

**Candide—
Journal for Architectural
Knowledge**

You have downloaded following article/
Sie haben folgenden Artikel heruntergeladen:

Title (English): *De Architectura. On the Table of Content of the Ten Books on Architecture.*

Titel (deutsch): *De Architectura. Zum Inhaltsverzeichnis der Zehn Bücher über Architektur.*

Author(s)/Autor(en): Bernard Cache

Translator(s)/Übersetzer: Ian Pepper

Source: *Candide. Journal for Architectural Knowledge* No. 01
(Dez. 2009), pp. 9–48.

Published by: Transcript Verlag, Bielefeld, on behalf of *Candide*.

Stable URL: tbc

The content of this article is provided free of charge for your use. All rights to this article remain with the authors. No part of the article may be reproduced in any form without the written consent of the author(s) and *Candide. Journal for Architectural Knowledge*.

For further details, please see www.candidejournal.net.

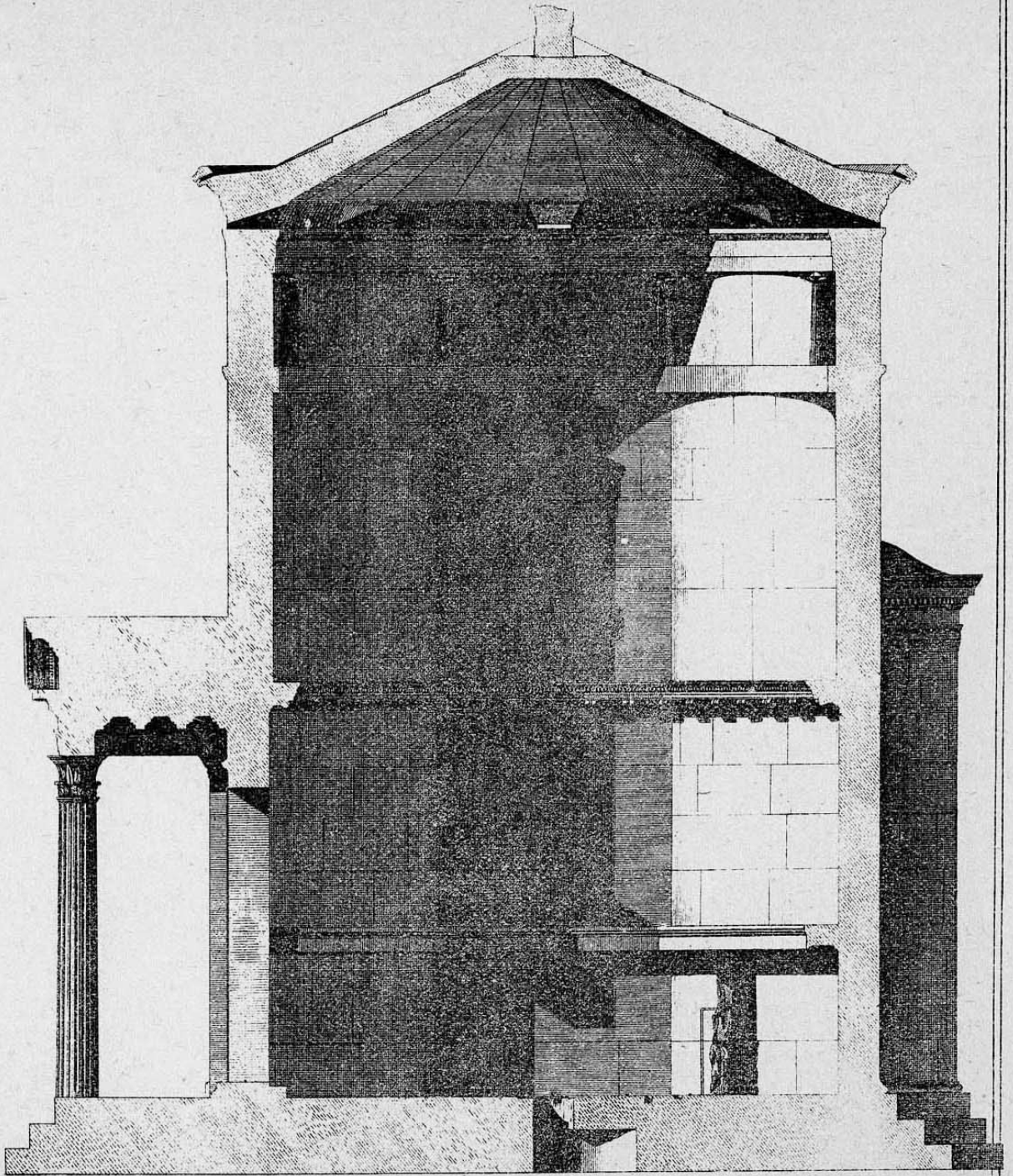


Fig. p. 9
Section through
the ancient Tower
of the Winds, in:
James Stuart and
Nicholas Revett,
*The Antiquities of
Athens and Other
Monuments of
Greece* London,
1762.

Abb. S. 9
Schnitt durch den
antiken Turm der
Winde, in: James
Stuart & Nicholas
Revett, *The Antiqu-
ities of Athens and
Other Monuments
of Greece* London,
1762.

Bernard Cache,

born in 1958, studied architecture at the École Polytechnique Fédérale de Lausanne and philosophy with Gilles Deleuze at University Paris VIII. He received a PhD from Grenoble School of Architecture with a work on Vitruvius's *De Architectura*. In 1996, Cache founded, together with Patrick Beaucé, the company objectile which produces nonstandard components for architecture and design. Objectile became internationally known through numerous publications and expositions (Batimat, Paris 1997, Architecture nonstandard, Paris, 2003). Since 1986, he has published many scientific articles. In 1995 he wrote the book *Earth Moves* (MIT Press). Cache has taught architecture at universities in Europe, Canada, and the United States.

English translation:
Ian Pepper, Berlin

Bernard Cache,

geb. 1958, studierte Architektur an der École Polytechnique Fédérale de Lausanne und Philosophie bei Gilles Deleuze an der Universität Paris VIII und promovierte mit einer Arbeit über Vitruvs *De Architectura*. Gemeinsam mit Patrick Beaucé gründete Bernard Cache 1996 die Firma Objectile, die Non-Standard-Komponenten für Architektur und Design herstellt. Die Produkte der Firma wurden international bekannt durch zahlreiche Veröffentlichungen und Ausstellungen wie z.B. *Batimat* (Paris 1997) und *Architecture non-standard* (Paris 2003). Seit 1986 hat Bernard Cache zahlreiche wissenschaftliche Aufsätze veröffentlicht. 1995 erschien sein Buch *Earth Moves* bei MIT Press. Bernard Cache unterrichtete Architektur an Hochschulen in Europa, Kanada und den USA.

Deutsche Übersetzung:
Axel Sowa, Aachen

BERNARD CACHE

DE
ARCHITECTURA

On the Table of Contents of the
Ten Books
On Architecture

—

Zum Inhaltsverzeichnis der
Zehn Bücher
über Architektur

The *Ten Books on Architecture* is the oldest surviving architectural treatise. This essay attempts to re-examine Vitruvius's text. In this context, the work's table of contents will be interpreted as a table of materials. This table is divided initially into four parts: 1) the air and the wind, both of decisive importance for the orientation of the urban street grid, 2) the Earth as a resource for the manufacturing earth-based materials as well as other building and facing materials, 3) water and hydrology, and 4) the fire of the sun and of the other stars, to which Book IX on astronomy and the construction of sundials is devoted.

Air, earth, water, and fire are the four elements designated by the theories of nature prevailing in antiquity. Occupying second place is earth, a category central to architecture, for it encompasses the materials used in building. Within this category, Vitruvius distinguishes between mineral materials such as burnt lime, stone, marble, and mineral pigments on the one hand and fibrous materials such as wood and plant pigments on the other. This subdivision corresponds to the thesis presented in Books III and IV. This thesis states that the structural elements of monumental stone architecture recall the origins in wood of the art of building. The historical process through which temple building in antiquity effected a transition from fibrous material to stone, then, was one of "petrification." Delineated in Vitruvius's treatise, however, is an additional process of evolution, one that extends from the concept of *aedificatio* to that of *machinatio*. Reversing the above-named process, this development begins with monumental stone building. From this point of departure, we arrive at the wood used to make war machines, and thence to animal sinews and womens' hair, organic materials used for stringing projectile devices. We find that the diameter of a drilled sinew is the central parameter of Vitruvian ballistics. All of the dimensions of the additional components of a war machine can be

derived from it. Admittedly, the diameter of a sinew is also a derivative value. Its determination is dependent upon the weight of the stone that is to be flung. While the realm of *machinatio* rests upon an explicit series of rationally explicable relationships, the discussion of *aedificatio* makes no mention of derivations of basic modules. To be sure, Vitruvius specifies the diameter of a column as the basis for the proportional relationships of temple façades, yet we find nothing about the determination of the column diameter itself. The mathematical indeterminacy of these architectonic modules appears all the more arbitrary when we consider the fact that complex mathematical apparatuses were employed in order to calculate the diameter of sinews — apparatuses betraying a degree of resemblance to today's computing machines. The construction of war machines, then, should be acknowledged as one of the outstanding achievements of science and technology in antiquity.

A third level of reading *De Architectura*, with a focus on materials, calls our attention to the treatise's conclusion. Here, Vitruvius offers reports of four sieges of cities in the course of which the aggressors' sophisticated war machines became submerged in the stinking mire that had been generated by the besieged inhabitants via a canal system behind the city walls. Vitruvius's examples demonstrate that the great art of engineering in antiquity, the *ratio proportionis*, and with it the mathematical erudition that reached the level of an Archimedes, were overthrown by the cunning military stratagem of architects, thereby literally perishing in a nauseating sludge. The victory of this repulsive slime over such highly developed military devices was not a matter of calculation. It was achieved via the application of a wild and fully unproportioned mixture of fire, water, air, and earth, that is the quartet of elements that formed the basis of physics in antiquity. *De Architectura* concludes, then, exactly where it began.

Die *Zehn Bücher über Architektur* sind das älteste, uns überlieferte Architekturtraktat. Im Folgenden soll der Versuch unternommen werden, Vitruvs Schrift neu zu erschließen. Dabei wird das Inhaltsverzeichnis des Werkes als ein Materialverzeichnis gedeutet. Dieses Verzeichnis gliedert sich zunächst in vier Teile: 1) Die Luft und die Winde, die von entscheidender Bedeutung für die Ausrichtung der städtischen Straßenraster sind, 2) Die Erde als Ressource zur Herstellung irdener Stoffe sowie anderer Bau- und Putzmaterialien, 3) Das Wasser und die Hydrologie, 4) Das Feuer der Sonne und anderer Sterne, denen das Buch IX über Astronomie und dem Bau von Sonnenuhren gewidmet ist.

Mit Luft, Erde, Wasser und Feuer sind die vier Elemente der antiken Naturtheorie bezeichnet. Unter dem an zweiter Stelle genannten und für die Architektur zentralen Begriff der Erde werden die Baumaterialien erwähnt. Innerhalb dieser Kategorie unterscheidet Vitruv zwischen mineralischen Stoffen, wie gebranntem Kalk, Steinen, Marmor oder Pigmenten einerseits und Faserstoffen, wie Holz und pflanzlichen Pigmenten, andererseits. Diese Unterteilung korrespondiert mit der, in den Büchern III und IV vorgetragenen These. Sie besagt, dass die Bauteile der monumentalen Steinarchitektur an den hölzernen Ursprung des Bauens erinnern. Der materialgeschichtliche Prozess, den die antiken Tempelbauten im Übergang von faserartigen zu mineralischen Stoffen durchlaufen, wäre also der einer Versteinerung. Doch in Vitruvs Traktat wird noch ein weiterer Evolutionsprozess beschrieben, welcher ausgehend vom Begriff der *aedificatio* bis zu dem der *machinatio* reicht. Konträr zum erstgenannten Prozess beginnt die Entwicklung diesmal mit dem monumentalen Steinbau. Von hieraus gelangen wir zum Holz der Kriegsmaschinen und weiter zu Tiersehnen und Frauenhaaren, jenen organischen Materialien, welche zum Spannen von Wurfgeschossen Verwendung finden. Dabei ist Durchmesser der gedrillten

Spannsehne die zentrale Größe der vitruv'schen Ballistik. Aus ihr lassen sich die Dimensionen aller weiteren Komponenten einer Kriegsmaschine ermitteln. Allerdings ist der Durchmesser der Sehne ebenfalls ein abgeleiteter Wert. Er wird in Abhängigkeit zu dem Gewicht eines zu schleudernden Steines ermittelt. Während die *machinatio* auf einer schlüssigen Reihe rational nachvollziehbarer Verhältnisse beruht, finden wir im Bereich der *aedificatio* keinerlei Hinweise zur Ermittlung von Grundmodulen. Vitruv nennt zwar den Säulendurchmesser als Grundlage für die Maßverhältnisse von Tempelfassaden, doch über die Bestimmung der Säulendurchmesser selbst erfahren wir nichts. Die rechnerische Unbestimmtheit des architektonischen Moduls erscheint umso willkürlicher, wenn man bedenkt, dass zur rechnerischen Ermittlung des Sehnendurchmessers komplexe mathematische Apparate herangezogen wurden, die eine gewisse Ähnlichkeit mit unseren heutigen Rechenmaschinen aufweisen. Der Bau von Kriegsmaschinen muss daher als eine der herausragenden Errungenschaften antiker Wissenschaft und Technik gewürdigt werden.

Das dritte Niveau einer materialspezifischen Lektüre von *De Architectura* verweist uns auf den Schluss des Werkes. Vitruv berichtet hier von vier Stadtbefestigungen, in deren Verlauf die ausgefeilten Kriegsmaschinen der Angreifer jedes Mal in Ekel erregendem Schlamm versinken, den die Belagerten zuvor mittels eines Kanalsystems in den Boden vor den Stadtmauern eingeleitet hatten. Vitruvs Beispiele zeigen, wie die große Ingenieurskunst der Antike, die *ratio proportionis* und mit ihr die mathematische Gelehrsamkeit vom Niveau eines Archimedes, durch die Kriegslist von Architekten zu Fall gebracht wird, um buchstäblich in einer stinkenden Brühe unterzugehen. Der Sieg des abscheulichen Schlamms über das hochentwickelte Kriegsgerät ist nicht Sache des Kalküls. Er wird errungen durch die Verwendung einer wilden und völlig proportionslosen

1
 Vitruvius refers not to a formula, but instead to a table of numbers that had been calculated already by Philon of Byzantium (ca. 225 BC). Philon not only claimed the derivation of the formula, but also the solution to the problem of the double mean proportion. See also Philon's *Belopoiika*, German translation by Diels and Schramm, Berlin, 1919.

2
 In antiquity, the doubling of the square was effected by means of ruler and compass. One drew the diagonal of the square to be doubled, which would become the side of the new square, whose surface was twice as large as the first. Things get more difficult with the "Delian Problem," which also involves doubling a square by means of compass and ruler. This problem – as we have known since the nineteenth century – cannot be solved using the above-named tools, and instead requires complicated mechanisms.

3
 These solutions are listed in Eutocius's commentary (circa 500 AD) to Archimedes' text on the geometry of the sphere and cylinder.

For at the very beginning of the treatise, even before his references to protection from the winds, Vitruvius discusses the choosing of locations, to be selected at a secure distance from the threatening fauna found in swampy regions. At the close of the book, the reader again encounters this hideous, bottomless, sinking quagmire, which is the undoing of the very war machines to which Vitruvius has devoted such painstakingly detailed descriptions.

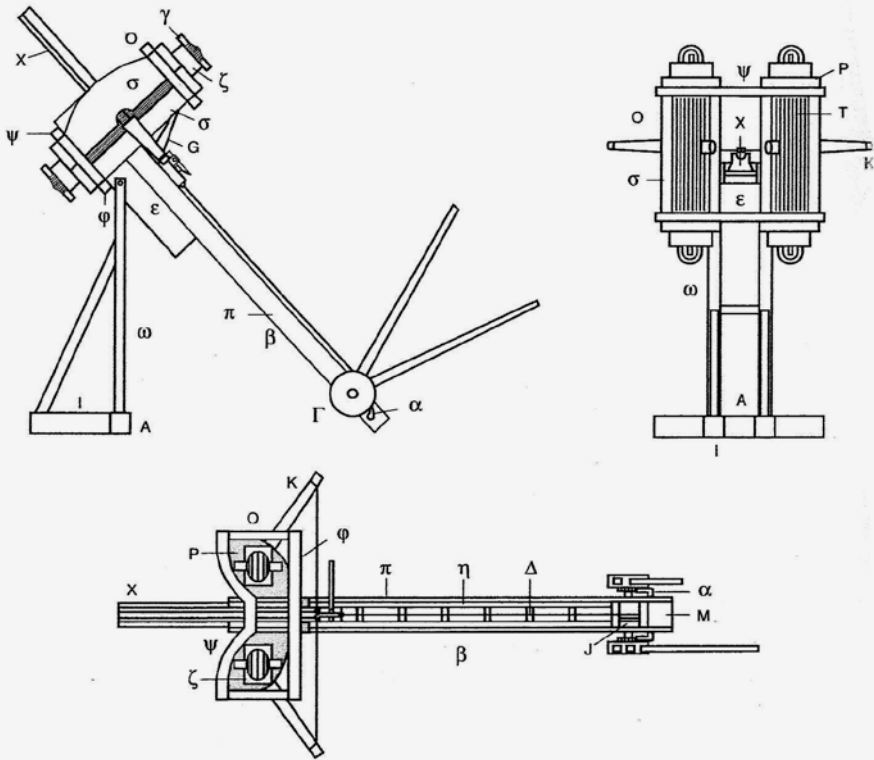
The four elements that surface in a swampy mixture at the beginning and end of the treatise are described in the central portions of the work, initially separately, then in composite form, and finally in proportional relations of ever greater complexity. In the course of a development that leads from the mineral construction materials of the temple to the wood of war machinery, the calculations of proportions become increasingly complicated. They presume the technical ingenuity referred to by Vitruvius with the term *sollertia*. Alongside the earthen and fibrous substances, Vitruvius mentions the three other elements: air, water, and fire. In the course of his itinerary through this encyclopedia of materials, the author arrives at the boundaries of reason. The construction of the city of antiquity was embedded in an encyclopedic sphere of knowledge, the *en-kuklios*, in the sense of a hierarchically structured architecture of knowledge. The circular fortifications that delimited the scope and boundaries of available knowledge were undermined by canals designed to propagate the substance within which the high technology of antiquity would experience its pitiable demise. Presumably, this state of affairs is not restricted to antiquity.

