale Linien bildeten, die Stoßfugen hingegen aus der Vertikalen geneigt waren.

2.6.7 Quadermauern

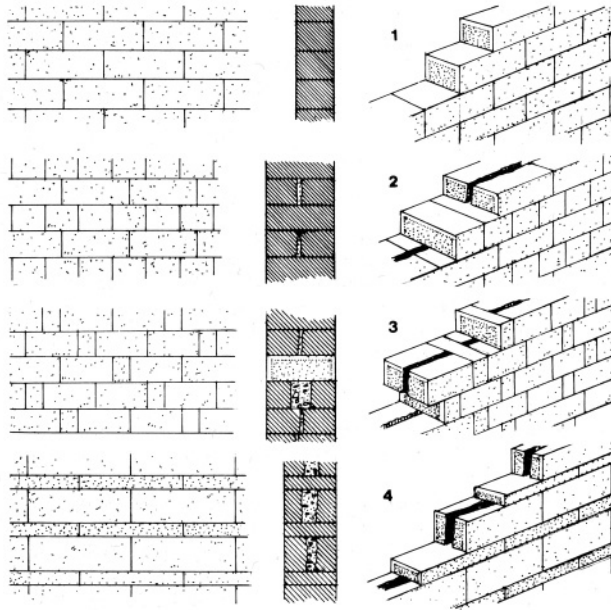


Abb. 2.20: Mauerformen (nach Orlandos 1966, 182).

Das Quadermauerwerk aus allseitig bearbeiteten Werksteinen existierte in einer großen Zahl von Varianten. Gemeinsam ist ihnen, dass die Werksteine so verlegt wurden, dass die Horizontalfugen jeder Schicht eine durchgehende, waagerechte Linie bildeten, und die Vertikalfugen regelmäßig wechselten.

Je nach Stärke bestanden die Mauern in jeder Schicht aus einer oder mehreren Reihen von Quadern. Bei nur einer Reihe (Abb. 2.20, Nr. 1) waren die Schichthöhen in der Regel identisch, was als isodomos Mauerwerk bezeichnet wird. Bei mehr als einer Reihe pro Schicht wechselte die Verlegungsrichtung der Quader: Die sogenannten Läufer lagen parallel, die Bindersteine quer zur Achse der Wand. Der Wechsel zwischen beiden konnte innerhalb einer Schicht erfolgen (Abb. 2.20, Nr. 3), oder es wechselten Läufer und Binder-schichten (Abb. 2.20, Nr. 2). Eine weitere Variante ergab sich bei der Verwendung von lang-rechteckigen, plattenförmigen Steinen, die als Läufer liegend und als Binder stehend verlegt wurden (Abb. 2.20, Nr. 4). Auf diese Weise ergab sich zwangsläufig ein Wechsel von höheren und flacheren Lagen, der als pseudoisodom bezeichnet wird. Wie auf der Abbildung dargestellt, schlossen häufiger die Läufer mit ihren Innenseiten nicht aneinander an. Entsprechende Hohlräume wurden, anders als bei den zuvor beschriebenen Mauerwerkstypen, meist nicht verfüllt. Bei allen diesen Systemen wurde die Sockelschicht der Mauer dadurch

hervorgehoben, dass dort eine Reihe von Quadern verbaut wurde, deren Höhe dem Zwei- bis Dreifachen der normalen Wandquader entsprach. Diese sogenannte Orthostatenschicht dürfte aus den steinernen Sockelzonen der Lehmziegelmauern in den Quaderbau übernommen worden sein. Auch bei den Lehmziegelmauern anspruchsvoller Gebäude wurde, wie schon erwähnt, eine solche Orthostatenschicht aus Stein verlegt (Heraion von Olympia).

Wie auf der Schemazeichnung angedeutet, wurden so gut wie nie alle sechs Seiten der Quader glattflächig bearbeitet. Üblich war vielmehr, die Stoßfugen an den Schmalseiten der Quader, und bei Läufern die Innenseiten, bis auf einen Randstreifen einzutiefen (sog. Anathyrosen, s. Abb. 2.21). Nur dieser glatte Randstreifen bildete die Kontaktfläche zum benachbarten Stein. Das hatte den Vorteil, dass für dicht schließende Fugen die Bearbeitung wesentlich weniger aufwändig war, weil nicht die komplette Stoßfuge präzise und winkeltgerecht geglättet werden musste. Anathyrosen an den horizontalen Lagerfugen waren selten.

Die Endbearbeitung der Quaderflächen erfolgte vor dem Versetzen nur teilweise. Angeliefert wurden die Steine auf der Baustelle, wie oben im Zusammenhang mit den Arbeiten im Steinbruch beschrieben, in der Regel in Bosse, bzw. mit einem Werkzoll auf den Außenseiten. Vor dem Versetzen wurde der Werkzoll nur an den unteren Lagerflächen abgearbeitet und an den Stoßfugen die Anathyrosen abgearbeitet. Erst nachdem alle Steine einer Reihe verlegt waren, wurden die Oberseiten über die ganze Reihe hinweg einheitlich geglättet. Die Außenseiten wurden erst nach der Fertigstellung der kompletten Wand in einem Zug glatt gearbeitet.

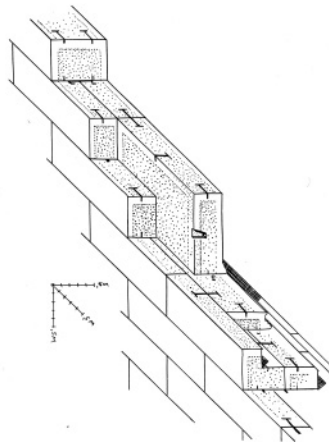


Abb. 2.21: Mauerquader mit Anathyrosen und Bettungen für Doppel-T-Klammern (Caskey u. a. 1927, Abb. 31).

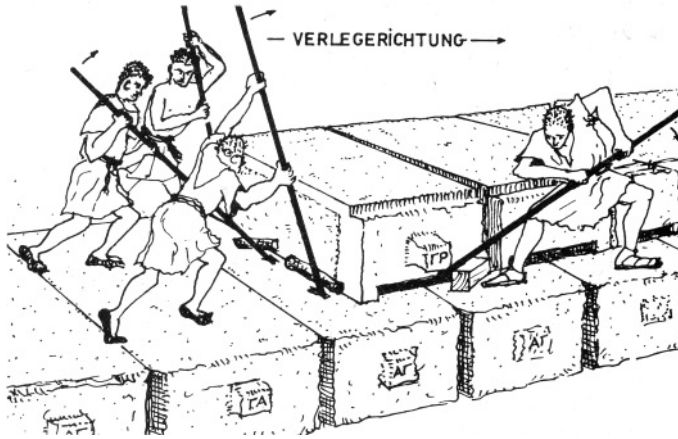


Abb. 2.22: Versatz von Krepisblöcken mit Stemmeisen (Müller-Wiener 1988, Abb. 38).

In ihre endgültige Position versetzt wurden die Steine nach dem Aufsetzen auf die Mauer mithilfe von Stemmeisen, für die als Widerlager kurze Nuten in die Oberseiten der darunter liegenden Quader eingeschlagen wurden (Abb. 2.22). Da diese Nuten immer vor der endgültigen Position der Schmalseite eines Quaders liegen müssen, lässt sich durch sie oft die Verlegerichtung der Quader rekonstruieren.

Das Verschieben der Quader in ihre endgültige Position mit Stemmeisen hatte zur Folge, dass man die ersten bzw. letzten Steine einer Reihe nie als letzte versetzen konnte, da in diesem Fall das Stemmeisen nirgendwo mehr hätte angesetzt werden können. Deshalb wurde der jeweils erste und letzte Stein einer Reihe am Anfang der Verlegung der Reihe in Position gebracht. Daraus ergab sich wiederum das Problem, dass der letzte Stein der Reihe, der Schlussstein, von oben in die Reihe abgesenkt werden musste, also nicht mit dem Stemmeisen bewegt werden konnte. Das Einfügen des Schlusssteins wurde erheblich erleichtert, wenn dieser Stein am Seil eines Krans befestigt werden konnte. Die bereits oben im Abschnitt zur Baustellenlogistik gezeigten Aufhängungsformen (Seilschlaufen, Wolf) erleichterten das Absenken des Schlusssteins ganz erheblich, weswegen häufig nur der Schlussstein Wolfslöcher oder Seilkanäle hatte. Bekannt waren aber auch Methoden, Schlusssteine ohne Kran einzufügen: Dazu wurde die Lücke, in die der Schlussstein einzufügen war, zunächst mit mehreren Lagen Kanthölzern ausgefüllt, und der Schlussstein darauf geschoben. Anschließend wurde der Schlussstein mit Stemmeisen leicht angehoben, wobei die Eisen in kleine Nuten in den Stoßfugen des Schlusssteins eingriffen. Nach dem Anheben wurde die oberste Lage der Kanthölzer entfernt, und der Stein abgesenkt. Anschließend wurde der Stein wieder mit den Eisen leicht angehoben, die in etwas höher liegende Stemmlöcher eingriffen, und die nächste Lage der Kanthölzer entfernt, und so fort. Man erkennt dieses Verfahren an den Stemmlöchern in den Stoßfugen des Schlusssteins, die in dichten Abständen übereinander eingetieft sind, z. B. am Fries des Zeustempels von Nemea.

Der Verband der Quader konnte durch Verklammerung zwischen den Blöcken derselben Reihe und durch Verdübelung der Blöcke mit denen der nächstunteren Schicht gesichert werden, was primär als Schutz gegen Verrutschen der Quader im Fall von Erdbeben gedacht gewesen sein dürfte. Klammern und Dübel wurden in sehr unterschiedlichem Umfang ver-

baut. Es gibt Bauten mit sehr wenigen solchen Sicherungen (meist an den eher gefährdeten Ecken) und solche, wo durchgängig jeder Stein gesichert wurde.

Für das Einsetzen wurden zunächst jeweils Bettungen ausgearbeitet, in die die Dübel und Klammern eingelegt wurden. Anschließend wurden sie als Korrosionsschutz von oben mit Blei vergossen, das nach dem Abkühlen durch Schläge mit dem Meißel auf die Oberfläche des Bleis zusätzlich in die Bettung gepresst wurde. Vor allem in hellenistischer Zeit wurden für das Einbringen des Bleis zusätzlich Gusskanäle in die Steine eingearbeitet.

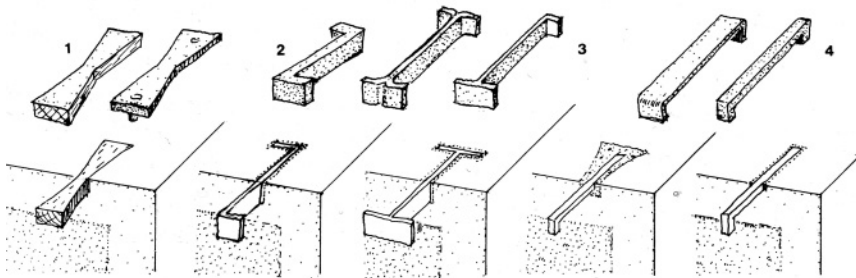


Abb. 2.23: Verschiedene Klammerformen: 1. Schwalbenschwanzklammer – 2. Z-Klammer – ohne Nr.: Doppel-T-Klammer – 3. Hakenklammer – 4. U-Klammer (Müller-Wiener 1988, Abb. 40).

Klammern und Dübel wurden aus Hartholz, Bronze und Eisen hergestellt. Vor allem die Klammern hatten sehr unterschiedliche Formen (Abb. 2.23). Von den gebräuchlichsten Klammerformen ist die in der Herstellung aufwändige Doppel-T-Form die ältere, die ab etwa dem 4. Jahrhundert zunehmend durch die einfach aus Flacheisen zu biegende U-Klammer ersetzt wurde, ohne dass erstere vollkommen verdrängt worden wäre.

2.6.8 Säulen und Gebälke

Die konstruktiven Merkmale und Details von Säulenstellungen illustrieren auf der einen Seite sehr anschaulich die zunehmend bessere Beherrschung der konstruktiven Anforderungen einer Stützenstellung. Auf der anderen Seite zeigt die Entwicklung aber auch, dass es in bautechnischen Fragen bei der Bewertung alternativer technischer Lösungen Auffassungsunterschiede zwischen den Architekten gab. Diese Unterschiede sind kaum regionalen Architekturtraditionen zuzuordnen, vielmehr folgen sie – wenn auch nur in etwa – dem Zeitverlauf. Das zeigt, nicht zuletzt, eine offenbar gut funktionierende Kommunikation zwischen den Architekten des weit auseinander gezogenen griechischen Siedlungsgebietes.

Die Säulenschäfte waren bei einigen archaischen Tempeln trotz ihrer enormen Größe Monolithe.³⁰² Bei Schaftlängen von bis zu acht Metern war das zweifellos mit enormen technischen Schwierigkeiten verbunden, angefangen bei der Suche nach geeigneten Blöcken ohne Stich im Steinbruch über den Transport zur Baustelle bis hin zur Aufrichtung der

³⁰²Korinth, Apollontempel; Syrakus, Apollontempel und andere. Einer der letzten Bauten, an dem – nicht alle – Schäfte aus einem einzigen Stein gearbeitet waren, ist der spätarchaische Aphaieatempel auf Ägina.

Schäfte. Man hat zu Beginn des 6. Jahrhunderts monolithische Schäfte sicher noch in Analogie zu den früharchaischen Säulen verwendet, die aus Baumstämmen hergestellt wurden. In späterer Zeit, als aus Säulentrommeln zusammengesetzte Schäfte bereits verbreitet waren, mag den monolithischen Schäften von einigen Architekten eine größere Stabilität zugeschrieben worden sein. Vielleicht hatten solche Schäfte auch einen höheren Prestigewert wegen der genannten technischen Schwierigkeiten bei Bruch, Transport und Aufrichtung.

Säulenschäfte wurden ab dem beginnenden 5. Jahrhundert ausschließlich aus Trommeln zusammengesetzt. Ihre Zahl wechselt wegen der stets unterschiedlichen Höhe der Trommeln so gut wie immer auch innerhalb derselben Säulenstellung. Die Lagerfugen der Trommeln lagen also nicht bei allen Säulen auf demselben Niveau. Vermutlich hing die Höhe im Wesentlichen von der Stärke der hochwertigen Gesteinsschichten in den Steinbrüchen ab.

Die Vereinfachung beim Brechen und beim Transport durch die Verwendung von Trommeln stellte allerdings auf anderer Ebene neue Anforderungen: Nur wenn die Lagerflächen der Trommeln perfekt einander angepasst waren, konnte der Schaft in sich stabil sein. Umgekehrt hätten sich Ungleichmäßigkeiten der Lagerflächen (Kippspiel) addiert, und auf diese Weise die Schäfte anfällig für Schwankungen gemacht, was wiederum die Standsicherheit der gesamten Säulenstellung beeinträchtigt hätte. Um die Lagerflächen einander exakt anzupassen, verwendeten die Baumeister Rötel als Touchierfarbe. Wurden die Trommeln leicht gegeneinander verdreht, verwischte die Farbe dort, wo sie aufeinander auflagen, bzw. dort nicht, wo die Flächen keinen Kontakt hatten.³⁰³ Aus praktischen Gründen ist anzunehmen, dass das probeweise Aufsetzen der Trommeln jeweils paarweise auf dem Bauplatz erfolgte, so dass die Trommeln beim Versatz am Bau nicht wieder abgenommen werden mussten.

Eine alternative Arbeitsweise hat Manolis Korres für den Bau der Parthenonsäulen aufgrund eines Fundstücks rekonstruiert (Abb. 2.24). Das Bruchstück war offensichtlich das Fragment einer Richtplatte, mit der sämtliche Lagerfugen kontrolliert werden konnten, ohne dass jeweils zwei Trommeln probeweise aufeinandergesetzt werden mussten. Dadurch konnte zweifellos in erheblichem Umfang Arbeitszeit eingespart werden.³⁰⁴

Ein technisches Detail, das offensichtlich Auffassungsunterschiede in Technikfragen erkennbar werden lässt, ist die Verdübelung der Trommeln. Dabei zeigt sich eine ähnliche Tendenz wie bei der Verdübelung der Wandquader. Bis etwa zum Anfang des 4. Jahrhunderts wurde die Säule aus Basis (falls vorgesehen), Schaft und Kapitell als Einheit verstanden, indem alle Teile untereinander verdübelt wurden, und zwar mit einem zentralen Runddübel, so dass die Trommeln sich bei Erdstößen gegeneinander verdrehen konnten. Zugleich blieb die Säule aber innerhalb der Säulenstellung insofern eine Art autonomer Einheit, als sie weder mit ihrer Standplatte (dem Stylobat), noch mit dem Gebälk durch Dübel verbunden wurde. Diese Auffassung änderte sich im Verlaufe des 4. Jahrhunderts. Die Trommeln wurden nunmehr häufiger auch mit außermittigen Dübeln verbunden, so dass ein Verdrehen gegeneinander nicht mehr möglich war. Zudem wurde die Säule durch Dübel auch mit dem Stylobat, auf dem sie stand, und dem Gebälk über ihr verbunden. Offensichtlich war für die betreffenden Architekten das Ziel, eine maximale, starre Verbindung zwischen allen Gliedern der

³⁰³ Bei der Wiederaufstellung einer Säule des Zeustempels in Olympia vor wenigen Jahren wurde genauso verfahren. Als Touchierfarbe wurde dabei Kreide verwendet.

³⁰⁴ Die Bauzeit des Parthenon von neun Jahren gilt, gemessen an der Größe des Gebäudes, als ungewöhnlich kurz. Sie kann auch kaum durch den massenhaften Einsatz von Arbeitskräften erklärt werden, da auf der Baustelle fast ausschließlich Arbeiten für hochqualifizierte Handwerker anfielen.

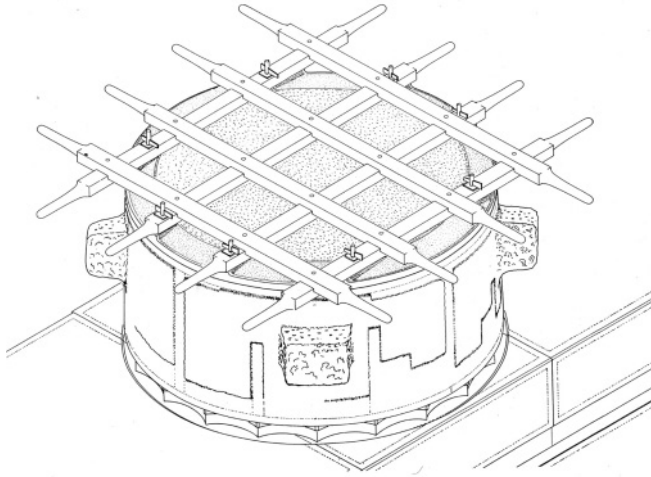


Abb. 2.24: Richtplatte (Korres und Vierneisel 1992, Abb. 15).

Säulenstellung zu erreichen. Ähnliches kann man im Bereich des Wandaufbaus beobachten. Im 6. und 5. Jahrhundert wurden häufig nur die Wandquader einer Reihe untereinander mit Klammern verbunden, so dass sich die Reihen bei Erdstößen gegeneinander verschieben konnten. In späterer Zeit sind die Reihen auch vertikal, durch Dübel, untereinander fixiert. Welche Argumente oder Beobachtungen zu dieser neuen Sichtweise geführt haben, ist nicht bekannt. Welche Alternative von der Standsicherheit her gesehen die bessere war, lässt sich empirisch nicht zeigen. Von beiden Varianten stehen noch heute Exemplare aufrecht.³⁰⁵ Zu beobachten ist zudem eine Tendenz dieser Zeit, auch die Lagerflächen der Trommeln mit Anathyrosen zu versehen, was lange Zeit unüblich war.

Die Endbearbeitung der Sichtflächen der Säulenschäfte, d. h. die Ausarbeitung der Kanneluren, erfolgte, wie bei den Mauern auch, erst nachdem alle Bauglieder der Säulenstellung versetzt worden waren. Als Referenz wurden lediglich unten an der Fußtrommel und oben am Kapitellhals auf wenigen Zentimetern die Anfangs- und Endpunkte der Kanneluren vor dem Versatz ausgearbeitet.

Auch die Gebälke zeigen wachsende Kenntnisse der Baukonstruktion. Schon früh hat man etwa darauf geachtet, dass die Schichtungen im Gestein bei Architraven vertikal zur Einbaulage verbaut wurden, während bei allen anderen Baugliedern die Gesteinsschichten ebenso horizontal liegen wie im Steinbruch selbst. Die meisten Forscher nehmen an, dass dadurch eine höhere Belastbarkeit des Gesteins bei Durchbiegungen durch die Auflast erreicht wird. Es gibt allerdings auch die oben schon im Zusammenhang mit den Arbeiten im Steinbruch vertretene Auffassung, dass die, bezogen auf die Schichtung, vertikale Einbau-

³⁰⁵ Einen großen Einfluss auf die Stabilität einer Säulenstellung hat zudem das Gebälk, da es die gegenseitige Stabilisierung der Säulen bewirkt. Deshalb sind viele der heute noch aufrecht stehenden, nicht modern rekonstruierten Säulen durch Architrave verbunden. Zu den ältesten Beispielen dafür zählen die erhaltenen Joche am Apollontempel von Korinth und am Apollontempel von Syrakus.

lage bei Architraven durch die entsprechende Arbeitersparnis im Steinbruch zu erklären ist.³⁰⁶

Frühe Bauten zeigen noch eine deutliche Unsicherheit hinsichtlich der Beurteilung der Tragfähigkeit der Architrave. Die Steinbalken der frühen Bauten sind, wie der Vergleich mit späteren Bauten veranschaulicht, erheblich überdimensioniert. Die Gebälke wirken daher schwer, um nicht zu sagen plump. Bei der Bemessung der späteren Architrave mit deutlich reduzierten Dimensionen zeigt sich zudem eine der wenigen Dimensionierungsregeln im Bereich der Konstruktion von Säulenstellungen. Die Breite der Architrave beträgt in nacharchaischer Zeit fast konstant zwei Fünftel der Länge des Jochs, das der Architrav überspannt.³⁰⁷ Im Hellenismus wird dann zunehmend eine Tendenz beobachtbar, die Gebälke insgesamt immer stärker zu reduzieren, so dass sie optisch ‚leichter‘ wirken. Bei kleineren Bauten sind Architekten daher, um der Bruchgefahr zu entgehen, dazu übergegangen, die Architrave und den Fries darüber aus einem einzigen Stein auszuarbeiten, so dass nicht nur der Architrav, sondern auch der Fries zum Tragbalken wird – anders, als es die Gebälkornamentik suggeriert, die klassischerweise immer eine Illustration der tragenden und lastenden Bauglieder bietet.

Ein Problem beim Versatz der Architrave war, dass sie exakt horizontal auf die Kapitell- oberseiten abgelassen werden mussten. Ein auch nur leichtes Verkanten hätte unmittelbar zu Abplatzungen an den zuerst aufsetzenden Kanten von Architraven bzw. an den Oberkanten der Kapitelle geführt. Um diesem Problem zu begegnen, gingen die Baumeister dazu über, auf den Oberseiten der Kapitelle beim Glätten ein Fläche im Zentrum mit leicht erhöhtem Niveau zu belassen. Da diese sog. Scamilli nicht bis an die Außenkanten der Architrave heranreichten, belastete eine minimale Neigung der Architrave beim Aufsetzen die Kanten der Kapitelle nicht.

Die technische Entwicklung der Säulenstellungen zeigt somit, weitaus stärker als die der Architekturformen, einen Zugewinn an Kenntnissen auf Seiten der Architekten, ohne dass das konstruktive Paradigma der griechischen Architektur, das Stütze-Gebälk-System, aufgegeben worden wäre. Fundamental andere Ansätze, wie die Keilsteintechnik, haben die Architekten – obwohl sie sie kannten – niemals in die Sphäre der Sakralarchitektur eingeführt.

2.6.9 Ingenieur-Bau

Straßenbau

Aussagen zu den griechischen Überlandstraßen sind nur in engen Grenzen möglich. Bekannt ist häufig nur aus literarischen Quellen, welche Städte durch Straßen verbunden waren. Archäologische Untersuchungen zum Straßenbau sind bis heute eher selten.

