

# DER PROPORTIONALZIRKEL VON BALTHASAR NEUMANN



## Der Proportionalzirkel von Balthasar Neumann

Balthasar Neumann ist einer der großen deutschen Baumeister des Spätbarock. Er wurde im Jahre 1687 in der böhmischen Stadt Eger als Sohn eines Tuchmachers geboren und starb im August 1753 in Würzburg. 1711 erhielt Neumann den Lehrbrief in der „Büchsenmeister- Ernst- und Lustfeuerwerkerey“ und arbeitete in jungen Jahren als Stückgießergeselle. Zusätzlich eignete er sich grundlegende Kenntnisse an in Mathematik, Geometrie, Architekturtheorie und Vermessungskunde aber auch in der Zivil- und Militärbaukunst. Zu seinen baulichen Schöpfungen, die sich überwiegend im süddeutschen Raum befinden, gehören bedeutende Werke wie Wallfahrtskirche von Vierzehnheiligen, Residenz in Würzburg, Klosterkirche in Neresheim und Treppenhaus im Schloß Augustsburg in Brühl.

Im Jahr 1713 erdachte Neumann das „Instrumentum Architecturae“ und baute es, wie die Inschrift „Inv(enit) et Fe(cit) Bal(thasar) Neümann, 1713“ auf dem Instrument besagt. Es befindet sich heute im Mainfränkischen Museum in Würzburg. Archivarische Quellen belegen, daß Balthasar Neumann ein zweites Exemplar an die Stadt Eger verkauft hat. Dieses Instrument ist verschollen.

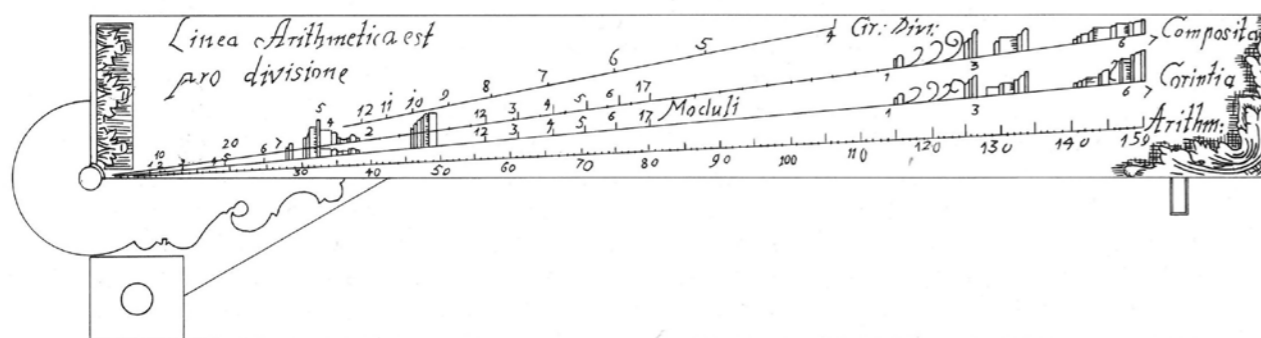
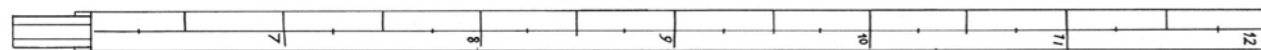
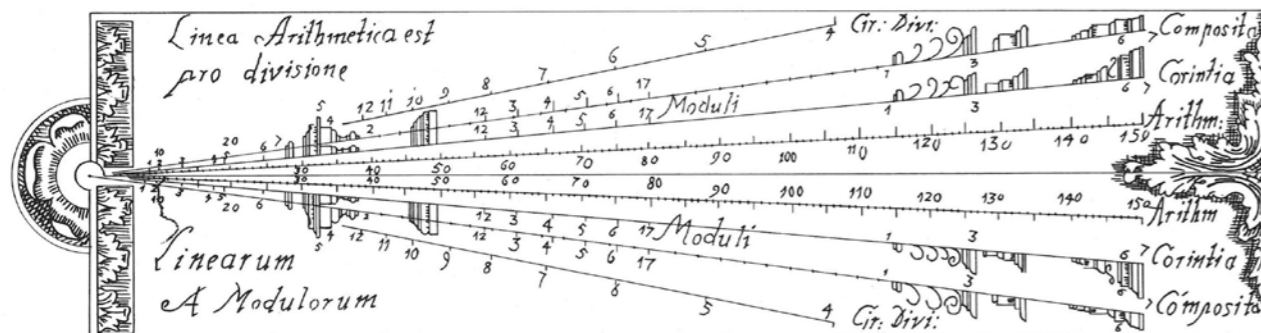
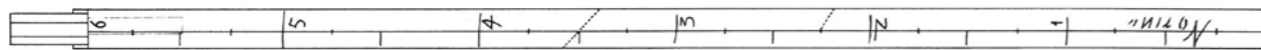
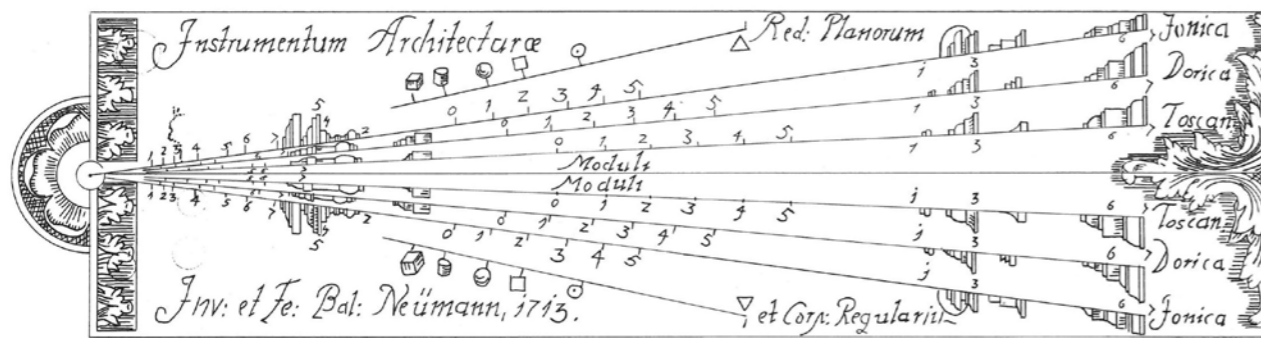
Das Instrument von Neumann gehört in die Gruppe der Proportionalzirkel, mit deren Hilfe durch einfaches Ablesen unterschiedliche Rechenoperationen durchgeführt werden können. Das Gerät, für dessen Benutzung zusätzlich ein Stechzirkel erforderlich ist, wurde hauptsächlich im 17. und 18. Jahrhundert verwendet. Neumann entwickelte seinen Proportionalzirkel so, daß man mit diesem Maße einzelner Bauteile verschiedener Säulenordnungen bestimmen kann.

Säulenordnungen bildeten in Renaissance und Barock einige der wichtigsten Elemente baukünstlerischer Gestaltung. Die Grundtypen der Ordnungen wurden in der klassischen Antike geschaffen. Die griechische Baukunst kennt drei, die dorische, ionische und korinthische, die in römischer Zeit um eine toskanische und komposite Ordnung auf fünf erweitert wurden. Eine solche Ordnung setzt Regeln über die maßlichen Verhältnisse der Hauptteile eines Bauwerks, nämlich Postament, Säule, Gebälk und deren jeweilige Differenzierungen.

Zu dem Thema der Säulenordnungen wurden bedeutende Werke in der Renaissance veröffentlicht. Mitte des 15. Jahrhunderts beschrieb der Architekt Leon Battista Alberti in seiner Schrift „De re aedificatoria“ zum erstenmal insgesamt fünf Ordnungen. Es folgte die erste illustrierte Ausgabe von Serlio 1537, danach die von Vignola 1562, Palladio 1570 und Scamozzi 1615. Diese Veröffentlichungen, an denen sich alle weiteren Säulenbücher orientierten, beziehen sich, neben dem Studium antiker Bauwerke, auf die einzige aus der Antike erhaltenen Schrift über Baukunst „De architectura libri decem“ des Architekturschriftstellers Vitruvius Pollio.

