[98] Nikolaus Goldmanns Baustäbe – Ein Lehrmittel aus dem Würzburger Mathematischen Kabinett

Journal für Mathematik-Didaktik 27 (2006), S. 52-76

Zusammenfassung

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts hatte die Philosophische Fakultät der Universität Würzburg eine beachtliche Sammlung mathematischer und naturwissenschaftlicher Instrumente als Unterrichtshilfen zusammengetragen. Die meisten dieser inzwischen „unmodern" gewordenen Instrumente wurden 1877 an das Bayerische Nationalmuseum München verkauft. Eins dieser Instrumente ist ein Satz von 6 Messingstäben in einem mit Leder bezogenen Holzköcher. Die Stäbe sind bekannt als *Architekturstäbe* von NIKOLAUS GOLDMANN (1611–1665), einem deutschen Mathematiker und Architekturtheoretiker, der in Leiden lebte. Er beschrieb die Stäbe, die zur Konstruktion der 5 klassischen Säulenordnungen dienen sollten, in seinem *Tractatus de stylometris*, Leiden 1662. Im Folgenden werden diese Architekturstäbe didaktisch analysiert.

Abstract

By the end of the 19th century the Philosophical Faculty of Würzburg University had compiled a notable collection of mathematical and scientific instruments as teaching aids. Most of these "old-fashioned" instruments were sold to the Bayerisches Nationalmuseum München in 1877. One of the items is a set of six brass rods in a leather-covered case known as "Architectural rods" designed by NIKOLAUS GOLDMANN (1611–1665), a German mathematician and architect who lived in Leiden. He described the rods that should be used for the construction of the five classical orders of columns in his *Tractatus de stylometris*, Leiden 1662. In the following paper the rods are analysed didactically.

1. Das Würzburger Mathematische Kabinett

Historische mathematische Instrumente in Museen stammen häufig aus den Mathematischen Kabinetten der Fürsten. Einen hervorragenden Einblick in eine derartige Sammlung bietet der *Mathematisch-Physikalische Salon* in Dresden. In einigen Museen finden sich auch mathematische Instrumente, die aus *Lehrmittelsammlungen* stammen. So hat z. B. das *Deutsche Museum* in München bei seiner Gründung zahlreiche Instrumente aus den Bayerischen Lehranstalten erhalten. Instrumente aus Lehrmittelsammlungen finden sich z. B. auch im *Schulmuseum* in Ichenhausen. Es ist jedoch schwierig, einen historischen Überblick über die Bestände der Lehrmittelsammlungen von Universitäten und Schulen zu erhalten. Ich habe daher damit begonnen, die Entwicklung der Sammlung mathematischer Instrumente der Universität Würzburg zu erforschen. Im Folgenden soll an einem interessanten Instrument der Weg vom Erfinder über die Universität bis ins Museum verfolgt werden. Dabei sollen didaktische Intentionen bei der Beschaffung des Instruments, die Benutzung des Instruments, seine Stärken und Schwächen sowie seine Beziehungen zu anderen Instrumenten aufgezeigt werden.

Seit der Gründung der Würzburger Universität im Jahre 1582 durch Fürstbischof JULIUS ECHTER VON MESPELBRUNN wurde Mathematik von Professoren des Jesuitenordens gelehrt (Volk 1982). Ihr Lehrangebot umfasste die „mathematischen Wissenschaften“, wie sie z. B. im *Cursus mathematicus* (1661), der großen Enzyklopädie des Würzburger Mathematikers KASPAR SCHOTT (1608–1666), dargestellt worden sind. Neben den mathematischen Kerngebieten Arithmetik, Algebra, Geometrie und Trigonometrie waren das die klassischen Anwendungsgebiete wie Geodäsie, Astronomie, Chronologie, Mechanik, Hydrostatik, Akustik und Optik. Auch die *Architektur* wurde damals noch zu den mathematischen Wissenschaften gerechnet.

Gerade die Anwendungen der Mathematik erforderten Instrumente wie Reißzeug, Winkelmessgeräte, Rechenhilfsmittel, Uhren und Fernrohre. Einsichten in Zusammenhänge wurden im Unterricht durch Demonstrationen an mathematischen und physikalischen Modellen wie geometrischen Körpern oder einfachen Maschinen vermittelt. Derartige Instrumente wurden nach und nach angeschafft und im *Mathematischen Kabinett* der Philosophischen Fakultät gesammelt. Ein Inventarverzeichnis der Sammlung mathematischer Instrumente aus dem Jahre 1707, das sich in der *Bibliotheca Apostolica Vaticana* in Rom befindet, gibt einen guten Überblick über den Bestand zu Beginn des 18. Jahrhunderts (Reindl 1966, S. 176–185).

An mathematischen Instrumenten finden sich darin *Zeichengeräte* wie Dreiecke und Zirkel, *Modelle* von geometrischen Körpern, von Obelisken und Globen. Als *Rechenhilfen* werden pythagoreische Tafeln, Nepersche Stäbe und Proportionalzirkel aufgeführt. Als *Messinstrumente* werden Messstäbe, Winkelmessgeräte, Astrolabien, Kompasse, Sonnenuhren und einige Pantometra Kircheriana genannt. Schließlich sind *Apparate* wie eine Laterna magica (im Katalog Lucerna magica genannt), eine Camera obscura und ein Kaleidoskop vorhanden gewesen. Zum Teil stehen diese Instrumente im unmittelbaren Zusammenhang mit KASPAR SCHOTT und seinem Lehrer ATHANASIUS KIRCHER (1602–1680).

Seit KASPAR SCHOTT, der von 1657 bis zu seinem Lebensende in Würzburg lehrte, gehörten Experimente zu Forschung und Lehre in den mathematischen Wissenschaften. Durch ihn wurden z. B. die Vakuumexperimente von OTTO VON GUERICKE (1602–1686) bekannt, die er 1657 in der *Mechanica hydraulico-pneumatica* und in der *Technica curiosa* 1664 veröffentlichte und mit dessen Apparaten, die Fürstbischof JOHANN PHILIPP VON SCHÖNBORN 1654 auf dem Reichstag zu Regensburg erworben hatte, er selbst experimentierte (Volk 1982).

Die Anschaffung von Instrumenten als Lehrmitteln wurde von den Fürstbischöfen gefördert, denn ihnen war der Praxisbezug der mathematischen Lehrveranstaltungen sehr wichtig (Hupp 1998, S. 7).

Das historische Mathematische Kabinett der Universität Würzburg existiert heute nicht mehr. Im gewissen Sinne ist diese Tradition jedoch wieder aufgegriffen worden durch die Sammlung historischer Rechenmaschinen an unserer Fakultät und durch die Lehrmittelsammlung der Mathematikdidaktik. Der wesentliche Teil der historischen Sammlung wurde im Jahr 1877 an das *Bayerische Nationalmuseum* in München verkauft (Vollrath 2005). Die größte Kostbarkeit war eine kunstvoll gestaltete *Planetenmaschine* von JOHANN GEORG NESSTFELL (1694–1762), die nach der Behebung der erheblichen Kriegsschäden heute wieder im Bayerischen Nationalmuseum in München ausgestellt ist (Seelig 1988). Weitere Instrumente gingen 1905 und 1910 von der Universität Würzburg als

Leihgaben an das *Deutsche Museum München*[1]. Dieses hatte auch vom Bayerischen Nationalmuseum einige der Würzburger Instrumente als Leihgaben erhalten, von denen die meisten aber wieder in das Bayerische Nationalmuseum zurück gekehrt sind. Die Mehrzahl der Würzburger Instrumente ist dort im Schatten der kostbaren Planetenmaschine bisher weitgehend unbeachtet geblieben. Einige Instrumente sind in das *Schulmuseum Ichenhausen* ausgelagert. Im Jahr 2004 habe ich damit begonnen, die Würzburger Bestände im Bayerischen Nationalmuseum zu sichten und sie insbesondere mit dem Inventarverzeichnis von 1707 in Beziehung zu setzen.

2. Nikolaus Goldmanns Baustäbe

Bei einer Durchsicht des Münchner Inventarverzeichnisses stieß ich auf einen Lederköcher mit 6 Messingstäben, der mein besonderes Interesse weckte (Abb. 1).

Abb. 1: Prismatische Stäbe mit Köcher; Bayerisches Nationalmuseum München

---

[1] Archiv Universität Würzburg: ARS 1630.

Die Stäbe haben einen prismatischen Schaft mit drei Seitenflächen und einen Griff. Der Schaft ist 23,4 cm, der Griff ist 3 cm lang; die Seitenflächen haben eine Breite von 1,3 cm. Es sind fünf Stäbe mit den Bezeichnungen: TVS:, DOR:, ION:, COR:, ROM: vorhanden. Auf einem sechsten Stab finden sich die sechs Bezeichnungen C. V., T. D., I. R. Auf den Seitenflächen sind Skalen mit Zahlen eingraviert. Die Abkürzungen verweisen auf die klassischen Säulenordnungen: *Tuskisch* (TVS: bzw. T.), *Dorisch* (DOR: bzw. D.), *ionisch* (ION: bzw. I.), *Korinthisch* (COR: bzw. C.) und *Römisch* (ROM: bzw. R.). Entsprechende Hinweise finden sich auch im Inventarbuch des Museums.