The diagram printed on pages 26 and 27 is designed to accompany contemporary readers on their itinerary through Vitruvius's treatise, and to remind them that his teachings concerning sundials and mechanics were as important to the author of *De Architectura* as the art of building itself.

The metric Conception of War Machinery in Antiquity

Let us begin at the end. The final book of *De Architectura* is devoted entirely to *machinatio*. In his preface to the treatise, Vitruvius has already expressed thanks to the emperor for the pension he has received in gratitude for his devoted service as a constructor of war machinery. As mentioned above, the basic module used in the construction of catapults consists of the diameter of a taut sinew. It is calculated according to a formula that is notated thus in modern style: $D = 1,1 \sqrt[3]{P}$.¹ The derivation of cube roots was a problem that, since antiquity, had surfaced in connection with the doubling of cubes, and was a component of higher mathematics. Belonging to this field were all of the geometric operations that had not been mentioned in Euclid's *Elements*.² As early as circa 430 BC, Hippocrates of Chios, the author of the first Greek geometry textbook, had demonstrated that the cube root of a number corresponds to the value arrives at if one calculates the double mean proportion of the unit 1 and the figure n . Stated differently: if the figure x is the cubic root of the figure n , then a further figure y must exist, of which it is true: $1/x = x/y = y/n$. For the figure 2 ($2 = 3\sqrt[3]{8}$), for example, there exists the figure 4, of which it is true: $1/2 = 2/4 = 4/8$. The "geometric mean" refers to relationships in which the numerator of a given fraction is the same as the denominator of the previous fraction. When – as in the Chios formula for cube roots – this occurs twice in a row, then we speak of a "double mean proportion." The mathematicians of antiquity dedicated all of their efforts to the doubling of cubes, and obtained at least twelve possible solutions.³

In the preface to Book IX of *De Architectura*, the treatise refers to two possible solutions to the problem of double mean proportion. The first was discovered by Archytas (ca. 380 BC)

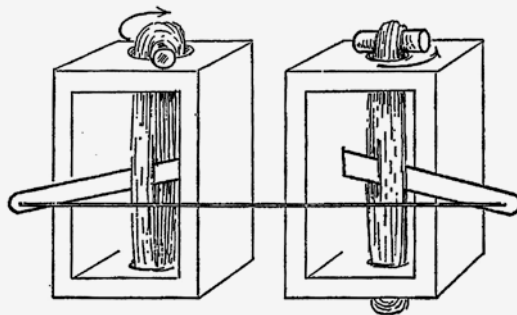


Detailed drawing of a roman ballista at the time of Vitruvius, in: Philippe Fleury, *La Mécanique de Vitruve*, Presses Universitaires de Caen, 1993.

Detailzeichnung einer Ballista aus vitruvianischer Zeit, in: Philippe Fleury, *La Mécanique de Vitruve*, Presses Universitaires de Caen, 1993.

The ancient ballistae were two-armed projectiles equipped with torsion spring bundles made of women's hair or animal sinew that were twisted within wooden frames.

Die antiken Ballistae waren zweiarmige Torsionsgeschosse, deren Spannsehen aus Frauenhaar oder Tiersehnen in hölzernen Haltevorrichtungen verdrillt werden.



4

Eratosthenes, "Lettre au roi Ptolémée," in Charles Mugler, *Archimedes Œuvres*, Bk. IV, Commentaires d'Eutocius, Belles Lettres, 1972, p. 69.

5

Vitruvius, *Ten Books on Architecture*, Bk. I, ch. 1, par. 1, cited from http://www.gutenberg.org/files/20239/20239-h/29239-h.htm#Page_3, translation by Morris Hicky Morgan, Harvard University Press, 1914, in some cases modified by the translator of the English version of this essay.

6

Ibid., Bk. 1, ch. 1., par. 2.

7

Ibid., Bk. I, ch. 1, par. 12: "The quintessence of all of the sciences (*encylios disciplinae*) is, so to speak, a body consisting of many limbs (*Encylios enim disciplina uti corpus unum ex his membris composita*)."

in the southern Italian town of Tarentum. It is compelling by virtue of its intuitive choice of three interpenetrating volumes. A torus with an internal diameter of zero is penetrated by a half-cylinder. The intersection of the two figures consists of a double-curved line which pierces a cone at one point, from whose height a series of segments can be calculated. One of these segments corresponds to the figure x of the sought-after double mean proportion.

The second solution is owed to the Libyan Eratosthenes of Cyrene (284 – 192 BC), the director of the most renowned research institute in antiquity, located in Egyptian Alexandria. While Achytas's solution was as remarkable as it was demanding, the solution offered by Eratosthenes pointed the way toward the manufacture of a measuring instrument, referred to by Vitruvius in Latin as *mesolabium*. The instructions for use prescribe that three right-angled triangles of equal size be aligned with one another until four of their points come to lie on a line underneath a taut cord. In this simple manner, it becomes possible to determine a number of geometric means. Eratosthenes observes that the application of additional triangles makes it possible to determine other geometric means as well as to extract higher-order roots.⁴

Let us turn again to the oldest treatise on architecture that has come down to us. Its author, who adorns himself with the title of "architect," spent the greater part of his career designing machines of war. The components of these machines were assembled according to parametric relationships. The most important of these relationships – one far more complex than any simple fraction – served to determine a module that was dependent upon the weight of the stone that was to be catapulted. Invented for the purpose of calculating this proportion was an apparatus (the Greek word for it was *armonia*), constructed of wooden slats and a cable, a device which, while not

a computer in the contemporary sense, nonetheless facilitated the execution of a large number of computing operations. Such contraptions must appear familiar to contemporary architects who design components that can be varied in dependency upon parametric relationships. Is it inconceivable to construct a trajectory of tradition between today's parametric design techniques and the oldest surviving architectural treatise? To be sure, one should guard against excessively hasty comparisons. The contexts of antiquity cannot be equated without further ado with the circumstances of our own times. Still, it would be an error to consider such historical contexts in strict isolation from one another, since that would eliminate at the outset all questions regarding the survival of related problematics.

Sollertia: The Furthest Limit of the Encyclopedia as Site of Subterfuge

At the beginning of his treatise, Vitruvius defines the relationship between architecture and the neighboring disciplines. Following a eulogy addressed to Augustus, the first sentence of the Book I reads: "The architect should be equipped (*ornata*) with knowledge of many branches of study and varied kinds of learning [...]"⁵ The word *ornata* can refer either to ornamentation or to military distinctions. The martial implication is emphasized in the second paragraph, in which Vitruvius continues: "Only those who have thorough knowledge of both [i.e., theory and praxis], like men armed at all points (*ut omnibus armis oranti*), have the sooner attained their object and carried authority with them."⁶ What are we to understand by the reference to arms? Vitruvius argues for an encyclopedic conception of knowledge, and he is one of the first authors to use the term "encyclopedia."⁷ For this reason, we must seek to attain clarity concerning the origins of this word. The Greek *enkuklios* is composed of *en* and *kuklios*,

Mischung aus Feuer, Wasser, Luft und Erde, jenen vier Elementen, welche die Grundlage der antiken Physik bilden. *De Architectura* endet also dort, wo das Werk begann. Denn ganz am Anfang des Traktates, noch vor den Hinweisen zum Schutz vor den Winden, geht Vitruv auf die Wahl des Ortes ein, der stets in sicherem Abstand zur bedrohlichen Fauna der Sumpfbereiche gewählt werden sollte. Am Ende des Buches begegnet der Leser abermals dem bodenlosen Grauen stinkender Sümpfe, das nun denen von Vitruv so minutiös beschriebenen Kriegsmaschinen zum Verhängnis wird.

Die vier Elemente, die am Anfang und Ende des Traktates in sumpftartiger Mischung vorkommen, werden in den zentralen Teilen des Werkes zunächst in besonderer, dann in zusammengesetzter und schließlich in immer komplexeren Maßverhältnissen beschrieben. Im Verlauf der Entwicklung, die von der mineralischen Bausubstanz der Tempel zum Holz der Kriegsmaschinen reicht, werden die Berechnungen der Proportionen zunehmend komplizierter. Sie setzen die Kunstfertigkeit voraus, für die Vitruv den Begriff der *sollertia* verwendet. Neben den irdenen und faserartigen Substanzen erwähnt Vitruv auch die drei anderen Elemente: die Luft, das Wasser und das Feuer. Auf seinem parcours durch die Enzyklopädie der Materialien gelangt der Autor an die Grenzen der Vernunft. Im Sinne einer hierarchisch strukturierten Wissensarchitektur war der Bau der antiken Stadt in den enzyklopädischen Kreis des Wissens, den *en-kuklios*, eingelassen. Die kreisförmige Befestigungsanlage, welche den Umfang und die Grenze des verfügbaren Wissens bezeichnete, wurde durch Kanäle unterminiert, um jene infame Substanz zu befördern, in der die antike Hochtechnologie auf jämmerliche Weise unterging. Wir vermuten, dass sich dieser Sachverhalt nicht nur auf die Antike beschränkt.

Das Schema auf Seiten 26–27 soll den zeitgenössischen Leser auf dem parcours durch Vitruvs Traktat begleiten und daran

erinnern, dass die Lehre von den Sonnenuhren oder die Mechanik für den Autor von *De Architectura* ebenso bedeutend waren wie die Baukunst selbst.

Die parametrische Konzeption antiker Kriegsmaschinen

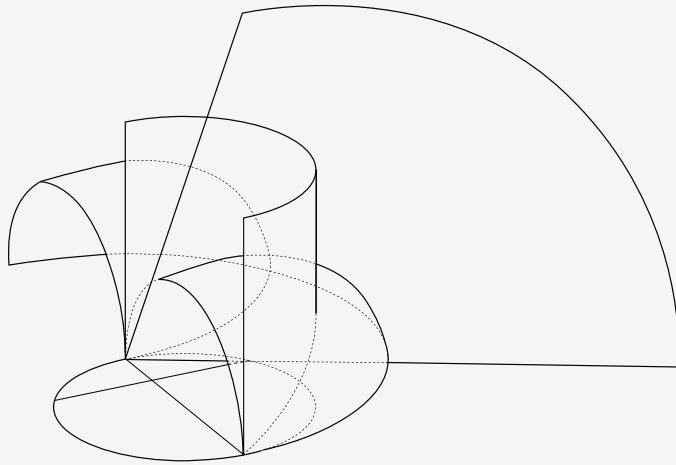
Beginnen wir mit dem Ende. Das letzte Buch von *De Architectura* ist ganz der *machinatio* gewidmet. Schon im Vorwort des Traktats hatte Vitruv dem Kaiser für die Pension gedankt, die er für seine treuen Dienste als Konstrukteur von Kriegsmaschinen erhalten hatte. Das Grundmodul der Konstruktion von Katapulten besteht aus dem bereits erwähnten Durchmesser der Spannsehne. Er wurde nach einer Formel berechnet, die in moderner Schreibweise $D = 1,1 \sqrt[3]{P}$ notiert wird¹. Die Ermittlung von Kubikwurzeln war ein Problem, das seit der Antike im Zusammenhang mit der Verdopplung von Kuben auftauchte und Bestandteil der höheren Mathematik war. Dazu gehörten all jene geometrischen Operationen, die nicht in Euklids Elementen erwähnt wurden². Hippokrates von Chios, der Autor des ersten griechischen Lehrbuchs der Geometrie hatte bereits um –430 gezeigt, dass die Kubikwurzel einer Zahl dem Wert entspricht, den man erhält, indem man das zweifache geometrische Mittel aus der Einheit 1 und der Zahl n ermittelt. Anders ausgedrückt: wenn die Zahl x die Kubikwurzel der Zahl n ist, dann existiert eine weitere Zahl y , für die gilt: $1/x = x/y = y/n$. So existiert beispielsweise für die Zahl 2 ($2 = \sqrt[3]{8}$) die Zahl 4, für die gilt: $1/2 = 2/4 = 4/8$. Geometrisches Mittel nennt man die Verhältnisse, bei denen im Zähler eines Bruches der Nenner des vorangegangenen Bruches auftaucht. Wenn dies, wie bei Chios' Formel für Kubikwurzeln, zweimal hintereinander vorkommt, spricht man von einem zweifach geometrischen Mittel. Auf das Problem der Verdopplung von Kuben haben die antiken Mathematiker all ihre Anstrengungen verwendet und es dabei

1

Vitruv erwähnt nicht die Formel sondern eine Zahlentabelle deren Werte denen entsprechen, die bereits von Philon von Byzanz (ca. –225) ermittelt wurden. Philon erklärt nicht nur die Herleitung der Formel, sondern auch die Lösung des Problems des zweifachen geometrischen Mittels. Siehe auch: Philons *Belopoïka*, dt. von Diels und Schramm, Berlin, 1919.

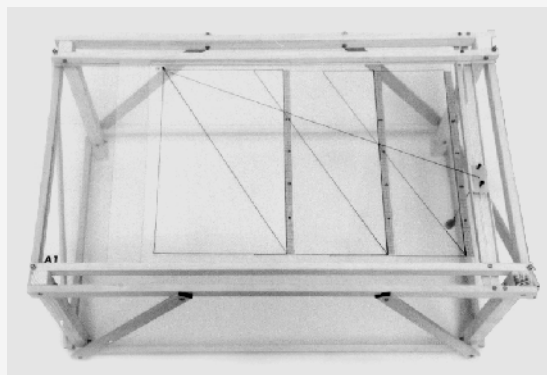
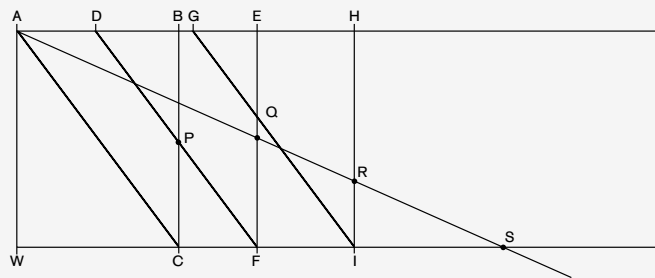
2

Die Verdopplung des Quadrates konnte in der Antike mit Lineal und Zirkel bewerkstelligt werden. Dazu zeichnet man die Diagonale des zu verdoppelnden Quadrates die zur Seitenlänge des neuen Quadrats wird, dessen Fläche doppelt so groß ist, wie die des ersten. Schwieriger wird es bei dem sogenannten Delischen Problem, bei dem ein Kubus ebenfalls mit Zirkel und Lineal verdoppelt werden soll. Dieses Problem, so weiss man seit dem 19. Jahrhundert, ist mit den genannten Werkzeugen unlösbar und verlangte komplizierte Operationen.



Around 380 BC, Archytas solved the problem of the double mean proportion graphically by the intersection of three volumes.

Ca. –380 löste Archytas das Problem des zweifach geometrischen Mittels grafisch über die Durchdringung dreier Volumen.



Reconstruction of a *mesolabium*, a calculation machine based on Eratosthenes's, determination of the double geometrical means. Image: Museo Universitario di Storia Naturale e della Strumentazione Scientifica, Università degli studi di Modena e Reggio Emilia.

Rekonstruktion eines Mesolabiums, einer antiken Rechenmaschine mit der sich basierend auf der Methode von Eratosthenes zweifach geometrische Mittel bestimmen lassen. Bild: Museo Universitario di Storia Naturale e della Strumentazione Scientifica, Università degli studi di Modena e Reggio Emilia

zu mindestens zwölf möglichen Lösungen gebracht³. Im Vorwort zum IX. Buch von *De Architectura* erwähnt Vitruv zwei mögliche Lösungen des Problems des zweifach geometrischen Mittels. Die erste wurde von Archytas (ca. –380) im süditalienischen Taranto erfunden. Sie besticht aufgrund der intuitiven Wahl dreier, sich durchringender Körper. Ein Torus mit einem inneren Durchmesser von Null wird von einem Halbzylinder durchdrungen. Die Schnittlinie beider Figuren besteht aus einer zweifach gekrümmten Linie, welche einen Konus in einem Punkt durchstößt, aus dessen Höhe sich eine Reihe von Segmenten ermitteln lässt. Eines dieser Segmente entspricht der Zahl x des gesuchten zweifach geometrischen Mittels.

Die zweite Lösung verdanken wir dem Lybier Eratosthenes von Kyrene (–284, –192), dem Direktor des angesehensten Forschungsinstituts der Antike im ägyptischen Alexandria. Während Archytas Lösung so bemerkenswert wie aufwendig war, wies Eratosthenes Lösung den Weg zur Herstellung eines Recheninstrumentes, das Vitruv im Lateinischen *'mesolabium'* nennt. Die Bedienungsanleitung schreibt vor, dass man drei gleich große, rechtwinklige Dreiecke so lange gegeneinander verschiebt, bis vier ihrer Punkte unter einer gespannten Schnur auf einer Linie zu liegen kommen. Auf diese einfache Weise ist es möglich, eine Vielzahl von geometrischen Mitteln zu bestimmen. Eratosthenes weist darauf hin, dass man unter Verwendung weiterer Dreiecke noch andere geometrische Mittel bestimmen und auch Wurzeln höherer Ordnung ziehen könnte⁴.

Wenden wir uns wieder dem ältesten der uns bekannten Architekturtraktate zu. Sein Autor, der sich mit dem Architektentitel schmückte, hat den wesentlichen Teil seiner Karriere damit verbracht, Kriegsmaschinen zu entwerfen. Die Komponenten dieser Maschinen sind untereinander durch parametrische Verhältnisse verbunden. Das wichtigste dieser Verhältnisse, das viel komplexer

war, als ein einfacher Bruch, dient zur Ermittlung eines Moduls in Abhängigkeit vom Gewicht eines zu projizierenden Steines. Um dieses Verhältnis zu bestimmen, wurde eine aus Holzlatten und Seil gefügte Apparatur (griech.: *armonia*) erfunden, die zwar noch kein Computer im heutigen Sinne war, aber erlaubte, eine große Anzahl von Rechenoperationen durchzuführen. Eine solche Vorrichtung muss einem zeitgenössischen Architekten vertraut erscheinen, der Komponenten entwirft, die in Abhängigkeit parametrischer Verhältnisse variieren können. Wäre es nicht denkbar, eine Traditionslinie zwischen den heutigen parametrischen Entwurfstechniken und dem ältesten der Architekturtraktate zu konstruieren? Sicher sollte man sich vor zu raschen Vergleichen hüten. Die antiken Kontexte lassen sich nicht ohne weiteres auf die Zusammenhänge unserer Zeit übertragen. Doch wäre es verfehlt, historische Zusammenhänge einer streng isolierenden Betrachtung zu unterziehen. Das würde jede Frage nach dem Fortbestand ähnlicher Problemlagen von vorne herein unterbinden.