Auf der Suche nach der Idealform einzelner Ordnungen wurden mit den Säulenbüchern dem Architekten und Handwerker unterschiedliche Proportionsverfahren angeboten. Das Grundmaß der Größenberechnungen ist der Modul. Dieser ist in den meisten Fällen der halbe untere Säulendurchmesser, der wiederum in eine bestimmte Anzahl von „Partes“ aufgeteilt ist. Das im Jahre 1562 herausgegebene architektonische Lehrbuch „Regola delli cinque ordini d'architettura“ des italienischen Architekten Giacomo Barozzi da Vignola wurde das meistverwendete und kopierte Werk der Zeit und bildete die Grundlage für das Meßinstrument des Balthasar Neumann.

Bernd Grimm



## Beschreibung

Das Instrument besteht aus zwei 5 mm starken, mit floralen Mustern verzierten Messingstreifen, die einen gemeinsamen Drehpunkt in einem flachen Scharnier haben. Dieses erlaubt einen Öffnungswinkel von 180 Grad, so daß sich beide Schenkel zu einem 30,3 cm langen Lineal addieren lassen. Das entspricht der damals geläufigen Maßeinheit „1 Nürnberger Schuh“, worauf die Gravur „(Pes)Norin(bergensis)“, lateinischer Stadtname von Nürnberg, hinweist. Vom Drehpunkt des Scharniers laufen auf jeder Seite des Instruments vier unterschiedlich bezeichnete Linien strahlenförmig auseinander, die sich an der Innenkante der zusammengeklappten Schenkel spiegeln. Entlang der Strahlen sind schematische Darstellungen und Bezeichnungen durch Einschlagpunkte markiert. Diese dienen für die Fixierung der Spitzen des Stechzirkels.

Auf dem Instrument sind die Linien abgekürzt bezeichnet:

Die (Linea) Arithm(etica) – die Rechenlinie – mit einer Länge von 150 Einheiten für das Abgreifen von Meßgrößen mit dem Stechzirkel. Diese Linie dient auch für die Division, worauf die Inschrift „Linea Arithmetica est pro divisione“ – die Rechenlinie ist zur Teilung – hinweist. Auch kann mit dieser Linie die Addition, Subtraktion und Multiplikation durchgeführt werden.

Die (Linea) Cir(culi) Divi(dendi) – die Kreisumfangteilungslinie – für die Bestimmung des Radius eines Kreises, der um ein vorgegebenes Vieleck gelegt werden soll. Zugleich dient diese Linie zur Bestimmung der Seitenlänge von regelmäßigen Vielecken, die in einen vorgegebenen Kreis einzuzeichnen sind.

Die (Linea) Red(ucorum) Planorum – die Flächenumwandlungslinie – für die Bestimmung spezifischer Meßgrößen von Quadrat, Kreis und gleichseitigem Dreieck.

Die (Linea) Corp(orum) Regulariu(m) – die Körperbegrenzungslinie – für die Bestimmung spezifischer Meßgrößen von Würfel, Zylinder und Kugel.

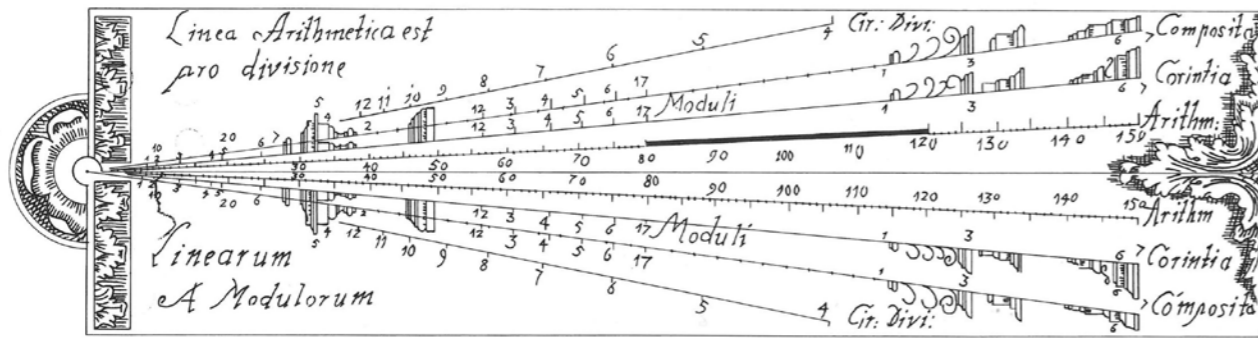
Die (Linea) Toscan(a), Dorica, Ionica, Corint(h)ia und Composita – die toskanische, dorische, ionische, korinthische und kompositen Linie – für Maßablesung der fünf Säulenordnungen nach den Regeln des Vignola. Die Inschrift „Linearum et Modulorum“ – der Linien und Maßeinheiten – verweist darauf, daß die Höhenlagen der „Moduli“ bestimmt werden können. Bei der toskanischen, dorischen und ionischen Linie vom zehnten bis fünfzehnten, bei der korinthischen und kompositen vom zwölften bis siebzehnten Modul.

## Besondere Kennzeichen

Kratzspuren bei den Werten 2,25 und 3,5 der Zollmaße auf der Schmalseite des Instruments.  
 Ein Stift, 2 mm Durchmesser und 4,5 mm lang, dient für die Fixierung der beiden Schenkel im geschlossenen Zustand.  
 Durch einen Schenkel, 1 cm vom Drehpunkt des Scharniers entfernt, verläuft ein Riß, der sich beidseitig abzeichnet.  
 Teile des Scharniers sind mit Senknieten befestigt. Diese zeichnen sich an der Oberfläche mit einem Kopfdurchmesser von 3,5 bis 5,5 mm unmerklich ab.

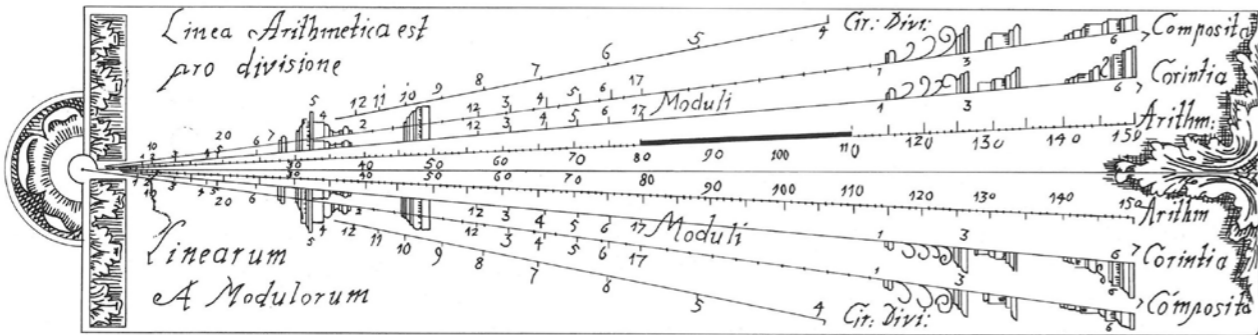
## Der Proportionalzirkel

Material	Messing
Maße	162 x 42 x 5 mm
Gewicht	270 Gramm
Aufbewahrungsort	Mainfränkisches Museum Würzburg
Inventarnummer	H 12228
Herstellungsjahr	1713