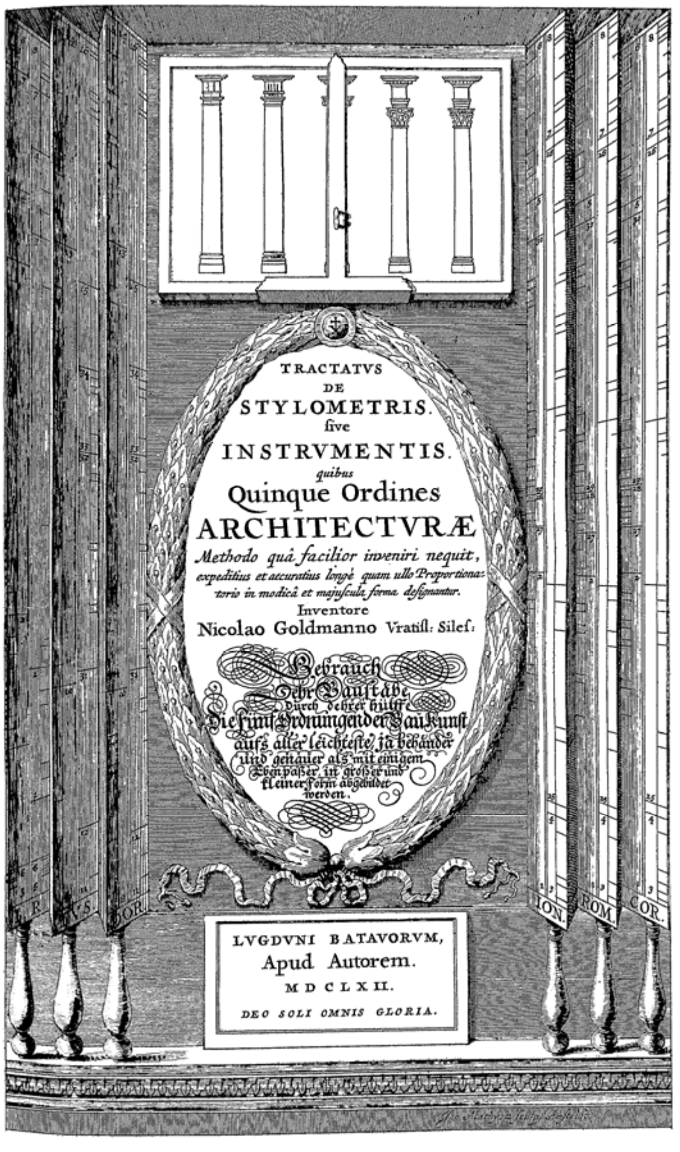
In dem vatikanischen Inventarverzeichnis der Sammlungen aus dem Jahre 1707 wird unter den „Metallina" wie folgt auf ein entsprechendes Instrument verwiesen:

> „*Columnae architectonicae cum accuratissimis divisionibus, in vagina sexagona intus, for(r)is rotundata.*" (Reindl 1966, S. 180)

Es dürfte sich hierbei um das Münchner Instrument handeln.

In einem Werk über historische Zeicheninstrumente fand ich die Abbildung eines entsprechenden Instruments mit dem Köcher und den 6 Stäben mit dem Hinweis, dass es sich um *Architekturstäbe* von NIKOLAUS GOLDMANN (1611–1665) aus dem *Whipple Museum of the History of Science* in Cambridge handelt (Hambly 1988, S. 142). In diesem Buch wird auch das Titelblatt des *Tractatus de stylometris* von NIKOLAUS GOLDMANN dargestellt, der 1662 in Leiden erschienen ist. Auf dem Titelblatt (Abb. 2) sind die sechs Stäbe abgebildet. Sie heißen dort *Baustäbe* (*stylometra*). Bei diesem Buch handelt es sich um ein *Handbuch* zum Gebrauch der Baustäbe.

Ein Exemplar dieses Buches ist in der Würzburger Universitätsbibliothek vorhanden. In ihm verweist der alte handschriftliche Vermerk „*Facultatis Philosoph. Wirceb.* 1754" auf die Philosophische Fakultät der Würzburger Universität. Daher ist anzunehmen, dass das Buch und das Instrument ursprünglich zusammengehörten, so dass beide bereits vor 1707 in der Philosophischen Fakultät vorhanden waren.



TRACTATVS
DE
STYLOMETRIS.
ſive
INSTRVMENTIS.
quibus
Quinque Ordines
ARCHITECTVRÆ
Methodo quâ facilior inveniri nequit, expeditius et accuratius longè quam ullo Proportionatorio in modicâ et majuſcula forma deſignantur.
Inventore
Nicolao Goldmanno Vratiſl: Sileſ:

Gebrauch
Dehr Baustäbe
durch dehrer hülffe
Die Fünf Ordnungen der Baukunst
aufs aller leichteste, ja behänder
und genauer als mit einigem
Ebenpaßer in großer und
kleiner Form abgebildet
werden.

LVGDVNI BATAVORVM,
Apud Autorem.
M D C L X II.
DEO SOLI OMNIS GLORIA.

Abb. 2: Titelblatt

Das Instrument ist mit dem Buch zu datieren, so dass man für seine Fertigung etwa das Jahr 1660 annehmen kann. In dem Buch bezeichnet sich NIKOLAUS GOLDMANN selbst als *Erfinder* des Instruments.

3. Der Erfinder

Der Mathematiker NIKOLAUS GOLDMANN wirkte seit etwa 1632 in Leiden und befasste sich vor allem mit Fragen der Architektur (Semrau 1916). Mit einer mathematisch fundierten Darstellung zum Festungsbau (Goldmann 1643) und seinen Beiträgen zu den klassischen Säulenordnungen wurde er als Architekturtheoretiker bekannt. Die von ihm gefundene Konstruktion der *Volute* (Schnecke) des ionischen Kapitells bestach durch ihre Einfachheit und setzte sich allgemein durch (z. B. Chitham 1994). Aus seinen theoretischen Überlegungen erwuchs seine *Civil-Bau-Kunst*, die jedoch erst 1696 postum von LEONHARD CHRISTOPH STURM (1669–1719) unter dem Titel *Vollständige Anweisung zu der Civil-Bau-Kunst* in Wolfenbüttel herausgegeben wurde. Das Werk wurde ein Klassiker (Semrau 1916).

Auf den Titelblättern seiner Schriften bezeichnete sich GOLDMANN stets als *Vratislaviensis Silesius* (Breslauer Schlesier), denn er wurde am 29. September 1611 in Breslau getauft (Semrau 1985[2]). 1629 begann er mit juristischen Studien in Leipzig und wechselte um 1632 nach Leiden, um dort juristischen und mathematischen Studien nachzugehen.

Hier wirkte er später als Privatgelehrter, der auch Schüler hatte, ohne jedoch zum Lehrkörper der Universität zu gehören (Reuther 1964). Er blieb bis zu seinem Lebensende in der ersten Hälfte des Jahres 1665 in Leiden (Semrau 1985[2], S. 60).

An seinen *Baustäben* hat GOLDMANN wohl einige Jahre lang experimentiert, bis sie 1662 ausgereift waren. Er schreibt:

> „Wie viel Jahre ich über dieser erfindung geschwitzet / ist besser das ich schweige / als vor einen aufschneider gehalten werde. Vor etlichen Jahren habe ich Baustäbe / etlichen die bey mir die Baukunst gelehret /

> geoffenbahret / dieselbe werf ich als unzeitige geburthen hinweg: ahngesehn daß ich auf diese sechs Baustäbe soviel als vor auf zehne / gebracht habe. Jehne wahren mein Lehrstücke / diese sollen das Meisterstücke sein / ahngesehen sie nuhmehr also verbessert / ausgearbeitet / zuesammen gezogen / und aufgehalten sein / daß sie mich endlich vergnügen.“ (Goldmann 1662, S. 3)

Als Baumaterial hatte er zunächst Holz mit auf Papier gedruckten Skalen verwendet, dieses aber bald wegen der Ungenauigkeit verworfen. Er war dann zu Messing übergegangen. Wie er schreibt, hätte er an sich Silber vorgezogen, hat dann diese Idee aber wegen des hohen Preises wieder aufgeben müssen. Er beklagt dies mit den Worten:

> „Bishero sein diese Baustäbe von messing gut gefunden: silber wehre besser / weil auf dehr weißlichten fläche / die schwartze strichlein dehr einkerbungen besser inns auge fielen. Man saget es würden teure Kunstzeuge werden; derogleichen geitzhalse rahte ich / daß er nicht so viel räusche sauffe / und das geld das er gotlose versäuft zum silber erspahre.“ (Goldmann 1662, S. 2)

Den *Tractatus de stylometris* hatte NIKOLAUS GOLDMANN 1662 in Leiden (Lugdunum Batavorum) im Eigenverlag herausgegeben und Kurfürst FRIEDRICH WILHELM von Brandenburg sowie dessen Statthalter Prinz JOHANN MORITZ von Sachsen gewidmet. Er erhoffte sich vom Kurfürsten eine finanzielle Förderung, die er letztlich auch bekam (Semrau 1916). Das Buch ist in erster Linie eine Bedienungsanleitung für seine Baustäbe. Darüber hinaus entwickelte er darin seine Vorstellungen über die Entstehung der Säulen und in Anlehnung an den römischen Architekturtheoretiker MARCUS VITRUVIUS POLLIO aus dem 1. Jahrh. v. Chr. und den italienischen Architekturtheoretiker GIACOMO BAROZZI DA VIGNOLA (1507–1573) die mathematischen Gesetzmäßigkeiten der fünf klassischen Säulentypen.

4. Zum Hersteller

Was den Hersteller der Stäbe anbelangt, verweist GOLDMANN im Vorwort seines *Tractatus de stylometris* darauf, dass man beim Leidener Mechaniker Iohannes Eccericus Freerius die 6 Stäbe im Köcher für „13 Imperialium pretio“ erwerben kann. Damit sind wohl 13 Niederländische Reichstaler gemeint. Die 1606 eingeführte Münze hatte einen Wert von 2 ½ Gulden (Klimpert 1896[2]).