Sollertia: Die äußerste Grenze der Enzyklopädie als Ort der List

Zu Beginn seines Traktates bestimmt Vitruv das Verhältnis der Architektur zu den benachbarten Disziplinen. Nach der, an Augustus gerichteten Dankesrede lautet der erste Satz des ersten Buches: „Die Wissenschaft des Architekten wird durch viele Disziplinen und Wissensgebiete verziert [...]“⁵ Vitruv benutzt das Wort *ornata*, welches sich sowohl auf Zierrat, wie auch auf militärische Auszeichnungen beziehen kann. Der militärische Wortsinn wird im zweiten pgh.graph noch unterstrichen, wo Vitruv ausführte: „Nur jene, die beides (d.h. Theorie und Praxis) studieren und in voller Rüstung (*ut omnibus armis oranti*) ihren Zweck verfolgen, haben diesen schnell und in Ehren erreicht.“⁶ Was ist hier unter Rüstzeug zu verstehen?

³ Die Lösungen sind im Kommentar des Eutocius (um +500) zu Archimedes Schrift über die Geometrie von Kugel und Zylinder aufgelistet.

⁴ Eratosthenes, Lettre au roi Ptolémée, in: Mugler, Ch.rles, *Archimedes, Œuvres, Bd. IV, Commentaires d'Eutocius*, Belles Lettres, 1972, S. 69

⁵ Vitruvius, *Zehn Bücher über Architektur*, Buch I, 1. Kap., 1. Abs. Die im französischen Original des Aufsatzes verwendete Edition von Vitruv ist: Fleury, Ph., Gors, P. (Hrsg.) *Vitruve, De Architectura*, (franz./latein), Editions des Belles Lettres, Paris, 1969–2009. Die Übertragung der Vitruv-Zitate ins Deutsche erfolgte durch den Übersetzer dieses Aufsatzes.

⁶ Ibid., Buch I, 1. Kap., 2. Abs.

8

Vitruvius, Bk. I, ch. 1., par. 17.

9

Vitruvius, Bk. I, ch. 1, par. 17.

10

K. Ziegler and H. Gärtner (eds.), *Plutarchi vitae parallelae (The Life of Marcellus)*, vol. 2, fasc. 2.

11

On the significance of the terms *fraus/sollertia* and the Greek term *mêtis* in the Roman context, see also the investigations of Giovanni Brizzi: *Il gerriero, l'oplita, il legionario. Gli eserciti nel mondo classico*, Bologna, 2002 and *I sistemi informativi dei Romani: Principi e realtà nell'età delle conquiste oltremare (-218, -168)*, Wiesbaden, 1982. In Alberti's satirical work *Momus*, *Fraus* is the name of a goddess with whom *Momus* falls in love.

12

Julius Caesar, *Bel-lum civile*, Bk. II, 14: "The enemy, meanwhile, awaited the propitious moment in order to perpetrate a traitorous and knavish act (*occasionem fraudis ac doli quaerunt*) in disregard of all decency (*hostes sine fide*)."!

13

Ibid., Bk. II, 15: "Work began quickly. The defeat that had been endured after such mighty efforts was overcome by the ingenuity (*sollertia*) and bravery (*virtute*) of the troops."

14

Vitruvius, op.cit., Bk. I, ch. 1., par. 1.

which literally means something like "within the circle." Designated then is nothing less than the compass or horizon of the total available corpus of knowledge. At their construction sites, architects enter into dialogue with the exponents of other disciplines. For this reason, Vitruvius recommended training in the nine areas of knowledge that would "adorn" architecture. In any event, Vitruvius entertained no illusions concerning his colleagues, and held his distance from any notion of an omniscient architect. Universal mastery was attainable only by a small number of savants (*mathematici*), those whom nature had endowed with sufficient degree of *sollertia* (ingenuity).⁸ Among the seven savants who (according to Vitruvius) had attained such mastery were Archytas and Eratosthenes, whose solutions to calculating the double mean proportion are cited by Vitruvius in Book X.⁹

According to Vitruvius, only a single savant had been endowed with *sollertia* to an unlimited degree. This was Archimedes, of whom it was reported that he had placed his knowledge of geometry in the service of Syracuse in order to defend the city. For this purpose, he invented machines that were able to hoist the war machinery of the aggressors. Yet in the end, his ingenuity was never fully exploited. Archimedes was slain by the sword of a Roman legionnaire. Syracuse fell into the hands of the Roman Empire. A victorious General Marcellus was more ingenious (*sollers*) than a mathematically trained Archimedes. When he found himself confronted by Archimedes' diabolical machinery, he dragged out the siege of the city and exploited the time gained via negotiations to scrutinize the town's fortifications from within. When he discovered that the citizens of Syracuse regularly celebrated the Festival of Artemis with great revelry, he attacked the city the morning after the festival and conquered it.¹⁰

For a long time, the Romans had only a single word for such military subterfuge, *fraus*, meaning fraud.¹¹ Caesar used it to characterize the strategy of the citizens of Marseilles, who in 49 BC negotiated a truce only to take advantage of a windy day to torch the Romans' military machinery during siesta time.¹² The Romans responded with artistry, henceforth cladding their war machinery in clay tiles.¹³ Shortly before the appearance of *De Architectura*, Frontinus published a military treatise bearing the Greek title *Stratêgêmata*. In the introduction to this work, the author elucidates the meaning of this word to his readers. The Greek term refers to a form of cunning that presupposes ingenuity (*sollertia*).

Now, we might ask ourselves: What is the point of lingering over the term *sollertia*? Not least of all because this term transmits the Greek word *mêtis* into Latin with a positive inflection. The term *mêtis* means a deviation from the norm of a frontal style of combat. It refers to the cunning that allows the weak to gain victory over the strong. The transposition of this term into Latin, however, is highly problematical, because this notion of cunning ingenuity cannot be reconciled with the military code of honor adhered to by the Roman army. In the final analysis, however, the deployment of increasingly refined war machinery perverts the ideal of gladiatorial competition between natural strengths. In the course of his work, Vitruvius must sustain the irreconcilable tension between *ratio* and *sollertia*. After explaining to his reader at the beginning that architecture is equipped with an encyclopedic knowledge of various disciplines, he distinguishes between theoretical (*ratiocinatio*) and practical (*fabrica*) knowledge. He then specifies that, "Theory, on the other hand, is the ability to demonstrate and explain the productions of ingenuity (*sollertia*) on the principles of proportion (*ratio*)."¹⁴ This same sentence can also be translated

Vitruv vertritt ein enzyklopädisches Wissenschaftsverständnis und ist einer der ersten Autoren, die den Begriff der Enzyklopädie⁷ verwenden. Daher müssen wir uns über die Herkunft des Wortes Klarheit verschaffen. Das griechische *enkuklios* setzt sich aus *en* und *kuklios* zusammen, was wortwörtlich soviel wie „im Kreis“ bedeutet. Damit ist nicht weniger als der Umfang bzw. der Horizont des gesamten, verfügbaren Wissens bezeichnet. Auf ihren Baustellen stehen Architekten mit Vertretern anderer Disziplinen im Dialog. Aus diesem Grunde empfiehlt Vitruv eine Ausbildung in neun Wissensgebieten, welche die Architektur *schmückend* umlagern. Allerdings macht sich Vitruv keine Illusionen über seine Berufskollegen und weist die Vorstellung eines allwissenden Architekten weit von sich. Eine universelle Meisterschaft werde nur von ganz wenigen Gelehrten (*mathematici*) erreicht, denen die Natur in ausreichendem Maße *sollertia* (Geschicklichkeit) geschenkt habe.⁸ Unter den sieben Gelehrten, die, Vitruv zu Folge, diese Meisterschaft erreicht haben, finden wir Archytas und Eratosthenes, deren Lösungen zur Ermittlung des zweifach geometrischen Mittels der Autor in Buch X zitieren wird.⁹

Von nur einem einzigen Gelehrten behauptet Vitruv, dass ihm *sollertia* in unbegrenztem Ausmaß geschenkt sei. Es handelt sich um Archimedes, von dem überliefert wurde, dass er seine geometrischen Kenntnisse in den Dienst von Syrakus gestellt hatte, um die Stadt zu verteidigen. Dazu erfand er Maschinen, die in der Lage waren, die Kriegsmaschinen der Angreifer hochzuheben. Doch all seine Gelehrsamkeit kam nicht zum Zuge. Archimedes wurde durch das Schwert eines römischen Legionärs getötet. Syrakus fiel in die Hände des römischen Imperiums. Noch geschickter (*sollers*) als der mathematisch gebildete Archimedes war der siegreiche General Marcellus. Als er sich mit den teuflischen Maschinen des Archimedes konfrontiert sah, zog er die Belagerung der Stadt in

die Länge und nutzte die Verhandlungen, um die Stadtmauern von innen zu inspi- zieren. Als er herausfand, dass die Bürger von Syrakus das Artemis-Fest regelmäßig mit einem großen Gelage begehen, griff er die Stadt am Morgen nach dem Fest an und nahm sie ein.¹⁰

Die Römer kannten für solcherart Kriegslist lange nur das Wort *fraus* – Betrug.¹¹ Cäsar benutzte es, um die Strategie der Bürger von Marseilles zu charakterisieren, die im Jahre –49 eine Waffenruhe aushandelten, um dann, an einem windigen Tag zur Zeit der Siesta, die römischen Kriegsmaschinen in Brand zu setzen.¹² Die Römer reagierten darauf mit Kunstfertigkeit, in dem sie ihr Kriegsgerät fortan mit Tonziegeln verkleideten.¹³ Kurz nach dem Erscheinen von *De Architectura* veröffentlichte Frontin ein militärisches Traktat mit dem griechischen Titel *Strategemata*. In der Einleitung des Werkes klärt der Autor seine Leser über den Sinn des Wortes auf. Man habe darunter eine List zu verstehen, welche Geschicklichkeit (*sollertia*) voraussetzt.

Nun könnte man fragen, warum es Sinn macht, sich bei dem Begriff der *sollertia* aufzuhalten. Nicht zuletzt deshalb, weil diese Vokabel den griechischen Begriff der *mêtis* mit positiver Wendung ins Lateinische überträgt. Die *mêtis* weicht ab von der Norm der frontalen Kampfhandlungen. Sie ist die List, dank derer der Schwächere den Stärkeren besiegt. Die Übertragung des Begriffs ins Lateinische ist jedoch mehr als problematisch, da die listige Geschicklichkeit mit dem militärischen Ehrenkodex der römischen Armee unvereinbar ist. Doch der Einsatz einer zunehmend raffinierten Kriegsmaschinerie pervertiert letztlich das Ideal des kämpferischen Wettstreits natürlicher Kräfte. Im Verlauf seines Werkes muss Vitruv die unauflösbare Spannung zwischen *ratio* und *sollertia* aushalten. Nachdem uns der Autor zu Beginn erklärt, dass die Architektur mit dem Wissen enzyklopädischer Disziplinen geschmückt sei, unterscheidet er zwischen theoretischem (*ratiocinatio*)

7
Ibid., Buch I, 1. Kap., 12. Abs.: „Der Inbegriff der sämtlichen Wissenschaften – *encylios disciplinae* – ist gleichsam ein Körper, der aus vielen Gliedern besteht“ (*Encylios enim disciplina uti corpus unum ex his membris composita*)

8
Vitruvius, Buch I, 1. Kap., 17. Abs.

9
Vitruvius, Buch I, 1. Kap., 17. Abs.

10
Ziegler, K., Gärtner, H. (Hrsg.), *Plutarchi vitae parallelae (Das Leben des Marcellus)*, Bd. 2, Fasc. 2,

11
Zur Bedeutung der Begriffe *fraus/sollertia* und der griechischen *mêtis* im römischen Kontext siehe auch die Untersuchungen von Giovanni Brizzi: *Il guerriero, l'oplita, il legionario. Gli eserciti nel mondo classico*. Bologna, 2002 und I sistemi informativi dei Romani. Principi e realtà nell'età delle conquiste oltremare (–218, –168), Wiesbaden, 1982. In Albertis satirischem Werk *Momus* ist *fraus* der Name der Göttin, in den sich Momus verliebt.

12
Julius Cäsar, *Bellum civile*, Buch II, 14: „Währenddessen wartete der Feind den passenden Moment ab, um unter Mißachtung jeglichen Anstands (*hostes sine fide*), eine verräterische und schurkenhafte Tat zu begehen (*occasionem fraudis ac doli quaerunt*)“

15
Ibid. Bk. I,
ch. 1., par. 15.

16
Philon of Byzantium,
Belopoiika, Eng.
translation in Mars-
den, E.W., *Greek and
Roman Artillery:
Technical Treatises*,
Oxford, 1971.

17
Vitruvius, op.cit.,
Bk. X, ch. 10,
par. 1.

18
Ibid., Bk. X,
ch. 11, par. 3.

as follows: "By means of cunning and reason, theory is revealed to us via praxis." While reason can be regarded as the superordinate concept of ancient doctrines of proportion, this type of "cunning praxis" emerges as necessary with regard to phenomena that cannot be accommodated within the order of encyclopedic knowledge. *Sollertia*, then, is the ingenuity upon which we must rely in the border zone between knowledge and non-knowledge. The virtually universal, mathematical cleverness of an Archimedes is only a hair's breadth from the dilemma of the architect who must come to terms with unforeseeable situations that are inaccessible to reason. It remained the prerogative of Archimedes to investigate the entire scope of knowledge. The engineer is entrusted with the task of supervising a given city's fortifications. Yet Vitruvius demands *sollertia* of architects, so that they can be adequately armed for the struggle against the insidiousness of those who disdain rule and knowledge.

Ratio Proportionis: The Doctrine of Proportions as the Core of the Encyclopedia

When Vitruvius concedes that architects cannot master the entire corpus of universal knowledge, he nonetheless insists that they should penetrate to the core problems that are common to all disciplines. They should be capable of conversing in a civilized manner with musicians, geographers, and physicians. "*Id est rationem*,"¹⁵ says Vitruvius, and it is tempting to complete this assertion in the genitive: "*id est rationem proportionis*." This would take us to the ancient theory of proportions, which can be understood as the intersection of all encyclopedic disciplines. While the initial adjectival significance of the word *enkuklios* is "round," "regular," or "periodic," it can also mean "common," "everyday," or "ordinary." In the architectonic order of universal knowledge

proposed by Vitruvius, the theory of proportions is located in the common core area shared by all spheres of knowledge. The outermost edge of this circular architecture of knowledge, conversely, is formed by *sollertia*.

Stretched out between the *ratio proportionis*, the common center of knowledge, and the *infinita sollertia* is the realm of the encyclopedic, which is structured by a plurality of interpenetrating and interlocking proportional relationships. Among these, we find the interrelation of relationships. By means of ever newer ratios, the results of previous operations are corrected. The impressive achievements of ancient doctrines of proportion rest on an understanding of nonlinear phenomena. One instance of this is the above-mentioned double mean proportion ($a/b = b/c = c/d \dots = i/j$). The simplest example of this is a square having the side length x , which is exactly as large as the surface of a rectangle with the sides a and b . The formula $x^2 = ab$ can also be expressed as $a/x = x/b$. In the example of a cube that is to be doubled, $x^3 = ab$, or: $a/x = x/y = y/b$. The deployment of additional triangles by Eratosthenes' calculating machine permits us to derive additional ratios. The path from ancient mathematics to mechanics leads us to coefficients that are introduced for the purpose of correcting proportional ratios. In the case of war machines, Phylon of Byzantium¹⁶ calculated different values for different types of catapults. Since Vitruvius adhered in his treatise to the notion of a general theory of proportions, only simple fractions are found in his text.¹⁷ Like those of the double mean proportion, all complex operations are expressed as absolute numerical values.¹⁸

Should an elementary doctrine of proportions truly exist, one that moreover provided a foundation for the entire encyclopedia, then the task of the specialized fields of knowledge would be to correct the initial proportions, combine

und praktischem Wissen (*fabrica*). Er präzisiert, dass „die Theorie uns hilft, die, durch technische Geschicklichkeit (*sollertia*) und Vernunft (*ratio*) hervor-gebrachten Dinge zu verstehen.“¹⁴ Dieser Satz ließe sich auch wie folgt übersetzen: „Mittels List und Vernunft klärt uns die Theorie über die Praxis auf.“ Während die Vernunft als Oberbegriff antiker Proportionslehren aufgefasst werden kann, ist listiges Vorgehen angesichts jener Phänomene geboten, die sich in der Ordnung des enzyklopädischen Wissens nicht unterbringen lassen. Die *sollertia* wäre somit die Geschicklichkeit, auf die wir uns im Grenzbereich zwischen Wissen und Nicht-Wissen verlassen müssen. Nur um Haaresbreite ist die nahezu universelle, mathematische Klugheit eines Archimedes von der eines Architekten entfernt, der mit unvorhersehbaren Situationen umgehen muss, die der Vernunft unzugänglich sind. Archimedes bleibt es vorbehalten, den gesamten Umfang des Wissens zu erkunden. Den Ingenieuren ist die Aufsicht über die Stadtbefestigung anvertraut. Doch von den Architekten fordert Vitruv *sollertia*, damit sie gerüstet sind für den Kampf gegen die Hinterlist derer, die Regeln und Wissen missachten.