Die ältere Forschung ging mit Bezug auf entsprechende Nachrichten in den Quellen davon aus, dass die Mehrheit der antiken griechischen Straßen Pfade waren, die nur für Fußgänger, Reiter und Packtiere geeignet gewesen seien, nicht jedoch für den Verkehr mit Wagen, da größere Steigungen häufiger durch in den Felsen geschlagene Stufen überwunden wurden.³⁰⁸ Doch schon anhand der Quellen lässt sich erschließen, dass es spätestens im frühen 6. Jahrhundert große, für den Wagenverkehr geeignete Überlandstraßen gegeben haben

³⁰⁶Siehe oben Seite 192.

³⁰⁷Osthues 2005, Tabelle im Anhang.

³⁰⁸Forbes 1993, 140–45, insb. 141.

muss. Als beispielsweise Xerxes 479 mit seinem Heer von mehr als einer Million Menschen von den Dardanellen über Nordgriechenland und entlang der Westküste der Ägäis nach Attika zog, führte das Heer einen Tross mit sich, dessen Wagen von Ochsen gezogen wurden. Vermutlich aus Zeitgründen ließ er einige Brücken anlegen, wo bisher offenbar Furten oder Fähren genutzt worden waren (etwa über den Strymon, s. unten). Erschließen lassen sich aus den Quellen auch einige für schwere Fuhrwerke geeignete Landstraßen zwischen Steinbrüchen und den großen Bauplätzen. Aus Abrechnungsinschriften geht hervor, dass in Attika Wagen mit einer Nutzlast von mindestens zehn Tonnen, Steinmaterial von den Marmorbrüchen des Pentelikon nach Athen und nach Eleusis transportierten. Bekannt ist zudem auch, dass Städte Beauftragte oder Kommissionen ernannten, deren Aufgabe die Instandhaltung von Straßen im Umland war, was auf Baumaßnahmen in allerdings nicht näher bekanntem Umfang hinweist.

Von den meisten dieser Überlandstraßen kennt man allerdings weder den genauen Verlauf der Trassen noch den Aufbau von Fundamentierung und Belag, da entsprechende archäologische Befunde fehlen. Etwas besser ist die Forschungslage bei einer speziellen Gattung von Straßen, den sogenannten ‚heiligen‘ Straßen, die Städte mit ihren außerstädtischen Heiligtümern verbanden. Allerdings wird man bei der Verallgemeinerung der Befunde zurückhaltend verfahren müssen, denn diese Straßen wurden als Prozessionswege genutzt, und könnten daher besser ausgebaut und instandgehalten worden sein als reine Verkehrsstraßen. Vergleichsweise gut erforscht ist die heilige Straße zwischen der kleinasiatischen Küstenmetropole Milet und dem Heiligtum von Didyma.³⁰⁹ Die Trassenführung dieser rund 20 km langen, schon im 6. Jahrhundert nachweisbaren Straße ist recht genau bekannt. Ihre Breite betrug etwa 6–7 m, womit sie deutlich breiter war als für normalen Wagenverkehr erforderlich. (Straßen, bei denen sich Fuhrwerke ohne Ausweichen passieren konnten, waren zweifellos extrem selten³¹⁰). Sondagen haben 16 Schichten identifiziert, die vier verschiedenen Bauphasen bzw. Erneuerungen zugeordnet werden können, deren letzte in traianische Zeit fällt. Die drei älteren Phasen haben einen Belag aus aufgeschüttetem und planiertem Material, das von Randsteinen eingefasst war, nur die letzte einen Pflasterung. Abschnittsweise wurde zur Herstellung der Oberfläche auch der anstehende Fels abgearbeitet und geglättet.

Eine spezielle Konstruktion war der in der Antike Diolkos genannte Verbindungsweg beim Isthmos von Korinth.³¹¹ Der Diolkos war eine gepflasterte ‚Straße‘, die den Saronischen mit dem Korinthischen Golf verband. Angelegt wurde er spätestens im 5. Jahrhundert und mindestens bis ins 1. Jahrhundert genutzt. Auf ihm wurden, wie mehrere Quellen belegen, Schiffe transportiert, so dass sie auf Weg von der Adria in die Ägäis das wegen häufiger Stürme als gefährlich geltende Umfahren von Kap Malea vermeiden konnten. Der moderne, erst 1893 vollendete Durchstich durch den Isthmos hat einen Teil des alten Diolkos zerstört. Die Länge der in ihrem Verlauf daher nicht exakt bekannten Strecke muss zwischen 6 und 8,5 km betragen haben, bei einer zu überwindenden Höhe von mindestens 75 m. Die Transporttechnik, mit der die Schiffe bewegt wurden, ist nicht sicher bekannt. Die Rillen in der Pflasterung der Straße werden teils als eine Art von Schienen gedeutet (Abstand ca. 1,6 m), teils aber auch als einfache Folge der Abnutzung durch den Transport mit schweren Wagen

³⁰⁹Überblick über die Forschungsergebnisse und weitere Literatur bei Tuchelt 1991, insb. 38f.

³¹⁰Pausanias weist ausdrücklich darauf hin, dass die seit ältester Zeit wichtige Verbindungsstrasse zwischen Megara und Korinth, die den Landweg auf die Peloponnes darstellte, durch den Kaiser Hadrian auf die doppelte Wagenbreite ausgebaut wurde; Paus. I.44.6

³¹¹Werner 1997, mit der älteren Literatur.

oder Schlitten. Dafür, dass die Rillen eigens ausgearbeitet worden sind, spricht, dass sie in Teilen fehlen, was kaum verständlich wäre, wenn sie durch Abnutzung entstanden wären.

Brückenbau

Der Brückenbau in Stein³¹² wurde bereits im spätbronzezeitlichen Griechenland beherrscht. Mykenische Brücken wurden in ‚kyklopischer‘ Technik aus sehr großen, grob behauenen Steinblöcken errichtet – manche von ihnen in der östlichen Peloponnes stehen noch heute – und überspannten kleinere Flussläufe mit einem unechten Gewölbe.³¹³ Ähnlich lang, aber in anderer Technik ausgeführt, sind die wenigen erhaltenen Brücken aus der hier behandelten Epoche.

Noch fast vollständig erhalten ist die kleine, ins 5. Jahrhundert datierte Steinbrücke über den Erasinos, die den Zugang zum Artemis-Heiligtum von Brauron an der Südküste Attikas ermöglicht. Ihre Konstruktion besteht aus fünf niedrigen, im Abstand von weniger als einem Meter gesetzten ‚Brückenpfeilern‘, die jeweils von einer Reihe langrechteckiger Steinplatten überspannt werden (Oberfläche ca. 8 * 9 m). Technisch gesehen handelt es sich um eine Balkenbrücke.

Ebenfalls den Zugang zu einem Heiligtum eröffnet das von Ptolemaios II. im frühen 3. Jahrhundert im Kabirenheiligtum von Samothrake gestiftete monumentale Propylon, dessen Unterbau einen Bach in Keilsteintechnik überbrückt. Inschriftlich belegt ist eine dritte Steinbrücke (oder ein mit Steinen befestigter Damm), die im Demeter-Heiligtum von Eleusis den Priesterinnen den Zugang durch die umgebenden Salzwasser-Auen erleichtern sollte.³¹⁴

Ein Hinweis auf eine Brücke weit größerer Dimensionen findet sich bei älteren Plinius,³¹⁵ der von einer tausend Fuß (knapp 300 m) langen Brücke im südlichen Epirus berichtet.³¹⁶ Technische Angaben fehlen, auch bleibt unklar, ob die Brücke zu den Straßenbauprojekten der römischen Kaiserzeit zu rechnen ist.³¹⁷ Plinius’ milder Spott, sie werde bewundert von ‚den Leuten, die all das, was in ihrem Land liegt, bewundern‘, deutet aber an, dass die griechischen Brückenkonstruktionen den Leistungen der Römer auf diesem Gebiet nicht vergleichbar waren. Dieses Urteil erscheint insofern plausibel, als die Griechen, wo immer möglich, Schiffsverkehr und Schiffstransport bevorzugten. Das Know-how für größere Brückenkonstruktionen muss aber gleichwohl auch vorher schon vorhanden gewesen sein. Über den Strymon, einen der großen Flüsse Nordgriechenlands, führte bereits im späten fünften Jahrhundert eine Brücke. Über ihre Konstruktion ist leider nichts Genaueres bekannt.³¹⁸ Technisch anspruchsvoll muss der Bau der Brücke gewesen sein, die bei der

³¹²Zusammenfassende Untersuchungen zum Brückenbau sind bisher nicht vorgelegt worden.

³¹³Vgl. Simson und Hagel 2006, Kap. 2.

³¹⁴Eleusis, IG I³ 79.

³¹⁵Plin. n.h. 4.1.4.

³¹⁶Dem Wortlaut des Textes zufolge überbrückte sie den Arachon, doch ergibt sich aus dem Kontext eindeutig, dass der Arachthos gemeint sein muss, da Plinius angibt, dass der Fluss in den ambrakischen Golf mündet, was für den Archathos, nicht aber für den weiter nördlich fließenden Arachon zutrifft.

³¹⁷Es ist möglich, dass die von Plinius erwähnte Brücke ein Vorgängerbau der heute noch vorhandenen osmanischen Steinbrücke bei Arta war (die allerdings nur etwa 130m lang ist). Arta, das antike Ambrakia, hatte der König Pyrrhos von Epirus 295 zu seiner Hauptstadt gemacht und befestigen lassen. Es ist daher denkbar, dass Pyrrhos auch eine Brücke über den Arachthos schlagen ließ.

³¹⁸Erwähnt bei Thuk. 4.103.5; 4.108.1 im Zusammenhang mit der Einnahme von Amphipolis durch den spartanischen Heerführer Brasidas im Jahr 424. Da die Gegend wegen ihres Schiffbauholzes strategische Bedeutung hatte, liegt es nahe, eine Holzbrücke anzunehmen.

Stadt Chalkis die Euripos genannte Meerenge zwischen der Insel Euboia und dem böotischen Festland überspannte³¹⁹. Der Euripos ist an seiner engsten Stelle ca. 40 m breit, was Strabons Angabe zur Länge (2 Plethren = 200 Fuß = ca. 60 m) plausibel erscheinen lässt. In dieser Meerenge treten mehrmals täglich wechselnde Gezeitenströmungen auf, was eine entsprechend stabile Pfeilerkonstruktion auch ohne unter Wasser abbindenden Mörtel³²⁰ erfordert haben muss, da eine freitragende Holzkonstruktion dieser Spannweite unwahrscheinlich ist. Sicher ist, dass die Brücke spätestens aus dem 4. Jahrhundert stammt, da sie nach Strabon schon Ephoros von Kyme (ca. 400–330) erwähnt. Die Konstruktion wurde zur Zeit von Alexanders Asienfeldzug mit zwei Türmen gesichert und in die Befestigungsanlagen einbezogen, die die Stadt Chalkis auf der Festlandsseite errichtete.

Beachtenswert sind in diesem Kontext die Leistungen griechischer Ingenieure beim Bau temporärer Brücken, auf die es in den Quellen einige Hinweise gibt. Als der Perserkönig Dareios um 512 seinen Feldzug gegen die Skythen im nördlichen Schwarzmeergebiet unternahm, überquerte sein von Asien kommendes Heer den Bosporus auf einer Schiffsbrücke – also einer Pontonbrücke – von vier Stadien Länge (ca. 720 m), die unter Leitung von Mandrokles aus Samos angelegt worden war. Trotz der Strömungen in der Meerenge, gegen die die Brücke durch Taue von Land aus gesichert gewesen sein dürfte, konnte das Heer von 700.000 Mann mitsamt dem Tross ohne Verluste nach Europa überführt werden. Ebenfalls von den Griechen in seinem Heer wurde eine weitere Brücke über die untere Donau angelegt.³²¹ Wie sehr dieser Brückenbau als ‚königliche‘ technische Großtat verstanden werden sollte, zeigen nicht nur die dokumentierenden Inschriften, die Dareios beiderseits der Meerenge aufstellen ließ, sondern vor allem die Tatsache, dass sein Nachfolger Xerxes, statt das bewährte Konzept zu wiederholen, für seinen Griechenlandfeldzug bei den Dardanellen zwei Brücken von fast doppelter Länge anlegen ließ.³²²

Hafenbau

Die Verbindung der griechischen Poleis untereinander war vielfach nur über das Meer möglich. Die vielen vom 8. bis zum 6. Jahrhundert gegründeten Koloniestädte im Schwarzmeergebiet, an der kleinasiatischen und nordafrikanischen Küste sowie in Unteritalien und auf Sizilien konnten die Verbindung mit dem Mutterland ohnehin nur auf dem Seeweg aufrechterhalten, und ohne den Fernhandel hätten die wenigsten von ihnen überleben können. Entsprechend war überall dort, wo der natürliche Küstenverlauf keine optimalen Bedingungen bot, die künstliche Anlage von Häfen von existentieller Bedeutung für die Städte. Hinzu kommt die große Bedeutung der Seekriegsführung. Fast alle politisch dominierenden Poleis unterhielten ab dem späten 6. Jahrhundert größere Flotten von speziellen Kampfschiffen, die meist in gesonderten Kriegshäfen konzentriert waren. Der nach der antiken Historiographie erste griechische Herrscher, der die ‚Seeherrschaft‘ (in der Ägäis) errang, der Tyrann Polykrates von Samos, ist zugleich der erste namentlich bekannte Initiator eines großen Hafenbauprojektes, zu dem eine ca. 360 m lange Mole gehörte.³²³

³¹⁹Strab. 9.2.2; 9.2.8; 10.1.8.

³²⁰Solcher Mörtel wurde erst von den Römern verwendet, vgl. den entsprechenden Abschnitt im Beitrag über das römische Bauwissen im vorliegenden Band.

³²¹Hdt. 4.83–89; 137.41.

³²²Sie wurden zunächst von einem Sturm zerstört, ihre – phönizischen und ägyptischen – Baumeister hingerichtet. Danach wurde die Brücke aber erfolgreich repariert (Hdt. 7.34–36 mit detaillierter Beschreibung der Konstruktion).

³²³Hdt 3. 60. 3.

Das Know-how der Architekten und Ingenieure über den Bau von Seehäfen ist spätestens in hellenistischer Zeit schriftlich vorgelegt worden. Diese Texte sind jedoch restlos verloren.³²⁴ Einige Hinweise zu Häfen finden sich in den Quellen, etwa bei dem Geographen Strabon. Bildliche Darstellungen fehlen ebenfalls. Archäologische Forschungen zum Thema sind erst in jüngster Zeit – in Kontext der ‚nautical archaeology‘ – häufiger vorgelegt worden.³²⁵

Die Anforderungen an die Anlage von Seehäfen waren zumindest im Grundsatz etwa dieselben wie in der Neuzeit. Die Häfen sollten die anlegenden und ankernden Schiffe vor Beschädigungen durch größere Wellen schützen, ihre Zufahrt(en) sollten so angelegt sein, dass auch bei den je vorherrschenden starken Winden ein Schiff in den Hafen einlaufen konnte, das Verlanden des Hafenbeckens durch sedimentierende Flussmündungen oder grundnahe Meeresströmungen sollte möglichst ausgeschlossen sein, und sie sollten im Kriegsfall gut zu verteidigen sein.

Die Hafenanlagen zeigen häufig eine kluge Nutzung der jeweiligen natürlichen Bedingungen. Im Fall der Stadt Knidos an der kleinasiatischen Westküste verband man im 4. Jahrhundert zunächst die Stadt mit der vorgelagerten kleinen Insel durch einen Damm, der zugleich als Brücke die Insel für den Verkehr mit Wagen erschloss. Die Einfahrten in den durch den Damm geteilten Sund zwischen Insel und Festland wurden durch zwei Paare von Molen weitgehend verschlossen, so dass sich zwei Häfen – ein Handelshafen im Südosten und ein kleinerer Kriegshafen im Nordwesten – ergaben.³²⁶ Der Verbindungsdamm zur Insel, heute verlandet, und die Reste der beiden Molen des Südost-Hafens sind heute noch im Satellitenbild gut zu erkennen.³²⁷

Kenntnisse der Strömungsverhältnisse im ufernahen Bereich und des Meeresbodens zeigt bereits ein Wellenbrecher aus dem 7. oder frühen 6. Jahrhundert in Eretria auf Euböia. Die über 600 m lange Anlage, die bis in eine Tiefe von 20 m reicht, ist bis an ein Riff herangeführt und drängt eine materialführende Strömung im Meer vom Hafen ab.³²⁸ Nicht immer waren solche Anlagen jedoch erfolgreich. Strabon³²⁹ berichtet von einem Molenbau in Ephesos in hellenistischer Zeit, der die Hafeneinfahrt verkleinerte. Das Material, das der in den Hafen mündende Kaystos mit sich führte und zuvor vom Meer mindestens zum Teil wieder abtransportiert wurde, sedimentierte nunmehr dauerhaft innerhalb des Hafenbeckens. Der ohnehin natürliche Prozess der Verlandung der Flussmündung wurde dadurch so stark forciert, dass schwere Lastschiffe in den Hafen nicht einlaufen konnten, was das Ziel des Molenbaus gewesen war. Dem Problem der Verlandung versuchte man andernorts durch weitere Maßnahmen zu begegnen, etwa durch Durchlässe in den Molen, durch Anlage von zwei Einfahrten, oder wohl auch einfach durch regelmäßiges Ausbaggern von Fahrrinnen. Neueren Forschungen zufolge gab es im Nordhafen von Mytilene auf Lesbos sogar unter

³²⁴Sicher den Hafenbau behandelt hat Philon von Byzanz im dritten Buch seiner Mechanik (‚Limenopoika‘, um 200). Ob die zehn Bücher ‚peri limenon‘ (‚über Häfen‘, etwa 280–60) des ptolemaischen Admirals Timosthenes aus Rhodos auch die Technik des Hafenbaus behandelten, ist unbekannt; sicher waren sie zum praktischen Gebrauch für die Kapitäne bestimmt, unter anderem durch die dort gegebenen Entfernungangaben. Der Abschnitt über Hafenbau bei Vitruv (5. 12) bezieht sich auf die erst von den Römern verwendeten Techniken.

³²⁵Überblick über den aktuellen Forschungsstand bei Blackman 2008; umfassende Untersuchung zum Hafenbereich des Apollonheiligtums und des späteren Freihafens auf Delos, in: Duchêne und Fraisse 2001.

³²⁶Strab. 14.2.5.

³²⁷Die südwestliche der Molen reicht noch heute über die Wasseroberfläche, die südöstliche nicht.

³²⁸Walker 2004, 100.

³²⁹Strab. 14.1.24.

Wasser verlaufende, gemauerte Kanäle, die den Abtransport von angeschwemmtem Material bewirken sollten.³³⁰

Molen, Kaimauern und Wellenbrecher wurden in Naturstein errichtet. Unter Wasser abbindenden Gussmörtel kannten erst die Römer; die Verwendung von Holzstämmen zur Uferbefestigung oder für Buhnen ist bisher nicht nachweisbar. Für Molen und Wellenbrecher wurden große Bruchsteine aufgeschüttet, so dass sich ein geböschtes Profil ergab, das die Anlage gegen Unterspülung durch starke Wellen schützte. Kaimauern und die Innenseiten von Molen, an denen Schiffe anlegen sollten, wurden in Quaderwerk erbaut, wobei in Blei verlegte Klammern wie beim Bau an Land verwendet wurden. Wo möglich, wurde auch anstehender Felsen entsprechend abgearbeitet. Auf Molen wurden teilweise Pflasterungen in Wagenbreite angelegt und Verteidigungsmauern und Türme errichtet (so bei den Häfen von Syrakus, der Stadt Rhodos und anderen). Hafeneinfahrten wurden im Kriegsfall mit Sperrketten verschlossen, wie in Milet nach Angabe von Philon von Byzanz. Zudem wurden auch Molen auf einer gewissen Strecke parallel zur Einfahrt angelegt, so dass einlaufende Schiffe von ihnen aus beschossen werden konnten.

2.7 Bauleute und Bauprozess

2.7.1 Architekten

Obwohl es vergleichsweise viel Quellenmaterial gibt – man kennt beispielsweise über hundert Architekten namentlich – ist eine umfassende Untersuchung zum Beruf des Architekten bisher noch nicht vorgelegt worden.³³¹ Intensiver geführte Diskussionen gibt es in der Forschung vor allem um die Frage, ob die Architekten überhaupt als (planende) Architekten im modernen Sinne anzusprechen sind oder als leitende Handwerker (master craftsmen), sowie, damit zusammenhängend, um die Frage, welchen sozialen Status die Architekten hatten.

Sicher nachweisbar ist der Begriff Architekt erst im fünften Jahrhundert.³³² Er ist zweifellos älter und verweist auf seine Herkunft aus der Periode, in der Holz (und Lehm) die primären Baumaterialien waren, denn wörtlich bezeichnet Architekt den Meister der Tektones, d. h. der Zimmerleute. Für die hier betrachteten Jahrhunderte kommt als Problem hinzu, dass das Aufgabenspektrum der Architekten erheblich breiter gefasst war als in späteren Epochen, ohne dass entsprechend differenzierte Berufsbezeichnungen verwendet worden wären.

Aufgabenspektrum des Architekten

Geht man zunächst rein von der antiken Terminologie aus, dann findet man ein sehr breites Aufgabenspektrum der Architekten. Natürlich ist damit nicht gesagt, dass alle diese Aufgaben von einem griechischen Architekten verlangt und ausgeübt wurden.

Zu den Aufgaben, die später nicht mehr im ‚Berufsbild‘ des Architekten eingeschlossen waren, gehört etwa der Schiffbau. Schon im 4. Jahrhundert etwa gab es in Athen das öffentliche, besoldete und durch Wahl in der Volksversammlung besetzte Amt eines Leiters der Werften, der als ‚Schiffsarchitekt‘ bezeichnet wurde (χειροτονεῖ δ' ἀρχιτέκτονας ὁ δῆμος

³³⁰Blackman 2008, 662f.

³³¹Inhaltlich am breitesten angelegt ist Coulton 1977. Die Testimonien zu den Baumeistern der archaischen und klassischen Zeit hat Svenson-Evers 1996 gesammelt; vgl. dazu auch Eiteljorg 1973, sowie Müller 1989 und – allgemeiner für die Handwerksberufe in Griechenland und Rom – Burford 1972.

³³²Hdt. 3.60; 4.87. Nicht ganz sicher ist die Erwähnung in einem Theaterstück von Aischylos.

ἐπὶ τὰς ναῦς). Auch in späterer Zeit tauchen noch ähnliche Formulierungen auf, obwohl man annehmen muss, dass der Kriegsschiffbau in diesen Perioden – weil weit fortgeschritten – bereits professionalisiert war. Weitergehende Informationen zur Arbeit der Schiffbauer fehlen in den Quellen nahezu vollständig.³³³

Ein zweiter Aufgabenbereich, den man heute dem Ingenieurwesen zurechnen würde, war der Maschinenbau. Noch Vitruv behandelt in seinen zehn Büchern *De architectura* etwa den Bau von Uhren.³³⁴ Der bei weitem wichtigste Teil des Maschinenbaus war aber seit dem frühen Hellenismus sicher der Bau von Kriegsmaschinen. Philon von Byzanz, dessen Buch über den Geschützbau aus der Zeit um die Wende zum 2. Jahrhundert erhalten ist, bezeichnet den Konstrukteur der Steinewerfer und Pfeilgeschütze als ‚Architekt‘. Auch Polybios, der ebenfalls im 2. Jahrhundert schreibt, spricht im Zusammenhang der berühmt gewordenen Kriegsmaschinen, die Archimedes für die Verteidigung seiner Heimatstadt Syrakus gegen die belagernden Römer entwarf, von der Tätigkeit des Mathematikers als Architekt.³³⁵ Aus dem Kriegsmaschinenbau ergibt sich zugleich der Grund dafür, weshalb der Konstrukteur als Architekt bezeichnet wurde, denn die Kriegsmaschinen wurden wesentlich aus Holz hergestellt, und entsprechend war der Ingenieur hier tatsächlich, wörtlich genommen, der Leiter der Schreiner.