Bei dem Namen IOHANNES ECCERICUS FREERIUS könnte es sich um die latinisierte Form von JOHANN EGGERICH FRERSS handeln. Von einem Instrumentenbauer dieses Namens aus Leiden und Berlin sind Instrumente aus der Zeit um 1660 bekannt So besitzt z. B. der *Mathematisch-Physikalische Salon* in Dresden ein zum Teil im Krieg zerstörtes Vollkreisinstrument mit der Signatur: „Johannes Eggerich Frerss fecit Leydae 1659“. In der *Naturwissenschaftlich-Technischen Sammlung* in Kassel findet sich ein sehr ähnliches Instrument mit der Signatur „Johannes Eggerich Frerss Fecit Cölln an der Spree“ (Mackensen 1991, S. 106).

Tatsächlich lässt sich in Cölln an der Spree (seit 1709 Teil von Berlin) ein JOHANN EGGERICH FRERES nachweisen, der am 8. April 1664 von Kurfürst FRIEDRICH WILHELM zum Hofmechaniker ernannt wurde und dies Amt bis zu seinem Tode 1706 inne hatte[2]. Die Witwe von NIKOLAUS GOLDMANN schuldete ihm 400 Taler, die vermutlich im Zusammenhang mit dem Projekt der Baustäbe entstanden waren. Durch den Kurfürsten wurde diese Schuld beglichen, weil er Interesse an den Baustäben hatte (Semrau 1916).

5. Architektur als Kunst und Wissenschaft

Bis in die Neuzeit ist die Architekturtheorie wesentlich geprägt durch VITRUVS Werk *De architectura* (etwa 30 v. Chr), das er dem Kaiser AUGUS-

---

[2] Geheimes Staatsarchiv Preußischer Kulturbesitz, Berlin: PK I. HA Geheimer Rat, Rep. 36 Hof- und Güterverwaltung Nr. 2737.

TUS gewidmet hatte. Im ersten Buch entwirft er ein umfassendes Programm für die Ausbildung der Baumeister, das von dem Spannungsverhältnis zwischen handwerklichen und geistigen Kenntnissen bestimmt ist. Dieses Wissen erwächst aus praktischer Ausübung (*fabrica*) und geistiger Arbeit (*ratiocinatio*). VITRUV ist überzeugt:

> „Deshalb muß der, der sich als Architekt ausgeben will, in beidem geübt sein. Daher muß er begabt sein und fähig und bereit zu wissenschaftlich-theoretischer Schulung. Denn weder kann Begabung ohne Schulung noch Schulung ohne Begabung einen vollendeten Meister hervorbringen.“ (Vitruv 1996[5], S. 25)

Bis ins 19. Jahrhundert hinein gibt es jedoch keinen eigenen Ausbildungsgang für Architekten (Schütte 1984, S. 22). Innerhalb der Zünfte wurden die einschlägigen Handwerke gelernt, während die wissenschaftlichen Kenntnisse in der Regel über Traktate erworben wurden. Im 16. Jahrhundert entwickelte sich der Festungsbau zu einem eigenen Gebiet der Architekturtheorie, in der nun *Architectura civilis* und *Architectura militaris* unterschieden wurden.

Wissenschaftlich wird die Architekturtheorie seit dem 17. Jahrhundert als *Mathematische Wissenschaft* angesehen. Für die Lehre dieser Wissenschaft gelten die für die Mathematischen Wissenschaften üblichen Standards. Bereits VITRUV hatte die Architekturtheorie systematisch dargestellt. Das verstärkte sich in den Enzyklopädien der Mathematischen Wissenschaften im 17. und 18. Jahrhundert. So stellt KASPAR SCHOTT in seinem *Cursus mathematicus* (1661) die Militärarchitektur *axiomatisch* dar. Diesem Muster folgt auch CHRISTIAN WOLFF (1679–1754) in dem umfangreichen Werk *Anfangsgründe aller mathematischen Wissenschaften* (1710). Der Abschnitt über die Baukunst beginnt mit der *Erklärung*:

> „Die Baukunst ist eine Wissenschaft, ein Gebäude recht anzugeben, daß es nemlich mit den Hauptabsichten des Bauherrns in allem völlig übereinkommet.“ (Wolff 1772, S. 618)

Als 1. *Grundsatz* wird genannt:

> „Ein jedes Gebäude muß feste aufgeführet werden.“ (Wolff 1772, S. 620)

Es folgen dann *Lehrsätze*, die bewiesen werden. Der 1. Lehrsatz lautet:

> „Diejenigen Verhältnisse sind in der Baukunst die besten, welche sich durch nicht allzugrosse Zahlen aussprechen lassen.“ (Wolff 1772, S. 620)

Inhaltlich forderte bereits VITRUV mathematische Kenntnisse in Geometrie und Arithmetik:

> „Die Geometrie aber bietet der Architektur mehrere Hilfen: und zwar vermittelt sie zuerst nach dem Gebrauch des Lineals den Gebrauch des Zirkels, wodurch sie ganz besonders das Aufzeichnen von Gebäuden auf dem Zeichenbrett und das Ausrichten rechter Winkel, waagerechter Flächen und gerader Linien erleichtert. Ferner wird, wenn man die Optik beherrscht, von bestimmten Stellen des Himmels das Licht richtig in die Gebäude geleitet. Durch die Arithmetik aber werden die Gesamtkosten der Gebäude errechnet, die Maßeinteilungen entwickelt, und die schwierigen Fragen der symmetrischen Verhältnisse werden auf geometrische Weise und mit geometrischen Methoden gelöst.“ (Vitruv 1996[5], S. 25)

Mit den „symmetrischen Verhältnissen“ ist die Proportionenlehre angesprochen, die seit VITRUV in der *Zivilarchitektur* wesentlich ist. Er fordert, dass z. B. jedem Tempel ein *Modul* als gemeinsames Grundmaß zu Grunde gelegt werden muss. (Vitruv 1996[5], S. 137). Diese Forderung gilt auch für seine Theorie der *Säulen*. Später kommen geometrische Probleme bei Bögen, Gewölben und Kuppeln hinzu, wie sie z. B. 1525 von ALBRECHT DÜRER (1471–1528) in seiner *Underweysung der messung mit dem zirckel un richtscheyt* behandelt werden (Schröder 1980).

In der *Militärarchitektur* steht die Konstruktion regelmäßiger Vielecke im *Vordergrund*.

Von mathematischem Interesse sind schließlich auch die *mathematischen Instrumente*, die von Baumeistern verwendet werden (Schütte 1984, S. 110–

126). Das sind neben den bereits von VITRUV genannten Reißzeugen in der Neuzeit Proportionalzirkel und auch Konstruktionshilfen zu den Säulenordnungen, wie z. B. die Architekturstäbe von GOLDMANN.

Die Grundlagen der Zivil- und Militärarchitektur gehörten seit dem 17. Jahrhundert auch zu den in Universitätsvorlesungen angebotenen Themen. Um das vorhandene Potential an der Würzburger Universität auch für Handwerker zu nutzen, forderte Fürstbischof FRIEDRICH KARL VON SCHÖNBORN 1731 in einem Erlass zur Reform des Studiums:

> „Wir bestättigen auch Sechstens die allbereit löblich gemachte Verordnung, dass die Mathesis eine freie jedermann zu beliebigem Zutritt offen stehende lection seyn solle, und wollen annebens, dass selbige zu mehrerer Aussbreitung des davon hoffenden Nutzens in Teutscher Sprach solle gegeben werden, indeme solcher gestalten ein jeder, so darzu einen Lust hat und sonderlich, welche auff die Baukunst, Feldmesserey, Mahlerei, Bildhauerey, auch andere dahin einschlagende geschickte Handwercker, welche dem heutigen Publico so hoch nöthig seynd, nicht weniger auff die Kriegssachen sich befleissen, davon ihren Vortheil ziehen können, welcher gemeine Nutz, damit er desto grösser und gewieser seye, durch den praxin und die demonstrationes zu befördern ist, zu welchem End die etwa noch abgängige Instrumenta nach und nach ebenmässig sollen angeschaffet werden.“ (Wegele 1882, Nr. 136, S. 330–331)

Bemerkenswert sind hier die Öffnung der Universität zum Nutzen der Gesellschaft, die Forderung, die mathematischen Lehrveranstaltungen in deutscher Sprache abzuhalten, und die Förderung des Verständnisses durch die praktischen Übungen und Vorführungen. Immer wieder wurden neue Instrumente und Apparate der Sammlung zugefügt. Hinsichtlich des Gebrauchs der deutschen Sprache blieb es freilich weitgehend bei Ermahnungen; die Jesuiten bevorzugten weiterhin die lateinische Sprache in ihren Vorlesungen und Texten.

Für die Zivilarchitektur war die *Theorie der Säulenordnungen* ein zentrales mathematisch geprägtes Gebiet, das auch für die Studierenden von allgemeinbildendem Interesse war. Im übrigen war Architekturtheorie seit VITRUV nicht nur für die Baumeister, sondern auch für die Bauherren bestimmt. Es lag deshalb nahe, in den Studenten auch mögliche Bauherren der Zukunft zu sehen und ihnen im Rahmen der Mathematikvorlesungen die Grundlagen der Architektur zu vermitteln.

6. Die Säulenordnungen

VITRUV unterschied vier *Säulenordnungen*: die *tuskische* (häufig auch *toskanische* genannt), die *dorische*, die *ionische* und die *korinthische*. Er beschrieb ihre Proportionen, ihre Komponenten und die Art ihrer Einbindung in Gebäude. In der Renaissance kam z. B. bei VIGNOLA als fünfte Ordnung die *römische* hinzu (Vignola 1562). Seitdem spricht man von den *fünf klassischen Säulenordnungen*. Der Begriff „Säulenordnung" ist gewöhnungsbedürftig; wir würden heute wohl eher von „Säulentypen" sprechen.

