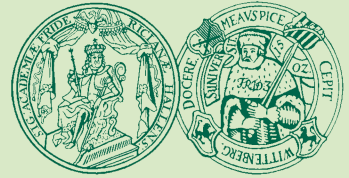


Schriften zum Bibliotheks- und Büchereiwesen in Sachsen-Anhalt 84



Manfred Goebel, Elvira Malitte, Karin Richter,
Heike Schlosser, Silvia Schöneburg, Rolf Sommer

Der Pantograph
in historischen Veröffentlichungen
des 17. bis 19. Jahrhunderts

Schriften zum Bibliotheks- und
Büchereiwesen in Sachsen-Anhalt 84

Herausgegeben von
Heiner Schnelling
Universitäts- und Landesbibliothek
Sachsen-Anhalt

**Manfred Goebel, Elvira Malitte, Karin Richter,
Heike Schlosser, Silvia Schöneburg, Rolf Sommer**

**Der Pantograph
in historischen Veröffentlichungen
des 17. bis 19. Jahrhunderts**

Halle (Saale) 2003

Der Pantograph in historischen Veröffentlichungen des 17. bis 19. Jahrhunderts / Manfred Goebel ... – Halle (Saale) : Univ.- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, 2003. – IV, 192 S. – (Schriften zum Bibliotheks- und Büchereiwesen in Sachsen-Anhalt ; 84)

ISBN 3-86010-677-5

© Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt,
Halle (Saale), 2003



Dieses Werk steht unter einer Creative Commons [Namensnennung-NichtKommerziell-KeineBearbeitung 3.0 Deutschland-Lizenz](#).

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	iii
Einleitung	1
1 Ein Blick auf Zeichengeräte des 16. Jahrhunderts	5
2 Frühe Drucke über den Pantographen	9
2.1 BENJAMIN BRAMER 1617: <i>Neben kurzem Unterrichts eines Parallel Instruments</i>	9
2.2 DANIEL SCHWENTER 1617/18: <i>Geometria auff dem Papier und Lande</i>	11
2.3 CHRISTOPH SCHEINER 1631: <i>Die Kunst des Zeichnens</i>	12
2.4 WENDELIN SCHILDKNECHT 1652: <i>Instrumententum tranlactionis</i>	15
3 Einhundertfünfzig Jahre Entwicklung des Pantographen	17
3.1 NICLAS VOIGTEL 1686: <i>Ein Proportional=Instrument</i>	17
3.2 GEORG CONRAD STAHL 1687: <i>Kriegs=Bau=Kunst</i>	19
3.3 CLAUDE FRANÇOIS MILLIET DE CHALES 1674/1690: <i>Welt der Mathematik</i>	21
3.4 NICOLAS BION 1712: <i>Neu=eröffnete Mathematische Werck=Schule</i>	23
3.5 JACOB LEUPOLD 1727: <i>Schau=Platz der Rechen und Meß=Kunst</i>	26
3.6 M. LANGLOIS 1743: <i>Eine verbesserte Form des Pantographen</i>	27
3.7 JACQUES OZANAM 1755: <i>Methode zum Anfertigen von Plänen und Karten</i>	30
3.8 NILS MARELIUS 1767: <i>Von Storchnäbeln</i>	33
3.9 JACOB VON DOEHREN 1780: <i>Über die Silhouetten und deren Zeichnung</i>	36
3.10 JOHANN CHRISTOPH VOIGTLÄNDER 1785: <i>Anjezo nochmals verändert und verbessert</i>	40
3.11 JOHANN LAURENTIUS JULIUS VON GERSTENBERGCK 1787: <i>In einer Stunde mehr als sonst in einem Tage zu fertigen</i>	42
3.12 GEORGE ADAMS 1795: <i>Beschreibung der mathematischen Instrumente</i>	45

4	Der Pantograph in der Literatur des 19. Jahrhunderts	49
4.1	WILLIAM WALLACE 1831: <i>Der Eidograph, ein Kopierinstrument</i>	49
4.2	FRIEDRICH HARTNER 1852: <i>Copieren der Pläne</i>	51
4.3	DIONYS KUEN 1856: <i>Beschreibung ... zweier vervollkommneten Pantographen</i>	53
4.4	GEORG CHRISTIAN KONRAD HUNAEUS 1864: <i>Die geometrischen Instrumenten der gesamten praktischen Geometrie</i>	57
4.5	J. H. KRONAUER 1864: <i>Goldschmid's schwebender Pantograph</i>	60
4.6	ERNST FISCHER 1866: <i>Ueber Pantographen</i>	62
4.7	FRANCIS GALTON 1869 und 1870: <i>Das Prinzip des Pantographen; Die Beschreibung des Pantographen</i>	66
4.8	JAMES JOSEPH SYLVESTER 1875: <i>Der Plagiograph oder Schiefpantograph; Geschichte des Plagiographen</i>	68
4.9	GOTTLIEB CORADI 1877: <i>Vergleich der „freihängenden“ Pantographen</i>	71
4.10	G. PELLEHN 1903: <i>Vom Urstorchschnabel zur modernen Zeichenmaschine</i>	75
5	Der Pantograph in großen Enzyklopädien und mathematischen Lexika des 18. und 19. Jahrhunderts	79
5.1	Mathematisches Lexicon von WOLFF 1716 und 1747	80
5.2	Grosses vollständiges Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste von ZEDLER 1732	84
5.3	Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers von DIDEROT und D'ALEMBERT 1751	88
5.4	BROCKHAUS' Konversations=Lexikon 1808	91
5.5	Mathematisches Wörterbuch von KLUEGEL 1803	93
5.6	Allgemeine Encyclopädie von ERSCH und GRUBER 1818	95
6	Biografische Angaben	97
Anhang I		117
Anhang II		159
Abbildungsverzeichnis		175
Literaturverzeichnis		183

Vorwort

Eodem modo literis atque arte animos delectari posse.

1. These der Habilitationsschrift G. Cantors

Lohnt die eingehende Beschäftigung mit der Entwicklungsgeschichte eines ganz speziellen Zeichengeräts, wie es der Pantograph ist, – eines Zeichengerätes, dessen mathematischer Hintergrund unschwer durchschaubar, nicht anspruchsvoll ist? Die Auseinandersetzung mit dieser auf den ersten Blick recht begrenzt erscheinenden Thematik führt Schritt für Schritt in ein immer interessanter werdendes Szenarium: Sowohl unter dem Blickwinkel der Geschichte der Mathematik, eingebettet in den gesellschaftlichen Kontext, als auch unter kunstwissenschaftlichem und bibliographischem Aspekt eröffnen sich unerwartete und faszinierende Einsichten.

Die Zahl der Veröffentlichungen zum Pantographen erweist sich, geht man den sich nach und nach eröffnenden Spuren konsequent nach, als unerwartet hoch. Viele bibliophile Kostbarkeiten sind darunter. Beginnend mit der Zeit um 1600, waren es bemerkenswert viele, in ihrer Zeit bedeutende oder anerkannte Gelehrte, die sich mit dem Gerät und den ihm innewohnenden Möglichkeiten auseinandersetzten.

Die Beschäftigung mit dem Pantographen in Drucken des beginnenden 17. Jahrhunderts bis zum Ende des 19. Jahrhunderts führt auf mathematik- wie auch auf kulturhistorische Einsichten, die weit über dieses spezielle Zeichengerät und seine Nutzung hinausgehen. Typische Vorgehensweisen im wissenschaftlichen Arbeiten jener Zeiten, Charakteristisches für das wissenschaftliche Selbstverständnis und den Umgang der Gelehrten untereinander, Wesentliches im Bemühen um Darstellung und Vermittlung erkannter Zusammenhänge werden deutlich. Es entfaltet sich ein plastisches Bild der Gedankenwelt und der Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Überlegungen des betrachteten Zeitraumes, das – exemplarisch am Pantographen festgemacht – prinzipielles Verständnis ermöglicht.

Die zusammengetragenen und auf den folgenden Seiten vorgestellten bibliographischen Zeugnisse der Beschäftigung mit dem Pantographen über einen Zeitraum von annähernd 300 Jahren erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit – sie können und wollen es auch nicht. Anliegen ist es vielmehr, für das hier interessierende spezielle Zeichengerät einen Einblick in die Vielfalt der Veröffentlichungen zu geben. Neben der Unterschiedlichkeit und der sich im Laufe der Zeit wandelnden Akzentuierung der Darstellungen sind es insbesondere bibliophile Kleinode, die eine Vertiefung in die Thematik so lohnend und interessant erscheinen lassen.

Für die Erstellung dieses Buches konnte insbesondere auf die reichhaltigen Bestände an Originalliteratur der untersuchten Zeiträume in Universitätsbibliotheken der Länder Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen zurückgegriffen wer-

den. Für die freundliche Unterstützung insbesondere durch die Universitätsbibliotheken in Halle, Leipzig, Jena, Freiberg und Dresden sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Dem Direktor der Universitäts- und Landesbibliothek Halle, Herrn Dr. Heiner Schnellling, gilt unser besonderer Dank für die Aufnahme unseres Buches in die Reihe der Bibliotheksveröffentlichungen.

Manfred Goebel, Elvira Malitte, Karin Richter,
Heike Schlosser, Silvia Schöneburg, Rolf Sommer

Halle (Saale), Februar 2003

Danksagung

Die Autoren danken an dieser Stelle den folgenden Institutionen und Privatpersonen für die freundliche Unterstützung bzw. für die Bereitstellung von Material und die Erlaubnis, es hier zu veröffentlichen:

Archiv der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

Archivum Monacense Societatis Jesu München

Bibliothek Franckesche Stiftungen zu Halle

Bibliothek TU Bergakademie Freiberg

Bildarchiv ETH-Bibliothek Zürich

Deutsches Erdölmuseum Wietze

Stiftung Luthergedenkstätten in Sachsen-Anhalt, Martin Luthers Geburtshaus
Eisleben

Technische Universität Wien, Universitätsarchiv

Thüringer Universitäts- und Landesbibliothek Jena

Universitätsbibliothek Clausthal

Universitätsbibliothek Leipzig

Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt Halle (Saale)

Markus Coradi, Zürich

Willi Schmidt, Feldkirch (Österreich)

Einleitung

*Schon lange bevor die Schrift entwickelt wurde, dürfte der Mensch geometrische Strukturen wahrgenommen und auch systematisch verwendet haben.*¹



Abb. 1: Geometrische Ornamente auf urgeschichtlicher Keramik, Syrien, Ende des 5. Jahrtausends v. Chr. [88]

Frühe Keramiken, verziert mit klaren geometrischen Ornamenten, legen Zeugnis davon ab, wie bereits in urgeschichtlicher Zeit Abbildungen und Zeichnungen geometrischer Figuren einen festen Bestandteil des täglichen Lebens bildeten.

Die Wiedergabe geometrischer Strukturen lässt ganz natürlich den Wunsch nach geeigneten Zeichen- und Konstruktionshilfsmitteln aufkommen. So dürfte die Geschichte der Zeichengeräte ebenso wie die Geschichte der Geometrie selbst Jahrtausende zurückreichen. Lineal und Zirkel spielten naturgemäß dabei eine ausgezeichnete Rolle.

Mit zunehmendem Kenntnisstand einerseits und wachsenden Konstruktions- und Zeichenbedürfnissen andererseits entwickelte sich im Laufe der Zeit eine beeindruckende Vielzahl von Zeichengeräten unterschiedlichster Art – sowohl was den Anwendungsbereich als auch die Zeichengenauigkeit sowie die Bauart und Ausführung betraf.²



Abb. 2: Zirkel aus Pompeji [74]

¹ Man vergleiche CHR. SCRIBA, P. SCHREIBER [94], S. 6.

² Detaillierte Bemerkungen zur allgemeinen Geschichte von Zeicheninstrumenten sowie weitere Hinweise auf entsprechende weiterführende Literatur findet man insbesondere bei A. TURNER [98], M. HAMBLY [74] und M. FOLKERTS e. a. [58].



Abb. 3: Zirkelkasten, um 1890



Abb. 4: Logarithmischer Zirkel, um 1900

Der hier in den Mittelpunkt gestellte Pantograph ist ein in sich interessanter und zugleich in vieler Hinsicht auch typischer Vertreter aus der Familie der Zeichengeräte.



Abb. 5: Aus dem Prospekt³ zu einem hölzernen Pantographen, um 1895

³ Der vollständige Prospekt findet sich im Anhang I auf S. 119.

Von mathematisch einfacher Grundstruktur und prinzipiell leichter Anwendbarkeit, verfügt er über eine Jahrhunderte zurückreichende Entwicklungsgeschichte, deren Anfänge sich im Dunkel verlieren und die zugleich bis zu heutigen Präzisionsausführungen reicht.

Zusammengesetzt aus den griechischen Worten $\pi\alpha\nu$ (= alles) und $\gamma\rho\alpha\phi\epsilon\iota\nu$ (= schreiben, zeichnen), steht die Bezeichnung Pantograph für ein Gerät, mit dessen Hilfe beliebige Dinge oder Zeichnungen maßstabsgerecht nachgezeichnet werden können.

Speziell der Aufgabe des exakten Kopierens sowie des maßstabsgerechten Vergrößerns oder Verkleinerns gewidmet, fand der Pantograph Anwendungen in den unterschiedlichsten Bereichen.

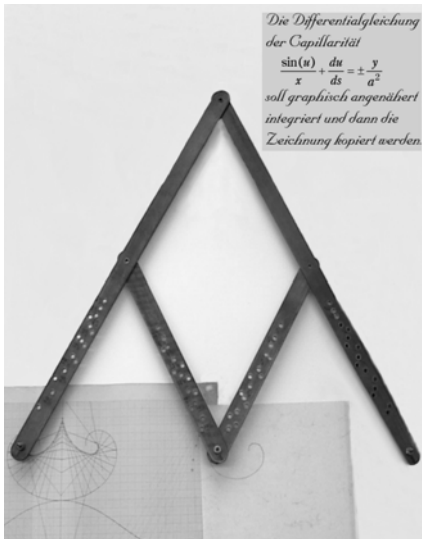


Abb. 6: Hölzerner Pantograph, um 1895, hier genutzt zum verkleinernden Kopieren im Maßstab 2:1 für eine Zeichnung von HEINRICH BRANDT (1886–1954) zur oben angegebenen Differentialgleichung, 1905



Abb. 7: Präzisionspantograph, um 1950

Die historische Entwicklung des Pantographen als eines vielseitigen Kopiergeräts lässt sich in der Literatur anhand einer Vielzahl von Schriften verfolgen und nachzeichnen. Im Folgenden sind für den Zeitraum des 17. bis 19. Jahrhunderts, der für die Pantographenentwicklung und -nutzung besonders wichtig und wesentlich ist, Literaturquellen zusammengestellt. Dabei konnte und sollte keine Vollständigkeit erreicht werden. Ziel war es, einen Einblick in die Vielschichtig-

keit und Breite historischer Pantographen-Literatur zu vermitteln. Neben der Betrachtung grundlegender Originalarbeiten, wie etwa der Bücher von B. BRAMER, D. SCHWENTER, CHR. SCHEINER oder W. SCHILDKNECHT, war es das Anliegen aufzuzeigen, welche breiten Wiederhall dieses spezielle Zeichengerät in der Literatur zu Zeichengeräten im 17. bis 19. Jahrhundert fand. Dabei wurde insbesondere auf originale Veröffentlichungen zurückgegriffen, die sich in den Universitätsbibliotheken der Länder Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen befinden. Im Literaturverzeichnis findet sich in diesen Fällen ein Hinweis auf die entsprechende archivierende Bibliothek.

Vorrangig durch besonders interessante oder bedeutsame Ausschnitte aus den Originalveröffentlichungen, ergänzt durch bewusst sparsam verwendete Kommentierungen sowie durch ebensolche Bemerkungen zur Einordnung der Texte und Abbildungen, werden die einzelnen Werke im Folgenden vorgestellt. Der Anhang ergänzt die Darlegungen des Hauptteils durch zusätzliche und zum Teil auch umfangreichere Illustrationen zu den besprochenen Werken.

Möge das vorgelegte Buch zum Pantographen, eine erweiterte und überarbeitete Fassung des Reports [67], dazu anregen, der einen oder anderen Originalquelle genauer nachzuspüren.

1 Ein Blick auf Zeichengeräte des 16. Jahrhunderts

Die gesellschaftliche und wissenschaftliche Entwicklung in der Zeit der Renaissance findet ihren Niederschlag auch auf dem Gebiet der Zeichengeräte. Im 16. und 17. Jahrhundert sind es die „geometrischen Instrumentenmacher“, die es zu Meisterleistungen im Bau unterschiedlichster mathematischer Geräte und Zeichenhilfsmittel bringen.

Gebaut für oft sehr unterschiedliche Verwendungszwecke, insbesondere aus dem Bereich der Baukunst, der Himmelskunde, der Seefahrt wie auch des Feld- und Vermessungswesens, entstehen Geräte von hohem praktischen Nutzwert, bemerkenswerter Präzision und Leistungsfähigkeit und zudem oft auch von beachtlicher kunsthandwerklicher Schönheit.

Zu den wichtigsten Zeichengeräten und -hilfsmitteln dieser Zeit zählten

- das Lineal, dessen historischer Weg von der Richtschnur über das Profilholz mit eingeritzten Maßeinheiten bis zu verschiedenen Formen des Parallellineals führt,
- das Triangel, d. h. der Anschlagwinkel,
- einfache Winkelmesser,
- Zieh- und Reißfedern,
- Zirkel unterschiedlicher Arten, die insbesondere von Baumeistern oder Mechanikern sowie Astronomen und Mathematikern verwendet wurden.

Speziell bei Zirkeln, die durch die beiden zuletzt genannten Berufsgruppen genutzt wurden, handelt es sich um äußerst sorgfältig und exakt hergestellte Geräte beachtlicher Präzision. Neben Stech- und Reißzirkeln sind es hier insbesondere Reduktions- sowie Proportionalzirkel, die breite Anwendung fanden.



Abb. 8: Aus dem Ständebuch des J. AMMAN [41]:
Der Circelschmidt

Die genannten Geräte sind bereits in dieser Zeit oft zur praktischen Nutzung in Messbestecken zusammengestellt (vgl. Abb. 14 und 15).

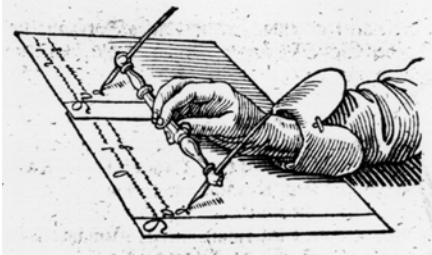


Abb. 9: Doppelfeder eines Schulmeisters aus Köln aus dem 17. Jahrhundert, nach D. SCHWENTER [4]



Abb. 10: Parallellineal, um 1900



Abb. 11: Winkelmesser, Lineal und Richtschiene, vermutlich zwischen 1580 und 1650 in Deutschland hergestellt [53]

In Hinblick auf den hier vorrangig betrachteten Pantographen sind insbesondere Reduktions- und Proportionalzirkel von Interesse, bieten doch auch sie schon die Möglichkeit, Ähnlichkeitstransformationen in gewissem Umfang zu realisieren.

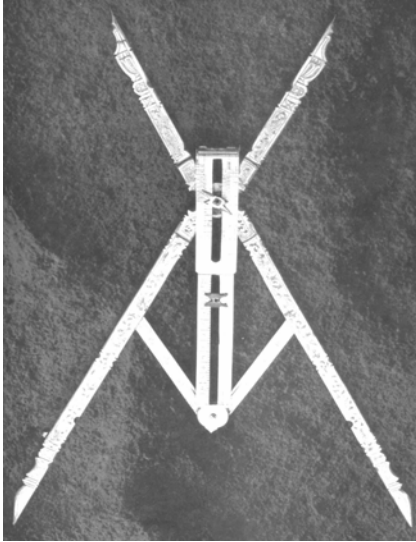


Abb. 12: Reduktionszirkel, um 1620, in Deutschland hergestellt [53]

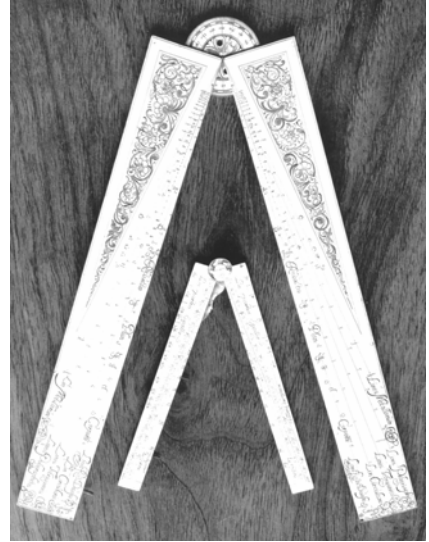


Abb. 13: Proportionalzirkel, das große Instrument stammt aus dem „Kurfürstlichen Meßbesteck“, Dresden um 1560, das kleine Instrument wurde um 1680 in Paris hergestellt [53]

Nach [58], S. 16/17, wurden Reduktionszirkel bereits im antiken Pompeji verwendet (vgl. Abb. 2). Bei E. KNOBLOCH finden sich folgende Bemerkungen ([58], S. 160): Einen frei verstellbaren Doppelzirkel hat bereits LEONARDO DA VINCI gezeichnet (Codex Atlanticus, Bl. 248 r, 375 r). Der Nürnberger Instrumentenmacher und Goldschmied WENZEL JAMNITZER (1508–1586) hat auf seinem Bildnis vom Jahre 1565 einen Reduktionszirkel in der Hand.

Der Ursprung des Proportionalzirkels lässt sich nicht mehr genau zurückverfolgen. Überliefert sind dagegen folgende Geschehnisse aus der Zeit um 1600:

Zwischen 1582 und 1592 produzierte JOST BÜRGI⁴ (1552–1632) einen universellen Reduktionszirkel, den er selbst, ebenso wie seine Zeitgenossen, Proportionalzirkel nannte, vermutlich, weil seinem Instrument das Proportionalprinzip zugrunde lag.⁵

Um 1600 nahm GALILEO GALILEI für sich in Anspruch, als erster einen solchen Proportionalzirkel erfunden zu haben: Er hatte 1606 in *Le operazioni del compasso geometrico, et militare* angekündigt, mit diesem Zirkel in wenigen Tagen zu lehren, was man auf gewöhnlichem Wege nur mühevoll nach langwierigen

⁴ BÜRGI war ein bekannter Instrumentenmacher seiner Zeit, vgl. S. 97 des vorliegenden Buches.

⁵ Man vergleiche S. GÜNTHER [71], S. 386–387.

Studien erreiche. Bereits ein Jahr später erschien *Usus et Fabrica Circini cuiusdam Proportionis* von BALDASARE CAPRA, worin dieser sich als alleiniger Erfinder bezeichnet. Um seine Geschäftsinteressen bzgl. der Herstellung von Proportionalzirkeln zu wahren, widersprach GALILEI in seiner Entgegnung von 1607: *Difesa contro alle Calunnie et imposture di Baldessar Capra*. Dort schlug er auch ein Treffen zum Vergleich der Instrumente vor. Bei diesem Treffen war auch JOHAN EUTEL ZIECKMESSER anwesend, der dort ebenfalls Prioritätsansprüche auf die Erfindung des Proportionalzirkels anmeldete. GALILEI erwies sich dabei als so geschickter Redner, dass er seinen beiden Kontrahenten keine Chance ließ, und somit für seine Zuhörerschaft als Erfinder des Proportionalzirkels galt.⁶

Ungeachtet dieses Prioritätsstreits erwies sich der Proportionalzirkel als äußerst nützliches und demgemäß häufig verwendetes Instrument, das insbesondere, ausgestattet mit speziellen dafür geeigneten Funktionskalen, in der Baukunst als *instrumentum architecturae* große Bedeutung erlangte.⁷ Sein Name verbindet sich auch heute noch mit der Person des berühmten Baumeisters BALTHASAR NEUMANN (1687–1753). [112]

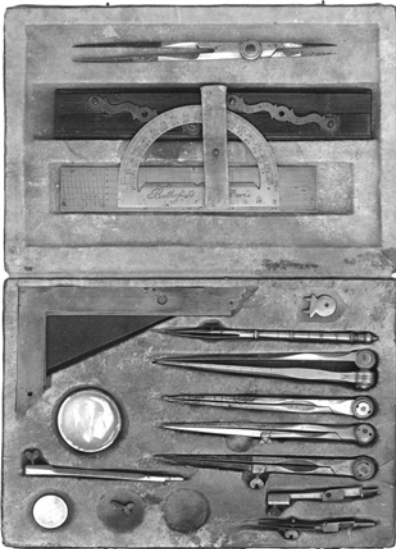


Abb. 14: Messbesteck mit unterschiedlichen Stechzirkeln, Anschlag, Winkelmesser sowie Parallelineal, Proportional- und Reduktionszirkel [74]

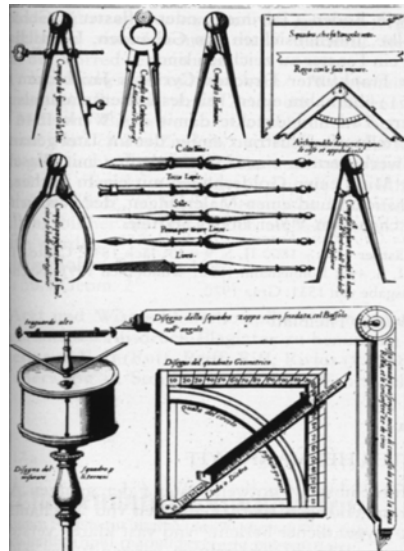


Abb. 15: Tafel 1 aus G. POMODORO, *Geometria pratica*, Rom 1603: Mathematische Instrumente, die in dieser Zeit zur Feldvermessung und Navigation benutzt wurden [58]

⁶ Man vergleiche zu diesem Prioritätenstreit [93].

⁷ Ebenda.

2 Frühe Drucke über den Pantographen

Die Anfänge der Entwicklungsgeschichte des Pantographen als leistungsfähigem Kopiergerät liegen im Dunkeln – ähnlich wie auch bei so manchem anderen Zeichengerät.

Bald nach 1600 finden sich dann allerdings in stetig zunehmender Zahl Darstellungen zu Funktionsweise, Bau und Anwendung des Pantographen. Zu den frühesten der bekannten Drucke über dieses spezielle Zeichengerät gehören die im Folgenden vorgestellten Werke von B. BRAMER, D. SCHWENTER, CHR. SCHEINER und W. SCHILDKNECHT.

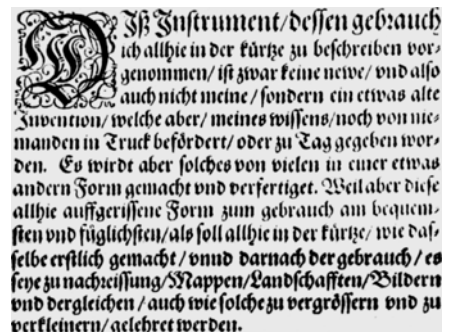
Welcher Beschreibung des Pantographen die Priorität zugeordnet werden kann oder sollte, lässt sich nicht entscheiden und scheint aus heutiger Sicht auch eher von untergeordnetem Interesse zu sein. Die im 18. und 19. Jahrhundert wiederholt angesprochene vermeintliche Priorität SCHEINERS ist angesichts der vier im Folgenden vorgestellten frühen Pantographen-Darstellungen kaum nachvollziehbar – dies umso mehr, als CHR. SCHEINER selbst seine von ihm in die ersten Jahre des 17. Jahrhunderts datierte Erzählung seiner Anregung zur Entwicklung seines Pantographen nicht als die Geburtsstunde dieses Kopiergeräts als solchem schildert. Dennoch wird in diesem Kontext deutlich, dass die Herausbildung des Pantographen als allgemein genutztes Kopiergerät wohl kaum weit vor 1600 anzusetzen ist.

Die hier betrachteten vier Pantographen-Drucke stehen am Beginn einer sich bis in das späte 19. Jahrhundert hineinziehenden Reihe wissenschaftlicher Erörterungen zum Zeichengerät Pantograph. Auf sie wird in etlichen der späteren Veröffentlichungen wiederholt und deutlich verwiesen. In diesem Sinn können die betrachteten vier Drucke als wesentlich, ja als herausragend in der Pantographen-Literatur eingeordnet werden.

2.1 Benjamin BRAMER 1617:

Neben kurzem Unterricht Eines Parallel Instruments

Die kleine von BENJAMIN BRAMER⁸ 1617 publizierte Schrift [2], deren Titelblatt in Abb. 16 wiedergegeben ist und die aus 12 Textseiten und der Kupfertafel Abb. 17 besteht, beschreibt eindrucksvoll einen Pantographen, der hier Parallel Instrument genannt wird. Ihre höchst interessante Einleitung beginnt wie folgt:



Dies Instrument/ dessen gebrauch
 Ich allhie in der kürze zu beschreiben ver-
 genommen/ ist zwar keine neue/ vnd also
 auch nicht meine/ sondern ein etwas alte
 Invention/ welche aber/ meines wissens/ noch von nie-
 manden in Truck befördert/ oder zu Tag gegeben wor-
 den. Es wirdt aber solches von vielen in einer etwas
 andern Form gemacht vnd verfertigt. Weil aber diese
 allhie auffgerissene Form zum gebrauch am bequem-
 sten vnd füglichsien/ als soll allhie in der kürze/ wie das
 selbe erstlich gemacht/ vnd darnach der gebrauch/ es
 seye zu nachreissung/ Mappen/ Landschaften/ Bildern
 vnd dergleichen/ auch wie solche zu vergrößern vnd zu
 verkleinern/ gelehret werden.

⁸ Ein Kupferstich von B. BRAMER findet sich im Anhang I auf S. 120.

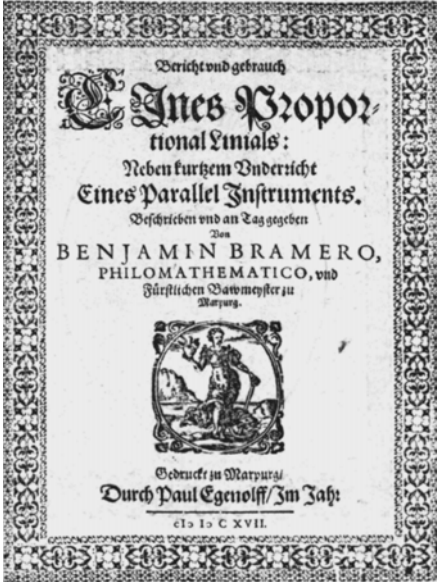


Abb. 16: Titelblatt

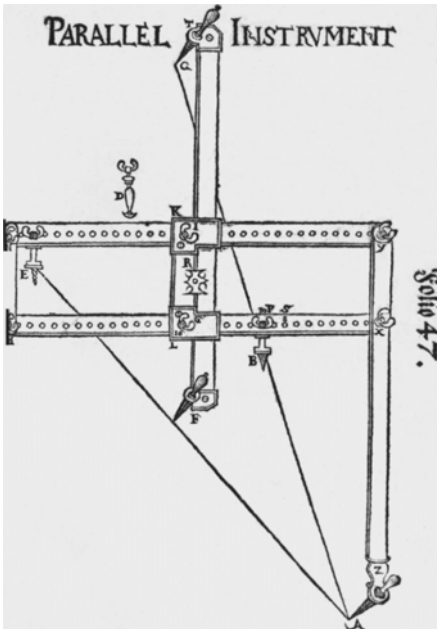


Abb. 17: Kupfertafel der Schrift von B. BRAMER

Das von B. BRAMER vorgestellte *Parallel Instrument*, dessen Herstellung und Gebrauch recht einleuchtend beschrieben wird, ist in einigen technischen Details ausgereifter und überzeugender als der Pantograph von CHR. SCHEINER [5] (siehe Abschnitt 2.3.).

Die Spitzen nun im A F vnd C , deren dörffen nur zwey seyn/ vnd kan man nach gefallen eine innwendig hol/ vnd also machen/ daß man Wasserley darinn verfestiget/ so nachreisset. Es vereinigt zwei Formen in einer: Als fest mit der ebenen Unterlage zu verbindendem Pol kann E oder B gewählt werden; im jeweils anderen freien Punkt ist der über die Unterlage frei gleitende Träger D einzusetzen, um ein Verkanten des Instruments zu verhindern.

Wählt man B als festen Pol, so bestimmt das festzulegende Verhältnis der Längen BX zu BG das Verhältnis der Größe der unter A liegenden Vorlage zur Größe der unter C entstehenden Kopie. Nach Fixierung von B wird

die Regel F T so lang hin vnd wider gezogen/ biß daß der Spitze C gleichmäßig auff diese Lini kompt/ vnd also die 3. Spitzen/ A , B , vnd C in ein gerade Lini kommen/ so ist alsdann das Instrument zum Reißern gang vnd gar recht gerichtet.

BRAMER beschreibt in seinem kleinen Buch ausführlich, wie zu verfahren ist,

wann etwa ein Figur/ welche größer/ als das Instrument erzeihen kan/ abzureissen fürfallen möchte

und schließt mit einigen Bemerkungen zur theoretischen Begründung des Instruments:

Die Demonstration/ oder das Fundament vnd Grund dieses Instruments betreffend/ entspringt solches auß der 2. vnd 4. Proposition des 6. Buchs Euclidis.

2.2 DANIEL SCHWENTER 1617/18:

Geometria auff dem Papier und Lande

DANIEL SCHWENTERS⁹ *Neue Praktische Geometrie* erschien 1617/1618 in erster Auflage unter dem Titel *Geometriae practicae novae* und bestand aus drei Traktaten. 1623–1627 erschien die stark erweiterte dritte Auflage [3]. Diese, aber vielleicht auch schon die zweite Auflage, trug den Titel *Geometriae practicae novae et auctae* und bestand aus vier Traktaten. Alle Traktate aller Ausgaben beginnen mit dem gestalterisch gleichen, schönen Titelblatt (vgl. Abb. 18). Der ausführliche Titel wird von einem Titelpuffer eingeraht, dessen Beschreibung von E. KNOBLOCH ([58], S. 150) hier wiedergegeben werden soll:



Abb. 18: Titelblatt der Ausgabe von 1623–1627

Oben sind links und rechts Globen mit je einer Vogelschwinge mit den zehn Ziffern bzw. einem Zirkel zu sehen, zusammen mit der Aufschrift 'His alis itur ad astra', 'Mit diesen Schwingen geht man zu den Sternen'. Vor der linken Säule steht Pythagoras. Er hält mit der linken Hand das obligatorische Dreieck mit den Seitenlängen 3, 4, 5 Einheiten, mit der rechten Hand zeigt er auf die Inschrift 'Inventum centum boum mactatione dignum', 'Die Entdeckung ist ein Opfer von hundert Rindern wert'. Vor der rechten Säule steht Archimedes. Er hält mit der rechten Hand eine im Gleichgewicht befindliche Waage mit verschiedenen Gewichten und Hebelarmen. Die linke Hand deutet auf den Spruch 'Da possum figere pedem, terram movebo', 'Gib mir einen Halt, wo ich den Fuß fest hinstellen kann, ich werde die Erde bewegen'. Beide Sprüche nehmen legendäre Aussprüche der beiden griechischen Mathematiker auf. Unten sind links und rechts Schreibmaterialien, Zirkel, Winkelhaken und Reduktionszirkel zu sehen. In der Mitte hält ein Vogel ein Buch, so dass der Spruch zu lesen ist: 'Gloria virtute paratur', 'Ruhm wird durch Tugend gewonnen'.

⁹ Das Titelblatt von D. SCHWENTER [3] und sein Porträt befinden sich im Anhang I auf den S. 121 und 122.