Ratio proportionis:

Die Proportionslehre als Kern der Enzyklopädie

Wenn Vitruv einräumt, dass Architekten nicht den ganzen Korpus des Weltwissens erkunden können, so sollten sie doch zu den Kernproblemen vordringen, die allen Disziplinen gemein sind. Sie sollten im Stande sein, sich gebildet mit Musikern, Geographen und Ärzten zu unterhalten. „*Id est rationem*“¹⁵ heisst es bei Vitruv und wir sind versucht, diese Aussage genitivisch zu vervollständigen: „*id est rationem proportionis*“. Damit wären wir bei der antiken Theorie der Proportionen angelangt, die als Schnittmenge aller enzyklopädischen Disziplinen zu verstehen ist. Während das Wort *enkuklios* in seiner ersten adjektivischen

Bedeutung „rund“, „regelmäßig“ oder „periodisch“ bedeutet, so kann es auch für „gemein“, „alltäglich“ oder „gewöhnlich“ stehen. In der von Vitruv vorgeschlagenen, architektonischen Ordnung des Weltwissens ist die Theorie der Proportionen im gemeinsamen Kernbereich aller Wissensgebiete angesiedelt. Den äußersten Rand dieser kreisförmigen Wissensarchitektur hingegen bildet die *sollertia*. Zwischen *ratio proportionis*, dem gemeinsamen Zentrum des Wissens und der *infinita sollertia* erstreckt sich das Gebiet der Enzyklopädie, das durch eine Vielzahl ineinander verschachtelter Proportionsverhältnisse strukturiert ist. Darunter haben wir ein Relationieren von Relationen zu verstehen. Mittels immer neuer Verhältnisse werden die Ergebnisse vorangegangener Operationen korrigiert. Die großartige Leistung der antiken Proportionslehre beruht auf der Erfassung nicht-linearer Phänomene. Ein Beispiel hierfür ist das bereits erwähnte zweifache geometrische Mittel ($a/b = b/c = c/d \dots = i/j$). Das einfachste Beispiel ist das eines Quadrates mit der Seitenlänge x , welches genau so groß ist, wie die Fläche eines Rechtecks mit den Seiten a und b . Die Formel $x^2 = ab$ lässt sich auch als $a/x = x/b$ ausdrücken. Im Beispiel eines zu verdoppelnden Kubus wäre $x^3 = ab$, oder: $a/x = x/y = y/b$. Durch den Einsatz weiterer Dreiecke in Eratosthenes Rechenmaschine ließen sich weitere Verhältnisse ermitteln. Der Weg von der antiken Mathematik zur Mechanik führt uns zu Koeffizienten, die zur Korrektur der Proportionsverhältnisse eingeführt werden. Für die Konstruktion von Katapulten ermittelte Phylon von Byzanz¹⁶ Werte, die von dem geometrischen Mittel abgezogen werden mussten. Da Vitruv sich in seinem Traktat an die Vorstellung einer allgemeinen Theorie der Proportionen hält, findet man in seiner Schrift nur einfache Brüche.¹⁷ Alle komplizierteren Operationen, wie die des zweifach geometrischen Mittels werden durch absolute Zahlenwerte ausgedrückt.¹⁸

13
ibid., Buch II, 15:
„Rasch wurde mit der Arbeit begonnen. Die nach langer Anstrengung erlittene Niederlage wurde dank der Geschicklichkeit (*sollertia*) und des Mutes (*virtute*) der Truppe schnell überwunden.“

14
Vitruvius, op.cit.,
Bd. I, 1. Kap., 1. Abs.

15
ibid., Bd.I, 1. Kap.,
15. Abs

16
Phylon von Byzanz,
Belopoïka, engl.
Übersetzung in
Marsden, E.W.,
*Greek and Roman
Artillery, Technical
Treatises*, Oxford,
1971

17
Vitruvius, op.cit.,
Buch X, 10. Kap.,
1. Abs.

18
ibid., Buch X,
1. Kap., 3. Abs

19
Dietrich Schulz,
"Zum Kanon des
Polyklets," in
*Hermes, Zeitschrift
für klassische
Philologie*, vol. 83,
Wiesbaden, 1955.
Pliny the Elder,
Naturgeschichte,
Bk. XXXIV, pp.
62-65.

20
Vitruvius, op.cit.,
Bk. I, ch. 2, pgh. 1:
"The essence of the
art of building con-
sists of order (*taxis*),
arrangement (*diath-
esis*), eurythmy
(*eurythmia*), symme-
try (*symmetria*),
propriety (*decor*),
and economy (*distributio*, *oikonomia* in
Greek)."

21
See also the intro-
duction by Pierre
Gros to the Italian
edition of *De Archi-
tectura*, (translated
and with commentary
by Antonio Corso
and Elisa Romano):
"Questa nozione
domina senza riserva
in tutti i volumina,
[...]"

22
Pliny the Elder,
Natural History, Bk.
XXXIV, p. 65 ("Latin
has no word that
corresponds to the
Greek word *symme-
tria*").

Fig. p. 26
Construction scheme
of the content
of *De Architectura*.
Image: Bernard
Cache

Abb. S. 26
Der inhaltliche
Aufbau von
De Architectura.
Bild: Bernard
Cache

them with one another, or endow them with coefficients. And it would require the *sollertia* of an Archimedes in order to acquire mastery in all of these branches of knowledge. Since, however, the universal savant can expect to encounter novel border phenomena in every area of knowledge, those that cannot be grasped rationally, and which evade proportionality, a specific type of ingenuity is called for in each case. *Sollertia*, then, must be understood as a limit concept of encyclopedic knowledge. The notion of a "limit concept" is found already in Schulz in his discussions of the term *kairos*, referring to a new system, mentioned by Pliny in reference to the sculptures of Lysippos, which is not understood.¹⁹

Vitruvius discloses to us an architecture of knowledge that consists of a hard core of elementary proportions, of discipline-specific corrections, of the coefficients *adiectio* or *detractio*, and finally of the most extreme border zone of encyclopedic knowledge, the Archimedean *infinita sollertia*. Within this architecture of knowledge, Vitruvius identifies the specialized field of architectonic knowledge. To do so, he adopts two points of departure: in the first, a somewhat abstract definition clarifies the significance of the three concentric circles of the encyclopedia. In a second definition, Vitruvius presents those disciplines that belong to the knowledge of architecture.

***Symmetria et Proportio:* The Difficulties of the First Definition of Architecture**

Vitruvius's first definition²⁰ remains enigmatic unless one relates the terms discussed there to the central category of *symmetria*, which accompanies the reader throughout the entire treatise.²¹ It would be a mistake to translate the term *symmetria* with the modern word "symmetry." Instead, we are dealing here with a special case of ancient and Greek

mathematics and rationality. Despite the frequent occurrence of symmetrical objects in antiquity, the ancient Greek language offers us no concept that is derived from spatially symmetrical phenomena. In fact, the term *sum-metria* must be understood in its literal meaning. Translated, it means "with measure" (from the Greek: *syn*, "together" and *metron*, "measure", or "with common measure," or "commensurable," as a mathematician would say). In this context, Vitruvius uses the Latin term *com-modulatio*, referring to that which can be related to a common module. In Vitruvian mechanics, we encountered the diameter of a sinew as the basic module of all parts of a catapult. The parts of the temple, meanwhile, are related to the diameter of the lower column segments.

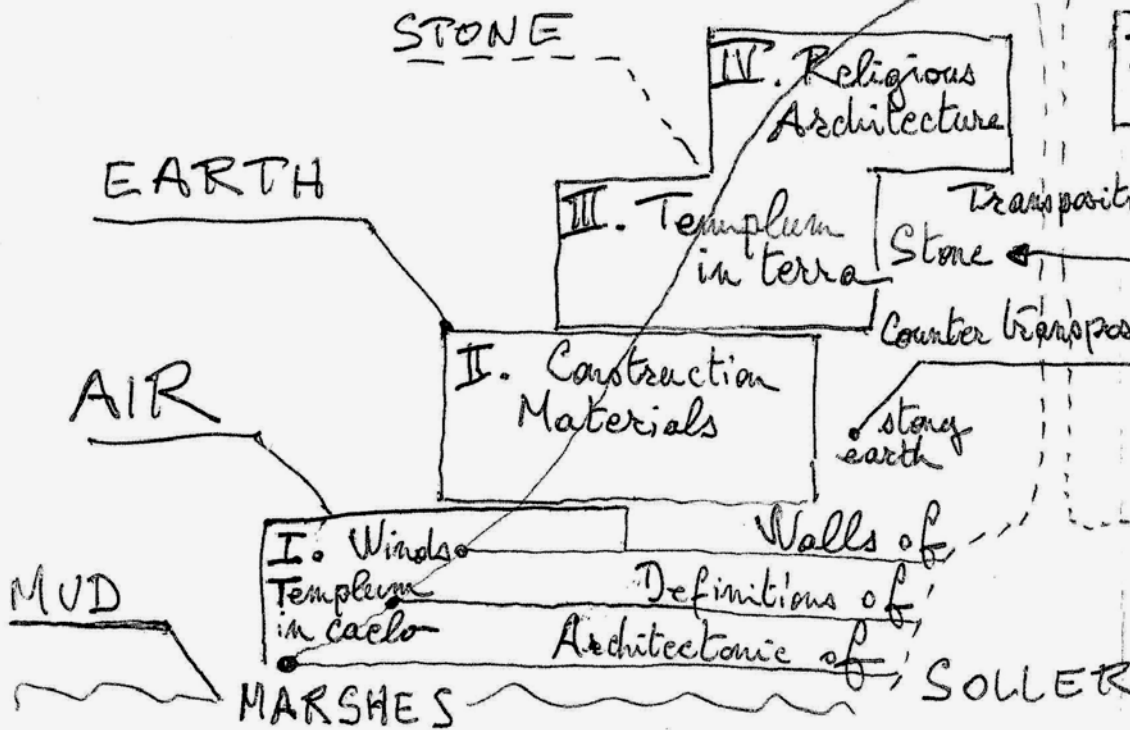
It is hardly surprising that a half-century after Vitruvius, Pliny could still lament: "*non habet latinum nomen symmetria?*"²² This resulted from an extraordinary tour de force of Greek mathematicians. They discovered that two values can exist for which no common measure can be found. In elementary form, we encounter this problem with the figure of a square to which applies that the length of its side and its diagonal are incommensurable. This would not be the case if a segment could be discovered which, multiplied by two whole numbers, could be brought into accord both with the side length and the diagonal. Instead of allowing himself to be discouraged by this impossibility, Eudoxas in 350 BC invented a proportional doctrine designed to solve the problem of incommensurability. Even if no segment could be calculated that corresponded to both, the side length as well as the diagonal of a square, then the relationship between side length and diagonal is nonetheless the same for all squares. The circumstance that although all whole numbers are commensurable, geometric lengths are not necessarily so, prompted the Egyptian Euclid to develop two theories of propor-

Inhaltsverzeichnis		Table	
Der theoretische Rahmen der Bücher und ihrer Kapitel	Der spezifische Inhalt der Bücher und Kapitel	the theoretical framework of books and ch.ers	the specific contents of books and ch.ers
Buch I, Kap. 1: Enzyklopädie = <i>en kuklios</i> Die durch zahlreiche Disziplinen verzierte (<i>oranata</i>) Wissensarchitektur	<i>Mathematici = sollertia</i> Die beiden Begriffe umfassen das Ganze der Enzyklopädie <i>Achitectus = ratio communis</i> Das Basiswissen im Kern der Enzyklopädie	Book I, ch. 1: encyclopaedia = <i>en kuklios</i> the architecture of knowledge equipped (<i>ornata</i>) by various disciplines	mathematics = <i>sollertia</i> Two notions encompassing the whole of the encyclopaedia <i>architectus = ratio communis</i> basic knowledge at the core of the encyclopaedia
Buch I, Kap. 2: Die erste Definition der Architektur als abstrakter Kern der Enzyklopädie	Die Auslegung des Begriffs <i>symmetria</i>	Book I, ch. 2: the first definition of architecture as the abstract core of the encyclopaedia	interpretation of the notion of <i>symmetria</i>
Buch I, Kap. 3: Die zweite Definition der Architektur als konkreter Kernbereich all der Disziplinen, die von Architekten gemeistert und angewandt werden	<i>Aedificatio – Gnomonica – Machinatio</i>	Book I, ch. 3: the second definition of architecture as the specific core of those disciplines that can be mastered and applied by architects	<i>aedificatio – gnomonica – machinatio</i>
Buch I, Kap. 4, 1-4: Stadtgründungen	Distanz zu Sümpfen und deren Fauna	Book I, ch. 4, 1– 4: foundation of towns	Distance form the swamps and its fauna
Buch I, Kap. 4, 5: Anspielung auf die <i>principa</i> der Physik	Die Winde / Der Turm der Winde : – regelmäßiges, dem Kreis eingeschriebenes Oktogon – Bezug zur zweiten Definition der Architektur	Book I, ch. 4, 5: allusion to the <i>principa</i> of ancient physics	winds / The Tower of the Winds: – regular octogon within a cercle – epitome of the second definition of architecture
Buch I, Kap. 5-7: Bestimmung des Ortes der Architektur – Die Stadt	Stadtbesfestigungen – Straßenverläufe – Pomerium	Book I, ch. 5-7: designation of the place of architecture – the town	fortifications – the course of streets – pomerium
Buch II, Kap. 2, 1: Erste ausführliche Darstellung der Elemente-Theorie	Baumaterialien: Irdene und hölzerne Stoffe	Book II, ch. 2, 1: first detailed synopsis of the ancien theory of elements	building materials: earthen and wooden substances
Buch III und IV: <i>Aedificatio</i>	Sakrale Architektur: (Versteinerung) Zivile Architektur: – öffentliche Bauten (Buch V) – private Bauten (Buch VI)	Books III and IV: <i>aedificatio</i>	sacred architecture: (petrification) civil architecture : – public buildings (Book V) – private buildings (Book VI)
Buch VII: Abriss zur Wandmalerei = Der Bereich des Möglichen	Oberflächenausführung : Der Marmor, die Pigmente	Book VII: precis on murals paintings = the realm of possibility	treatment of surfaces : marble and pigments
Buch VIII (Vorwort), Kap. 1-4: Zweite ausführliche Darstellung der Elemente-Theorie	Das Wasser, die Quellen, der Bau von Wasserleitungen	Book VIII (Introduction), ch. 1– 4: second detailed synopsis of ancient theory of the elements	water, sources, construction of aqueducts
Buch IX: Astronomie – Die Sonne, brennende Himmelskörper	Gnomonik – Der Bau von Sonnenuhren	Book IX: astronomy – the sun, luminaries (fire)	the construction of sundials
Buch X: Die Maschine als Gefüge von Holzteilen = <i>materia</i>	Zivile Mechanik, Mechanik von Kriegsmaschinen	Book X: the machine as an arrangement of wooden parts = <i>materia</i>	civil engineering, mechanics of war machines
Ende des Buches X: Verteidigung / Überwindung der Befestigungsanlagen	Stinkender Morast	End of Book X: defense, surmounting fortifications	nauseous mire

MARSHES

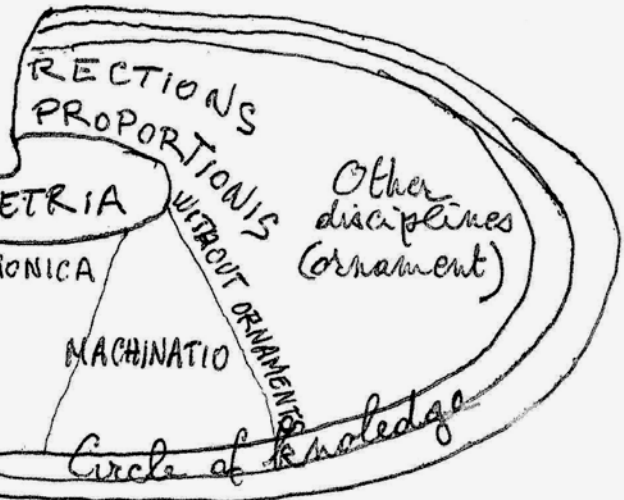


RATIO
PROPORTION
(SYMMETRI)



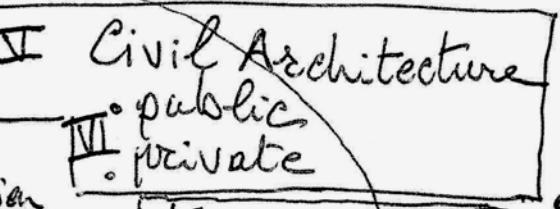
ERTIA

11

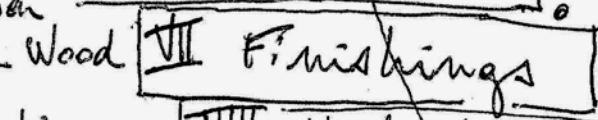


MIRE

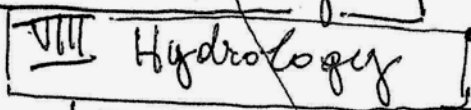
IS
A)



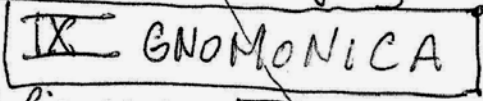
WOOD
PIGMENTS



WATER

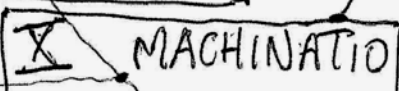
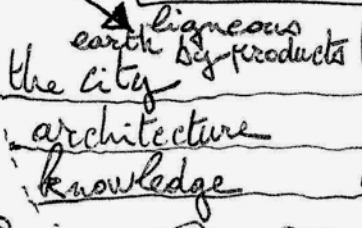


FIRE



MATERIA

Wood, tendons, hairs



STERCUS

Templum sub terra

TIA

MIRE

23

To be sure, Eudoxas is cited in Bk. IX, ch. 6., but not for his theory of proportions, and instead for contributions to astronomy.

24

For example in the case of the calculation of the cubic root for catapults: "Hence their principle is not easy for everybody, but only for those who have knowledge of the geometrical principles employed in calculation and in multiplication." (*De Architectura*, Bk. X, ch. 11, par. 1).

25

Vitruvius, op.cit., Bk. III, ch. 1, par. 1.

tion. The first theory is found in Euclid's Book VII, which deals with arithmetic; the second theory, inspired directly by Eudoxas, is found in Book V, which deals with geometry. Ever since Euclid, proportion and commensurability have been clearly distinguished from one another, and Pliny was justified in asserting that the Latin *proportio* could not be used to translate the Greek *symmetria*.