Bereits bei VITRUV findet sich im 3. und 4. Buch seiner *Architectura* ein reichhaltiger Begriffsapparat, mit dem die einzelnen *Komponenten* der Säulen beschrieben werden. So unterscheidet er bei der eigentlichen Säule drei Komponenten: die Basis (*spira*), den Schaft (*scapus*) und das Kapitell (*capitulum*). Sie bestehen aus weiteren Komponenten, die mit Fachbegriffen beschrieben werden.

GOLDMANN bringt in seinem Traktat im deutschsprachigen Teil auch die Fachbegriffe in deutscher Sprache. Für den Mathematiker sind natürlich in erster Linie die *Proportionen* der Säulenordnungen von Interesse, so dass wir uns auf die wichtigsten Komponenten beschränken können. Im Folgenden orientieren wir uns an der Darstellung von GOLDMANN.

GOLDMANN betrachtet zunächst die Säule einschließlich ihres Unter- und Oberbaus. Er unterscheidet dabei 3 *Leiber* (Abb. 3; von unten nach oben):

Stuhl – Säule – Gebälk.

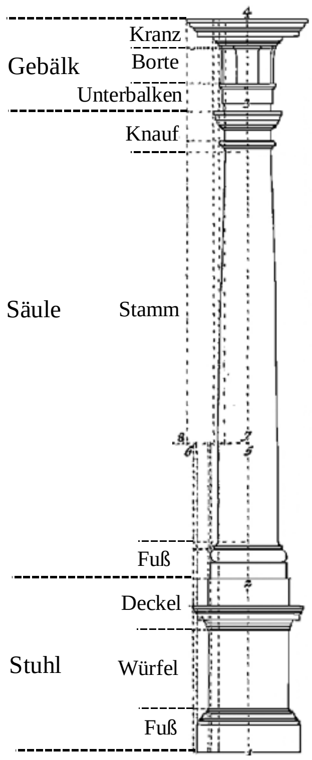


Abb. 3: Aufbau einer Säule

Jeder Leib hat wiederum drei *Stücke* (von unten nach oben):

Stuhl: *Fuß – Würfel – Deckel;*
Säule: *Fuß – Stamm – Knauf;*
Gebälk: *Unterbalken – Borte – Kranz.*

Um eine Säule konstruieren zu können, benötigt man die Höhen und die Weiten der einzelnen Bestandteile.

Alle diese Maße werden in Beziehung zum *Modul*, dem Baumaß der Säule, gesetzt. Bei GOLDMANN ist der Modul der untere Halbmesser der Säule. Während in VITRUV (Vitruv 1996^5) sowohl der Halbmesser als auch der Durchmesser der Säule als Modul vorkommen, legt VIGNOLA (Vignola 1562) den Säulenordnungen einheitlich den Halbmesser der Säule als Modul zu Grunde. Alle Säulenmaße sind damit *relative* Maße, die sich auf den Modul beziehen.

Betrachtet man die unterschiedlichen Säulenordnungen, so erkennt man, dass sie sich in den *Proportionen* unterscheiden (Abb. 4).

Eine Übersicht über die von GOLDMANN verwendeten Maße der fünf Säulenordnungen gibt Tab. 1:

	tuskisch	*dorisch*	*ionisch*	*römisch*	*korinthisch*
Stuhlhöhe	6	6	6	6	6
Säulenhöhe	16	16	16	20	20
Gebälkhöhe	$3\,{}^{1}/_{5}$	$3\,{}^{1}/_{5}$	$3\,{}^{1}/_{5}$	4	4
größte untere Auslaufung	$1\,{}^{7}/_{8}$	$1\,{}^{7}/_{8}$	$1\,{}^{7}/_{8}$	$1\,{}^{7}/_{8}$	$1\,{}^{7}/_{8}$
größte obere Auslaufung	$2\,{}^{2}/_{25}$	$2\,{}^{2}/_{25}$	$2\,{}^{2}/_{15}$	$2\,{}^{13}/_{30}$	$2\,{}^{13}/_{30}$

Tab. 1: Maße der Säulenordnungen (in Modulen) nach Goldmann 1662, S. 8

Mit der „Auslaufung“ (gr. *ekphora*; heute spricht man von „Ausladung“) gibt er an, wie weit die Säule in der Waagerechten gegenüber der Säulenachse hinausläuft. Die Tabelle macht deutlich, dass nach GOLDMANN bei den Proportionen der Säulen hinsichtlich ihrer Leibungen keine sehr großen Unterschiede bestehen. Das ist bei VITRUV und VIGNOLA anders (Vitruv 1996^5; Vignola 1562). Wir werden darauf später noch näher eingehen.

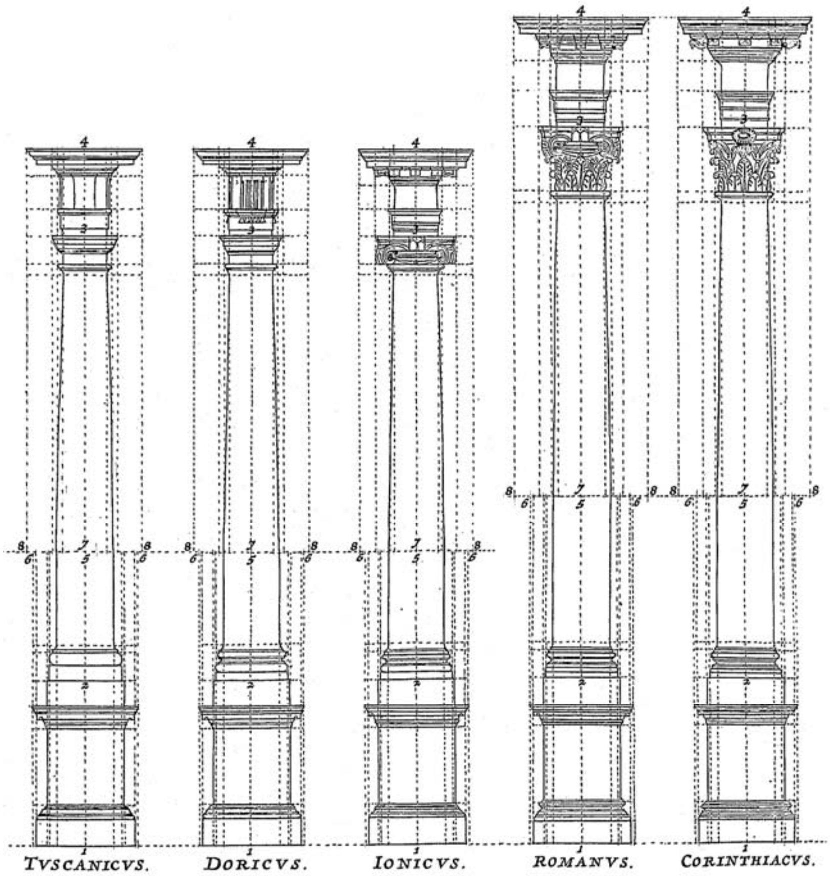


Abb. 4: Die fünf klassischen Säulenordnungen (Goldmann 1662, Fig. 8).

7. Konstruktion von Säulen mit dem Allgemeinen Baustab

Das Entwerfen einer Säule einer bestimmten Ordnung konnte unterschiedlich erfolgen. Am einfachsten war es, die Länge des Moduls vorzugeben. Dann konnte man nach den Angaben, die sich in Tab. 1 bei der betreffenden Säulenordnung finden, die Maße der einzelnen Leiber *berechnen*.

Gab man die Gesamthöhe vor, so konnte man aus ihr das Maß des Moduls und dann wie eben die Maße der einzelnen Leiber berechnen.

Schließlich konnte man das Maß eines Leibs vorgeben, daraus die Größe des Moduls und dann die Maße der anderen Leiber berechnen.

Als Hilfsmittel für diese Berechnungen konnte man damals einen *Proportionalzirkel* benutzen (Schneider 1970). Die Handhabung eines derartigen Instruments hatte GOLDMANN 1656 ausführlich beschrieben. Er spricht dort von einem *Proportionatorium* bzw. *Ebenpaßer*. Auf dem Titelblatt des *Tractatus de stylometris* erwähnt er den Ebenpaßer. Dabei äußert er die Überzeugung:

> „Gebrauch Dehr Baustäbe, Durch dehrer hülffe Die fünf Ordnungen der Bau Kunst aufs aller leichteste, ja behänder und genauer als mit einigem Ebenpaßer, in großer und kleiner Form abgebildet werden." (Goldmann 1662)

Die Stäbe sollten es also ermöglichen, ohne derartige Berechnungen große und kleine Abbildungen von Säulen zu *konstruieren*. Das sollte sogar schneller und genauer möglich sein als durch Bestimmung mit einem Proportionalzirkel, bei dem ja auch Strecken einzustellen und Streckenlängen mit einem Stechzirkel abzugreifen sind.

Es gibt für jede der 5 Säulenordnungen einen Speziellen Baustab und einen Allgemeinen Baustab (*Stylometer universalis*) für alle 5 Ordnungen. Die Schäfte der Baustäbe sollten eine Länge von „dreyviertheilen eines Rheinländischen Fußes" haben. 1 Rheinländischer Fuß betrug 31,385 cm (Klimpert 1896[2], S. 111); 3 Viertel davon sind etwa 23,5 cm. Unsere Messung von 23,4 cm weicht um weniger als 1% davon ab.

Betrachten wir zunächst, wie man sich eine Säulenkonstruktion mit dem *Allgemeinen Baustab* (Abb. 5) vorzustellen hat. Auf 2 Seitenflächen befinden sich Skalen für die Maße der Leibungen von zwei Säulenordnungen. Auf der 3. Seitenfläche befinden sich Skalen mit den Maßen der Leibungen für die 5. Ordnung und Skalen mit Maßen für die Voluten (V.).