Sozialer Status

Die Frage, welchen sozialen Status die Architekten hatten, wird in der Forschung seit langem diskutiert und unterschiedlich beantwortet. Hintergrund für die Unsicherheiten in der Beurteilung der sozialen Stellung des Architekten ist der sogenannte Banausia-Komplex, die Verachtung der Handarbeit bzw. der Handwerker. Der Ausgangspunkt für die moderne Diskussion war ein Vortrag von Jacob Burckhardt, in dem er die für das damalige Publikum provozierende These aufstellte, dass die von der Neuzeit hochgeschätzten griechischen Künstler in ihrer Zeit als Handarbeiter, das heißt als ‚Banausen‘ angesehen wurden.³³⁶ Diese Einschätzung wird von Teilen der Forschung bis heute für die Architekten übernommen.³³⁷

Versucht man eine differenzierte Antwort, dann ist zunächst feststellbar, dass in archaischer Zeit eine pauschale Verachtung der Handarbeit nicht bestanden haben kann, auch nicht in adeligen Kreisen. Das wird bereits bei Homer deutlich. Odysseus, der König von Ithaka, wird als ein außergewöhnlich geschickter Handwerker dargestellt, der das Bett in seinem Palast selbst gezimmert hat. Als er ein Floß baut, um die Insel der Ogygia und die Nymphe Kalypso zu verlassen, wird relativ ausführlich dargelegt, wie Odysseus bei der Wahl der Hölzer vorgeht, bei der Bearbeitung mit Axt und Beil sowie beim Zusammenfügen der Stämme mit Dübel und Klammern. Auch das Pferd, das erst den Sieg über Troja bringt, ist ein Werk des Zimmermannshandwerks, gebaut von Epeios, der kein ‚niedriger Handwerker‘ ist, denn er nimmt an den Leichenspielen für Patroklos teil. Sogar die Göttin Athena selbst

³³³Athen: Aristot. Ath. Pol. 46.1.5; Inschrift auf einer Statuenbasis aus Paphos auf Zypern, Rehm 1958, Nr. 27 (= OGIS 39); Diod. 4. 41. 3. 3.

³³⁴Vitr. 1. 3 und Buch 10.

³³⁵Polyb. 8. 7. 2.

³³⁶Der Vortrag wurde zuerst abgedruckt in: *Allgemeine Schweizer Zeitung*, 259–261 vom 1.–3. November 1883; s. Burckhardt 2003, 397–405.

³³⁷So etwa von Chr. Höcker in DNP s. v. Architekt; Müller-Wiener 1988, 19; *contra*: Philipp 1968; siehe auch Lauter 1974.

ist am Bau des Pferdes beteiligt³³⁸, d. h. nicht nur die Menschen, auch die Götter zeichnet es aus, hervorragende Qualität von Handarbeit zu schaffen. Die Tatsache, dass in den homerischen Epen die Helden selbst handwerklich arbeiten, besagt für sich genommen allerdings noch nicht, dass professionelle Handwerker, die mit dem Handwerk ihren Lebensunterhalt verdienten, eine geachtete Position hatten.

Es ist dem ungeachtet aber kaum zu bezweifeln, dass es in klassischer Zeit in aristokratischen Kreisen und unter ‚Intellektuellen‘ eine ausgesprochene Geringschätzung, wenn nicht Verachtung körperlicher Erwerbsarbeit gab. Sie galt als Tätigkeit, die auf die Dauer den Körper wie den Geist deformiert. Hinweise auf handwerkliche Tätigkeit von Adeligen gibt es aus dieser Zeit nicht mehr, auch nicht auf adelige ‚Dilettanten‘. Erstmals nachweisbar ist diese Geringschätzung der Handarbeit bei Herodot, der den Begriff der *Banausia* verwendet³³⁹ und konstatiert, dass die Geringschätzung bei den Ägyptern und vielen anderen Völkern verbreitet, und von den Griechen übernommen worden sei. Am stärksten ausgeprägt sei sie bei den Spartanern, am wenigsten bei den Korinthern.³⁴⁰ Unzweideutig belegen lässt sich Geringschätzung der Handarbeit bei vielen Autoren der klassischen Zeit: bei Xenophon, Platon, Aristoteles und anderen.³⁴¹ Die Frage ist nun aber, ob hierunter auch der Architekt fiel. Das ist nicht nur eine Frage der Bewertung, sondern auch nach der Entwicklung des Berufs selbst, denn in dem Moment, wo der Architekt nicht mehr als bester der Handwerker auf der Baustelle arbeitete, sondern sich ausschließlich auf die Bauplanung und die Bauleitung konzentrierte, war er ja im Wortsinne kein Handwerker mehr.

Es gibt in den Quellen in der Tat einige deutliche Hinweise, dass spätestens ab dem 4. Jahrhundert Entwurf und Bauleitung den größten Teil der Arbeit der Architekten ausgemacht hat, und zudem darauf, dass diese Ablösung der Tätigkeit des Architekten von der praktischen auch wahrgenommen wurde. So gibt es eine Passage in Platons *Staat*³⁴², wo der Architekt explizit von den Handwerkern abgegrenzt wird. Zum einen wird seine Leitungsfunktion betont, d. h. er ist kein Arbeiter, sondern ‚herrscht‘ über die Arbeiter. Zum anderen wird herausgestellt, dass der Architekt die Arbeiter nur anleiten kann, weil seine Anweisungen auf qualifiziertem Wissen basieren. Diesen Aspekt hat Platon an anderer Stelle präzisiert.³⁴³ Architektur galt aus seiner Sicht als Anwendung von wissenschaftlichem Wissen aus den Bereichen der Arithmetik und Geometrie, und auch die geforderte Exaktheit der Ausführung rückt die Architektur in die Nähe der ‚exakten‘ Wissenschaften (Episteme). Vor allem dadurch grenzt sich für ihn die Tätigkeit des Architekten von anderen produktiven Tätigkeiten ab, bei denen primär Erfahrung, Übung und körperliche Geschicklichkeit gefordert sind. Diese Argumente dienen an den angeführten Stellen allerdings primär der differenzierten Klassifikation des praktischen Wissens aus Sicht des Erkenntnistheoretikers. Dort, wo Platon hingegen direkt auf den sozialen Status des Architekten zu sprechen kommt, wird deutlich, dass trotz aller Wertschätzung ihrer Leistungen die Architekten keineswegs zu den höchsten Kreisen der Gesellschaft Athens gerechnet wurden. So gesteht der adelige Gesprächspartner im *Gorgias* zwar zu, dass von dem Können eines Architekten, der

³³⁸Hom. Il. th 492, lambda 523.

³³⁹Hdt. 2. 165.

³⁴⁰Hdt. 2. 167. Die Stellung Korinths beruhte vor allem auf Handwerk und Handel.

³⁴¹Vgl. dazu die Quellenangaben bei Burford 1972, 129 Anm. 334; zur Verachtung der Handarbeit bei den Stoikern Plut. Mor. 1034 b7; c1.

³⁴²Plat. pol. 259e-260a.

³⁴³Plat. Phil. 55d – 56a.

Verteidigungsanlagen plant, das Wohl einer ganzen Stadt abhängen könne, würde ihm aber trotzdem nicht seine Tochter zur Frau geben.³⁴⁴

Auch Aristoteles sah im Architekten nicht mehr den Ersten der Handwerker auf der Baustelle, sondern den Planer, dessen geistige Arbeitsleistung für den jeweiligen Bau von entscheidender Bedeutung war, obwohl er an der praktischen Ausführung gar keinen Anteil hatte.³⁴⁵ Die Planung als Kernaufgabe des Architekten erklärt für Aristoteles auch den Gebrauch des Begriffs Architekt im metaphorischen Sinn als ‚geistigen Urheber‘ einer Handlung oder als Strategen einer koordinierten Aktion.³⁴⁶ Prägnant im Sinne der Wertschätzung der Leistung des planenden bzw. entwerfenden Architekten sind auch weitere Aussagen in den Quellen, wie etwa eine Textstelle bei Diodor, in der der Anteil des Architekten höher bewertet wird als des Bauherrn, dessen Finanzmittel die Errichtung eines Baus erst ermöglicht.³⁴⁷

Alle hier angeführten Belege geben immer nur die Bewertung des Architektenberufs durch Wissenschaftler und Schriftsteller wider, und sind nicht repräsentativ für die allgemein in der Gesellschaft verbreitete Sichtweise. Dennoch spricht viel für die Annahme, dass die Konzentration auf die Bereiche Entwurf und Bauleitung dazu geführt hatte, dass die Tätigkeit der Architekten nicht mehr als *Banausia* angesehen wurde, also nicht mehr zu den handwerklichen Arbeiten mit geringem Berufsprestige gezählt wurde.

2.7.2 Bauunternehmen und Bauhütten

Explizite Informationen zu den griechischen Bauunternehmen finden sich fast ausschließlich in den architekturbezogenen Inschriften. Systematisch ausgewertet worden ist das epigraphische Material bisher allerdings nur in Teilen.³⁴⁸ Informationen und Interpretationen zum Thema finden sich jedoch in fast allen Beiträgen, die sich mit diesen Inschriften beschäftigen, sei es in Untersuchungen über verwandte Themen wie die Arbeit der Baukommissionen oder in Gesamtdarstellungen der Architekturinschriften einer Polis oder eines Heiligtums.³⁴⁹ Aussagen über die antiken Bauunternehmen finden sich jedoch nicht nur bei den Epigraphikern und Historikern, auch einige Bauforscher haben aus ihren Untersuchungen an den Bauten Rückschlüsse gezogen auf die Organisation der Arbeit auf den Baustellen. Grundlegend für einige dieser Interpretationen ist die Vorstellung, dass die anspruchsvollen Sakralbauprojekte von ‚Bauhütten‘ errichtet wurden. Schon mit der Wahl des Begriffs werden Analogien zwischen der Organisation des griechischen Tempelbaus und dem mittelalterlichen Kirchenbau hergestellt, die allerdings sicher nicht zu eng – etwa im Sinne des Zunftwesens – verstanden werden sollen. Es geht zunächst nur um die grundlegende Vorstel-

³⁴⁴Plat. Gorg. 512b. Der Architekt wird an der angegebenen Stelle als ‚Ingenieur‘ bezeichnet (*Mechanopoios*). Die Trennung zwischen Architekt und Ingenieur war aber noch im 2. Jahrhundert nicht fest etabliert. Vgl. dazu unten.

³⁴⁵Aristot. *Magna Moralia* 1198a32–1198b. Die Zuschreibung des Werks an Aristoteles ist umstritten; die Stelle gibt jedoch zweifelsfrei Aristoteles' Auffassung in dieser Frage wider, da sich Aristoteles auch an anderer Stelle im selben Sinne geäußert hat (vgl. etwa die in der folgenden Anmerkung genannte Passage aus seiner *Politik*).

³⁴⁶Aristot. *pol* 1325b23.

³⁴⁷Diod. 1. 64. 12.

³⁴⁸Der einzige Aufsatz, der unmittelbar den Bauleuten gewidmet ist, ist der Aufsatz von Randall 1953 über die Handwerker des Erechtheion. Vergleichsweise ausführlich ist noch der Abschnitt über die Unternehmer in Epidauros in Burford 1969, 45–158.

³⁴⁹Die entsprechenden Arbeiten sind hier meist schon genannt worden. Für Delos: Davis 1937, (Verträge aus Delos); Akropolis, klassische Zeit: Wittenburg 1978; speziell Erechtheion: Randall 1953; Maier 1959–1961; Überblick über die Art der Dokumente: Scranton 1960; Burford 1971, Zweck der antiken Dokumentation.

lung, die Tempelbauten seien von einer Gruppe qualifizierter Handwerker errichtet worden, an deren Spitze ein Architekt stand, der den Entwurf vorgab, die Bauleitung innehatte und dem Bauherrn gegenüber verantwortlich war.

Hansgeorg Bankel beispielsweise geht ohne weitere Diskussion davon aus, dass am Anfang des Projekts (dem von ihm vorgelegten jüngeren Tempel der Aphaia auf Ägina) die „Vergabe des Auftrags an eine Bauhütte“ gestanden habe. Ein wichtiger Gesichtspunkt ist für Bankel in diesem Zusammenhang das Steinmaterial. Erfahrung in der Verarbeitung dieses Steinmaterials sei ein wesentliches Kriterium für die Auswahl der Bauhütte gewesen. Weil am Aphaiatempel neben dem einheimischen Kalkstein auch Inselmarmor, und zwar auf zwei räumlich getrennten Werkplätzen, verarbeitet wurde, sei auch die Kooperation zweier Hütten denkbar. Eine äginetische Hütte hätte in dem lokalen Kalkstein gearbeitet, während der Inselmarmor von einer kykladischen Hütte verarbeitet worden sei. In der Bauhütte vermutet Bankel eine temporäre Einheit, die vom Architekten projektbezogen zusammengestellt und geleitet worden sei³⁵⁰, weswegen Bankel hinsichtlich der Nachweisbarkeit der Hütte(n) an anderen Orten skeptisch bleibt.

Zu anderen Ergebnissen kommt Dieter Mertens auf Basis seiner Analysen von Entwürfen klassischer westgriechischer Tempelbauten. Mertens sieht in den strukturellen Ähnlichkeiten zwischen den Tempeln der Juno Lacinia, der Concordia und der Dioskuren in Agrigent den Ausdruck „planerischer Traditionen“ von Bauhütten, denen durch die Entwurfsanalysen ein Œuvre zugeschrieben werden kann. Detaillierte Untersuchungen der Bauten ermöglichen so das „Kennenlernen einer lokalen Bauhütte“. Trifft die Zuweisung der drei agrigentini-schen Bauten an dieselbe Bauhütte zu, ergibt sich darüberhinaus, dass diese Hütte keine nur temporäre oder projektbezogene Einheit gewesen sein kann, sondern über mehrere Generationen bestanden haben muss (Dioskurentempel errichtet um 480, Concordiatempel um 425).³⁵¹ Bauhütten sind für Mertens daher diejenigen Einheiten, die ein spezifisches Bau-wissens entwickeln, realisieren und tradieren, im Einzelfall ergänzt um das ‚individuelle Genie‘ eines Architekten, der vor allem ihr konzeptionelles Know-how weiterentwickelt.

Fragt man nun, was sich dem epigraphischen Material über die Arbeitsweise und Organisation der ‚Bauhütten‘ entnehmen lässt, bietet sich zunächst der im ersten Viertel des 4. Jahrhunderts errichtete Asklepiostempel im Heiligtum von Epidauros als Beispiel an, denn die Steinmetzarbeiten – die Kernkompetenz einer Bauhütte – sind für diesen Bau vergleichsweise gut dokumentiert. In der zusammenfassenden Abrechnungsinchrift der Baukommission³⁵² sind dafür folgende Verträge genannt:

³⁵⁰Bankel 1993, 144f.

³⁵¹Mertens 1984, 179, vgl. 178, 185, 192.

³⁵²Text: IG IV2 Nr. 102; engl. Ü.: Burford 1969, 212ff. Zur Diskussion der Bauinschriften aus Epidauros vgl. Burford 1969 und zuletzt Gounaropoulou 1983. Die Inschrift enthält nicht die Verträge selbst, sondern eine Übersicht über die Verträge mit Angabe des Unternehmers, der Bürgen, der Leistung und der Kosten. Die Zeilen 18 und 19 der Inschrift, die wegen ihrer Position weitere Verträge über die Arbeiten in Stein enthalten haben müssen, sind nicht mehr lesbar.

| Vertragsgegenstand | Vertragsnehmer | Werklohn |
|---------------------------------------|-------------------------|---|
| <i>Ringhalle:</i> | | |
| Fundamente | Mnasikles | 2400 dr (einschl. Material + Transport) |
| Krepis + Stylobat | Antimachos | 869 dr |
| Säulen + Gebälk | Sotadas | 3068 dr |
| Giebelsima, Akroterbasen ¹ | NN 320 dr | |
| Fundamentierung | Lysikrates | 843 dr (einschl. Material + Transport) |
| <i>Ringhalle:</i> | | |
| Platten versetzen | Erechtimos ² | 757 dr |
| Bossen abarbeiten / Schleifen Krepis | Chairis | 64 dr |
| Ringhallenpflaster | Gorgias | 821 dr (einschl. Sekos-Wände außen) |
| Kannelieren Säulen | Marsyas | 1336 dr (einschl. Cella Säulen) |
| Gebälk | ?? | (230 oder 300+ dr ?) ³ |
| Rampe | Mnasillos (?) | 4320 dr einschl. Material ⁴ |
| <i>Kernbau:</i> | | |
| Fundamente | Antimachos | 1485 dr (einschl. Material + Transport) |
| Wände | NN aus Argos | 3200 + dr |
| Fundamentierung | | |
| Pflasterung wie oben RH | | |
| Lysikrates ⁵ | | |
| Platten versetzen wie oben | | |
| RH Erechtimos | | |
| Bossen abarbeiten / Schleifen: | | |
| Wände innen (Cella) | Kleandridas | 550 dr |
| Wände innen (Pronaos) | Thimasitheos | 265 dr |
| Wände außen | Gorgias | (s. oben Auftrag Ringhalle) |
| Kannelierung Säulen | Marsyas | (s. oben Auftrag Ringhalle) |
| Pflasterung Kernbau | Kallis | 150 dr |
| Stuckierungen | Philargos | 615 dr |

Tabelle 2.2: Asklepiostempel in Epidauros, Arbeiten in Stein auf dem Bauplatz (ohne Bauplastik).

¹Nur die Sima war aus pentelischem Marmor gearbeitet, weswegen sie offenbar nicht in den Auftrag an Sotadas eingeschlossen war. In dem Vertrag ist zwar ausdrücklich nur von der Giebelsima, nicht aber von der Traufsima mit den Löwenköpfen die Rede, dennoch schloß der Vertrag wahrscheinlich die Traufsima mit ein. Dies nicht nur, weil kein separater Vertrag für die Traufsima genannt wird, sondern auch, weil der Vertrag die Antefixe einschließt, die nur an der Traufe vorkommen. ²Ich nehme an, dass Erechtimos die Pflasterung von Peristase und Kernbau übernommen hat, weil in der betreffenden Zeile 51 Naos steht, was in der Inschrift den gesamten Tempel meint (vgl. Z. 46. zum Dach), während der Kernbau (genauer: die Cella) als Sekos bezeichnet wird. ³Es ist nicht zu erkennen, wer die Oberflächen des Gebälks bearbeitet hat. Da die schon erwähnten beiden nahezu unleserlichen Verträge fast unmittelbar vor dem Auftrag für die enkaustische Bemalung des Gebälks stehen, die die Endbearbeitung der Flächen des Gebälks voraussetzt, unterstelle ich, dass einer dieser beiden Verträge die Entbearbeitung des Gebälks bestimmte. Dem würden auch die noch erkennbaren Leistungspreise dieser Verträge entsprechen (230 bzw. 300 (?) dr). ⁴Dass Mnasillos die Rampe gebaut hat, geht nicht aus seinem Vertrag hervor, sondern dass er das Brechen und Anliefern des Steinmaterials für die Rampe (und für die Pflasterung) übernommen hatte. Der Preis ist jedoch mit 4320 dr so außerordentlich hoch, dass hier angenommen wird, dass in den Vertrag das Versetzen und Endbearbeiten der Steine der Rampe eingeschlossen war. ⁵Ich nehme hier an, dass der Auftrag an Lysikrates die Fundamentierung für die Pflasterung von Ringhalle und Kernbau betraf, analog zu dem Vertrag mit Erechtimos über die Pflasterung selbst (vgl. die Anm. dazu oben).

Die Arbeiten in Stein sind demnach von der Baukommission in sechzehn Aufträge aufgeteilt worden und an mindestens dreizehn verschiedene Unternehmer – zum Teil wohl auch selbständige Handwerker – vergeben worden, von denen lediglich einem einzigen zwei Aufträge übertragen wurden (Antimachos). Ein ähnliches differenziertes Bild ergibt sich auch für andere am Bau beteiligte Gewerke.³⁵³

Die Unternehmer bildeten keine Arbeitsgemeinschaft, sondern blieben rechtlich selbständig, wie sich auch daran zeigt, dass jeder von ihnen für seinen Vertrag eigene Bürgen zu stellen hatte. Es gab folglich keine Gesamtverantwortung für den Bau gegenüber dem Bauherrn, wie im Übrigen auch die Regressforderungen bestätigen, die stets an einzelne Unternehmer gerichtet waren.³⁵⁴ Die Unternehmer können auch nicht als temporäre oder projektbezogene Einheit angesehen werden, denn keiner von ihnen war von Anfang bis Ende an dem Projekt tätig. Viele von ihnen dürften sich sogar kaum je begegnet sein, da fast³⁵⁵ alle weniger als ein Jahr im Heiligtum arbeiteten, wie aus der Jahresgliederung der Abrechnungen hervorgeht. Eine einheitliche, lokale Handwerkstradition schließlich ist auch nicht

³⁵³Die Metallarbeiten für den Asklepiostempel wurden von zwölf verschiedenen Vertragspartnern geliefert, Burford 1969, 156.

³⁵⁴Bekannt sind Strafen für schlechte Arbeitsqualität nicht für den Asklepiostempel, wohl aber für die einige Jahrzehnte jüngere Tholos in Epidauros; vgl. Burford 1969, 106f.

³⁵⁵Mit Ausnahme wiederum von Antimachos, der in den ersten beiden Jahren vor Ort – und in einem Steinbruch – arbeitete.

anzunehmen, da die Unternehmer aus mindestens drei verschiedenen Poleis kamen (neben Epidauros aus Argos und Korinth³⁵⁶).

Es macht folglich schon unter diesen Aspekten keinen Sinn, den Asklepiostempel als Werk einer ‚Bauhütte‘ anzusprechen, womit sich weitergehende Fragen nach Herkunft, Traditionen, Werken dieser Bauhütte gar nicht erst stellen. Hinzukommt aber noch ein weiterer Aspekt. Selbst wenn man die organisatorische, finanzielle und rechtliche Selbständigkeit der verschiedenen Bauunternehmer vernachlässigen würde und sie als temporäre Einheit verstehen wollte, könnte man man Tempel dennoch nicht als Werk dieser ‚Bauhütte‘ verstehen, denn dafür fehlt ihr der entscheidende Mann: der Architekt. Die Handwerker und der Architekt bilden keine Einheit, deren Arbeit vom Architekten geleitet und verantwortet wird. Das zeigt sich auf formaler wie organisatorischer Ebene gleichermaßen.

Es ist also nicht ein Architekt, der „Steinmetzen und Bildhauer (...) um sich scharte“³⁵⁷, vielmehr schreibt die Kommission Werkaufträge aus und vergibt sie an die Unternehmer, die der Kommission gegenüber haften. Es ist durch die Abrechnung von Reisespesen bekannt, dass Mitglieder der Kommission zur Auftragsvergabe teilweise in andere Städte reisten. Steinmetzen und Bildhauer werden auf Werkvertragsbasis von der Kommission ausgewählt, die auch den Architekten im Zeitlohn anstellt oder zum besoldeten Mitglied wählt.

Durch die Inschrift ist bekannt, dass der bauleitende Architekt, Theodotos, von der Baukommission ein Jahresgehalt bezog. Er arbeitete also nicht auf Werkvertragsbasis und war kein Unternehmer mit eigenen Mitarbeitern. Ob er selbst Mitglied der Kommission war oder deren Angestellter, oder eventuell auch ständiger Architekt des Heiligtums³⁵⁸, ist aus der Inschrift nicht zu ersehen, und ebensowenig, ob Theodotos den Tempel selbst entworfen hat. Das ist aber immerhin wahrscheinlich, denn Theodotos ist die einzige bekannte Person, die während der gesamten Bauzeit an der Durchführung des Projekt beteiligt war.

Ohne feste Verbindung zwischen den ausführenden Handwerkern und dem entwerfenden Architekten ist die Suche nach für die Bauhütte charakteristischen Entwurfs- und Handwerkstraditionen gegenstandslos. Entsprechende Fragen könnten mithin nur getrennt gestellt werden in dem Sinne, dass einerseits die Architekturtradition zu bestimmen wäre, der der Entwurf des Asklepiostempels zuzuordnen wäre, und andererseits nach handwerklichen Besonderheiten gefragt werden könnte, die auf die Beteiligung eines der Unternehmer an einem anderen Bau hinweisen würden.