Astonishingly, Vitruvius cites all of the savants of antiquity with the exception of Euclid, the most important of them.²³ Euclid's work contains nowhere near the number of theorems assembled by Archimedes. The Egyptian mathematician is nonetheless important by virtue of the logical structure he developed for mathematics in the sense of an architecture of knowledge, one whose encyclopedic theoretical edifice rests upon a small number of basic assumptions. How to explain Euclid's absence from Vitruvius's treatise? Among Vitruvius's objectives was to assign a place for the knowledge of architecture within the encyclopedia. Might Euclid's absence be due to Vitruvius's incompetence in mathematics? And if we attribute this absent to incompetence, then to what degree? Did Vitruvius wish to spare his readers the exertions of following mathematical arguments? Then why not also spare his readers the works of Archimedes, whose presence must have overtaxed his imperial dedicatee no less? The most plausible explanation for Euclid's absence may be related to the competition between a number of different doctrines of proportion, among which Vitruvius chose the one most consistent with his mathematical training. Presumably, this one goes back to Eratosthenes, whom Vitruvius cites many times, and who is known for his work on the geometric mean. Unfortunate, Eratosthenes' principal work, the *Platonikos*, has not survived.

As we can confirm by surveying Book V of Euclid's *Elements*, Eudoxas's

theory of proportion is so complex that Vitruvius spared his reader by omitting it. Whenever difficult questions related to symmetry—or, more precisely, to incommensurability—surface, Vitruvius recommends geometric tricks.²⁴ In this way, Vitruvius hopes to slip with impunity from the concept of commensurability to that of proportion. This is particularly conspicuous in sentences such as the following: "The structuring of religious buildings is based on *symmetria*, whose principles the architect must observe carefully. *Symmetria* develops from *proportio*, called *analogia* in Greek. *Proportio* means the *commodulatio* [commensurability] of all components making up the building as a whole. It is obtained by a certain unit necessary for the regualtion of the modular proportions—the *symmetriarum*. Without *symmetria* and *proportione*, the rational construction [*rationem*] of temples is inconceivable."²⁵

In his first definition of architecture, and disregarding the difficulties that emerge here, Vitruvius explains his discipline-specific understanding of the concept of symmetry. In the chapter on *dispositio*, he explores the correspondences between ground plan and elevation, as represented by means of a proportional system of measurement (*modice*). On the topic of *eurythmia*, he considers proportions in three dimensions. The decoration and the organization of the ground plan determine the relationship of the building to its functions and its use. Concerning *ordinatio*, the subdivision of the building, we can presume that by the Greek term *taxis*, Vitruvius understands something coming very close to our use of the term "symmetry." Yet in Vitruvius's time, there still existed no precise term referring to mirror symmetry.

Sollte es tatsächlich eine elementare Proportionslehre geben, die der gesamten Enzyklopädie zugrunde liegt, so wäre es Aufgabe der spezielleren Wissensgebiete, die allgemeinen Proportionen zu korrigieren, miteinander zu kombinieren oder mit Koeffizienten zu versehen. Und es bedürfte der *sollertia* eines Archimedes, um in all diesen Wissenszweigen eine Meisterschaft zu erwerben. Da jedoch den Universalgelehrten in jedem Gebiet neue Grenzphänomene erwarten, die nicht mehr verstandesmäßig zu erfassen sind und sich der Verhältnismäßigkeit entziehen, ist jeweils eine spezifische Geschicklichkeit gefragt. Die *sollertia* muss daher als Grenz begriff des enzyklopädischen Wissens verstanden werden. Das Konzept des Grenz begriffs finden wir schon bei Schulz und seinen Ausführungen zu dem Begriff *kairos* und dem unergründlichen Proportionssystem, welches Plinius im Zusammenhang mit den Skulpturen von Lysippe erwähnt.¹⁹

Vitruv eröffnet uns eine Wissensarchitektur, bestehend aus einem harten Kern elementarer Proportionen, aus fachspezifischen Korrekturen, aus den Koeffizienten *adiectio* bzw. *detractio* und schließlich aus dem äußersten Grenzbereich des enzyklopädischen Wissens, der archimedischen *infinita sollertia*. Innerhalb dieser Wissensarchitektur weist Vitruv den speziellen Bereich des architektonischen Wissens aus. Dazu wählt der Autor zwei Ansätze: In einer ersten, eher abstrakten Definition wird die Bedeutung der drei konzentrischen Kreise der Enzyklopädie erklärt. In einer zweiten Definition stellt Vitruv jene Disziplinen vor, die zum Wissen der Architektur zu rechnen sind.

Symmetria et proportio: Die Schwierigkeiten der ersten Definition der Architektur

Vitruvs erste Definition²⁰ bleibt rätselhaft, wenn man die dort erwähnten

Begriffe nicht auf die zentrale Kategorie der *symmetria* bezieht, die den Leser im Verlauf der gesamten Schrift begleitet.²¹ Es wäre verfehlt den Begriff der *symmetria* mit dem modernen Wort Symmetrie zu übersetzen. Vielmehr handelt es sich hier um einen Sonderfall der antiken, griechischen Mathematik und Vernunft. Trotz des gehäuftem Vorkommens symmetrischer Objekte, bietet uns das Altgriechische keine Begrifflichkeit, die sich aus dem räumlichen Phänomen ableitet. Tatsächlich muss man *sum-metria* in der wortwörtlichen Bedeutung verstehen. Übersetzt hieße das „mit Maß“, von griech.: *syn* „zusammen“ und *metron* „Maß“ bzw. „mit gemeinsamen Maß“, oder „kommensurabel“ wie Mathematiker sagen würden. Vitruv benutzt hierfür den lateinischen Begriff *commodulatio*, der das bezeichnet, was sich auf ein gemeinsames Modul bezieht. In der Vitruv'schen Mechanik hatten wir den Sehnendurchmesser als das Grundmodul aller Teile des Katapultes kennengelernt. Die Teile des Tempels beziehen sich auf den Durchmesser der unteren Säulensegmente.

Ist es nicht erstaunlich dass Plinius ein halbes Jahrhundert nach Vitruv noch beklagt: „*non habet latinum nomen symmetria*“?²² Das rührt daher, dass die Mathematiker griechischer Sprache Zweierlei bewältigten. Sie haben entdeckt, dass es zwei Größen geben kann, für die sich kein gemeinsames Maß finden lässt. In elementarer Form taucht dieses Problem bei Quadraten auf, für die gilt, dass das Verhältnis von Quadratseite und Diagonale inkommensurabel ist. Dem wäre nicht so, wenn man eine Strecke fände, die nach Multiplikation mit zwei ganzen Zahlen sowohl mit der Seitenlänge als auch mit der Länge der Diagonale übereinstimmen würde. Anstatt sich von dieser Unmöglichkeit entmutigen zu lassen, erfand Eudoxas im Jahre –350 die Proportionslehre, um das Problem der Inkommensurabilität zu lösen. Wenn sich keine Strecke ermitteln lässt, die sowohl der Seiten-

19
Schulz, Dietrich, „Zum Kanon des Polyklets“, in: *Hermes, Zeitschrift für klassische Philologie*, Bd. 83, Wiesbaden, 1955; Plinius der Ältere, *Naturgeschichte*, Buch XXXIV, S. 62–65

20
Vitruv, op.cit., Buch I, 2. Kap., 1. Abs: „Das Wesen der Baukunst besteht aus der Anordnung (griech. *taxis*), aus der Einrichtung (griech. *diathesis*), aus Übereinstimmung (griech. *eurythmia*), aus Ebenmaß (griech. *symmetria*), aus Schicklichkeit (*decor*), und aus Einteilung (distributio, griech. *oikonomia*)“.

21
Siehe hierzu auch die Einleitung von Pierre Gros zur italienischen Ausgabe von *De Architectura* (übersetzt und kommentiert von Antonio Corso und Elisa Romano) „Questa nozione domina senza riserva in tutti i volumina, [...]“

22
Plinius der Ältere, *Naturgeschichte*, Buch XXXIV, S. 65 („Die lateinische Sprache kennt kein Wort, welches dem griechischen Wort der *symmetria* entspräche.“)

**The Second Definition
of Architecture: *Aedificatio* —
Gnomonica — *Machinatio***

26
ibid., Bk. I, ch. 3,
par. 1.

27
ibid., Bk. I, ch. 1,
par. 4; to be sure,
Vitruvius had previ-
ously mentioned
the Minerva Temple
in Pirene. It is cited,
however, only in
order to introduce
Pytheos, the temple's
architect.

Vitruvius soon passes on to a more concrete definition of architecture, albeit one that is no less astonishing: “There are three departments of architecture: the art of building (*aedificatio*), the making of sundials (*gnomonica*), and the construction of machinery (*machinatio*).”²⁶ It is worth observing that mechanics is by no means treated parenthetically in Vitruvius’s treatise, but is instead dealt with as exhaustively as the construction of buildings. To be sure, only Book X is devoted to mechanics. Nonetheless, this book is more comprehensive than Books III and IV combined, both devoted to the building of temples. Vitruvius’s second definition is embodied in a building, one mentioned at the beginning of the treatise.²⁷ This building is the Tower of the Winds, erected in Athens around 100 BC by Andronicus of Cyrrhus. Found on each wall of the octagonal structure is a sundial. Formerly attached to the rear of the building was a cylindrical reservoir. Set into motion via the flowing water was a buoyant element located in the building’s interior, which was connected to a massive bronze disc. This disc was an anaphoric clock, which besides indicating the time of day also registered the precise moment when the heavenly bodies rose and set. The Tower of the Winds embodied the following areas of knowledge: to begin with, it was a building (*aedificatio*); second, it incorporated eight plane surfaces and a cylindrical sundial (*gnomonica*); third, it accommodated a complex machine (*machinatio*). The Tower of the Winds, then, confirms the tripartite structure of Vitruvius’s second definition of architecture, consisting of *aedificatio*, *gnomonica*, and *machinatio*. Although Vitruvius elaborates only upon the manner of functioning of the weathervane set on the roof, the building as a whole

can be regarded as a machine. Not as a “machine for living” in the Corbusian sense, but instead in the sense of an information machine of the kind designed by Toyo Ito in Tokyo. The last mentioned building, incidentally, shares its name with the Tower in Athens, of whose existence Ito was unaware (according to his own testimony), when creating his own.

Andronicus’s Tower of the Winds constitutes the built précis of Vitruvius’s treatise. Devoted to *aedificatio*, the construction of religious and profane buildings, are Books III to VII; *gnomonica*, encompassing the construction of sundials and hydraulic clocks, is treated in Book IX; *machinatio*, that is, the construction of machines for civil and military purposes, is presented in Book X. Yawning between these are gaps that we will now attempt to close via a more detailed investigation of Vitruvius’s table of contents.

Following his dedicatory text, Vitruvius introduces his encyclopedic architecture of knowledge, whose disciplines are arranged concentrically around a core that consists of the elementary doctrine of proportions. After this general introduction, Vitruvius defines the scope of architectonic knowledge. While Vitruvius’s first definition deals only with symmetry in the special context of *aedificatio*, the second definition involves the two supplemental disciplines of *gnomonica* and *machinatio*. Since Vitruvius’s elucidations of the architecture of knowledge oscillate between the two definitions, it is indispensable to elaborate on the relevant objects themselves, which is to say, the building, sundials, and machines. All of these objects are found in cities—which is why the treatise begins by focusing on the factors that must be considered in laying the down the foundations of towns, and in particular in configuring street networks, erecting fortifications, and constructing temples both within and outside of the city’s limits.

wie der Diagonalenlänge eines Quadrates entspricht, so ist doch immerhin das Verhältnis von Seitenlänge zu Diagonale bei allen Quadraten das gleiche. Die Tatsache, dass zwar alle ganzen Zahlen, nicht aber alle geometrischen Längen kommensurabel sind, veranlasste den Ägypter Euklid, zwei Proportionstheorien zu entwickeln. Die erste finden wir in Euklids Buch VII über Arithmetik; die zweite, unmittelbar von Eudoxas inspirierte Theorie befindet sich im Buch V zur Geometrie. Seit Euklid sind Proportion und Kommensurabilität klar voneinander unterschieden und Plinius hat Recht, wenn er feststellt, dass das lateinische *proportio* nicht als Übersetzung des griechischen *symmetria* herhalten kann.

Erstaunlicherweise zitiert Vitruv alle Gelehrten der Antike bis auf Euklid, den bedeutendsten unter ihnen.²³ Wir finden zwar in Euklids Werk bei weitem nicht die Anzahl der von Archimedes aufgestellten Theoreme. Bedeutend ist der ägyptische Mathematiker jedoch aufgrund des von ihm entwickelten logischen Aufbaus der Mathematik im Sinne einer Wissensarchitektur, dessen enzyklopädisches Theoriegebäude sich auf eine kleine Anzahl von Grundannahmen stützt. Wie lässt sich Euklids Abwesenheit im vitruv'schen Traktat erklären? Es gehört doch zu den Zielen des Autors, dem Wissen der Architektur einen Platz innerhalb der Enzyklopädie zuzuweisen. Sollte Vitruvs mathematische Inkompetenz der Grund für das Fehlen von Euklids sein? Wenn wir Inkompetenz annehmen müssen, dann bis zu welchem Grad? Wollte Vitruv seinen Lesern die Strapazen des Nachvollzugs mathematischer Beweise ersparen? Doch warum erspart er ihnen dann nicht auch die Werke von Archimedes, mit denen er seine Auftraggeber sicherlich nicht weniger überforderte? Der plausibelste Grund für Euklids Abwesenheit mag mit der Konkurrenz mehrerer Proportionslehren zu tun haben, aus denen Vitruv die auswählte, die seiner mathematischen Ausbildung entsprach.

Sie geht vermutlich auf Eratosthenes zurück, den Vitruv mehrere Male zitiert und der für seine Arbeiten zum geometrischen Mittel bekannt war. Eratosthenes Hauptwerk, der „Platonikos“, ist leider verschollen.

Wie man in Buch V von Euklids Elementen feststellen kann, ist Eudoxas Proportionstheorie so komplex, dass Vitruv seine Leser damit verschont. Immer dann, wenn schwierige Fragen der Symmetrie, genauer gesagt, der Inkommensurabilität auftauchen, empfiehlt uns Vitruv geometrische Kunstgriffe.²⁴ So hofft Vitruv, sich ungestraft vom Begriff der Kommensurabilität zu dem der Proportion hangeln zu können. Das fällt besonders in Sätzen wie diesem auf: „Die Unterteilung von religiösen Bauten basiert auf *symmetria*, deren Prinzipien die Architekten mit größter Sorgfalt befolgen müssen. Die *symmetria* entwickelt sich aus der *proportio*, die im Griechischen *analogia* genannt wird. Die *proportio* beruht auf der *commodulatio* (Kommensurabilität) aller Komponenten, aus denen sich das Ganze eines Werkes zusammensetzt. Unter Verwendung einer bestimmten Einheit lassen sich die modularen Verhältnisse – *symmetriarum* – ermitteln. Ohne *symmetria* und *proportione* ist kein vernünftiger Aufbau (*rationem*) von Tempeln vorstellbar.“²⁵

Ungeachtet der hier zu Tage tretenden Schwierigkeiten erläutert Vitruv in seiner ersten Definition der Architektur, sein fachbezogenes Verständnis des Symmetriebegriffs. Im Kapitel zur *dispositio* geht der Autor auf die Verhältnisse von Grund- und Aufriss ein, welche mittels eines proportionalen, maßstäblichen Systems (*modice*) dargestellt werden. Zum Thema *eurythmia* betrachtet er die Proportionen in drei Dimensionen. Die Dekoration und Grundrissorganisation bestimmen das Verhältnis des Bauwerkes zu seinen Funktionen und zum Gebrauch. Was die *ordinatio*, die Gliederung des Baus angeht, so könnte man vermuten,

23

Eudoxas wird zwar in Buch IX, 6. Kap. zitiert, doch nicht auf Grund seiner Proportionstheorie, sondern wegen seiner Arbeiten zur Astronomie.

24

So beispielsweise bei der Berechnung der Kubikwurzel für Wurfgeschosse: „Die Berechnung ist nicht allen zugänglich, sondern denen vorbehalten, die über das Wissen der Geometrie, der Zahlen und ihrer Verhältnisse verfügen.“ (*De Architectura*, Buch X, Kap.11, Abs. 1)

25

Vitruvius, op.cit., Buch III, Kap. 1, Abs. 1

Templum In Caelo: The Subdivision of the Heavens

28
See Vitruvius, op.cit., Bk. I, ch. 4, par. 9, as well as Cicero, *De divinatione*, II, XIII, 30 and II, XXVI, 57. Cited consistently in order to endow the examination of animal entrails with a rationalistic turn is Democritus. 29 Vitruvius, op.cit., Bk. I, ch.2, par. 7.

29
Vitruvius, op.cit., Bk. I, ch.2, par. 7.

30
Varro, *De lingua latina*, Bk. VII, pgh. 6, "*Templum tribus modis dicitur: ab natura, ab auspiciando, a similitudine; natura in caelo, ab auspiciis in terra, a similitudine sub terra.*" (The word *templum* is used in two senses. It refers to the composition of the soil, to the auspices concerning the ground, and to the similarities found beneath the earth.)

31
Vitruvius, op.cit., Bk. I, ch. 4, par. 1.

32
Aristoteles, *Metaphysics*, Bk. A, 983b, 7-984a17 ("The Material Substrate").

According to Roman tradition, two rites must be observed when founding a new city, namely the haruspices and the auspices. Vitruvius describes in great detail how the haruspices examine animal entrails, explaining that a healthy liver is regarded as a reliable indicator of the presence of quality pasturelands. This means that in this matter, it is possible to do without divine providence.²⁸ Provided a given location inflicts no damage to animals, it is permissible to settle people there. Very similar arguments are presented concerning the natural advantages of places where religious buildings are to be erected. Temple complexes in honor of Aesculapius, for example, were erected at locations known for their health-giving effects. If such a location proved beneficial in healing the sick, then it would not be difficult in retrospect to attribute this to divine causes.²⁹ But the most important founding ritual—one also mentioned in the Roman founding legends—is the observation of the flight of birds. Even before Romulus and Remus were able to count the number of vultures, they had to divide the heavens into four quadrants in order to determine which were favored by these birds of the gods. According to Varron, the word *templum* must be understood as the gesture that subdivides the heavens in this way, and which must precedes every construction.³⁰ Vitruvius presents the Tower of the Winds at the beginning of his treatise, because as a mechanical *templum in caelo*, it replaces such divine forecasting. The tower is crowned by a weathervane in the shape of a bronze triton, whose trident subdivides the heavens into four regions. By mean of a wind rose, up to eight zones could be distinguished, which served Vitruvius as a basis for orienting the urban street grid.

While Vitruvius's text is marked by numerous omissions, it is certainly not

haphazard. Remarkably, while he devotes two books to the construction of temples, he never explains which cults are being honored. In general, he displays an utter remoteness from religious concerns, advocating a profoundly materialist point of view.