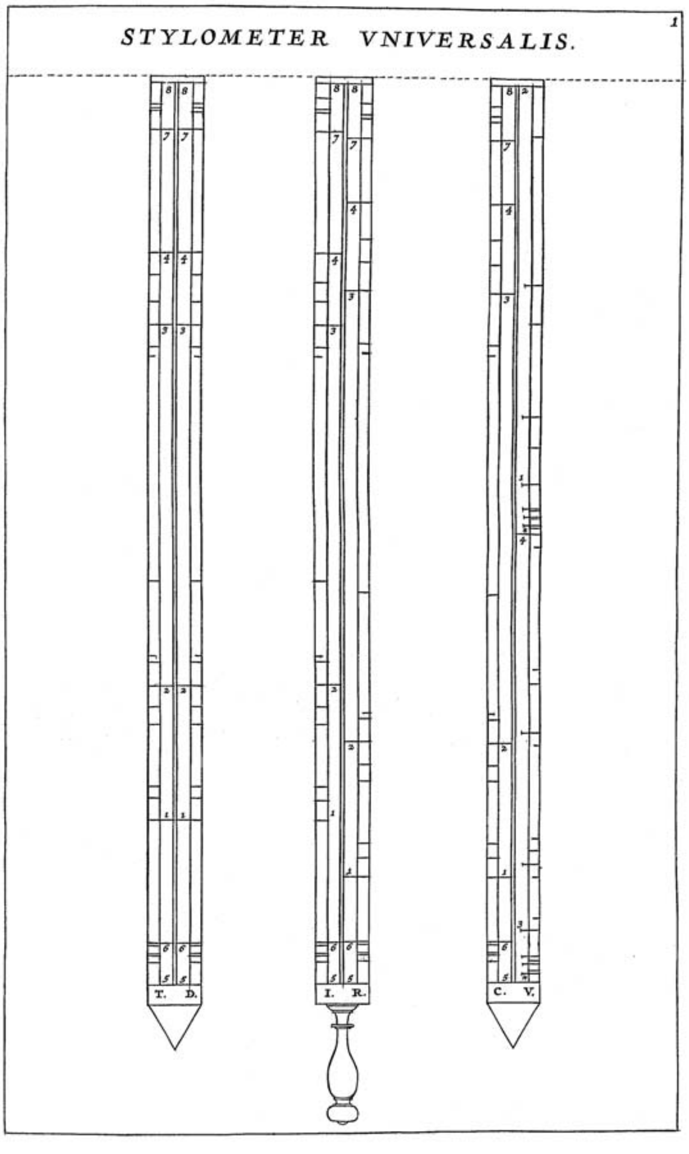


Abb. 5: Der Allgemeine Baustab (Goldmann 1662, Fig.1)

Für die einzelnen Säulenordnungen sind 2 senkrechte Skalen angebracht, auf denen an einigen Querstrichen Zahlen stehen. Es bezeichnen:

[1; 2]: *Höhe des Stuhls*,

[2; 3]: *Höhe der Säule*,

[3; 4]: *Höhe des Gebälks*,

[5; 6]: *untere maximale Auslaufung*,

[7; 8]: *obere maximale Auslaufung*.

Die Markierungen entsprechen den oben angegebenen Maßen der Leiber. Zwischen den Strecken weisen Markierungen auf die Teile der Leiber hin. Der Allgemeine Baustab bezieht sich mit diesen Maßen also auf die *Grobstruktur* der Säule bei den einzelnen Ordnungen. Er ist von GOLDMANN für die Herstellung *kleiner Abbildungen* gedacht.

Die Skala V. dient dazu, *Voluten* (*Schnecken*) der ionischen Ordnung zu konstruieren (Abb. 6).

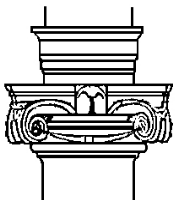


Abb. 6: Voluten der ionischen Ordnung

(Ausschnitt aus Goldmann 1662, Fig. 8).

GOLDMANN setzt sie aus Viertelkreisen zusammen, die in einen Kreis, das *Auge*, übergehen. Mit der Skala V. kann man die Mittelpunkte der

Viertelkreise und des Auges sowie die zugehörigen Halbmesser konstruieren. Darauf will ich später näher eingehen.

Wie man mit dem Allgemeinen Baustab eine Säule konstruieren kann, soll hier am Beispiel des Stuhls einer tuskischen Säule gezeigt werden. Dabei betrachten wir zunächst den Fall, dass die Höhe des Säulenstuhls im Plan kleiner werden soll als die entsprechende Strecke auf dem Stab.

Die Höhe des Stuhls sei gegeben. Zunächst zeichnet man von dem geplanten Säulenstuhl die Punkte A und B (Abb. 7) und errichtet in A die Senkrechte auf AB, die man als *Grundlinie* betrachtet. Nun legt man den Allgemeinen Baustab mit der Tuskisch-Skala so an, dass die Markierung 2 auf B fällt und die Markierung 1 auf die Grundlinie. Man findet die Markierungen in Abb. 5 ganz links über dem mit T. bezeichneten Feld. Zwischen den Markierungen 1 und 2 finden sich 4 unbezeichnete schmale Teilstriche. An ihnen werden Punkte markiert. Durch diese Punkte werden Parallelen zur Grundlinie gezogen. Damit erhält man auf AB die verschiedenen Höhen.

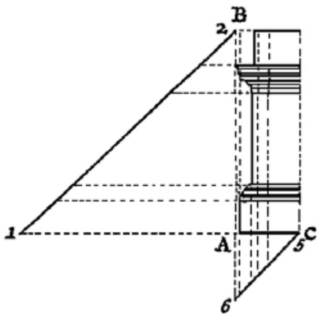


Abb. 7: Konstruktion des Säulenstuhls (Verkleinerung);

Ausschnitt aus Goldmann 1662, Fig. 7

Entsprechend geht man für die Breiten vor, indem man zunächst die Strecke [AB] über A hinaus verlängert. Nun verschiebt man den Baustab parallel, so dass die Zahl 5 bei C auf die Grundlinie und die Zahl 6 auf die Verlängerung von [AB] fällt. Wieder werden an den Unterteilungen der

Skala Punkte markiert und Parallelen zu AB gezeichnet. Die Konstruktion beruht auf dem Strahlensatz bzw. auf Eigenschaften ähnlicher Dreiecke. Die beiden anderen Leiber der Säule kann man nun entsprechend konstruieren.

Soll ein vergrößerter Plan gezeichnet werden, so geht man nach Abb. 8 vor. In diesem Fall legt man den Baustab parallel zur Säule bzw. parallel zur Grundlinie der Säule. Auch hier kann man die Konstruktion wieder mit den Strahlensätzen begründen.

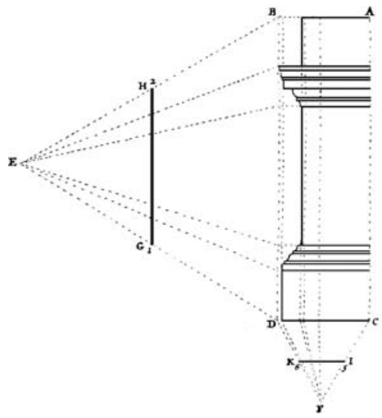


Abb. 8: Konstruktion des Säulenstuhls (Vergrößerung);

Ausschnitt aus Goldmann 1662, Fig. 7

Die Konstruktionen mit dem Allgemeinen Baustab liefern nur die *Grobstruktur* der Säule. Für die Zeichnung der *Feinstruktur* der Säule verwendet man dann den entsprechenden Speziellen Baustab.

8. Die Speziellen Baustäbe

Die fünf anderen Baustäbe sind den jeweiligen Säulenordnungen zugeordnet und geben die Maße der Teile an. In Abb. 9 sind die drei Seitenflächen des Baustabs für die tuskische Ordnung dargestellt.

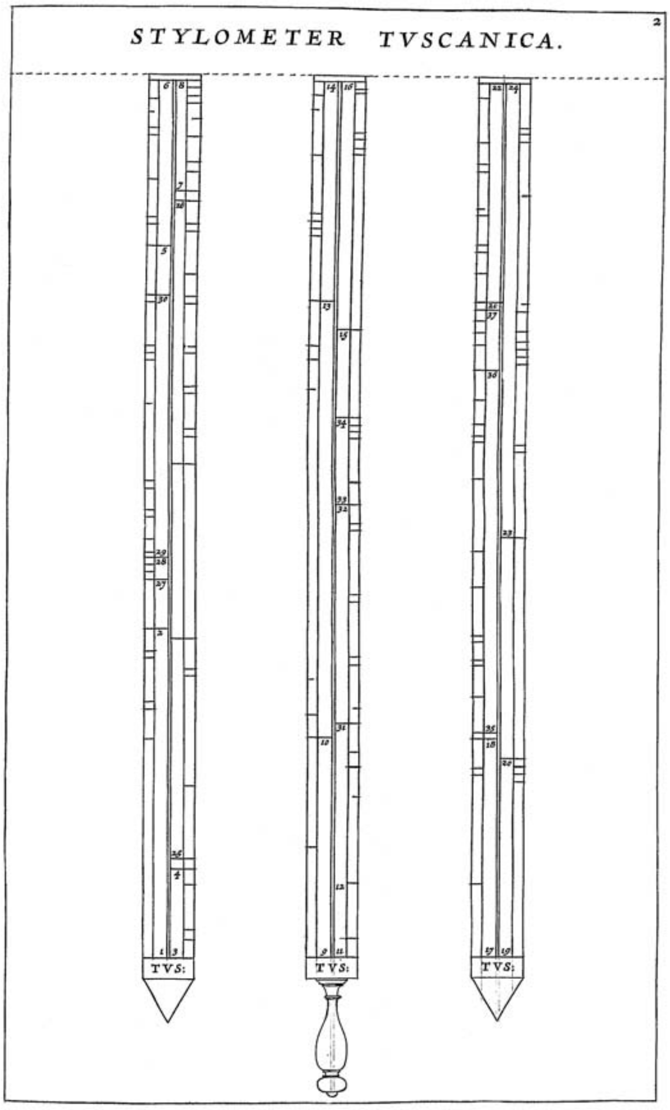


Abb. 9: Der tuskische Baustab (Goldmann 1662, Fig. 2).