Die Tatsache, dass der Asklepiostempel von der Kommission zweifelsfrei nicht an eine Bauhütte vergeben wurde, sondern in einzeln vergebene Bauabschnitte zerlegt wurde, könnte man damit zu erklären versuchen, dass in der Nordost-Peloponnes zu wenig große Projekte ausgeschrieben wurden, die eine große Bauhütte dauerhaft hätten auslasten können. Umgekehrt wäre mit Mertens vorstellbar, dass sizilische Poleis wie Argigent oder Selinus, die für ihre ‚Bauwut‘ berühmt geworden sind, möglicherweise sogar mehrere Bauhütten gleichzeitig hätten auslasten können. Das lässt sich auch nicht widerlegen, da aus Sizilien aussagefähige Urkunden zum Bauwesen fehlen. Was sich aber belegen lässt, ist, dass an anderen Orten, wo die Bauaktivitäten zweifelsfrei große Bauhütten ermöglicht hätten, gleichwohl keine wie auch immer organisierten großen Bauunternehmen existiert haben. Ein wichtiges Beispiel hierfür ist Attika in der Zeit von etwa der Mitte des 5. bis zum Ende des

³⁵⁶Nur zu Anfang der Inschrift ist die Herkunft der Unternehmer genannt.

³⁵⁷Bankel 1993, 145.

³⁵⁸Dagegen spricht, dass Theodotos sicher nicht der Architekt des nächsten großen Projektes im Heiligtum – der Tholos – war, für die in den Quellen Polyklet von Argos genannt wird (zu ihm s. Svenson-Evers 1996, 415ff.).

4. Jahrhunderts, denn hier wurden eine ganze Reihe von Großprojekten durchgeführt. Aber alle oben im Zusammenhang mit der Bauverwaltung bereits angesprochenen attischen Dokumente zum Niketempel, zum Erechtheion, zur Skeuothek und zum Prostoon der Vorhalle des Telesterions von Eleusis,³⁵⁹ und noch zahlreiche weitere etwa aus Delos, die hier nicht behandelt worden sind, zeigen einheitlich die gleiche Organisationsstruktur der Projekte wie in Epidauros: Der Bauherr wird durch eine Kommission oder Behörde vertreten, die auf Basis des Bauentwurfs die erforderlichen Arbeiten in eine große Zahl von auszuschreibenden Werkaufträgen zerlegt und vergibt. Nirgendwo wird eine von einem Architekten geleitete Bauhütte oder ein Generalunternehmer erwähnt. Der einzige Bau, für den sich die Existenz einer Bauhütte zumindest diskutieren lässt, ist der hellenistische Apollontempel von Didyma bei Milet, weswegen auf dessen Bauorganisation hier nachfolgend noch kurz eingegangen werden soll.

Der Bau³⁶⁰ wäre an sich für eine Bauhütte prädestiniert gewesen, denn seine riesigen Dimensionen hätten eine Bauhütte über Generationen auslasten können. Damit hätte auch bereits bei Baubeginn gerechnet werden können, denn mit einer Stylobatlänge von 109,34 m und 120 ionischen Säulen, die rund 20 m hoch waren, gehörte der Bau zu den größten griechischen Tempelbauprojekten, von denen die wenigsten jemals vollendet worden sind. Tatsächlich ist auch – mit großen Unterbrechungen – mehr als vierhundert Jahre auf der Baustelle gearbeitet worden, ohne dass der Tempel jemals fertig geworden ist.³⁶¹

Über die Bauarbeiten berichten einige in umfangreichen Teilen erhaltene Abrechnungsinnschriften der Baukommission, die aus dem 3. und 2. Jh. stammen.³⁶² Sie zeigen zunächst, dass auf der Baustelle Tempelsklaven tätig waren. Sie werden meist als ‚Kinder des Gottes‘ bzw. ‚heilige Kinder‘³⁶³, oder später auch einfach als τοῦ θεοῦ σομάτων (‚Leib(eigene) des Gottes‘)³⁶⁴ bezeichnet. Ein Teil von ihnen waren qualifizierte Bauhandwerker, die in Marmor arbeiteten (Leukoourgoi). Andere waren Steinbrucharbeiter, Maultiertreiber beim Steintransport oder Hilfskräfte. Sie waren offenbar in mindestens zwei Hauptgruppen eingeteilt, für die verschiedene Leiter namentlich genannt werden. Die größte dieser Gruppen, die man in den Inschriften ausmachen kann, hatte 15 Arbeiter. Insgesamt könnten etwa 30–40 Tempelsklaven am Bau gearbeitet haben. Die Arbeitsleistung der Tempelsklaven wurde jährlich von der Baukommission dokumentiert und veröffentlicht. Sie wurden den Dokumenten zufolge hauptsächlich, aber keineswegs ausschließlich, beim Bau des Apollontempels eingesetzt.

Eine der zu größeren Teilen erhaltenen Urkunden, die die Arbeiten für das Jahr 219/8 dokumentiert,³⁶⁵ zeigt allerdings eine doppelte Struktur der Organisation. Der eine Teil der verzeichneten Arbeiten wurde von Tempelsklaven erbracht, der andere Teil von mindestens zwölf Unternehmern, von denen wenigstens einer eine vergleichsweise große Kolonne von vierzehn Handwerkern beschäftigte. Die Aufteilung der Arbeiten spiegelt die vollkommen verschiedene Rechtsstellung der Arbeiter in keiner Weise wider, im Gegenteil: Sie arbeiteten teilweise Seite an Seite, wie daraus hervorgeht, dass innerhalb derselben Reihe großer

³⁵⁹Zum Niketempel und zum Erechtheion oben ab S. 144; zur Skeuothek ab S. 149; zum Prostoon S. 184.

³⁶⁰Für die Architektur immer noch grundlegend ist Knackfuß 1941.

³⁶¹Begonnen wohl noch vor 300, Bauaktivitäten bis zur Zeit des Kaisers Hadrian im 2. Jahrhundert n. Chr.

³⁶²Das inschriftliche Material ist zusammenfassend dargestellt und interpretiert bei Voigtländer 1975.

³⁶³Z. B. Rehm 1958, 34 (datiert 180/79).

³⁶⁴McCabe 112.

³⁶⁵Rehm 1958, Nr. 25, Seite A.

Wandquader die einzelnen Blöcke abwechselnd von den Sklaven und den Arbeitern der Unternehmer versetzt wurden.³⁶⁶

Möglicherweise galt diese doppelte Struktur auch für die Architekten. Unter den überlieferten Namen findet sich neben dem Milesier Daphnis und dem berühmten Paionios von Ephesos auch ein Demetrios, der von Vitruv als Tempelsklave bezeichnet wird, allerdings nicht sicher dem hellenistischen Neubau (über dem zerstörten archaischen Vorgängerbau) zugeordnet werden kann.³⁶⁷

Am Didymaion gab es folglich eine Bauhütte in dem Sinne, dass es mit den Tempelsklaven eine fest dem Bau zugeordnete Gruppe von zumindest teilweise qualifizierten Handwerkern gab, die wahrscheinlich von einem Architekten, der ebenfalls Tempelsklave war, geleitet wurde. Die Situation am Didymaion ist allerdings insofern singulär unter den Bauprojekten, über die sich Informationen erhalten haben, als nur hier die Tempelsklaven an den Bauarbeiten einen nennenswerten Anteil hatten, wohingegen in anderen Heiligtümern (z. B. Delphi) zwar auch vereinzelt Sklaven belegt sind, allerdings nirgendwo in dieser Funktion und Anzahl. Ansonsten entspricht die sog. Bauhütte jedoch ziemlich genau der oben für andere Projekte beschriebenen Struktur, bei der eine öffentliche Baukommission jährlich in begrenztem Umfang Aufträge an private Bauunternehmen vergibt. Diese Unternehmen scheinen, den Urkunden nach zu urteilen, auch die Hauptlast der Arbeiten übernommen zu haben, denn von den im erhaltenen Teil der zitierten Urkunde dokumentierten Arbeitsaufträgen entfallen neun auf die Sklaven, aber dreiundzwanzig auf die Unternehmer. Auch in Didyma kann folglich nicht von einer Bauhütte gesprochen werden im Sinne der mittelalterlichen Bauhütten etwa der bekannten Parler, die Architekten waren, die Planung erstellten und komplette Rohbauten mit ihrer eigenen Hütte errichteten.

2.8 Arten des Wissens und Wissensentwicklung

2.8.1 Wissensformen und Tradierung

Über die griechische Architektur gab es in der Antike eine offenbar umfangreiche Fachliteratur.³⁶⁸ Vitruv überliefert eine Liste von dreizehn griechischen Architekten, die Schriften publiziert haben,³⁶⁹ sowie eine zweite Liste, bei der jedoch fraglich ist, ob die genannten

³⁶⁶Ebd. Zeile 4f.

³⁶⁷Vitruv (7. praef. 16) weiß von dem archaischen Vorgängerbau nichts und ordnet alle ihm bekannten Namen von am Didymaion tätigen Architekten demselben Bau zu, was sicher nicht zutrifft. Im allgemeinen rechnet die Forschung Demetrios dem hellenistischen Neubau zu. Vgl. dazu ausführlicher Svenson-Evers 1996 s. v. Demetrios.

³⁶⁸Philipp 1968, 42ff.; Gros 1973, 173ff.; Wesenberg 1984b; Mertens 1984, 183; Schlicker 1940.

³⁶⁹Vitr. 7. praef. 12.

Autoren Architekten waren oder nicht.³⁷⁰ Die von Vitruv erwähnten Texte sind vollständig verloren.³⁷¹

Neben der Fachliteratur gab es ‚populäre‘ Texte, die ganz oder überwiegend Architektur behandelten, aber nicht von Architekten geschrieben wurden. Auch hiervon ist nur wenig überliefert. Schließlich gibt es kursorische Angaben zu Bauten bei verschiedenen Schriftstellern. Im hier behandelten Kontext von Bedeutung sind vor allem einige Passagen aus der *naturalis historiae* von Plinius d. Ä.

2.8.2 Architekturschriften

Auf Basis dieses Materials Aussagen über den Inhalt der Architekturschriften, ihre Bedeutung bei der Tradierung von Architekturwissen und ihre Adressaten zu machen, ist entsprechend problematisch.

Was über diese Schriften bekannt ist, beruht zum überwiegenden Teil auf Angaben bei Vitruv. Ob Vitruv Zugriff auf jede der Schriften der von ihm angeführten Autoren hatte, kann man bezweifeln,³⁷² nicht aber generell, denn er erklärt ausdrücklich, aus Werken anderer geschöpft zu haben.³⁷³ Es gibt nur einen weitgehend erhaltenen Text, der jedoch nur bedingt dem Genre zuzurechnen ist, nämlich die in Exzerpten erhaltenen Bücher VII und VIII der ‚Mechanik‘ des Ingenieurs und Mathematikers Philon von Byzanz. Zur Überlieferung gehört schließlich, dass Architekturschriften auch von Schriftstellern herangezogen sein könnten, die primär über andere Sujets schrieben, dort aber teils detaillierte architekturelevante Angaben machen. So könnten beispielsweise die Maßangaben bei Plinius d. Ä. zum Mausoleum von Halikarnass direkt der Schrift entnommen sein, die Pytheos und Satyros über den Bau veröffentlicht haben. Jedenfalls waren in der römischen Kaiserzeit griechische Architekturschriften noch verfügbar, wie ein Zitat bei Pollux (s. u.) beweist.

³⁷⁰Die zweite Liste (Vitruv 7. praef. 14) folgt auf die erste, getrennt nur durch einen Absatz über die Bildhauer, die den Skulpturenschmuck des in der Liste erwähnten Mausoleums von Halikarnass geschaffen haben. Fensterbusch versteht in seiner Übersetzung entsprechend die zweite Liste als Fortsetzung der ersten, und ergänzt in diesem Sinne den Wortlaut des Textes (*minus nobiles* = ‚... weniger berühmte [Architekten]‘). Zweifel an dieser Deutung ergeben sich jedoch aus mehreren Gründen. Einige der Namen, die Vitruv nennt, sind als Namen von Malern, Bildhauern und Bronze gießern nachgewiesen, keiner jedoch sicher als Name eines sonst bekannten Architekten. Allenfalls der Leonidas der Liste könnte der Architekt des sog. Leonidaions in Olympia sein, wenn Leonidas tatsächlich der Architekt des Baus war und nicht sein Bauherr (Svenson-Evers 1996, 380ff.), bzw. wenn nicht der im 4. Jahrhundert lebende Maler Leonidas von Vitruv gemeint ist. Zudem erwähnt Vitruv – anders als in der ersten Liste – keine Kommentare zu Bauwerken, sondern spricht von Schriften über ‚Symmetrien‘ (= Proportionslehren), was insbesondere für Bildhauer plausibel wäre, die im Gefolge von Polyklets berühmten Kanon der menschlichen Proportionen eigene Beiträge zu diesem Thema veröffentlichten.

³⁷¹Erhaltene authentische Texte griechischer Architekten sind allein die inschriftlich erhaltenen ‚Bauanweisungen‘ und vertraglichen Leistungsbeschreibungen, von denen bereits die Rede war, die jedoch nicht als Fachliteratur angesprochen werden können, weil sie praktischen Funktionen im Bauprozess dienten und nicht der Dokumentation von Wissen.

³⁷²Vitruv sagt 7 praef. 12 etwa, Theodoros (von Samos) habe ein Buch über den dorischen Heratempel auf Samos geschrieben (*aede Iunonis, quae est Sami dorica*), obwohl die beiden infrage kommenden Dipteroi ionischer Ordnung sind. Es ist kaum vorstellbar, dass Vitruv ein solch fundamentaler Fehler hätte unterlaufen können, wenn er den Text des Theodoros selbst gelesen hätte (oder den Tempel mit eigenen Augen gesehen hätte). – Da die Handschriften in diesem Punkt nicht variieren, ist die falsche Angabe kaum den Kopisten anzulasten.

³⁷³Vitr. 7. praef. 1ff.

2.8.3 Die verlorenen Schriften

Anders als in späteren Epochen sind die griechischen Bücher über Architektur, soweit bekannt, ausschließlich von praktisch tätigen, häufig prominenten Architekten geschrieben worden: Vitruv nennt in seiner ersten Liste auch die Bauwerke der publizierenden Architekten.³⁷⁴ Vor allem durch die Nennung der Bauten der Architekten ergeben sich Anhaltspunkte für die Datierung der Schriften. Aus ihnen folgt, dass schon in spätarchaischer Zeit in Ionien Texte über Architektur geschrieben worden sind: Chersiphron und sein Sohn Metagenes waren die Architekten des älteren Artemisions in Ephesos, mit dessen Errichtung um 550³⁷⁵ begonnen wurde. Wenn Chersiphron eine derart bedeutende (und teure) Kommission übertragen wurde, kann er zu dieser Zeit kein unerfahrener, also kein ganz junger Mann mehr gewesen sein, und dies umso weniger, wenn er zu diesem Zeitpunkt bereits einen Sohn hatte, der auf der Baustelle mitarbeiten konnte, wie Vitruv berichtet.³⁷⁶ Demnach könnte er seinen Text kaum später als im letzten Viertel des sechsten Jahrhunderts geschrieben haben. Möglicherweise älter noch könnte Theodoros von Samos gewesen sein, je nachdem, ob er der Architekt des ersten oder zweiten Dipteros im Herain von Samos war (Baubeginn des älteren Doppelringhallentempels um 560, des jüngeren um 530)³⁷⁷, was in der Forschung umstritten ist³⁷⁸.

Die Publikationstätigkeit der Architekten setzt damit nur etwa zwei Generationen nach den Anfängen der monumentalen Steinarchitektur in Griechenland ein. Seit dieser Zeit dienen demnach Texte zu Kommunikation von Bauwissen – was zugleich voraussetzt, dass zumindest die bedeutenderen Architekten bereits in dieser Phase lesen und schreiben konnten.

Inhalt

Vitruv verwendet zur Charakterisierung der Schriften zwei Begriffe, die Rückschlüsse auf den Inhalt zulassen. Zum einen spricht er von *commentarii*³⁷⁹, womit offenbar monographische Arbeiten über von den Autoren selbst entworfene und ausgeführte Bauten gemeint sind. Zum anderen spricht er davon, dass Autoren *de symmetriis (doricorum/corinthiis)*³⁸⁰ geschrieben haben, was offensichtlich systematische Darstellungen der genannten Architekturordnungen meint, in denen vor allem die Proportionierungen der Bauglieder thematisiert worden sein dürften, da die grundlegenden Formen der Bauglieder der Ordnungen kaum

³⁷⁴Vitr. 7 praef. 12. Nur für den – ansonsten nicht bekannten – Seilenos gibt Vitruv kein Bauwerk an. Satyros, der gemeinsam mit Pytheos über das Mausoleum von Halikarnass schrieb, ist nur als Bildhauer bekannt, so dass unklar bleibt, ob er auch als Architekt tätig war. Vorstellbar wäre, dass Satyros in der Schrift ausschließlich über das Skulpturenprogramm des Baus, bzw. seinen eigenen Beitrag dazu, geschrieben hat.

³⁷⁵Gruben 1986, 385.

³⁷⁶Vitr. 7 praef. 16.

³⁷⁷Zur Problematik der Zuschreibung vgl. Svenson-Evers 1996, 7–49.

³⁷⁸Der Frühdatierung würde die Nachricht bei Diog. Laert. 2. 103 entsprechen, dass bei der Fundamentierung des ephesischen Tempels im sumpfigen Untergrund des Artemis-Heiligtums Theodoros beratend hinzugezogen wurde, was chronologisch und technisch Sinn macht: Da der erste samische Dipteros früher begonnen worden ist als das Artemision, und gleichfalls in sumpfigem Gelände errichtet worden war, wäre es naheliegend, Theodoros hinzuzuziehen als einen Architekten, der die in Ephesos bestehende Problematik auf Samos bereits erfolgreich bewältigt hatte. Die Pointe wäre dann allerdings, dass Theodoros gewissermaßen zu Unrecht als Experte für schwierige Fundamentierungen gegolten hätte, denn neueren Forschungen zufolge ist der erste Dipteros nach wenigen Jahrzehnten eingestürzt, und zwar eben aufgrund mangelnder Fundamentierung.

³⁷⁹Vitr. 1.1.12.

³⁸⁰Vitr. 7. praef. 12.

verändert worden sind. Diese Schriften behandelten demnach Gestaltungsfragen, also die Proportionierungen der Bauglieder innerhalb der tradierten Architekturordnungen. Es ist gut vorstellbar, dass seine eigenen Abschnitte über die Proportionierung der Außenordnungen des dorischen und des ionischen Tempels in der Tradition dieser systematischen Schriften über Symmetrien verfasst worden sind.

Die bereits erwähnte Schrift von Chersiphron und Metagenes, den Architekten des älteren Artemisions in Ephesos, gehört offenbar zu den *commentarii*. Vitruv berichtet von zwei von den beiden Architekten angewandte Verfahren für den Transport schwerer Bauglieder in sumpfigem Gelände, in dem wegen des Einsackens der Räder der Einsatz von Ochsenkarren nicht möglich war. Chersiphron transportierte, wie schon im Abschnitt über die Logistik erwähnt, die Säulentrommeln³⁸¹, indem er sie mit einem horizontalen Hilfsrahmen einfasste, der durch Gleitlager mit den rollenden Trommeln verbunden war, so dass beides zusammen eine Art Walze ergab, an die die Ochsen angeschirrt wurden (s. Abb. 2.10). Die Konstruktion von Rahmen und Lager beschreibt Vitruv folgendermaßen:

„Er fügte vier vierzöllige Holzbalken, davon zwei Querhölzer so lang wie die Säulenschäfte, zusammen und verkämmte sie miteinander. In die Enden der Säulenschäfte führte er mit Bleiverguß starke Eisenzapfen wie Spindeln ein. In das Holzgerüst fügt er eiserne Ringe ein, die die Eisenzapfen umschließen sollten. Ebenso verband er die Enden mit hölzernen Backenstücken. Die Eisenzapfen aber, in die Ringe eingelassen, bewegten sich ganz frei.“³⁸²

Sodann beschreibt Vitruv das von Metagenes angewandte Verfahren für den Transport der Architrave. Da sie wegen ihrer rechteckigen Form nicht gerollt werden konnten, umfasste er sie mit Rädern, so dass ein Architrav die Räder wie eine Achse verband. Das Ganze wurde dann wieder von einem drehbar gelagerten Hilfsrahmen eingefasst, der von den Ochsen gezogen wurde (vgl. Abb. 2.11).

Plinius gibt weitere Informationen zur Arbeitsweise des Chersiphron, die sich nicht mit den Angaben bei Vitruv überschneiden.³⁸³ Plinius berichtet zunächst, dass der Tempel in dem sumpfigen Gelände aus Gründen der Erdbebbensicherheit errichtet worden sei. Der Gefahr einer Setzung der Fundamente sei man damit begegnet, dass in die Fundamentgräben zunächst gestampfte Kohle und Wollvliese eingebracht worden seien. Zum Versatz der Architrave auf den Säulen, deren Höhe er mit 60 Fuß (ca. 18,80 m) angibt, seien Rampen aus mit Sand gefüllten Binsenkörben errichtet worden. Die Ausrichtung der Architrave auf den Kapitellen und das Aufsetzen habe man gesteuert, indem man aus den unteren Körben den Sand abgelassen habe. Plinius gibt überdies Länge und Breite des Tempels (in ganzen Fuß) an und die Anzahl der Säulen.

Die hier angeführten Textpassagen beider römischen Autoren enthalten zu einem erheblichen Teil Informationen über den Bauprozess, die am fertiggestellten Bau niemals nachträglich hätten gewonnen werden können. Insbesondere die technischen Detailinformationen zu Chersiphrons Hilfsrahmen (Balkenmaße, Konstruktion und Materialien der Lager) sind als Fiktion kaum vorstellbar. Sie müssen demnach von einem Augenzeugen stammen, und können (nach mehr als 500 Jahren) nur noch bekannt gewesen sein, wenn sie in einem Text

³⁸¹ Vitruv spricht von *scapos columnarum*.

³⁸² Vittr 10. 2. 11, Übers. Fensterbusch.

³⁸³ Plin. n. h. 36, 96f.

niedergelegt worden sind. Offen bleibt nur, ob die originale Schrift tatsächlich in römischer Zeit noch verfügbar war, oder ob Teile ihres Inhalts durch eine (oder mehrere) Mittelquellen exzerptweise überliefert worden sind.

Dass mindestens ein Teil der älteren Architekturschriften selbst in späterer Zeit noch im Original vorhanden war, beweist das einzige wörtliche Zitat, dass aus einer dieser Schriften heute noch erhalten ist. Pollux, ein griechischer Grammatiker des 2. Jahrhunderts n. Chr. aus Naukratis im Nildelta, zitiert in seinem Onomastikon (ein Lexikon) das zu seiner Zeit offenbar nicht mehr geläufige Wort *κυνδάλους* (Nagel) mit folgenden Worten:³⁸⁴

ἐν γοῦν τῇ τοῦ νεῶ ποιήσε, ἦν ἢ Φίλων ἢ Θεόδωρο(?)συνέθηκ, γέγραπτα
κυνδάλους δὲ ἐχέτω ζυγὸν ἕκαστο.

Zum Beispiel steht in der Schrift über den Tempelbau, die Philon oder Theodoros verfaßt hat: ‚Nägel soll ein jedes Querholz haben‘. (Übers. Svenson-Evers)

Der Kontext des Zitats ist nicht mehr rekonstruierbar – gemeint sein könnte, dass die Dachlatten, auf die die Ziegel aufgelagert wurden, auf den sie tragenden Sparren vernagelt werden sollten. Als Autor infrage kommen drei Architekten, von denen Vitruv Schriften nennt: Philon von Eleusis, der Architekt des Arsenalis im Piräus, Theodoros von Phokaia, der Architekt der jüngeren Tholos in Delphi, und Theodoros von Samos.

Die obigen Exzerpte und das Zitat implizieren zunächst, dass in den monographischen *commentarii* offenbar nicht nur Entwurfsfragen, sondern auch bautechnische Fragen behandelt wurden. Anlass dazu war bei Chersiphron und Metagenes vermutlich, für technische Probleme offenbar in der jeweiligen Epoche nicht übliche, aber effektive Lösungen darzustellen. Die Behandlung bautechnischer Fragen liegt gerade bei diesen beiden Architekten ohnehin nahe, denn das Artemision zählt zu den ältesten Großbauten in Ionien (begonnen um 550), wurde also in einer Zeit errichtet, als mit dem Steinbau in monumentalen Dimensionen noch vergleichsweise wenig Erfahrungen vorlagen. Im Fall des Versatzes der Architrave mittels Rampe und Sand dürfte es sich um den Transfer von bautechnischem Know-how aus Ägypten handeln, denn dort war das Versetzen von schweren Blöcken mit Rampen und das gesteuerte Ablassen von schweren Bauglieder mit abfließendem Sand (Grabverschlüsse) seit Jahrhunderten gängige Praxis.