Das sechste Buch des ersten Traktats handelt *Von Ausrechnung der Figuren Inhalt/und derer Verjüngung und Vergrößerung*. Auf einer guten Seite wird in der 23. Aufgabe der Pantograph in der später als Mailänder Form bezeichneten Gestalt (vgl. Abb. 19) kurz und prägnant beschrieben ([3], S. 256):

256

Das sechste Buch

Es seynd funff Linal von Messing/ Holz ic. a c, c g, g b, b a, h k, w nes dem andern gleich/ die drey Linal a b, c g, h k, werden ausgeheilet/ jedes in 60. Theil. Nun hefftet man mit vier Schräublein die vier Linal a c, c g, g b, b a aneinander; doch daß zuver an das Linal h k zwo Hülsen gemacht werden h k, mit welcher Hüßff man das Linal h k, an den zweyen Regeln a b, c g, auff und nieder schieben kan. Zum dritten/ so ist an der Regel h k eine Hüßff i, mit einem Stefft f. Letzlich seynd noch zween Stefft e, bey a uñ g, die zween Stefft e f seynd in einer Länge; g der Stefft ist um ein Messerruck länger/ als der andern einer. An dieses Steffts Stätt habē etliche eine Schrauben/ damit man das Instrument an einen Tisch hefften kan. Diß ist nun das Instrument; folget der Gebrauch.

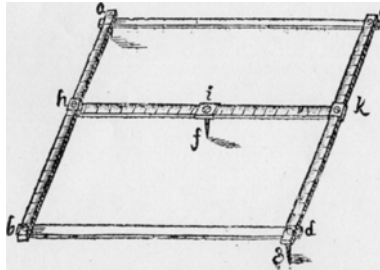


Abb. 19: Der von D. SCHWENTER betrachtete Pantograph

Dieses Instrument ist dem SCHEINERSchen Pantographen (siehe Abschnitt 2.3) ebenfalls überlegen. Hervorgehoben seien die mögliche Messingausführung, die Skalen auf den entsprechenden Linealen und schließlich die Hülsen zum Verschieben des mittleren Lineals und des darauf zu befestigenden Stiftes.

Am Schluss seiner Ausführungen kündigt D. SCHWENTER an:

Weil aber diß ein sehr nützlich Instrument ist/ wil ich/ wils Gott/ davon ein sonderlich Tractatlein schreiben/ und dem Leser viel schöner Vortheil weisen zum Abreissen/ Vergrößern/ Verjüngungen/ dergleichen/ ic. nicht allein mit diesem Instrument/ sondern auch mit einem andern/ und viel bequembern.

Dieses *bequemere* Instrument ist aber vermutlich nicht erschienen, zumindest lässt sich nichts Derartiges nachweisen.

2.3 CHRISTOPH SCHEINER 1631: *Die Kunst des Zeichnens*

CHRISTOPH SCHEINER veröffentlichte 1631 sein Buch über den Pantographen: *Pantographice, seu ars delineandi, res quaslibet per parallelogrammum lineare seu cavum, mechanicum, mobile* (*Der Pantograph oder die Kunst des Zeichnens mit einem linearen oder geraden, mechanischen und beweglichen Parallelogramm*) [5].

Er schildert in diesem Buch in sehr eingehender Darstellung die Funktionen dieses speziellen Zeichengeräts, abgerundet durch detailgetreue Zeichnungen sowie detaillierte technische Angaben und Konstruktionsbeschreibungen für den Nachbau des Geräts.

Geht es CHR. SCHEINER in seinen Beschreibungen zunächst um das Zeichnen von verkleinerten oder vergrößerten Abbildern vorgegebener Zeichnungen, so wird im Folgenden auch die Frage der Gewinnung von Zerrbildern sowie die Projektion von Gegenständen auf die Bildebene mittels des Gerätes besprochen. In der SCHEINERSchen Darstellung wird deutlich, dass er sein Gerät als Perspektivmaschine versteht, die zur praktischen Handhabung bei der Herstellung von naturgetreuen oder auch verzerrten Abbildern generell eingesetzt werden kann.

Er selbst datiert die Ursprünge seiner Überlegungen zum Pantographen auf das Jahr 1603, wo er durch einen Besuch bei dem Maler GREGORIUS in Dillingen zu den im Buch dargestellten Gedanken angeregt worden sei. Durch Betrachten der Werke des Malers sei bei ihm der Wunsch entstanden, dessen Arbeitsweise beim maßstabgerechten Abbilden eines Körpers auf ein Zeichenblatt verstehen und nachvollziehen zu können – und zwar durch einen einfachen Hebelmechanismus, mit dessen Hilfe Gegenstände ohne Verzerrungen auf ein Blatt Papier projiziert und dort beliebig vergrößert oder verkleinert werden konnten.

Ob die Beschreibung der GREGORIUS-Episode, die CHR. SCHEINER in die Einleitung seines Buches von 1631 aufgenommen hat, der Wahrheit entspricht, oder rhetorisches Mittel ist, erscheint eine eher untergeordnete Frage zu sein, auch wenn es nahe liegt, hinter den SCHEINERSchen Bemerkungen einen Prioritätsan-

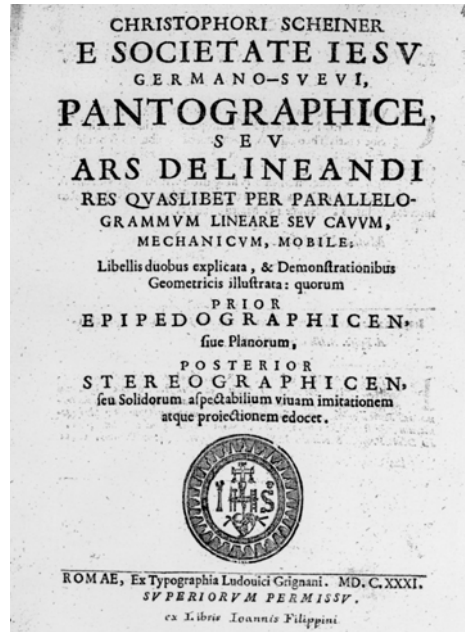


Abb. 20: Titelblatt der Erstauflage von 1631

spruch zu vermuten. Wie auch immer: Es gelingt CHR. SCHEINER mit seiner Erzählung, sein Anliegen eines universell einsetzbaren Kopiergerätes anschaulich vorzustellen und zu motivieren.



Abb. 21: Titelkupfer

onsweise der Maschine oder der damit verbundenen Mathematik seien nicht erforderlich. So zeichnen sich die Ausführungen SCHEINERS zur Konstruktion und zur Nutzung des Geräts durch außerordentliche Breite, Detailliertheit und Anschaulichkeit aus.

Die Geschichte des Bekanntwerdens der Überlegungen SCHEINERS ist nicht mit Sicherheit nachzuvollziehen. Er schreibt in der Einleitung des Buches von 1631, dass er seine Gedanken dem Maler GREGORIUS vorgelegt und um dessen Meinung dazu gefragt habe. Es ist zu vermuten, dass er mit seinen Schülern am Dillingener und später am Ingolstädter Jesuitenkolleg die Problematik besprochen hat. 1606 lädt ihn der Herzog WILHELM V. VON BAYERN nach München ein, um sich die Funktionsweise des Geräts erklären zu lassen und um eine ausführliche schriftliche Beschreibung zu ersuchen.¹¹ Spätestens mit dem Buch von 1631 liegt eine solche Darstellung vor. Sie ist dem Fürsten PAUL SABELLI VON

Im Titelkupfer (vgl. Abb. 21)¹⁰ zu seinem Buch findet sich der Pantograph in beiden Verwendungsformen – sowohl zum Kopieren in der Ebene als auch zum Projizieren: Ein Putto (untere Bildhälfte, rechts) verwendet den Pantographen als Kopiergerät in der Ebene, ein anderer (untere Bildhälfte, in der Mitte) als Perspektivmaschine zur Projektion auf die Bildebene.

CHRISTOPH SCHEINER ist sich der Bedeutung der von ihm beschriebenen Perspektivmaschine durchaus bewusst. Er betont in seinem Buch wiederholt, dass sich das Gerät sehr einfach und von jedermann, aber, ungeachtet dessen, gleichzeitig auch außerordentlich präzise auf unterschiedlichste Kopieraufgaben anwenden lasse. Theoretische Kenntnisse des Anwenders zur Funkti-

¹⁰ Der Titelkupfer von CHR. SCHEINER befindet sich im Anhang II auf S. 160.

¹¹ Vergleiche hierzu neben der entsprechenden Passage aus der SCHEINERSchen Einleitung von 1631 insbesondere auch die Annalen der Ingolstädter Akademie [84].

ALBANO gewidmet.¹² Im Titelkupfer wird deutlich darauf hingewiesen: Die Büsten und Statuen in der Abbildung 21 stellen heilige Ahnherren des Fürsten SABELLI dar (vgl. [63]).¹³

2.4 WENDELIN SCHILDKNECHT 1652: *Instrumententum translationis*

Im Herbst 1652 gibt WENDELIN SCHILDKNECHT seine *einstimmige, gründliche und ausführliche, auch dabey lustige und anmuthige Beschreibung Festungen zu bauen* [6] heraus. Der Stil, in dem dieses Werk geschrieben worden ist, ist in der Tat teilweise locker und manchmal auch recht grob. Vermutlich weil der Autor 42 Jahre lang in *schweren Feldzügen und harten Treffen gesehen / erfahren / selbst inventiret und practisiret* hat, kannte er die Sprache derer, die er mit seinem Werk erreichen wollte.

Für uns von Interesse ist der Anhang zum ersten Teil, *worinnen von der Geometria (doch allein nur so weit / als man ihrer nothwendig zu der Fortification bedürftig ist) gehandelt und hiervon das dreizehnte Kapitel Vom Verjüngern / oder (recht deutsch) Verkleinern / und vom Vergrößern aller Regular- und Irregular Figuren*. Nach ausführlicher Beschreibung entsprechender manueller Verfahren unter Verwendung des Strahlen-



Abb. 22: Titelblatt

¹² Beginn der Einleitung mit der Widmung an den Fürsten findet sich im Anhang I auf S. 123.

¹³ Ausschnitte aus dem SCHEINERschen Werk mit zugehörigen Übersetzungen finden sich im Anhang II ab S. 159.

satzes folgen im IX. Abschnitt Ausführungen zum *Instrumentum translationes*, wie er den Pantographen in der Mailänder Form nennt. Bemerkenswert im folgenden Auszug sind das von Schildknecht genannte Jahr 1616, in dem er den Pantographen erhält, und die Verwendung desselben zum *Conterfeyen*.

IX. Anno 1616. vor Gradiska in Friaul ist mir von einem Venetianischen Ingenieur im Feldlager ein aus der massen beqvemmes Instrument verehret worden/ gab mir auch dessen Usum an die Hand/ alle Figuren (doch auch nicht in übermächter GröÙe/ denn gar zu viel in einem Pact/ reist und zerberst entlich den Sack) damit zu vergrößern und zu verjüngern: Ich kauffte es Instrumentum translationis, wer es anders umbzutauffen begehrt / der trage es nach Rom / und bade es in der Tieber/ so frigt er Ablass drüber.

1. In der Figur Lit. E. Num. 4. habe ich diß mein Instrument in einem Abriss für Augen gestellt/ welches mir je länger je lieber gefällt/ denn ich erfinde viel und mancherley nützliche und recht lustige Griffe und Vortheil noch täglich darauff / sonderlich in der Perspektiv; ja gar in der Mahler Kunst / ob ich schon das Conterfeyen nie gelernet/ habe ich doch damit so viel verrichten können / daß mancher künstlicher Mahler sich darüber verwundern müssen / und vermeinet/ die weiÙe Kunst kähme aus der schwarzen.

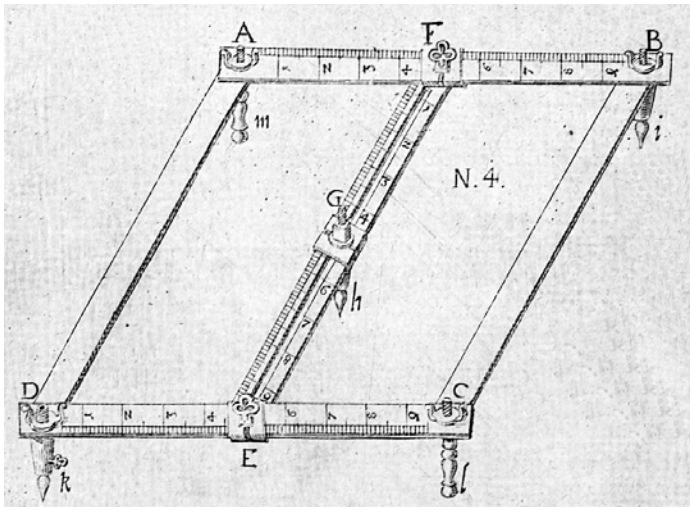


Abb. 23: Pantograph

Ausführlich werden das Gerät,¹⁴ dessen Herstellung und Handhabung beschrieben. Hervorzuheben sind auch hier die skalierten Lineale und die frei beweglichen Hülsen mit den Feststellschrauben, die ein leichtes und schnelles Ändern des Verkleinerungs- bzw. Vergrößerungsmaßstabes erlauben.

¹⁴ Die zugehörige Kupfertafel findet sich im Anhang I auf S. 124.

3 Einhundertfünfzig Jahre Entwicklung des Pantographen

Mit dem ausgehenden 17. Jahrhundert zeichnet sich zunehmend die Tendenz zu umfassender Verfeinerung und Verbesserung des Zeichengeräts Pantograph ab. Dies spiegelt sich anschaulich in der diesbezüglichen wissenschaftlichen Literatur wider. Die relativ große Anzahl von Veröffentlichungen zum Pantographen widmet sich insbesondere einer anwendungsorientierten, technischen Verbesserung des Gerätes. Neben der Erläuterung von Sinn und Zweckmäßigkeit der vorgestellten Verbesserungen des Grundgeräts sind es sowohl Ausführungen zum mathematischen Hintergrund als auch zu speziellen Anwendungsschwerpunkten, die hier erörtert werden. Für etliche der Veröffentlichungen zum Pantographen ist darüber hinaus die Einordnung dieses Kopiergeräts in die Darstellung und Besprechung weiterer, zum damaligen Zeitpunkt wichtiger, viel gebrauchter Zeichengeräte charakteristisch.

Beispiele für derartige Ausführungen zum Pantographen finden sich insbesondere in deutschen, österreichischen, französischen, englischen und schwedischen Veröffentlichungen. Die internationale Verbreitung des Pantographen, speziell unter dem Blickwinkel seiner Nutzung in Kartographie, Mess-, Ingenieur- und Kriegswesen oder allgemeiner Zeichenkunst, offenbart sich in der breiten Palette dieser detaillierten und vielgestaltigen Darstellungen.

3.1 NICOLAS VOIGTEL 1686: *Ein Proportional=Instrument*

1686 erscheint in Eisleben, damals Zentrum des mitteldeutschen Kupferschieferbergbaus, die *Geometria Subterranea, oder Marckscheide=Kunst* des NICOLAS VOIGTEL [7]:

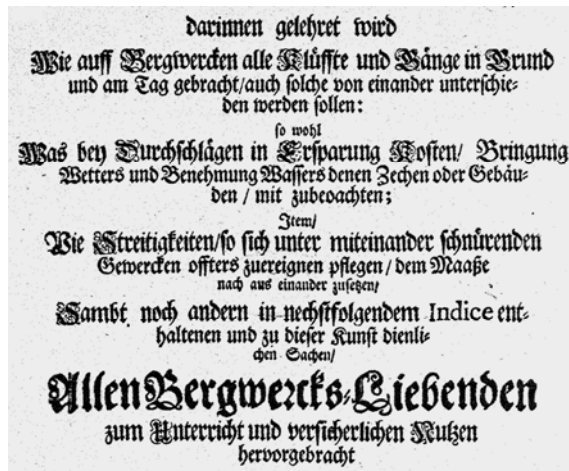


Abb. 24: Ausschnitt aus dem Titelblatt

Im dritten Teil des Werkes wird *Vom Gebrauch und Fabrication derer Instrumenten, so zum Markscheiden gehörig*, berichtet. Zu diesen gehören beispielsweise ein *Perpendicular*, eine *Bastene Schnur von 6 Lachter*, ein *Maaß=Stab von einem halben Lachter*, ein *halb Dutzend Schrauben*, ein *Heng=Compaß*, ... ein *Proportional-Instrument*, eine *Schreibe=Taffel* und ein *Winkel=Maaß oder Winkel=Haken*. Das genannte *Proportional-Instrument*, so auff dem *Kupffer=Blat No. 3* aufgerissen zubefinden, ist nichts anderes als der Pantograph, der, vermutlich D. SCHWENTER ([3] in der Auflage von 1678) folgend, beschrieben wird. Außer D. SCHWENTER wird auch W. SCHILDKNECHT [6] zitiert.

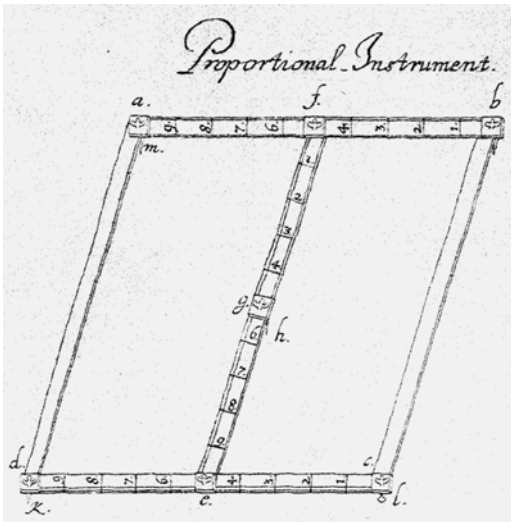


Abb. 25: Ausschnitt aus der Kupfertafel

Der Kupferstich,¹⁵ der den Titel des Werkes schmückt, stammt von dem Leipziger Künstler CHRISTIAN ROMSTEDT. Im mittleren Teil des Bildes halten zwei Markscheider ein Schild, auf dem vor dem Hintergrund eines Stollens Geräte der Markscheidekunst detailgetreu abgebildet sind.¹⁶

27 Jahre nach der 1. Auflage, die von *Bergwerks=Liebenden nicht ungeneigt aufgenommen worden ist*, gab VOIGTEL eine stark erweiterte 2. Auflage [8] heraus.

Dieses Instrument

nun hat 5. Regeln / als ab, bc, cd, da, und die mittlere ef, solche fünf
 Regeln werden auff den Orten in den Hülsen oder Gewerben a, b, c, d,
 auch e, f, also in einander gefüget/das die Regeln in den Winkeln (wenn
 das Instrument nach Begehren gerückt oder geschoben werden soll) sein
 bequemlich/nicht gar zu hart/auch nicht gar zu schlottericht und zu lose
 in einander gehen/welches man mit den Schraubenlein derer 6. obē also
 dirigiren kan/das es seinen rechtmässigen Gang gewinne/auch nach be-
 dürffen/gans fest und unbeweglich geschraubet werden könne. Drey Re-
 geln unter diesen Fünfften/als ab, cd, ef, theile ich jedwede in 10 gleiche
 Theile; jedes Theil theile ich wiederum in 5. und wo es möglich in 10
 Theile.

¹⁵ Der Kupferstich, das Titelblatt und die Kupfertafel zu Abb. 25 finden sich im Anhang I auf den S. 125–127.

¹⁶ Eine ausführliche Beschreibung findet man in [62].

3.2 GEORG CONRAD STAHL 1687: *Kriegs=Bau=Kunst*

GEORG CONRAD STAHL'S *neuaufgeführter Europäischer Ingenieur: oder Kriegs=Bau=Kunst ...* [9] erschien erstmals 1687. Das Werk wendet sich an den *Liebhaber der Fortification* und ist insbesondere für den Gebrauch im Feld bestimmt. Dies wird auch unterstrichen durch das handliche Taschenbuch-Querformat (ca. 17×11 cm) und die vielen leeren Seiten am Schluss des Buches, die wohl für Notizen gedacht waren. Der im Titel anklingende Europa-Gedanke war in der damaligen Zeit durchaus nicht unüblich.



Abb. 26: Titelblatt

Das Gesamtwerk besteht aus drei Teilen, wobei der letzte Teil die Fortifikation, also die Befestigungskunst, behandelt und damit das eigentliche Anliegen des Werkes beinhaltet. In den beiden vorangehenden Teilen werden die dazu notwendigen theoretischen und praktischen Grundlagen der Arithmetik und Geometrie zielgerichtet dargelegt.

Den Überschriften dieser drei Teile kann man weitere Einzelheiten entnehmen:



Abb. 27: Titelseiten der drei Teile des Werkes von G. C. STAHL

Als Abschluss des zweiten Teils befindet sich ein kurzer Anhang zu der bisher erklärten Geometrie. Darin werden unter anderem zwei Formen des Pantographen beschrieben.

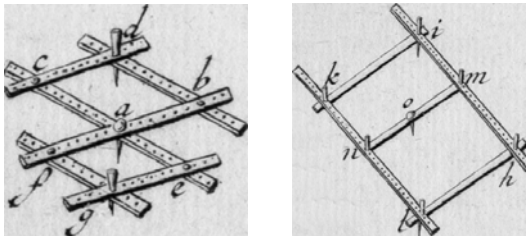


Abb. 28: Ausschnitte aus Tafel 24

Mit Hinweis auf die gezeigten Ausschnitte der Tafel 24 (Abb. 28) kann man lesen:

9. Man hat sonst die sogenannten Storch-Schnäbel dazu / deren ein paar Num. 262. vorgezeichnet sind. Man läßt sie von starkem guten Holz machen $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Zoll dick ins gebiebrte / voller gleichweit von einander stehenden Löcher / hat 6. Stänglein / und 7. Fügungen. In der Mitte ist ein Stift den man zwischen zwey Papieren / das eine / da der Riß oder die Figur drauf ist / und das andere / da die neue verjüngte oder vergrößerte Figur aufkommen soll / fest einsteckt :

10. Der andere neben-stehende *bikl*: ist von Schwendern beschrieben: hat nur vier Gelencke oder Stangen : In der Mittel-Stangen ihrer Mitten bey *o* ist der Stefft / den man fest einschlägt / und damit das Instrument befestiget.

Für beide Modelle wird auch der Gebrauch erläutert. Außer dem knappen Verweis auf D. SCHWENTER in dem hier unmittelbar voranstehend wiedergegeben Abschnitt 10 gibt es in dem Werk keine weiteren Quellenangaben zum Pantographen.

3.3 CLAUDE FRANÇOIS MILLIET DE CHALES 1674/1690:

Welt der Mathematik

Dieses Lehrbuch [10] ist das Hauptwerk von CLAUDE FRANÇOIS MILLIET DE CHALES. In erster Auflage erschien es bereits 1674, eine zweite überarbeitete Auflage kam postum 1690 im Auftrag seines Bruders heraus.

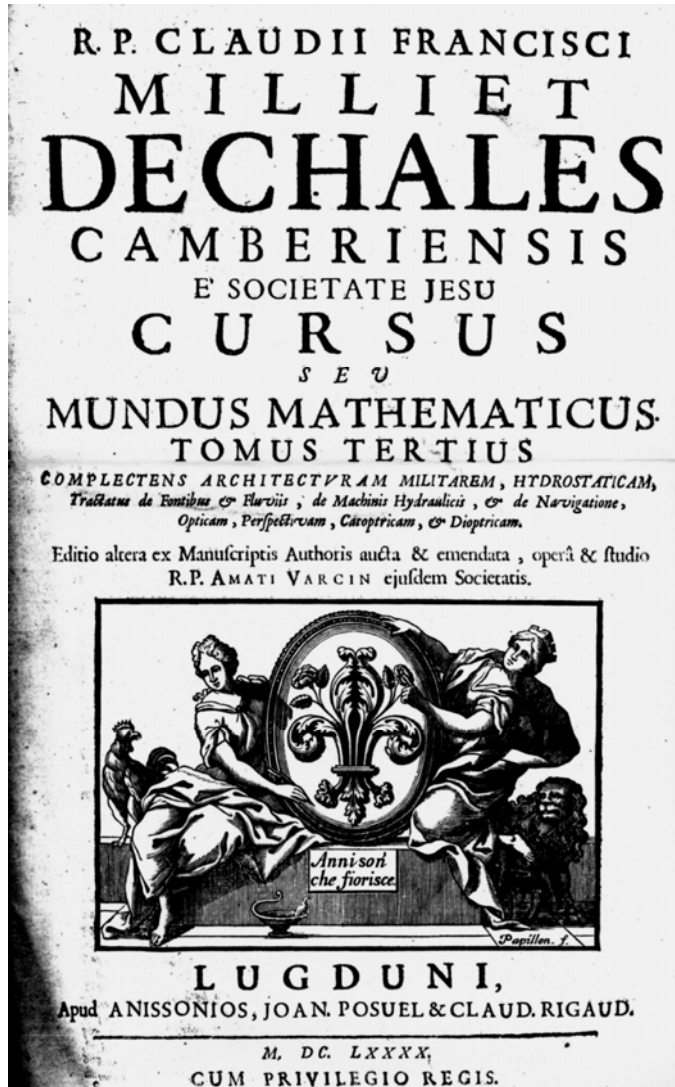


Abb. 29: Titelblatt der Ausgabe von 1690

Das Anliegen seines Werkes formuliert DE CHALES im Vorwort so: *Mundum ergo mathematicum proponibus, dum integrum mathesis cursum instituimus ... (Wir stellen also die Welt der Mathematik vor, während wir ein vollständiges Lehrbuch der Mathematik beginnen ...)*¹⁷. E. KNOBLOCH¹⁷ charakterisiert das Werk folgendermaßen: *Trotz der Beliebtheit des Lehrbuches ist entscheidend zu sagen, ... dass es ... die neuere Entwicklung der Mathematik im 17. Jahrhundert nicht berücksichtigt. Und insbesondere im hier betrachteten Kontext bedeutsam: Die geometrische Methode der Beweisführung ist die der griechischen Mathematiker.* (Es gibt eine EUKLID-Ausgabe DE CHALES´ von 1660.)

Interessant für die hier im Mittelpunkt stehenden Überlegungen zum Pantographen sind die Abschnitte VII bis XII des VI. Buches in DE CHALES´ Lehrbuch, die ausschließlich dem *parallelogrammum delineatorium* gewidmet sind. Nicht nur in dieser Bezeichnungsweise, sondern auch in der Art der Erörterung liegen Vergleiche mit dem Buch [5] CHRISTOPH SCHEINERS nahe.

Ausgehend von Bemerkungen zur Konstruktion, zur Festlegung des fixierten Zentrums und zur Bewegung des *parallelogrammum delineatorium* in drei Grundformen (Propositio VII–IX) werden in den folgenden zwei Abschnitten (Propositio X und XI) über den Beweis jeweils eines Ausgangstheorems die für den Pantograph wesentlichen proportionalen Beziehungen besprochen. Abschnitt XII fasst dann diese Überlegungen zusammen in der Besprechung der Anwendungsmöglichkeiten des Pantographen.

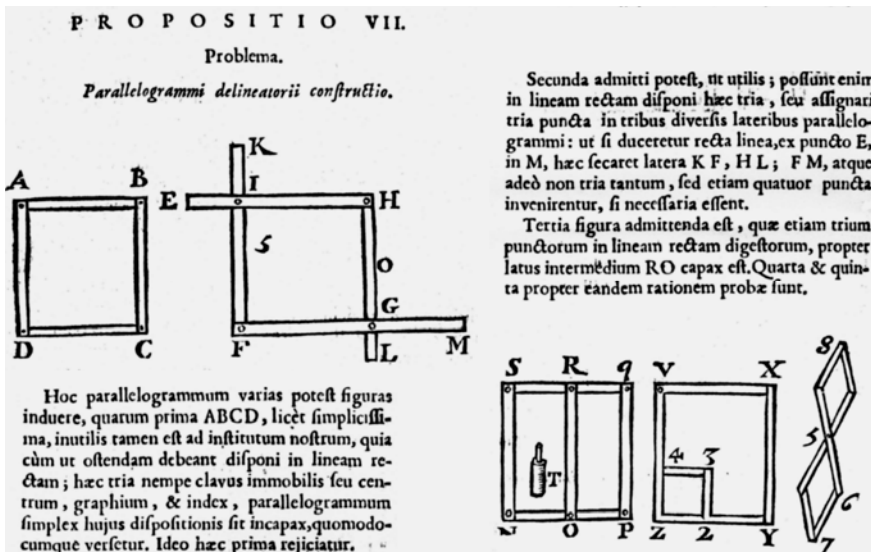


Abb. 30: Erläuterung der Konstruktion der Zeichengeräte in der *Propositio VII*

¹⁷ Man vergleiche M. FOLKERTS e. a. [58], S. 27.

3.4 NICOLAS BION 1712: *Neu=eröffnete Mathematische Werck=Schule*

NICOLAS BION, bedeutender Instrumentenhersteller seiner Zeit, veröffentlichte 1709 in Paris erstmalig sein noch heute viel zitiertes Werk *Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématiques* [11].

Es erlebte mindestens fünf, jeweils erweiterte Auflagen und wurde in zahlreiche Sprachen übersetzt. So kam beispielsweise 1723 unter dem Titel *The Construction and Principal Uses of Mathematical Instruments* eine englische Übersetzung¹⁸ von EDMUND STONE (1700–1768) heraus. Bereits 1712 besorgte JOHANN GABRIEL DOPPELMAYR¹⁹ (1677–1750) die erste deutsche Übersetzung [12].

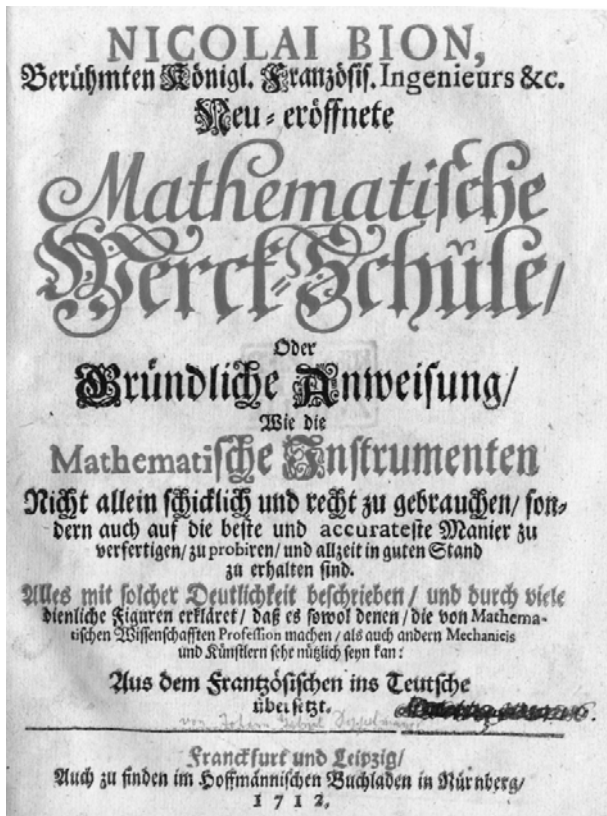


Abb. 31: Titelblatt des Werkes von N. BION in der deutschen Übersetzung von J. G. DOPPELMAYR in der Erstauflage von 1712

¹⁸ Man vergleiche M. Hambly [74], S. 37.

¹⁹ Ein Kupferstich von J. G. DOPPELMAYR findet sich im Anhang I auf S. 128.

DOPPELMAYR passte seine deutschen Übersetzungen den jeweiligen erweiterten französischen Ausgaben an. 1765, 15 Jahre nach dem Tod von DOPPELMAYR, erschien die fünfte Auflage.

Das Werk von BION gibt in acht Büchern²⁰ einen Überblick über die wissenschaftlichen Instrumente, die um 1700 in Gebrauch waren. In der kurzen Vorrede beschreibt der Autor den Inhalt seines Lehrbuches.

Der Titelkupfer²¹ der deutschen Ausgabe (vgl. Abb. 32) ist reichhaltig gestaltet. Unter den zahlreichen abgebildeten Instrumenten ist am unteren Bildrand auch ein Pantograph zu erkennen.



Abb. 32: Titelkupfer der deutschen Ausgabe

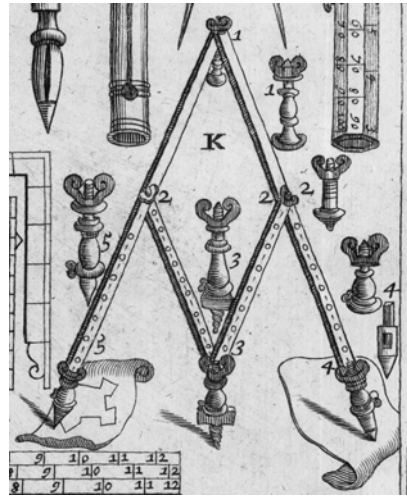


Abb. 33: Ausschnitt aus Kupfertafel IX

Das zweite Kapitel im dritten Buch handelt

**Von der Zubereitung und dem Gebrauch
verschiedener Mathematischer Instrumenten/
welche zu Haus können gebraucht wer-
den.**

Zu den mathematischen Instrumenten zählt BION auch den Pantographen, der auf der Kupfertafel IX (Abb. 33) mit einer Vielzahl anderer mathematischer Instrumente dargestellt ist. Die Herstellung und den Gebrauch schildert BION ausführlich in dem Abschnitt

**Von der Zubereitung eines
Instrumenti Pantographici.**

²⁰ Das Inhaltsverzeichnis der acht Bücher findet sich im Anhang I auf den S. 129–131.

²¹ Der Titelkupfer und die Kupfertafel IX finden sich im Anhang I auf den S. 132 und 133.

Die Beschreibung des Gerätes beginnt er mit einem Hinweis auf die notwendige Sorgfalt, die man bei dessen Herstellung unbedingt aufwenden muss:

Die Accurateſſe dieſes Instruments beſtehet in dieſem/ daß die Löcher/ die zu äufferſt und in der Mitten der groſſen Schenkel ſich befinden/ gar accurat in gleicher Weiten von den Löchern/ die zu äufferſt in den kleinen ſind/ ſtehen/ damit ſelbige/ wann ſie zuſammen geſchraubet werden/ allezeit ein perfectes Parallelogrammum formiren/oder ein Parallel-Linial abgeben/ es ſind ſechs kleine Stücklein vom Kupffer dabey/ auf daß man beſagtes Instrument zuſammensſchrauben/ und zur Praxi dienlich machen möge.

Anschließend wird die Handhabung des Instrumentes geschildert:

Wollte man aber den Riß nach andern Proportionen vergrößern oder verkleinern/ muß man unterſchiedliche Löcher in gleichen Weiten auf einem jeden Schenkel machen/ nemlich auf dem kleinen nach der Länge ganz durch/ auf den groſſen aber/ biß an die Helffte/ damit man alda die Spitze/ die Reißfeder und die Schrauben allezeit in einer geraden Linie ſtellen möge/



Abb. 34: Titelkupper und Titelblatt der französischen Originalausgabe in der 2. Auflage, Paris 1723

Im Unterschied zur deutschen Ausgabe lässt sich im Titelkupper der französischen Ausgabe (Abb. 34) nicht mit Sicherheit ausmachen, ob unter den dargestellten Zeichengeräten auch ein Pantograph ist.

3.5 JACOB LEUPOLD 1727: *Schau=Platz der Rechen und Meß=Kunst*

Das *Theatrum arithmetico-geometricum*, ... [14] von JACOB LEUPOLD²² erschien in erster Auflage 1727 kurz nach seinem Tode. Er beschreibt hier zahlreiche Rechenhilfsmittel und geometrische Instrumente. Schon im Titel des Werkes wird der Proportionalzirkel erwähnt, den J. LEUPOLD dann auch besonders ausführlich beschreibt.



Abb. 35: Titelblatt des Werkes [14] von J. LEUPOLD, Auflage von 1774

²² Ein Kupferstich von J. LEUPOLD findet sich im Anhang I auf S. 134.