Die einzelnen Strecken auf den *Speziellen Baustäben* bedeuten:

[1; 2]:	Höhe des Fußes des Säulenstuhls,
[3; 4]:	Anwachsung des Fußes des Säulenstuhls,
[5; 6]:	Höhe des Deckels,
[7; 8]:	Anwachsung des Deckels,
[9; 10]:	Höhe des Säulenfußes,
[11; 12]:	Anwachsung des Säulenfußes,
[13; 14]:	Höhe des Knaufes,
[15; 16]:	Auslaufung des Knaufes,
[17; 18]:	Höhe des Unterbalkens,
[19; 20]:	Auslaufung des Unterbalkens,
[21; 22]:	Höhe des Kranzes,
[23; 24]:	Auslaufung des Kranzes,
[25; 26]:	Höhe des Gesimses,
[27; 28]:	Anwachsung der Oberschwelle,
[29; 30]:	Anwachsung des Kranzes,
[31; 32]:	Höhe des Kämpfers,
[33; 34]:	Anwachsung des Kämpfers,
[35; 36]:	Höhe des Kalendersäulchens,
[36; 37]:	Auslaufung des Kalendersäulchens,
[38; 39]:	Auslaufung des Stammes zu den Aushöhlungen.

Man beachte, dass gleich bezeichnete Strecken auf dem Allgemeinen Stab und dem zugehörigen Speziellen Stab Unterschiedliches bedeuten! Auch bei den Skalen der Speziellen Baustäbe weisen unbezeichnete Querstriche auf weitere Teile hin. Die Speziellen Stäbe bestimmen also mit ihren Maßen die *Feinstruktur* der jeweiligen Säulenordnung. Sie sind für die Erstellung *großer Abbildungen* gedacht.

9. Goldmanns Volutenkonstruktion

Wenden wir uns nun nochmals dem Allgemeinen Baustab zu. Auf einer Seitenfläche sind in dem Abschnitt V. Linien zur Konstruktion der Volute eingetragen. Die Konstruktion der Volute stellte wohl lange ein Problem für die Architekten dar. Die von GOLDMANN erfundene Volutenkonstruktion wurde als Fortschritt gesehen und machte ihn bekannt. Sie ist verhältnismäßig einfach und liefert recht glatte Übergänge. Es ist verständlich, dass GOLDMANN die Konstruktion mit in seine Baustäbe einbezieht.

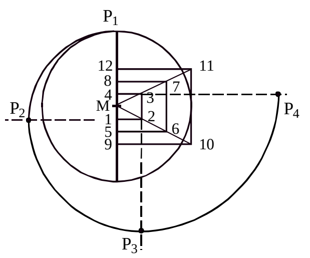


Abb. 10: Konstruktion der Volute

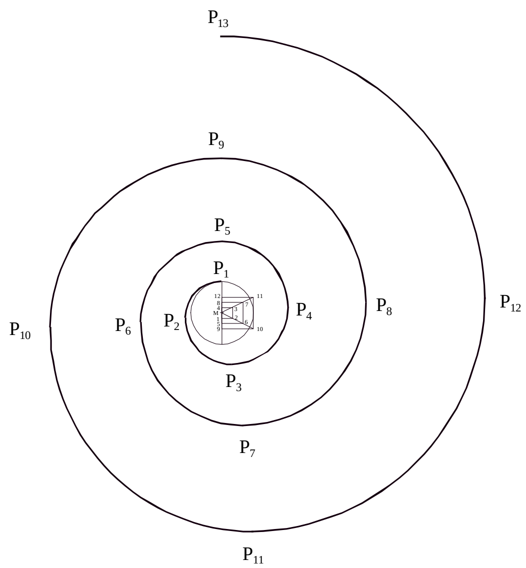


Abb. 11: Volute

Beginnen wir zunächst mit der Konstruktion ohne Verwendung der Baustäbe. Wir lassen die Konstruktion vom *Auge* ausgehen. Dessen

Mittelpunkt sei M und der Radius sei r. Der höchste Punkt der Volute ist 9r von M entfernt. Die Volute soll aus *Viertelkreisen* zusammengesetzt werden.

Zunächst geht es darum, die *Mittelpunkte* der Viertelkreise zu finden. Dazu zeichnet man, wie ersichtlich, 3 ineinander liegende Quadrate. Die ersten 4 Mittelpunkte sind die Ecken 1, 2, 3, 4 des in Abb. 11 eingezeichneten Quadrats mit der Seitenlänge $^1/_3$ r. Es folgen die Ecken 5, 6, 7, 8 des Quadrats mit der Seitenlänge $^2/_3$ r und schließlich die Ecken 9, 10, 11, 12 des Quadrats mit der Seitenlänge r. Damit sind die nacheinander zu wählenden Mittelpunkte gefunden.

Nun werden die Viertelkreise gezeichnet. Der 1. Viertelkreis um den Punkt 1 hat den Radius $^7/_6$ r. Er beginnt in P_1 und endet in P_2. Der 2. Viertelkreis hat den Mittelpunkt 2 und die Strecke von 2 bis zu P_2 als Radius $r_2 = {}^9/_6$ r. So setzt man nach und nach die Viertelkreise aneinander; der letzte Viertelkreis um den Punkt 12 hat den Radius $^{51}/_6$ r, und es ergibt sich die gewünschte Volute (Abb. 12). Die Konstruktion ist so eingerichtet, dass der Abstand des letzten Punktes P_{13} der Volute von M gerade $^{54}/_6$ r = 9r beträgt.

Diese Konstruktion ist einfach auszuführen. Wir haben sie beim Auge begonnen, während GOLDMANN die Volute von außen nach innen konstruiert. Das beschriebene Vorgehen hat bei mir bessere Ergebnisse geliefert. In der Praxis werden noch weitere Voluten benötigt, die entsprechend konstruiert werden können und die er auch beschreibt (Goldmann 1662).

Der Allgemeine Baustab liefert die Maße für 4 Voluten. Und zwar sind auf den Skalen bei V. jeweils die Längen von [M4], [M8], [M12], [MP_1], [MP_5], [MP_9] und [MP_{13}] eingetragen. Sie können wie bei den anderen Konstruktionen vergrößert bzw. verkleinert werden. Die Voluten sind mit Hilfe des Baustabs konstruierbar, doch halte ich seine Verwendung nicht für eine Erleichterung, so dass GOLDMANN wohl eher demonstriert, dass sich auch diese Konstruktionsaufgabe mit Hilfe eines Baustabs lösen lässt.

10. Die Baustäbe als Lehrmittel in ihrer Zeit

Die Baustäbe erinnern an Stäbe in der *Mathematischen Orgel* (*Organum mathematicum*). ATHANASIUS KIRCHER hatte 1661 in seiner *Lehrmaschine* ein Fach mit Stäben vorgesehen, die dem Lernenden zur Konstruktion von Festungsplänen dienen sollten (Vollrath 2003). Allerdings enthalten diese Stäbe *Tabellen*, aus denen man Längen und Winkel ablesen kann. Zu dieser „Lehrmaschine" hatte sein Würzburger Schüler KASPAR SCHOTT ein Handbuch verfasst, das 1668 postum erschien. Die Lehrmaschine und das Handbuch sind eng aufeinander bezogen.

Auch bei NIKOLAUS GOLDMANN stehen das Buch und das Instrument in enger Verbindung zueinander: Der Erfinder macht in dem Handbuch mit ausführlichen Bedienungsanweisungen und zahlreichen Figuren sein Instrument und dessen Handhabung bekannt. Er stellt das Instrument in einen größeren theoretischen Zusammenhang, um so auf die Bedeutung seiner Erfindung für Theorie und Praxis hinzuweisen. Diese Kombination aus Handbuch und Instrument ist im 17. und 18. Jahrhundert sehr häufig (Knobloch 2001[2]).

Die Baustäbe und das Handbuch entsprachen in ihrer Anlage in idealer Weise den aufgeführten Forderungen aus dem fürstbischöflichen Erlass von 1731. Sie gaben den Mathematikprofessoren ein Unterrichtsmittel in die Hand, das eine Einführung in ein wichtiges Teilgebiet der Zivil-Architektur ermöglichte. Dabei kam die Zweisprachigkeit des Handbuchs den Forderungen des Fürstbischofs und den Neigungen der Professoren entgegen. Das Instrument konnte für Demonstrationen der Professoren und für praktische Übungen der Studierenden verwendet werden.

Die Sache hat freilich einen „Haken". Von etlichen Historikern wird nämlich bezweifelt, dass etliche wissenschaftliche Instrumente aus den Mathematischen Kabinetten der Fürsten in der Praxis wirklich verwendet wurden. Das gilt auch für die Baustäbe von GOLDMANN. So schreibt MAYA HAMBLY:

> “These rods must be included amongst the interesting examples of specialist drawing instruments which were never adopted into common use.” (Hambly 1988, S. 142).

Tatsächlich stellen die Stäbe einige Anforderungen an den Benutzer. Dabei geht es in erster Linie um die Kenntnis, welche Maße durch die jeweiligen Strecken gegeben sind. Beim tuskischen Baustab sind das immerhin 20 Strecken. Man wird also wohl im Handbuch nachschauen müssen. Das Anlegen der Baustäbe ist nicht immer praktisch, vor allem, wenn der Schaft Teile der Zeichnung verdeckt. Dass GOLDMANN selbst in seinen Beispielen einige Maße einem Transversalmaßstab entnimmt, wirkt auch nicht gerade überzeugend. Für die Konstruktion der Voluten ist der Baustab nach meinem Eindruck auch keine Erleichterung. Aber es bleibt doch festzustellen, dass die Säulenordnungen von Geübten allein mit den Baustäben konstruiert werden *können*.