Das Pollux-Zitat hingegen deutet daraufhin, dass in den Schriften auch kontroverse technische Positionen verhandelt wurden, denn das Vernageln der Querhölzer hätte der Autor sicher nicht eigens herausgestrichen, wenn es gängige Praxis gewesen wäre, und von der Präsentation einer originellen technischen Lösung kann hier sicherlich nicht die Rede sein. Wichtig ist zudem, dass das Zitat zweifelsfrei belegt, dass tatsächlich im 2. Jh. n. Chr. alte griechische Architekturschriften noch greifbar waren, denn es darf angesichts des trivialen technischen Inhalts, des bereits veralteten Vokabulars und Pollux philologischen Ansprüchen als ausgeschlossen gelten, dass Pollux die Stelle einer Mittelquelle entnommen haben könnte.

Nutzen – Zweck – Motive

Was war nun der Zweck dieser Schriften, wozu sollten sie dienen? Die Frage ist fast gleichbedeutend mit der Frage danach, welche Leser die schreibenden Architekten vor Augen hat-

³⁸⁴Pollux 10, 188, 2–4. Auf dieses Zitat hat H. Svenson-Evers aufmerksam gemacht.

ten. Würde man sie näher bestimmen können, ergäbe sich zugleich auch eine Antwort auf die Frage nach den Motiven, die die Architekten zum Publizieren animierten. Das Material, das man im Zusammenhang dieser Fragen verwenden kann, ist sehr wenig, aber immerhin finden sich einige verstreute Hinweise.

Geht man zunächst einfach vom Inhalt der Schriften aus, also von der Darstellung von bautechnischem Wissen und gestalterischen Auffassungen und Verfahren, dann wären die Adressaten der Texte diejenigen, die solches Wissen benötigten, also die praktisch tätigen Architekten und diejenigen, die den Beruf erlernen wollten. So nahe dieser Gedanke auch liegt, belegen lässt er sich nur durch eine einzige Quelle:

In einem in den *Memorabilia* des Xenophon³⁸⁵ geschilderten Dialog trifft Sokrates auf den jungen Adligen Euthydemos, der bekannt dafür ist, viele Schriften zu kaufen. Sokrates fragt nun, ob sich Euthydemos mit den Schriften auf eine bestimmte Tätigkeit vorbereiten wolle; dabei nennt er verschiedene Berufe, neben dem des Arztes, Mathematikers und Astronomen auch den des Architekten.

Gegen die Deutung, dass mit den Schriften, die ein angehender Architekt zu studieren hatte, Architekturschriften gemeint sind, ließe sich zwar einwenden, dass an der Stelle nicht explizit von den Schriften der Architekten die Rede ist, sondern allgemeiner von Schriften ‚anerkannt kompetenter Autoren‘, und dass Sokrates’ Aussage, ein Architekt müsse ein Mann sein, der über ‚sehr viel Wissen‘ (γνομονικός) verfüge, sicherlich auch auf angrenzende Wissensgebiete wie Geometrie bezogen werden kann. Doch wäre es wohl überzogen, ausgerechnet die fachlich einschlägigen Texte der Architekten aus diesem Kontext ganz ausgrenzen zu wollen. Die Frage des Sokrates belegt eher, dass spätestens an der Wende zum 4. Jahrhundert von einem ambitionierten Architekten das Studium der Architekturschriften, und wohl auch anderer wissenschaftlicher Texte, erwartet werden konnte. Das dürfte für die ganze hier behandelte Epoche gegolten haben, denn Vitruvs Aussage, dass ein Architekt, der auf höchstem Niveau arbeiten wolle, zwingend Kenntnis der Fachliteratur haben müsse,³⁸⁶ kann nicht ausschließlich auf römische Verhältnisse bezogen sein, da nach Vitruvs eigenem Zeugnis zu seiner Zeit eine genuin römische Fachliteratur noch gar nicht existierte.

Der Leserkreis, den die Architekten mit ihren Texten erreichten, war aber sicher nicht auf die angehenden Architekten – und, so darf man wohl ergänzen, die bereits praktisch tätigen Architekten – beschränkt, wie sich zunächst wiederum an der zitierten Passage zeigen lässt. Euthydemos will nämlich keinen der angesprochenen Berufe erlernen, sondern Politiker werden. Dass er zu diesem Zweck auch Texte von Architekten liest, ist im vorliegenden historischen Kontext ohne weiteres plausibel, denn es ist gut belegt, dass die athenische Volksversammlung die großen Bauprojekte behandelte, diskutierte und beschloss, sowie die Mitglieder der entsprechenden Baukommissionen bestimmte. Insofern ist nachvollziehbar, dass sich der potentielle Leserkreis der Architekturschriften nicht allein auf die praktisch tätigen Architekten beschränkte, sondern in die Schicht der in den Institutionen aktiven Bürger hineinreichte. Diese Annahme bestätigt auch Philons siebtes Buch. Zwar enthält es sehr viel Lehrstoff für einen angehenden ‚Bauingenieur‘, doch ist es gleichwohl nicht ausschließlich ein Handbuch für einen Techniker, sondern auch für militärische Leiter einer belagerten Stadt geschrieben, wie die sehr umfangreichen Passagen zeigen, die nicht auf Befestigungsanlagen oder Militärtechnik bezogen sind. Philon hatte demnach neben den Ingenieuren, für die er wohl hauptsächlich schrieb, auch den Typus des auch technisch fachkompetenten Be-

³⁸⁵Xen. mem. 4. 2, 8–11. Vgl. dazu Coulton 1977.

³⁸⁶Vitr. 6. praef. 4.

amten, Politikern oder Militärs als Leser vor Augen, wie ihn in Rom Frontinus repräsentiert, der als politischer Leiter der Behörde für die Wasserversorgung sogar selber ein Lehrbuch über Wassertechnik veröffentlicht hat.

Es gibt einen Anhaltspunkt, wo die Motive der Architekten zu suchen sein könnten, um deretwillen sie Schriften veröffentlichten, die nicht ausschließlich an Fachkollegen gerichtet waren. Es lässt sich zeigen, dass Architekten ein Interesse daran hatten, ein selbst entworfenes Bauwerk auch auf Dauer mit dem eigenen Namen zu verbinden. Dieses Interesse manifestierte sich vereinzelt in der Weise, dass Architekten ihre Bauten durch Inschriften ‚signierten‘, wie beispielsweise schon für den frühesten Steintempel Siziliens bezeugt ist, den Apollontempel von Syrakus³⁸⁷, sowie für das Leonidaion in Olympia³⁸⁸, oder auch den Pharos von Alexandria.³⁸⁹ Demselben Zweck könnten auch die den Entwurf und die Technik erläuternde Schriften gedient haben. Für das andere naheliegende Motiv, dass die Architekten, die aus der Schicht der Handwerker hervorgingen, die intellektuelle Seite ihrer Arbeit von den sozial höher stehenden Schichten der Poleis anerkannt wissen wollten, also eine Neubewertung ihres Status erreichen wollten (und wahrscheinlich auch erreicht haben, wie oben schon beschrieben), lassen sich kaum direkte Belege anführen. Wenn allerdings Pytheos vom Architekten fordert, er müsse in allen Wissenschaften noch qualifizierter sein als die jeweiligen Fachwissenschaftler,³⁹⁰ hat er damit sicherlich für die Architekten auch das soziale Prestige eingefordert, dass Wissenschaftlern allgemein zugebilligt wurde.

2.8.4 Philon von Byzanz

Philon von Byzanz veröffentlichte wohl gegen Ende des 3. oder Anfang des 2. Jahrhunderts eine *Mechanik* in neun Büchern (μηχανική σύνταξις). Zwei der Bücher behandelten Architekturthemen, das verlorene dritte Buch über den Hafenaufbau und das in umfangreichen Exzerpten (wohl wörtlich abgeschriebenem Auszügen) erhaltene siebte Buch über die Vorbereitungen einer Stadt auf mögliche Belagerungen (παρασκευαστικά).³⁹¹ Zu den erhaltenen Büchern gehört weiter das vierte über den Geschützbau und das fünfte über die Pneumatik (nur arabisch/lateinisch). Verloren sind die Einleitung und die Bücher über Hebelwirkungen, Theaterautomaten und über Kriegslisten.

Philon war im Sinne der sich – allerdings erst später verfestigenden – griechischen Terminologie μηχανοποιός (‚Maschinenbauer‘, Ingenieur). Zu seiner Zeit waren die Bezeichnungen Architekt/Ingenieur hingegen noch nicht klar getrennt, denn er selbst bezeichnet zwar im 7. und 8. Buch den Leiter des Befestigungsbaus stets als μηχανοποιός und nie als Architekt, doch bezeichnet er umgekehrt bei Geschützbau den Konstrukteur mehrfach als Architekt³⁹² und nie als μηχανοποιός, also als Ingenieur. Ob Philon selbst jemals praktisch als Bauleiter von Festungswerken tätig war, ist nicht bekannt.

³⁸⁷Guarducci 1949, 7ff.

³⁸⁸Ob Leonidas von Naxos den Bau nicht nur finanziert, sondern auch selbst entworfen hat, ist allerdings strittig; vgl. Svenson-Evers 1996 s. v.

³⁸⁹Der Architekt des Baus, Sostratos von Knidos, erhielt die ungewöhnliche Ehre, seinen eigenen Namen in der Bauinschrift des königlichen Projekts nennen zu dürfen.

³⁹⁰Vitr. I.1.12.

³⁹¹Der Text der Exzerpte und eine deutsche Übersetzung bei Diels und Schramm 1920. Die Exzerpte lassen nicht sicher erkennen, wie sich die überlieferten Abschnitte auf die ursprünglichen Bücher verteilen, jedoch dürften die zu Anfang der Exzerpte erhaltenen Passagen über die Anlage von Stadtmauern dem siebten Buch (Paraskeuastiká, ‚Vorbereitungen zur Städteverteidigung‘) entnommen sein.

³⁹²Vgl. z. B. Phil. Mech. belopoika 59.37.

Der Gegenstand des 7. Buches *παρασκευαστικά* sind die ‚Einrichtungen‘, die für die Verteidigung einer belagerten Stadt von ihm für erforderlich gehalten wurden. Sie umfassen das gesamte Spektrum der zu treffenden Maßnahmen, von der Bewaffnung der Bürger auf Staatskosten über die Behandlung der Verletzten unter den (mit kommentarloser Selbstverständlichkeit vorausgesetzten) Söldnertruppen bis hin zu den Techniken der Kommunikation der Eingeschlossenen mit einem heranrückenden Entsatzheer. Was unter solchen Vorbereitungen bauliche Maßnahmen betrifft, wird teilweise detailreich dargestellt, wie etwa die Vorbereitung der in der Nähe der Stadtmauern liegenden Privathäuser auf einen Straßenkampf mit eindringenden Feinden, oder auch die Anlage von Getreidespeichern, die so beschaffen sein müssen, dass die zu konservierenden Vorräte auch bei lang andauernder Belagerung nicht verfaulen. Innerhalb dieses sehr breiten Themenspektrums ins Zentrum gestellt sind die militärtechnischen Fragen der Verteidigung. Hintergrund ist erkennbar der enorme Fortschritt der Belagerungs- und Geschütztechnik im frühen Hellenismus, für den die Belagerung von Rhodos 305/4 durch Demetrios Poliorketes, die sich phasenweise zu einer Art Ingenieurwettbewerb entwickelt hatte, zum Paradigma geworden war. Philon bezieht sich auch ausdrücklich auf seine persönliche Kenntnis der rhodischen Militäringenieur- und ihrer Verteidigungsanlagen, und auf seine Kompetenz im Geschützwesen (die in seinem 4. Buch *Belopoika* erkennbar ist). Dementsprechend nimmt die Errichtung von Vorwerken und Stadtmauern breiten Raum ein, die dem Beschuss durch Torsionsgeschütze ebenso standhalten können wie Versuchen der Unterminierung oder Beschädigungen durch geschützt vorgebrachte Rammen. Auch die Befestigungen werden mit Geschützen bestückt, die Schussweite und der -winkel bestimmen die Anlage der Türme in den Mauern. Das 7. Buch vermittelt in erheblichem Umfang bautechnisches Wissen für den Festungsbau. Das 8. Buch *Poliorketika* ist die genaue Umkehrung der Perspektive des 7. Buches, ein Brevier für den Leiter einer Belagerungsarmee, und behandelt daher nahezu keine architekturrelevanten Themen.

Als Beispiel für die Architekturdarstellung in diesem Text ist im folgenden die Beschreibung eines Getreidespeichers zitiert.³⁹³ Der Speicherbau ist der einzige Gebäudetypus jenseits der Stadtmauern, der von Philon ausführlich beschrieben wird.

„Sobald die Grundmauern des zu erbauenden Gebäudes errichtet sind, soll in halber Dicke und gleicher Höhe ein Halbkreis hergestellt werden. Und von diesem ab soll man mit Zwischenräumen von je 3 Ellen (1,32 m) auf beiden Wänden Gewölbebogen aus Quadern aufbauen. Ihre Dicke soll 2 Ellen (0,88,7) betragen: wenn zwei Steine auf die Grundmauern gesetzt sind, so sollen die Bögen eine Elle dick (0,4425) ausgeführt werden. Nach der Breite sollen sie 2ellig (0,88,35) gemacht werden. Dieses Gewölbe soll aus behauenen oder möglichst großen Bruchsteinen zusammengefügt sein, um die Belastung (des Schüttbodens) tragen zu können. Sind dann die Bogen geschlossen, sind die Umfassungsmauern auf den Grundmauern gerade aufzubauen, der Zwischenraum zwischen den Bogen mit Ziegeln auszufüllen, so dass das Bauwerk in gleicher Höhe der Bogen viereckig wird. Sodann lege man auf die Zwischenräume der Gewölbebogen stärkste Balken und darüber Rohr und verschmiere es bestens (als Schüttboden). Und wenn man in dieser Decke einen Schüttboden erbauen will, so errichte man darüber ein Ziegeldach aus Balken und aufgelegten Sparren und verschmiere es bestens. Will man aber nicht so bauen, so mache man den

³⁹³ Philo. Mech., *Paraskeustika* 87.33ff.

Bau zusammenhängend als Gewölbe, und man wird nicht Längsbalken nötig haben.“

Auch wenn nicht jede Formulierung am Anfang der Textpassage eindeutig interpretierbar ist, so lässt sich über die Konstruktion doch folgendes sicher sagen: Es handelt sich um einen Schüttboden, d. h. um ein Gebäude, bei dem Getreide in einem Raum aufgespeichert wird, dessen Boden deutlich über der ebenen Erde liegt. Der Grund dafür ist, dass das Getreide auf diese Weise nicht in Kontakt mit der Bodenfeuchte kommt, was zu Fäulnis führen würde. Die Aufgabe für den Architekten ist daher, eine massive Unterkonstruktion für den Boden des Lagerraums zu schaffen, denn ein einfacher Bretterboden auf Balken würde das Gewicht nicht tragen können, da Getreide ein zu hohes spezifisches Gewicht hat (ca. 750 kg pro qm). Philon nennt für die Substruktionen des Lagerraums zwei alternative Konstruktionen: ein Tonnengewölbe in der Längsachse des Baus, oder entsprechend in Abständen gestaffelte Bogen. Bei letzterer Variante müssen die Zwischenräume zwischen den einzelnen Bogen mit einer Balkenlage überdeckt werden, damit der Lagerraum einen geschlossenen Boden hat. Die Variante mit dem Tonnengewölbe hat den Vorteil, dass für den Boden des Lagerraums nur die Zwickel zwischen den Außenwänden und der Tonne verfüllt werden müssen, um einen ebenen Boden auch ohne keine schweren Balken herzustellen (wie bei den Kellergewölben vieler Häuser des 19. Jhs.).

Philon gibt sehr wenig Details an. Die für die Stabilität der Konstruktion entscheidenden Daten gibt er in absoluten Maßen an, und zwar in Ellen, nicht in Fuß wie bei modernen Entwurfsanalysen. Die angegebenen Maße sind aber sofort als einfache Proportionen erkennbar: Fundamentbreite zu Außenwandbreite zu Gewölbstärke wie 2 : 1 : 1; Breite der Bogen zu Abstand der Bogen wie 2 : 3. Für die Konstruktion der Bogen führt er zwei alternative Bauweisen (Quader und Bruchstein) an.

Die Textpassage gibt folglich Anweisungen für einen bereits fachlich qualifizierten Baumeister. Sie hat also nicht den Charakter eines elementaren Lehrbuchestextes. Interessant ist, dass Philon keine Schemazeichnung beigefügt hat, wie er sie an anderen Stellen durchaus verwendet, etwa für Grundrisse von Türmen und Mauern von Stadtbefestigungen. Sie sind allerdings nur durch die Erwähnung im Text bekannt, denn sie fehlen in den Handschriften (wie in den Vitruv-Handschriften). Bemerkenswert ist des Weiteren, mit welcher Selbstverständlichkeit er die Gewölbekonstruktion behandelt, denn er gibt an dieser Stelle keinen Hinweis auf Konstruktion und Handhabung des erforderlichen Lehrgerüsts.

Von Interesse ist im Zusammenhang mit den verlorenen Architekturschriften noch eine weitere Passage aus dem Abschnitt über Getreidespeicher:

„Damit der Bau in schönem Formverhältnis, symmetrisch in der Höhe zur Länge werde, nimm, wenn auch die Fundamente beliebig groß zugrunde gelegt sind, die Höhe der Bogen von den Fundamenten ab so groß, wie ich Dir angab. Wenn Du aber zum Türsturz weder einen Monolith noch einen Holzbalken wählst, damit er nicht angezündet werden könne, so mache den Eingang so groß wie Du willst, und fülle (ihn) mit Ziegeln aus. Dann lege von oben gehauene, abgescrängte Steine teils links, teils rechts darauf, sodann mache mit einem oben breiten, unten schmalen Steine, den Du wie einen Keil einfügst, den Abschluss in der Mitte. Ist dies fertig, so nimm die in dem Durchgang eingesetzten Ziegel wieder heraus, denn es wird fest bleiben. Auch beim Festungsbau bewährt sich dies, wenn man die Tore anstatt mit Gewölben auf diese Art bauen will.“

Philon beschreibt im letzten Teil dieser Passage ein Kragsteingewölbe mit Schlussstein als Alternative zum Türsturz aus einem Stein- oder Holzbalken. Erstaunlich daran ist, dass er hier viel genauer ist als bei der oben angesprochenen Gewölbekonstruktion, obwohl das Kragsteingewölbe konstruktiv einfacher, und baugeschichtlich auch älter ist als der Keilsteinbogen. Hier geht er zudem auch auf das erforderliche Lehrgerüst ein, für das er keine Holzkonstruktion vorschlägt, die auch viel komplizierter wäre, sondern einfach ein Verfüllen der zu überdeckenden Öffnung mit Lehmziegeln. (Gebrannte Ziegel bzw. Backsteine waren zu Philons Zeit mit Sicherheit noch nicht in Gebrauch). Auch der Anfang der Textpassage enthält wichtige Hinweise, denn er bringt, fast zweihundert Jahre vor Vitruv, die Begriffe Symmetrie und Eurhythmia in direkte Verbindung, zitiert also die Vorstellung, dass die Schönheit eines Gebäudes durch Entwerfen in Proportionen bewirkt werden könne. Der Satz ist der m. W. der einzige – und von der Forschung bisher kaum beachtete – explizite Beleg in den griechischen Quellen für dieses Grundkonzept der Architektur. Zudem ist der Terminus Eurhythmia, der aus dem Bereich der Dichtung und der Musik stammt, ein Beleg dafür, dass griechische Architekten ihre Entwürfe in diesem übergreifenden Kontext sahen, und nicht nur im Kontext reiner Geometrie.

2.8.5 Populäre Literatur

In der Antike gab es offenbar auch eine ‚populäre‘ Literatur über Architektur, deren Autoren nicht selbst Architekten waren, beim Schreiben ihrer Texte aber möglicherweise auf Schriften von Architekten zurückgriffen.

Zu dieser Gattung dürfte etwa die – verlorene – Schrift eines Demokrit aus Ephesos über den weltberühmten Artemistempel der Stadt gehört haben, die bei Diogenes Laertios und bei Athenaios erwähnt wird.³⁹⁴ Um eine monographische Architekturschrift wird es sich schon deshalb nicht gehandelt haben, weil in ihr Diogenes zufolge auch die Stadt Ephesos und die Insel Samothrake behandelt wurden. Dagegen spricht zudem der Passus, den Athenaios aus dem ersten der beiden Bücher Demokrits über den Tempel wörtlich zitiert, denn in ihm sind Fragen des ‚Kleiderluxus‘ angesprochen, die in einer Architekturmonographie kaum Platz gefunden hätten. Man kann demnach annehmen, dass Demokrit für ein breiteres Publikum schrieb, das er auch mit Anekdoten oder Exkursen unterhalten wollte. Allerdings könnte Demokrit in den beiden Büchern über die Architektur des Tempels auf genuine Architekturschriften zurückgegriffen haben, zumal, wie schon erwähnt wurde, die Architekten des (älteren) Artemisions Bücher über ihren Bau veröffentlicht hatten. Denkbar wäre daher, dass Bücher wie das des Demetrios als sog. Mittelquelle fungiert haben könnten, der später Vitruv und Plinius d. Ä. ihre Informationen zum Bau des Artemisions entnommen haben, falls ihnen die originalen Architekturschriften nicht mehr zugänglich waren. Doch ist das in diesem Fall eher unwahrscheinlich (s. u.).

Populäre Literatur über Architektur waren auch die sogenannten ‚Weltwunder‘-Kataloge, da zu den Weltwundern neben Werken der bildenden Künste hauptsächlich Bauwerke gezählt wurden wie die Stadtmauer von Babylon und die ‚hängenden Gärten‘ der Semiramis, die Pyramiden in Memphis, das Mausoleum von Halikarnass, der Pharos

³⁹⁴Diog. Laert. 9. 49 spricht von der Schrift des Demokrit über den Tempel in Ephesos, die Stadt und über Samothrake. Athenaios (deipn. 12. 525 C), bezeichnet Demokrit als Ephesier, und zitiert aus den „zwei Büchern“ über den Tempel. Da der Tempel an beiden Stellen nicht näher bezeichnet wird, kann es sich nur um ‚den‘ Tempel von Ephesos, also das weltberühmte Artemision, handeln.

(Leuchtturm) von Alexandria und das Artemision von Ephesos.³⁹⁵ Solche Kataloge, die spätestens ab dem 2. Jahrhundert publiziert worden sind, entwickelten sich fast zu einem literarischen Topos, der noch im Mittelalter und der frühen Neuzeit aufgegriffen wurde.