The Six Explications of the Theory of the Elements

Since Vitruvius literally throws the ancient rites of the haruspices and the auspices to the winds, there remains only one piece of advice regarding choice of location: that one should build far from swamplands. According to well-established ancient ideas, the indefinable mire of swampy territories forms a suitable soil for a type of worm named by the author, one that thrives in with heat and wind.³⁰

Vitruvius sketches a theory of the elements, one that is consistent with the general theories of nature proposed by his predecessors. Such theories had been published under the Greek title *Peri physis*, or in Latin as *De natura rerum*. And although these theoreticians may have disagreed about the number and properties of the basic physical elements, they all agreed that the world was the result of an autonomous process of evolution that proceeded independently of any demiurgic interventions, and hence in ways that departed from Platonic ideas. In three different passages, Vitruvius returns to this model of nature, which was borrowed from the *Metaphysics* of Aristotle.³² The propositions contained in the latter work drew upon Empedocles's teachings on nature, with its system of elements, namely earth, water, air, and fire. But Vitruvius also cites authors such as Democritus, Epicurus, and Lucretius, all of whom shared the conviction that the elements consisted of invisible particles known as atoms. Vitruvius also mentions the astronomical theory of Euripides, whose master Anaxagoras drew Plato's ire by

dass Vitruv unter dem griechischen Begriff der *taxis* etwas versteht, was unserem Symmetriebegriff sehr nahe kommt. Doch für „Symmetrie“ im Sinne einer Spiegelbildlichkeit gibt es zu Vitruvs Zeit noch keinen präzisen Begriff.

Die zweite Definition der Architektur: *Aedificatio–Gnomonica–Machinatio*

Vitruv geht sogleich zu einer konkreteren Definition von Architektur über, die nicht weniger erstaunlich ist: „Die Architektur, so der Autor, umfasst drei Teile: die Konstruktion von Bauten, die Lehre von den Sonnenuhren und die Mechanik.“²⁶ *Aedificatio*, *gnomonica* und *machinatio*, wobei zu bemerken wäre, dass die Mechanik in Vitruvs Schrift keineswegs beiläufig, sondern ebenso eingehend behandelt wird, wie die Konstruktion von Gebäuden. Zwar widmet der Autor der Mechanik nur das eine Buch X, welches jedoch umfangreicher ist als die, dem Tempelbau gewidmeten Bücher III und IV zusammen. Die zweite vitruv'sche Definition wird durch ein Gebäude verkörpert, das im Traktat an erster Stelle steht.²⁷ Es handelt sich um den Turm der Winde, der in Athen in der Zeit um –100 durch Andronikos von Kyrros errichtet wurde. Auf allen, über dem achteckigen Grundriss errichteten Mauern befinden sich Sonnenuhren. An der Rückseite des Bauwerkes war früher ein zylindrisches Reservoir angebracht. Durch den Abfluss des Wassers wurde ein im Innern des Baus befindlicher Auftriebskörper in Bewegung gebracht, welcher mit einer gewaltigen Bronzescheibe verbunden war. Diese Scheibe war eine anaphorische Uhr, die neben der Tageszeit auch die genauen Zeitpunkte von Sonnenauf- und untergängen angeben konnte. Der Turm der Winde verweist auf folgende Wissensgebiete: Erstens handelt es sich um ein Bauwerk (*aedificatio*). Zweitens trägt der Turm 8 plane Sonnenuhren sowie eine zylindrische (*gnomonica*). Und drittens

beherbergt der Turm eine komplexe Maschine (*machinatio*). Der Turm der Winde bestätigt somit die Dreigliedrigkeit von Vitruvs zweiter Definition bestehend aus *aedificatio*, *gnomonica* und *machinatio*. Obwohl Vitruv nur die Funktionsweise der Wetterfahne auf dem Dach des Turmes eingeht, kann man das gesamte Bauwerk als eine Maschine auffassen. Nicht als Wohnmaschine, im Sinne von Le Corbusier, sondern eher als eine Informationsmaschine, wie von der Art wie sie Toyo Ito in Tokyo entworfen hat. Letztere trägt übrigens den gleichen Namen wie der Athener Turm der Winde, von dessen Existenz Ito nach eigenem Bekunden nichts wusste.

Der Turm der Winde von Andronikos ist die gebaute Inhaltsangabe von Vitruvs Traktat. Auf die *aedificatio*, die Konstruktion religiöser und profaner Bauten entfallen die Bücher III bis VII; die *gnomonica* mit dem Bau von Sonnen- und hydraulischen Uhren ist Gegenstand des Buches IX; die *machinatio*, bzw., der Bau von Maschinen für zivile und militärische Nutzung wird in Buch X vorgestellt. Dazwischen klaffen Lücken, die wir nun durch eine nähere Untersuchung von Vitruvs Inhaltsverzeichnis schließen müssen.

Nach seiner Dankesrede hat uns Vitruv die enzyklopädische Wissensarchitektur vorgestellt, deren Disziplinen konzentrisch um den Kern einer elementaren Proportionslehre angesiedelt sind. Nach dieser allgemeinen Einführung definiert der Autor den Umfang des architektonischen Wissensgebietes. Während seine erste Definition nur die Symmetrie im besonderen Kontext der *aedificatio* behandelt, begegnen wir in der zweiten Definition den beiden ergänzenden Disziplinen der *gnomonica* und der *machinatio*. Da Vitruvs Ausführungen zur Wissensarchitektur zwischen beiden Definitionen oszillieren, ist es unerlässlich, auf die Objekte selbst, d.h. die Bauwerke, Sonnenuhren und Maschinen einzugehen. All diese Objekte befinden sich in Städten, weshalb Vitruv

26
ibid., Buch I, 3.
Kap., 1. Abs.

27
ibid., Buch I, 6.
Kap., 4. Abs. Vitruv nennt zwar zuvor den Minerva-Tempel in Pirene. Das geschieht jedoch nur, um Pytheos, den Architekten des Tempels vorzustellen.

33
Vitruvius, *op.cit.*,
Bk. I, Ch. 4, par. 5.

34
ibid., Bk. II, Ch. 2,
par. 1.

35
ibid., Bk. VIII, Intro-
duction, par. 1–4.

36
ibid., Bk. VII, ch. 6,
from par. 1 to the
end of Bk. VII.

37
ibid., Bk. IX, ch. 6,
par. 3.

38
Anaxagoras and
Democritus are
mentioned immedi-
ately after Agathar-
cos in the list of
authors whose
writings on architec-
ture were used by
Vitruvius as source
materials. Both are
cited for their work in
optics, which proved
useful in the con-
struction of stages
and scenery.

39
Vitruvius, *op.cit.*,
Bk X, ch. 1, par. 1.

asserting that the stars were not divini-
ties, but instead glowing hunks of stone.

At three points in his treatise, Vitruvius cites ancient theories of the elements, preceded in each instance by a comprehensive discussion of the individual elements. The first such passage is found in Book I, where he discusses the winds as moving forms of the element “air.”³³ In Book II, entirely devoted to materials, the theory of the elements is developed further with reference to “earthen” substances, that is, those produced by the Earth.³⁴ The materials discussed here include stone, sand, lime, bricks, puzzolana, and wood. In the highly idiosyncratic Book VII, which deals with hydrology, Vitruvius tells us how to locate natural springs. Following a description of the qualities and effects of spring water, he informs us about hydraulic engineering. Although Vitruvius demonstrated a degree of mastery in this discipline and was responsible — as reported by Fortin — for introducing a new caliber of waterpipes to Rome, the section on hydraulics is rather brief. This book, however, does not lack an introductory reference to the doctrine of elements, where it is emphasized that this entire book is devoted to the element of water.³⁵ Before each presentation of a specific substance and its phenomenon in the context of architecture, Vitruvius affirms the validity of the materialistic doctrine of the elements.

Besides these three references, Vitruvius’s treatise contains three additional passages that address the choice of materials. The first instance occurs in connection with the books on *aedificatio*. While Books III and IV deal with construction, Book VII contains general references to the treatment of surfaces. Following an elucidation dealing with pavings and wall claddings, we find a brief history of wall painting, before Book VII closes with a list of types of marble and pigment.³⁶ Upon closer inspection, we find that Vitruvius’s discussion of

aedificatio is framed by the two lengthy considerations of materials contained in Books II and VII. Conspicuous in each case is a transition from mineral to organic substances. From stone, we arrive at wood; from marble, to vegetable pigments. Vitruvius presents his theory of architecture as a disquisition on the science of materials. His approach was taken up again a half-century later by Pliny the Elder, who devoted three books to additional art forms such as engraving, painting, marble sculpture, and architecture. Astonishingly, both of these Latin authors proceed from materials to art.

In *De Architectura*, we find an additional passage in which Vitruvius concentrates on a specific material. Book IX, on the manufacture of sundials, begins with a discussion of astronomy. The reader learns that the rays of the sun are emitted by a burning stone, while the moon only reflects these rays.³⁷ Approached via references to Anaxagoras and Democritus is the theory of nature of antiquity: *naturalibus autem rebus*.³⁸ In Book X, finally, the first sentence reads: “A machine consists of the totality of its assembled wooden parts. It can transport great weights efficiently.”³⁹ In this context, the expression referring to the assembled totality of the wooden parts, “*contiens e materia coniunctio*,” represents a link between the introduction and the book’s contents. For mentioned initially in the preface on mechanics are not machines, but instead wooden structures, of the type employed for theater performances in the form of provisional viewing stands or as devices for rotating or hoisting stage sets. Vitruvius had spoken already of such movable equipment in Book V, which deals with stone theater architecture. As a technical science, ancient mechanics stood entirely under the spell of the fascinating apparatuses thanks to which the gods were able to enter and exit theater stages: the *deus ex machina*.

zuerst erläutert, was bei Stadtgründungen und insbesondere der Ausrichtung von Straßennetzen, der Anlage von Befestigungen sowie dem inner- und außerstädtischen Tempelbau zu berücksichtigen ist.

Templum in caelo: Die Unterteilung des Himmels

Bei Neugründungen von Städten mussten, gemäß der römischen Tradition, zwei Riten befolgt werden: die Haruspizien und die Auspizien. Sehr ausführlich erläutert Vitruv, dass bei den Haruspizien Tiergedärm beobachtet wird und dass eine gesunde Leber ein zuverlässiges Indiz für die Güte des Weidelandes ist. Das bedeutet, dass man in dieser Angelegenheit auf göttliche Vorsehung verzichten kann.²⁸ Wenn der Ort den Tieren nicht schadet, kann man dort auch menschliche Wesen ansiedeln. Argumentationen ganz ähnlicher Art legt der Autor vor, wenn es um die natürlichen Vorzüge von Orten geht, an denen religiöse Bauten entstehen sollen. So werden Tempelanlagen zu Ehren von Äskulap an Orten errichtet, die für ihre genesende Wirkung bekannt sind. Kommt es dann an diesem Ort zur Heilung von Kranken, so wird es im Nachhinein nicht schwierig sein, dafür göttliche Ursachen geltend zu machen.²⁹ Doch der wichtigste der Stadtgründungsriten, der auch in der römischen Gründungslegende erwähnt wird, ist die Beobachtung des Vogelfluges. Noch bevor Remus und Romulus die Anzahl der Geier bestimmen konnten, mussten sie den Himmel in vier Bezirke einteilen, um feststellen zu können, welche der Vögel den Göttern gewogen sind. Varro zu Folge ist unter *templum* die, den Himmel unterteilende und jeder Konstruktion vorangestellte Geste zu verstehen.³⁰ Vitruv stellt uns gleich zu Beginn seiner Schrift den Turm der Winde vor, da er als mechanisches *templum in caelo* die göttliche Vorsehung ersetzt. Der Turm ist von Wetterfährnchen in Gestalt einer bronzenen Triton-Statue bekrönt, dessen Stäbchen den Himmel in vier Bereiche

unterteilt. Mittels einer Windrose können bis zu acht Bereiche unterschieden werden, die Vitruv als Grundlage für die Ausrichtungen städtischer Straßenraster dienen.

Vitruvs Schrift ist zwar von vielen Auslassungen geprägt, doch sicher nicht planlos. Es ist bemerkenswert, dass Vitruv zwei seiner Bücher dem Tempelbau widmet ohne den Leser darüber aufzuklären, welchen Kult man darin begehrt. Überhaupt legt der Architekt eine radikale Distanz in religiösen Angelegenheiten an den Tag und vertritt zutiefst materialistische Standpunkte.

Die sechs Erläuterungen zur Theorie der Elemente

Da Vitruv die antiken Riten der Haruspizien und Auspizien buchstäblich in den Wind schlägt, verbleibt nur ein entscheidender Rat zu Standortwahl: dass man nur fern von Sümpfen bauen sollte. Nach gängiger antiker Auffassung war der undefinierbare Schlamm der Sümpfe der geeignete Nährboden für eine, vom Autor erwähnte Art von Würmchen, die bei Hitze und Wind besonders gut gedeihen.³¹

Vitruv skizziert eine Theorie der Elemente, welche an die allgemeinen Naturtheorien seiner Vorgänger anschließt. Diese Theorien wurden unter dem griechischen Titel „*Peri physis*“, oder dem lateinischen „*De natura rerum*“ veröffentlicht. Auch wenn die Theoretiker hinsichtlich der Anzahl und Eigenschaften der physischen Grundelemente unterschiedlicher Auffassung sind, stimmen sie jedoch darin überein, dass die Welt das Ergebnis eines autonomen Evolutionsprozesses ist, der abweichend von platonischen Ideen, unabhängig von demiurgischen Eingriffen verlief. An drei Stellen kommt Vitruv auf dieses, der Metaphysik des Aristoteles entlehnte Naturmodell zurück.³² Dessen Lehrsätze beziehen sich auf die, in der Naturlehre des Empedokles genannten Elemente Erde, Wasser, Luft und Feuer. Vitruv zitiert

28

Hierzu Vitruvius, op.cit., Buch I, 4. Kap., 9. Abs., sowie Cicero, *De divinatione*, Buch II, 13. Abs., 30. Satz und auch Buch II, 26. Abs., 57. Satz. Um der Beobachtung von Tiergedärm eine rationalistischen Wendung zu geben, wird stets Demokrit erwähnt.

29

Vitruvius, op.cit., Buch I, Kap.2, Abs. 7

30

Varro, *De lingua latina*, Buch VII, Abs. 6, „*Templum tribus modis dicitur: ab natura, ab auspicando, a similitudine; natura in caelo, ab auspiciis in terra, a similitudine sub terra.*“

(Das Wort *templum* wird in dreierlei Hinsicht verwendet. Es bezeichnet die Beschaffenheit des Bodens, die Auspizien über dem Erdboden und die Ähnlichkeiten unter der Erde.)

31

Vitruvius, op.cit., Buch I, 4. Kap., 1. Abs.

32

Aristoteles, *Metaphysik*, Buch A, 983b,7-984a17 (Der Stoff und das Substrat)

From *Aedificatio* to *Machinatio*, or: From Stone to Wood

40

Lucretius, *De Natura Rerum*, Bk. V, 95.

41

Vitruvius, *op.cit.*, Bk. X, ch. 1, par. 1.

42

ibid., Bk. IV, ch. 2, par. 3–7, (Doric temple, diastyle, systyle).

Useful in gaining a rational understanding of mechanics is a more precise examination of the science of sundials. Not only did this information machine replace the rites carried out by the augurs; it also rendered visible the rotational movement of the *machina mundi*.⁴⁰ It should be recalled that the first complicated devices of antiquity were mechanical spheres used already in Plato's era to visualize the regular movements of the planets. Not only was knowledge of *gnomonica* applied in the laying out of street networks; it can also be regarded as a preliminary stage of mechanics. The movements of the planets, then, served as a model for mechanical motion.⁴¹ If we exclude the highly specialized book on the science of sundials, then Vitruvius's treatise consists of two large parts, those dealing with *aedificatio* and *machinatio*. Mineral substances are used in the erection of architectural structures, while wood is used in the construction of machinery. Surfacing already in its most general form in Vitruvius's formula: "*machina est contiens e materia coniunctio*" is the term *materia*. In a way similar to the German word "Stoff" (meaning "substance" or "material"), we can distinguish in Vitruvius a concrete and a universal concept of material. Vitruvius's usage of *materia* reveals that he regards wood as the construction material par excellence. This linguistic peculiarity serves as an occasion to reflect again upon the hierarchical relationship that obtains between building *aedificatio* and *machinatio*. This appears all the more advisable in light of the fact that, from today's perspective, the theory of the architectural orders presented in Books III and IV seems like a fossil remains from a very different time. In reading *De Architectura*, one gets the impression that the author is describing temple architecture in terms of self-sufficient objects that have been

converted into stone without ever delving into the cultic functions of such buildings. Temples are presented here as abstract objects that have been neutralized with regard to function. Herein perhaps lies the key to the success of Vitruvius's theories of the classical orders. Detached now from specific functions, they can be transferred to any type of architectural structure. The self-referential and self-enclosed characterization of temple architecture becomes all the more explicit when compared with the discussion of the construction of war machines. While the diameter of an animal sinew—the basic module for war machines—has been derived from the dynamic function of the apparatus and corresponds to the weight of the stone that is to be flung, the module of the temple building—that is to say, the diameter of the lowest column shaft—lacks any external reference.⁴² This module remains unrelated to the building's function, whose modular order it is designed to establish.

When it comes to sacral architecture, Vitruvius is an heir and codifier of the tradition of eastern Hellenic architecture. This can be understood not least as a response to contemporary tendencies. The author here promotes the primordial fable concerning the original derivation of the orders of the columns from hardened footprints. The diameter of a Doric column is said to correspond to a male footprint, that of an Ionic column to a feminine footprint. In both cases, we are dealing with the petrification of human dimensions. Similarly, Vitruvius explains the cornice ornamentation of the temple building as wooden details that have been converted into stone. As unsatisfactory as such theories of material transformation may be, they had a thoroughly practical and apparent equivalent in Roman antiquity. When the first wooden tiers of the Circus Maximus were converted into stone for the benefit of Rome's dignitaries, the common people continued to sit on wooden benches

aber auch Autoren wie Demokrit, Epikur und Lukrez, die alle davon ausgingen, dass die Elemente ihrerseits aus unsichtbaren Teilchen, den Atomen, bestehen. Vitruv erwähnt ebenfalls die astronomische Theorie des Euripides, dessen Lehrmeister Anaxagoras, den Groll Platon auf sich zog, weil er behauptete, dass die Sterne keine Gottheiten, sondern glühende Gesteinsbrocken seien.