GOLDMANN hatte seine Baustäbe nach obigem Zitat auch in der Lehre erprobt (Goldmann 1662, S. 3) und auf Grund der gesammelten Erfahrungen schrittweise verbessert. Die Reihenfolge der Konstruktionsschritte mit dem entsprechenden Baustab, das unterschiedliche Vorgehen bei Vergrößerung bzw. Verkleinerung, das richtige Anlegen zum Antragen der Höhen und der Weiten, schließlich das Verstehen der Konstruktion setzen Kenntnisse der Ähnlichkeitslehre voraus, können diese jedoch auch vertiefen. Offensichtlich ist der Erfinder fasziniert von seinem Instrument. Aber auch den Benutzern hat sicher das Bewusstsein, ein Werkzeug zur Lösung der anspruchsvollen Konstruktionsaufgabe zu haben und es korrekt handhaben zu können, Freude bereitet und insbesondere bei Lernenden auch Erfolgserlebnisse vermitteln können. Mag man also auch hinsichtlich der Praktikabilität Vorbehalte gegen das Instrument haben, kann man seine didaktische Funktion also durchaus positiv sehen.

Einen anderen Weg zur Konstruktion von Säulenplänen ohne Berechnungen geht später der Würzburger Architekt BALTHASAR NEUMANN (1687–1753), der 1731 eine Professur für Militär- und Zivilbaukunst an der

Universität Würzburg erhielt. Er hatte 1713 sein *Instrumentum Architecturae* erfunden, bei dem es sich um einen Proportionalzirkel handelt, von dem die benötigten Strecken mit dem Stechzirkel abgegriffen werden können (Freeden 1981[3] und Wagner 1997). Im Internet haben wir eine ausführliche Darstellung dieses Instruments gegeben[3].

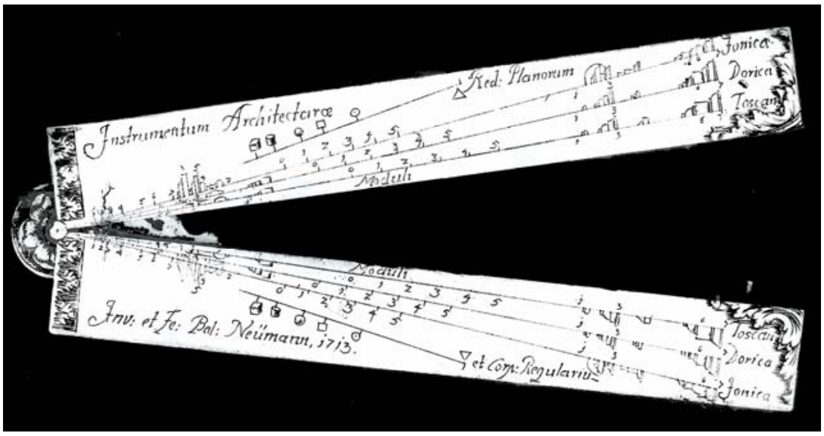


Abb. 12: Instrumentum Architecturae aus: Wagner 1997, S. 223

11. Die Säulenordnungen als Thema für den heutigen Mathematikunterricht

Aus heutiger Sicht finde ich das Thema der Säulenordnungen durchaus reizvoll als Anwendungsgebiet der Ähnlichkeitslehre. Auf Säulen treffen Schülerinnen und Schüler an zahlreichen historischen Gebäuden in ihrer Umwelt. In der Renaissance wurden die klassischen Säulen wieder entdeckt und in viele Gebäude integriert. Seitdem finden sich in allen Stilepochen der

---

3 http://www.didaktik.mathematik.uni-wuerzburg.de/history/rechner/neumann/index.html

Architektur wieder Säulen. Heutzutage kann man sogar in Baumärkten und Gartenzentren Säulen für den eigenen Bedarf erwerben. Dass viele dieser Säulen auf klassische Vorbilder zurückgehen, die sich von ihren Proportionen her klassifizieren lassen, sollte immer noch zur Allgemeinbildung gehören.

Eine Warnung sei allerdings angebracht: Die in der Literatur angegebenen Säulenordnungen unterscheiden sich im Detail. So werden z. B. für die Höhen der Säulen häufig teilweise andere Maße angegeben als bei GOLDMANN. Bei (Chitham 1994) findet man (umgerechnet):

tuskisch: 14 Module, *dorisch*: 16 Module, *ionisch*: 18 Module,
korinthisch und *römisch*: 20 Module; Modul = Halbmesser.

Die Angaben über die Säulenordnungen sollten also nicht „dogmatisch“ betrachtet werden. Aber auch das lässt sich ja im Unterricht thematisieren.

Da die *Zehn Bücher über Architektur* von VITRUV in deutscher Übersetzung leicht zugänglich sind, bietet es sich auch an, zur Quelle zu gehen. In diesem Fall wird man sich nicht nur auf die Säulen beschränken, sondern z. B. auch auf die Tempel eingehen, die dort ausführlich mathematisch behandelt werden (Vitruv 1996[5]).

Für die Behandlung des Themas „Säulenordnungen“ bietet sich ein Projekt etwa in der 9. Jahrgangsstufe an.[4] Ein natürlicher Einstieg in das Thema ist die Betrachtung von Säulen in der Umwelt. Schülerinnen und Schüler können selbst auf die Suche nach Säulen gehen, sie fotografieren, Gemeinsamkeiten und Unterschiede suchen. Sie werden zunächst in ihrer engeren Umgebung beginnen, die Suche dann aber auch ausweiten. Insbesondere die alten öffentlichen Bauten in den Großstädten sind häufig mit Säulen versehen. Betrachten wir etwa den berühmten Bau des Alten Museums von KARL FRIEDRICH SCHINKEL (1781–1841) in Berlin.

---

[4] Wir orientieren uns hier an der Konzeption von LUDWIG (Ludwig 1997).

Abb. 13: Altes Museum in Berlin

Der Ausschnitt aus einer alten Postkarte zeigt die Front mit den 18 ionischen Säulen. Dieser beeindruckende Bau kann als Einstieg in das Projekt dienen. Die Frage nach dem Architekten führt auf das Thema „Karl Friedrich Schinkel – Der Baumeister Preußens“. Die Frage nach den Vorbildern ergibt das Thema: „Tempel der Antike“. Ein Vergleich von Bildern verschiedener Tempel mit ihren unterschiedlichen Säulentypen legt das Thema „Marcus Vitruvius Pollio – Der Architekturtheoretiker der Antike“ nahe.

Betrachtet man die Säulen näher, so erkennt man, dass sie aus verschiedenen Teilen bestehen. Das führt auf das Thema: „Bestandteile der klassischen Säulen“. Ein Vergleich der verschiedenen Säulentypen ergibt „Die fünf klassischen Säulenordnungen“. Dabei erweisen sich die Proportionen und die Gestaltung der Knäufe als wesentlich. Damit kommt man zum Thema: „Konstruktion von Säulen“. „Nikolaus Goldmanns Baustäbe“ und „Balthasar Neumanns Instrumentum Architectuare“ ergeben sich aus der Frage nach möglichen Hilfsmitteln zur Ermittlung der Proportionen. Bei den Baustäben wird man sich auf den Allgemeinen

Baustab beschränken, den man ohne Schwierigkeiten nachbauen kann[5]. Für das *Instrumentum Architecturae* ist ein Einstieg über die Abbildung des Instruments auf dem alten 50 DM-Schein möglich.

Die Arbeitsgruppe, die sich mit dem Thema „Nikolaus Goldmanns Baustäbe“ befasst, kann sich an Hand der angegebenen Internet-Präsentation grob über NIKOLAUS GOLDMANN und über seine Baustäbe informieren. Im Internet können die Schülerinnen und Schüler leicht umfangreiche Informationen über sein Leben und Werk finden.[6] Es wäre zu wünschen, dass sie sich auch die wichtige Arbeit von MAX SEMRAU beschaffen (Semrau 1985[2]). Die gründlichste Information über die Baustäbe und ihre Funktion liefert die vorliegende Arbeit. Das Handbuch von GOLDMANN (Goldmann 1662) ist sehr selten und schwer zugänglich.

Es ist zu empfehlen, dass die Schülerinnen und Schüler Modelle des Allgemeinen Baustabs nach dem angegebenen Schnittmuster basteln und dann selbst ausprobieren. Dann bietet es sich an, zunächst die beschriebene Konstruktion des Fußes der tuskischen Ordnung für verschiedene Module durchzuführen, so dass die oben beschriebenen Fälle auftreten. Die einzelnen Schritte der Konstruktion sind mit Hilfe der Ähnlichkeitslehre zu begründen. Die Schülerinnen und Schüler können dann in Aufgabenteilung entsprechende Konstruktionen für die Säule und das Gebälk durchführen. Dabei wird ihnen bewusst, dass die Baustäbe nur die jeweilige Lage der einzelnen Teile liefern. Die Teile selbst sind durch Freihandzeichnungen nach Vorlagen zu skizzieren. Schließlich werden auch Säulen der anderen Ordnungen konstruiert. Nach diesen Erfahrungen werden die Schülerinnen

---

[5] Einen Bastelbogen zum Ausschneiden und Zusammenkleben findet man als tif-Datei (1 MB) im Internet unter: http://www.didaktik.mathematik.uni-uerzburg.de/history/baustaebe/Goldmann_Universalstab.tif

[6] Z. B. http://www.bautz.de/bbkl/g/goldmann_n.shtml

und Schüler selbst die Leistungen des Instruments, seine Stärken und Schwächen beurteilen können.