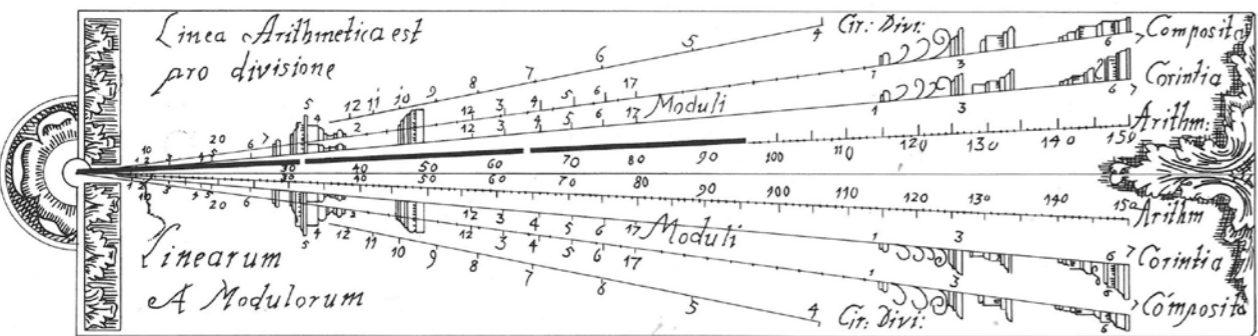


Linea arithmetica

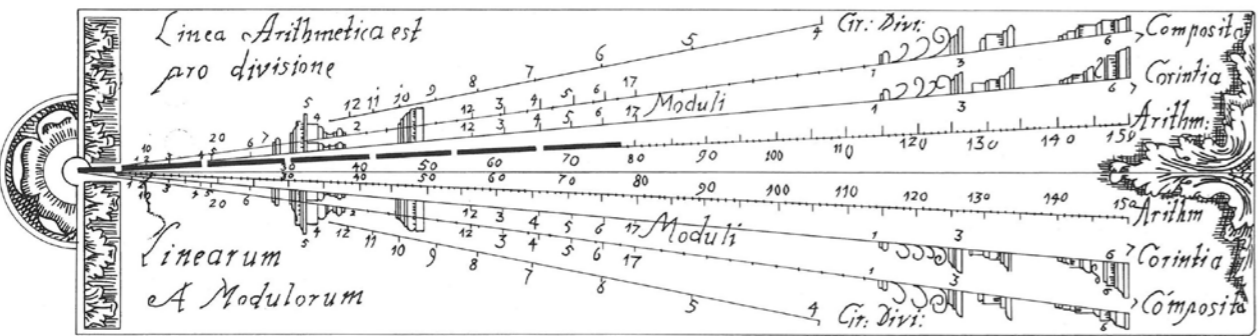
Addition:  
 40 Einheiten sollen zu 80 Einheiten hinzugezählt werden. Die Strecke von 40 Einheiten wird mit dem Stechzirkel abgesteckt und zum Wert 80 hinzugeschlagen. Es findet sich das Ergebnis von 120 Einheiten.



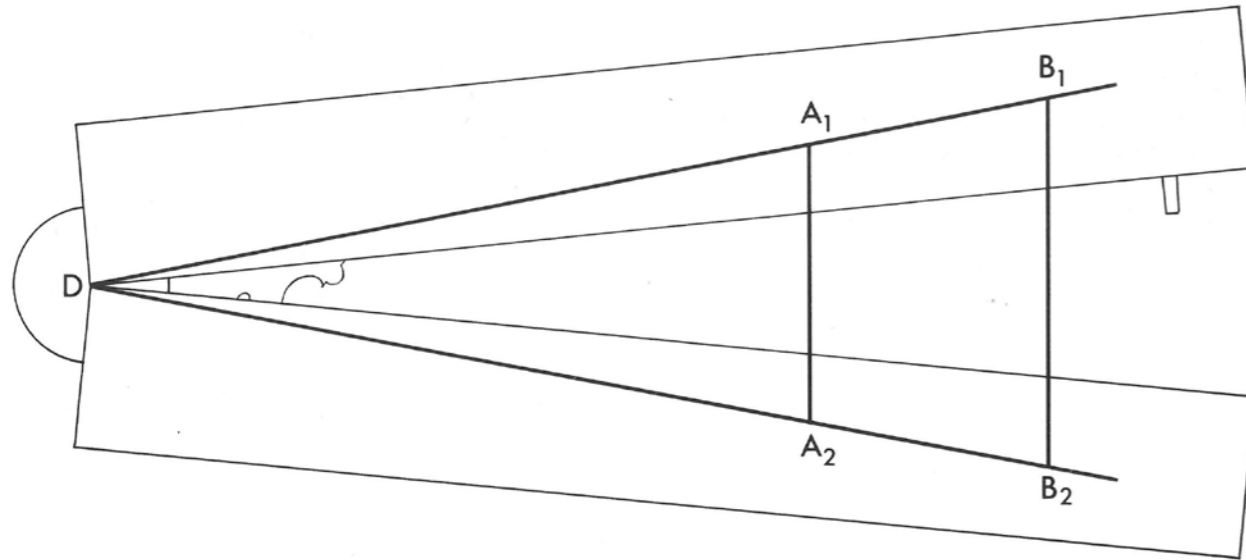
Subtraktion:  
 30 Einheiten sollen von 110 Einheiten abgezogen werden. Die Strecke von 30 Einheiten wird mit dem Stechzirkel abgesteckt und vom Wert 110 abgeschlagen. Es findet sich das Ergebnis von 80 Einheiten.



Multiplikation:  
 32 Einheiten sollen verdreifacht werden. Die Strecke von 32 Einheiten wird mit dem Stechzirkel abgesteckt und dreimal angetragen. Es findet sich das Ergebnis von 96 Einheiten.



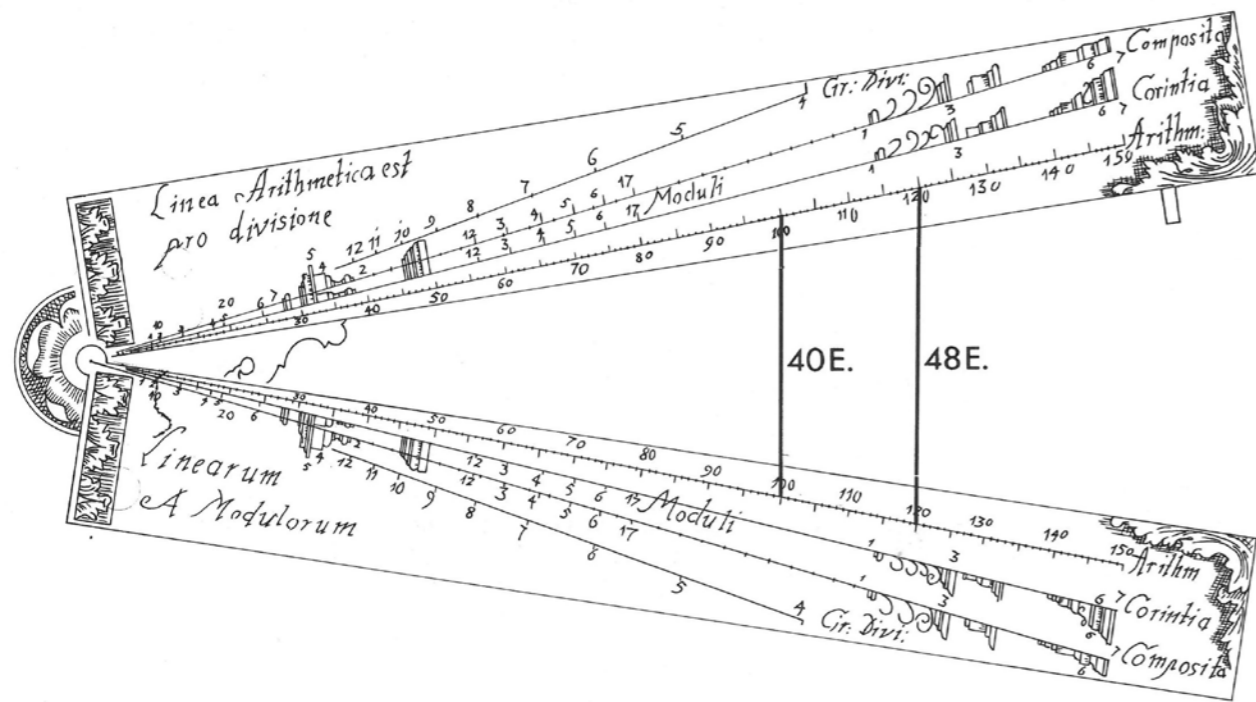
Division:  
 78 Einheiten sollen durch 12 geteilt werden. Zunächst wird der Divisor, dessen Strecke von 12 Einheiten mit dem Stechzirkel abgesteckt wird, vom Wert 78 so oft abgeschlagen, wie er ganzzahlig in dem zu teilenden Wert enthalten ist. Es kann sechsmal abgeschlagen werden, wobei 6 Einheiten verbleiben. Das Ergebnis ist demnach  $6 \frac{1}{2}$  Einheiten.