Auf Seite 87 findet sich die folgende, für unseren Gegenstand interessante Notiz:

Der Jesuit

Christoph Scheiner eignet sich in der Pantographia oder Beschreibung des Parallelogrammi, die Invention und erste Beschreibung solches Parallelogrammi mit grossen Lobsprüchen zu, da doch vor sehr vielen Jahren zuvorhero unser Bramer eine Beschreibung hiervon ausgehen lassen, und dabey meldet, daß es eine schon alte Invention sey. 23

Es wird zwar in verschiedenen späteren Veröffentlichungen zum Pantographen auf LEUPOLDS Beschreibung zu diesem Zeichengerät verwiesen, aber es lässt sich in seinen Werken außer der voranstehenden Bemerkung nichts Weiteres zum Pantographen nachweisen. Betreffs BRAMER vergleiche man Abschnitt 2.1.

In dem früheren Werk [13] stellt J. LEUPOLD drei Geräte vor, mit deren Hilfe Bilder vergrößert oder verkleinert werden können. Diese sind allerdings verzerrt und nur mit einem zylindrischen, konischen oder flachen Spiegel entzerrt zu betrachten. Bei diesen Geräten erfolgt die Übertragung der Bewegung des Fahrstiftes auf den Zeichenstift mittels Seilscheiben und nicht, wie beim Pantographen, mittels eines Gelenkrechtecks. Eine Idee, die W. WALLACE 1831 bei der Konstruktion seines Eidographen ebenfalls verwendet hat (siehe Abschnitt 4.1).

3.6 M. LANGLOIS 1743: Eine verbesserte Form des Pantographen

Der Beitrag von M. LANGLOIS zur Entwicklung des Pantographen ist nur mittelbar nachzuzeichnen – über einen diesbezüglichen Bericht [16] aus den Veröffentlichungen der französischen *Académie royale des sciences* und über die Besprechung der LANGLOIS-Überlegungen im Buch *Méthode de lever les plans et les cartes de terre et de mer* von JACQUES OZANAM [17], Auflage von 1755 (vgl. Abschnitt 3.7).

Die Königliche Akademie der Wissenschaften wurde 1666 durch JEAN-BAPTISTE COLBERT (1619–1683; staatspolitischer und volkswirtschaftlicher Reformator Frankreichs unter LUDWIG XIV) gegründet, mit dem Ziel, die Verbreitung der Naturwissenschaften und der Mathematik zu fördern. Dieser Zielsetzung entsprechen auch die in den Veröffentlichungen der Akademie



Abb. 36: Veröffentlichungen der *Académie royale des sciences*, Band 7 (1734–1754), Titelblatt

²³ Gemeint ist die BRAMERSche Schrift [2].

unter dem Titel *Machines et inventions approuvées par l'académie royale des sciences* (durch die Königliche Akademie der Wissenschaften genehmigte Maschinen und Erfindungen) enthaltenen Berichte über Prüfungen von Geräten, Apparaturen und Entdeckungen.

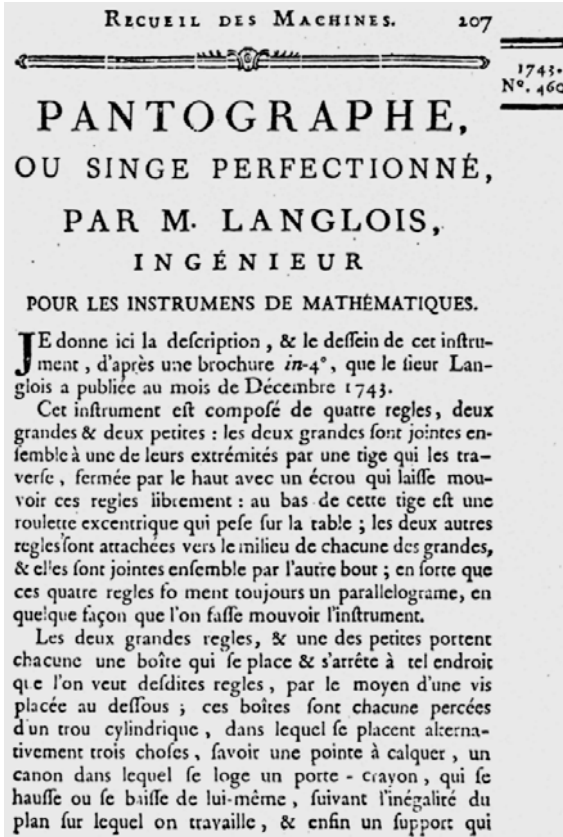


Abb. 37: Beginn des Berichts über die Verbesserung des Pantographen durch M. LANGLOIS

In dem Band 7 ihrer Veröffentlichungen werden Beiträge des Zeitraums 1734–1754 von der Königlichen Akademie zusammengestellt. Unter der Eintragsnummer 1743, N° 460 (vgl. Abb. 37) findet sich der hier interessierende Beitrag. Es handelt sich dabei um eine weitgehend wertungsfreie, sehr detaillierte Bau- und Funktionsbeschreibung eines verfeinerten Pantographen von M. LANGLOIS, *ingénieur du roi et de l'académie des sciences pour les instruments de mathématique* (Ingenieur für mathematische Instrumente, im Auftrag des Königs und der Akademie der Wissenschaften). Spezielle technische Details wie besondere Stifthalterungen und Stiftführungen, Gelenke oder auch die Nutzung eines Hilfsfadens stellen

den Kernbereich der besprochenen Verfeinerungen dar.

Die vorliegende Beschreibung im Auftrag der Akademie wurde abgefasst durch die Herren NICOLE und MONTIGNY, auf der Grundlage einer im Dezember 1743 veröffentlichten Broschüre von M. LANGLOIS, die sich aber nicht mehr nachweisen ließ.

Die Verfeinerungsvorschläge führen zu einer deutlichen Vergrößerung der Anwendungsmöglichkeiten des Geräts. Das Wesen der in der Beschreibung minu-

tös dargestellten Pantographenverfeinerung erhellt sich aus der dem Bericht beigelegten Abbildungstafel (Abb. 38).

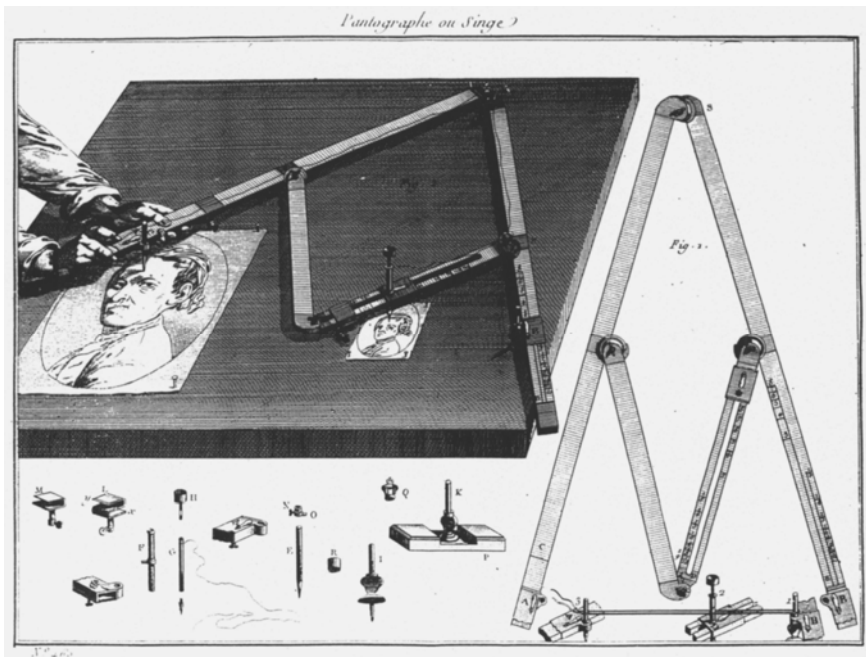


Abb. 38: Kupfertafel zum Bericht 1743, N° 460

Unmittelbar an diese Beschreibung in den Akademieberichten schließt sich ein Auszug aus dem Register der Akademie unter dem Datum des 20. Dezember 1743 an:

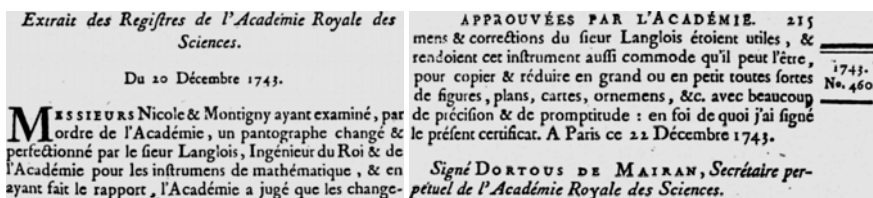


Abb. 39: Vollständiger Registerauszug

Auf der Grundlage des erstellten Berichts beurteilte die Akademie die Verfeinerungen von Langlois als nützlich und zweckentsprechend. Die Beurteilung wurde formuliert und unterzeichnet durch den Sekretär der Akademie.

Der hier vorgestellte Bericht sowie der zugehörige Registereintrag dürfen wohl als instruktives Beispiel dafür verstanden werden, wie im 17. Jahrhundert in

Frankreich mit wissenschaftlichen Erfindungen bzw. Weiterentwicklungen auf dem naturwissenschaftlichen und mathematischen Gebiet verfahren wurde/werden konnte. Durch ihre Registrierung übernahm die Akademie eine gewisse Bestätigung. Dem entspricht die den Auszug aus dem Register beschließende Bemerkung *en foi de quoi j'ai signé le présent certificat (urkundlich habe ich das vorliegende Zertifikat unterzeichnet)*.

In welcher Form von solcher Bestätigung Gebrauch gemacht wurde, zeigt – wiederum exemplarisch – die Erwähnung dieser Beurteilung im Buch [17] von JACQUES OZANAM, in seiner Ausgabe von 1755.²⁴

3.7 JACQUES OZANAM 1755:

Methode zum Anfertigen von Plänen und Karten

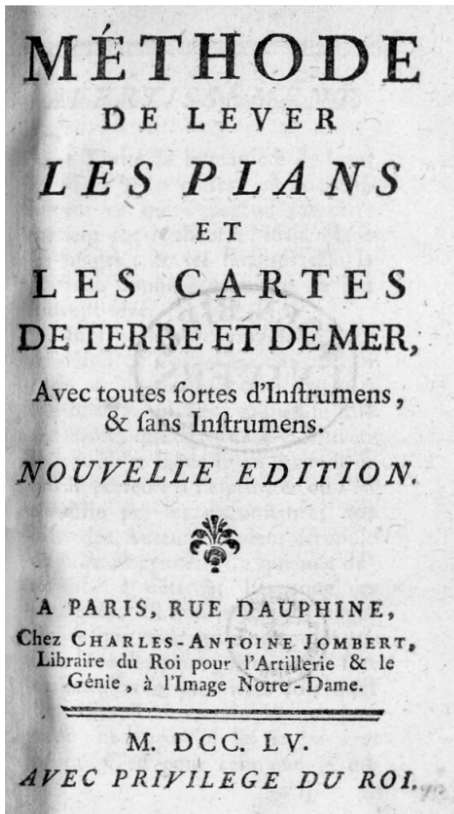


Abb. 40: Titelblatt

JACQUES OZANAM widmet sich in diesem – hier in einer postumen Auflage [17] von 1755 vorliegenden – Buch der detaillierten Beschreibung der Erstellung von Land- und Meereskarten, entsprechend dem Erkenntnisstand um 1700.

Die vorliegende Auflage erschien bei der Königlichen Buchhandlung für Artillerie und Pionierwesen in Paris, war in seiner Veröffentlichung also wohl insbesondere für die Nutzung im militärischen Bereich gedacht.

Die im Kontext des maßstabsgerechten Kopierens oder Transformierens interessierenden Bemerkungen sind enthalten in den Abschnitten *Pratique III* und insbesondere *Pratique IV*, wobei letzterer dem LANGLOIS-Pantographen gewidmet ist.

Während in Abschnitt *Pratique III* der *mathematische Kompass* als Hilfsmittel zum Verkleinern und Kopieren einer Vorlage diskutiert

²⁴ Man vergleiche die entsprechenden Bemerkungen zu [17] im folgenden Abschnitt 3.7.

wird, ist der darauf unmittelbar folgende Abschnitt *Pratique IV* den Vorteilen und dem Gebrauch des verfeinerten Pantographen nach LANGLOIS gewidmet.

Der Autor rühmt, dass mit Hilfe des verfeinerten Pantographen leicht und mit großer Präzision beliebige Kopien sowie Vergrößerungen oder Verkleinerungen beliebiger Vorlagen erstellt werden können.

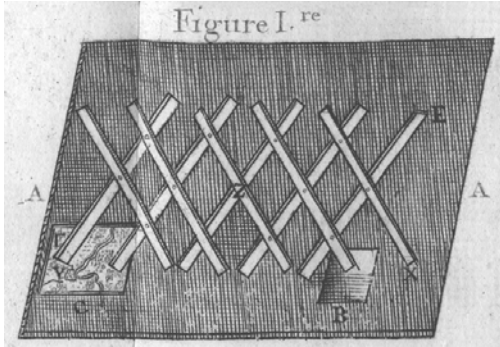


Abb. 41: Figur 1 aus Tafel XIV

Der Bezug auf die Beurteilung des verfeinerten Pantographen durch die Königliche Akademie der Wissenschaften zu Paris (vgl. [16] sowie Abschnitt 3.6) macht es – zieht man eben diesen Bericht der Akademie von 1743 heran – zwingend, dass es sich in diesem Teil der Ausführungen um nach dem Tod von OZANAM (1640–1717) postum hinzugefügte Betrachtungen handeln muss.

Diese Einschätzung wird un-

terstützt durch die Tatsache, dass die im Text des Buches von OZANAM wiederholt einbezogene und besprochene Tafel XV, Fig. 1 und 2, als bearbeitete Wiedergabe der Tafel aus dem Bericht zum LANGLOIS-Pantographen in den Veröffentlichungen der Akademie aus dem Jahr 1743 erscheint. (Auch wenn die tatsächliche Veröffentlichung des betreffenden Akademie-Berichts erst im Jahr 1777 liegt. Der Registereintrag und damit wohl die prinzipielle Zugänglichkeit datiert auf das Jahr 1743).

In den Ausführungen der *Méthode de lever les plans et les cartes de terre et de mer ...* schließt sich nun eine detaillierte Baubeschreibung des Pantographen an, unter direkter Bezugnahme auf die Illustrationen der Tafeln XV (vgl. Abb. 43) und XIV (vgl. Abb. 41).

Dabei wird – wieder unter direkter Berufung auf M. LANGLOIS und seine Variante des *pantographe ambulante* – sowohl das fest verankerte (verschraubte) Instrument als auch die „ambulante“ und damit flexibler, für beliebige Abstände (durch die Hintereinanderausführung mehrerer Kopierschritte) einsetzbare Form diskutiert.

214 *Méthode*

PRATIQUE IV.

Autre instrument pour réduire un dessin.

COMME le compas mathématique est sujet à plusieurs inconvéniens dans la pratique, & qu'il est très-difficile de tirer des copies bien exactes avec cet instrument, on a cherché à le rendre moins composé & moins embarrassant. Le Sieur Langlois, Ingénieur du Roi pour les instrumens de mathématique, connu par la précision avec laquelle il les exécute, a fait à celui-ci des changemens qui le rendent aussi simple & aussi commode qu'on le puisse desirer, ou plutôt il en a inventé un nouveau à qui

de lever les Plans. 215

il a donné le nom de *pantographe* ou *singe*, à cause de la propriété qu'il a d'imiter toutes sortes de dessins. Par le moyen de ce singe, on peut copier & réduire de grand en petit, ou de petit en grand, toutes sortes de figures, plans, cartes, ornemens & dessins, le tout très - promptement & avec beaucoup de précision. C'est le jugement qu'en ont porté Messieurs de l'Académie des Sciences. Passons à sa description.

Il est composé de quatre règles (planche XV, fig. 1.),
deux grandes & deux petites.
Les deux grandes sont jointes ensemble à une de leurs extrémités par une tige qui les traverse, fermée par le haut avec un écrou qui laisse mouvoir librement ces deux règles.

Planche XV.
Fig. 1.

Abb. 42: S. 214 und 215 aus dem Abschnitt IV über den LANGLOIS-Pantographen

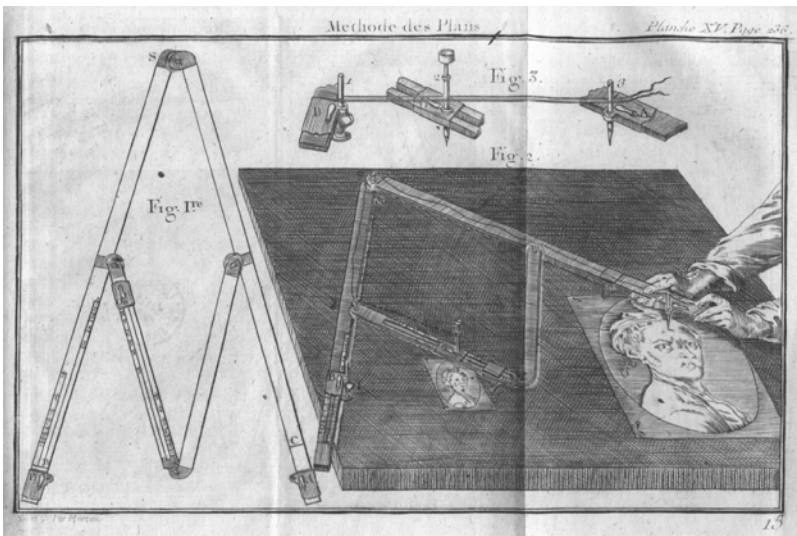


Abb. 43: Tafel XV

3.8 NILS MARELIUS 1767: *Von Storchschnäbeln*



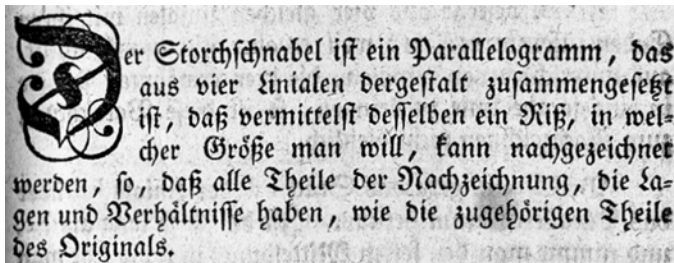
Abb. 44: Titelblatt mit Rückseite der Abhandlungen der Königlich-Schwedischen Akademie der Wissenschaften von 1767

Der von NILS MARELIUS in den Abhandlungen der Königlich-Schwedischen Akademie der Wissenschaften 1767 veröffentlichte Artikel [18] mit der kurzen und prägnanten Überschrift

Von Storchschnäbeln.

ist in der Reihe der hier betrachteten Veröffentlichungen der erste Übersichtsartikel, der ausschließlich dem Pantographen gewidmet ist.

Zu Beginn versucht N. MARELIUS eine Definition des Pantographen zu geben:



Er beruft sich auf den „Erfinder“ des Instruments, CHRISTOPH SCHEINER, verweist auf dessen Buch *Pantographice seu ars delineandi res quaslibet per parallelogrammum lineare seu cavum mechanicum, mobile* [5], um dann mit den folgenden grundlegenden Eigenschaften des Pantographen fortzufahren:

1) Die Figur, welche von den vier Linialen eingeschlossen wird, muß ein Parallelogramm seyn, dessen Eigenschaft ist, daß die einander gegenüber stehende Seiten genau von gleicher Länge sind.

2) Die drey Punkte, nämlich : der stillestehende Mittelpunct, um den die Bewegung geschieht, der Griffel, welcher über die Linien in dem Borriffe geführt wird, und der Stift, welcher die Figur nachzeichnet, befinden sich allemal genau in einer geraden Linie, und wenn sie einmal in eine solche Stellung gebracht sind, müssen sie immer bey allen Bewegungen des Nachzeichnens in einer geraden Linie bleiben.

Man hat auch Storchschnäbel aus fünf, sechs, oder mehrern Linialen gemacht; das Hauptwerk aber kömmt auf viere an, die übrigen sind einiger vermeynten größern Sicherheit wegen bengefügt worden.

Aus vier Linialen läßt sich ein Parallelogramm auf neuerley Arten zusammensetzen, wie bengefügte Figuren auf der VI. Tafel zeigen.

Die zum N. MARELIUS-Artikel gehörende Tafel VI des Bandes ist in Abb. 45 wiedergegeben.

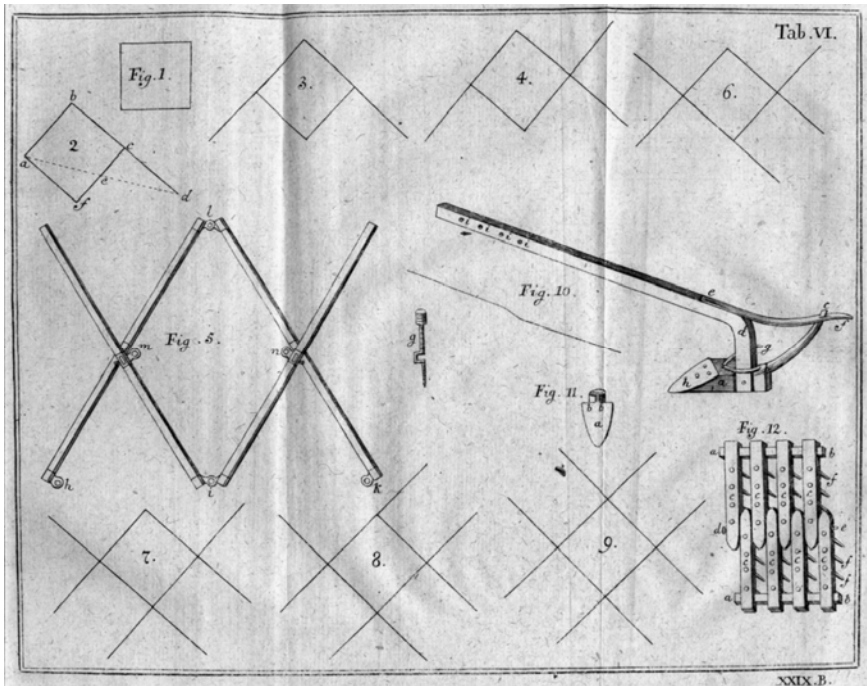


Abb. 45: Tafel VI aus den Abhandlungen der Akademie von 1767

N. MARELIUS wägt die Vor- und Nachteile verschiedener Formen und Ausführungen des Pantographen ab. Dabei betrachtet er insbesondere die von CHR. SCHEINER besprochenen Formen. Bezugnehmend auf Tafel VI seines eigenen Werkes fährt N. MARELIUS fort:

No. 6, 7, 8, 9, haben mehrere aus dem Parallelogramm heraus gehende Liniale, man findet sie in Bions mathematischer Werksschule 3. B. 2. Cap. beschrieben und abgezeichnet. Auf diese Art ist auch ein Storchschnabel eingerichtet, den man voriges Jahr aus Frankreich erhalten hat, und den man als eine kostbare, neuverbesserte, zum Nachzeichnen der Charten höchst unentbehrliche Maschine, unter dem Nahmen Pantographe beschreibt. Dieser Storchschnabel ist sehr gut gemacht, und seine Liniale sind von Stahle, sehr gut polirt;

Möglicherweise handelt es sich dabei um ein Modell von LANGLOIS, von dem die frei beweglichen Hülsen hervorgehoben werden. Derartiges jedoch findet man bereits

sowohl an dem alten größern Storchschnabel des Königl. Landmesseramts, der 1697 zu Stockholm gemacht ist, als auch an einem andern dafelbst befindlichen alten kleinen Storchschnabel von Messing, der zu Leyden gemacht ist, auch sind dergleichen hier allezeit von den Herren Pfström, Steinholz und Westberg gemacht worden.

In der Darstellung fallen Parallelen zu SCHWENTER [3] auf (siehe Abschnitt 2.2). Erwähnt wird auch, dass beim Pariser Storchschnabel

der Stift, wenn er zeichnen soll, durch einen Drath niedergedrückt, inzwischen aber durch eine Feder gehoben wird.

Mit der No. 5 aus Tafel VI hat man die in Schweden bevorzugte Form vor sich:

Der fest stehende Mittelpunkt, der Griffel, und der Stift zum Nachzeichnen, behalten hier allezeit ihre Stellen an den äußersten Enden der Liniale; dagegen verändert sich durch Verärückung der Hülsen das Parallelogramm selbst, ...

Die auf den Linealen einzurichtenden Skalen und die Unterstützung des Pantographen in einzelnen Punkten durch Räder sind weitere Details, die bei den einzelnen Formen erörtert werden.

3.9 JACOB VON DOEHREN 1780:


Über die Silhouetten und deren Zeichnung



Als im 18. Jahrhundert der Schattenriss, ausgehend vom chinesischen Schattenspiel, Europa erreichte und in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts en vogue war, erschienen viele Schriften, in denen diese neue Darstellungskunst von Personen und Gegenständen ausführlich behandelt wurde. So legte auch 1780 der Verfasser des *physiognomischen Cabinets*, JACOB VON DOEHREN, eine *Ausführliche Abhandlung über die Silhouetten und deren Zeichnung, Verjüngung, Verzierung und Vervielfältigung* [19] vor.

Abb. 46: Titelblatt des Werkes von J. v. DOEHREN [19]

Über viele Seiten schreibt J. VON DOEHREN grundsätzlich ... *über die physiognomischen Bildnisse überhaupt, und die Silhouetten insonderheit*, ... über ... *notwendige theoretische Vorerkenntnisse vom Silhouettiren* ... und über die ... *Zeichnung der Silhouetten in Lebensgröße* ..., um dann, beginnend auf Seite 121, über die ... *Verjüngung der Silhouetten* ... zu reflektieren.



Inhalt.

Einige Reflexionen über die physiognomischen Bildnisse überhaupt, und die Silhouetten insonderheit	Seite 1
Nothwendige theoretische Vorkenntnisse vom Silhouettiren	35
Zeichnung der Silhouetten in Lebensgröße	83
Verjüngung der Silhouetten	121
Vollendung und Verzierung der Silhouetten	164
Vielfältigung der Silhouetten	206



Einige Reflexionen
über die
physiognomischen Bildnisse
überhaupt, und die Silhouetten
insonderheit.

Wenn' auch das in unserem Jahrge-
head aus seiner Finsterniß wieder
hervorgehobene physiognomische
Studium, weiter keinen Nutzen, als die Ver-
vollkommung der Porträtzzeichnung gestiftet
hätte, so verdienen doch die Bemühungen
derer die sich damit abgegeben haben, von uns
und der Nachwelt, den größten Dank. Denn
es ist nicht zu läugnen, daß vor zehn und meh-
reren Jahren ein sehr schlechter Geschmack in
Porträten herrschte. Man begnügte sich damit
die bloße Menschenlarve mit etwas Ähnlich-
keit, und grinsendem Lächeln tingirt nachzubil-
den.

A den.

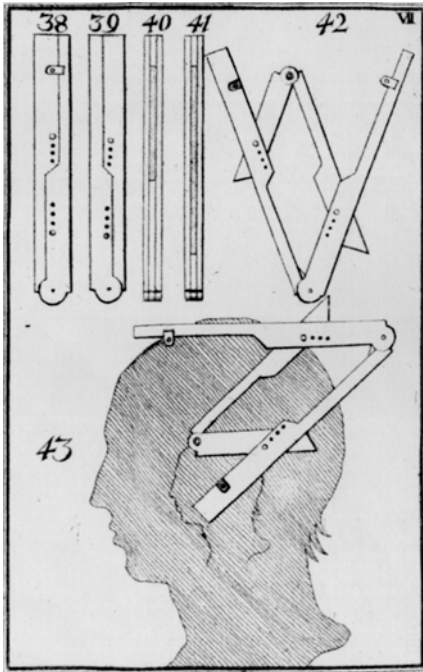
Abb. 47: Inhaltsverzeichnis und Beginn des ersten Abschnitts des Werkes [19]

Auf Seite 126 liest man:

So viel ist leicht einzusehen, daß, da schon
ine so große Accurateße erfordert wurde, um
eine geometrische zuverlässige Nachzeichnung
des wahren Profils, durch die unmittelbare
Abschattung zu erlangen, es ebenfalls von der
Verjüngung werde gefordert werden, daß sie
mit der nemlichen Zuverlässigkeit hinwiederum
diese nachgezeichnet liefern solle. So ge-
nau die Silhouette in Lebensgröße das wahre
Profil abbildet, so genau soll es auch die ver-
jüngte Silhouette thun. Sie soll demselben
im schärfsten Verstande geometrisch ähnlich
seyn.

JACOB VON DOEHREN versteht sein In-
strument als ein Kopiergerät, das auch
vom ungeübten Laien ohne Schwierig-
keiten genutzt werden kann.

Man hat deswegen ein Instrument erfun-
den, oder vielmehr ein längst bekanntes, das
sonst der Storchschnabel oder Affe, (le Singe)
auch wohl der Copirrahmen hieß, in ein an-
deres zur Verjüngung der Silhouetten weit
bequemerer verwandelt, und demselben den
Nahmen eines Silhouettenzirkels oder
Verjüngungszirkels gegeben,



Dieses Instrument befriediget die obige Forderung aufs vollkommenste, und mit sehr großer Bequemlichkeit. Es ist deswegen auch das einzige, das zur Verjüngung der Silhouetten gebraucht werden kann, und wirklich gebraucht wird,

In der 38sten Figur ist dasselbe zusammengesetzt von oben, und in der 39sten Figur in eben dieser Verfassung von unten betrachtet, vorgestellt. Die 40ste und 41ste Figur hingegen zeigt es von beider Seiten betrachtet. In der 42sten Figur erscheint es aufgemacht. Aus der 43sten Figur sieht man die Art wie es gebraucht wird.

Abb. 48: Tafel VII aus J. v. DOEHRENS Abhandlung [19]

Bezüglich des letzten Textausschnittes vergleiche man die in Abb. 48 wiedergegebene Tafel VII des Werkes.

Über mehrere Seiten erklärt der Autor anschließend, wie dieser Silhouettenzirkel herzustellen und schließlich zu gebrauchen ist. Die letzten beiden Abschnitte beschäftigen sich mit der *Vollendung und Verzierung* bzw. der *Vervielfältigung der Silhouetten*.

In einer zweiten, weniger umfangreichen Schrift [20] vereinfacht J. VON DOEHREN seinen Pantographen, indem er, wie bisher im Allgemeinen ja auch üblich, der geraden Linienführung bei den Linealen den Vorzug gibt und den Fahrstift durch das angespitzte Ende des entsprechenden Lineals ersetzt (vgl. Abb. 51). Außerdem gibt er Tabellen an, aus denen man für diesen Pantographen bei gewünschter Verjüngung die wirksame Länge der Lineale ablesen kann.

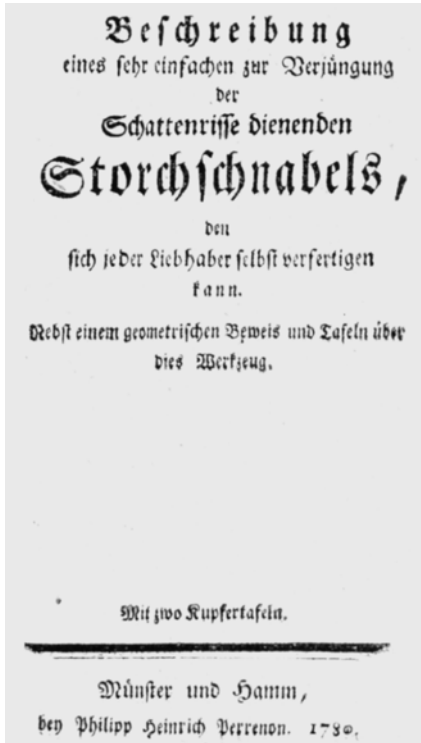


Abb. 49: Titelblatt des Werkes [20]
von J. v. DOEHREN

Abb. 50: Erste Tafel des Werkes [20]
von J. v. DOEHREN

J. VON DOEHREN [20] demonstriert die Benutzung des Pantographen zur Erstellung eines verkleinerten Abbildes seiner eigenen Silhouette.²⁵ (Vgl. Abb. 51)

Neben der *Zuspitzung* des Lineals zum Fahrpunkt, der ein Abfahren des Originals ohne Sichtbehinderung ermöglicht, erkennt man auch die Beschriftungen *A*, *C*, und *B* (jeweils durch hinzugefügte Pfeile in Abb. 51 gekennzeichnet), die den Bezeichnungen in der obigen Tafel entsprechen (vgl. Abb. 50).

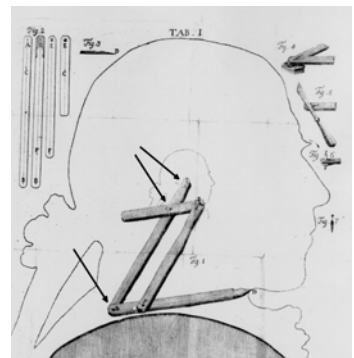


Abb. 51: Ausschnitt aus der Kupfertafel des Werkes von J. v. DOEHREN [20]

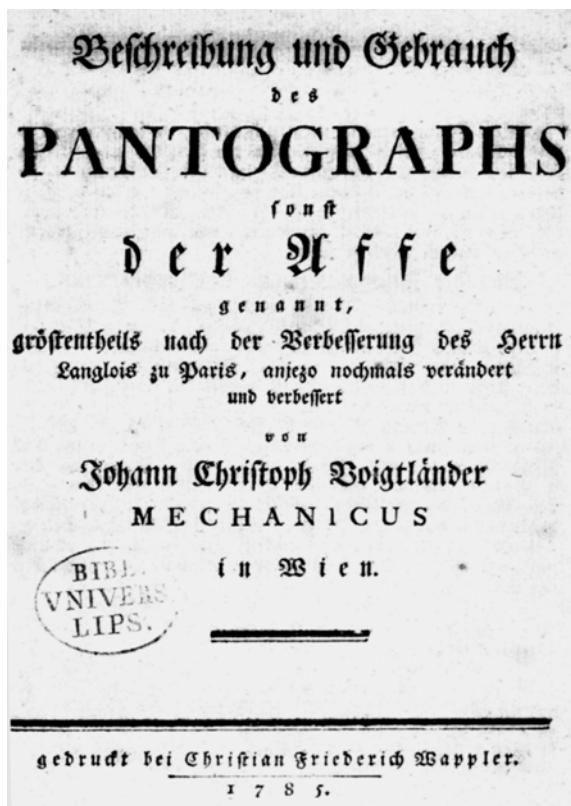
²⁵ Die vollständige Kupfertafel findet sich im Anhang I auf S. 135.

3.10 JOHANN CHRISTOPH VOIGTLÄNDER 1785:

Anjezo nochmals verändert und verbessert

Die kleine Schrift [21] von J. CHR. VOIGTLÄNDER²⁶ besteht aus den beiden Abschnitten:

Von der Zusammensetzung des Instruments. und
 Von der Stellung der 2 Schieber und der 3 Einsätze



Die Kupfertafel (vgl. Abb. 53) zeigt den betrachteten Pantographen nebst einigen Einzelheiten. Insbesondere sei auf die umfangreichen Ausführungen zum Einsatz und zur Wirkungsweise eines speziellen Fadens verwiesen, die mit folgenden Worten beendet werden:

Dieser Faden dienet, wenn man mit dem Stifte von einem Orte zum andern fahren will. Soll der Bleistift nicht schreiben, so ziehet man bei dem Faden an, und hebt den Bleistift auf.

²⁶ Ein Bildnis von J. CHR. VOIGTLÄNDER beim Gebrauch eines Pantographen findet sich im Anhang I auf S. 136.