Dreimal zitiert Vitruvs Schrift die antiken Elemente-Theorien, die jeweils einer eingehenderen Betrachtung einzelner Elemente vorausgeschickt werden. Die erste Textstelle befindet sich in Buch I, in der uns die Winde als die bewegte Form des Elements „Luft“ vorgestellt werden.³³ In Buch II, das ganz den Materialien gewidmet ist, wird die Elemente-Theorie mit Bezug auf irdene, oder der Erde entwachsene Substanzen weiter ausgebaut.³⁴ Die dort vorkommenden Materialien sind Steine, Sand, Kalk, Backstein, Puzzolan und Holz. Im sehr eigentümlichen Buch VIII zur Hydrologie erklärt uns Vitruv, wie man Quellen ausfindig macht. Nach einer Beschreibung der Qualitäten und Wirkungsweisen von Quellwasser stellt der Autor uns die Werke des Wasserbaus vor. Obwohl Vitruv es in dieser Disziplin zu einiger Meisterschaft gebracht hat und, wie Fortin bezeugt, in Rom einen neuen Wasserleitungstyp eingeführt hat, kommt der Wasserbau etwas zu kurz. Aber in diesem Buch fehlt nicht der einleitende Bezug zur Elemente-Lehre. Der Autor beteuert, dass das gesamte Buch vom Element Wasser handle.³⁵ Vor jeder Ausführung zu spezifischen Substanzen und Phänomenen im Kontext der Architektur bekräftigt Vitruv die Geltung materialistischer Elemente-Lehren.

Neben diesen drei Bezügen finden wir in Vitruvs Traktat drei weitere Stellen, an denen die Wahl des Materials thematisiert wird. Zunächst passiert das im Anschluss an die Bücher zur *aedificatio*. Während sich Buch III und IV mit der Konstruktion befassen, finden wir in Buch VII allgemeine Hinweise zur Ausführung von

Oberflächen. Im Anschluss an Erläuterungen zu Bodenbelägen und Wandbeschichtungen wird eine kurze Geschichte der Wandmalerei vorgestellt, bevor das Buch VII mit einer Auflistung von Marmor- und Pigmentsorten endet.³⁶ Bei genauerer Betrachtung, wird die Virtuv'sche *aedificatio* von zwei längeren Materialbetrachtungen in den Büchern II und VII eingerahmt. Dabei lässt sich stets eine Entwicklung von mineralischen zu organischen Substanzen beobachten. Vom Stein gelangen wir zum Holz; vom Marmor zu pflanzlichen Pigmenten. Vitruv präsentiert uns die Architekturtheorie als eine materialkundliche Abhandlung. Sein Vorgehen wird ein halbes Jahrhundert später von Plinius dem Älteren aufgegriffen, der seine drei Bücher weiteren Künsten wie der Gravur, der Malerei, der Marmorskulptur und der Architektur widmet. Erstaunlicherweise gelangen beide lateinische Autoren über die Materie zur Kunst.

In *De Architectura* finden wir noch eine weitere Passage, in der sich Vitruv auf ein besonderes Material konzentriert. Das Buch IX zur Herstellung von Sonnenuhren beginnt mit einer Abhandlung über Astronomie. Der Leser erfährt, dass die Sonnenstrahlen von einem brennenden Stern entsandt werden, während der Mond die Strahlen nur reflektiert.³⁷ Mit Verweisen auf Anaxagoras und Demokrit wird auch hier die antike Naturtheorie bemüht: *naturalibus autem rebus*.³⁸ Im Buch X schließlich lautet der erste Satz: „Eine Maschine besteht aus einer Gesamtheit zusammengefügter Holzteile. Sie kann auf höchst effiziente Weise Lasten bewegen.“³⁹ Der Ausdruck der gefügten Ganzheit aus Holzteilen „*contiens e materia coniunctio*“ stellt hier das Bindeglied zwischen Einleitung und Inhalt des Buches dar. Denn in der Vorrede zur Mechanik werden zunächst nicht Maschinen, sondern jene Holzbauten erwähnt, die bei Theateraufführungen in Form von provisorischen Zuschauerrängen oder als Hebe- und Drehvorrichtungen für Kulissen zum Einsatz kommen.

33
Vitruvius, op.cit.,
Buch I, Kap. 4,
Abs. 5

34
ibid., Buch II,
2. Kap., 1. Abs.

35
ibid., Buch VIII,
Vorrede Abs.1-4

36
ibid., Buch VII,
6. Kap., vom 1.
Abs. bis zum Ende
von Buch VII

37
ibid. Buch IX, 6.
Kap., 3. Abs.

38
Anaxagoras und
Demokrit werden
gleich nach Aga-
tharcos in der Reihe
der Autoren erwähnt,
deren Schriften zur
Architektur Vitruv
als Quellenmaterial
benutzt hat. Beide
werden wegen ihrer
Werke zur Optik
zitiert, die beim Bau
von Bühnenbildern
von Nutzen sein
können.

39
Vitruvius, op.cit.,
Buch X, 1. Kap.,
1. Abs.

43
 ibid., Bk. II,
 ch. 2, par. 5.

44
 At this point, it should be mentioned that the Latin adjective *mundus* means "clean," "pristine," "pure." As a noun, *mundus* has two meetings: the first is "world," the second the trenches into which clods of earth and sacrificial offerings were thrown during founding rites.

as before. At the same time, the older Italian temples, in particular the Jupiter Temple located on the Capitoline Hill, conserved their wooden tympanums, which rested on stone columns. Although Augustus converted the brick city of Rome into one of marble, the result did not lack for the wooden traces of earlier epochs. The cottage located on the Capitoline Hill in which Romulus was said to have dwelt, was one prominent instance of this.⁴³

It seems far from insignificant that Vitruvius uses a concept of material (*materia*) that accords the status of an original material. Indeed *De Architectura* seems to be permeated by an atmosphere of fundamental opposition toward the imperial project of the transposition of materials. It resists, that is to say, the translation of wood into marble. Indications of this are the thoroughly organic materials—animal sinews and women's hair—that are used to make taut projectile devices. This prompts the question whether one must read *De Architectura* from today's perspective in the spirit of a reversed transposition of materials—that is to say, not from wood to stone, but instead from stone to wood. This would correspond to the path taken by Vitruvius from Book III to Book X, from *aedificatio* to *machinatio*. The presentation of materials in Book II also follows a path from "earthen" to wooden substances. The list of surfacing materials found in Book VII, moreover, begins with marble and concludes with organic pigments.

Only in the Introduction to Book II, which Vitruvius devotes to the materials, are we presented with an anthropological narrative in the style of Lucretius. According to this narrative, the primeval people gathered together after a forest fire that had been ignited by the wind in combination with rubbing branches. After exchanging the first meaningful signs, they resolved to construct the first primitive dwellings. The fact that we encounter such a narrative explication of the original forms of architecture in the

Introduction to Book II, then, is because the materials themselves are the results of constructions. An adherent of the atomistic theories of antiquity, Vitruvius was confronted by the problem that ever since Epicurus, this teaching had forfeited its scientific character in favor of moral postulates. Absent from both the writings of the Epicureans and Lucretius are explanations of the relations of scale between the atoms and the elements they form, and finally between them and visible bodies. Vitruvius, therefore, treats the physical aspects only after arriving at the point where the elements earth, water, air, and fire already exist, and he never investigates the stable proportional links between them. As in the case of swampy regions with their repulsive worms, the materials are available within impure mixtures. Before their emergence, the world found itself in a lamentable condition. Preceding the *mundus* is the *immundus*, the world of impure mixtures.⁴⁴

The List of Materials in *De Architectura*

The table of contents contained in the first surviving architectural treatise can be described as follows: Vitruvius begins with a definition of the encyclopedia. Located in a central position is the general theory of proportions. With this theory as a point of departure, the totality of knowledge then branches out. Concerning Archimedes, we learn that he was in possession of *sollertia* to such a degree that the entire corpus of knowledge of his times was available to him. After the first stage of the Vitruvian architecture of knowledge, the discipline of architecture is defined in two different ways. The guiding idea of *symmetria* is then concretized in three fields of knowledge: *aedificatio*, *gnomonica*, and *machinatio*. Following this stage, one that is decisive for the structure of the treatise as a whole, Vitruvius devotes himself to building in a concrete way. His

Vitruv kam auf die Gerätschaften bereits in Buch V zur steinernen Theaterarchitektur zu sprechen. Als technische Wissenschaft steht die antike Mechanik noch ganz unter dem Zauber faszinierender Apparaturen dank derer die Götter die Theaterbühne betreten und wieder verlassen konnten: *deus ex machina*.

Von der *aedificatio* zur *machinatio* – oder: Vom Stein zum Holz

Zum rationalen Verständnis der Mechanik hilft uns eine genauere Betrachtung der Wissenschaft von den Sonnenuhren weiter. Diese Informationsmaschinen ersetzen nicht nur die Riten der Auguren, sondern machen auch die Drehbewegung der *machina mundi* sichtbar.⁴⁰ Dabei muss man sich ins Gedächtnis rufen, dass die ersten komplizierteren Geräte der Antike mechanische Sphären waren, mit denen man schon zu platonischer Zeit versuchte, die regelmäßigen Planetenbewegungen nachzuvollziehen. Das Wissen der *gnomonica* findet nicht nur bei der Ausrichtung der Straßennetze Anwendung, sondern kann auch als Vorstufe zur Mechanik verstanden werden. Die Planetenbewegungen dienen der Maschinenbewegung als Modell.⁴¹

Nimmt man das sehr spezielle Buch über die Wissenschaft der Sonnenuhren aus der Gesamtbetrachtung heraus, so besteht Vitruvs Werk aus zwei großen Teilen: der *aedificatio* und *machinatio*. Zur Herstellung von Bauwerken bedarf es mineralischer Stoffe; zur Konstruktion von Maschinen werden Hölzer verwandt. In Vitruvs Formulierung „*machina est contiens e materia coniunctio*“ taucht der Begriff *materia* in verallgemeinernder Form auf. Ähnlich wie bei dem deutschen Wort Stoff, kann man bei Vitruv einen konkreten und einen universellen Materialbegriff unterscheiden. Vitruvs Sprachgebrauch gibt zu erkennen, dass für den Autor, Holz das Baumaterial schlechthin ist. Diese sprachliche

Eigenheit soll uns als Anlass dienen, das hierarchische Verhältnis von *aedificatio* und *machinatio* nochmals zu überdenken. Dies scheint um so mehr geboten, da die in den Büchern III und IV vorgetragene Theorie der Säulenordnungen aus heutiger Sicht wie ein fossiles Überbleibsel aus einer anderen Zeit erscheinen muss. Bei der Lektüre von *De Architectura* gewinnt man den Eindruck, der Autor habe die Tempelarchitektur in ihrer steingewordenen Selbstbezüglichkeit beschrieben, ohne überhaupt je auf die kultischen Funktionen der Bauten einzugehen. Die Tempelbauten werden als abstrakte und gebrauchtsneutrale Objekte vorgeführt. Vielleicht liegt darin der Schlüssel zum Erfolg der vitruv'schen Theorie der Ordnungen. Sie können, losgelöst von spezifischen Funktionen, auf jede Art von Bauobjekt übertragen werden. Die selbstreferenzielle Schließung der Tempelarchitektur wird im Vergleich mit der Konstruktion von Kriegsmaschinen überdeutlich. Während der Sehnendurchmesser, das Grundmodul von Kriegsmaschinen, der dynamischen Funktion des Apparates entspricht und vom Gewicht des zu schleudernden Steines abgeleitet ist, hat das Modul des Tempelbaus, d.h. der Durchmesser des unteren Säulenschaftes, keine externe Referenz.⁴² Das Modul bleibt ohne Bezug zur Funktion des Bauwerkes, dessen modulare Ordnung es begründen soll.

Was die sakrale Architektur angeht, beerbt und kodifiziert Vitruv die Tradition ost-hellenischer Architektur. Dies ist nicht zuletzt als Reaktion auf zeitgenössische Tendenzen zu verstehen. Der Autor kolportiert die urgeschichtliche Fabel der zu Folge die Säulenordnungen aus erhärteten Fußabdrücken gewonnen wurden. Der Säulendurchmesser der dorischen Ordnung entspreche einem männlichen; der der ionischen, einem weiblichen Fußabdruck. In beiden Fällen handelt es sich um Versteinerungen menschlicher Maße. Ebenso erklärt uns Vitruv die Ornamente und Gesimse des

⁴⁰ Lukrez, *De Natura Rerum*, Buch V, 95

⁴¹ Vitruvius, op.cit., Buch X, 1. Kap., 1. Abs.

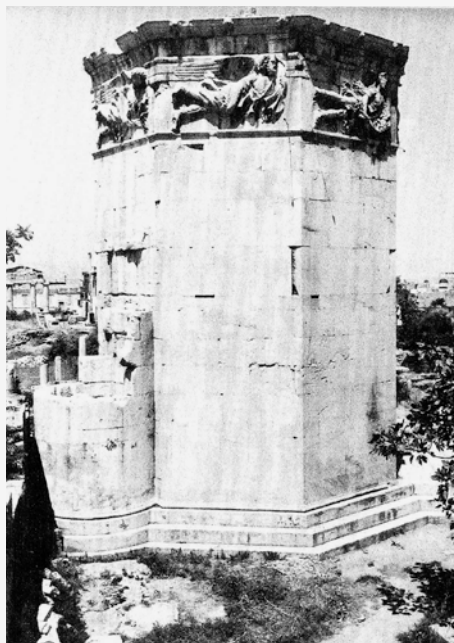
⁴² ibid., Buch IV, 2. Kap., 3.–7. Abs., (Dorische Tempel, Diastyl, Systyl)



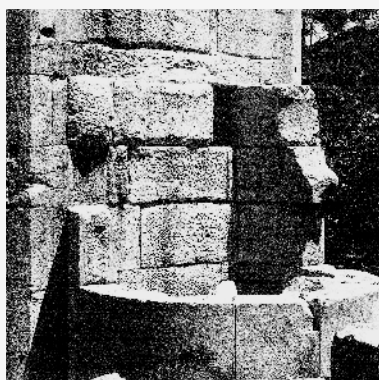
Tower of the winds from north
Nördliche Ansicht des Turms der Winde

The Tower of the Winds of Athens in its actual state. All images in: Joseph V. Noble; Derek J. de Solla Price: "The Water Clock in the Tower of the Winds," *American Journal of Archaeology*, Vol. 72, No. 4 (1968), pp. 345–355

Der Turm der Winde in Athen in seinem heutigen Zustand. Alle Abb. in: Joseph V. Noble; Derek J. de Solla Price: „The Water Clock in the Tower of the Winds,“ in: *American Journal of Archaeology*, Jg. 72, Nr. 4 (1968), S. 345–355



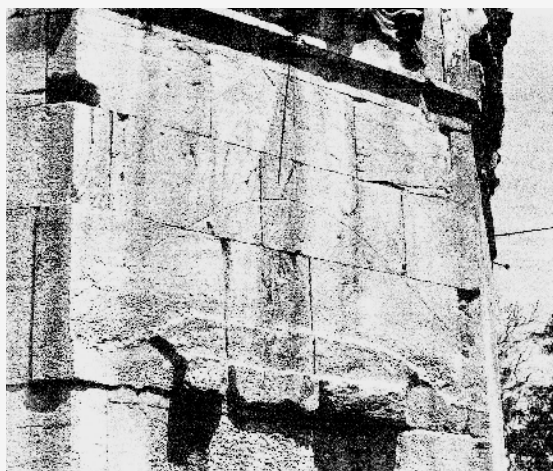
Tower of the winds from southeast
Süd-östliche Ansicht des Turms der Winde



Cylindric water tower with traces of ninth sundial at lower left
Zylindrischer Wasserbehälter mit Spuren der neunten Sonnenuhr im linken unteren Bereich



Interior of octagonal tower with doorway to cylindrical water tower at left
Innenraum des Turms mit oktogonalem Grundriss.
Links im Bild, der Blick auf den Übergang zum zylindrischen Wasserbehälter



Sundial on south wall
Die Sonnenuhr auf der Südseite

The Tower of the Winds was built around 100 BC in Athens by Andronicus of Cyrrhus. Attached to its eight walls were sundials.

Der Turm der Winde wurde um ca. –100 von Andronikos von Kyrros in Athen erbaut. An seinen acht Außenwänden waren Sonnenuhren angebracht.

45
Vitruvius, op.cit.,
Bk. V, ch. 1, par. 2.

46
Vitruvius, op.cit.,
Bk. V, ch. 4,
par. 1.–9.

47
Vitruvius, op.cit.,
Bk. VI, ch. 6,
par. 2

48
Vitruvius, op.cit.,
Bk. X, ch. 3,
par. 6.

49
Vitruvius, op.cit.,
Bk. X, ch. 6.,
par. 5.

50
Vitruvius, op.cit.,
Bk. II, ch. 8,
par. 12.

explication begins with the theory of the physical elements. When towns are founded far from noxious swamplands, neither augurs nor the flight of birds is consulted. The observation of the winds alone suffices to lay out the network of streets. The question of the air and its movements assume a prior-ranking position in the treatise. In a succeeding step, the author arrives at the concrete erection of architecture. With dried lime as his point of departure, Vitruvius begins by discussing the earthen building materials, followed by the various types of wood. Thereafter follow the books devoted to *aedificatio*. These books begin with the most elevated construction task, that of erecting stone temples, whose decoration, however, can be traced back to its origins in building with wood. Beginning with Book V, architecture is divested progressively of its mineral character. The dimensions and proportions of civil architecture are calculated now in ways that are dependent upon location, use, and the number of users.⁴⁵ In the case of stone theater buildings, Vitruvius devotes the greater part of his investigations to the modulation of voices.⁴⁶ With the transition to private houses and farmsteads, Vitruvius emancipates himself progressively from fixed modular orders. The dimensions of building for livestock are calculated by taking into account the sizes of herds.⁴⁷ In the case of rural villa architecture, the vestibule (*fauces*) is calculated with reference to the breadth of the *tablinium*.⁴⁸ Here too, it is necessary to mediate between three values by means of a proportional coefficient. This combination of a number of always variable proportional relationships leads to the circumstance that the sizes of the atria necessarily alter the forms of their ground plans. In Book X in particular⁴⁹ Vitruvius discusses this type of dynamic relationship. After his discussions of construction, Vitruvius passes over to the treatment of surfaces, which is the subject of Book VII. This book concludes with an inventory of the

types of marble, followed by lists of the mineral and finally the organic pigments.