**Strahlensatz:**

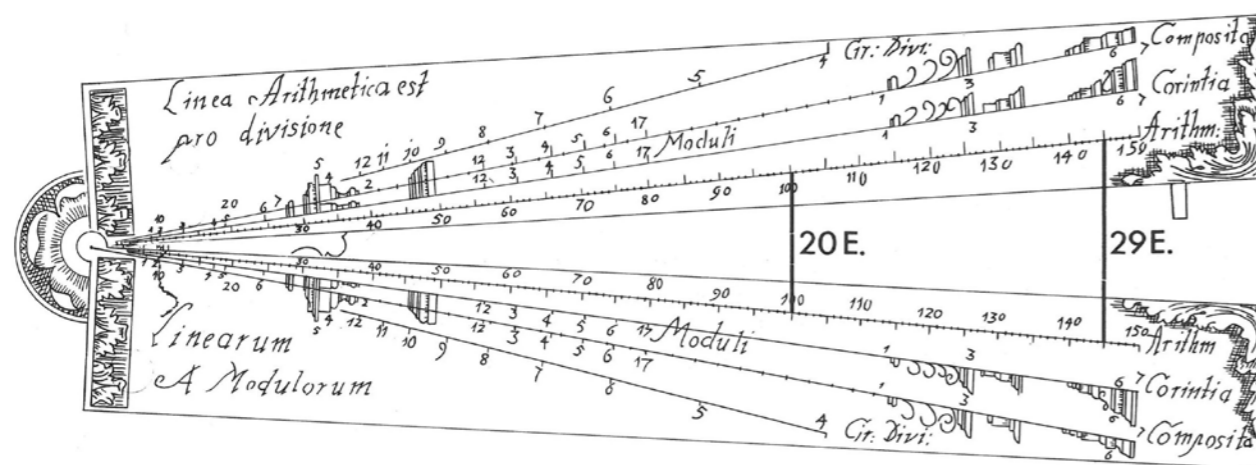
Die Funktionsweise des Proportionalzirkels bei den folgenden Operationen gründet auf dem Strahlensatz  $\overline{DA_1} : \overline{DB_1} = \overline{A_1A_2} : \overline{B_1B_2}$ .

Sobald das Verhältnis zweier oder mehrerer meßbarer Größen (Strecken, Rauminhalte, Winkel oder physikalische Werte) bekannt ist, läßt sich dieses auf den beiden Schenkeln, die ihren gemeinsamen Drehpunkt in D haben, als Streckenverhältnis abtragen. Dabei spiegeln sich die vom Drehpunkt D ausgehenden Linien an der Innenkante der beiden aneinandergelappten Schenkel. Durch Veränderung des Öffnungswinkels kann eine Meßgröße, z.B.  $\overline{A_1A_2}$  vorgegeben werden. Das Gerät wird in dieser Position belassen, und der gesuchte Wert, also  $\overline{B_1B_2}$ , kann abgenommen werden. Multiplikations- und Divisionsaufgaben lassen sich auch nach dem Strahlensatz lösen.



**Multiplikation:**

12 Einheiten sollen vervierfacht werden. Der Wert 4 wird verzehnfacht, da die Ablesegenauigkeit im oberen Bereich der Linie höher ist. Die Strecke von 40 Einheiten wird mit dem Stechzirkel abgesteckt. Der Proportionalzirkel wird geöffnet und mit Hilfe des gespreizten Stechzirkels so eingestellt, daß der Abstand der beiden gegenüberliegenden Werte 100 dem der abgesteckten Strecke entspricht. Das Ergebnis von 48 Einheiten findet sich als Abstand zwischen den beiden gegenüberliegenden Punkten der zweiten, ebenfalls verzehnfachten Zahl, nämlich 120.