Die Schrift schließt mit einer die Erfahrungen des Autors zusammenfassenden kritischen Anmerkung:

Bisher hat man die Vergrößerung und Verkleinerung mit dem Instrumente gezeigt, das Vergrößern aber geht nicht so gut, als das Verkleinern von statten, weil der Stift zu nahe an den Zapfen zu stehen kommt, und da ist das Instrument schwerer zu bewegen, und ohne kleine Fehler geht es auch nicht ab, welche hernach mit vergrößert werden, folglich wird die Copie dem Original sehr unähnlich. Auch können die Theilungen, so über die Helfte hinaufgehen, schwerlich zu Vergrößerungen wol aber zu Verkleinerungen gebraucht werden.

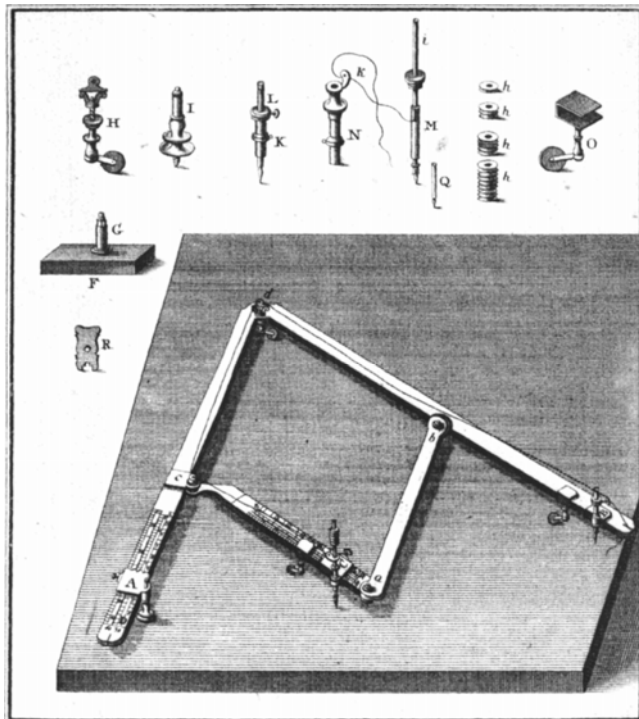


Abb. 53: Kupfertafel

3.11 JOHANN LAURENTIUS JULIUS VON GERSTENBERGCK 1787:

In einer Stunde mehr als sonst in einem Tage zu fertigen

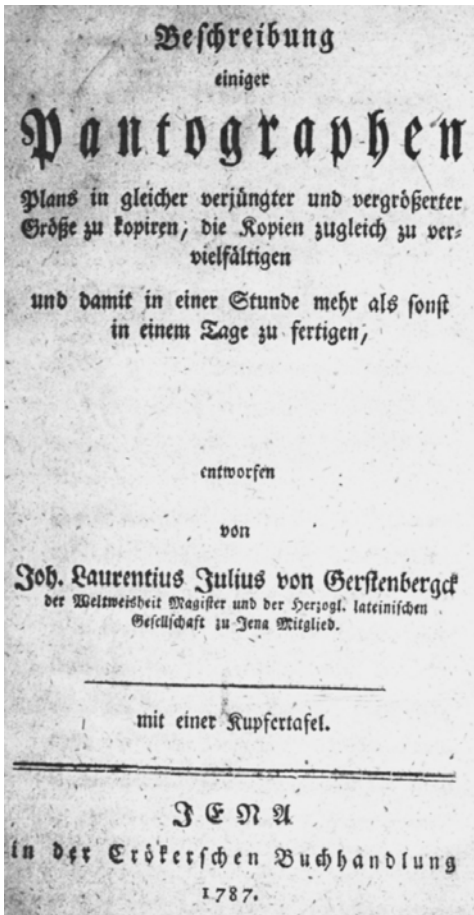


Abb. 54: Titelblatt des Werkes von J. L. J. v.
GERSTENBERGCK [22]

Die Schrift [22] von JOHANN LAURENTIUS JULIUS VON GERSTENBERGCK, der *Weltweisheit Magister und der Herzogl. lateinischen Gesellschaft zu Jena Mitglied*, erschien 1787 in Jena und umfasst 40 Seiten und eine Kupfertafel. Nachauflagen gab es vermutlich nicht.

Im *Vorbericht*, der 20 Seiten, also die Hälfte der Broschüre, einnimmt, begründet der Verfasser zunächst ausführlich den Vorteil und die Notwendigkeit bei der Kriegsführung schnell und genau Teile von Landkarten kopieren, vergrößern bzw. verkleinern zu können. Der Pantograph ist für ihn ein wichtiges Instrument, um Überlegenheit über den Gegner im Feld zu erzielen. Das Büchlein ist nach Schildknecht [6] und STAHL [9] die dritte hier besprochene Schrift, die sich aus rein militärischen Gründen mit dem Pantographen auseinandersetzt.

VON GERSTENBERGCK geht auf die ihm bekannte Literatur zum Pantographen ein, was nicht unbedingt typisch für diese Zeit ist. Er erwähnt die Werke von SCHWENTER [3], STAHL [9],

OZANAM [17] und anderen. SCHEINERS Werk [5] scheint er nicht zu kennen. Zu dem von SCHWENTER in [3] angekündigten *Traktätlein* über den Pantographen (siehe Abschnitt 2.2) bemerkt er, dass ihm davon nichts bekannt sei (vgl. seinen *Vorbericht* S. 13 unten).

Schließlich beschreibt VON GERSTENBERGCK im *Vorbericht* ein Ereignis in seinem Leben, dass an die SCHEINERSche Erzählung über den Maler GREGORIUS erinnert. Den Hintergrund hierfür bildet vermutlich seine Magistertätigkeit in Jena. (Vgl. die Bemerkungen im Abschnitt 6 zur Vita VON GERSTENBERGCKS, S. 107.)

Einer seiner Vorlesungsbesucher erzählte ihm:

„Der
 „bei den Siebenbürgischen Militairgeneralkom-
 „mando angestellte Herr von Kuhdörfer
 „hat ein für das Ingenieurwesen überaus nüt-
 „liches Instrument erfunden, womit er zur
 „Vergrößerung Copier- und Reducirung aller
 „Gattungen von Landkarten oder Planen nach
 „jeden nur zu verlangenden Maasstab in einer
 „Stunde weit mehr als der geschickteste und ge-
 „schwindeste Ingenieur in einen ganzen Tage zu
 „verfertigen in Stande ist, arbeiten kann. Die-
 „ses Instrument hat dabei eine mathematische
 „Gewisheit, kann in geringsten nicht fehlen,
 „umzeichnet alles so richtig und zuverlässig auf,

Er stellte fest:

Die Worte in einer
 Stunde weit mehr u. s. w. erregten verschiede-
 ne Ideen in mir, und die Vielfältigung der
 Kopien von einerlei Verhältniß mit einem Zuge
 zu erhalten, war die erste so ich auffing.

Er begann am gleichen Abend in Bei-
 sein einiger wissbegierigen Zuhörer
 mit seinen Untersuchungen:

und ich war schon damals
 auf der Spur. Voller Erwartung daß der
 Erfinder sich öffentlich mittheilen würde, blieb
 ich dabei stehen, allein Katalogen und öffentli-
 che Blätter erhalten, so viel mir bewusst, bis
 1830 noch nichts davon, und der Dienst wird
 ihn zu schweigen verpflichten.

Seinen Vorbericht setzt er zunächst mit weiteren allgemeinen Erörterungen über den Charakter des Soldaten fort, um dann im zweiten Teil seine Erfindungen zu präsentieren. Die folgenden Abbildungen²⁷ (Abb. 56–58) geben die grundsätzlichen Ansätze dabei wieder.

Figur 3 seiner Kupfertafel (vgl. Abb. 56) zeigt VON GERSTENBERGCKS Erfindung:

Einige gleichgroße Abbildungen eines Plans
 mit einem Zuge zugleich zu erhalten.

Das in der Figur 4 (vgl. Abb. 57) abge-
 bildete Gerät erlaubt

eine große Karte (z. B. ein Kriegestheater)
 auf der Reißtafel in gleicher Größe nachzu-
 zeichnen.

Und schließlich erlaubt das in der Fi-
 gur 5 (vgl. Abb. 58) gezeigte Zeichen-
 gerät:

Von einem Original zwei verjüngte Ko-
 pien von gleicher Größe zugleich mit einem
 Zuge zu erhalten.

Dieser Zusammensatz entspringet aus den einfa-
 chen Pantograph Fig. 2. Es finden dieselben
 Verhältnisse stat, daß nemlich die verjüngten
 Kopien gegen die Originale quadratisch, wie die
 Eintheilungen der Schenkel sich einfach verhal-
 ten, und besteht aus folgenden Theilen.

Fig. 5. n. 1 u. 2.

Die Herstellung und der Gebrauch der drei Geräte werden ausführlich beschrieben.

²⁷ Die zugehörige Kupfertafel findet sich im Anhang I auf S. 137.

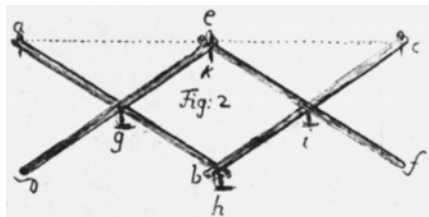


Abb. 55: Figur 2 der Kupfertafel

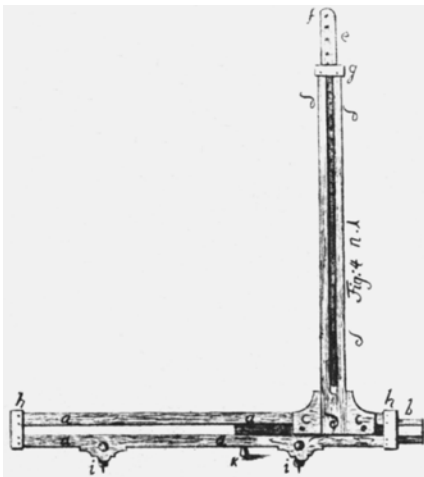


Abb. 57: Figur 4 der Kupfertafel

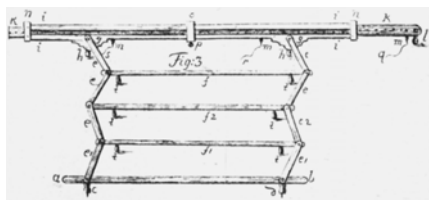


Abb. 56: Figur 3 der Kupfertafel

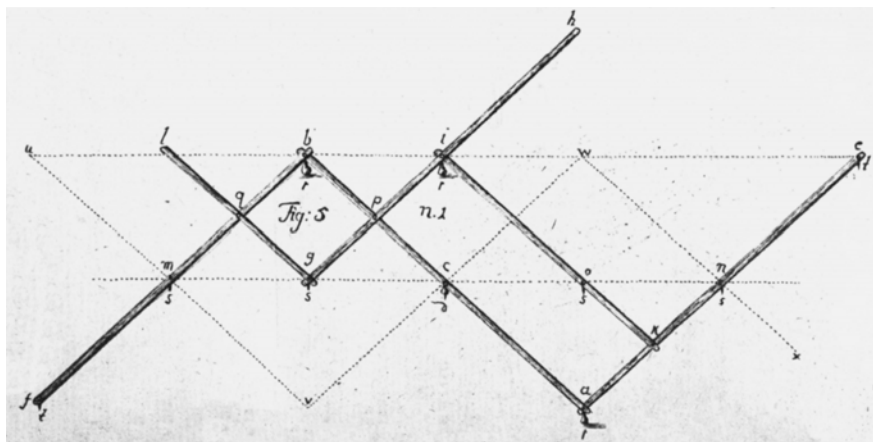


Abb. 58: Figur 5 der Kupfertafel

3.12 GEORGE ADAMS 1795:

Beschreibung der mathematischen Instrumente

Unter dem Originaltitel *Geometrical and graphical essays containing a general description of the mathematical instruments used in geometry, civil and military surveying, leveling, and perspective* erschien 1791 in London GEORGE ADAMS' jun. Übersichtsdarstellung geometrischer Geräte. 1795 kam in Leipzig die von GOTTLIEB GEIBLER aus Zittau besorgte deutsche Übersetzung heraus. Eine zweite berichtigte und erweiterte Auflage des englischen Originals wurde 1797, zwei Jahre nach dem Tod von ADAMS, durch WILLIAM JONES herausgegeben. Diese Ausgabe erlebte noch vier weitere Auflagen (vgl. [48]). Das hier benutzte Exemplar [23] stammt aus der Bibliothek von J. F. PFAFF (1765–1825, Professor der Mathematik in Halle von 1810 bis 1825), der einen Storchschnabel, ... *etwas beschädigt, von Ebenholz mit Messingschrauben ...*, besaß (vgl. [65]).

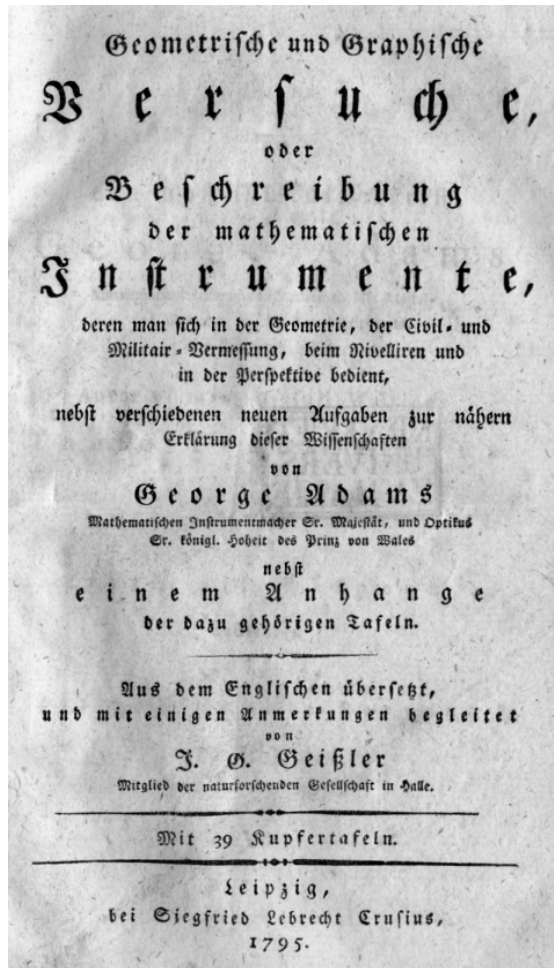


Abb. 59: Titelblatt der deutschen Übersetzung von J. G. GEIBLER

In ADAMS' Buch werden die unterschiedlichsten mathematischen und astronomischen Instrumente, ihre Herstellung und Verwendung, nicht aber ihre theoretische Begründung ausführlich beschrieben. Es ist ein Standardwerk über den wissenschaftlichen Instrumentenbau am Ausgang des 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts.

Kapitel XXXI handelt:

Von dem Uebertragen eines Grundrisses von einem Papier auf ein andres.

Zunächst werden kurz die insgesamt doch recht unbefriedigenden klassischen Verfahren dargestellt, um dann mit einer Lobpreisung des Pantographen fortzufahren:

Sechstes Verfahren. Vermittelt des Pantograph's. Es ist kein Verfahren so leicht, so geschwind und zugleich so genau als vermittelt des Pantograph's. Es ist dieses ein Instrument, welches dem erfahrenen Künstler so wie denjenigen sehr nutzbar ist, die in der Zeichenkunst wenig Fortschritte gethan haben. Es schont einen großen Theil der Zeit, es sei nun zum Verjüngen, oder zum Vergrößern, desgleichen zum Kopiren unter einerlei Größe, die Gränzlinien mögen übrigens so gebogen oder zusammengesetzt seyn, wie sie wollen, so ist doch die Kopie jederzeit von gleicher Genauigkeit; auch ist es nicht blos zu einer Art allein anwendbar, sondern es kann mit gleicher Leichtigkeit bei Figuren, Grundrissen, See- und Landkarten, bei Profilen, Landschaften u. a. m. angewendet werden.

Anschließend bemerkt ADAMS:

Ich bin nicht im Stande gewesen, ausfindig zu machen, wer der Erfinder dieses nutzbaren Instruments gewesen ist. Die früheste Nachricht, die ich finden kann, ist, daß der Jesuit Scheiner ungefähr ums Jahr 1631 in einer kleinen Abhandlung unter dem Titel: Pantographice sive ars nova delineandi es bekannt gemacht hat.

ADAMS nutzt sein Werk durchgängig, um von ihm und seinem Vater hergestellte Instrumente zu beschreiben und damit deren Verkauf zu fördern. GEORGE ADAMS sen. und jun. waren international anerkannte Instrumentenbauer ihrer Zeit (Vgl. die Bemerkungen zur Vita beider in Abschnitt 6, S. 107.)

So beschreibt ADAMS einen Pantographen (siehe Abb. 60), der in

den gegenwärtigen Zu-
stand der Vollkommenheit durch meinen Vater um das Jahr
1750 gebracht

worden ist, und beklagt dann, dass sie

eine unter vielen andern scientifi-
schen Vervollkommnungen und Erfindungen, die von ihm
geschehen sind, und welche andre unrühmlicher Weise verschie-
dene Jahre nachher sich selbst zugeeignet haben.

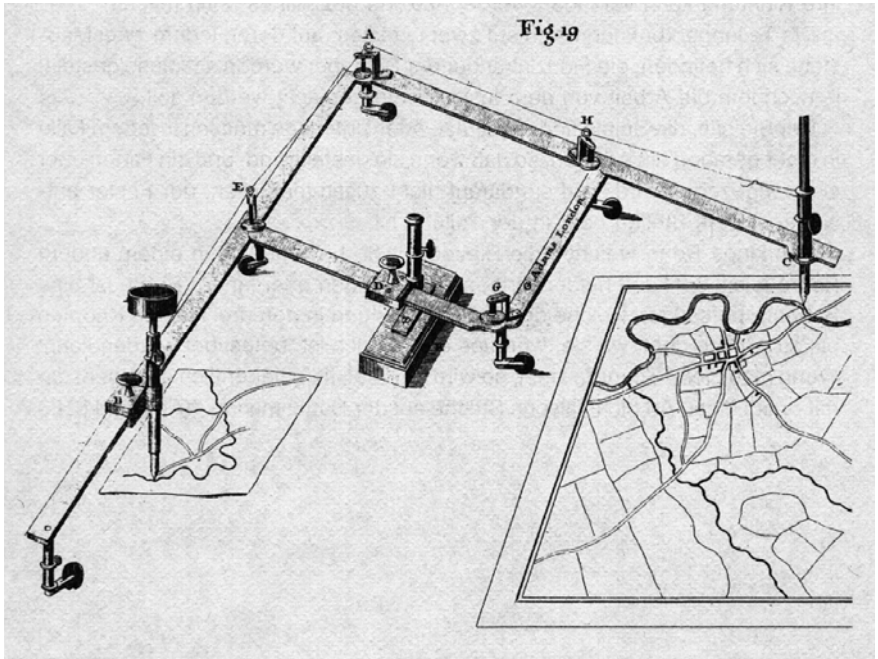


Abb. 60: Figur 19 aus Tafel XXXI

Am Ende des Werkes findet sich ein

*Verzeichnis der mathematischen und
physikalischen Instrumente,
welche von
GEORG ADAMS
mathematischem Instrumentmacher
Sr. Majestät, und Optikus
Sr. Königl. Hoheit des Prinzen von Wales
No. 60 Fleet-Street, London
verfertigt und verkauft werden,*

dem man entnehmen kann, dass um 1791 in London ein

*Pantographe zum Kopieren, Verjüngen und Vergrößern der Zeichnungen
von 2 Pf. 12 Sch. 6 P. bis 6 Pf. 6 Sch. 0 P.*

gekostet hat.

Interessant ist ein Vergleich mit den Preisangaben von OTT & CORADI zu den von ihnen hergestellten Pantographen zu Beginn des 20. Jahrhunderts, also gut 100 Jahre später. (Vgl. Anhang I, S. 147–148.)

4 Der Pantograph in der Literatur des 19. Jahrhunderts

Die weitere Entwicklung des Pantographen zum leistungsfähigen und vielseitig anwendbaren Präzisionsgerät spricht aus den diesbezüglichen Veröffentlichungen des 19. Jahrhunderts. Charakteristisch ist hier insbesondere, dass die Verfasser um eine der aktuellen mathematischen Entwicklung angepasste und angemessene Form der Darlegung der mathematischen Hintergründe bemüht sind. Neben Übersichtsartikeln zu den unterschiedlichen Formen und Entwicklungsstufen des Pantographen (vgl. z. B. FISCHER [29] oder PELLEHN [37]) finden sich auch Vorschläge zur Konstruktionsabänderung mit dem Ziel, die Handhabung und Genauigkeit des Gerätes weiter zu erhöhen. (vgl. z. B. WALLACE [24], KRONAUER [28] oder SYLVESTER [32], [33]).

4.1 WILLIAM WALLACE 1831: *Der Eidograph, ein Kopierinstrument*

Der am 13. Januar 1831 von WILLIAM WALLACE vor der Royal Society of Edinburgh gehaltene und 1836 veröffentlichte Vortrag: *Account of the Invention of the Pantograph, and a Description of the Eidograph, a Copying Instrument ...* [24] besteht aus zwei Teilen.

Im ersten Teil berichtet WALLACE über sein erfolgloses Bemühen, den Erfinder des Pantographen aufzuspüren. Nach seinen Recherchen gibt es außer einer Notiz von MONTUCLA, der in seiner Geschichte der Mathematik ausdrücklich betont, dass SCHEINER der Erfinder des Pantographen ist, und SCHEINERS eigenem Zeugnis in [5], keinerlei weiteren Hinweis, dass dies der Wahrheit entspricht. Er resümiert: *I have not been able to ascertain who was the inventor of this useful instrument.*

Den zweiten Teil seines Vortrages beginnt WALLACE mit der Feststellung: *The Pantograph has no defect in its geometrical principles, but, considered as an instrument for practice, it is by no means perfect.* Er zählt einige Unzulänglichkeiten des Gerätes auf, um dann gleich nochmals zu betonen: *Its excellence as a working machine is by no means equal to the perfection of its geometrical theory.* Daher beschließt WALLACE im Sommer 1821, sich mit Kopiergeräten zu beschäftigen, und schon bald kann er Interessenten mit den ersten Prototypen seines Eidographen, so nennt er das neue Gerät, bekannt machen. 1831, so berichtet er weiter, ist der Eidograph bereits wiederholt erfolgreich eingesetzt worden. Zum Beispiel bei der Herstellung der Zeichnungen für die siebente Auflage der *Encyclopedia Britannica*.

WALLACE beschreibt im Vortrag den Eidographen, seine Einzelteile und schließlich den Gebrauch sehr ausführlich. Das allgemeine Konstruktionsschema des Eidographen ist in der Tafel XIV des Bandes 13 (1836) der *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* sehr gut zu erkennen (vgl. Abb. 61²⁸).

²⁸ Die vollständige Tafel XIV findet sich im Anhang I auf S. 138.

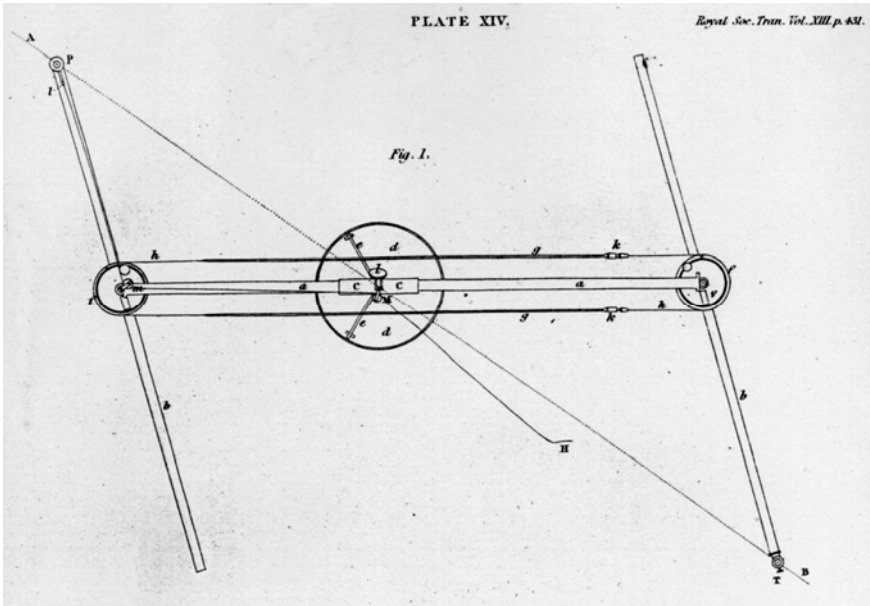


Abb. 61: Ausschnitt aus Tafel XIV

An den Enden der Querstange *aa* sind zwei gleich große drehbare Seilscheiben befestigt. Mit den Seilscheiben ist jeweils eine Hülse fest verbunden, in denen eine Stange frei gleiten kann. Am Ende dieser Stangen befindet sich der Fahr- bzw. Zeichenstift. Beide Seilscheiben sind über ein Seil so miteinander verbunden, dass die Stangen stets parallel laufen. Schließlich trägt die Querstange den frei verschiebbaren Pol des Gerätes. Natürlich müssen auch hier Pol, Fahr- und Zeichenstift so eingestellt werden, dass sie auf einer Geraden liegen.

Man erkennt unschwer, dass dem Eidographen das gleiche geometrische Prinzip zugrunde liegt wie dem Pantographen. Offensichtlich hat der Eidograph die Gestalt des von BRAMER 1617 beschriebenen *Parallel Instruments*, vgl. Abschnitt 2.1 und Abb. 17, wobei „lediglich“ das Parallelogrammgelenk durch die Konstruktion mit den Seilscheiben ersetzt worden ist.

Gegenüber dem Pantographen hatte der Eidograph den großen Vorteil, dass er insgesamt wesentlich stabiler und damit auch wesentlich genauer war; man konnte mit ihm schneller und bequemer arbeiten. Es ist daher erstaunlich, dass der Eidograph wohl nur in England hergestellt und angewendet worden ist.

4.2 FRIEDRICH HARTNER 1852: *Copiren der Pläne*

HARTNERS Hand- und Lehrbuch der niederen Geodäsie [25] erschien erstmalig 1852. Das erfolgreiche Buch erlebte bis 1921 mindestens 11 überarbeitete Auflagen und zwischendurch mehrere Nachdrucke, wobei HARTNER selber bis 1872 vier berichtigte und erweiterte Ausgaben besorgte. Spätere Ausgaben wurden von JOSEF WASTLER bzw. EDUARD DOLEŽAL bearbeitet. Hatte die erste Auflage rund 600 Seiten, so hatte die vierte schon 670 und die von 1921 erschien in zwei Bänden mit insgesamt über 1100 Seiten.

Aus dem Vorwort. S. IV–V:

Der Verfasser bemühte sich den Lehrgang mehr wissenschaftlich zu halten, als es bisher in der Geodäsie mit geringer Ausnahme zu geschehen pflegt, indem er überall, wo es nur immer möglich war, eine allgemeine Begründung vorangehen ließ, sowohl um die Begriffe gleich im Allgemeinen fest zu stellen, als auch um das Studium zu erleichtern und Wiederholungen zu vermeiden. Dieses gilt vorzüglich von der Theorie der Instrumente. Es ist nämlich das eigentliche Wesen einer jeden besonderen Klasse oder Gattung von Instrumenten immer zuerst vom allgemeinen Gesichtspunkte aus betrachtet, um bei den einzelnen Arten gleich im vorhinein zu wissen, welche Hauptbestandtheile sie besitzen und welchen allgemeinen Anforderungen sie entsprechen müssen. Wer die Wesenheit eines Instruments richtig auffasste, dem wird es nie schwer fallen, Zweck und Gebrauch einzelner Vorrichtungen oder Bestandtheile desselben — welche fast bei jedem Mechaniker und in jedem Lande verschieden sind, und deshalb eine vollständige Aufzählung gar nicht zulassen — zu ersehen, und mit Nutzen zu gebrauchen.

Es ging dem Autor nicht darum, ein spezielles, zufällig zur Verfügung stehendes Gerät einer bestimmten Firma zu beschreiben, sondern um die dem Gerät zu Grunde liegenden theoretischen Prinzipien. Diese wissenschaftliche Herangehensweise von HARTNER und deren Beibehaltung durch die nachfolgenden Bearbeiter machte wohl zu einem Großteil den über Jahrzehnte währenden Erfolg des Werkes aus.

Das aus zwei Teilen bestehende Werk widmet sich in der ersten Abteilung der *Feldmeßkunst, bestehend in der Lehre von der Aufnahme, Berechnung und Dar-*

stellung solcher Strecken Landes, bei welchen die Krümmung der Erde noch nicht in Rechnung zu bringen ist. Der zweite Teil handelt Von der Darstellung des Terrains. Der Schluss-Paragraph 65 mit dem Titel *Copiren der Pläne* beschreibt zunächst das *Durchzeichnen und Durchpausen der Pläne* und das *Abzeichnen durch Quadratnetze*, bevor schließlich der *Pantograph älterer Art* (vgl. Abb. 62) und der *Pantograph neuerer Art (Mailänder Form)* (vgl. Abb. 63) behandelt werden.

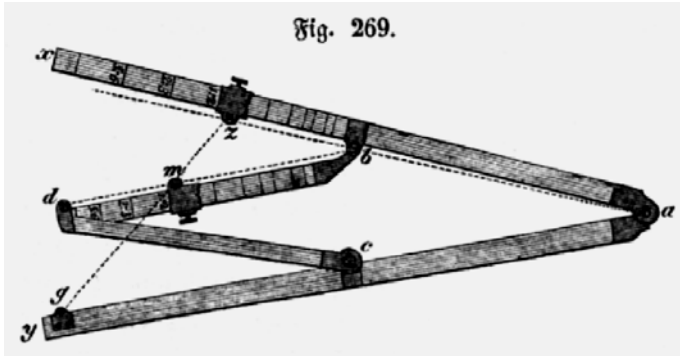


Abb. 62: Pantograph älterer Art

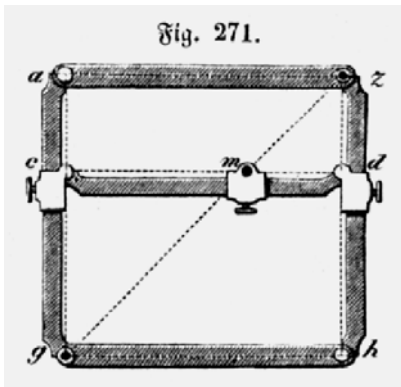


Abb. 63: Pantograph neuerer Art

Anhand von Prinzipskizzen wird die Theorie des jeweiligen Gerätes erläutert und anschließend dessen Aufbau beschrieben. In einem letzten Punkt werden Hinweise für das praktische *Pantographieren* gegeben.

Die wohl von HARTNER eingeführte Terminologie *Pantograph älterer* bzw. *neuerer Art* und die Bezeichnung der letzteren Art als *Mailänder Form* konnte nicht nachvollzogen werden. Nachfolgende Autoren haben sie jedoch vielfach übernommen.

4.3 DIONYS KUEN 1856:

Beschreibung ... zweier vervollkommenen Pantographen

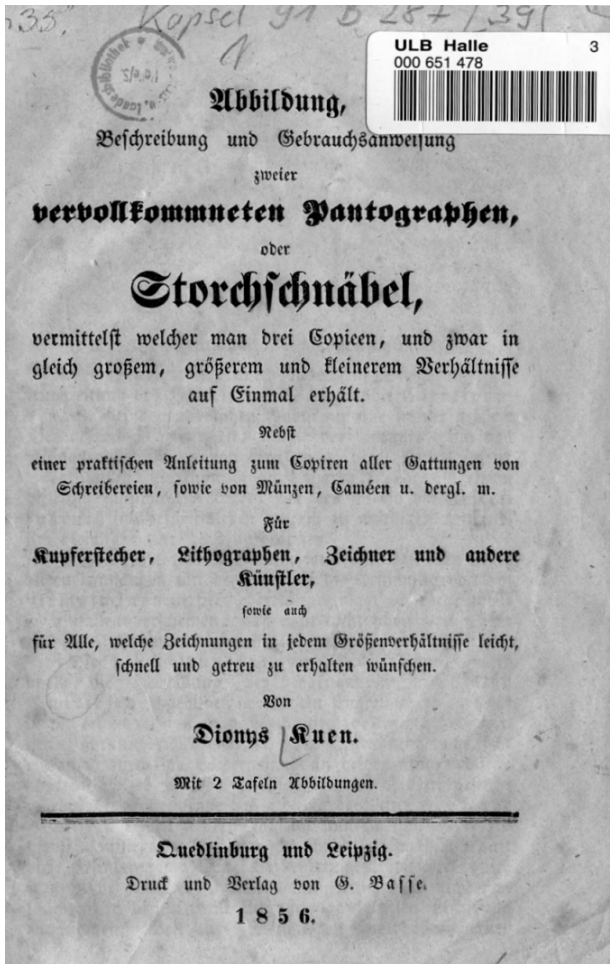


Abb. 64: Titelblatt des Werkes von D. KUEN

D. KUEN beginnt seine Ausführungen in [26] mit einem kurzen geschichtlichen Exkurs. Er erinnert an die doppelte Schreibfeder des Kölner Schulmeisters (vgl. Abb. 9) – die man zuweilen auch mit drei oder mehr Federn herstellte – und erwähnt dann einige um die Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert entwickelte Kopiergeräte von LÖB HERZ FLERSHEIM (1792), JAMES WATT (1795), HAWKIN und BRUK.

Etwas ausführlicher geht er auf den Kopierapparat des um die Mitte des 19. Jahrhunderts in London lebenden Mechanikers ISAMBARD BRUNEL ein.

3132 Somit versuchte denn der Mechanikus Isambard Brunel zu London im Jahre 1850 den gewünschten Zweck zur leichten Copirung von geschriebenen Sachen auf die Art zu erreichen, daß er für diesen Zweck den bei den Zeichnern schon längst bekannnten Pantographen oder sogenannten Storchschnäbel nachahmte.

Die Einrichtung hierbei war diese, daß diejenige Person, welche das Original niederschrieb, gleichzeitig auch zwei an der Maschine selbst befindliche Federn durch letztere in Bewegung setzte, wobei denn diese Federn jedem Zuge des Schreibenden genau nachfolgten, so, daß zugleich mit dem Original auch zwei Copieen davon fertig wurden.

Aber leider war auch diese Maschine zu kostspielig und zu künstlich, um bei den viel schreibenden Geschäftsmännern leichten Eingang zu finden.

Nach KUENS Einschätzung gab es bis etwa 1840 keine einfache, zuverlässig arbeitende und zugleich preiswerte Kopiermaschine. Sein auf Tafel I seines Buches [26] dargestelltes Instrument (vgl. Abb. 65) versteht KUEN als Vorschlag, diesen Mangel auszugleichen.

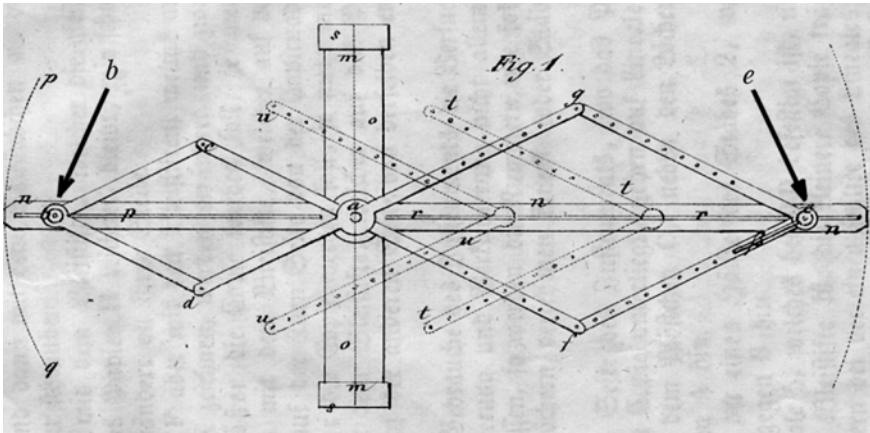


Abb. 65: Figur 1 aus Tafel I

In der Tafel sind verschiedene Einstellungen des Gerätes angedeutet. Die sichere Handhabbarkeit des Instruments erreicht KUEN durch verschiedene technische Details.