Für die Präsentation ist mit den anderen Gruppen abzusprechen, welche Sachverhalte über Säulen von anderen Gruppen behandelt werden, so dass die Baustab-Gruppe darauf verweisen kann. Auf jeden Fall gehört in diese Gruppe eine Darstellung von GOLDMANNS Leben und Werk. Dann sind die Baustäbe mit ihren Skalen und deren Bedeutung vorzustellen. Das Prinzip der Stäbe ist zu erläutern und zu begründen. Schließlich sind einige typische Konstrukten vorzuführen. Auch eine Diskussion des Werkzeugs sollte nicht fehlen.

Mathematisch interessant sind die Knäufe der ionischen Säulen mit ihren Schneckenlinien, die wiederum zu einem eigenen Thema führen: „Die Konstruktion der ionischen Schnecke“[7]. Kritische Fragen zur konkreten Bestimmung der Säulenordnung kann man unter dem Thema „Theorie und Praxis der Säulenordnung“ behandeln.

In dem Projekt „Säulenordnungen“ werden Säulen unter verschiedenen Perspektiven betrachtet. Aus *mathematischer* Sicht wird man sich vor allem für die Proportionen interessieren. Vom *Kunstunterricht* her werden Stilmerkmale betrachtet und einzelnen Epochen zugeordnet. Der *Lateinunterricht* kann einiges zur Kunst der Antike beitragen. Dabei kann auch die lateinische Sprache mit einbezogen werden. Die hier empfohlene Vitruv-Ausgabe ist zweisprachig.

12. Zur Geschichte der Lehrmittelsammlungen an den Universitäten

Zum Schluss noch einige Bemerkungen zu mathematischen Lehrmitteln an den Universitäten. Im Laufe des 19. Jahrhunderts wurden an vielen

[7] Eine Vorführung der Konstruktion von Goldmann findet man im Internet unter:
http://www.didaktik.mathematik.uni-wuerzburg.de/history/baustaebe/volute.html

mathematischen Lehrstühlen und dann gegen Ende des 19. Jahrhunderts durch die Errichtung Mathematischer Seminare an den Universitäten *mathematische Modelle* beschafft (Lorey 1916). Zu ihnen gesellten sich zunehmend neu entwickelte *mathematische Instrumente*. Die wichtigsten Modelle sind in dem von GERD FISCHER herausgegebenen Werk *Mathematische Modelle* beschrieben und abgebildet (Fischer 1986). Umfassend informiert der *Katalog mathematischer und mathematisch-physikalischer Modelle, Apparate und Instrumente* der 1883 von WALTER DYCK (1856–1934) auf der Tagung der *Deutschen Mathematiker-Vereinigung* in München organisierten Ausstellung. Nach JOACHIM FISCHER kann dieser Katalog „mit Fug und Recht als Führer und Nachschlagewerk für die Bestände an mathematischen und mathematisch-physikalischen Instrumenten in den technischen Museen der Welt betrachtet werden,..." (Dyck 1994, S. XXI).

In diesem Katalog kündigen sich als Vorboten leistungsfähiger mathematischer Instrumente die ersten industriell gefertigten Rechenmaschinen, Rechenschieber und Planimeter an. Sie erfahren in der Praxis im 20. Jahrhundert ihre Blüte. Diese Entwicklung schlägt sich in den Lehrbüchern nieder (Meyer zur Capellen 1949, Willers 1943). An den Universitäten werden für mathematische Praktika im Diplomstudiengang und für die Forschung entsprechende Instrumente gekauft. Wieder ist die gewünschte Praxisnähe der Ausbildung ein wichtiges Argument.

Durch die Computer waren die meisten dieser Instrumente seit Mitte der siebziger Jahre überholt. Wichtige Instrumente finden sich in Museen (z. B. *Arithmeum* in Bonn, *Deutsches Museum* in München und *Heinz Nixdorf Museum* in Paderborn). Einige Universitäten und Hochschulen haben Sammlungen historischer Rechenmaschinen angelegt (z. B. Bonn, Erlangen, Greifswald, Ludwigsburg und Würzburg), um ihren Studierenden die Entwicklung dieser Instrumente und die ihnen zu Grunde liegenden Ideen deutlich zu machen. Inzwischen werden auch schon die ersten Computer in Museen ausgestellt.

Literatur

Chitham, Robert [1994]: Die Säulenordnungen der Antike und ihre Anwendung in der Architektur. Wiesbaden: Fourier.

Dyck, Walter [1892]: Katalog mathematischer und mathematisch-physikalischer Modelle, Apparate und Instrumente. München: Wolf. Nachdruck mit einem Vorwort von Joachim Fischer. Hildesheim: Olms, 1994.

Fischer, Gerd (Hrsg.) [1986]: Mathematische Modelle. Braunschweig: Vieweg.

Freeden, Max H. von [1981[3]]: Balthasar Neumann, Leben und Werk. München: Deutscher Kunstverlag.

Goldmann, Nikolaus [1643]: Elementa architecturae militaris. Leiden.

Goldmann, Nikolaus [1656]: Tractatus de usu proportionatorii sive circini proportionalis. Leiden.

Goldmann, Nikolaus [1662]: Tractatus de stylometris. Leiden.

Goldmann, Nikolaus [1696]: Vollständige Anweisung zu der Civil-Bau-Kunst. Hrsg. von Leonhard Christoph Sturm. Wolfenbüttel: Hoch-Fürstliche Academie.

Hambly, Maya [1988]: Drawing Instruments 1580–1980. London: Sotheby’s.

Hupp, Ingrid [1998]: Arithmetik- und Algebralehrbücher Würzburger Mathematiker des 18. Jahrhunderts. München: Institut für Geschichte der Naturwissenschaften.

Klimpert, Richard [1896[2]]: Lexikon der Münzen, Maße, Gewichte. Berlin: Regenhardt.

Knobloch, Eberhard [2001[2]]: Instrumente. In: Menso Folkerts, Eberhard Knobloch, Karin Reich (Hrsg.): Maß, Zahl und Gewicht. Wiesbaden: Harrassowitz, 151–185.

Lorey, Wilhelm [1916]: Das Studium der Mathematik an den deutschen Universitäten seit Anfang des 19. Jahrhunderts. Leipzig: Teubner.

Ludwig, Matthias [1997]: Projekte im Mathematikunterricht des Gymnasiums. Hildesheim: Franzbecker.

Mackensen, Ludolf von [1991]: Die naturwissenschaftlich-technische Sammlung in Kassel. Kassel: Wenderoth.

Meyer zur Capellen, Walther [1949]: Mathematische Instrumente. Leipzig: Geest & Portig.

Reindl, Maria [1966]: Lehre und Forschung in Mathematik und Naturwissenschaften, insbesondere Astronomie, an der Universität Würzburg von der Gründung bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts. Neustadt a. d. Aisch: Degener.

Reuther, Hans [1964]: Goldmann, Nikolaus. Neue Deutsche Biographie Bd. 6, Berlin: Duncker & Humblot, S. 605–606.

Schneider, Ivo [1970]: Der Proportionalzirkel. Ein universelles Analogrecheninstrument der Vergangenheit. München: Oldenbourg.

Schott, Gaspar [1657]: Mechanica hydraulico-pneumatica. Würzburg.

Schott, Gaspar [1661]: Cursus mathematicus. Würzburg.

Schott, Gaspar [1664]: Technica curiosa. Würzburg.

Schott, Gaspar [1668]: Organum mathematicum. Würzburg.

Schröder, Eberhard [1980]: Dürer Kunst und Geometrie. Berlin: Akademie-Verlag.

Schütte, Ulrich [1984]: Architekt und Ingenieur. Wolfenbüttel: Herzog August Bibliothek.

Seelig, Lorenz [1988]: Die Würzburger Planetenmaschine Johann Georg Neßtfells. Passau: Passavia.

Semrau, Max [1916]: Zu Nikolaus Goldmanns Leben und Schriften. In: *Monatshefte für Kunstwissenschaft* 9, 1916, 349–361; 463–473.

Semrau, Max [1985^2]: Nikolaus Goldmann. In: Friedrich Andreae, Max Hippe, Pasul Knötel, Otfried Schwarzer (Hrsg.): Schlesische Lebensbilder, Schlesier des 17.–19. Jahrh. Bd. 3. Sigmaringen: Thorbecke, 54–60.

Vignola, Vignola [1562]: Regola delli cinque ordini d'architettura. Rom.

Vitruv [1996^5]: Zehn Bücher über Architektur. Übers. v. Curt Fensterbusch. Darmstadt: Primus.

Volk, Otto [1982]: Mathematik, Astronomie und Physik in der Vergangenheit der Universität Würzburg. In: Peter Baumgart (Hrsg.): Vierhundert Jahre Universität Würzburg. Neustadt a. d. Aisch: Degener, 751–785.

Vollrath, Hans-Joachim [2003]: Das Organum mathematicum – Ein Lehrmittel des Barock. In: *Journal für Mathematikdidaktik* 24, 2003, 41–58.

Vollrath, Hans-Joachim [2005]: Nikolaus Goldmanns (1611-1665) Baustäbe, In: *Würzburger medizinhistorische Mitteilungen*, 391-404.

Wagner, Gerhard [1997]: Sonnenuhren und wissenschaftliche Instrumente. Aus den Sammlungen des Mainfränkischen Museums Würzburg. Würzburg: Mainfränkisches Museum.

Wegele, Franz Xaver von [1882]: Geschichte der Universität Würzburg, II. Teil; Urkundenbuch. Würzburg.

Willers, Friedrich Adolf [1943]: Mathematische Instrumente. München: Oldenbourg.

Wolff, Christian von [1772]: Auszug aus den Anfangs-Gründen aller Mathematischen Wissenschaften. Halle: Renger.