Diese Schriften sollten der ‚paideia‘ ihrer Leser dienen. Dieser Begriff meint einerseits Bildung: Dem Leser sollte eine Anschauung von den bedeutendsten kulturellen Leistungen vermittelt werden, die persönlich aufzusuchen ihm nicht möglich war. In dem umfangreichsten der erhaltenen Texte, der in den Handschriften mit ‚Philon von Byzanz über die Sieben Weltwunder‘ überschrieben ist, wird dieses Ziel einleitend wortreich formuliert. Dieser ‚Philon von Byzanz‘ ist zweifelsfrei nicht identisch mit dem oben zitierten Ingenieur und Mathematiker Philon. ‚Paideia‘ lässt sich in diesen Kontexten aber auch im engeren Sinne als Erziehung verstehen: Es handelt sich um listenartige Texte für den Gebrauch in Schulen. In den sog. Laterculi Alexandrini beispielsweise, einem Papyros aus dem 2. Jahrhundert v. Chr., findet sich eine Weltwunder-Liste ohne Kommentar neben Aufzählungen der längsten Flüsse, höchsten Berge, größten Inseln und anderen Stoffsammlungen.³⁹⁶

Die oben angesprochene Möglichkeit, dass Autoren populärer Schriften Kenntnisse der Architekturschriften hatten, ist im Fall der zitierten Schrift über die Weltwunder etwas leichter zu beantworten als im Fall des Demokrit. Der Autor der ‚Weltwunder‘-Schrift schrieb zwar über zwei Bauten, von denen bekannt ist, dass über sie Schriften der Architekten existiert haben: das Mausoleum von Halikarnass und (wie Demokrit) über das Artemision von Ephesos. Überliefert ist von der Schrift des Ps. Philon nur der erste Abschnitt über das Artemision. Dieser vermittelt allerdings nicht den Eindruck, dass der Autor Architekturschriften studiert hatte. So schreibt er über die Probleme der Fundamentierung:

„Der Künstler nämlich lockerte das darunter liegende Erdreich und führte so die Ausschachtungen in unermeßliche Tiefen hinab; dort setzte er dann das Fundament aus behauenen Stein, wobei er ganze Steinbrüche in den Bergen für das unter der Erde Verborgene seiner Werke aufbrauchte.“³⁹⁷

2.8.6 Architektur und Wissenschaft

Sucht man in den überlieferten Schriftquellen nach einer Antwort auf die Frage, wie die Griechen das Verhältnis von Architektur und Wissenschaft gesehen haben, so findet man, wenn auch fragmentarische, aber doch scheinbar eindeutige Antworten. Der griechische Geograph Strabon (63 v. Chr.–ca. 28 n. Chr.) sagt etwa, dass die Mathematiker die Architektur als Teilgebiet der Mathematik betrachteten.³⁹⁸ Sein römischer Zeitgenosse Vitruv weist in dieselbe Richtung, wenn er sagt, dass die besten Architekten Mathematiker würden.³⁹⁹ Selbst Platon, der sich als einer der ersten kritisch-unterscheidend mit dem Wissenschaftsbegriff auseinandergesetzt hat, und dabei viele ‚wissenschaftliche Disziplinen‘ seiner Zeit verwarf, war durchaus bereit, der Architektur mindestens eine gewisse Nähe zur Wissenschaft zuzubilligen.⁴⁰⁰ Diese und ähnliche Quellen konvergieren vor allem in der Grundaussage, dass enge

³⁹⁵Die Belegstellen sind zusammengetragen und übersetzt von Brodersen 1992.

³⁹⁶Diels 1904.

³⁹⁷VI 2, Übers. Brodersen 1992b.

³⁹⁸Strab. 1.3.11.

³⁹⁹Vitr. 1. 1. 17.

⁴⁰⁰Plat. Phil. 55d–56c. Vgl. dazu auch oben den Abschnitt über den sozialen Status der Architekten.

Bezüge zwischen Mathematik und Architektur bestanden. Das Problem ist nur, dass sie nirgendwo konkretisiert werden, so dass auf dieser Basis keine Aussage darüber möglich ist, in welchen Bereichen, in welchem Umfang und auf welchem Niveau Architekten auf Mathematik in ihrer Arbeit zurückgriffen.

Überraschend ist vor diesem Hintergrund, dass man bei den griechischen Mathematikern selbst, soweit erhalten, keine Bezugnahme auf die Architektur findet. Euklid beispielsweise gibt bekanntlich in seinen berühmten Elementen keinen Hinweis auf die praktische Anwendung der Geometrie. Das ist aber keineswegs Ausdruck einer bewusst eingehaltenen Distanz zur praktischen Anwendung, wie häufiger angenommen wird, denn in seiner Optik gibt er durchaus Anwendungsfälle, nur handelt es sich eben dort nicht um Architektur, sondern um Landvermessung als Anwendungsgebiet.⁴⁰¹ Apollonios von Perge erwähnt in seinem Buch über die Kegelschnitte ebenfalls mit keinem Wort die Architektur. Auch in dem berühmten ‚Geometerkatalog‘ bei Proclus finden sich keine entsprechenden Belege, denn keiner der von ihm genannten bedeutenden Forscher im Feld der Geometrie hat als Architekt begonnen oder ließe sich irgendwie mit dem Bauwesen verbinden.

Wenn man die wissenschaftlichen Fähigkeiten der Architekten dennoch näher bestimmen will, bietet sich als Ansatzpunkt das Entwerfen auf Basis proportionaler Ableitungen an, das viele Forscher annehmen, und wovon im Entwurfskapitel oben ausführlich die Rede war. Diese Art des Entwerfens hat häufig die Form von Proportionsketten, deren allgemeine Form ist, dass aus der Größe A durch die Proportion x die Größe B bestimmt wird, aus B wiederum durch die Proportion y die Größe C usw. Solche Proportionsketten führen im allgemeinen sehr schnell zu Brüchen mit sehr großen Nennern, und damit zu sehr komplexen Zahlenwerten, die nur schwer innerhalb von antiken Maßsystemen darstellbar sind.

Man kann die angesprochene Komplexität an antikem Quellenmaterial selbst demonstrieren. Vitruv gibt nämlich die Binnengliederung des Gebälks seines ionischen Tempels in Form einer Proportionskette an, ebenso die Berechnung der Maße für den Zahnschnitt des Gebälks. Bei der Architravgliederung definiert Vitruv zunächst die Höhe des oberen Abschlussprofils als ein Siebtel der Gesamthöhe des Architravs. Der übrige Teil der Höhe soll in zwölf gleiche Teile geteilt werden, wovon wiederum fünf auf die Höhe der obersten Faszie (Leiste) des Architravs, vier auf die mittlere und drei auf die untere entfallen sollen.⁴⁰² Legt man nun eine Gesamthöhe des Architravs von zwei Moduli oder zwei Fuß (ca. 60 cm) einer Beispielrechnung zugrunde – was extrem vereinfacht ist, da bei Vitruv die Architravhöhe selbst bereits eine abgeleitete, und daher komplexe Größe ist – so ergeben sich folgende Dezimalwerte des Fußes bzw. des Modulus für die einzelnen Gliederungen.

⁴⁰¹Eukl. opt. 63 Prop. 19–22.

⁴⁰²Vitr. 3. 5. 10.

Gliederung der Architravhöhe (AH) bei Gesamthöhe 2 Fuß

| | | |
|------------------------------|-----------------------------------|------------------|
| Höhe des Abschlussprofils: | $AH * \frac{1}{7}$ | = 0,2857 Fuß |
| Gesamthöhe der drei Faszien: | $AH * \frac{6}{7}$ | = 1,7142 Fuß |
| Höhe der oberen Fazie: | $AH * \frac{6}{7} * \frac{5}{12}$ | = 0,7142 Fuß |
| Höhe der mittleren Fazie: | $AH * \frac{6}{7} * \frac{4}{12}$ | = 0,5712 Fuß |
| Höhe der unteren Fazie: | $AH * \frac{6}{7} * \frac{3}{12}$ | = 0,4258 Fuß |

Es ist evident, dass solche Werte nicht glatt darstellbar waren in einem Fußmaß, das in sechzehn Daktyloi unterteilt ist. Zum selben Ergebnis kommt man im Übrigen schon, wenn man bekannte Proportionen für das Verhältnis von Breite zu Höhe der Triglyphen wie 5 : 8 in einem antiken Fußmaß angeben will, da die sechzehn Daktyloi des Fußes sich nicht ohne Rest durch fünf teilen lassen. J. J. Coulton hat aus dieser Problematik, die sich stets ergibt, wenn Werte sukzessive durch Proportionen von einander abgeleitet werden, ebenso wie D. Mertens und H. Knell, zwei Schlussfolgerungen gezogen: Erstens wird angenommen, dass die griechischen Architekten im Umgang mit Bruchrechnung vertraut waren, und dass zweitens die sich bei exakter Rechnung ergebenden, stark gebrochenen Werte gerundet worden wären auf Maße, die auf der Baustelle realisierbar waren.⁴⁰³

Ich möchte hier zunächst eine alternative Deutung dafür vorschlagen, wie die Architekten die aus den Proportionsketten resultierenden Maße gehandhabt haben, die wesentlich einfacher und direkter ist als das Rechnen mit komplexen Brüchen, und die zudem die angenommene Rundung rechnerisch bestimmter Werte überflüssig macht. Nach meiner Auffassung wurden die proportionale Ableitung vieler Strecken jenseits der Hauptmaße der Grundrisse überhaupt nicht berechnet, und auch nicht in Fuß und Daktylen angegeben, sondern durch Ritzzeichnungen mit Lineal und Zirkel graphisch bzw. geometrisch bestimmt. Die so gefundenen Größen wurden anschließend von den ausführenden Handwerkern mit dem Stechzirkel direkt von dem entsprechenden Riss abgegriffen und bei der Ausarbeitung der Werkstücke verwendet. Für die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise ist es völlig gleichgültig, ob die zu ermittelnden Strecken bei rechnerischer Bestimmung und Darstellung in Fuß und Daktyloi einfache oder komplexe Werte ergeben würden. Außerdem war sie mit Sicherheit in der Antike bekannt, denn sie folgt genau der Methode, die Euklid in seinen Elementen bei der 9. Proposition des 6. Buches über Proportionen (sic!) verwendet, um eine beliebige gegebene Strecke um ein Drittel zu verkürzen:

Die zu teilende Strecke – also etwa die Architravhöhe bei Vitruv, die in sieben gleiche Teile zerlegt werden soll – wird zunächst als Strecke *AB* aufgetragen (Abb. 2.25), und anschließend mit gleicher oder größerer Länge die Strecke *AC*, die *AB* in beliebigem Winkel bei *A* schneidet. Danach wird auf *AC* mit dem Zirkel sieben Mal die gleiche, beliebig lange Teilstrecke abgetragen, wodurch sich die Punkte *d* bis *j* ergeben (Bild 1 auf der Abb. 2.25). Dann wird mit dem Lineal eine Gerade gezeichnet, die *j* mit *C* verbindet (Bild 2). Diese neue Strecke wird anschließend parallel verschoben, so dass die zusätzlichen Parallelen jeweils *d* bis *i* schneiden (Bild 3). Diese Parallelen teilen die Ausgangsgerade *AB* in sieben

⁴⁰³ Vgl. Coulton 1977, 67–68; Mertens 1984, 50; vgl. die teilweise sehr stark gebrochenen Werte für das ionische Gebälk bei Knell und Wesenberg 1984, 108 Tab. 6.

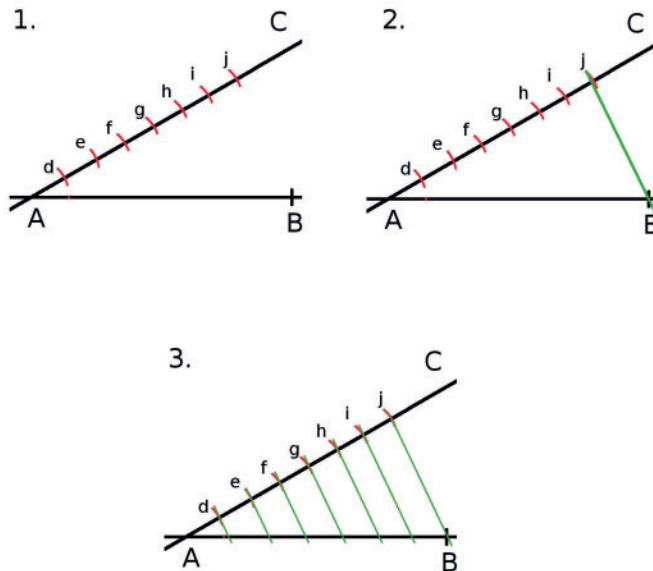


Abb. 2.25: Teilung einer Strecke in gleich lange Abschnitte, entsprechend Euklid, Elemente, Buch VI, Proposition 9 (W. Osthues).

gleich lange Abschnitte, die mit dem Stechzirkel aus der Zeichnung abgegriffen und auf das Werkstück übertragen werden können.

Auf diese Weise lässt sich die sukzessive Teilung von Vitruvs Architravhöhe in Siebtel und Zwölftel mit einer am Bau ausreichenden Präzision ohne weiteres vornehmen. Das Verfahren lässt sich auch auf größere Stecken anwenden, als die Länge der Schenkel eines Zirkels zulässt. Man brauchte dazu nur die Ausgangsstrecke mit einem einfachen Faktor zu reduzieren, so dass man beispielsweise statt neun nur drei Fuß aufträgt, und anschließend die mit dem Stechzirkel abgegriffenen Ergebniswerte auf dem Werkstück dreimal abträgt. Solche maßstäblichen Reduktionen sind an dem Säulenriss von Didyma, wie oben beschrieben, sicher nachgewiesen worden.

Die vorgeschlagene Methode entspricht dem Muster, das auch Vitruv verwendet, um komplexe Rechnungen zu vermeiden: Wo die rechnerische Bestimmung von abgeleiteten Größen nicht mit einfachen Zahlenwerten möglich ist, verwendet er geometrische anstelle von rechnerischen Verfahren.⁴⁰⁴ Darüber hinaus vermeidet die hier vorgeschlagene Methode ein Problem, dass bei modernen Entwurfsrekonstruktionen auftritt, die unterstellen,

⁴⁰⁴Sein Beispiel ist die Flächenverdoppelung eines Quadrats mit zehn Fuß Seitenlänge, also einer Fläche von hundert Quadratfuß auf zweihundert Quadratfuß. Vitruv (9. praef. 4) sagt hier ganz schlicht, dass eine rechnerische Lösung nicht möglich sei, weil als Seitenlänge des zu suchenden Quadrats 14 Fuß zu wenig, 15 Fuß zu viel seien. Die Bestimmung der gesuchten Seitenlänge anhand des Satzes des Pythagoras zieht er – der sonst die Wissenschaftlichkeit der Architektur stets betont – offenbar wegen der dort auftretenden Quadratwurzel nicht einmal in

das ausnahmslos alle Größen rechnerisch bestimmt worden wären. Das Problem tritt dann auf, wenn zwischen den metrisch am Bau gemessenen Maßen klare Proportionsbeziehungen feststellbar sind, diese sich aber nicht – wie von vielen Forschern verlangt – im jeweils vorgeschlagenen Fußmaß darstellen lassen. Oft wird in solchen Fällen die Verwendung eines zweiten Fußmaßes am Bau oder die Verwendung eines Modulus zusätzlich zum sonst benutzten attischen, dorischen oder sonstigen Fuß unterstellt. Solche oft kompliziert wirkenden Annahmen können entfallen, wenn man wie hier davon ausgeht, dass die grundlegende Vorstellung vieler Rekonstruktionen falsch ist, alle Maße wären auf der Baustelle stets in Fuß und Daktylos – wie heute in Metern und Zentimetern – angegeben worden. Diese Vorstellung ist m. E. eine anachronistische Annahme, die vor allem im Werksteinbau wenig Sinn macht, da dort ohnehin jedes Bauteil nur ausgearbeitet werden konnte, wenn auf den zuvor geglätteten Flächen der Blöcke die Form mit Zirkel und Lineal aufgerissen wurde. Akzeptiert man die hier vorgeschlagene Interpretation, dann entfällt die Grundlage für die Annahme, der Umgang mit komplexen Brüchen hätte zur üblichen Ausbildung der griechischen Architekten gehört.

Differenzierter dürften die Kenntnisse im Bereich der Geometrie zu beurteilen sein. Das Spektrum dürfte von der korrekten geometrischen Konstruktion bis hin zu rein pragmatischen Verfahrensweisen gereicht zu haben. Schon in sehr früher Zeit wurden korrekte geometrische Verfahrensweisen angewandt: Hingewiesen sei hier nur auf die Sechsteilung des Kreises auf einer Platte des älteren Aphaitepels, die oben schon im Abschnitt über Bauzeichnungen erwähnt wurde. Ebenfalls dort erwähnt wurde die Grundrisskonstruktion der Tholos⁴⁰⁵ in der Marmaria in Delphi⁴⁰⁶, bei der der Architekt Theodoros von Phokaia sehr wahrscheinlich die Position der zwanzig Säulen mit Hilfe eine Pentagramms vorgenommen hat. Man muss in diesem Kontext allerdings auch mit anderen Verfahren rechnen als denen der ‚reinen‘ Geometrie, deren Sätze beweisbar gültig sind. Eine Rolle in der Praxis auf der Baustelle haben Näherungskonstruktionen gespielt, die ursprünglich vermutlich freihandgezeichnete Linien ersetzen. Ein gut dokumentierbares Beispiel dafür ist die Spirale. Als gemaltes Ornament findet man sie bereits häufig in der Vasenmalerei der geometrischen Epoche. In der Architektur wurde die Spirale seit frühester Zeit für die Voluten des ionischen Kapitells verwendet. Ein sehr bekanntes frühes Exemplar gehört zur Naxiersäule in Delphi vom Anfang des 6. Jahrhunderts. Mit der Konstruktion einer Spirale scheint sich schon Theodoros von Kyrene im späten 5. Jahrhundert beschäftigt zu haben (sog. ‚Wurzelschnecke‘ bzw. ‚Spirale des Theodoros‘). Eine echte Spiralkonstruktion gelang aber erst zweihundert Jahre später Archimedes, bzw. kurz vor ihm Konon von Samos. Auf den Baustellen scheinen solche Fortschritte der Geometrie jedoch nicht übernommen worden zu sein. Gearbeitet wurde dort vielmehr mit theoretisch kaum befriedigenden Konstruktionen, bei der die Spirale aus Viertelkreisen mit sukzessive größerem Radius zusammengesetzt wurde. Die Ausrollung der Linie wurde dadurch erreicht, dass der Einstechpunkt für den Zirkel nach dem Muster eines Mäanders jeweils bei jedem weiteren Zirkelschlag versetzt wurde. Auch Vitruv verfährt noch so. Das Beispiel der Spirale zeigt also, dass auch dort, wo im engeren Sinne wissenschaftlicher Fortschritt im Bauwesen prinzipiell hätte rezipiert werden können, solche Übernahmen sich nicht von selbst verstanden. Die Architekten verfahren vielmehr

Betracht. Stattdessen gibt er als Lösung die Zeichnung eines Quadrats über der Diagonalen der originalen Quadrats an.

⁴⁰⁵Seiler 1986.

⁴⁰⁶Hoepfner 2000.

einfach pragmatisch: Wo gewünscht, erreichte man eine deutliche Optimierung der Form einfach dadurch, dass statt Viertel- Achteckkreise gezeichnet wurden (Erechtheion). Näherungskonstruktionen im eigentlichen Sinne, wie sie von Bauhandwerkern späterer Epochen etwa für das Fünfeck verwendet worden sind, sind m. W. nicht bekannt.⁴⁰⁷

Man kann darüber hinaus mit guten Gründen annehmen, dass auf den Baustellen auch noch sehr viel simplere, kaum mehr geometrisch zu nennende Verfahren benutzt worden sind. Darauf lässt jedenfalls die seit frühester Zeit nachweisbare Ausstattung dorischer Säulenschäfte mit zwanzig Kanneluren schließen. Geometrisch möglich wäre es, für die zwanzig Kanneluren zunächst ein Pentagramm zu konstruieren, dessen fünf 72° -Winkel durch zweifache Winkelhalbierung in die geforderten 18° -Winkel aufgeteilt werden könnten – also ähnlich, wie oben für die Tholos in Delphi angenommen. Nun kann man aber mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit davon ausgehen, dass die Konstruktion des Pentagramms erst den Pythagoreern gelungen ist, denn sie hätten das Pentagramm wohl kaum als Symbol für ihren Geheimbund verwendet, wenn zu ihrer Zeit bereits jeder Steinmetz dessen Konstruktion beherrscht hätte. Zudem zeigen erhaltene Trommeln überhaupt keine Konstruktionslinien jenseits eines Strahlenbündels, das die jeweils gegenüber liegenden Kannelurgrate verbindet. Schon von daher ist zu vermuten, dass die Bauleute zunächst ein Achsenkreuz aufgerissen haben, und danach die vier Kreissegmente einfach mit dem Stechzirkel in je fünf gleiche Abschnitte unterteilt haben. Eine solche, als ‚try-and-error‘ anzusprechende Vorgehensweise widerspricht sicher nachhaltig den Annahmen über die geometrischen Fähigkeiten der Architekten, doch kann man dafür Argumente beibringen, die kaum von der Hand zu weisen sind. Am Demetertempel auf Keos sind nämlich Säulenschäfte mit 19 Kanneluren gefunden worden, und am Tempel des Theos Megas von Istros mit 21 Kanneluren. Entsprechend Kreise in 19 bzw. 21 gleiche Segmente aufzuteilen war mit den Mitteln der antiken Geometrie definitiv unmöglich.⁴⁰⁸ Beide Bauten gehören zur hellenistischen Epoche, was beweist, dass auch in dieser Zeit noch reine Handwerksmethoden ohne jeden Bezug zur wissenschaftlichen Geometrie angewandt worden sind. Die hier behauptete Teilung mit dem Stechzirkel entlang des Viertelkreises erklärt im Übrigen auch, warum auf den Säulentrommeln mit aufgerissenen Strahlenbündeln m. W. nie interpretierbare Konstruktionslinien gefunden worden sind.

Die hier bisher dargestellten Anhaltspunkte lassen insgesamt nicht darauf schließen, dass die Architekten im Bereich Arithmetik oder auch der Geometrie Kenntnisse hatten, die über ein fortgeschrittenes ‚Schulwissen‘ hinausgehen würden. Diese Einschätzung steht in offenem Widerspruch zu den eingangs zitierten Aussagen von Strabon und Vitruv. Dieser Widerspruch lässt sich allerdings deutlich relativieren, wenn man die antike Terminologie in Rechnung stellt, die Ingenieure ohne weiteres den Architekten zurechnet. Die Aussagen der beiden Autoren lassen sich nämlich recht gut mit dem Quellenmaterial vereinbaren, wenn man annimmt, dass die mathematisch tatsächlich hochqualifizierten ‚Architekten‘ Ingenieure gewesen sind.

Ein Beispiel dafür ist der hier schon mehrfach angesprochene Philon. Bei der Geschützkonstruktion verwendet er das Kaliber als Modulus, anhand dessen die Dimensionierungen aller leistungsrelevanten Bauteile bestimmt werden. Die modulare Methode hatte er von Ktesibios übernommen, einem etwas älteren alexandrinischen Ingenieur, der offenbar Ver-

⁴⁰⁷ Solche Näherungskonstruktionen wurden etwa von den spätmittelalterlichen Baumeistern in Deutschland benutzt. Sie sind beschrieben im 1484 gedruckten Buch von Matthäus Roriczer.

⁴⁰⁸ Scriba 2010, 215.

suchsreihen durchgeführt hatte, bei der die Maße der leistungsbestimmenden Bauteile systematisch verändert worden waren. Um die optimalen Werte anzuwenden, verwendet Philon Formeln, die fortgeschrittene mathematische Kenntnisse belegen. Als Modulus dient bei den Steine schleudernden Geschützen (Palintonen) das Gewicht des Geschosses. Die offenbar zentrale kritische Größe war der Durchmesser des Sehnenbündels, deren Spannung das Geschoss beschleunigte. Die Formel für die Bestimmung dieses Durchmessers (D) in Abhängigkeit vom Geschossgewicht (M) lautet:

$$D = 1.1 \sqrt[3]{100M}$$

Philon verwendet also an zentraler Stelle seiner Schrift die Kubikwurzel. In auffälligem Kontrast dazu steht Vitruv, der, wie oben angesprochen, schon die einfachere Quadratwurzel vermeidet. Philons Qualifikation als Mathematiker und sein Interesse auch an rein theoretischen Fragen ist zudem ausdrücklich belegt, denn er entwickelte einen alternativen Beweis zu Euklid, Elemente 1. 8. Darüber hinaus arbeitete er, ebenfalls theoretisch, im Grenzgebiet zwischen Mathematik und Mechanik, indem er eine mechanische Näherungskonstruktion zur Lösung des ‚delischen Problems‘ der Würfelverdoppelung entwickelte. Er hatte die Lösung im (verlorenen) 1. Buch seiner Mechanik beschrieben, wie er in der *Belopoika* sagt,⁴⁰⁹ d. h. er hatte also in dem verlorenen Buch offenbar mathematische Grundlagen der Mechanik behandelt. Ein entsprechendes Grundlagenkapitel fehlt bezeichnenderweise bei dem Architekten Vitruv, der augenscheinlich nicht mehr als einfaches Geometriewissen voraussetzt und verwendet. Eine ähnliche Verbindung von praktischem Maschinenbau und mathematisch-theoretischer Arbeit wie bei Philon kann man für Heron von Alexandria geltend machen, allerdings nicht mehr für den hier behandelten Zeitrahmen (floruit Mitte 1. Jh. n. Chr.).