Im Abschnitt II beschreibt er die einfache Ausführung des Instrumentes sehr ausführlich. Der Titel des Abschnittes bringt dies zum Ausdruck:

II. Beschreibung eines Pantographen, mit welchem nicht nur eine verkehrte Nachbildung in gleicher Größe, sondern auch vergrößert oder verkleinert gegeben werden kann.

Der Mechanismus liegt auf der Schiene *mn*, die horizontal um den Punkt *a* gedreht werden kann. Die Stifte in *b* und *e* gleiten in der Schiene *mn*, wodurch

ein Abgleiten der verschiebbaren Vierecke von der Schiene *nn* verhindert wird. In der Figur 1 aus Tafel I (vgl. Abb. 65²⁹) ist das Gerät für eine Vergrößerung eingestellt. Die Fälle, in denen eine gleich große, seitenverkehrte Kopie (Stellung *t*) bzw. eine verkleinerte Kopie (Stellung *u*) erzeugt wird, sind in Tafel I angedeutet.

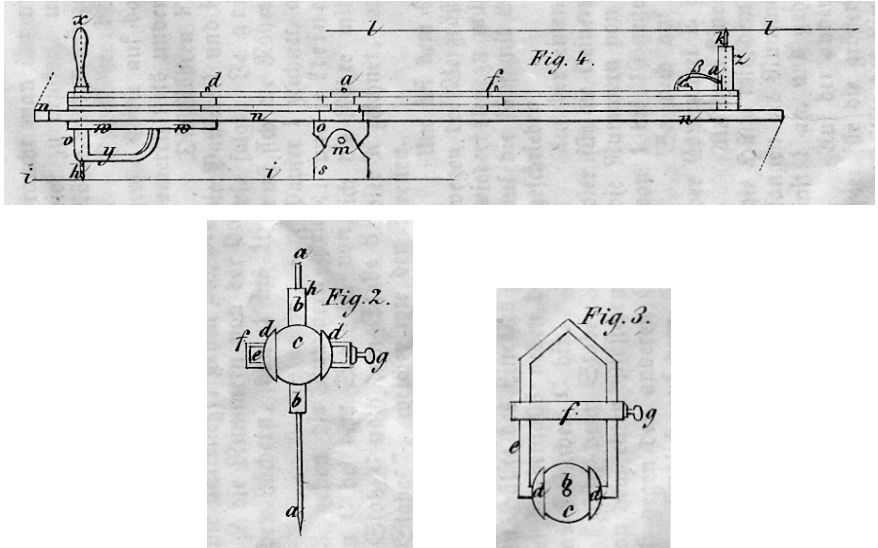


Abb. 66: Konstruktionsdetails zum Pantographen der Abb. 65

Spezielle Details, wie das Abheben des Stiftes werden hier folgendermaßen realisiert:

Der die Arbeit leitende Stift *h* (Fig. 2.) befährt das Original auf der unteren Fläche *i* (Fig. 3.) und der nachbildende Stift *k* wirkt dadurch jenseits auf die obere Fläche *ll* des Papiere, der Kupferplatte oder des Steines (siehe Fig. 4.). Damit nun der nachbildende Stift *k* von seiner zu zeichnenden Fläche *ll* wieder entfernt werden kann, so ist das ganze Instrument in der Achse *mm* (Fig. 1.) beweglich, so, daß der vordere Theil (diesseits der Are) durch Hebung des Führers gehoben — d. h. in die Höhe gehen — und der jenseitige Theil herabsinken kann; wodurch beide Stifte *h* und *k* von ihren Flächen *i* und *l* (Fig. 4.) abgezogen werden und so außer Thätigkeit kommen.

²⁹ Die Tafeln I und II finden sich im Anhang I auf den S. 139 und 140.

Im III. Abschnitt folgt die Beschreibung eines komplexeren Gerätes. Der Titel des Abschnitts lautet:

III. Beschreibung und Gebrauchs-Anweisung einer Copiermaschine (oder zusammengesetzten Pantographen), vermittelt welcher man von jedem Originale drei Copieen zugleich, und zwar in kleinerem, gleich großem und größerem Verhältnisse schnell erhalten kann, von Hrn. Dionys Kuen.

Der *zusammengesetzte Pantograph* ist in Figur 1 von Tafel II (vgl. Abb. 67) dargestellt.

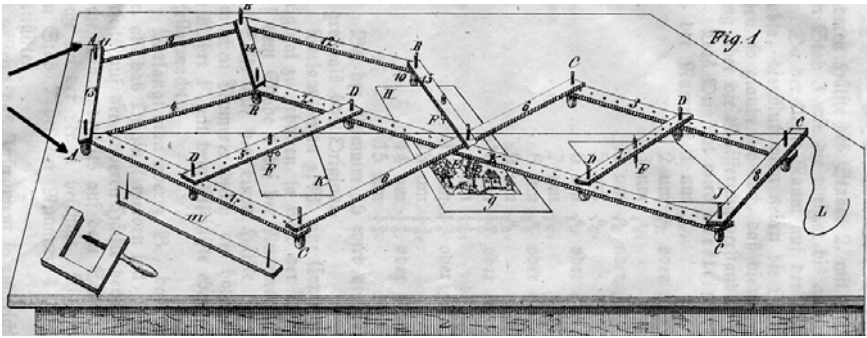


Abb. 67: Figur 1 aus Tafel II

Das Instrument wird am Lineal *AA* mittels einer weiteren Schiene *m* und einer Schraubzwinde am Tisch befestigt. Auf dem Papier *g* ist das Original abgebildet, auf *H* entsteht die gleich große Kopie, auf *J* die vergrößerte und auf *K* die verkleinerte. Dieses Gerät muss von geübter Hand geführt werden.

4.4 GEORG CHRISTIAN KONRAD HUNAEUS 1864:

Die geometrischen Instrumente der gesamten praktischen Geometrie

In dem umfangreichen Werk [27] beschreibt G. CHR. K. HUNAEUS die geometrischen Instrumente, die Mitte des 19. Jahrhunderts im Bestand der damaligen Höheren Gewerbeschule (und späteren Technisches Hochschule) zu Hannover verzeichnet waren. Theoretische Grundlagen werden ebenso ausführlich beschrieben, wie deren technische Ausführung und praktischer Gebrauch.

Das Werk besteht aus zwei Abteilungen. Während die erste Abteilung den Geräten zur Winkel- und Längenmessung gewidmet ist, werden in der zweiten, wesentlich kürzeren Abteilung *geometrische Instrumente zum Auftragen und Kartieren* betrachtet. Hier werden u. a. *die zur Copierung der Karten dienenden Instrumente* beschrieben. Beginnend auf Seite 626 seines Werkes (§ 509), wendet sich der Autor dem von ihm als *älteren Pantographen* bezeichneten Gerät zu (vgl. Abb. 68³⁰).

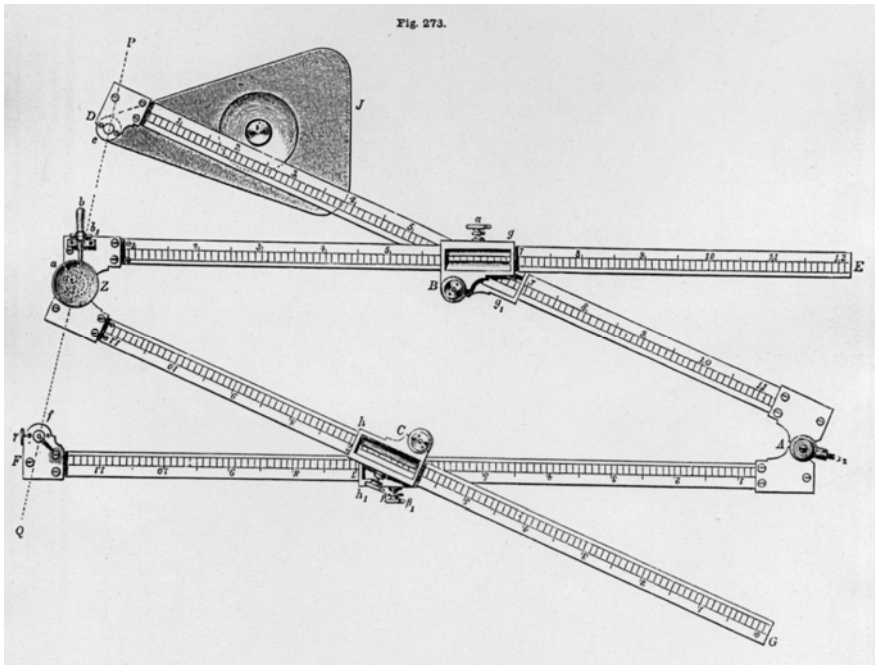


Abb. 68: Figur 273

Er beschreibt die Herleitung der dem Pantographen in dieser Form zugrunde liegenden Geometrie in allen Details, um anschließend den Gebrauch des Instru-

³⁰ Die vollständige Abbildung findet sich im Anhang I auf S. 141.

mentes ebenso ausführlich zu beschreiben. Der Hersteller des Geräts wird nicht angegeben.

In der sich anschließenden Beschreibung des Mailänder Pantographen folgt HUNAEUS dem Werk HARTNER [25]. SCHWENTER und SCHEINER haben diese Form des Pantographen bereits 1624 bzw. 1631 beschrieben (vgl. Abschnitt 2).

Außer der nachfolgend gezeigten Prinzipskizze *Figur 276* ist in dem Buch von HUNAEUS keine Abbildung eines solchen Pantographen beigelegt. Die theoretische Beschreibung der Funktionsweise erfolgt in einer sehr knappen, formalisierten, gut lesbaren Form.

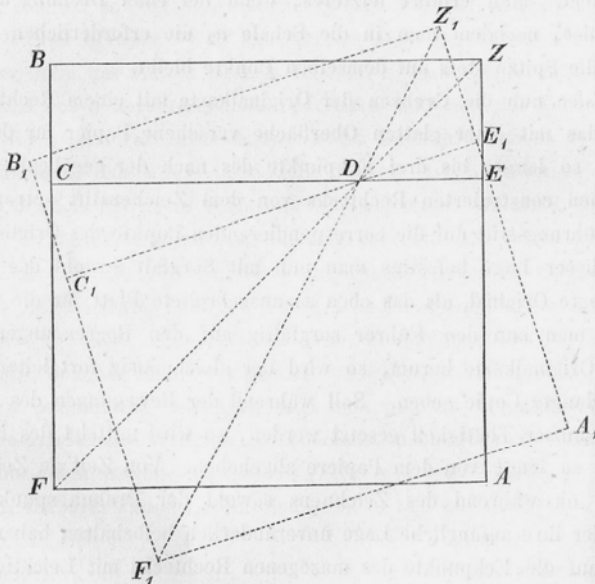
§. 512.

2. Der Mailänder Pantograph. *)

Die Theorie dieses Pantographen neuerer Art ist folgende.

Es seien in Fig. 276. vier gerade Linien zu einem gleichseitigen Parallelogramm $A Z B F$ verbunden, eine fünfte CE sei parallel zu BZ und $F A$. Diefs

Fig. 276.



System von Linien läßt sich wieder in den Endpunkten der Geraden drehen und hat in dem Durchschnittspunkte D der Linie CE und der Diagonale FZ des

*) Derselbe ist nach vorangeschickter Theorie beschrieben und dargestellt in dem Handbuch der niederen Geodäsie von F. Hartner, Wien, 1850. S. 460, welchem Werke ich, da der Apparat selbst mir nicht zu Gebote steht, in dem Nachfolgenden gefolgt bin.

Parallelogramms seinen Drehungspunkt, während F als Führer und Z als Zeichenstift angesehen werden mag. Rückt nun bei der Bewegung des Liniensystems der Punkt F nach F_1 , so werden mit ihm auch die anderen drei Eckpunkte wieder ein Parallelogramm $A_1 Z_1 B_1 E_1$ darstellen, so daß, wie bei dem vorigen Pantographen, auch Z_1 wieder in der Verbindungslinie von F_1 und D liegen und $Z_1 Z$ parallel zu $F F_1$ sein wird. Es findet daher auch wieder die Proportion Statt

$$Z Z_1 : F F_1 = D Z : D F = E Z : E A.$$

Es stellt mithin auch $Z Z_1$ die Copie eines Zuges in dem Verhältniß $E Z : E A$ vor, welcher von dem Führer F auf der Originalkarte durch $F F_1$ beschrieben wurde.

Ist also $Z Z_1 : F F_1 = n : 1$,
 so ist auch $E Z : E A = n : 1$
 oder $E Z + E A : E Z = n + 1 : n$,
 folglich, da $E Z + E A = Z A$
 $E Z = \frac{n}{n+1} Z A$.

Aus der Aehnlichkeit der Dreiecke $Z D E$ und $Z F A$ und der Gleichheit der Linien $D E$ und $E Z$ folgt aber auch

$$D E = E Z = \frac{n}{n+1} Z A.$$

Setzt man nun $n = 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3} \dots$ d. h. soll die Copie dem Original gleich sein, oder dessen Hälfte, Drittel \dots betragen, so ist

$$D E = E Z = \frac{Z A}{2}, \quad \frac{Z A}{3}, \quad \frac{Z A}{4} \text{ u. s. f.}$$

Abb. 69: § 512 des Werkes von G. CHR. K. HUNAEUS

4.5 JOHANN HEINRICH KRONAUER 1864:

Goldschmid's schwebender Pantograph

In dem Beitrag von J. H. KRONAUER [28] wird eine neue Idee zur praktischen Realisierung eines leicht und genau arbeitenden Pantographen vorgestellt. Es handelt sich um den durch den Schweizer Mechaniker J. GOLDSCHMID entwickelten Pantographen mit einer speziellen Aufhängung des Zeichengerätes über der Arbeitsfläche (vgl. Abb. 70³¹).

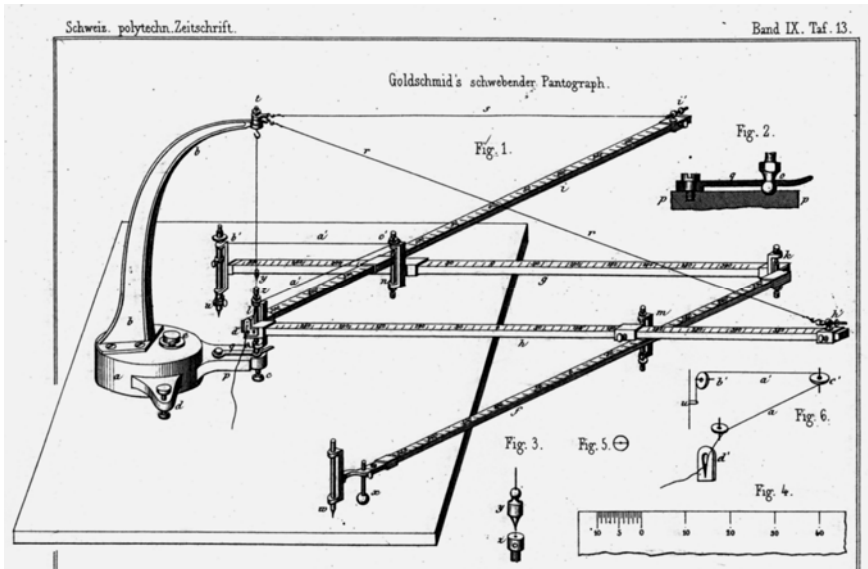


Abb. 70: Obere Hälfte der Tafel 13

Beschreibung des Pantographen. — Die Fig. 1 gibt eine perspektivische Ansicht dieses Instrumentes. *a* ist ein ziemlich schwerer gusseiserner Fuss, auf welchen der Bügel *b*, ebenfalls aus Gusseisen, befestigt ist und mit jenem das feste Gestelle bildet. Es ruht dasselbe bei *c* auf einem festen Fusse, im übrigen aber noch auf zwei Stellschrauben *d*, mittelst denen man diesem Ständer eine solche Lage gibt, dass die Blase der bei *e* angebrachten Dosenlibelle einspielt; in diesem Falle befindet sich dann das ganze Instrument in seiner richtigen Stellung.

³¹ Die vollständige Tafel 13 findet sich im Anhang I auf S. 142.

Während bei den bekannten Pantographen der grösste Theil ihres Gewichtes auf Laufrollen ruht, die beim Gebrauche des Instrumentes auf dem Zeichentische gleiten, sind bei diesem neuen Pantographen diese Stützrollen beseitigt und es ist derselbe durch zwei an geeigneten Stellen angebrachte Drähte mit einem festen Gestelle verbunden und dadurch fast gänzlich entlastet.

Durch diese Konstruktion lässt sich der Pantograph mühelos bewegen – er schwebt gewissermaßen über die Zeichenfläche. Damit ist man nicht von der Größe des Zeichentischs abhängig, denn die freischwebenden Stangen können auch über denselben hinausreichen. Der Fahrstift kann Flächen von zwei Meter Länge und ein Meter Breite umfahren.

Das Gerät und dessen Gebrauch werden ausführlich geschildert. Der Autor ist voll des Lobes und findet keinerlei Unzulänglichkeiten. Nur an einer Stelle deutet er solche an, indem er schreibt, dass das Instrument eine sehr sorgfältige Behandlung verlangt und von einer geübten Hand geführt werden muss.

Schliesslich noch die Bemerkung, dass solche Pantographen in ausgezeichneter Ausführung von Herrn Mechaniker J. Goldschmid in Zürich gefertigt werden.

Durch G. CORADI wird in [36] die Geschichte von GOLDSCHMIDS schwebendem Pantographen beschrieben; man vergleiche den Abschnitt 4.9.

4.6 ERNST FISCHER 1866: *Ueber Pantographen*

In seinem Übersichtsartikel [29] beginnt E. FISCHER mit dem Pantographen von SCHEINER. Insbesondere *um den Grad der Vervollkommnung, welche diese Erfindung nach dem Verlaufe von mehr als zwei Jahrhunderten erreicht hat, recht auffallend zu sehen*, werden die jetzigen Pantographen dem SCHEINERSchen gegenübergestellt. Die Übersicht beginnt mit längeren Passagen aus N. MARELIUS [18] und stellt dann Theorie und Konstruktion des *älteren Pantographen* vor (vgl. Abb. 71 und Abb. 72). Danach folgt die Beschreibung des *neueren oder Mailänder Pantographen* nach HARTNER [25], von dem E. FISCHER insbesondere die Terminologie sowie inhaltliche Überlegungen übernommen hat.

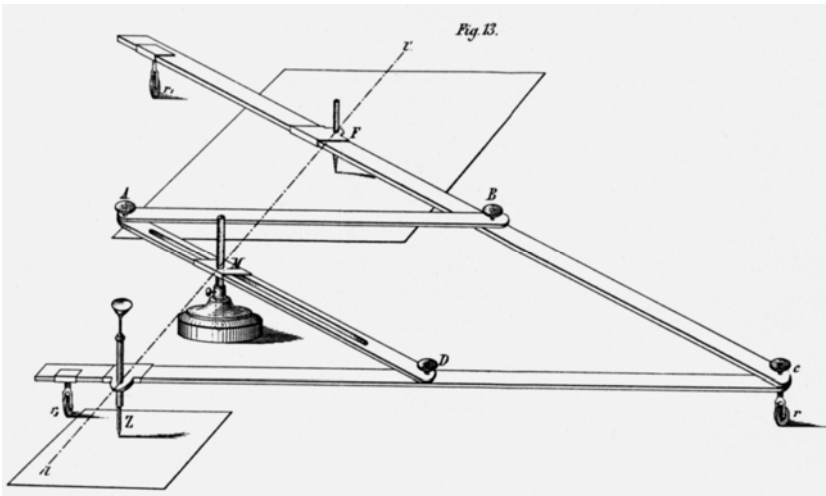


Abb. 71: Fig. 13: Konstruktion des älteren Pantographen

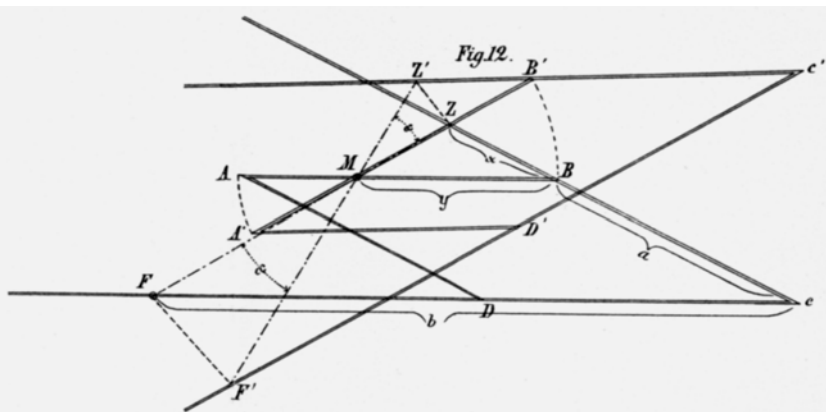


Abb. 72: Fig. 12: Theorie des älteren Pantographen

Anschließend werden Pantographen verschiedener Firmen beschrieben und teilweise hinsichtlich ihrer Konstruktion und Handhabbarkeit bewertet. Es werden Pantographen von BREITHAUPT in Cassel (vgl. Abb. 73), F. HOLLER aus Nürnberg (vgl. Abb. 74), ERTL & Sohn in München (vgl. Abb. 75), ADRIEN GAVARD in Paris (vgl. Abb. 76) und schließlich der schwebende Pantograph von J. GOLDSCHMID in Zürich beschrieben. Beim letzteren wird der volle Text mit Einschluss der Abbildungen von J. H. KRONAUER [28] wiedergegeben (vgl. Abschnitt 4.5 und insbesondere Abb. 70).

Neu an dem Gerät von BREITHAUPT (vgl. Abb. 73) sind u. a. die Schienen aus Messingröhren, der querabstehende Handgriff beim Führstift und die Möglichkeit, durch eine Bewegung Führ- und Zeichenstift gleichzeitig zu heben oder zu senken.

Der Pantograph von HOLLER (vgl. Abb. 74) stellt einen geläufigen Pantographen Mailänder Form dar, wobei die realisierbaren Übersetzungsverhältnisse durch Bohrungen vorbereitet sind.

Der Pantograph von ERTL & Sohn (vgl. Abb. 75) ist ein Pantograph der klassischen Form, bei dem die Stablängen über Stellschrauben variiert werden können.

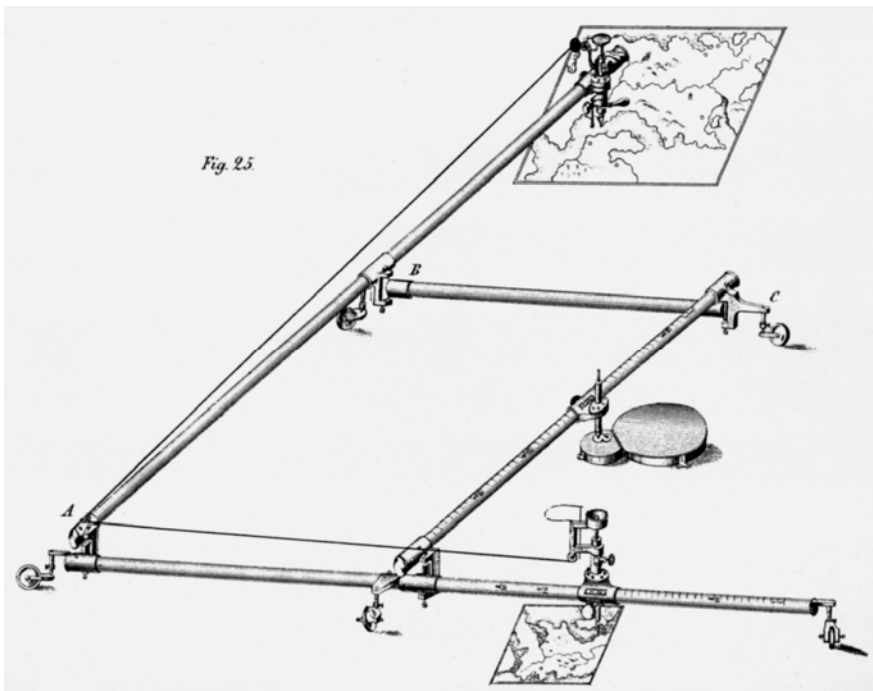


Abb. 73: Fig. 25: Pantograph von BREITHAUPT in Cassel

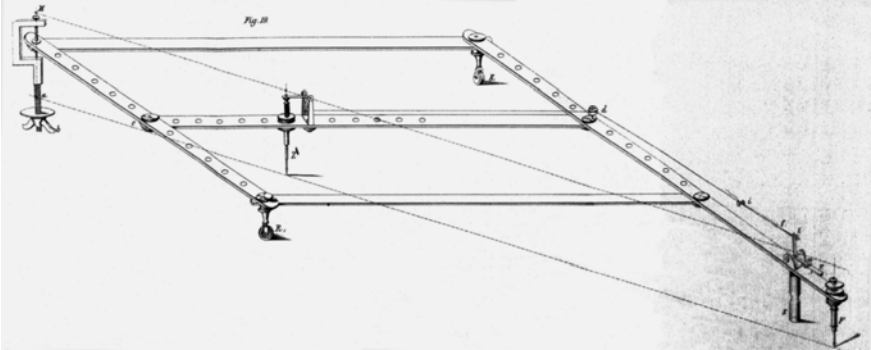


Abb. 74: Fig. 19: Pantograph von FRIEDR. HOLLER in Nürnberg

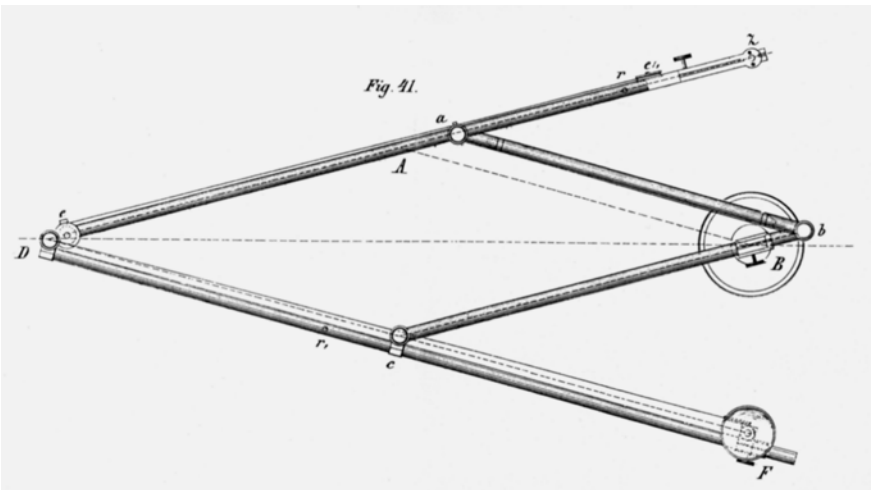


Abb. 75: Fig. 41: Pantograph von ERTL & Sohn in München

Der Pantograph von GAVARD (vgl. Abb. 76) ist ein sehr komplexes Gerät. Die Einstellung in der Abbildung ist so getroffen, dass das ganz unten liegende Original in C und C' in verschiedenen Maßstäben verkleinert abgebildet wird. Außerdem wird in E die Spiegelung von Kopie C erzeugt. Die Fixierung des Gerätes erfolgt hier durch einen einfachen Polfuß, der auf der Zeichenebene aufliegt. Deutlich sieht man auch die Vorrichtung, die ein Abheben des Führstiftes vom Original ermöglicht.

Die Ausführung des Gerätes ähnelt der des Pantographs von G. C. K. HUNAEUS. Die Holzschienen haben einfache Bruchteilung. Ganz neu ist aber das Umkehrungsparallelogramm. Bemerkenswert ist neben dem einfachen Polfuß die Elfenbeinkugel als Bremsträger und auch als Griff für die rechte Hand. Die Zeichenstiftauslösung ist wieder die einfache Zugschnur.

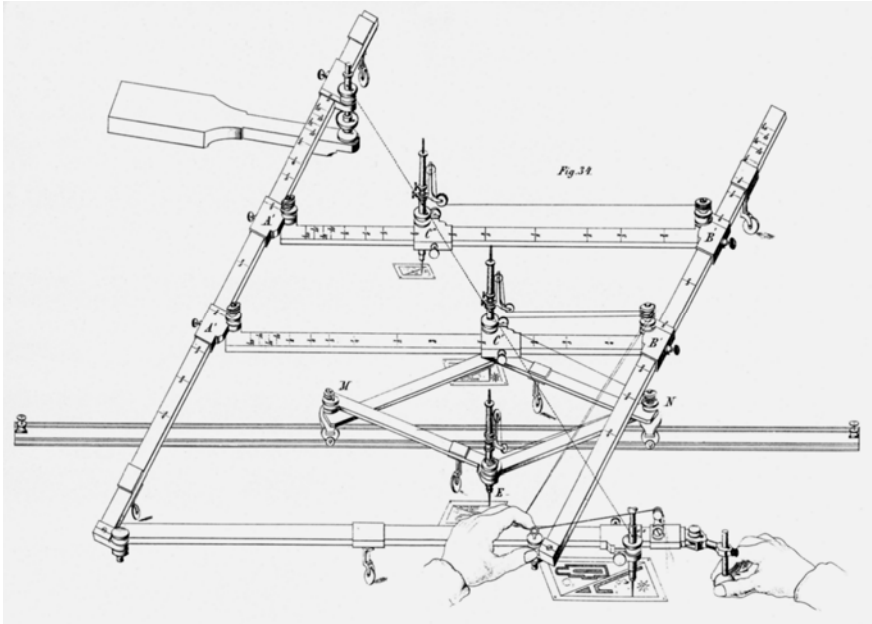


Abb. 76: Fig. 34: Pantograph von ADRIAN GAVARD in Paris

Am Schluss seines Übersichtsartikels geht der Autor kurz (ohne ergänzende Abbildung) auf den von *Professor WOLLASTON in Edinburgh 1821* erfundenen *Eidographen* ein. Vermutlich ist damit der Eidograph von W. WALLACE gemeint, über den im Abschnitt 4.1 berichtet worden ist.

4.7 FRANCIS GALTON 1869 und 1870:

Das Prinzip des Pantographen; Die Beschreibung des Pantographen

FRANCIS GALTON widmet sich in seinen beiden Artikeln der mathematischen Erläuterung der von ihm betrachteten Pantographenformen. Der Apparat, der in diesen beiden Artikeln: *On the Principle of the Pantograph* [30] und *Description of the Pantograph* [31] beschrieben bzw. in seiner mathematischen Wirkungsweise erklärt wird, dient dazu, eine vorgegebene Zeichnung in zwei zueinander senkrechten Richtungen unabhängig voneinander und nach verschiedenem Maßstab direkt oder auch gespiegelt zu verkleinern.

Die dafür grundlegende mathematische Idee lässt sich in folgendem Satz zusammenfassen:

„Sind die Punkte a und b zweier Platten P und Q , welche (durch Schienen) gezwungen sind, sich parallel zu bewegen, so durch Stäbe aA und bB mit einem um C drehbaren Arm CAB verbunden, dass in einer Position der Platten die Dreiecke aAC und bBC entspr. ähnlich sind, dann bleiben letztere auch bei Bewegung der Platten immer entsprechend ähnlich.“³²

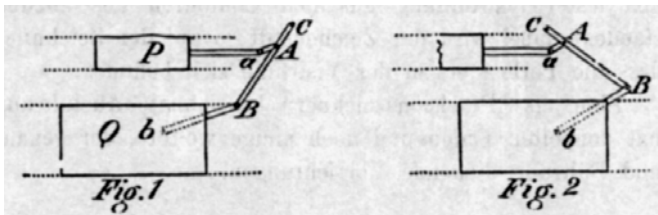


Abb. 77: Die Figuren 1 und 2 aus dem Artikel [31] von F. GALTON

Die Beschriftung des Gerätes in Abb. 78 ist wie folgt zu verstehen: Stellt Q die Platte mit der Originalzeichnung dar und P diejenige, auf der die Kopie entstehen soll, so wird die gewünschte Bewegung zum einen durch die Verschiebung der Platten auf ihren Schienen (senkrecht zum Betrachter) mit Hilfe der Kurbel bei R und zum anderen, senkrecht dazu, durch Betätigung der Schraube L realisiert.

³² Man vergleiche W. DYCK [54], S. 232.

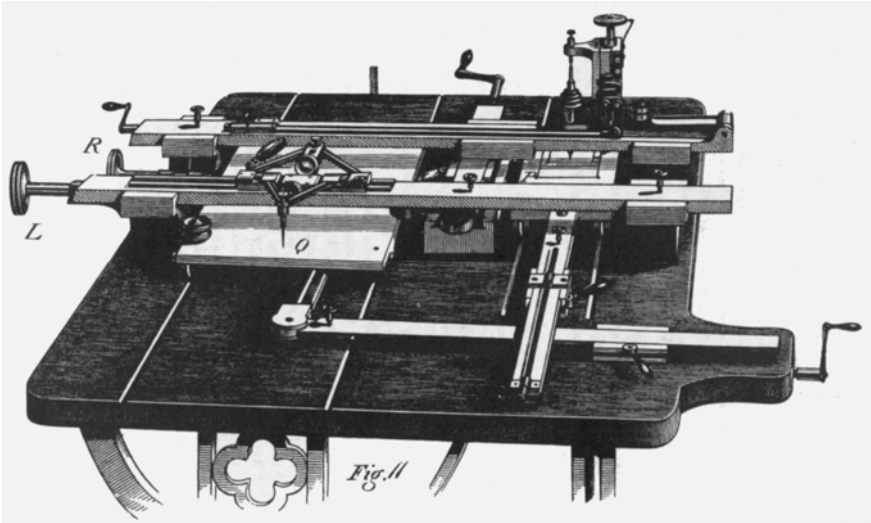


Abb. 78: Figur 11 aus dem Artikel [31] von F. GALTON

Das Instrument, das sich durchaus als Präzisionsinstrument versteht, beschreibt und erklärt GALTON in seinen Artikeln sehr detailliert. Die Herstellung des Geräts wurde durch die Londoner Firma BECK übernommen. In der *Ausstellung Mathematischer Modelle* von 1897 (München) wurde der GALTON-Pantograph in der Abteilung mechanischer Apparate und Instrumente gezeigt.³³

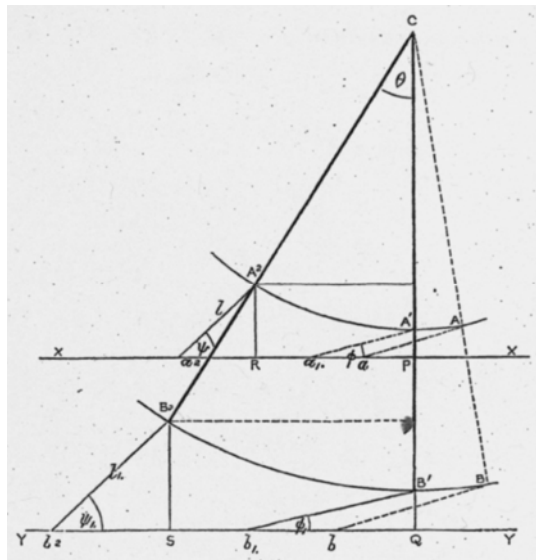


Abb. 79: Skizze zur mathematischen Erklärung der Wirkungsweise des Pantographen aus dem Artikel [30] von F. GALTON

³³ Man vergleiche W. DYCK [54], S. 232–234.