**Division:**

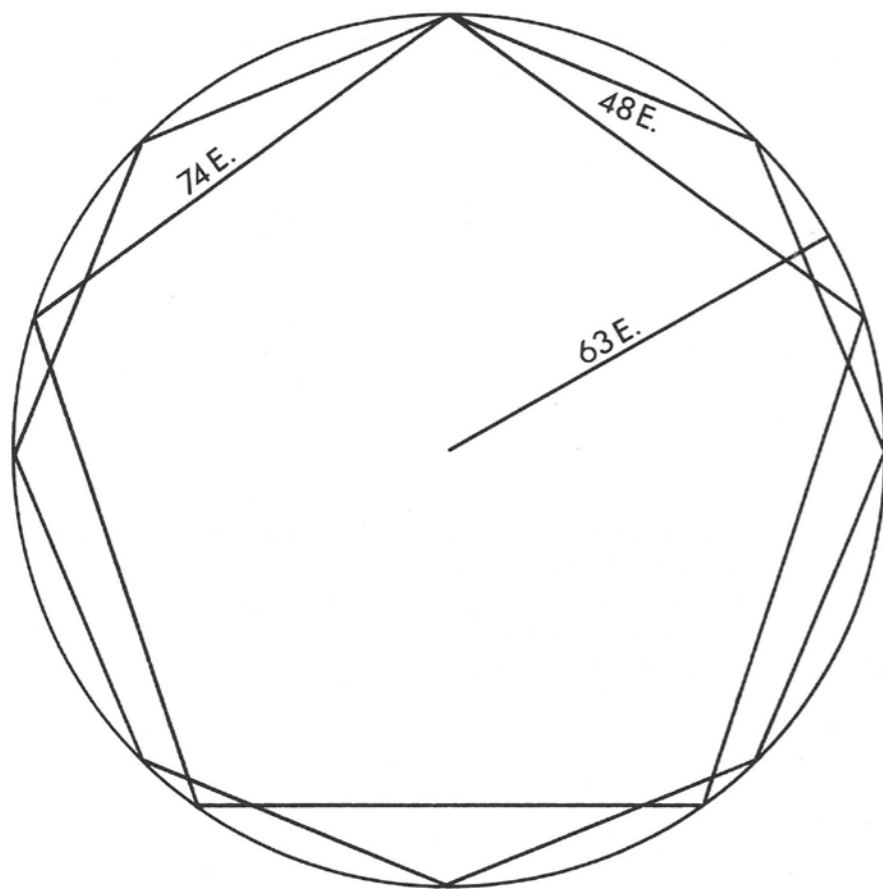
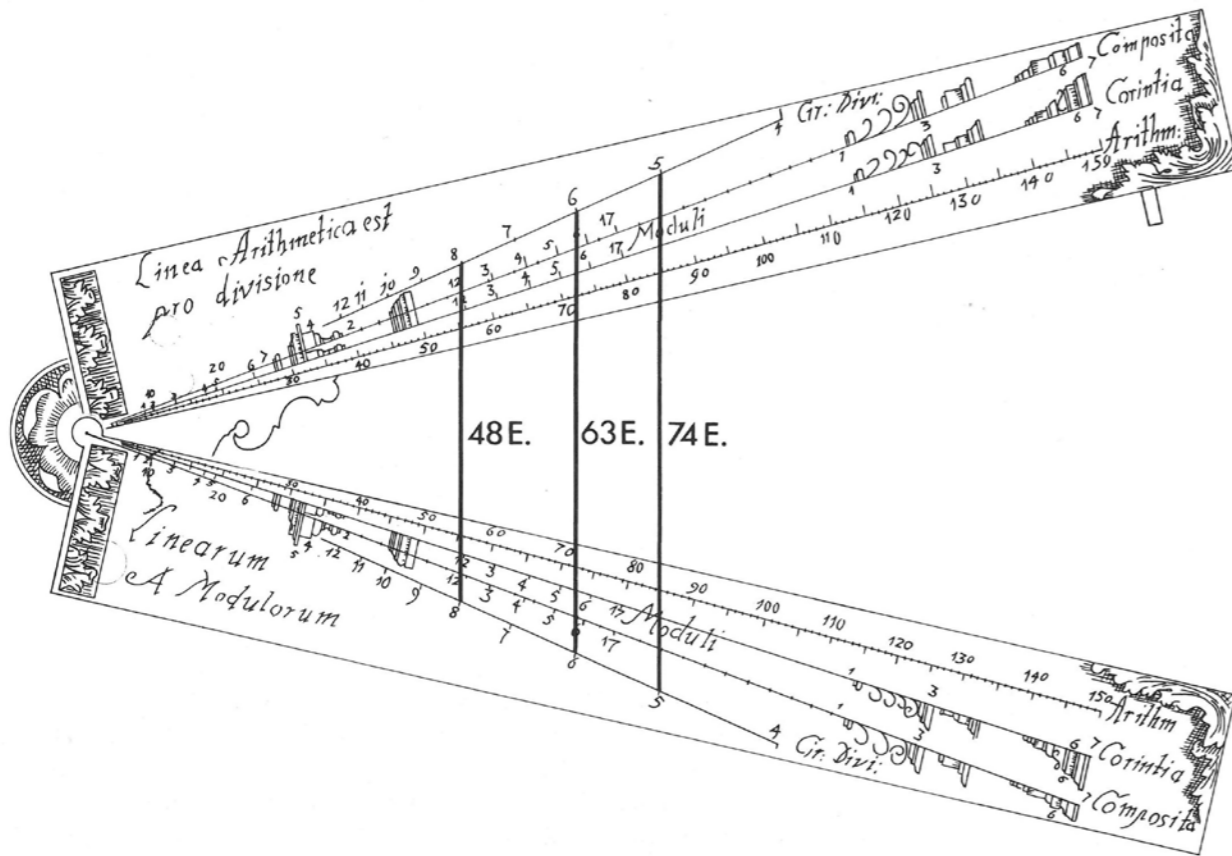
29 Einheiten sollen durch 2 geteilt werden. Der Divisor wird verzehnfacht, um eine höhere Ablesegenauigkeit zu erreichen. Der Proportionalzirkel wird nun so weit geöffnet bis die Strecke von 20 Einheiten dem Abstand zwischen den beiden gegenüberliegenden Werten 100 entspricht. Der zu teilende Wert wird als Strecke abgesteckt und findet sich als Abstand zwischen den zwei gegenüberliegenden Werten 145. Dieser Betrag durch 10 geteilt ergibt  $14 \frac{1}{2}$  Einheiten.

### Linea Circuli Dividendi

Mit dieser Linie läßt sich der Radius des Kreises ermitteln, der um ein vorgegebenes regelmäßiges Viereck bis Zwölfeck gelegt werden soll. Andererseits lassen sich die Seitenlängen vom regelmäßigen Viereck bis Zwölfeck bestimmen, die in einen vorgegebenen Kreis einzuzeichnen sind.

Beispiel:

Vorgegeben sei die Seitenlänge eines Achtecks mit 48 Einheiten. Gesucht ist der Kreis, der dieses Achteck umschreibt. In dem so ermittelten Kreis soll ein Fünfeck einbeschrieben sein.



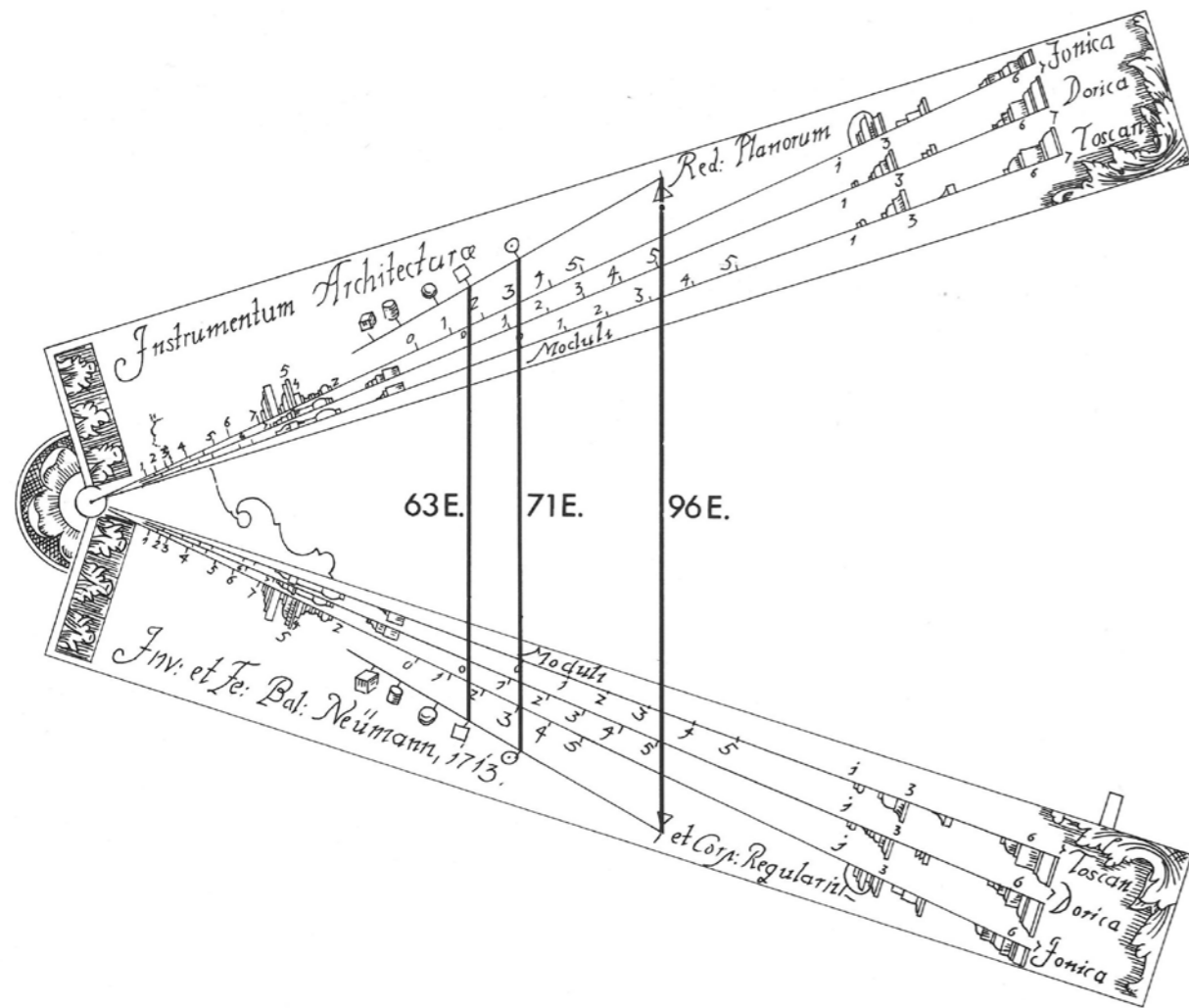
Der Proportionalzirkel wird so weit geöffnet bis die Strecke von 48 Einheiten dem Abstand zwischen den beiden gegenüberliegenden Werten 8 entspricht. Der Proportionalzirkel wird in dieser Position belassen. Auf Grund der geometrischen Gesetzmäßigkeit, die besagt, daß die Seitenlänge des regelmäßigen, in einem Kreis enthaltenen Sechsecks dem Radius eben dieses Kreises entspricht, läßt sich der Radius als Abstand zwischen den beiden gegenüberliegenden Werten 6 abgreifen. Die Länge der Fünfeckseite findet sich als Abstand zwischen den beiden gegenüberliegenden Werten 5.