Das obige Zitat von Strabon lässt sich ohne Zwang mit dieser Deutung vereinbaren. Sein Satz, die Mathematiker rechneten die Architektur zu ihrem Fach, fällt nämlich in einem Kontext, in dem es gar nicht um Architektur in unserem Sinne geht. Eine Interpretation im hier vorgeschlagenen Sinne wird vielmehr durch den Kontext bei Strabon bestätigt, denn er fragt dort, ob die Theorien über die physikalischen Eigenschaften des Meeres von Archimedes oder von Erathostenes zutreffend erfasst worden sind. Archimedes kann nicht als Architekt, wohl aber als Ingenieur angesprochen werden, denn er konstruierte bekanntlich Kriegsmaschinen, die bei der Belagerung von Syrakus durch die Römer eingesetzt worden waren. Erathostenes war weder das eine, noch das andere, sondern Mathematiker, Geograph und Philologe. Auch der Beispielfall, den Strabon für den genannten Theorienstreit heranzieht, der Durchstich des Isthmos von Korinth, gehört zum reinen Ingenieurbau. Gemeint haben dürfte Strabon also letztlich dasselbe: Ingenieure – nicht aber Architekten – sind praktisch arbeitende Mathematiker. Das scheint in der Antike nicht grundlegend anders als heute gewesen zu sein.

⁴⁰⁹Philo. Mech., *Belopoika* 4, 7 (51,51).

Siglen und abgekürzt zitierte Werke

| | |
|--------------|---|
| Byzas | Veröffentlichungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Abteilung Istanbul. Ege Yayınları, 2005–. |
| CAH | <i>The Cambridge Ancient History</i> , 2. Aufl., 14 Bde., Cambridge: Cambridge University Press (1970 – 2005). |
| DNP | Hubert Cancik, Helmuth Schneider, Hrsg. (2003). <i>Der neue Pauly. Enzyklopädie der Antike. Das klassische Altertum und seine Rezeptionsgeschichte</i> , Stuttgart: J. B. Metzler. |
| HGiÜ | Brodersen, K., Günther, W., Schmitt, H. H. (1992–1999). <i>Historische griechische Inschriften in Übersetzung</i> . 3 Bde., Texte zur Forschung 59/68/71. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft. |
| ID | <i>Inscriptions de Délos</i> . Paris: de Boccard [u.a.] (1923ff.). |
| IG | <i>Inscriptiones Graecae</i> , Berlin 1879ff. [Sammlung von antiken Inschriften des griechischen Festlands und der Inseln] |
| LSJ | „Liddell-Scott-Jones“. <i>A Greek-English lexicon: With a revised supplement. Compiled by Henry George Liddell and Robert Scott. Revised and augmented throughout by Henry Stuart Jones with the assistance of Roderick McKenzie and with the cooperation of many scholars</i> . 9. Aufl. Oxford: Clarendon Press (1996). |
| OGIS | Dittenberger, Wilhelm (1903–1905). <i>Orientalis Graeci Inscriptiones Selectae</i> . 2 Bde. Leipzig. [Nachdruck Olms, Hildesheim 1986]. |
| RE | Pauly, A., Wissowa, G., Kroll, W., Witte, K., Mittelhaus, K. und Ziegler, K., Hrsg., (1894–1980). <i>Pauly's Realencyclopädie der classischen Altertumswissenschaft: neue Bearbeitung</i> . Stuttgart: J. B. Metzler. |
| SEG | <i>Supplementum Epigraphicum Graecum</i> , Leiden (1923ff). |
| SelectPapyri | Hunt, A. S. et. al. (1932 und 1934). <i>Select Papyri</i> , 2 Bde., Cambridge, Mass.; London: Loeb. |

Zeitschriften

| | |
|-----|---|
| AA | <i>Archäologischer Anzeiger</i> , Deutsches Archäologisches Institut – Zentrale Berlin. |
| AJA | <i>American Journal of Archaeology</i> , Archaeological Institute of America. |
| AM | <i>Athenische Mitteilungen</i> , Mitteilungen des Deutschen Archäologischen Instituts, Athenische Abteilung. |
| BSA | <i>The Annual of the British School at Athens</i> , British School at Athens. |
| BCH | <i>Bulletin de correspondance hellénique</i> , École Française d'Athènes. |
| JdI | <i>Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts</i> , Deutsches Archäologisches Institut – Zentrale Berlin. |

Antike Autoren

Antike Autoren und ihre Werke sind nach den international üblichen Abkürzungen zitiert, die nachfolgend aufgelöst sind. Die griechischen Originaltexte und englische Übersetzungen der angeführten Werke liegen – wenn hier nicht anders angegeben – in der Loeb Classical Library vor.

| | |
|---|---|
| Aen. Tact. | Aineias Taktikos <i>Poliorketika. Über die Verteidigung belagerter Stellungen.</i> |
| Aischin. – Ctes. | Aischines <i>in Ctesiphontum/Gegen Ktesiphon.</i> |
| Aristot. – Ath. Pol. – Eth. Nikom. – oec. – pol. – mech. | Aristoteles <i>Athenaion Politeia/Der Staat der Athener</i> <i>ethica Nikomachea/Nikomachische Ethik</i> <i>oeconomica/Hauswirtschaft</i> <i>politica/Politik</i> <i>mechanica/Mechanik</i> <i>Magna Moralia (Zuschreibung umstritten).</i> |
| Anakr. | Anakreon <i>fragmenta</i> , in: <i>Greek Lyric II</i> , Loeb Classical Library, Harvard University Press (1989). |
| Athen. – deipn. | Athenaios <i>Deipnosophistae/ Das Gastmahl der Gelehrten.</i> |
| Diod. | Diodorus Siculus <i>bibliotheca historica/Universalgeschichte.</i> |
| Diog. Laert. | Diogenes Laertios <i>de clarorum philosophorum vitis/Lebensbeschreibungen der Philosophen.</i> |
| Eukl. – elem. – opt. | Euklid <i>elementa/Elemente</i> <i>Optica/Optik.</i> |
| Heron – bel. | Heron von Alexandria <i>Belopoica/Kriegsmaschinen.</i> |
| Hdt. | Herodot <i>Historien.</i> |

- Hom. Homer
– Od. *Odyssee*
– Il. *Ilias*.
- Is. Isaeus
in *Dicaeogenis hered./Über das Erbe des Dikaiogenes*.
- Lys Lysias
oratores/Gerichtsreden.
- Makk. 1 Makkabäer, 2 Makkabäer
in: *Dommershausen, Werner (1995). Die Neue Echter Bibel, 2. Aufl., Lfg. 12, Würzburg: Echter Verlag*.
- Paus. Pausanias
Graeciae descriptio/Beschreibung Griechenlands.
- Philo Mech. Philon von Byzanz
beloipoica Beloipoika/Kriegsmaschinen (Buch IV der *Mechanik*)
VII/VIII (Exzerpte aus:) Buch VII *Paraskeuastika* und VIII
Poliorketika
Griechischer Text mit deutscher Übersetzung in Diels und Schramm
1920.
- Plat. Platon
– Gorg. *Gorgias*
– Men. *Menon*
– Phil. *Philebos*
– pol. *Politeia/Der Staat*.
- Plin. Plinius d. Ä.
– n. h. *naturalis historia/Naturgeschichte*.
- Plut. Plutarch
– Them. *Themistokles*
– Cato mai. *Cato maior*
– Per. *Perikles*
– mor. *Moralia*.
- Poll. Iulius Pollux
onomasticon/„Lexikon“.
- Polyain. Polyaions
– strat. *strategemata/Kriegslisten*
- Polyb. Polybios
historiae/Geschichte.

| | |
|-----------------------------------|---|
| Strab. – geogr. | Strabon <i>geographia/Erdbeschreibung.</i> |
| Theophr. – lap. – h. plant. | Theophrastos von Eresos <i>de lapidibus/Über die Gesteine</i> <i>historia plantarum/Naturgeschichte der Gewächse.</i> |
| Thuk. | Thukydides <i>historiae/Der Peloponnesische Krieg</i> |
| Vitr. | Vitruv <i>De architectura</i> , lat. Text mit deutscher Übersetzung bei Fensterbusch 1964. |
| Xen. – mem. | Xenophon <i>Memorabilia/Denkwürdigkeiten.</i> |

Bibliographie

- Adam, J.-P. (1973). Le temple de Héra II à Paestum. *Revue Archéologique*:219–36.
 — (1982). *L'architecture militaire grecque*. Paris: Picard.
- Adler, F. und E. Curtius, Hrsg. (1892). *Olympia. Die Ergebnisse der von dem Deutschen Reich veranstalteten Ausgrabung. Bd. II. Die Baudenkmäler*. Berlin: Asher.
- Alcock, S. E. (1993). *Graecia Capta: The Landscapes of Roman Greece*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Ameling, W. (2006). *Antike Metropolen*. Stuttgart: Theiss.
- Andronikos, M. (1984). *The Royal Tombs and the Ancient City*. Athen: Ekdotike Athenon.
- Baitinger, H. und Th. Völling (2007). *Werkzeug und Gerät aus Olympia*. Olympische Forschungen Bd. XXXII. Berlin, New York: Walter de Gruyter.
- Bankel, H. (1993). *Der spätarchaische Tempel der Aphaia auf Aegina*. Berlin; New York: Walter de Gruyter.
- Barletta, B. A. (2001). *The Origins of the Greek Architectural Orders*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bauer, H. (1973). *Korinthische Kapitelle des 4. und 3. Jhs. v. Chr.* Athenische Mitteilungen 3. Beiheft. Mainz: Philipp von Zabern.
- Benndorf, O. (1902). Antike Baumodelle. *Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Instituts* 56:175ff.
- Berger, E., Hrsg. (1984). *Parthenon-Kongress Basel. Referate und Berichte*. Mainz: Philipp von Zabern.
- Bingöl, O. (1980). *Das ionische Normalkapitell in hellenistischer und römischer Zeit in Kleinasien*. Tübingen: Wasmuth.
- Blackman, D. J. (2008). Sea Transport, Part 2: Harbors. In: *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Oxford: Oxford University Press, 638–672.
- Blümner, H. (2004). *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern*. 2. Nachdruck. Hildesheim, Zürich, New York: Georg Olms Verlag. [Leipzig: Teubner 1875].
- Bommelaer, J.-F. (1997). *Marmaria: Le sanctuaire d'Athéna à Delphes*. Sites et monuments 16. Paris: E. de Boccard.
- Bommelaer, J.-F. und D. Laroche. *Guide de Delphes: Le Site*. Sites et monuments 7. Paris: E. de Boccard.
- Borza, E. M. (1987). Timber and Politics in the Ancient World: Macedon and the Greeks. *Proceedings of the American Philosophical Society* 131:32–52.
- Bringmann, K. und H. von Steuben, Hrsg. (1995). *Schenkungen hellenistischer Herrscher an griechische Städte und Heiligtümer; Teil I. Zeugnisse und Kommentare*. Berlin: Akademie Verlag.
- Brodersen, K. (1992). *Reiseführer zu den Sieben Weltwundern. Philon von Byzanz und andere antike Texte*. Frankfurt a. M., Leipzig: Insel Verlag.
- Brodersen, K. und W. Günther (1992). *Historische griechische Inschriften in Übersetzung: Die archaische und klassische Zeit*. Bd. I. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

- (1999). *Historische griechische Inschriften in Übersetzung: Der griechische Osten und Rom (250–1 v. Chr.)* Bd. III. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Brodersen, K., G. Wolfgang und H. H. Schmitt (1996). *Historische griechische Inschriften in Übersetzung: Spät-klassik und früher Hellenismus (400–250 v. Chr.)* Bd. II. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Brödner, E. (1993). *Wohnen in der Antike*. 2. Aufl. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Bundgaard, J. A. (1957). *Mnesicles: A Greek Architect at Work*. Diss. Kopenhagen.
- Burckhardt, J. (2003). *Vorträge, 1870–1892*. München; Basel: C.H. Beck; Schwabe.
- Burförd, A. (1969). *The Greek Temple Builders at Epidaurus. A Social and Economic Study of Building in the Asklepien Sanctuary, during the Fourth and Early Third Centuries BC*. Toronto: University of Toronto Press.
- (1971). The Purpose of Inscribed Building Accounts. In: *Collectif Acta of the Fifth International Congress of Greek and Latin Epigraphy*. Oxford: Blackwell.
- (1972). *Craftsmen in Greek and Roman Society*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Burkert, W. (1963). A Note on Aeschylus, Choephoroi. *Classical Quarterly* 13:177.
- Burmeister, E. *Antike griechische und römische Theater*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Busching, A. (2013). *Das Dach des archaischen Panionion. Dachstuhl und Dachhaut*B. Forschungen in der Mykale 3.2, Asia Minor Studien 70. Bonn: Habelt.
- Caskey, L. D., H. N. Fowler, J. M. Paton und P. S. Gorham (1927). *The Erechtheum. Measured, Drawn and Restored by Gorham Phillips Stevens*. Hrsg. von J. M. Paton. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Cook, R. M. und R. V. Nicholls (1998). *Old Smyrna Excavations*. BSA Suppl. 30. London: British School at Athens.
- Cooper, F. A. (2008). Greek Engineering and Construction. In: *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Hrsg. von P. Oleson. Oxford: Oxford University Press, 225–255.
- Cooper, F. A. und B. C. Madigan (1992). *The Temple of Apollo Bassitas: In Four Volumes*. Princeton, New Jersey: American School of Classical Studies at Athens.
- Cotterell, B. und J. Kamminga (1990). *Mechanics of Pre-industrial Technology: An Introduction to the Mechanics of Ancient and Traditional Material Culture*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Coulton, J. J. (1974a). Lifting in Early Greek Architecture. *Journal of Hellenic Studies* 94:1–19.
- (1974b). Towards Understanding Doric Design: The Stylobate and Intercolumniations. *BSA* 69:61–86.
- (1976). *The Architectural Development of the Greek Stoa*. Oxford Monographs on Classical Archaeology. Oxford: Clarendon Press.
- (1977). *Ancient Greek Architects at Work: Problems of Structure and Design*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- (1983). Greek Architects and the Transmission of Design. In: *Architecture et société: De l'archaïsme grec à la fin de la République Romaine. Actes du colloque international*. Paris, Rome: CNRS und École Française de Rome, 453–68.
- (1985). Incomplete Preliminary Planning in Greek Architecture. Some New Evidence. In: *Le dessin d'architecture dans les sociétés antiques: Actes du Colloque de Strasbourg, 26–28 janvier 1984*. Hrsg. von P. Hellström und Th. Thieme. Travaux du Centre de recherche sur le Proche-Orient et la Grèce Antique 8, 103–121.
- DAI Architekturreferat, Hrsg. (1984). *Bauplanung und Bautheorie der Antike: Bericht über ein Kolloquium, veranstaltet vom Architekturreferat des Deutschen Archäologischen Instituts (DAI) vom 16.11. bis 18.11.1983*. Diskussionen zur archäologischen Bauforschung 4. Berlin: Wasmuth.
- Davies, J. K. (1985). *Das klassische Griechenland und die Demokratie*. dtv-Geschichte der Antike 2. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Davis, P. A. (1937). The Delian Building Contracts. *BCH* 61:109–135.
- Dekoulakou-Sideris, I. (1990). A Metrological Relief from Salamis. *AJA* 94:445–51.
- Diels, H. (1904). *Laterculi alexandrini aus einem Papyrus ptolemäischer Zeit, von Hrtn. H. Diels*. Berlin: G. Reimer.
- Diels, H. und E. Schramm, Hrsg. (1920). *Exzerpte aus Philons Mechanik B. VIII und VIII (Vulgo fünftes Buch). Griechisch und deutsch*. Abhandlungen der Preussischen Akademie der Wissenschaften 12. Berlin: Verlag der Akademie der Wissenschaften.
- Dienel, H.-L. und W. Meighörner (1997). *Der Tretradkran*. 2. Aufl. München: Deutsches Museum.
- Dinsmoor, W. B. (1950). *The Architecture of Ancient Greece*. 3rd. London: Batsford.
- (1973). The Kardaki Temple Re-examined. *Athenische Mitteilungen* 88:165–174.
- Dinsmoor, W. B. und W. B. Jr. Dinsmoor (2004). *The Propylaea to the Athenian Acropolis*. Bd. 2: The Classical Building. Princeton: American School of Classical Studies at Athens.
- Dirschedl, U. (2013). *Die griechischen Säulenbasen*. Diss. Universität Regensburg.

- Dornisch, K. (1992). *Die griechischen Bogentore: Zur Entstehung und Verbreitung des griechischen Keilsteingewölbes*. Frankfurt a. M., New York: Peter Lang.
- Drachmann, A. G. (1956). A Note on Ancient Cranes. In: *A History of Technology*. Hrsg. von C. Singer. Oxford: Clarendon Press, 658–662.
- Duchêne, H. und P. Fraisse (2001). *Le paysage portuaire de la Délos antique: Recherches sur les installations maritimes commerciales et urbaines du littoral délien*. fasc. XXXIX. Exploration archéologique de Délos. Paris: E. de Boccard.
- Durm, J. W., H. Ende, E. Schmitt und H. Wagner (1905). *Handbuch der Architektur*. 3. Aufl. Band 1. Die Baukunst der Griechen. Stuttgart: A. Bergsträsser.
- Eiteljorg, H. (1973). *The Greek Architect of the Fourth-Century BCE. Master Craftsman or Master Builder*. Diss. University of Pennsylvania.
- Étienne, R. und P. Varène (2004). *Sanctuaire de Claros, l'architecture: Les propylées et les monuments de la voie sacrée. Fouilles de Louis et Jeanne Robert et Roland Martin 1950–1961*. Paris: ERC.
- Fedak, J. (1990). *Monumental Tombs of the Hellenistic Age: A Study of Selected Tombs from the Pre-Classical to the Early Imperial Era*. Toronto: University of Toronto Press.
- Fensterbusch, C. (1964). *Vitruv zehn Bücher über Architektur = Vitruvii De architectura libri decem*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Finley, M. I. (1993). *Das antike Sizilien: Von der Vorgeschichte bis zur arabischen Eroberung*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Forbes, R. J. (1993). *Studies in Ancient Technology*. 3. Aufl. Bd. 2. Leiden: Brill.
- Fraisse, P. und C. Llinas (1995). *Documents d'architecture hellénique et hellénistique*. Bd. 36. Délos. Athens: École Française d'Athènes.
- Frazier, A. (1990). *The Propylon of Ptolemy II*. 10. Samothrake. Princeton: Princeton University Press.
- Gehrmann, G. (1982). *Einführung in die Geschichte der Architekturtheorie*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Gericke, H. (1996). *Mathematik in Antike und Orient; Mathematik im Abendland*. 4. Wiesbaden: Fourier Verlag.
- Gneisz, D. (1990). *Das antike Rathaus: Das griechische Bouleutheron und die frühromische Curia*. Wien: Verband der Wissenschaftlichen Gesellschaften.
- Gogos, S. (1992). *Das Theater von Aigeira: ein Beitrag zum antiken Theaterbau*. Wien: ÖAI.
- (2009). *Das antike Theater von Oiniadai*. Wien: Phoibos.
- Golvin, J.-C. (2006). *Metropolen der Antike*. 2. Aufl. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Gounaropoulou, L. (1983). *Die Baurechnungen des Asklepiostempels in Epidaurous*. Diss. Universität Wien.
- Greco, E. und D. Theodorescu (1983). *Poseidonia-Paestum: L'agoa*. Bd. 42. CEFR. Paris: E. de Boccard.
- Greco, E. und M. Torelli (1983). *Storia dell'urbanistica, Il Mondo Greco*. Rom: Laterza.
- Gros, P. (1973). Hermodorus et Vitruve. *Mefra* 85:173ff.
- Gruben, G. (1986). *Die Tempel der Griechen*. 4. Aufl. München: Hirmer.
- (1997). Naxos und Delos: Studien zur archaischen Architektur der Kykladen. *JdI* 112:261–416.
- (2001). *Griechische Tempel und Heiligtümer*. 5. Aufl. München: Hirmer.
- Guarducci, M. (1949). L'iscrizione dell'Apollonion di Siracusa. *Archaeologia Classica* 1:4–10.
- Günther, L.-M. (2008). *Griechische Antike*. Tübingen: Francke.
- Hahn, R. (2001). *Anaximander and the Architects. The Contribution of Egyptian and Greek Architectural Technologies to the Origins of Greek Philosophy*. SUNY series in ancient Greek philosophy. Albany: State University of New York Press.
- Hansen, M. H. (2006). *Polis: An Introduction to the Ancient Greek City-State*. Oxford; New York: Oxford University Press.
- Haselberger, L. (1980). Werkzeugzeichnungen am jüngeren Didymeion. *Istanbuler Mitteilungen* 30:191–215.
- (1983). Bericht über die Arbeit am Jüngeren Apollontempel von Didyma. *Istanbuler Mitteilungen* 33:90–124.
- (1991). Aspekte der Bauzeichnungen von Didyma. *Revue Archéologique*:99–113.
- (1997). Architectural Likenesses: Models and Plans of Architecture in Classical Antiquity. *JRA* 10:77–94.
- Hrsg. (1999). *Appearance & Essence: Refinements of Classical Architecture – Curvature: Proceedings of the Second Williams Symposium on Classical Architecture held at the University of Pennsylvania, Philadelphia, April 2–4, 1993*. Philadelphia: University Museum, University of Pennsylvania.
- (2005). Bending the Truth: Curvature and Other Refinements of the Parthenon. In: *The Parthenon: From Antiquity to the Present*. Hrsg. von J. Neils. New York: Cambridge University Press, 101–57.
- Haselberger, L. und H. Seybold (1991). Seilkurve oder Ellipse. Zur Herstellung antiker Kurvaturen nach dem Zeugnis der didymeischen Kurvenkonstruktion. *Archäologischer Anzeiger*:165–188.