4.8 JAMES JOSEPH SYLVESTER 1875: *Der Plagiograph oder Schiefpantograph; Geschichte des Plagiographen*

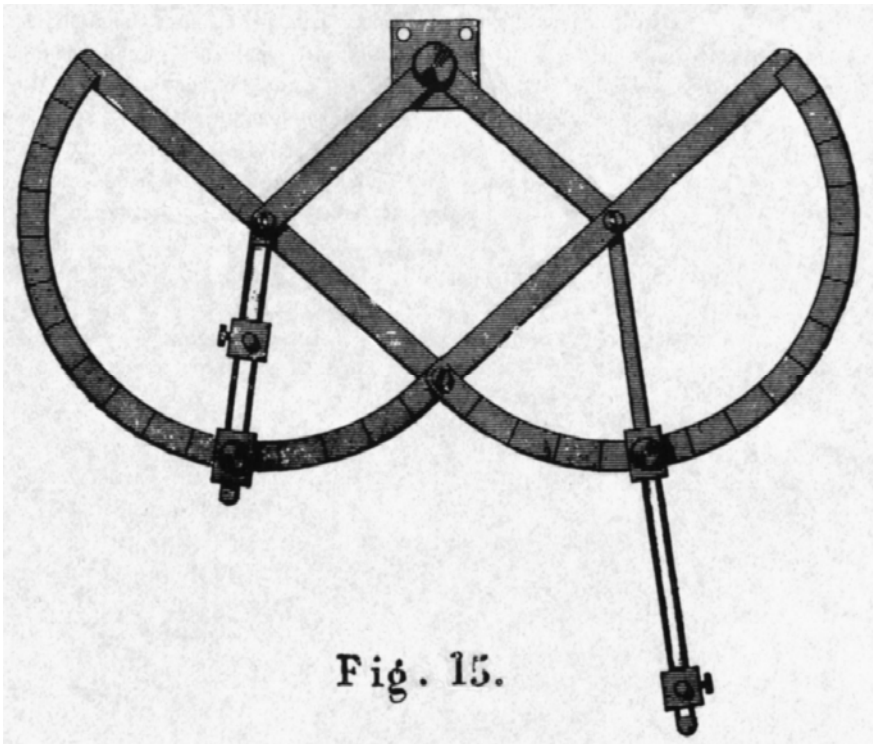


Abb. 80: Darstellung des Plagiographen³⁴ im Katalog von W. DYCK [54].

Die beiden Artikel [32], [33] von J. J. SYLVESTER sind einer Weiterentwicklung des Pantographen gewidmet. Ausgehend von der im Wesentlichen bereits 1617 durch B. BRAMER in [2] (vgl. Abschnitt 2.1) beschriebenen Form des Pantographen wird durch Abwinklung (im Vergleich zur Pantographen-Grundform) jedes der beiden Stäbe, die den Fahr- bzw. Zeichenstift tragen, erreicht, dass nun exakte Kopien sowie maßstabgerechte Vergrößerungen und Verkleinerungen einer gegebenen Vorlage bei gleichzeitiger Drehung um einen beliebigen, am Gerät vorher einzustellenden Winkel vorgenommen werden können. SYLVESTER beschreibt das Konzept des Gerätes und erklärt den geometrischen Sachverhalt, der zugrunde liegt. Ausführlich schildert er die Genesis seiner Erfindung.

³⁴ Das Gerät ist zum Kopieren im Verhältnis 1:2 bei gleichzeitiger Drehung der Vorlage um einen Winkel von 30° eingestellt.

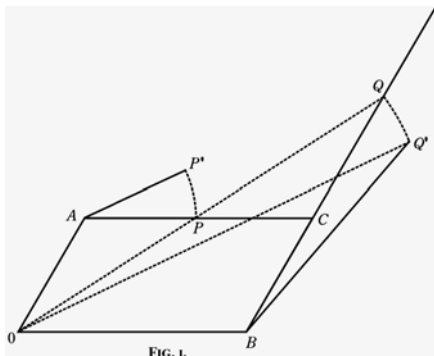


Abb. 81: Konstruktionsskizze zum gewöhnlichen Pantographen aus dem Artikel [32] von J. J. SYLVESTER

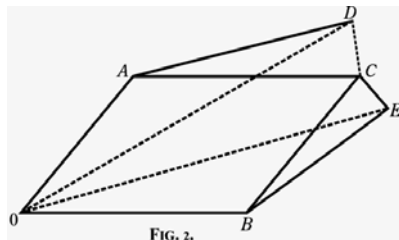
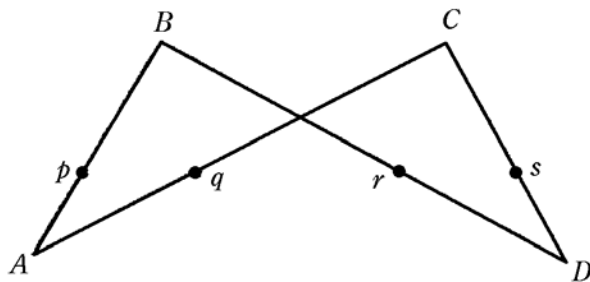


Abb. 82: Konstruktionsskizze zum Plagiographen aus dem Artikel [32] von J. J. SYLVESTER

Das Gerät wurde vermutlich erstmals im Zusammenhang mit dem Seminar zur Entwicklung mathematischer Modelle von FELIX KLEIN und ALEXANDER VON BRILL am Mathematischen Institut der Technischen Hochschule München (1875–1880), durch A. B. KEMPE (1849–1922, ebenso wie J. J. SYLVESTER Member of the London Mathematical Society) und J. KLEIBER gebaut und sollte anlässlich der für 1892 geplanten, dann aber wegen einer Epidemie verschobenen Jahresversammlung der Deutschen Mathematiker-Vereinigung in Nürnberg präsentiert werden. In dem für die Ausstellung von 1892 von WALTER DYCK erstellten Ausstellungskatalog findet sich eine Darstellung und Beschreibung des SYLVESTER-Pantographen mit entsprechenden Literaturverweisen (vgl. DYCK [54], S. 318).

I now come to the second part of my story, and proceed to explain the remarkable extension a theorem analogous to and naturally suggested by the



Plagiograph gives of Mr. Hart's remarkable discovery of a *cell* consisting of only four jointed rods which possesses the same property of reciprocation as Peaucellier's six-sided cell.

This cell is exhibited in the figure above. The four jointed rods AB, AC, CD, BD are equal in pairs, AB and CD being equal, also AC and BD . In fact, the figure is nothing else but a jointed parallelogram twisted out of its position of combined parallelisms, and may be termed a contra-parallelogram. When the cell is in any position whatever, imagine a geometrical line to be drawn parallel to the lines joining A and D or B and C (for these lines will obviously always remain parallel to each other), cutting the four links in the points p, q, r, s .

Now take up the cell and manipulate it in any manner you please so as to change its form, the same four points p, q, r, s will always remain in the same straight line, the distances pq and rs will always remain equal to one another, and the product of pq by pr , or, which is the same thing, of sr by sq , will never vary, so that pr remains (so to say) a constant inverse of pq , and sr of sq —the actual value of the constant product (called the modulus of the cell) being the difference between the squares of the unequal sides of the contra-parallelogram, multiplied by the product of the segments into which any one of the links is separated by the points p, q, r , or s , and divided by the square of such link. Now Mr. Kempe and myself—he by the free play of his vivacious geometrical imagination, I by the sure and fatal march of algebraical analysis—have arrived at the following beautiful generalisation of Mr. Hart's discovery. On AB, BD, DC, CA describe a chain of four similar triangles, the angles of which are arbitrary, but looking towards the same parts, and so placed that the equal angles in any two contiguous triangles are adjacent—call the vertices of these triangles P, Q, R, S (which will be in fact the analogues of the points p, q, r, s before mentioned): then it will be found that the figure $PQRS$ will be a parallelogram whose angles are invariable, and the product of whose unequal sides is constant; in a word, a parallelogram of constant area and constant obliquity.

Abb. 83: Ausschnitt aus dem Artikel [33] von J. J. SYLVESTER, in dem er seine und A. B. KEMPES Pantographen-Idee auf das Contra-Parallelogramm HART's³⁵ zurückführt.

³⁵ Man vergleiche dazu die Abbildung des HART-Inversors im Anhang I auf S. 143.

4.9 GOTTLIEB CORADI 1877:

Vergleich der „freihängenden“ Pantographen

G. CORADI hat seinen Artikel [36] hauptsächlich in Erwiderung auf Bemerkungen von C. KOPPE [35] geschrieben. Er verwahrt sich in dem Artikel energisch gegen die durch KOPPE mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Behauptung, dass die von der Firma OTT & CORADI in Kempten hergestellten Pantographen lediglich Kopien der GOLDSCHMIDSchen seien. An KOPPE gerichtet schreibt CORADI:

...wenn er ferner glaubt, die allseitig anerkannten Vorzüge der ersteren ohne Weiteres für letztere in Anspruch nehmen zu können, so kann ich hierüber nicht stillschweigend hinweggehen, sondern sehe mich veranlasst und verpflichtet, den Lesern dieser Zeitschrift die Unterschiede und Vorzüge der beiden Constructionen in möglichster Kürze darzulegen, sowie Einiges über die Erfindung der freihängenden Pantographen mitzutheilen.

36

Nach eigenem Bericht hat CORADI von 1862 bis 1867 in GOLDSCHMIDS Werkstatt gearbeitet und war sowohl an der Entwicklung als auch Fertigung der „freihängenden“ Pantographen von GOLDSCHMID in Zürich beteiligt.

Die Idee, den Pantographen mittelst gespannter Metalldrähte an einem Gestelle freischwebend zu erhalten, stammt von einem Lithographen, dessen Name mir nicht bekannt ist, welcher diese Idee dem Mechaniker J. Goldschmid mittheilte, und an einem ältern Instrumente in primitiver Weise veranschaulichte. Goldschmid construirte das Gestelle in der Form, wie wir sie noch heute bei unsern Pantographen anwenden,

In der Werkstatt von GOLDSCHMID wurden teilweise langwierige Versuche gemacht, um diese Idee in ein Gerät umzusetzen, das möglichst hohen Ansprüchen bezüglich der Handhabung und der Genauigkeit genügen sollte. Ohne dass dieser Anspruch bezüglich der Genauigkeit realisiert werden konnte, wurden schließlich ca. 20 Stück des in der Abb. 71 gezeigten Pantographen hergestellt und verkauft; die Abb. 84 verdeutlicht den prinzipiellen Aufbau dieses Geräts. Bei anderen Versuchen wurde die Grundform des Pantographen zu Gunde gelegt (vgl. Abb. 85).

³⁶ CORADI bezieht sich in diesem Zitat auf den Pantographen von OTT & CORADI (mit den Worten „Vorzüge der ersteren“) im Vergleich zum Pantographen von GOLDSCHMID (mit den Worten „für letztere“).

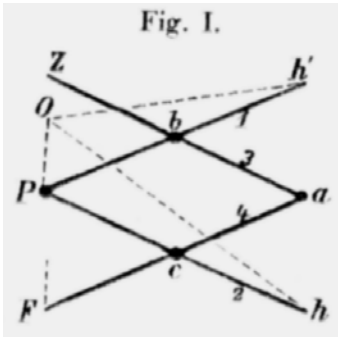


Abb. 84: Der GOLDSCHMIDSche Pantograph aus dem Artikel von G. CORADI

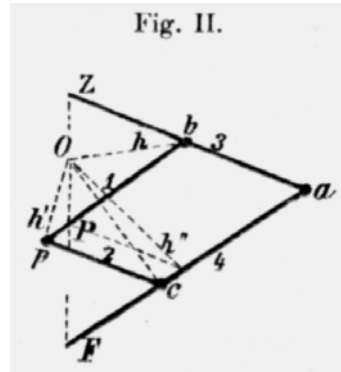


Abb. 85: Der ERTLsche Pantograph aus dem Artikel von G. CORADI

1874 nahm CORADI, nunmehr wohl in einer eigenen, gemeinsam mit A. OTT geführten Firma, die Versuche mit dem freihängenden Pantographen wieder auf. Die Lösung wurde mit dem in Abb. 85 skizzierten Instrument gefunden: Es wurde die Mailänder Form zugrunde gelegt, deren Stabkonstruktion in zwei Punkten aufgehängt und in einem weiteren durch ein Rad unterstützt wurde.

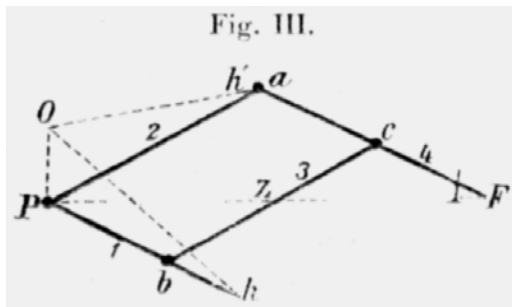


Abb. 86: Mailänder Pantograph mit Aufhängung aus dem Artikel von G. CORADI

Durch diesen Stützpunkt wird dem Instrument die nöthige Stabilität und normale Lage sowie die zur sicheren Führung erspriessliche, gleichmässige Reibung verliehen.

Das Gerät war auch hinsichtlich der Genauigkeit besser als seine Vorgänger. Der Geometer MAYHER schreibt nach eingehender Prüfung in seinem Gutachten [34] u. a., dass die Genauigkeit für die gewöhnlichen Zwecke ... den strengsten Anforderungen entsprechend ist. Der Verkaufserfolg bestätigt dieses Urteil. Hatte

doch die Firma OTT & CORADI innerhalb von nur *zwei Jahren 56 Stück nach allen Theilen Deutschlands, nach Oesterreich, Ungarn, Italien und Russland abgesetzt*.

Die Abb. 87 zeigt eine Darstellung dieses von OTT & CORADI 1875 gebauten Pantographen. Abbildungen weiterer von OTT & CORADI hergestellter Pantographen befinden sich im Firmenkatalog [38].³⁷

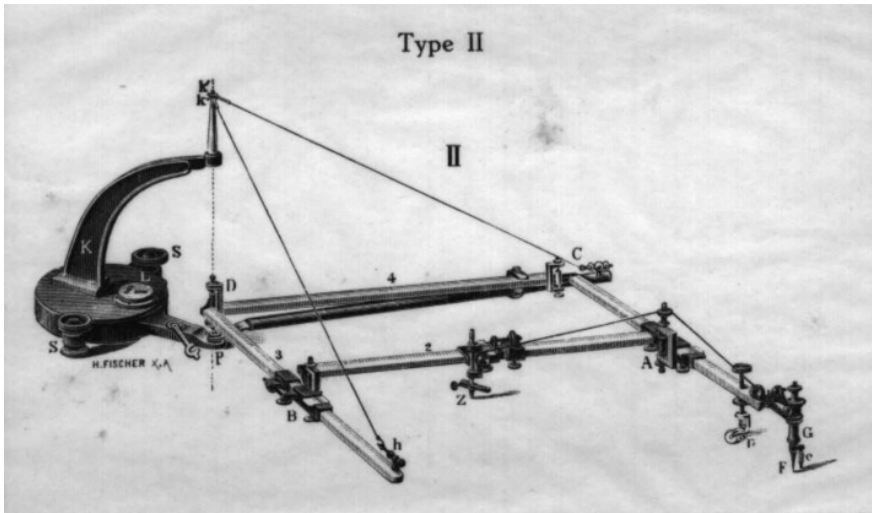


Abb. 87: Pantograph Typ II von OTT & CORADI [38]

Der von GOLDSCHMID und OTT & CORADI entwickelte freihängende Pantograph war ein Prototyp der noch Ende des 20. Jahrhunderts viel benutzten Präzisionspantographen (vgl. Abb. 7).

Noch in ihrem Katalog aus dem Jahr 1928 hebt die Firma OTT den Präzisionsgewinn, der durch die Geräteaufhängung sowie deren Verfeinerungen durch GOLDSCHMID, CORADI & OTT eingeleitet bzw. erzielt wurde, als prinzipiell, entscheidend und bahnbrechend für die Handhabung der Pantographen hervor.³⁸

³⁷ Man vergleiche dazu im Anhang I auf den S. 144–148.

³⁸ Details zur Konstruktion des OTT'schen Pantographen finden sich im Katalog [39], aus dem sich die Seiten 2, 4 und 5 im Anhang I auf den Seiten S. 149–151 finden.

Liste 401

1

Entwicklungsgeschichte der Ott-Pantographen

Der Pantograph ist vor rund 300 Jahren von dem als Entdecker der Sonnenflecke bekannten schwäbischen Gelehrten Chr. Scheiner,

damals Professor für Mathematik an der Universität in Ingolstadt, erfunden worden. Wegen der Nützlichkeit des Geräts für die Herstellung und Vervielfältigung von Karten wurde es während des dreißigjährigen Kriegs rasch in vielen Ländern bekannt, doch machte seine Entwicklung zu einem auch hohen Ansprüchen genügenden Zeicheninstrument sehr langsame Fortschritte. In der Mitte des 19. Jahrhunderts haben sich wohl die meisten namhaften feinmechanischen Werkstätten erfolglos mit dieser Aufgabe beschäftigt. Ein Hauptübelstand, die schwere Beweglichkeit des auf Rollen laufenden Pantographen, wurde zwar 1864 von dem Züricher Mechaniker J. Goldschmid durch die Aufhängung der Stäbe an einem kranartigen Gestell behoben. Aber auch er gab die Versuche entmutigt wieder auf, weil er den Schlüssel für die unbedingt notwendige Steigerung der Genauigkeit nicht finden konnte. Erst als A. Ott und G. Coradi in den Jahren 1874—1880 in Kempten das Problem gemeinsam bearbeiteten, gelang es ihnen, den Instrumententyp zu finden, der wirklich allen Ansprüchen genügt und infolge seiner Bewährung seit damals wohl

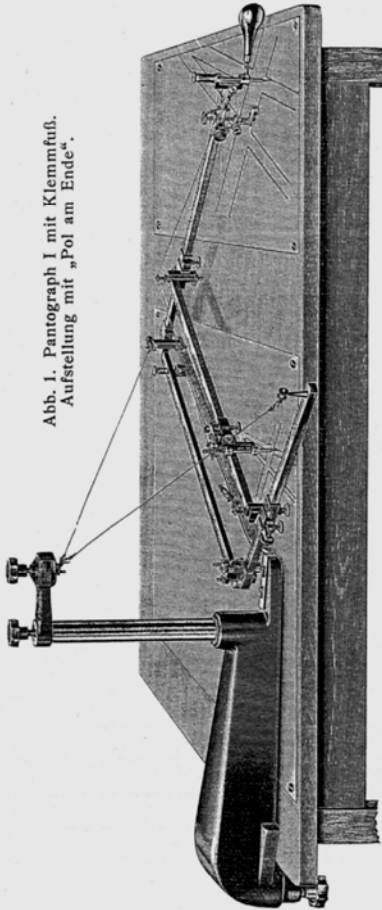


Abb. 1. Pantograph I mit Klemmfuß.
Aufstellung mit „Pol am Ende“.

2

Liste 401

noch Verbesserungen in Einzelheiten, nicht aber grundlegende Veränderungen erfahren hat. Alle anderen Pantographentypen fielen hernach rasch in Vergessenheit oder leben nur als eine Art Spielzeug fort. Von dem aus der Erfindung von Ott & Coradi entstandenen Ott'schen Typ der Präzisions-Pantographen sind hingegen bis zur Drucklegung dieser Liste schon über 3000 Stück verkauft worden.

4.10 G. PELLEHN 1903: *Vom Urstorchschnabel zur modernen Zeichenmaschine*

Anlässlich des 300. „Geburtstages“ des SCHEINERSchen Pantographen entstand der gründliche und noch heute gut lesbare Übersichtsartikel [37] von G. PELLEHN, der 1903 in vier Fortsetzungen erschien. Er verfolgt die Entwicklung des Pantographen vom SCHEINERSchen *Urpantographen* bis hin zur modernen Zeichenmaschine.



Abb. 89: Titel des ersten Teils

Während der erste Abschnitt der Theorie gewidmet ist, die für die Grundform des Pantographen hergeleitet wird, bringt der zweite eine Übersicht über die im Laufe der Zeit entwickelten Formen des Pantographen. Abb. 90 zeigt einen Teil der von PELLEHN besprochenen Formen des Pantographen.³⁹

Der im vorliegenden Buch schon besprochenen Literatur folgend, werden durch PELLEHN kurz Quellen für die einzelnen Formen zitiert sowie deren Vor- bzw. Nachteile angeschnitten. Interessant ist insbesondere die *vom Mecklenburger E. HOLLARZ erdachte* Form 13, bei der, wie beim Eidographen, das Stabparallelogramm ersetzt wird durch zwei große Scheiben mit Schnurübertragung. Es werden weitere, unter unserem Gesichtspunkt weniger bedeutungsvolle Geräte zur maßstabsgerechten Kopierung von Vorlagen betrachtet.

³⁹ Die vollständige Übersicht findet sich im Anhang I auf S. 152.

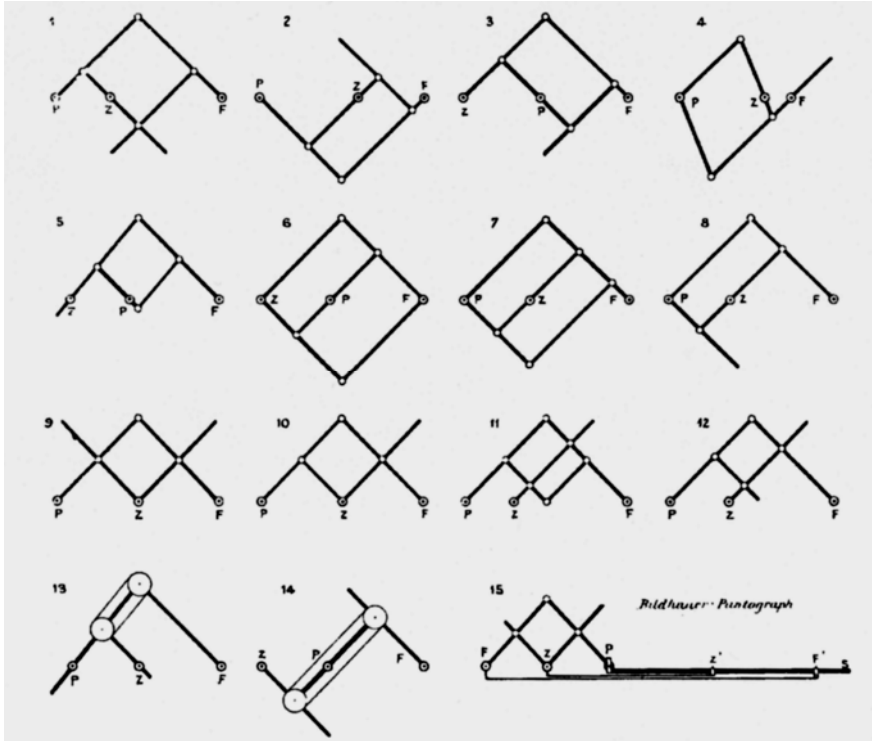


Abb. 90: Schematische Darstellung verschiedener Pantographenformen

Im nächsten Teil wird der Storchnabel des Zeichners, vornehmlich der des Kartographen, auf seinem Entwicklungsgang durch die Werkstatt des Mechanikers verfolgt werden.

Wie schon bei E. FISCHER [29] werden einzelne Modelle bekannter Pantographen-Firmen vorgestellt. Breiten Raum nimmt dabei insbesondere die mit sehr vielen technischen Details versehene Beschreibung der freischwebenden Präzisionspantographen von OTT & CORADI, die sich 1880 wieder getrennt hatten, ein. Noch aus ihrer gemeinsamen Züricher Zeit stammt eine Weiterentwicklung, deren Hintergrund und Ausführung im folgenden Zitat geschildert wird:

Ein Gesamtblick auf diesen freischwebenden Pantographen zeigt nun eine Vervollkommnung, die es verständlich macht, daß alle anderen Instrumente verdrängt wurden. Die Aufhängung zwang aber den Pol, seinen alten Platz in der Mitte, den er schon seit dem 18. Jahrhundert bei den wertvolleren Instrumenten innegehabt, zu verlassen. Mit Pol am Ende kann die Maßänder Form aber nur verkleinern; vergrößern ist wohl möglich, jedoch umständlich und ungenau. Zeichnen in gleicher Größe aber wie auch geringe Verkleinerungen und Vergrößerungen gestattet nur die Stellung Pol in der Mitte. Dabei aber versagte die direkte Aufhängung hier genau so, wie bei den Goldschmidschen Versuchen, und noch 1877 rät Coradi, für solche Fälle das Instrument auf Rollen zu setzen. Bald darauf aber fanden Ott und Coradi folgenden Ausweg (s. *Fig. 17*).

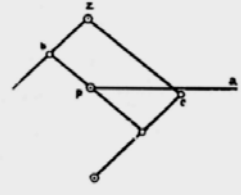


Fig. 17.

Abb. 91: Ausschnitt aus Seite 115 des dritten Teils des Übersichtsartikels von G. PELLEHN (Heft 13, 1903)

Pol- und Zeichenstift wechseln ihre Plätze. Ein 5. Stab wird mit einem Ende an den Pol *P* gelenkt und das andere Ende *a* mittels Draht horizontal gehängt. Bei *b*

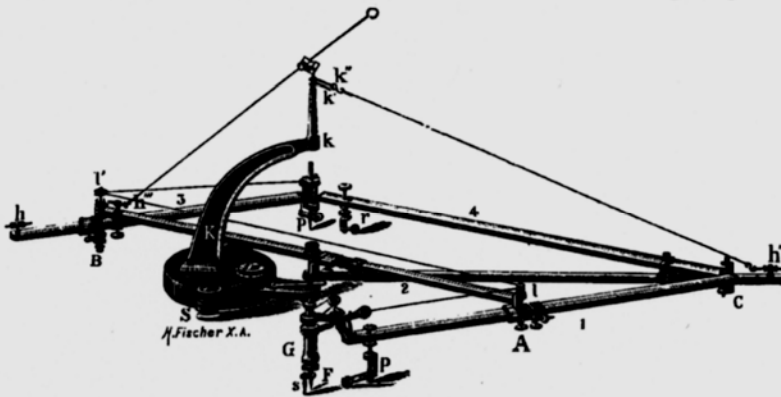


Fig. 18.

trägt der 2. Draht. Bei *Z* wird durch einen ähnlichen Fahrträger unterstützt wie am Fahrarm. Die Trägerrolle bei *c*, die sonst auf dem Tisch rollte, erhält eine Rille, um

auf dem tragenden 5. Stab laufen zu können. Ursprünglich lag dieser oberhalb, jetzt liegt er unterhalb des Instruments. Eine Ansicht des so hergerichteten Instruments gibt *Fig. 18*.

Abb. 92: Ausschnitt aus den Seiten 115 und 116 des dritten Teils des Übersichtsartikels von G. PELLEHN (Heft 13, 1903)

Im Zusammenhang mit dem Pantographen von OTT & CORADI weist PELLEHN darauf hin, dass die Aufhängung mittels Drähten nicht die einzig mögliche ist.

Die nebenstehende Figur 12 zeigt ... eine Skizze der von Breithaupt nach Österreich gelieferten Mailänder Pantographen, die mit dem nach oben gerichteten Polstift ... an einer Schiene teilweise aufgehängt wurden.

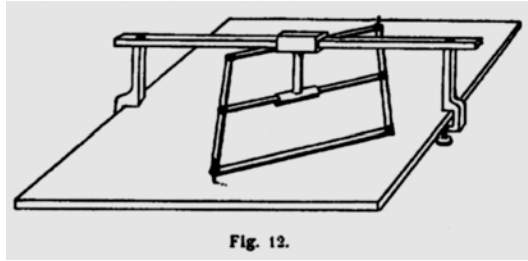


Fig. 12.

Nach PELLEHN ist dies der erste, allerdings unvollkommene Versuch der Aufhängung eines Pantographen.

Abb. 93: Ausschnitt aus Seite 106 des zweiten Teils des Übersichtsartikels von G. PELLEHN (Heft 12, 1903)

Die Weiterentwicklung dieser Idee führte zu den so genannten Säulenpantographen, bei denen die Aufhängung über Stabmechanismen realisiert wurde. Solche Geräte wurden bereits 1854 in Berlin von der Firma F. G. WAGNER jun. angefertigt.

Der umfangreiche Artikel schließt mit einem Abschnitt über moderne Zeichenmaschinen. Hier stellt G. PELLEHN etliche Voraussetzungen zusammen, die ein moderner Pantograph unbedingt erfüllen muss, wenn er sich im Wettbewerb mit der sich ebenfalls entwickelnden Fotografie behaupten will.

Die Bedingungen für eine neue Zeit des mechanischen Zeichnens wären somit gestellt und zum größten Teil ja auch schon erfüllt. Wie aber die Phototechnik bisher unaufhaltsam vorgeschritten ist, wird sie auch fernerhin nicht rasten. Da sie jedoch den Zeichner schließlich überflüssig macht und durch den Photographen ersetzt, so ist eine stetige Entwicklung der angedeuteten Zeichenmaschine vom Standpunkt des Zeichners nur zu wünschen und zu unterstützen.

Abb. 94: Ausschnitt aus Seite 129 des vierten Teils des Übersichtsartikels von G. PELLEHN (Heft 14, 1903)

5 Der Pantograph in großen Enzyklopädien und mathematischen Lexika des 18. und 19. Jahrhunderts

Die Frage nach dem systematischen Zusammenhang und der strukturierten Zusammenfassung menschlichen Wissens hat in allen Jahrhunderten (philosophische) Universalgelehrte beschäftigt.

Seit etwa dem 16. Jahrhundert wird das Wort Enzyklopädie⁴⁰ als Bezeichnung für umfassende Darstellungen allgemein- oder spezialwissenschaftlicher Art gebräuchlich. Darüber hinaus verstand man innerhalb des europäischen Kulturraums die Enzyklopädien bis etwa zur Mitte des 17. Jahrhunderts als Lernsammlungen oder Repetitorien, die dem Leser andere Bücher ersetzen sollten. Mit der Aufklärung verlagert sich der Schwerpunkt. Die Enzyklopädien entwickeln sich zielgerichtet zum Mittel, das Wissen und die Ideen der Zeit umfassend niederzulegen.

Zu den ersten, wichtig(sten) Vertretern dieser Enzyklopädien gehören insbesondere: *Grand dictionnaire historique* (L. MORÉRI, 1674 [86]), *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers* (D. DIDEROT; J. B. D'ALEMBERT, 1751–1772 [50]), *Großes vollständiges Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste* (H. ZEDLER, 1732–1754 [103]).

Im 19. Jahrhundert bildet sich die Form des stichwortreichen, in kurzen Zeiträumen überarbeiteten (Konversations-)Lexikons heraus. Als alphabetisch geordnetes Nachschlagewerk für alle oder einzelne Wissensbereiche oder auch nur für ein bestimmtes Fachgebiet konzipiert, diente es von Beginn an dem Zweck, Bildung und Wissen überblickshaft bereitzustellen. Das bislang umfangreichste europäische Lexikon stellt die unvollendet gebliebene *Allgemeine Encyclopädie der Wissenschaften und Künste* (169 Bände) von J. S. ERSCH und J. G. GRUBER [56] dar, erschienen von 1818 bis 1889. Daneben wird insbesondere auch das BROCKHAUS' *Konversations=Lexikon*, das 1808 aus dem *Conversations-Lexicon* von R. G. LÖBEL und Ch. W. FRANKE (1796) hervorgeht, mit immer neuen Auflagen und bald auch mit aktualisierenden Ergänzungsbänden zum Vorbild für viele ähnliche Werke, darunter in Deutschland insbesondere J. MEYERS *Großes Conversations=Lexicon* (erstmalig 1839–1855).⁴¹

Die im Folgenden ausgewählten Beispiele für Darstellungen des Pantographen in Enzyklopädien und mathematischen Lexika sind unter dem gerade ausgeführten Blickwinkel einzuordnen und machen den typischen Entwicklungsgang exemplarisch deutlich. Die Ausführungen in den Enzyklopädien zum Stichwort Panto-

⁴⁰ Das aus dem Altgriechischen stammende Wort Enzyklopädie wurde in der Antike für den Kreis von Wissenschaften und Künsten benutzt, die der freie Grieche in seiner Jugend treiben musste (ἐγκύκλιος παιδεία – propädeutisches Wissen als Vorstufe zur höheren, philosophischen Bildung (ISOKRATES)).

⁴¹ Zu ausführlicheren Bemerkungen zur Geschichte der Enzyklopädien und Lexika vergleiche [52].

graph sind durchgängig sehr knapp abgefasst und ordnen sich ganz augenscheinlich zunächst (vgl. WOLFF [101], ZEDLER [103], DIDEROT; D' ALEMBERT [50]) dem Ziel der Lehr- und Lernsammlung, d. h. dem Repetitorium, sowie später (vgl. KLUEGEL [79], ERSCH; GRUBER [56]), schwerpunktmäßig zunehmend, dem Anliegen der gerafften Beschreibung eines wissenschaftlichen Gegenstandes unter.