### Linea Reducorum Planorum

Ist eine spezifische Meßgröße vorgegeben, beim Quadrat und dem gleichseitigen Dreieck die Seitenlänge, beim Kreis der Durchmesser, so lassen sich die Größen der anderen Figuren desselben Flächeninhaltes abgreifen.

Beispiel:

Vorgegeben sei der Durchmesser eines Kreises mit 96 Einheiten. Der Proportionalzirkel wird so weit geöffnet bis 96 Einheiten dem Abstand zwischen beiden mit einem Kreissymbol gekennzeichneten Punkten entspricht. Die Größe für das Quadrat und das gleichseitige Dreieck lassen sich nun an den entsprechend gekennzeichneten Punkten abgreifen.

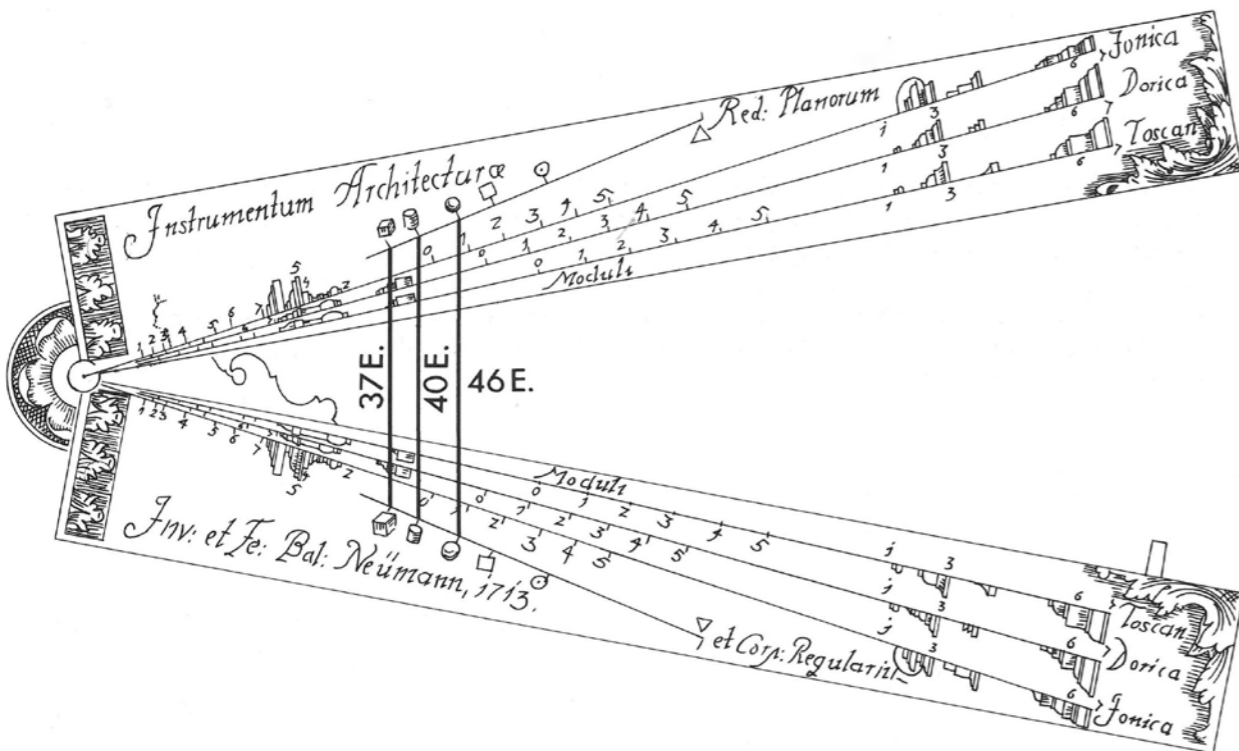


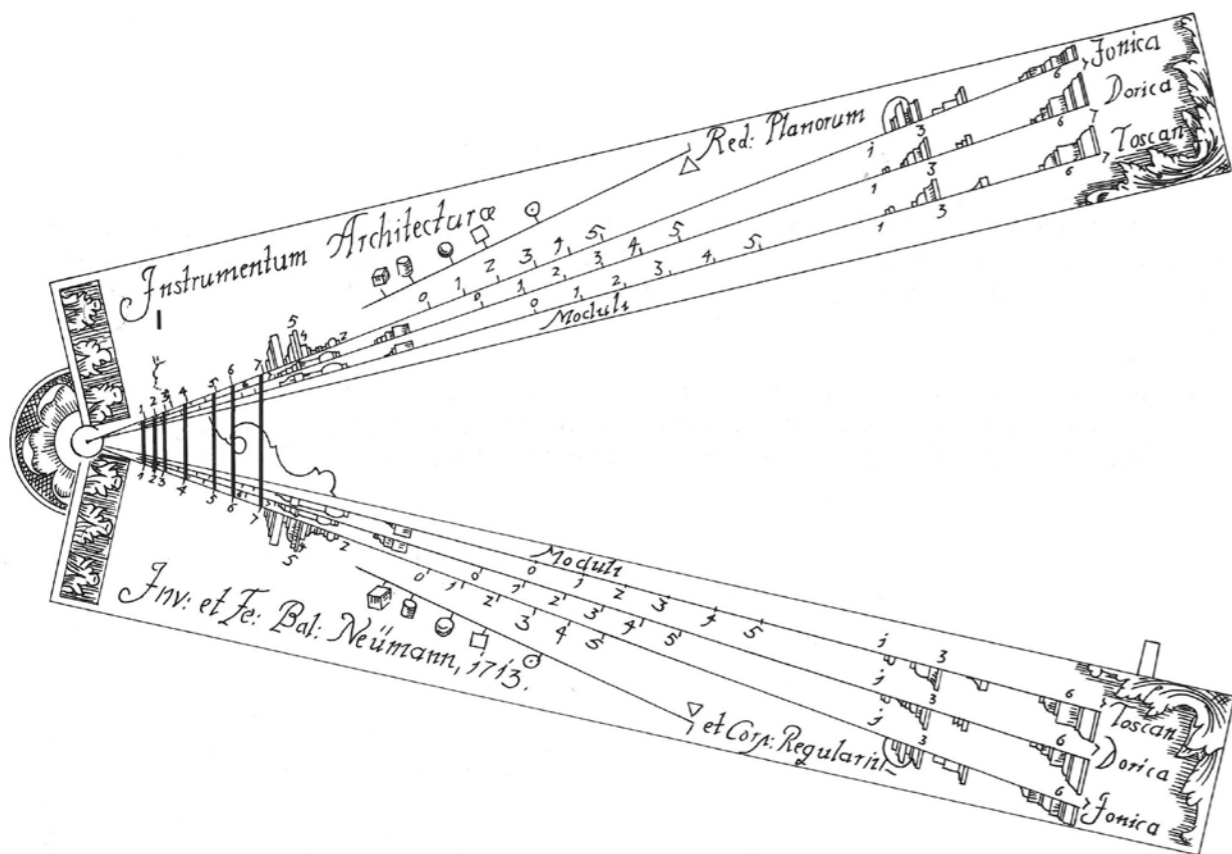
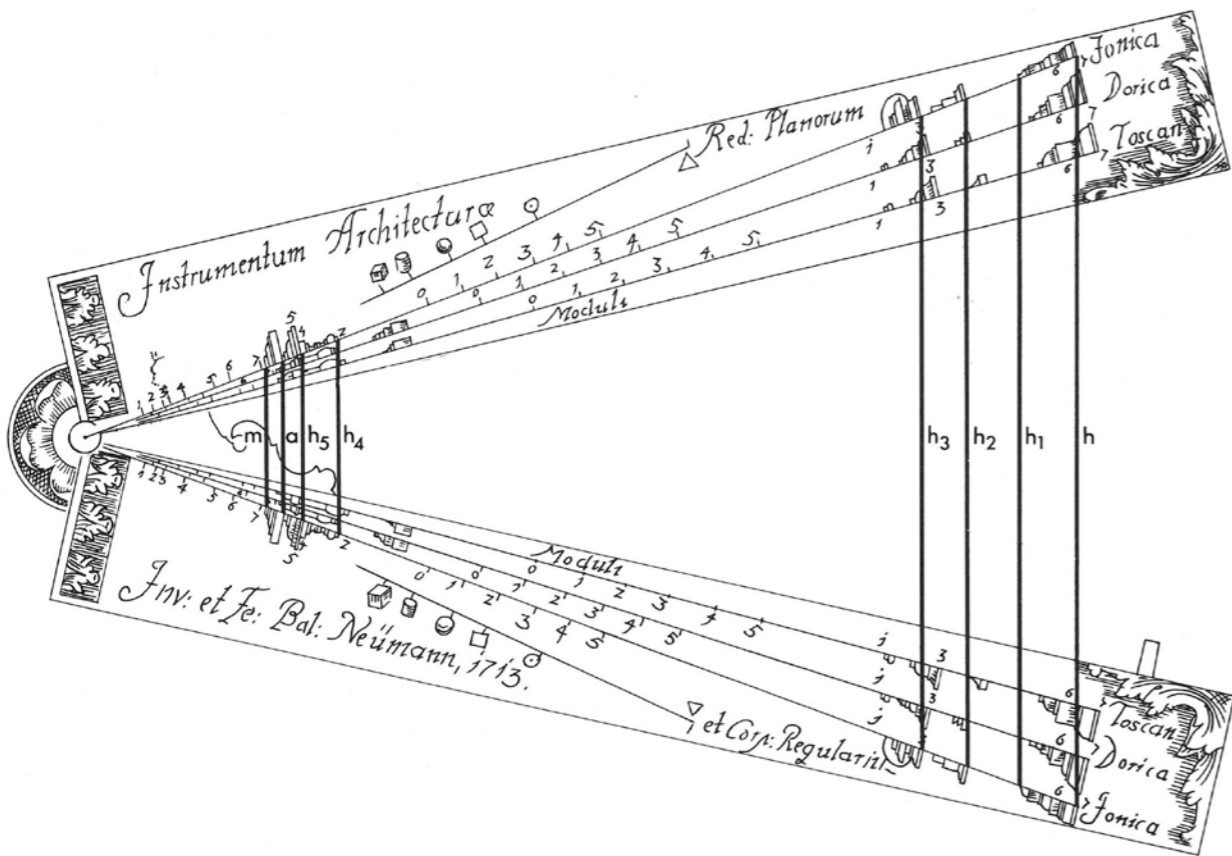
### Linea Corporum Regularium

Ist eine spezifische Meßgröße vorgegeben, beim Würfel die Kantenlänge, beim Zylinder der Durchmesser und die Höhe mit jeweils gleicher Länge, bei der Kugel der Durchmesser, lassen sich die Größen der anderen Körper desselben Volumeninhaltes abgreifen.

Beispiel:

Vorgegeben sei der Durchmesser einer Kugel mit 46 Einheiten. Der Proportionalzirkel wird so weit geöffnet bis 46 Einheiten dem Abstand zwischen den beiden gegenüberliegenden „Kugel“-Punkten entspricht. Die Größen für Zylinder und Würfel lassen sich abgreifen.





Linea Toscana, Dorica, Ionica, Corinthia und Composita

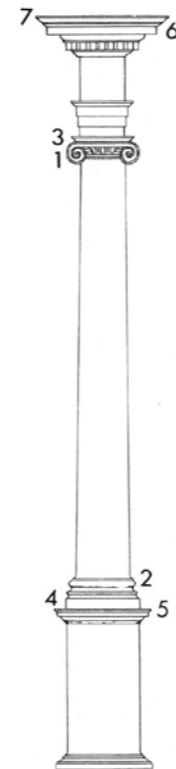
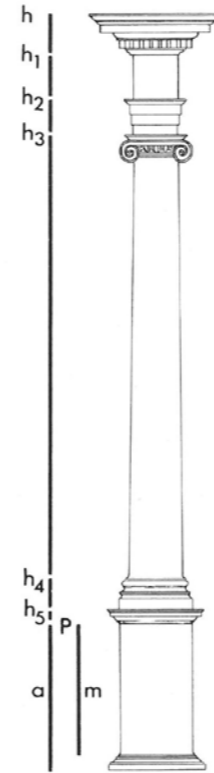