After the element “earth,” *De Architectura* proceeds to “water.” The singular Book VIII, which deals with hydrology, enumerates a number of natural springs whose waters are said to possess wondrous qualities, with the exception of the Spring of Salmacis, which is discussed separately in Book II.⁵⁰ Vitruvius counters the belief that Salmacis is the source of deathly passions, and closes by excluding consideration of libidinous factors. This is followed by Book IX, in which matters of *gnomonica* are explained. It begins with an extended introduction on astronomy in which the variable angles of inclination of sundials are explained. The rotational movements of burning stars supply a model for the movement of the machines discussed in Book X.

***Sollertia*: The Cunning of Reason as Reason’s Shield against Itself?**

Even before Vitruvius arrives at the topic of *machinatio*, he switches materials again, dedicating himself entirely to the *materia* par excellence, namely wood. Suspended in wooden frames are ligaments fashioned from animal sinews and women’s hair. Their dimensions are derived from the cubic root of the weight of the stone that is to be flung, which is multiplied by the coefficients $1+1/10$. We have arrived now at the Roman *ballista*. This catapult consists of a configuration of wooden elements, all of which are related to the machine’s function. Applied in order to derive the proportional relationships of the mechanical parts are the most complex mathematical methods of calculation known in antiquity. The conceptualization of such machinery mobilized the ingenuity of an Archytas and an Eratosthenes, as well as the inexhaustible *sollertia* of an Archimedes. In Vitruvius’s treatise, these crowning achievements on the part of the high technology of antiquity are

Tempelbaus als steingewordene Holzbau-
details. Wie unbefriedigend solche
Stoffwechseltheorien auch sein mögen,
sie hatten im antiken Rom eine durchaus
praktische und augenscheinliche Ent-
sprechung. Als man für die römischen
Honoratioren die ersten hölzernen Ränge
des Zirkus Maximus durch steinerne
ersetzte, saß das gemeine Volk weiterhin
auf Brettern. Gleichzeitig behielten die
alten italischen Tempel, allen voran der
kapitolinische Jupitertempel, ihr hölzernes,
auf Steinsäulen ruhendes Tympanon.
Obwohl Augustus die Backsteinstadt
Rom in eine Marmorstadt verwandelte,
fehlte es nicht an hölzernen Zeugen
früherer Epochen. Die Hütte auf dem
Kapitol, in der angeblich Romulus ge-
wohnt haben soll, war dafür ein pro-
minentes Beispiel.⁴³

Es erscheint uns nicht unerheblich,
dass Vitruv einen Materialbegriff (*mate-
ria*) verwendet, welcher dem Konst-
ruktionsmaterial Holz den Wert eines
Ursprungsmaterials beimisst. Überhaupt
scheint *De Architectura* von einer
Grundstimmung in Opposition zum
imperialen Stoffwechselprojekt durchzo-
gen zu sein. Das Werk widersetzt sich der
Entwicklung von Holz zu Marmor.
Indizien hierfür sind die durchweg orga-
nischen Materialien, die zum Spannen von
Wurfgeschossen verwendeten Tiersehnen
und Frauenhaare. All das gibt uns Anlass
zur Frage, ob man *De Architectura*
aus heutiger Sicht nicht im Sinne einer um-
gekehrten Stoffwechselbewegung vom
Stein zu Holz lesen müsste. Dies entspräche
der Richtung des Weges, den Vitruv
von Buch III bis Buch X, d.h. von der
aedificatio bis zur *machinatio* zurücklegt.
Bei der Vorstellung der Materialien in
Buch II zeichnet sich ebenfalls ein Weg
von irdenen zu hölzernen Stoffen ab.
Und auch die Liste der Oberflächenmate-
rialien in Buch VII beginnt beim Marmor
und endet bei organischen Pigmenten.

Nur im Vorwort des Buches II, das
Vitruv den Materialien widmet, präsen-
tiert uns der Autor eine anthropologische
Erzählung im Stile von Lukrez. Demnach

hätten sich die urzeitlichen Menschen
in Folge eines Waldbrandes versammelt,
der durch die Einwirkung von Wind
und aneinander reibenden Ästen entfacht
wurde. Nach einem ersten Austausch
von Zeichen einigen sich die Menschen
auf den Bau primitiver Behausungen.
Wenn wir im Vorwort zu Buch II einer
solchen Erzählung zu den Urformen der
Architektur begegnen, dann geschieht
das deshalb, weil die Materialien selbst
Ergebnisse von Konstruktionen sind.
Vitruv steht als Anhänger antiker Atom-
theorien vor dem Problem, dass diese
Lehre seit Epikur ihren wissenschaftli-
chen Charakter zugunsten von mora-
lischen Postulaten eingebüßt hat. Die
Epikureer und Lukrez bleiben uns die
Erklärung schuldig, nach welchen
Maßverhältnissen sich die Atome zu
Elementen und schließlich zu sichtbaren
Körpern verbinden. Daher behandelt
Vitruv physische Aspekte erst ab dem
Punkt, an dem die Elemente Erde,
Wasser, Luft und Feuer zwar bereits exis-
tieren, ohne jedoch untereinander stabile,
proportionale Verbindungen einzu-
gehen. Wie im Falle der Sumpfgelände
mit ihrem abscheulichen Würmern, liegen
die Materialien ursprünglich in unreinen
Mischungsverhältnissen vor. Vor ihrer
Entstehung, befindet sich die Welt in
einem beklagenswerten Zustand. Dem
mundus geht ein *immundus*, eine Welt
der unreinen Mischung voraus.⁴⁴

Das Materialverzeichnis von *De Architectura*

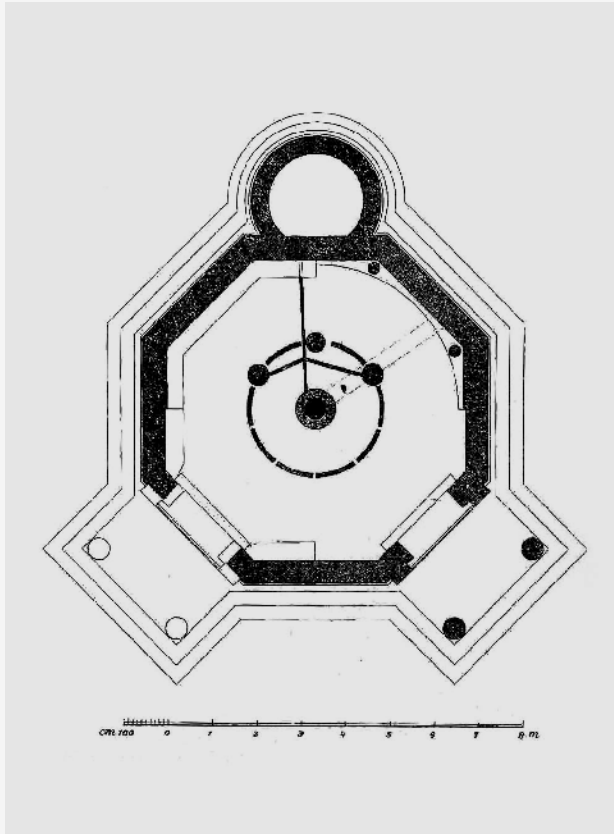
Das Inhaltsverzeichnis des ersten
Architekturtraktates lässt sich wie folgt
beschreiben: Vitruv beginnt mit der
Definition der Enzyklopädie. An zentra-
ler Stelle befindet sich die allgemeine Pro-
portionstheorie. Von ihr ausgehend
verzweigt sich das gesamte Wissen. Von
Archimedes erfahren wir, dass er über
sollertia in einem solchen Maße verfügte,
dass ihm das gesamte Wissen seiner
Zeit zugänglich war. Nach dieser ersten
Stufe der vitruv'schen Wissensarchitektur

43

ibid., Buch II,
2. Kap., 5. Abs.

44

An dieser Stelle sei
darauf hingewie-
sen, dass das lat.
Adjektiv *mundus*
„sauber“, „rein“
und „pur“ bedeutet.
Als Nomen hat
mundus zwei
Bedeutungen: Die
erste ist „Welt“. Die
zweite bezeichnet
den Graben, in den
man bei den Grün-
dungsriten Erdbal-
len und Opfertuben
hineinwarf.



The Tower of the Winds,
 in: James Stuart and Nicholas Revett,
The Antiquities of Athens and Other Monuments of Greece,
 London, 1762.

Der Turm der Winde,
 in: James Stuart und Nicholas Revett,
The Antiquities of Athens and Other Monuments of Greece,
 London, 1762.

definiert der Autor in zwei Ansätzen die Disziplin der Architektur. Der Leitbegriff der *symmetria* konkretisiert sich in drei Wissensgebieten: der *aedificatio*, der *gnomonica* und der *machinatio*. Nach dieser, für den Aufbau des Werkes entscheidenden Stufe, widmet sich Vitruv dem konkreten Bauen. Seine Ausführungen beginnen mit der physikalischen Elemente-Theorie. Kommt es abseits der widerwärtigen Sümpfe zu Stadtgründungen, so werden dazu weder Auguren noch Vogelflug zu Rate gezogen. Allein die Beobachtung der Winde genügt, um das Straßenraster auszurichten. Das Element Luft und die Luftbewegungen nehmen im Traktat eine strukturelevante Position ein. Im nächsten Schritt gelangt der Autor zur konkreten Herstellung von Architektur. Ausgehend von getrocknetem Lehm, erwähnt Vitruv zunächst die irdenen Baumaterialien, dann die verschiedenen Holzsorten. Danach folgen die Bücher, die der Autor der *aedificatio* widmet. Sie beginnen mit der ranghöchsten Bauaufgabe, der steinernen Tempelarchitektur, dessen Bauschmuck allerdings auf seinen Ursprung aus dem konstruktiven Holzbau zurückgeführt wird. Ab dem fünften Buch verliert die Architektur zunehmend ihren fossilen Charakter. Das Maß und die Proportionen von ziviler Architektur werden nun in Abhängigkeit vom Ort, vom Gebrauch und von der Anzahl der Nutzer ermittelt.⁴⁵ Im Falle der steinernen Theaterbauten verwendet Vitruv den Großteil seiner Untersuchungen auf die Modulation von Stimmen.⁴⁶ Mit dem Übergang zu Privathäusern und Gehöften emanzipiert sich Vitruv zunehmend von festgeschriebenen modularen Ordnungen. Die Dimensionen von Ställen werden in Abhängigkeit von der Viehherde ihrer Besitzer ermittelt.⁴⁷ Im Fall der ländlichen Villenarchitektur wird das Vestibül (*fauces*) in Abhängigkeit zur Breite des *tabliniums* ermittelt.⁴⁸ Dabei muß mit Hilfe eines proportionalen Koeffizienten zwischen zwei Werten vermittelt werden. Das *tablinium* selbst wird aus der Breite des Atriums gewonnen.

Auch hier muß mit Hilfe eines proportionalen Koeffizienten zwischen drei Werten vermittelt werden. Diese Kombination mehrerer, stets variabler proportionaler Verhältnisse führt dazu, dass sich mit der Größe von Atrien auch die Form ihrer Grundrisse ändert. Auf diese Art dynamischer Verhältnisse kommt Vitruv insbesondere im Buch X zu sprechen.⁴⁹ Nach den Ausführungen zur Konstruktion geht Vitruv zu den Oberflächenbehandlungen über, die Gegenstand von Buch VII sind. Dieses endet mit einem Inventar, das nach den Marmorarten zunächst mineralische und schließlich organische Pigmente auflistet.

Vom Element ‚Erde‘ geht *De Architectura* zum Element ‚Wasser‘ über. Das eigenartige Buch VIII über Hydrologie nennt viele Quellen mit wunderbaren Wasserqualitäten, mit Ausnahme der Quelle von Salmacis, auf die Vitruv gesondert in Buch II eingeht.⁵⁰ Vitruv widersetzt sich der Annahme, Salmacis sei der Quell tödlicher Liebschaften und schließt damit libidinöse Faktoren aus. Es folgt nun das Buch IX in dem gnomonische Sachverhalte erklärt werden. Das Buch beginnt mit einer langen Einleitung zur Astronomie in der die variablen Neigungswinkel von Sonnenstrahlen erklärt werden. Die Rotationsbewegung brennender Sterne liefert das Bewegungsmodell der in Buch X erwähnten Maschinen.

***Sollertia*: Die List der Vernunft als Schutz der Vernunft vor sich selbst?**

Noch bevor Vitruv bei der *machinatio* angelangt ist, wechselt er nochmals das Material, um sich ganz der *materia* schlechthin, dem Holz, zu widmen. In Holzrahmen werden die aus Tiersehnen und Frauenhaaren fabrizierten Drillsehnen gespannt. Zu ihrer Dimensionierung wird die Kubikwurzel des Gewichtes des zu projizierenden Steines mit dem Koeffizienten $1+1/10$ multipliziert. Wir sind nun bei der römischen *ballista* angelangt. Dieses Wurfgeschoss

45

Vitruvius, op.cit.,
Buch V, 1. Kap.,
2. Abs.

46

Vitruvius, op.cit.,
Buch V, 4. Kap.,
1.-9. Abs.

47

Vitruvius, op.cit.,
Buch VI, 6. Kap.,
2. Abs.

48

Vitruvius, op.cit.,
Buch VI, 3. Kap.,
6. Abs.

49

Vitruvius, op.cit.,
Buch X, 16. Kap.,
5. Abs.

50

Vitruvius, op.cit.,
Buch II, 8. Kap.,
12. Abs.



Allegorical representation of wind,
in: James Stuart and Nicholas Revett,
The Antiquities of Athens and Other Monuments of Greece,
London, 1762.

51
Lucretia, op.cit.,
Bk. V, 64–107.

submerged four times into the repulsive ooze. The dreaded swamplands encountered in Book I, rejected there as a potential site for founding fortified towns, are encountered again in Book X. Now taking the form of artificial mire, the substance is designed to undermine the solid land set before the city walls, to yank the ground out from under the feet of the attackers. Vitruvius praises the achievements of the architects who—entirely without the use of machinery, and solely by means of cunning improvisation—deprive such highly developed military machinery of victory. At the close of the treatise stands *ratio*, which is held in check by *sollertia*. The outcome of the conflict between the two types of reasoning is decisive for the praxis mentioned already in Book I, and for the structure of the encyclopedia. But what does this mean? Does Vitruvius mean to place Archimedes in shadow? Is Diognetes—who defeated the young Callias during the siege of Rhodes

—being recommended here as a model? Or does the potential victory of *sollertia* not instead mean that Vitruvius was already aware of the limitations of high technology; that all wooden military equipment would be subject to elementary processes of disintegration? With his *De Architectura*, was Vitruvius not the successor to Lucretius, who taught that the earth was already old, and that we must then learn to await the imminent end of the world machinery, the *machina mundi*, with humility?⁵¹ *Mundus*, the world, is now afflicted by *immundus*, by repulsive decay. Only the myth of deterrence is still capable of delaying the end. Does the cunning of reason constitute the last defense in the struggle against the excess and disproportionality of an unleashed rationality?



Allegorische Darstellung des Windes,
in: James Stuart und Nicholas Revett,
The Antiquities of Athens and Other Monuments of Greece,
London, 1762

besteht aus einem Gefüge hölzerner Bauteile, welche alle in direktem Verhältnis zu der Funktion der Maschine stehen.

Bei Ermittlung der mechanischen Proportionsverhältnisse kommen die kompliziertesten mathematischen Berechnungsmethoden der Antike zur Anwendung. Die Konzeption der Kriegsmaschinen mobilisiert die Geschicklichkeit eines Archytas, eines Eratosthenes sowie die unerschöpfliche *sollertia* eines Archimedes. Diese Glanzleistungen der antiken Hochtechnologie versinken am Ende des vitruv'schen Traktates viermal in Ekel erregendem Schlamm. Die gefürchteten Sümpfe aus Buch I, abseits derer die befestigte Stadt gegründet wird, begegnen uns nochmals in Buch X. Nun in Form künstlicher Sümpfe, die das Gelände vor den Stadtmauern unterminieren und den Angreifern den Boden unter den Füßen entziehen. Vitruv würdigt die Leistung der Architekten, die ganz ohne Maschineneinsatz und einzig mittels listiger Improvisation, den Sieg über das hoch entwickelte Kriegsgeschütz ihrer Zeit davontragen. Am Ende seines Traktates steht eine *ratio*, die von der *sollertia* in Schach gehalten wird.

Der Ausgang des Konfliktes zwischen den beiden Arten des Denkvermögens ist entscheidend für die bereits in Buch I erwähnte Praxis und für den Aufbau der Enzyklopädie. Doch was bedeutet das? Möchte Vitruv Archimedes in den Schatten stellen? Wird uns der alte Diognet als Vorbild empfohlen, der den jungen Callias bei der Belagerung von Rhodos bezwungen hat? Oder besagt der mögliche Sieg der *sollertia* nicht eher, dass Vitruv bereits um die Begrenztheit der Hochtechnologie wusste; dass all die hölzernen Kriegsgestelle den elementaren Zerfallsprozessen immer unterlegen sein werden? Tritt Vitruv nicht mit *De Architectura* die Nachfolge Lukrez' an, der lehrte, dass die Erde schon recht alt sei und wir daher lernen müssten, in aller Bescheidenheit das baldige Ende der Weltmaschine, der *machina mundi* abzuwarten?⁵¹ *Mundus*, die Welt, wird vom *immundus*, dem Ekel erregenden Zerfall heimgesucht. Nur der Mythos der Abschreckung kann das Ende noch herauszögern. Wäre die List der Vernunft das letzte Aufgebot im Kampf gegen Maßlosigkeit und Unverhältnismäßigkeit entfesselter Rationalität?

51
Lukrez, op.cit.,
Buch V, 64–107

Fig. p. 78
Elevation of the
Tower of the Winds,
in: James Stuart and
Nicholas Revett, *The
Antiquities of Athens
and Other Monu-
ments of Greece*,
London, 1762.

Abb. S. 78
Ansicht des Turm
der Winde, in:
James Stuart und
Nicholas Revett,
*The Antiquities of
Athens and Other
Monuments of Gree-
ce*, London, 1762.