5.1 Mathematisches Lexicon von WOLFF 1716 und 1747

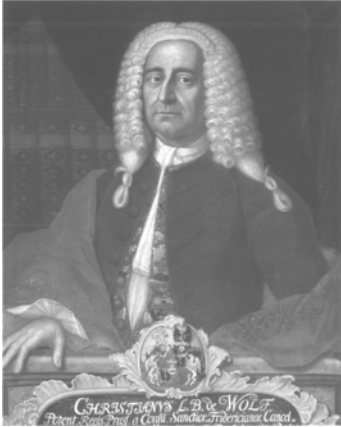


Abb. 95: CHRISTIAN WOLFF



Abb. 96: Titelkupfer der *Elementa matheseos universae* von 1743 mit dem Porträt von CHR. WOLFF

CHRISTIAN WOLFF⁴² (1679–1754; 1706–23 sowie 1740–54 Professor für Mathematik resp. Professor für Natur- und Völkerrecht an der Universität Halle) gab mit dem *Mathematischen Lexicon* [101] 1716 ein Nachschlagewerk zum Gesamtgebiet der Mathematik heraus. Vorausgegangen waren diesem Werk WOLFFS *Elementa matheseos universae* (Erstauflage 1713/15 in Halle). Hatte WOLFF in seinen *Elementa* das Ziel im Auge gehabt, eine lehrbuchhafte Einführung in das Gesamtgebiet der reinen und angewandten Mathematik zu geben, so stellte sein *Mathematisches Lexicon* eine unmittelbare Ergänzung dazu dar: In alphabetischer Ordnung finden sich in diesem Lexikon Stichwort-Artikel zu den Grundbegriffen und Grundlehren der Mathematik seiner Zeit. Die Einträge sind insbesondere auch mit Hinweisen auf die damals wichtigste Fachliteratur versehen. Unter dem Stichwort *Lexicon mathematicum* in der Erstausgabe von 1716 formuliert WOLFF seine eigenen diesbezüglichen Intentionen wie folgt:

Es gehöret ... dieser Name vor ein Buch, darinnen nach dem Alphabet alle Lehr-Sätze erzehlet werden, die von den Mathematicis erfunden worden und in ihren Schriften hin und wieder zerstreuet sind. Dergleichen Lexicon hat noch niemand geschrieben, es wäre über die maßen nützlich und nöthig nicht allein vor diejenigen, welche bloß eine historische Erkänntnis der mathematischen Wahrheiten zu

⁴² Man vergleiche auch Anhang I auf den S. 153 und 154.

erlangen trachten; sondern hauptsächlich vor die Erfinder, welche durch neue Wahrheiten die mathematischen Wissenschaften zu vermehren sich bemühen.⁴³

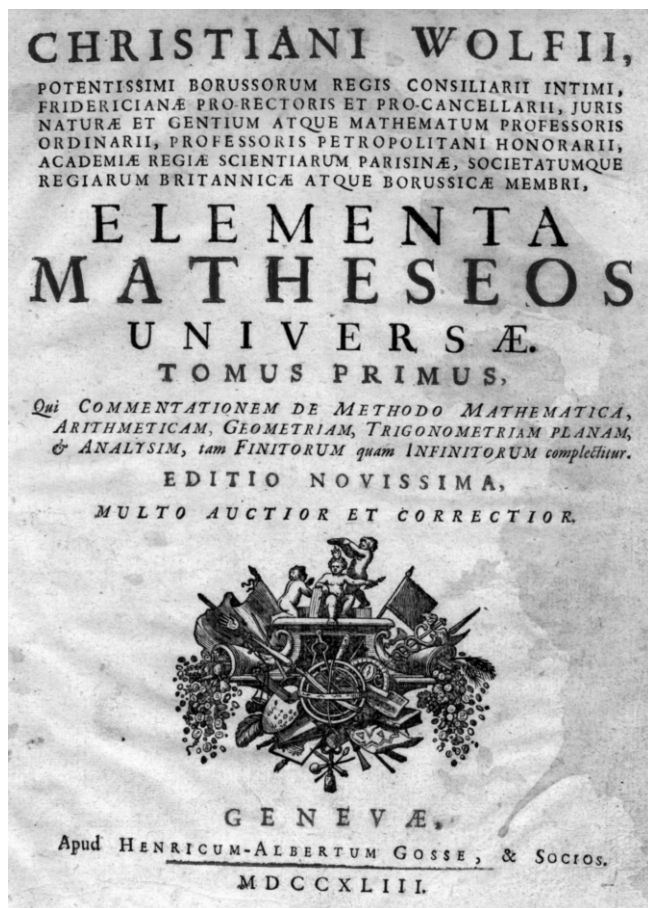


Abb. 97: Titelblatt der *Elementa matheseos universae* von CHR. WOLFF 1743

Die nach 1716 auf Drängen des Verlages erfolgten bearbeiteten Neuauflagen des Lexikons entstanden nicht nur ohne WOLFFS weitere Mitarbeit, sondern sogar unter seiner ausdrücklichen Distanzierung. Weder auf dem Titelblatt noch in der Vorrede dieser Nachauflagen wird Wolff erwähnt (vgl. das Titelblatt von 1747 in Abb. 100 sowie M. CANTOR [45,] Bd. III, S. 498).

⁴³ Man vergleiche M. FOLKERTS e. a. [58], S. 28.

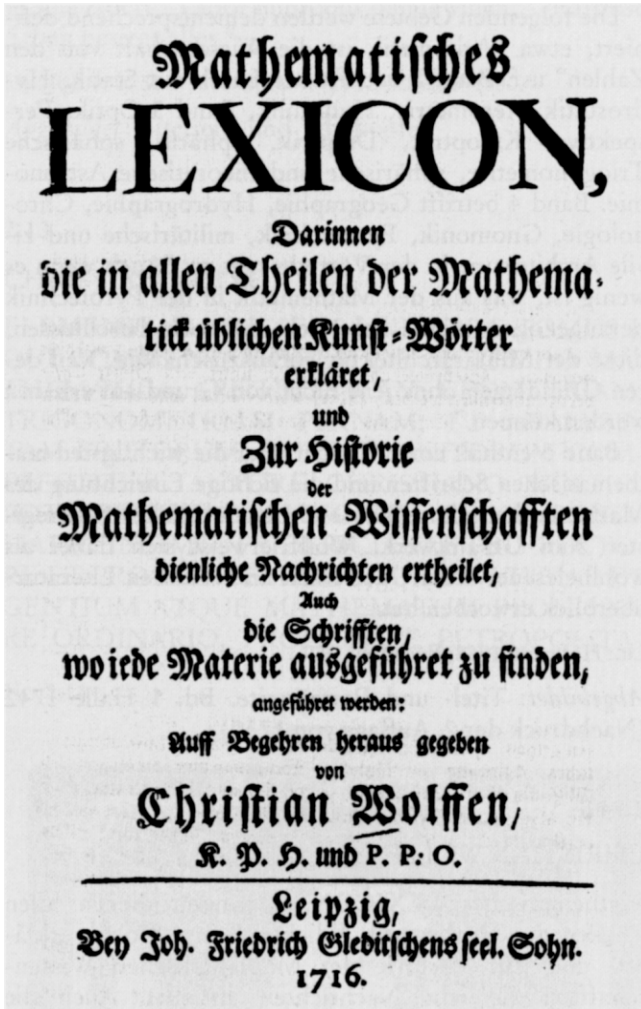


Abb. 98: Titelblatt der Erstaussgabe des *Mathematischen Lexicons* von CHR. WOLFF 1716

Unter dem Stichwort *Storch* = *Schnabel* finden sich zwei Einträge im Lexikon,⁴⁴ beide in der für das Werk charakteristischen sehr knappen und auf Literatur verweisenden Darstellungsform. Der erste der beiden Einträge ist dem Zeichengerät (in der Mailänder Grundform) gewidmet. Der Artikel beschränkt sich auf die Nennung unterschiedlicher Bezeichnungen für das Instrument, die Andeutung

⁴⁴ Man vergleiche Anhang I auf S. 155.

der Nutzung sowie den präzisen Verweis auf die Beschreibung in der zeitlich nahe liegenden Fachliteratur durch Quellenangabe zu DE CHALES (vgl. [10] und Abschnitt 3.3) und zu BION (vgl. [12] und Abschnitt 3.4).

Storch-Schnabel, ist ein Instrument, welches aus zwey Parallelogrammis bestehet, und einen Riß zu vergrößern und zu verjüngern dienet. Weil nun dadurch ein Entwurff einem andern ähnlich gemacht werden kan, so heißen es auch einige einen Affen. In dem Lateinischen wird es Pantographum, ingleichen Parallelogrammum delineatorium genennet. Es wird dessen Figur bisweilen geändert, daß man die beyden Parallelogramma nicht deutlich sehen kan. Die Beschreibung, nebst seinem Gebrauche findet man in *Dechales Mundo Mathematico T. III Perspect. Lib. VI Prop. 7 & 8*, ingleichen in *Bions mathematischer Werk-Schule Lib. III c. 2 p. 90*.

Storch = Schnabel, heisset auch eine Maschine, die auf die Regeln des Hebels gegründet ist, welche in Betrachtung ihrer Kostbarkeit zwar wenig Vortheil giebet, und bey grosser Gewalt ganz unbrauchbar ist, hingegen schafft sie ihren guten Nutzen, wo wenig, oder gar keine Last angehängt wird, und wo man geringsame Krafft und eine schnelle Bewegung, aber keine sonderliche Last zu bewegen nöthig hat. Man findet die Beschreibung darvon in *Jacob Leupolds Theatro Machinarum Generali c. 13 p. 91*.

Abb. 99: Einträge zum Stichwort *Storch=Schnabel* in der Ausgabe von 1747

Der zweite Eintrag zielt auf die Verwendung eines entsprechenden Gestells als Hebewerkzeug hin. Der Literaturverweis zur Beschreibung des Geräts ist die Darstellung LEUPOLDS *Theatrum machinarum generale* ... (vgl. [15] und die biografischen Angaben zu JACOB LEUPOLD im Abschnitt 6).



Vollständiges
Mathematisches
LEXICON,
 Darinnen alle
Kunst = Wörter und Sachen,
 Welche
 In der erwegenden und ausübenden Mathesi vorzukommen pflegen, deutlich erklärt;
 Zur Historie ~~der Mathematischen~~
 Wissenschaften dienliche Nachrichten
 eingestreuet,
 Und die besten und auserlesensten Schriften, welche
 jede Materie gründlich abgehandelt,
 angeführt:
 Endlich auch
 Die Redens = Arten der Maßscheider, auch hieher
 gehörigen Künstler und Handwerker,
 beschrieben worden.
 Nebst XXXVI Kupfer = Tabellen.
Erster Theil.
 Neu, durch und durch übersehen, vermehrte und sehr verbesserte Auflage.
 L E I P Z I G,
 in der Gleditschischen Buch = Handlung.
 1 7 4 7.

Abb. 100: Titelkupfer und Titelblatt des *Mathematischen Lexicons* von CHR. WOLFF 1747

5.2 Grosses vollständiges Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste von ZEDLER 1732

Das *Grosse vollständige Universal-Lexicon* [103] von JOHANN HEINRICH ZEDLER (1706–1763) ist die erste große, bedeutende deutschsprachige Enzyklopädie. Dieses Lexikon zeichnet sich nicht nur durch seinen Umfang aus, sondern auch durch seine Genauigkeit. Noch heute sind insbesondere die genealogischen und biografischen Artikel von größtem Wert.



Abb. 101: Beginn der Vorrede von J. P. VON LUDEWIG

Zwischen 1732 und 1750 erschienen insgesamt 64 Bände des Lexikons. 1751 wurde ein Supplementband verlegt.

Der Band 1 (1732) enthält das Mandat des Römischen Kaisers CARL VI. vom 10. April 1731 zu Berlin, die Widmung ZEDLERS und eine umfangreiche Vorrede von JOHANN PETER VON LUDEWIG, Kanzler der Universität Halle, vom 30. September 1731. In der Vorrede über das *Universal-Lexicon* schildert LUDEWIG eindrucksvoll die Zielstellung und Bedeutung dieses Werkes und seines Verlegers und die großen Mühen, die mit seiner Entwicklung verbunden waren.⁴⁵

Schon die Wahl des Buchtitels kann als Beleg für den Anspruch dieses Werkes und für die neue Qualität in seiner Zeit gewertet werden.

Übereinstimmend mit der Ausrichtung des Lexikons auf das *studium universale* haben zahlreiche Gelehrte mitgearbeitet.

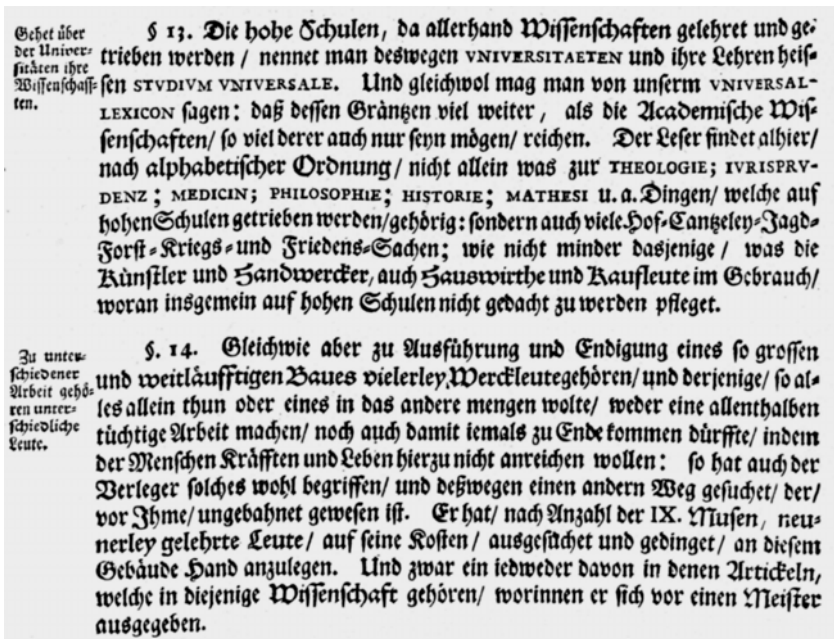


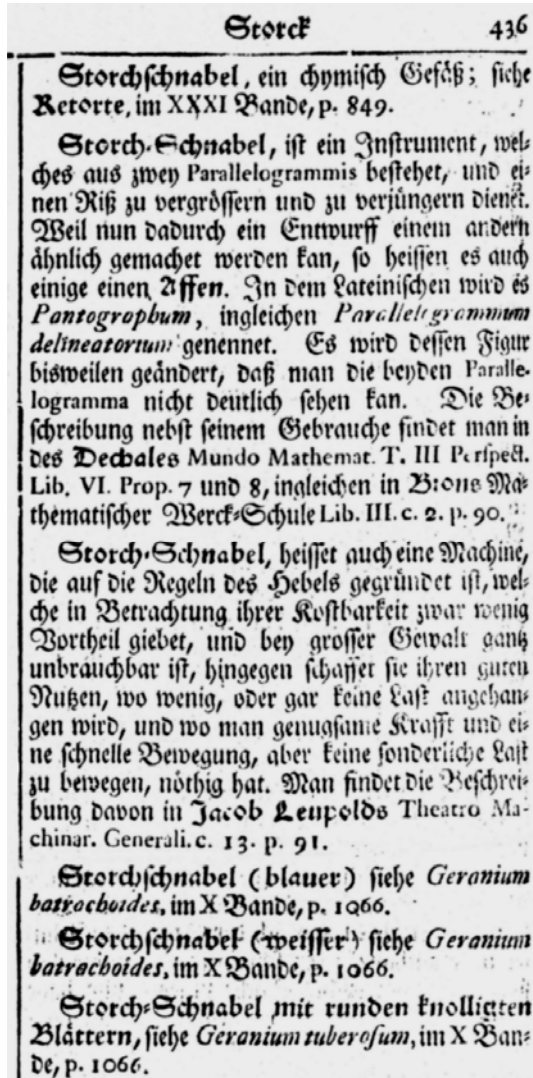
Abb. 102: Ausschnitt aus S. 6 der Vorrede von J. P. VON LUDEWIG

Ausführungen zum Pantographen sind im 40. Band (1744) unter dem Stichwort *Storch=Schnabel* zu finden.

⁴⁵ Die Kupfertafel zu Beginn des alphabetischen Teils findet sich im Anhang I auf S. 156.



Abb. 103: Titelblatt des 40. Bandes des ZEDLER-Lexikons

Abb. 104: Einträge zum Stichwort *Storch=Schnabel*

Es fällt die wörtliche Übereinstimmung mit den entsprechenden Einträgen im *Mathematischen Lexicon* von CHRISTIAN WOLFF [101] auf (vgl. Abb. 99).

5.3 Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers von DIDEROT und D' ALEMBERT 1751

Das in den Jahren von 1751 bis 1772 sukzessiv erschienene Universallexikon von schließlich insgesamt 33 Bänden ist einem möglichst vollständigen Überblick über Wissenschaft und Kunst der Zeit der Aufklärung gewidmet.



Abb. 105: Kupferstich der Autoren der Enzyklopädie (1760) von A. DE SAINT-AUBIN im Auftrag des Buchhändlers PANCKOUCKE. In den Mittelmedaillons D. DIDEROT (oben) und J. B. D' ALEMBERT (unten).

Zentrales Anliegen war es, ...*vom Mittelpunkt einer auf Erfahrung beruhenden Forschung aus, die Gesamtheit der geistigen Wirklichkeit zu skizzieren und das Ineinandergreifen von Wissen und Leben in einer allgemeinen Systematik ... zu vollenden* ([92], S. 495).

Als Gesamtwerk konzipiert, gestaltet und herausgegeben von DENIS DIDEROT und (für den mathematischen Teil des Lexikons) von JEAN-BAPTISTE D'ALEMBERT, waren an der Erstellung der einzelnen Einträge die führenden französischen Wissenschaftler der damaligen Zeit beteiligt, unter ihnen F. M. VOLTAIRE, J. J. ROUSSEAU, J. M. DAUBENTON, J. B. LA MARCK, A. MONGE und A. N. C. CONDORCET (vgl. Abb. 105, unter den äußeren Medaillons finden sich auch die Bildnisse der Genannten).



Abb. 106: Titelblatt des Bandes 24 der Enzyklopädie (1780), in dem sich der Abschnitt zum Pantographen findet.

In einem Eintrag von gut einer halben Seite wird unter dem Stichwort *Panthographe*, mit der Gattungsbezeichnung *Zeichengerät*, Wirkungs- und Bauweise des Pantographen in seiner Grundform beschrieben. Auffällig ist, dass dabei keinerlei Bemerkung zu Entstehung und/oder Entwicklungsgeschichte des Gerätes gegeben wird, was insbesondere BRAUNMÜHL in [43] erwähnt.

Der zweite Teil dieses Eintrages ist der Verfeinerung des Pantographen-Grundtyps durch M. LANGLOIS (vgl. Abschnitt 3.6) gewidmet. Es wird, unter Verweis auf die Präsentation seiner Ideen 1745⁴⁶ vor der Akademie der Wissenschaften zu Paris, über die von LANGLOIS vorgeschlagenen technischen Details des Gerätes informiert und deren Wirkungsweise angedeutet. Der Eintrag endet mit der Hervorhebung der Leistungsfähigkeit und universellen Einsetzbarkeit des LANGLOIS-Pantographen.

PANTOGAPHE, f. m., Art du dessin. Le pantographe ou *finje* est un instrument qui sert à copier le trait de toutes sortes de dessins & de tableaux, & à les réduire, si l'on veut, en grand ou en petit; il est composé de quatre regles mobiles ajustées ensemble sur quatre pivots; & qui forment entre elles un parallélogramme. A l'extrémité d'une de ces regles prolongées, est une pointe qui parcourt tous les traits du tableau, tandis qu'un crayon fixé à l'extrémité d'une autre branche semblable, trace légèrement ces traits de même grandeur, en petit ou en grand, sur le papier ou plan quelconque, sur lequel on veut les rapporter.

galités du plan sur lequel on dessinoit; souvent il ceffoit de marquer le trait, & plus souvent encore sa pointe venant à se briser, gâtoit une copie déjà fort avancée: lorsqu'il falloit quitter un trait achevé, pour en commencer un autre, on étoit obligé de déplacer les regles, ce qui arrive à tous momens.

M. Langlois, ingénieur du roi, a très-heureusement corrigé tous ces défauts dans le nouveau *pantographe* qu'il a présenté à l'académie des sciences en 1745; & c'est principalement par le moyen d'un canon de métal dans lequel il place un porte-crayon, qui presse seulement par son poids, & autant qu'il le faut, le plan sur lequel on copie, cede aisément & de lui-même, en s'élevant & s'abaissant, aux inégalités qu'il rencontre sur ce plan; à la tête du porte-crayon s'attache un

Cet instrument n'est pas seulement utile aux personnes qui ne savent pas dessiner; il est encore très-commode pour les plus habiles, qui se procurent par-là promptement des copies fidelles du premier trait, & des réductions qu'ils ne pourroient avoir sans cela qu'en beaucoup de tems, avec bien de la peine, & vraisemblablement avec moins de fidélité.

Cependant, de la manière dont le *pantographe* avoit été construit jusques ici, il étoit sujet à bien des inconvéniens qui en faisoient négliger l'usage. Le crayon porté à l'extrémité de l'une des branches, ne pouvoit pas toujours suivre les iné-

fil, avec lequel on souleve à volonté pour quitter un trait & en-commencer un autre, sans interrompre le mouvement des regles, & sans les déplacer.

Outre ces corrections, M. Langlois ajuste la pointe à calquer de son *pantographe*, le porte-crayon, & le pivot des regles, sur des especes de boites ou coulisses qui peuvent se combiner différemment sur ces regles, selon qu'on veut copier en grand ou en petit, plus ou moins; & il rend enfin tous ces mouvemens beaucoup plus aisés, en faisant soutenir les regles par de petits piliers garnis de roulettes concentriques. Le *pantographe* ainsi rectifié est un instrument propre à réduire en grand & en petit toutes sortes de figures, de plans, de cartes, d'ornemens, &c. très-commodément, avec beaucoup de précision & de promptitude.

Abb. 107: Eintrag zum Stichwort *Pantographe* von Seite 405 des Bandes 24

⁴⁶ Der Eintrag nennt das Jahr 1745. Die angesprochene Veröffentlichung der Akademie datiert aber in das Jahr 1743. Man vergleiche Abb. 37 und 39.

5.4 BROCKHAUS' Konversations=Lexikon 1808 (vorher *Conversations-Lexicon von LÖBEL und FRANKE, begonnen 1796*)

FRIEDRICH ARNOLD BROCKHAUS (1772–1823) gründete 1805 in Amsterdam eine Buchhandlung und kaufte 1808 das von R. G. LÖBEL und C. W. FRANKE begonnene Lexikon. Nach Übersiedlung der Firma nach Altenburg (1811) und dann nach Leipzig (1817/18) erschienen die weiteren Ausgaben des Lexikons dort. Beispielhaft für ähnliche Einträge in weiteren gebräuchlichen Konversationslexika der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ausgewählt, zeigt der BROCKHAUS-Eintrag unter dem Stichwort *Pantograph* die nun typisch gewordene Gestalt derartiger Beiträge: Auf unterschiedliche Ausführungsformen durch knappe Beschreibung

eingehend, unter Verzicht auf die Darstellung des mathematischen Hintergrundes, werden sowohl prinzipielle als auch technische Details angedeutet. Die historische Einordnung beschränkt sich hier auf den Hinweis auf CHRISTOPH SCHEINER. Die Vielschichtigkeit der Entwicklung des Pantographen war augenscheinlich nicht mehr präsent, oder es wurde ihr keine prinzipielle oder nur untergeordnete Bedeutung beigemessen.⁴⁷

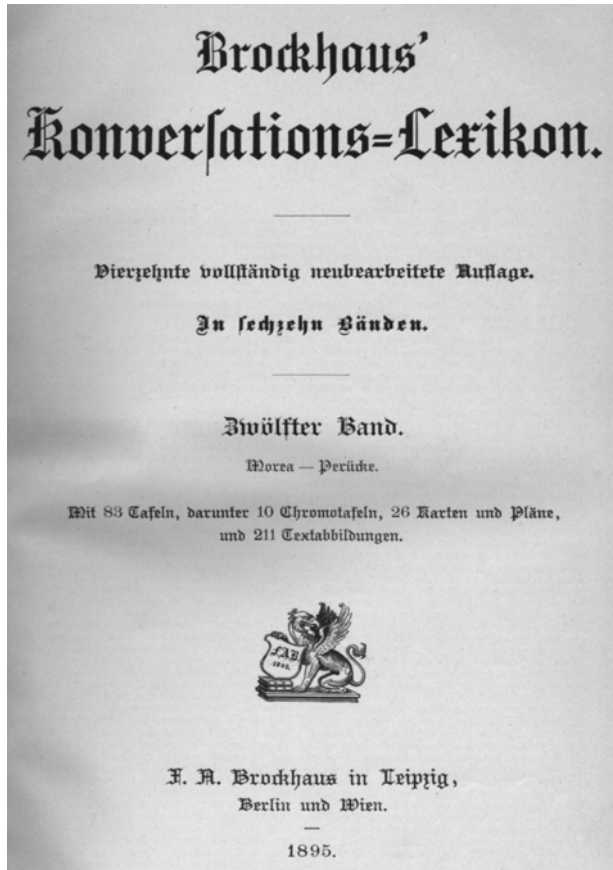


Abb. 108: Titelblatt des 12. Bandes, in dem sich der Eintrag zum *Pantographen* befindet, des BROCKHAUS' *Konversations=Lexikons* in der 14. Auflage.

⁴⁷ Im *Conversations=Lexicon* von J. MEYER [80] von 1852 findet sich ein weiteres typisches Beispiel zum Stichwort *Storchnabel*, das im Anhang I auf S. 158 wiedergegeben ist.

Pantograph (grch.) oder Storchschnabel, ein Instrument zum Übertragen einer Zeichnung oder Karte aus einem Verhältnis in ein anderes (meist kleineres). Zu Vergrößerungen gebraucht man den P. im allgemeinen nicht, weil hierbei auch alle Fehler mit vergrößert werden. Die Konstruktion des P. beruht darauf, daß bestimmte Punkte eines in seinen Ecken beweglichen, nur an einem Eckpunkt festgehaltenen Parallelogramms bei der Bewegung einander ähnliche Figuren beschreiben. Der P.

kommt in verschiedenartiger Ausführung vor, er besteht immer aus 4 bis 6 durch Bolzen drehbar miteinander verbundenen und teilweise verstellbaren Schienen, die eine Einteilung tragen, um die Verkleinerung in einem bestimmten Verhältnis ausführen zu können. Die einfachste Art ist der hölzerne P. (s. nachstehende Fig. 1), der aus 5 Holzschienen besteht, von denen 3 mit Stelllöchern versehen sind, so daß durch Verstellen der

Instrument zulässigen Reduktionsverhältnissen entspricht. Die beste Art ist der von Sprenger in Berlin gebaute schwebende P. (Fig. 2). Derselbe besteht aus 4 hohlen, mit einer Einteilung versehenen Messingschienen. An den Enden befinden sich Nonien mit Mikrometerbewegung. Zu jedem Instrument gehört ein durch Holzschrauben an dem Zeichentisch zu befestigendes Drehstück G in Form eines Krans, durch welches der Drehpunkt auf eine Ecke des Parallelogramms verlegt wird. Das Drehstück wird mittels Libelle horizontal gestellt und hält mit zwei Drähten

Mittelschiene und des darauf befindlichen Zeichenstifts Z sehr verschiedene Verhältnisse eingestellt werden können. Der feste Drehpunkt P liegt hierbei in einer Ecke des von den Schienen gebildeten Parallelogramms. Der Führungsstift F zum Umfahren der zu verkleinernden Zeichnung liegt in der entgegengesetzten Ecke des Parallelogramms. Andere Arten des P. sind der Mailänder P., der Röhren- und der Schienenpantograph, die aus 4 oder 5 messinginen Schienen oder Röhren hergestellt sind und entweder ein festes oder verstellbares Drehstück (Pivotpunkt) haben; sie bewegen sich meist auf Rollen. Die Arme dieser Instrumente haben entweder eine einfache Teilung mit Nonius, oder sie sind transversal geteilt; die Verstellung der einzelnen Teile ist mittels Schiebervorrichtung ausführbar. Beim Schienenstorchschnabel ist nicht eine durchgehende gleichmäßige Teilung der Arme angewendet, sondern nur eine solche, die den mit dem

den ganzen P. in schwebender Lage. Mit der Libelle L werden die Arme horizontal gestellt. Für der Führungsstift und Z der Zeichenstift. Als Gründer des P. gilt der Jesuit Christoph Scheiner (s. d.), welcher ihn 1635 in seinem Werke «*Pantographia, seu ars delineandi res quodlibet*» zuerst beschrieb.

Über den bei der Herstellung von Schuhwaren verwendeten P. s. Schuhwarenfabrikation.

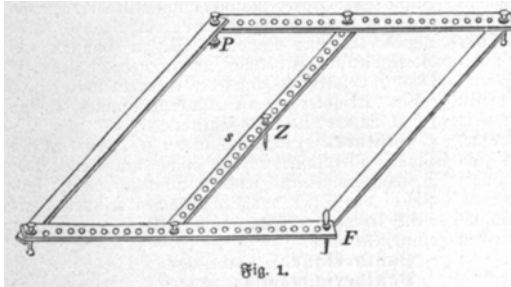


Fig. 1.

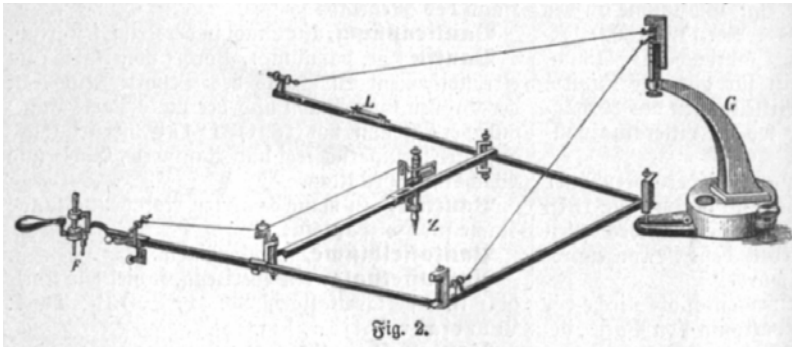


Fig. 2.

Abb. 109: Vollständiger Eintrag zum Stichwort *Pantograph* mit zugehörigen Abbildungen auf den S. 849 und 850.

5.5 Mathematisches Wörterbuch von KLUEGEL 1803

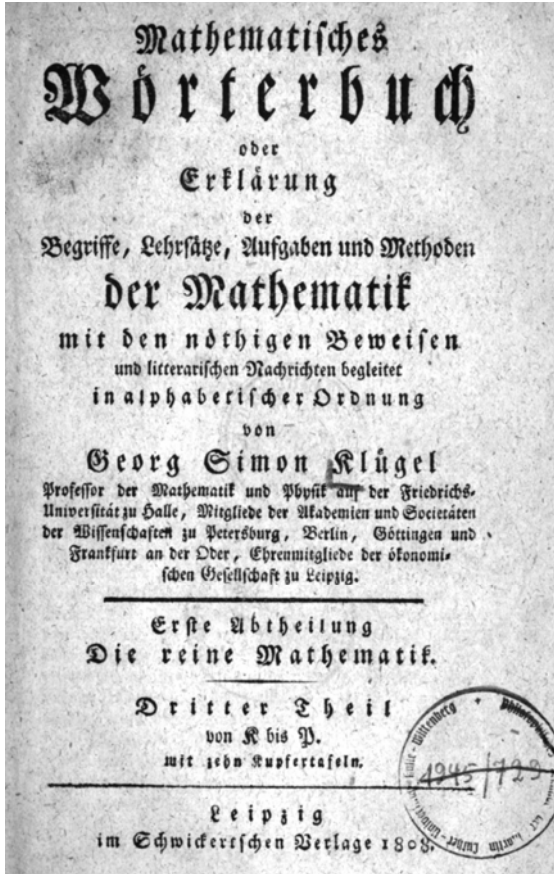


Abb. 110: Titelblatt des 3. Teils der 1. Abteilung des Wörterbuches von G. S. KLUEGEL

GEORG SIMON KLUEGEL (1739–1812) wurde 1767 an die Universität Helmstedt als Professor für Mathematik berufen, wechselte nach deren Schließung an die Universität Halle über und vertrat hier bis zu seinem Tod den Lehrstuhl für Mathematik und Physik. Seine eigenständigen mathematischen Leistungen liegen in der Einführung des Konzepts der trigonometrischen Funktionen. Bis heute verbindet sich mit seinem Namen aber insbesondere sein *Mathematisches Wörterbuch* [77].⁴⁸ ... *Begriffe, Lehrsätze, Aufgaben und Methoden der Mathematik mit den nöthigen Beweisen und litterarischen Nachrichten* werden alphabetisch nach Stichworten geordnet.

Die ersten drei Bände für die Buchstaben *A* bis *P* des der reinen Mathematik gewidmeten ersten Teils

erschieden 1803, 1805 und 1808. KLUEGEL erkrankte 1808 so schwer, dass er sein Vorhaben nicht selbst vollenden konnte. Der vierte Band [78], die Buchstaben *Q* bis *S* umfassend, wurde 1823 von KLUEGELS Schüler CARL BRANDAN MOLLWEIDE (1774–1825) herausgegeben. Mit einem umfangreichen fünften Band [79] wurde schließlich 1831 der erste Teil des Wörterbuches durch JOHANN AUGUST GRUNERT (1797–1872) abgeschlossen. Auf Wunsch des Verlags gab GRUNERT 1833/36 eine zweibändige Ergänzung [70] heraus. Das Unternehmen fand 1847 mit dem zweibändigen *Woerterbuch der angewandten Ma-*

⁴⁸ Man vergleiche Anhang I auf S. 157, Porträt von G. S. KLUEGEL

thematik... [76] von GUSTAV ADOLF JAHN (1804–1857) seinen Abschluss. Das von KLUEGEL vorgesehene Register ist nicht geschrieben worden.

Der Eintrag *Pantograph* verweist auf die „eigentliche“ Bezeichnung als Storchschnabel und beschränkt sich auf CHR. SCHEINERS Beitrag [5] hierzu. Beginnend mit der sehr ausführlichen, fast wörtlichen Übertragung der GREGORIUS-Episode aus SCHEINERS Buch [5], unternimmt es KLUEGEL, den grundlegenden mathematischen Gedanken zur Grundform des Pantographen in SCHEINERS Darstellung gerafft wiederzugeben. Abgerundet wird der Eintrag durch ergänzende Skizzen in den Tafeln des Wörterbuches.

Pantograph ist der bekannte Storchschnabel zum Abzeichnen einer jeden Figur, sey es verkleinert oder vergrößert. Hutton nennt dieses Instrument in seinem Wörterbuche ganz irrig Pentagraph. Der Erfinder ist der Jesuit, Christoph Scheiner, der es in einer besondern Schrift sehr ausführlich erklärt hat. *Pantographice, seu ars delineandi res quaslibet cet. Romae, 1631.* Er hatte im J. 1603 Bekanntschaft mit einem Mahler gemacht, der ihn eröffnete, er könne jede Zeichnung auf das genaueste nachzeichnen, dabey vergrößern oder verkleinern, ohne das Original anzusehen, auch jeden Theil, in welcher Lage er sey, unabhängig von den andern auswählen. Scheiner ward sehr begierig, das sonderbare Kunststück zu erfahren, aber jener wollste es durchaus nicht mittheilen. Unmuthig darüber erwiedert

er endlich dem Mahler, er wolle schon selbst es herausbringen. Dieser lacht und sagt, das könne selbst ein Teufel nicht entdecken. Scheiner entdeckt es aber doch nach etwas langem Nachsinnen, und schickt nun das Instrument mit Proben an den Mahler, der lange Zeit vor Erstaunen nicht zu sich kommen konnte.

Der Pantograph beruht auf folgendem sehr einfachen Grunde. Es ist ABCD (Fig. 132.) ein Theil von dem Umfange einer Figur oder irgend eine andere Verbindung von Linien in einer Figur. Nach dem Punkte P hin seyn die geraden AP, BP, CP, DP, gezogen, und an diese die mit AB, BC, CD parallelen a b, bc, cd. Nun ist die Figur ABCDPA der a b c d p a ähnlich (Figur, 55 ff.). Die Linien ab, bc, cd verhalten sich wie AB, BC, CD, und machen mit einander dieselben Winkel wie diese. Die geraden, wie PA, Pa, welche von P an jene gezogen werden, und in derselben geraden Linie liegen, haben durchgehend dasselbe Verhältniß. Kann man also zwey Stifte um den festen Punkt P so herumführen, daß beide nebst P immer in gerader Linie bleiben, und daß ihre Abstände von P dasselbe Verhältniß behalten, so beschreiben sie ähnliche Figuren. Nimmt man Pa, Pb u. s. w. nach entgegengesetzter Richtung über P hinaus, so geschieht dasselbe. Ist hier Pa = PA, und so auch jede der andern, so wird die eine Figur der andern völlig gleich.

Fig. 132.

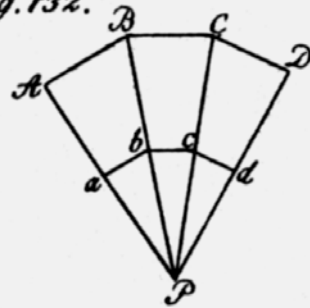


Fig. 55.

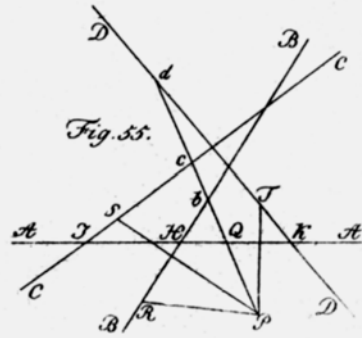
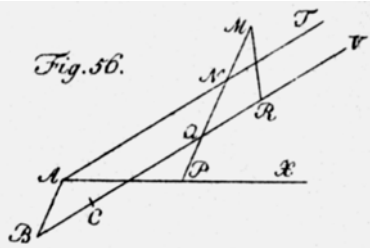


Fig. 56.