Neumann überträgt die fünf Säulenordnungen auf den Proportionalzirkel. Die charakteristischen Merkmale Postament, Säule und Gebälk sind entlang der entsprechenden Linien schematisch dargestellt. Bei Vorgabe der Gesamthöhe einer Ordnung können die gesuchten Größen einzelner Bauteile abgegriffen werden.

Beispiel:

Vorgegeben sei eine ionische Ordnung mit einer Gesamthöhe  $h$  von 108 Einheiten. 108 Einheiten werden mit dem Stechzirkel auf der Linea Arithmetica abgegriffen. Der Proportionalzirkel wird so weit geöffnet bis dieses Maß dem Abstand zwischen den beiden gegenüberliegenden Punkten „Oberkante Gebälk“ auf der ionischen Linie entspricht. Für alle weiteren Maßabgriffe wird das Instrument in dieser Position belassen.

Höhen:

Die Höhenmaße werden gegenüberliegend abgenommen und vom untersten Punkt der Säulenachse aus nach oben abgetragen. Die Basis des Postamentes ist, da der Platz am Drehpunkt des Scharniers zu klein ist, entlang der Linie weiter nach oben versetzt. Dabei ist im Gegensatz zu den Abbildungen der anderen Bauteile die Oberkante dem Drehpunkt zugewandt. Um die Höhe der Basis zu erhalten, ist deshalb ein Zwischenschritt über einen Hilfspunkt  $P$  notwendig. Um diesen zu fixieren, wird der Abstand  $a$  an den beiden gegenüberliegenden Punkten „Unterkante Basis“ abgenommen und vom untersten Punkt der Säulenachse aus nach oben angetragen. Von diesem Punkt  $P$  wird die Strecke  $m$  abgeschlagen, die dem Abstand zwischen den beiden gegenüberliegenden Punkten „Oberkante Basis“ entspricht.