- Heiden, A. (1985). *Korinthische Dachziegel: Zur Entwicklung der korinthischen Dächer*. Diss. FU Berlin 1985.
- (1995). *Die Tondächer von Olympia*. Olympische Forschungen 24. Berlin, New York: Walter de Gruyter.
- Heisel, J. P. (1993). *Antike Bauzeichnungen*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Hellmann, M.-C. (1992). *Recherches sur le vocabulaire de l'architecture grecque, d'après les inscriptions de Délos*. BEFAR 278. Paris: E. de Boccard.
- (2002). *L'architecture grecque, Vol. 1, Les principes de la construction*. Paris: E. de Boccard.
- (2003). *Choix d'inscriptions architecturales grecques*. Lyon; Paris: Maison de l'Orient méditerranée-Jean Pouilloux; Diffusion de Boccard.
- (2006). *L'architecture grecque, Vol. 2, Architecture religieuse et funéraire*. Paris: E. de Boccard.
- (2010). *L'architecture grecque, Vol. 3, Habitat, urbanisme et fortifications*. Paris: E. de Boccard.
- Hellner, N. (2009). *Die Säulenbasen des zweiten Dipteros von Samos: Grundlage für die Rekonstruktion des Tempels in seinen Bauphasen*. Bonn: Deutsches Archäologisches Institut; in Kommission bei R. Habelt.
- Hellström, P. und Th. Thieme, Hrsg. (1985). *Le dessin d'architecture dans les sociétés antiques: Actes du Colloque de Strasbourg, 26–28 janvier 1984*. Travaux du Centre de recherche sur le Proche-Orient et la Grèce antique 8. Leiden: Brill.
- Hennemeyer, A. (2013). *Das Athenaheiligtum von Priene. Die Nebenbauten – Altar, Halle und Propylon – und die bauliche Entwicklung des Heiligtums*. Archäologische Forschungen 27. Wiesbaden: Reichert.
- Hertwig, O. (1968). *Über geometrische Gestaltungsgrundlagen von Kultbauten des VI. Jahrhunderts v. Chr. zu Paestum*. München: C.H. Beck.
- von Hesberg, H. (1980). *Konsolengeisa des Hellenismus und der frühen Kaiserzeit*. Mainz: Philipp von Zabern.
- Hiller von Gaertringen, F. (1906). *Inchriften von Priene*. Berlin: G. Reimer.
- Höcker, C. (1993). *Planung und Konzeption der klassischen Ringhallentempel von Agrigent: Überlegungen zur Rekonstruktion von Bauentwürfen des 5. Jhs. v. Chr.* Diss. Frankfurt a. M.
- (2004). *Metzler Lexikon antiker Architektur. Sachen und Begriffe*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Hodge, A. Trevor. (1960). *The Woodwork of Greek Roofs*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hoepfner, W., Hrsg. (1997). *Kult und Kultbauten auf der Akropolis. Internationales Symposium vom 7. bis 9. Juli 1995 in Berlin*. Schriften des Seminars für klassische Archäologie. Berlin: Wasmuth.
- (2000). Zur Tholos in Delphi. *AA*:99–107.
- (2002). *Antike Bibliotheken*. Berlin: Wasmuth.
- Hoepfner, W. und E.-L. Schwandner, Hrsg. (1990). *Hermogenes und die hochhellenistische Architektur. Internationales Kolloquium Berlin vom 28.–29. Juli 1988*. Mainz: Philipp von Zabern.
- (1994). *Haus und Stadt im klassischen Griechenland, Wohnen in der klassischen Polis*. 2. stark überarb. Aufl. München: Deutscher Kunstverlag.
- Hrsg. (1996). *Säule und Gebälk: Zu Struktur und Wandlungsprozess griechisch-römischer Architektur. Bau-forschungskolloquium in Berlin vom 16. bis 18. Juni 1994*. Diskussionen zur Archäologischen Bauforschung 6. Mainz: Philipp von Zabern.
- Hoffmann, A., Hrsg. (1991). *Bautechnik der Antike: Internationales Kolloquium in Berlin vom 15.–17. Februar 1990*. Mainz: Philipp von Zabern.
- Hoffmann, M. (1999). *Griechische Bäder*. München: Tuduv.
- Howe, T. N. (1985). *The Invention of the Doric Order*. Diss. Ann Arbor.
- Hübner, G. (1995). Zur Forschungsgeschichte griechischer Dachziegel aus gebranntem Ton. *Archaiologike Ephe-meris* 134:115–161.
- Hueber, F. (1998). Werkrisse, Vorzeichnungen und Maßmarken am Bühnengebäude des Theaters von Aphrodisias. *Antike Welt* 29:439–445.
- Hunt, A. S. und C. C. Edgar (1932–1934). *Select Papyri*. Loeb Classical Library, Greek authors Bd. 1 und 2. W. Heinemann Limited.
- Jeppesen, K. (2000). *The Maussolleion at Halikarnassos: The Quadrangle: The Foundations fo the Maussolleion and its Sepulcral Compartments*. Reports of the Danish Archaeological Expedition to Bodrum, Bd. 4. Jutland Archaeological Society Publications 15. Kopenhagen: Nordisk Forlag.
- (2002). *The Maussolleion at Halikarnassos: The Superstructure*. Reports of the Danish Archaeological Expedition to Bodrum, Bd. 5. Kopenhagen: Nordisk Forlag.
- Jones, M. W. (2000). *Principles of Roman architecture*. New Haven, Conn.: Yale University Press.
- (2001). Doric Measure and Architectural Design 2: A Modular Reading of the Classic Temple. *AJA* 105(4): 675–713.
- (2002). Doric Measure and Architectural Design 3: Tripods, Triglyphs, and the Origin of the Doric Frieze. *AJA* 106(3):353–90.

- Kahrstedt, U. (1969). *Untersuchungen zur Magistratur in Athen*. Geisteswissenschaftliche Forschungen 10. Aalen: Scientia.
- Kalpaxis, T. E. (1986). *Hermiteles: Akzidentelle Unfertigkeit und „Bossenstil“ in der griechischen Baukunst*. Mainz: Philipp von Zabern.
- Karlsson, L. (1992). *Fortification Towers and Masonry Techniques in the Hegemony of Syracuse, 405-211 BC*. Skrifter utgivna av Svenska institutet i Rom 40. Stockholm: Svenska Institutet i Rom.
- Kienast, H. J. (1995). *Die Wasserleitung des Eupalinos auf Samos*. Samos 19. Bonn: Habelt.
- (2002). Zum dorischen Triglyphenfries. *Athenische Mitteilungen* 117:53–68.
- von Kienlin, A., Hrsg. (2011). *Holztragwerke der Antike. Internationale Konferenz 30. März–1. April 2007 in München*. BYZAS 11. Istanbul: Zero Prod. Ltd.
- Kirchhoff, W. (1988). *Die Entwicklung des ionischen Volutenkapitells im 6. und 5. Jahrhundert*. Bonn: Habelt.
- Kissas, K. (2008). *Archaische Architektur der Athener Akropolis: Dachziegel, Metopen, Geisa, Akroterbasen*. Archäologische Forschungen 24. Wiesbaden: Reichert.
- Klein, N. L. (1991). *The Origin of the Doric Order on the Mainland of Greece: Form and Function of the Geison in the Archaic Period*. Diss. Bryn Mawr College.
- Knackfuß, H. (1941). *Didyma. Teil I: Die Baubeschreibung*. Berlin: Gebr. Mann.
- Knell, H. (1988). *Architektur der Griechen. Grundzüge*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- (2008). *Des Kaisers neue Bauten: Hadrians Architektur in Rom, Athen und Tivoli*. Mainz: Philipp von Zabern.
- Knell, H. und B. Wesenberg, Hrsg. (1984). *Vitruv-Kolloquium des Deutschen Archäologen-Verbandes e. V.* Schriften des Deutschen Archäologen-Verbandes 8. Darmstadt: Hochschule Darmstadt.
- Koenigs, W. (1979). Zum Entwurf dorischer Hallen. *Istanbuler Mitteilungen* 29:209–237.
- (1984). *Die Echohalle*. Olympische Forschungen 14. Berlin: Wasmuth.
- Koldewey, R. und O. Puchstein (1899). *Die Griechischen Tempel in Unteritalien und Sicilien*. Berlin: A. Asher & Co.
- Korres, M. (1994). Der Plan des Parthenon. *AM* 109:53–120.
- (1995). *Vom Penteli zum Parthenon. Katalog der Ausstellung: Die antiken Steinbrüche und die Geschichte eines halbfertigen dorischen Kapitells des ersten marmornen Parthenon*. Stiftung für Griechische Kultur, Berlin, 10. April–12. Mai 1995. Berlin: Verl.-Haus Melissa.
- Korres, M. und K. Vierneisel (1992). *Vom Penteli zum Parthenon: Werdegang eines Kapitells zwischen Steinbruch und Tempel*. München: Glyptothek München.
- Krischen, F. (1941). *Antike Rathäuser*. Berlin: Gebr. Mann.
- Kruft, H.-W. (2004). *Geschichte der Architekturtheorie*. 5. Aufl. München: C.H. Beck.
- Kyrieleis, H. (2008). Der dorische Triglyphenfries und die mykenische Architektur. In: *Original und Kopie. Formen und Konzepte der Nachahmungen in der antiken Kunst. Akten des Kolloquiums in Berlin 17.–19. Februar 2005*. Hrsg. von K. Junker und A. Stähli. Wiesbaden: Reichert, 199–212.
- Lambrinodakis, V. (1996). Beobachtungen zur Genese der ionischen Gebälkformen. In: *Säule und Gebälk. Zu Struktur und Wandlungsprozess griechisch-römischer Architektur. Bauforschungskolloquium in Berlin vom 16. bis 18. Juni 1994*. Hrsg. von E.-L. Schwandner. Diskussionen zur Archäologischen Bauforschung 6. Mainz: Philipp von Zabern, 55–60.
- Landels, J. G. (1980). *Die Technik in der antiken Welt*. München: C.H. Beck.
- Lattermann, H. (1908). *Griechische Bauinschriften*. Diss. Universität Straßburg.
- Lauter, H. (1974). *Zur gesellschaftlichen Stellung des bildenden Künstlers in der griechischen Klassik*. Erlanger Forschungen. Reihe A: Geisteswissenschaften. Bd. 23. Erlangen: Universitäts-Bund Erlangen-Nürnberg.
- (1986). *Die Architektur des Hellenismus*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Lawrence, A. W. (1996). *Greek Architecture*. New Haven: Yale University Press.
- Lewis, M. J. T. (2001). *Surveying Instruments of Greece and Rome*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lulof, P. S. und E. M. Moormann, Hrsg. (1997). *Deliciae Fictiles II. Proceedings of the 2nd International Conference on Archaic Architectural Terracottas from Italy, held at the Netherlands Institute in Rome 12–13 June 1996*. Scrinium 12. Amsterdam: Thesis Publishers.
- Maier, F. G. (1959–1961). *Griechische Mauerbauinschriften*. Vestigia Bd. 1 und 2. Heidelberg: Quelle & Meyer.
- Malacrino, C. G. und E. Sorbo (2007). *Architetti, architettura e città*. Mailand: Mondadori.
- Mallwitz, A. (1972). *Olympia und seine Bauten*. München: Prestel-Verlag.
- Martin, R. (1965). *Manuel d'architecture grecque. Bd. I. Matériaux et techniques*. Paris: A. et J. Picard.
- Martini, W. (1984). *Das Gymnasion von Samos*. Samos 16. Bonn: Habelt.
- McGowan, E. P. (1997). The Origins of the Athenian Ionic Capital. *Hesperia* 66(2):209–33.
- McK. Camp, J. M. II. und C. A. Mauzy (2009). *The Athenian Agora: New Perspectives on an Ancient Site*. Mainz: Philipp von Zabern.

- Meiggs, R. (1982). *Trees and Timber in the Ancient Mediterranean World*. Oxford Reprints Series. Oxford: Clarendon Press.
- Mertens, D. (1984). *Der Tempel von Segesta und die dorische Tempelbaukunst des griechischen Westens in klassischer Zeit*. Mainz: Philipp von Zabern.
- (1993). *Der alte Heratempel in Paestum und die archaische Baukunst in Unteritalien*. Mainz: Philipp von Zabern.
- (2006). *Städte und Bauten der Westgriechen: Vom der Kolonisationszeit bis zur Krise um 400 vor Christus*. München: Hirmer.
- Migeotte, L. (1984). *L'emprunt public dans les cités grecques: recueil des documents et analyse critique*. Québec; Paris: Éditions du Sphinx; Belles Lettres.
- (1992). *Les souscriptions publiques dans les cités grecques*. Genève; Québec: Droz; Éditions du Sphinx.
- Miles, M. M. (1989). A Reconstruction of the Temple of Nemesis at Rhamnous. *Hesperia* 58(2):133–249.
- Morgan, J. (2010). *The Classical Greek House*. Bristol: Phoenix Press.
- Müller, K. (2003). *Hellenistische Architektur auf Paros*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Müller, W. (1989a). *Architekten in der Welt der Antike*. Zürich, München: Koehler & Amelang.
- (1989b). Rückblick auf das Bauwesen im Alten Ägypten. In: *Architekten in der Welt der Antike*. Leipzig: Koehler & Amelang.
- Müller-Wiener, W. (1988). *Griechisches Bauwesen in der Antike*. München: C.H. Beck.
- Mulliez, D. (1983). Notes sur le transport du bois. *BCH* 106:107–118.
- Murray, O. (1991). *Das frühe Griechenland*. dtv-Geschichte der Antike 1. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- von Naredi-Rainer, P. (1999). *Architektur und Harmonie. Zahl, Mass und Proportion in der abendländischen Baukunst*. 2. Aufl. Köln: DuMont.
- Nix, L. und W. Schmidt (1900). *Herons von Alexandria Mechanik und Katoptrik*. Leipzig: Teubner.
- Norman, N. J. (1984). The Temple of Athena Alea at Tegea. *AJA* 88(2):169–94.
- Oldfather, C. H. (1993). *Diodorus of Sicily*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. [1. Auflage 1939].
- Oleson, J. P. (2008). *The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Oxford Handbooks. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Orlandos, A. K. (1966). *Les Matériaux de construction et la technique architecturale des anciens Grecs*. Paris: E. de Boccard.
- Osthues, E. W. (2005). Studien zum dorischen Eckkonflikt. *Jahrbuch des deutschen Archäologischen Instituts* 120: 1–154.
- Pakkanen, J. (2013). *Classical Greek Architectural Design. A Quantitative Approach*. Papers and Monographs of the Finnish Institute at Athens vol. XVIII. Helsinki: Foundation of the Finnish Institute at Athens.
- Petronotis, A. (1972). *Zum Problem der Bauzeichnungen bei den Griechen*. Athen: Dodona.
- Philipp, H. (1968). „Tektonon Daidala“, der bildende Künstler und sein Werk im vorplatonischen Schrifttum. Berlin: B. Hessling.
- Raepsaet, G. (2008). Riding, Harnesses and Vehicles. In: *Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Oxford: Oxford University Press.
- Randall, R. H. (1953). The Erechtheum Workmen. *AJA* 57(3):199–210.
- Rathke, A. (2001). *Griechische Kragsteintore: Typologie, Konstruktion und Verbreitung vom 6.-2. Jahrhundert vor Christus*. Internationale Archäologie. Rahden, Westf.: Marie Leidorf.
- Rehm, A. (1958). *Didyma, Teil 2: Die Inschriften*. Hrsg. von R. Harder. Mainz; Berlin: Philipp von Zabern; Gebr. Mann.
- Reinholdt, C. (2009). *Das Brunnenhaus der Arsinoë in Messene: Nutzarchitektur, Repräsentationsbaukunst und Hydrotechnologie im Rahmen hellenistisch-römischer Wasserversorgung*. Wien: Phoibos.
- Riemann, H. (1934). *Zum griechischen Peripteraltempel. Seine Planidee und ihre Entwicklung bis zum Ende des 5. Jahrhunderts*. Diss. Universität Frankfurt.
- (1961). Studien zum dorischen Antentempel. *Bonner Jahrbücher*:183–200.
- Robertson, D. S. (1964). *A Handbook of Greek and Roman Architecture*. 2. Aufl. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rocco, G. (1994). *Guida alla lettura degli ordini architettonici. Bd. 1: Il dorico*. Guide di ricerca storica e restauro 3. Neapel: Liguori.
- Roux, G. (1987). *Topographie et architecture: La terrasse d'Attale I*. FdD 2 (11). Paris: E. de Boccard.
- Rowland, I. D., T. N. Howe und M. Dewar (1999). *Vitruvius: Ten Books on Architecture*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.

- Rumscheid, F. (1994). *Untersuchungen zur kleinasiatischen Bauornamentik des Hellenismus*. Beiträge zur Erschließung hellenistischer und kaiserzeitlicher Skulptur und Architektur 14. Mainz: Philipp von Zabern.
- Sapirstein, P. (2009). How the Corinthians Manufactured Their First Rooftiles. *Hesperia* 78(2):195–229.
- Scahill, D. (2009). The Origins of the Corinthian Capital. In: *Structure, Image, Ornament: Architectural Sculpture in the Greek World. Proceedings of an International Conference Held at the American School of Classical Studies, 27–28 November 2004*. Hrsg. von P. Schulz und R. von den Hoff. Oxford, Oakville, Conn.: Oxbow, 40–53.
- Schattner, T. G. (1990). *Griechische Hausmodelle*. AM Beih. 15. Berlin: Gebr. Mann.
- Schlicker, F. W. (1940). *Hellenistische Vorstellungen von der Schönheit des Bauwerks nach Vitruv*. Schriften zur Kunst des Altertums. Berlin: Archäologisches Institut des Deutschen Reiches.
- (1941). Der Schaubildentwurf im griechischen Tempelbau. *Archäologischer Anzeiger* 56:748–765.
- Schuller, M. (1990). *Der Apollontempel im Delion auf Paros*. Denkmäler antiker Architektur 18,1. Berlin: Walter de Gruyter.
- Schuller, W. (2010). *Griechische Geschichte*. München: Oldenbourg.
- Schuller, W., W. Hoepfner und E.-L. Schwandner, Hrsg. (1989). *Demokratie und Architektur: Der hippodamische Städtebau und die Entstehung der Demokratie. Konstanzer Symposion vom 17. bis 19. Juli 1987*. Wohnen in der klassischen Polis 2. München: Deutscher Kunstverlag.
- Schwandner, E.-L. (1985a). *Der ältere Porostempel der Aphaia auf Ägina*. Denkmäler antiker Architektur 16. Berlin: Walter de Gruyter.
- (1985b). Zu Entwurf, Zeichnung und Masssystem des älteren Aphaiatempels von Aegina. In: *Le dessin d'architecture dans les sociétés antiques. Actes du Colloque de Strasbourg 26–28 janvier 1984*. Travaux du Centre de recherche sur le Proche-Orient et la Grèce antique 8, 75–85.
- (1991). Der Schnitt im Stein. Beobachtungen zum Gebrauch der Steinsäge in der Antike. In: *Bautechnik der Antike*. Hrsg. von A. Hoffmann. Diskussionen zur archäologischen Bauforschung 5. Mainz: Philipp von Zabern, 216–223.
- Schwertheim, E. (2003). *Stadt und Stadtentwicklung in Kleinasien*. Bonn: Habelt.
- Scranton, R. L. (1941). *Greek Wallis*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- (1960). Greek Architectural Inscriptions as Documents. *Harvard Library Bulletin* 14:159–82.
- Scriba, C. J. und P. Schreiber (2010). *5000 Jahre Geometrie. Geschichte, Kulturen, Menschen*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Seiler, F. (1986). *Die griechische Tholos: Untersuchungen zur Entwicklung, Typologie und Funktion kunstmässiger Rundbauten*. Mainz: Philipp von Zabern.
- Senseny, J. R. (2011). *The Art of Building in the Classical World: Vision, Craftsmanship, and Linear Perspective in Greek and Roman Architecture*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Shaw, J. W. (1967). A Double-Sheaved Pulley Block from Cenchreae. *Hesperia* 36(36):389–401.
- Shoe, L. T. (1936). *Profiles of Greek Mouldings*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- (1952). *Profiles of Western Greek Mouldings*. Monographs of the American Academy in Rome 14. Rome: American Academy in Rome.
- Simson, R. H. und D. K. Hagel (2006). *Mycenaean Fortifications, Highways, Dams and Canals*. Sävedalen: Paul Åström.
- Sioumpara, E. P., Hrsg. (2011). *Der Asklepios-Tempel von Messene auf der Peloponnes. Untersuchungen zur hellenistischen Tempelarchitektur*. Athenaiia 1. München: Hirmer Verlag.
- Spawforth, T. (2006). *The Complete Greek Temples*. New York: Thames & Hudson.
- Stanier, R. S. (1953). The Cost of the Parthenon. *Journal of Hellenic Studies* 73:68–76.
- Steinhauer, G. (1996). La découverte de l'Arsenal de Philon. In: *Tropis IV. 4th International Symposium on Ship Construction in Antiquity*. Hrsg. von H. Tzalas. Athen, 471–479.
- Stieglitz, R. R. (2006). Classical Greek Measures and the Builder's Instruments from the Ma'agan Mikhael Shipwreck. *AJA* 110:195ff.
- Svenson-Evers, H. (1996). *Die griechischen Architekten archaischer und klassischer Zeit*. Frankfurt a. M.; New York: Peter Lang.
- von Sydow, W. (1984). Die hellenistischen Gebälke in Sizilien. *Römische Mitteilungen* 91:239–358.
- Tanke, K. (1989). Deckenkassetten in der griechischen Baukunst. *Antike Welt* 20(4):24–35.
- Theuer, M. (1918). *Der griechisch-dorische Peripteraltempel*. Berlin: Wasmuth.
- Tötle-Kastenbein, R. (1994). *Das Olympieion in Athen*. Arbeiten zur Archäologie. Köln: Böhlau.
- Tomlinson, R. A. (1989). *Greek Architecture*. Bristol: Bristol Classical Press.
- Tournikiotis, P., Hrsg. (1994). *The Parthenon and Its Impact in Modern Times*. Athen: Melissa Publishing House.
- Tuchelt, K. (1991). Branchidai-Didyma. *Antike Welt Sonderheft* 1991.

- Ulrich, R. B. (2008). Woodworking. In: *Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Oxford: Oxford University Press, 438–464.
- Veyne, P., K. Laermann und H. R. Brittnacher (1988). *Brot und Spiele. Gesellschaftliche Macht und politische Herrschaft in der Antike*. Frankfurt a. M.: Campus.
- Voigtländer, W. (1975). *Der jüngste Apollontempel von Didyma: Geschichte seines Baudekors*. Istanbul: Mitteilungen. Beiheft 14. Tübingen: Wasmuth.
- Waddell, G. (2002). The Principal Design Methods for Greek Doric Temples and Their Modification for the Parthenon. *Architectural History* 45:1–31.
- Walbank, F. W. (1994). *Die hellenistische Welt*. dtv-Geschichte der Antike 3. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Walker, K. G. (2004). *Archaic Eretria: A Political and Social History from the Earliest Times to 490 BC*. London; New York: Routledge.
- Walter-Karydi, E. (1998). *The Greek House: The Rise of Noble Houses in Late Classical Times*. Archaeological Society at Athens Library 171. Athen: Archaeological Society at Athens.
- Wedepohl, E. (1967). *Eumetria, das Glück der Proportionen. Massgrund und Grundmass in der Baugeschichte. Beiträge zur musischen Geometrie*. Essen: Verlag R. Bacht.
- Welwei, K.-W. (2011a). *Athen. Von den Anfängen bis zum Beginn des Hellenismus*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- (2011b). *Griechische Geschichte: Von den Anfängen bis zum Beginn des Hellenismus*. Paderborn: Schöningh.
- Werner, W. (1997). The Largest Ship Trackway in Ancient Times: The Diolkos of the Isthmus of Corinth, Greece, and Early Attempts to Build a Canal. *International Journal of Nautical Archaeology* 26(2):98–119.
- Wescoat, B. D. (2012). *The Temple of Athena at Assos*. Oxford monographs on classical archaeology. Oxford; New York: Oxford University Press.
- Wesenberg, B. (1972). Kymation und Astragal. In: *Marburger Winkelmann-Programm 1971/72*. Marburg: Universität Marburg, 1–13.
- (1983). Parthenongebälk und Südmetopenproblem. *Jahrbuch des deutschen Archäologischen Instituts*:57–86.
- (1984a). Vitruvs griechischer Tempel. In: *Vitruv-Kolloquium Darmstadt 1982*. Darmstadt: Technische Hochschule, 65–96.
- (1984b). Zu den Schriften der griechischen Architekten. In: *Bauplanung und Bauthorie der Antike. Bericht über ein Kolloquium veranstaltet vom Architekturreferat des Deutschen Archäologischen Institutes (DAI) mit Unterstützung der Stiftung Volkswagenwerk in Berlin vom 16.11. bis 18.11.1983*. Diskussionen zur archäologischen Bauforschung 4. Berlin: Wasmuth, 39–48.
- (1995). Die Metrologie der griechischen Architektur. Probleme interdisziplinärer Forschung. In: *III. Internationaler interdisziplinärer Kongress für Historische Metrologie vom 17. bis 21 November 1993 in Trier*. Hrsg. von D. Ahrens und R. Rottländer. Ordo et Mensura III. Sankt Katharinen: Scripta Mercaturae, 199ff.
- Wiegand, Th. und H. Schrader (1904). *Priene: Ergebnisse der Ausgrabungen und Untersuchungen in den Jahren 1895–1898*. Berlin: G. Reimer.
- Wilson, A. I. (2008). Machines in Greek and Roman Technology. In: *Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World*. Hrsg. von J. P. Oleson. Oxford: Oxford University Press, 337–366.
- Winter, F. E. (1971). *Greek Fortifications*. London: Routledge & Kegan.
- (1978). Tradition and Innovation in Doric Design II: Archaic and Classical Doric East of the Adriatic. *AJA* 82:151–161.
- (1980). Tradition and Innovation in Doric Design III: The Work of Iktinos. *AJA* 84(4):399–416.
- Wittenburg, A. (1978). *Griechische Baukommissionen des 5. und 4. Jahrhunderts*. Diss. Ludwig-Maximilians-Universität zu München.
- Wolf, M. (2003). *Die Häuser von Solunt und die hellenistische Wohnarchitektur*. Sonderschriften 14. Mainz: Philipp von Zabern.
- Wolfer-Sulzer, L. (1939). *Das geometrische Prinzip der griechisch-dorischen Tempel*. Winterthur: Vogel.
- Wrede, W. (1933). *Attische Mauern*. Athen: Deutsches Archäologisches Institut Athen.
- Yegül, F. (1992). *Baths and Bathing in Classical Antiquity*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Young, P. H. (1980). *Building Projects and Archaic Tyrants*. Diss. University of Pennsylvania.