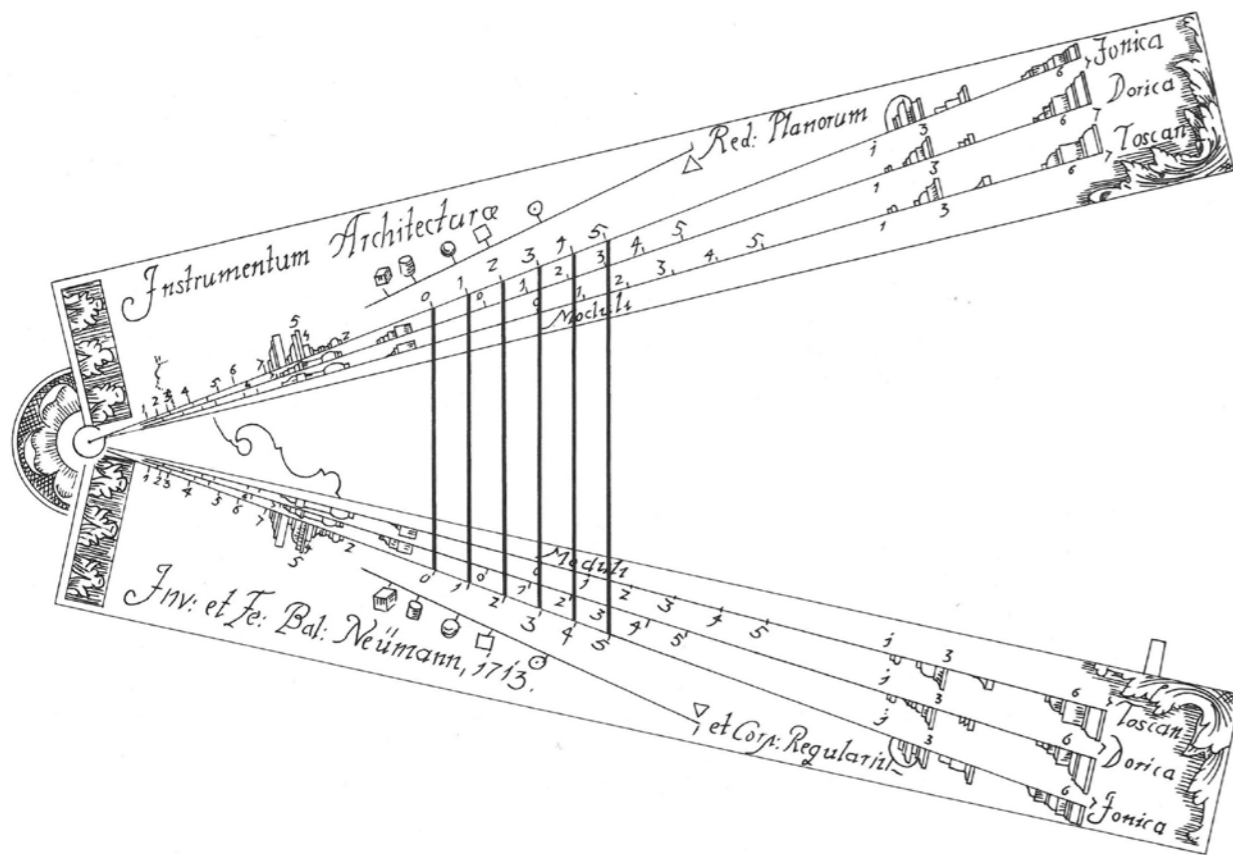


Breiten:

Markante Punkte, durch die die Ausladungen der Bauteile begrenzt werden, sind entlang der Linien mit den Ziffern von 1-7 gekennzeichnet.

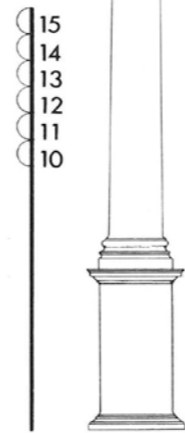
- 1 = oberer Säulendurchmesser
- 2 = unterer Säulendurchmesser entsprechend 2 Moduln
- 3 = Abdeckplatte des Kapitells
- 4 = Plinthe der Säulenbasis
- 5 = Oberkante Postament
- 6 = Geisonstirn des Gesims
- 7 = Oberkante des Gebälks

Die Breiten der Bauteile finden sich als Abstände zwischen den je zwei gegenüberliegenden Punkten in der ersten Zahlenfolge 1 bis 7.



#### Modulhöhen:

Die Höhenlage vom zehnten bis fünfzehnten Modul kann ermittelt werden, indem die Abstände der je zwei gegenüberliegenden Punkte 0, 1, 2, 3, 4 und 5 mit dem Stechzirkel abgegriffen und vom untersten Punkt der Säulenachse aus nach oben abgetragen werden. Hinzuweisen ist auf Einstichpunkte entlang der Linea Composita, die den Säulenstamm in 24 gleiche Abstände unterteilen. Diese Unterteilungspunkte können zur Konstruktion der Säulenschwelligung benutzt werden, wie sie Vignola in seinem Lehrbuch für die ionische, korinthische und komposite Ordnung vorschlägt.



Die Verwendung des Proportionalzirkel von Balthasar Neumann als Hilfsmittel für Proportionierung der Säulenordnungen beim Entwurfsprozeß scheint zweifelhaft. So sind wesentliche Benutzungsspuren auf dem Instrument nicht erkennbar. Auch Konstruktionslinien und Einstichpunkte, wie sie sich durch Verwendung des Instrumentes beim Setzen einer Ordnung ergeben würden, sind auf den Bauplänen des Büros von Neumann, heute zum größten Teil in der „Sammlung Eckert“ zusammengefaßt, nicht zu erkennen. Des weiteren haben die gezeichneten Ordnungen nicht die Proportionsverhältnisse nach den Regeln des Vignola. Das Instrument verweist vielmehr auf den Bildungsstand und die Fähigkeit von Neumann, mathematische mit architekturtheoretischen Kenntnissen zu verbinden. Der Proportionalzirkel von Balthasar Neumann steht so als Symbol für angewandte Mathematik.



Literatur:

- Adams, Georg / Geometrical and graphical essays.../ London 1791 / Reprint der deutschen Ausgabe von 1795 / Geometrische und graphische Versuche.../ Darmstadt 1985
- Alberti, Leon Battista / De re aedificatoria / Florenz 1485
- Chitham, Robert / The classical orders of architecture / London 1985
- Dreier, Franz Adrian / Winkelmeßinstrumente / Berlin 1979
- Eckert, Sammlung / Plansammlung aus dem Nachlaß Balthasar Neumanns im Mainfränkischen Museum Würzburg / Fotografische Reproduktion / Würzburg 1987
- Forssman, Erik / Dorisch, Ionisch, Korinthisch / Reprint der Ausgabe von 1961, Braunschweig / Wiesbaden 1984
- Hanftmann, B. / Ein Meßinstrument Balthasar Neumanns / in: Archiv des Historischen Vereins von Unterfranken und Aschaffenburg, Band 48, 1906, S.233-242
- Kruft, Hanno-Walter / Geschichte der Architekturtheorie / München 1985
- Palladio, Andrea / I quattro libri dell'architettura / Venedig 1570
- Scamozzi, Vincenzo / Dell'idea dell'architettura universale / Venedig 1615
- Scheffelt, Michael / Instrumentum Proportionum / Ulm 1697
- Schmorl, Th.A. / Balthasar Neumann / Hamburg 1946
- Schneider, Ivo / Der Proportionalzirkel – ein universelles Analogrecheninstrument der Vergangenheit / in: Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte / 38. Jahrgang, 1970, Heft 2
- Schütte, Ulrich / Der Proportionalzirkel Balthasar Neumanns von 1713 / in: Ausstellungskatalog Architekt und Ingenieur / Wolfenbüttel 1984, S. 124-125
- Serlio, Sebastiano / Regola generali di architettura / Venedig 1537
- Summerson, John / The classical language of architecture / London 1980
- Vignola, Giacomo Barozzi da / Regola delli cinque ordini d'architettura / Venedig 1562
- Vitruvius Pollio, Marcus / De architectura libri decem, Ausgabe Barbaro / Venedig 1567
- Wall, Frauke van der / Der Proportionalzirkel Balthasar Neumanns / in: Ausstellungskatalog Aus Balthasar Neumanns Baubüro / Würzburg 1987, S.98 – 99