Scheiner verbindet zwey Paare paralleler Lineale BF, DG und BH, CI (Fig. 133.) mit einander, durch Zapfen in den Puncten B, C, D, E, wodurch das Parallelogramm BCDE sich auf jede Art verschieden läßt. Die Puncte P, a, A, die in gerader Linie liegen, sind diejenigen, wohn der feste Punct und die beiden Stifte zur Beschreibung der Figuren gesetzt werden. Die Dreyecke PBA, PCa sind wegen des gemeinschaftlichen Winkels bey P und der gleichen bey B und C, ähnlich, also ist $BP : BA = CP : Ca$. Bey jedem andern Winkel des Parallelogramms sind, wegen dieser Proportion, die Dreyecke PBA, PCa ähnlich, daher PA und Pa in gerader Linie liegen, und sich wie BP : CP verhalten, das ist, wie in der ersten Lage. Der Punct P bekommt eine Stütze (oder vielmehr eine Holzschraube), so auch der Punct B und der Punct E von gleicher Höhe mit den beschreibenden Stiften. Scheiner bemerkt es zwar nicht, doch ist es nöthig, daß die parallelen Lineale Löcher bekommen, welche genau auf einander passen, damit man das Verhältnis PA : Pa, welches dem PB : PC gleich ist, verschiedentlich annehmen könne. Der Punct a mag auch auf DE in a' genommen werden. Alsdann ist $PA : Pa' = BA : BD$.

Man kann den Punct a auch auf die Diagonale BE bringen, mittelst eines fünften Lineals, das mit BC oder BD parallel in einem beliebigen Abstände befestigt wird.

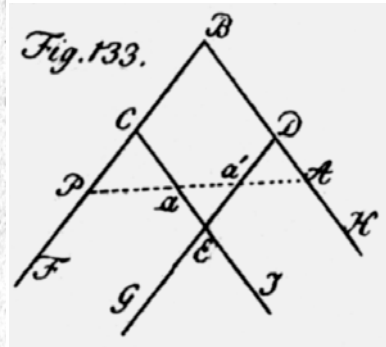
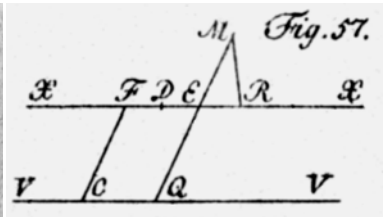


Abb. 111: Vollständiger Eintrag zum Stichwort *Pantograph* auf den S. 710–712

Abb. 112: Figuren zum Eintrag *Pantograph* aus den Tafeln XVIII, XIX und XXIII

5.6 Allgemeine Encyclopädie von ERSCH und GRUBER 1818

Zwischen 1818 und 1889 erschienen insgesamt 169 Bände der *Allgemeinen Encyclopädie* [56] von JOHANN SAMUEL ERSCH (1766–1828) und JOHANN GOTTFRIED GRUBER (1774–1851), beide Professoren an der Universität Halle. ERSCH begann 1816 mit einigen Probeartikeln und einer Liste der damals vorgesehenen Mitarbeiter (vgl. [55]). GRUBER, bis zum Tode von ERSCH Mitherausgeber, danach alleiniger Herausgeber, setzt das Werk bis zu seinem eigenen Tod fort. Obwohl unvollendet geblieben, stellt diese Enzyklopädie das umfangreichste Werk dieser Art dar, das im europäischen Raum geschrieben wurde.

Die Herausgeber formulierten ihre mit dem Werk verbundene Intention im Vorbericht der Enzyklopädie [56] auf Seite VIII wie folgt:

„Unser Unternehmen bezweckt, wie der Titel zeigt, nichts Geringeres, als eine umfassende Bearbeitung aller Wissenschaften und Künste, nach ihren einzelnen Theilen und Gegenständen, gemäß dem seit etwa drei Jahrzehenden ungemein veränderten Zustande der Literatur und Kunst, von Schriftstellern, deren Namen die Achtung und das Vertrauen der literarischen Welt längst sich erworben haben, so viel möglich für das ganze gebildete Publikum, und zwar in alphabetischer Folge. Ähnliche Werke erhielten die Franzosen durch Diderot und d’Alembert, die Engländer durch Chambers, Rees u. A. unter dem Titel einer Encyclopädie, der auch hier gewählt ward, weil er schon eine so bedeutende Autorität gewonnen hat. Ein solches Werk in diesem Umfange fehlt unsrer Literatur, seitdem das sogenannte Zedlerische Universallexikon veraltet ist. Das weit verbreitete Conversationslexikon kann mit einer allgemeinen Encyclopädie schon deshalb nicht verglichen werden, weil es sich, seinem Zwecke gemäß, vorzüglich auf eine Auswahl von Gegenständen gefelliger Unterhaltung beschränkt.“

Die Realisierung der Enzyklopädie erfolgte in drei Sektionen. Die erste Sektion war den Buchstaben *A* bis *G* gewidmet. Der erste Band zu diesem Teil des Alphabets erschien 1818, der letzte 1882. In der zweiten Sektion sollten die Buchstaben *H* bis *N* bearbeitet werden. Zugehörige Bände erschienen zwischen 1827 und 1889. Mit Eintragungen zum Buchstaben *L* (1889) endeten die Veröffentlichungen dieser Sektion.

Die verbleibenden Buchstaben des Alphabets, beginnend mit *O*, sollten in der dritten Sektion behandelt werden. 1830 erschien der erste Band hierzu. 1850 wurde der letzte Band dieser Sektion mit den Einträgen *Phol* – *Phyxios* veröffentlicht. Es ließ sich nicht nachvollziehen, aus welchen Gründen die Sektionen 2 und 3 der Enzyklopädie nicht vollendet wurden.

Das Stichwort *Pantograph* findet in dem dafür zuständigen Band erstaunlicher Weise keine Erwähnung. Da die Enzyklopädie unvollendet blieb, liefert sie auch keinen Eintrag zum Stichwort *Storchschnabel*.

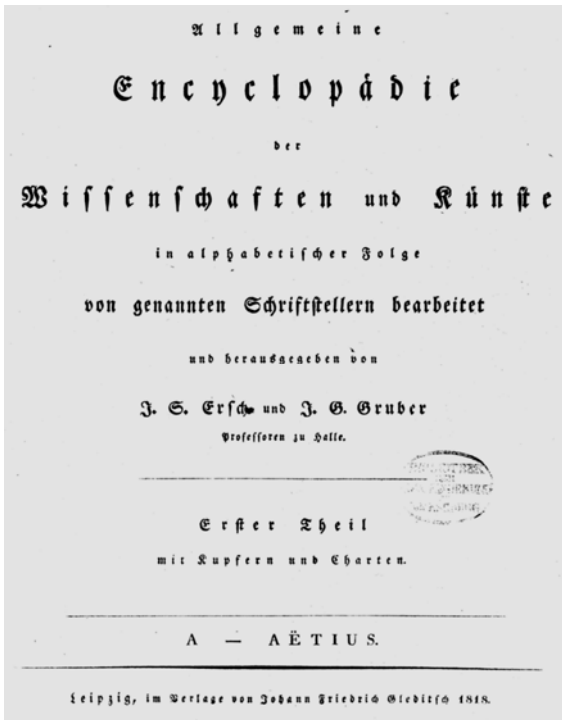


Abb. 113: Titelblatt des 1. Bandes der *Encyclopädie* von J. S. ERSCH und J. G. GRUBER

6 Biografische Angaben

Die folgenden biografischen Angaben beziehen sich auf die Verfasser der in den Abschnitten 2 bis 4 besprochenen Werke. Bezüglich WENDELIN SCHILDKNECHT (1592–?), der nach ZEDLER [103] *Ingenieur und Zeugmeister, auch Ober-Land- und Feldmesser* gewesen war, sei auf [71] verwiesen. Von ERNST FISCHER konnten keine gesicherten Angaben gefunden werden. Dem Artikel [37] kann man entnehmen, dass sein Autor GUSTAV PELLEHN als Kartograph im Reichsmarineamt Charlottenburg tätig war.

BENJAMIN BRAMER (ca. 1588–1650?)

Geboren um 1588 im hessischen Felsberg, gestorben 1649 oder 1650 in Ziegenhayn.

BRAMER wurde in den mathematischen Wissenschaften von seinem Schwager JOST BÜRGI (1552–1632) unterrichtet, der ein sehr bekannter Instrumentenbauer seiner Zeit war.

1612 wurde BRAMER unter Landgraf MORITZ Kurfürstlich hessischer Baumeister zu Marburg; zuletzt war er Rent- und Baumeister in Ziegenhayn. Er war wohl auch Hofmechaniker in Kassel.

BRAMER ist der Verfasser zahlreicher Schriften über mathematische Instrumente.



Abb. 114: BENJAMIN BRAMER

Literaturhinweis: Deutscher Biographischer Index [49], J. C. POGGENDORFF [89]

DANIEL SCHWENTER (1585–1636)

Geboren am 31. Januar 1585 in Nürnberg, gestorben am 19. Januar 1636 in Altdorf.

Nach eigenem Bericht begann SCHWENTER das Studium der Mathematik zunächst als Autodidakt an Hand der Lehrbücher von AUGUSTIN HIRSCHVOGEL (? – ca. 1560) und WOLFGANG SCHMID, um dann ab 1601 bei JOHANN PRÄTORIUS (1537–1617) in Altdorf zu studieren.

Dort wurde er 1608 Professor der hebräischen Sprache, woraus 1625 eine Professur für die gesamten orientalischen Sprachen wurde. Dazu kam 1628 die Professur für Mathematik. Gleichzeitig war er über längere Zeit Bibliothekar. Einen Ruf nach Wittenberg auf die *Professionem mathematicum superiorum* lehnte er 1634 ab.



Abb. 114: DANIEL SCHWENTER

SCHWENTER schrieb zahlreiche Arbeiten zur Orientalistik und Mathematik. So erschienen 1619 seine Beschreibung des von PRÄTORIUS erfundenen *geometrischen Tischleins* und 1636 postum die *Mathematischen und philosophischen Erquickstunden*. Von besonderer Bedeutung ist seine 1617/1618 erstmals herausgegebene *Geometriae practicae novae*. Dieses Werk erfuhr in kurzer Zeit mehrfach eine jeweils erweiterte Neuauflage. Nach MORITZ CANTOR [45] ist dies das beste derartige Werk, das im 17. Jahrhundert erschienen ist.

Literaturhinweis: Allgemeine Deutsche Biographie [40], M. Folkerts e. a. [58], J. C. Poggendorff [89]

CHRISTOPH SCHEINER (1575–1650)

Geboren am 25. Juli 1575 in Markt Wald bei Mindelheim, gestorben am 18. Juli 1650 in Neisse.

SCHEINER trat 1595 dem Jesuitenorden bei. Er studierte von 1598 bis 1601 Metaphysik und Mathematik in Ingolstadt, anschließend Philosophie in Dillingen und schließlich von 1605 bis 1609 Theologie erneut in Ingolstadt.

Nach seinen Studien wirkte er als Professor für Mathematik, insbesondere Astronomie, in Ingolstadt, Innsbruck und Freiburg im Breisgau; zeitweilig war er auch in Wien und Rom tätig. 1623 wurde er Superior am neugegründeten Jesuitenkolleg in Neisse.

Unabhängig von JOHANNES FABRICIUS (1587–1616) und GALILEO GALILEI (1564–1642) entdeckte SCHEINER die Sonnenflecken.

Er verwirklichte als erster das von JOHANNES KEPLER (1571–1630) erfundene Fernrohr mit zwei konvexen Linsen, mit dessen Hilfe er die Sonnenflecken auf eine weiße Fläche projizierte und aus deren Änderung er einen Näherungswert für die Umdrehungszeit der Sonne ableitete. Als erster beobachtete und beschrieb er auch das umgekehrte Bild, das auf der Netzhaut des Auges entsteht, sowie den seitlichen Abgang des Sehnervs vom Augapfel.

SCHEINER hat 10 Bücher geschrieben, von denen im hier besprochenen Kontext seine Schrift über den Pantographen die bedeutsamste ist. Aber noch wichtiger sind seine beiden, heute klassisch zu nennenden Werke *Rosa ursina sive sol* und *Oculus hoc est: Fundamentum opticum*. Während er im ersteren ausführlich über seine Entdeckung der Sonnenflecken berichtet, beschreibt er im zweiten Werk die Physiologie des Auges.



Abb. 115: CHRISTOPH SCHEINER, Ausschnitt aus einem Ölgemälde

CHRISTOPH SCHEINER gehört zu den herausragenden universalgelehrten Naturwissenschaftlern der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts.

Literaturhinweis: Ausstellungskatalog Ingolstadt [95],
A. VON BRAUNMÜHL [43], R. HAUB [75]

GEORG CONRAD STAHL (1657–?)

Pseudonym MARTIUS.

Geboren am 28. Juni 1657 in Ansbach; Jahr und Ort des Todes sind unbekannt.

STAHL war zunächst Kreisarzt zu Jerichow, zuletzt Leibarzt des Herzogs JOHANN ERNST zu Weimar.

Er war der ältere Bruder von GEORG ERNST STAHL (1659–1734), der von 1694 bis 1715 Professor der Theoretischen Medizin sowie Pharmazie und Botanik in Halle war und zu den bedeutendsten Medizintheoretikern und Naturwissenschaftlern seiner Zeit gehörte.

GEORG CONRAD STAHL beschäftigte sich neben seiner medizinischen Tätigkeit auch mit Mathematik und Mechanik. Der *Europäische Ingenieur* ist vermutlich sein Hauptwerk.

Literaturhinweis: Deutscher Biographischer Index [49]

CLAUDE FRANÇOIS MILLIET DE CHALES (1621–1678)

Es sind verschiedene Namensformen gebräuchlich; so DECHALES, DESCHALES, CHALLES u. a.

Geboren 1621 in Chambéry (Savoyen), gestorben am 28. März 1678 in Turin.

DE CHALES gehörte dem Jesuitenorden an. Durch seinen Orden wurde er als Missionar in die Türkei gesandt. Später wurde er Professor für Hydrographie, dann Professor der Mathematik und Philosophie am Collegium zu Lyon und schließlich Rektor des Collegiums in Chambéry.

Die erste Auflage seines hier zitierten *Cursus seu mundus mathematicus* erschien 1674 in Lyon. Außerdem gab er 1660 EUKLIDS Werke heraus und veröffentlichte 1677 zwei Lehrbücher über Navigationskunst und Festungsbau.

Literaturhinweis: M. CANTOR [45], M. FOLKERTS e. a. [58],
J. MACDONNELL [82], J. C. POGGENDORFF [89]

NICOLAS BION (1653?–1733)

Geboren um 1653, gestorben 1733 in Paris.

BION führte den Titel eines Ingénieur du Roi pour les instruments de mathématiques. Er war Landkarten- und Globenhändler in Paris und zählte zu den bekanntesten französischen Instrumentenherstellern seiner Zeit.

BION verfasste Abhandlungen über Himmelsgloben und Astrolabien. Sein Hauptwerk *Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématiques*, Paris 1709, erlebte viele Auflagen und Übersetzungen. Die deutsche Übersetzung, die ebenfalls in mehreren Auflagen herauskam, wurde von dem Nürnberger Mathematiker und Physiker JOHANN JOSEF DOPPELMAYR (1677–1750) besorgt und dabei stets beträchtlich erweitert.

Literaturhinweis: M. FOLKERTS e. a. [58], J. C. POGGENDORFF [89]

NICOLAS VOIGTEL (1658–1714)

Geboren 1658 in Brand bei Freiberg (Sachsen), gestorben 1714 in Eisleben.

Von VOIGTEL scheint nur so viel bekannt zu sein, wie er selber in seinem Werk [7] vermerkt: Er war Bergbeamter und hatte längere Zeit die Stelle eines Zehnders in der Grafschaft Mansfeld inne. Durch die Herausgabe seiner *Geometriae Subterranea* erwarb er sich Verdienste in der Darstellung der Markscheidekunde auf der Grundlage arithmetisch-geometrischer Methoden. Erstmals wird hier die Trigonometrie auf bergmännische Probleme systematisch angewendet. Allerdings irrt VOIGTEL, wenn er in der Einleitung schreibt, dass er der erste Schriftsteller auf diesem Gebiet sei. Bereits im 16. Jahrhundert legten GEORGIUS AGRICOLA (1494–1555) und ERASMUS REINHOLD (1511–1553) kenntnisreiche Abhandlungen zur Markscheidekunde vor. VOIGTEL hat den für den damaligen Bergbau notwendigen Hängekompass weiterentwickelt (vgl. [42], S. 53), wo er als *Freiberger Markscheider* Erwähnung findet.

Literaturhinweis: Allgemeine Deutsche Biographie [40]

JOHANN GABRIEL DOPPELMAYR (1677–1750)

Geboren 1677 in Nürnberg, gestorben am 1. Dezember 1750 in Nürnberg.

Nach dem Besuch des Aegidius-Gymnasiums in Nürnberg studierte DOPPELMAYR zunächst Jura, dann aber zunehmend Mathematik, Physik und Naturphilosophie an den Universitäten zu Altdorf, Halle, Utrecht, Leyden, Oxford und London.

1704 wurde er Professor für Mathematik am Aegidius-Gymnasium in Nürnberg.

DOPPELMAYR veröffentlichte zahlreiche naturwissenschaftliche Werke, insbesondere über astronomische Themen und neue Experimente zur Elektrizität. Bleibenden Wert hat sein Werk *Historische Nachricht von den Nürnbergischen Mathematicis und Künstlern, ...*, das er 1730 publizierte.

Er war Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina Halle sowie der Akademien von Berlin und St. Petersburg und der Royal Society in London.

DOPPELMAYR verstarb an den Folgen eines elektrischen Stromschlags.

Literaturhinweis: M. CANTOR [45], M. DIEFENBACHER; R. ENDRES [51], C. C. GILLISPIE [66], J. C. POGGENDORFF [89]



Abb. 117: JOHANN GABRIEL DOPPELMAYR

JACOB LEUPOLD (1674–1727)

Geboren am 22. Juli 1674 in Planitz bei Zwickau, gestorben am 12. Januar 1727 in Leipzig.

Erste Unterweisungen in der Tischler- und Drechslerarbeit erhielt LEUPOLD von seinem Vater. Mathematik studierte er bei ERHARD WIEGEL in Jena und MARTIN KNORR (?–1699) in Wittenberg.

Ab Sommer 1696 war LEUPOLD in Leipzig, wo er sich als Mathematicus und Mechanicus weiter ausbildete und wohl ab 1699 als selbstständiger Instrumentenmacher auftrat. Berühmt wurde er vor allen Dingen durch den Bau von zahlreichen Luftpumpen und zugehörigen Geräten.

Sein Lehrwerk *Theatrum machinarum* erschien zwischen 1724 und 1728. Von den geplanten etwa zwanzig Bänden erschienen zehn, die letzten nach seinem Tode. Es war insbesondere für Künstler, Handwerker und verwandte Berufsstände gedacht und zeichnet sich durch eine klare und verständliche Sprache aus.

LEUPOLD war Mitglied der Preußischen und Sächsischen Akademie der Wissenschaften.

Er gehört zu den großen Persönlichkeiten der Technikgeschichte.

Literaturhinweis: J. C. POGGENDORFF [89], U. TROITZSCH [97]



Abb. 118: JACOB LEUPOLD

M. LANGLOIS (18. JAHRHUNDERT)

LANGLOIS war königlicher Instrumentenbauer in Paris. Bedeutungsvoll ist er in diesem Zusammenhang durch die Besprechung seiner Verfeinerung des Pantographen in den Berichten der Académie Royale des Sciences zu Paris von 1747. Eigene Werke über den Pantographen oder andere mathematische Instrumente sind nicht bekannt, obwohl in [16] explizit auf eine dementsprechende Broschüre von LANGLOIS verwiesen wird (vgl. Abschnitt 3.6).

Die Berliner Akademie der Wissenschaften besitzt einen von LANGLOIS konstruierten Quadranten, der ihr 1745 durch PIERRE L. M. DE MAUPERTIUS (Präsident der Akademie von 1746–1759) geschenkt wurde.

Literaturhinweis: M. LANGLOIS [16]

JACQUES OZANAM (1640–1717)

Geboren 1640 in Boulogneux bei Villars en Bresse, gestorben am 3. April 1717 in Paris.

Bereits während seines Theologiestudiums, das er nach dem Tod des Vaters abbrach, wandte er sich mathematischen Problemen zu. (Im Alter von 15 Jahren schrieb er seine erste mathematische Abhandlung.) Seine Beschäftigung mit Mathematik blieb zeitlebens autodidaktisch. Er betätigte sich privatim als Mathematiklehrer, zunächst in Lyon, später in Paris, und verfasste zahlreiche, insbesondere auch außerhalb Frankreichs stark beachtete mathematische Werke, darunter insbesondere *Table des sinus, tangentes, et sécantes* (Lyon 1670), *Dictionnaire mathématique* (Paris 1691), *Cours de mathématiques* (Paris 1793, 1712 ins Englische übersetzt), *Les six livres de l'Arithmétique de Diophante augmentés et réduits à la spécieuse* (Paris 1694 ; hierfür wurde er mit dem LEIBNITZ-Preis der Akademie der Wissenschaften ausgezeichnet), *Récréations mathématiques et physiques* (Paris 1694; mit wiederholten Nachauflagen bis weit ins 19. Jahrhundert in Frankreich und England), *Nouveaux Éléments d'Algèbre* (Amsterdam 1702), *La Géographie et Cosmographie* (Paris 1711).

1701 wurde er zum Mitglied der französischen Akademie der Wissenschaften gewählt.

Literaturhinweis: M. FOLKERTS E. A. [58], B. DE FONTENELLE [59], J. C. POGGENDORFF [89]

NILS MARELIUS (1717-1791)

Geboren im Oktober 1717, gestorben am 25. Oktober 1791 in Stockholm.

MARELIUS nahm 1729 ein Studium der Mathematik an der Universität Uppsala auf. Von 1734 an war er als Landvermesser und Kartograph tätig und wurde schließlich zum Königlich-schwedischen Provinzialkartograph für die Gebiete Vättern und Vänern ernannt. 1769 wurde er zum Mitglied der Schwedischen Königlischen Akademie der Wissenschaften berufen.

Von seinen Veröffentlichungen sind insbesondere die Schrift *Pa ett nytt Parallelogram, att Copiera ritningar* (Über ein neues Parallelogramm zum Kopieren von Zeichnungen) (1756), in dem er, unter Bezugnahme auf das 1630 von SCHEINER erfundene Parallelogramm, so MARELIUS, einen *Prallelogram-Transporter* beschreibt und erklärt, sowie auch seine Abhandlung *Om bukiga kärles rymdmätning* (Über die Hohlräumrechnung bauchiger Gefäße) (1776) bis heute bekannt.

Literaturhinweis: Uppsala universitet – Biografier [108]

JACOB VON DOEHREN (1746–1800)

Geboren 1746 in Hamburg, gestorben am 11. Januar 1800 in Hamburg.

J. VON DOEHREN arbeitete im Kontor von VOGHT und SIEVEKING in Hamburg und ging später als Agent nach Hessen-Kassel oder war (nach anderen Quellen) Fürstlicher Hessen-Casseler Agent in Hamburg.

Er ist der Erfinder der *Beau-Magie-Kunst*, mit deren Hilfe Schattenrissbilder ohne Ausschneiden hergestellt werden können.

J. VON DOEHREN ist auch als plattdeutscher Dichter hervorgetreten.

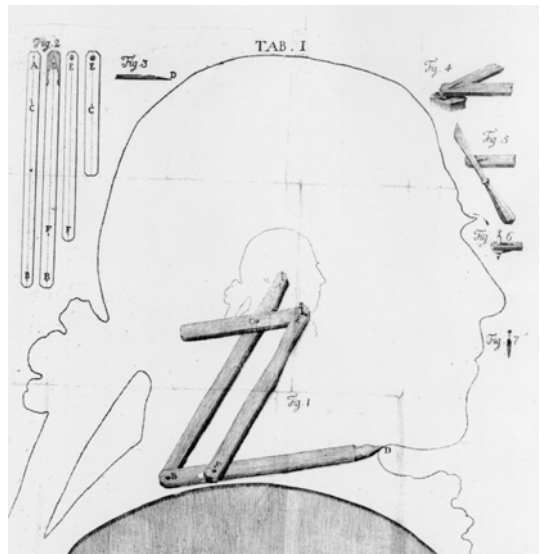


Abb. 119: JACOB VON DOEHREN, Schattenriss

Literaturhinweis: J. G. MEUSEL [85], U. THIEM [96]

JOHANN CHRISTOPH VOIGTLÄNDER (1732–1797)

Geboren 1732 in Leipzig, gestorben am 27. Juni 1797 in Wien.

VOIGTLÄNDER ließ sich 1755 als Mechaniker in Wien nieder, wo der Staatskanzler Fürst KAUNITZ ihm 1763 ein *Kommerzien-Schutzdekret* für die Anfertigung mathematischer Instrumente verschaffte. 1756 gründete VOIGTLÄNDER die 1. Feinmechanisch-Optische Werkstätte in Wien. Er baute eine große Anzahl verschiedener Maschinen und Apparate. So erfand er beispielsweise eine Schraubenschneidmaschine, eine Maschine für *Linear-* und eine andere für *Cirkulartheilung*.

Neben der Schrift über den Pantographen hat J. CHR. VOIGTLÄNDER 1790 in Wien eine *Anweisung, die Nivellier-Waage mit einem Perspektiv richtig und genau zu rektificiren* herausgegeben.

Literaturhinweis: Allgemeine Deutsche Biographie [40], J. C. POGGENDORFF [89]

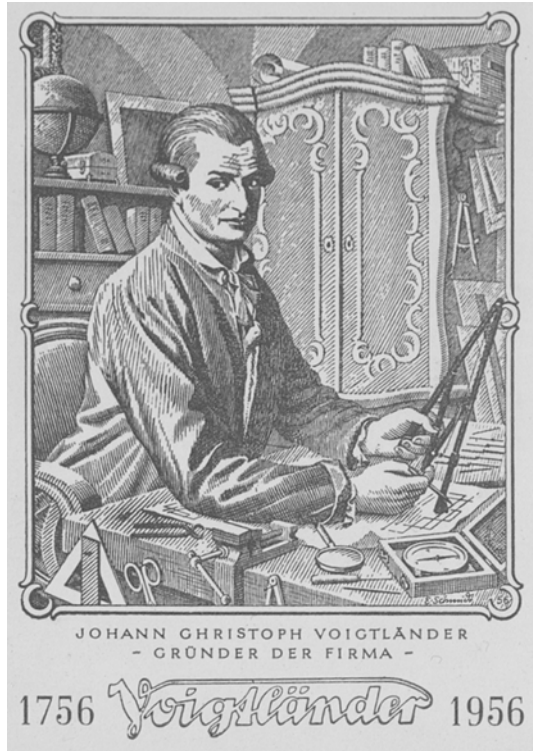


Abb. 120: JOHANN CHRISTOPH VOIGTLÄNDER

JOHANN LAURENTIUS JULIUS VON GERSTENBERGCK (1749–1813)

Der Name wird auch häufig ohne c geschrieben.

Geboren am 30. Mai 1749 in Buttstedt bei Weimar, gestorben am 5. September 1813 in Jena.

J. L. J. VON GERSTENBERGCK studierte in Jena, wurde dort Magister, 1801 außerordentlicher Professor der Philosophie und später auch der Mathematik.

Seine erste veröffentlichte Schrift ist die über den Pantographen [22], die 1787 in Jena erschien. In den folgenden Jahren beschäftigte er sich mit Feuerspritzen, mathematisch-topologischer Zeichnungslehre und praktischer Messkunst.

Literaturhinweis: Deutscher Biographischer Index [49],
J. C. POGGENDORFF [89]

GEORG ADAMS (1750–1795)

Geboren 1750, gestorben am 14. August 1795.

Sein Vater, GEORG ADAMS sen. (1720–1786), stellte wissenschaftliche Instrumente aller Art her, deren Qualität europaweit anerkannt war.

GEORG ADAMS jun. führte die Firma seines Vaters nach dessen Tod erfolgreich weiter und wurde, wie schon sein Vater, *Mathematical Instrument Maker in Order to His Majesty*. Außerdem wurde er 1789 *Optician to the Prince of Wales*.

Obwohl ADAMS jun. bereits im Alter von 45 Jahren verstarb, hat er zahlreiche wissenschaftliche Abhandlungen hinterlassen. Außer dem oben gewürdigten Werk über mathematische Instrumente kam 1784 ein Buch über Magnetismus und Elektrizität heraus, das fünf Auflagen erlebte, und dessen deutsche Übersetzung bereits ein Jahr später in Leipzig erschien. 1789 publizierte er sein *Essay on Vision* und 1794 die fünfbandigen *Lectures on natural and experimental philosophy*. Von diesen beiden Werken kamen bald nach ihrem Erscheinen ebenfalls deutsche Übersetzungen heraus.

Literaturhinweis: P. DAMEROW; W. LEFÈVRE [48],
Deutscher Biographischer Index [49]

WILLIAM WALLACE (1768–1843)

Geboren am 23. September 1768 in Dysart (Schottland), gestorben am 28. April 1843 in Edinburgh.

WALLACE arbeitete zunächst in einer Druckerei und in einer Buchhandlung.

Er eignete sich Mathematik als Autodidakt an, war dann Lehrer der Mathematik an der Akademie in Perth und später am Royal Military College zu Great Marlow. Von 1819 bis 1838 war WALLACE Professor für Mathematik an der Universität Edinburgh.

WALLACE veröffentlichte zahlreiche Schriften zur Geometrie und Astronomie. Er ist der Verfasser von zwei diesbezüglichen Monographien.

Außer dem Eidographen erfand er einen Elliptographen sowie einen Choro-graphen.

WALLACE war Mitglied der Royal Society of Edinburgh.

Literaturhinweis: J. S. MCKAY [83], J. C. POGGENDORFF [89]



Abb. 121: WILLIAM WALLACE

FRIEDRICH HARTNER (1811–1877)

Geboren am 30. November 1811 in Wien, gestorben am 5. Oktober 1877 in Wien.

HARTNER studierte nach Beendigung der Realschule an der technischen Abteilung des Polytechnischen Institutes Wien, hörte aber auch Mathematikvorlesungen an der dortigen Universität. Am Polytechnischen Institut war er von 1833 bis 1837 Assistent der höheren Mathematik. Nach zwischenzeitlicher Tätigkeit bei der Österreichischen Sparkasse und der Nationalbank bekam er 1845 eine Stelle am Johanneum in Graz, wo er bis 1851 die höhere Mathematik, praktische Geometrie und das Situationszeichnen vertrat. Im Herbst 1851 wurde HARTNER nach Wien an das Polytechnische Institut berufen. Zunächst als Professor für praktische Geometrie, dann für höhere Mathematik und ab 1866 erneut für praktische Geometrie.

Das wissenschaftliche Verdienst HARTNERS liegt vor allem auf dem Gebiet der Geodäsie. Durch die Herausgabe seines weit verbreiteten Handbuches der niederen Geodäsie [25] hat er sich einen bleibenden Platz in der Geschichte dieses Gebietes erworben.

HARTNER war Ritter des kaiserlichen Österreichischen Franz-Joseph Ordens und Mitglied mehrerer wissenschaftlicher Vereine.

Literaturhinweis: N. OTTOWITZ [87]

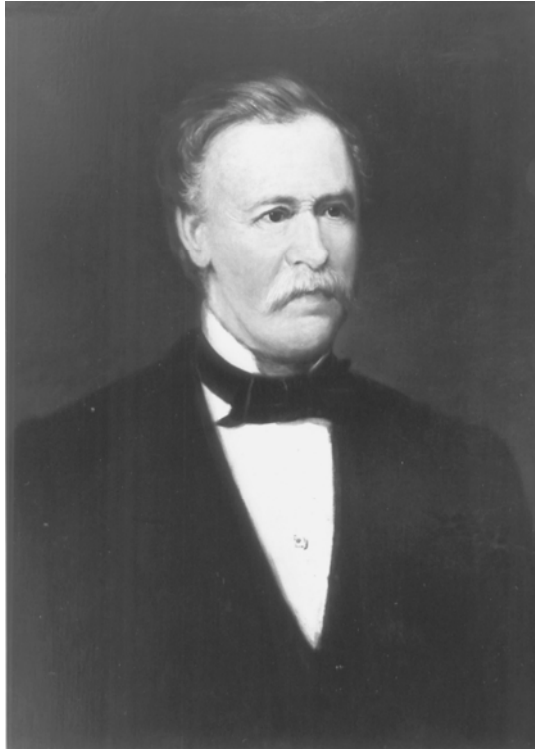


Abb. 122: FRIEDRICH HARTNER

DIONYS KUEN (1773–1852)

Nach eigenen Worten war *er ein der schönen Künste Beflissener und Buchdrucker*, genauer gesagt war er Mundartdichter, Lithograph, Maler und Besitzer einer als Verlag noch heute bestehenden Druckerei.

Neben dem hier vorgestellten Büchlein über den Pantographen schrieb er einige weitere Sachbücher über Schreibunterricht, Druckkunst und Zeichnungsperspektive. Er war zeitweise der Herausgeber von zwei lokalen Wochenzeitungen.



Abb. 123: DIONYS KUEN, Selbstporträt

Literaturhinweis: M. FLAD [57]

GEORG CHRISTIAN KONRAD HUNAEUS (1803–1882)

Geboren am 24. März 1803 in Goslar, gestorben am 29. März 1882 in Hannover.

HUNAEUS (HUNÄUS) studierte nach dem Besuch der Bergschule in Clausthal an der Universität Göttingen. Ausgebildet zum Markscheider, mit gründlichen Kenntnissen in Geologie, Bergbau und Mathematik war er anschließend als Markscheider, dann als Lehrer bzw. Oberlehrer für Mathematik und Naturwissenschaften tätig. Ab 1843 war er als Dozent der Darstellenden Geometrie und der Geognosie an der Höheren Gewerbeschule, der späteren Technischen Hochschule, in Hannover tätig, wo er 1857 zum Professor berufen wurde.



Abb. 124: GEORG CHRISTIAN KONRAD HUNAEUS

Herausragend in der wissenschaftlichen Tätigkeit von HUNAEUS sind sowohl seine im 19. Jahrhundert viel beachteten und genutzten Werke zur Instrumentenkunde und praktischen Geometrie, darunter insbesondere die weit verbreitete Monographie [27], in der sich auch die Darlegungen zum Pantographen finden, als auch die unter seiner Leitung im Auftrag der hannoverschen Regierung durchgeführten planmäßige Erkundung des Landes nach nutzbaren Mineralien. Auf seine Veranlassung und unter seiner wissenschaftlichen Betreuung wurde in den Jahren 1858/1859 in Wietze (Lüneburger Heide) eine der ersten Erdölbohrungen der Welt niedergebracht.

In Würdigung seiner zahlreichen Verdienste wurde HUNAEUS 1869 u. a. zum Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina Halle gewählt und 1880 zum Geheimen Regierungsrat ernannt.

Literaturhinweis: W. RÜHL [90, 91], A. WERNER [99]

JOHANN HEINRICH KRONAUER (1822–1873)

Geboren 1822 in Brugg im Aargau, gestorben am 22. Dezember 1873 in Hottlingen-Zürich.

Nach Absolvierung der Stadtschulen in Winterthur ging KRONAUER 1840 nach Paris, wo er in einem Ingenieurbüro arbeitete und nebenbei Vorlesungen in Geometrie, Mechanik und Maschinenbau besuchte. 1842 nach Winterthur zurückgekehrt, wurde er zum Lehrer für technisches Zeichnen und darstellende Geometrie an der dortigen Gewerbeschule, später auch an der höheren Stadtschule ernannt. 1855 wurde KRONAUER Professor für darstellende und praktische Geometrie sowie für technisches Zeichnen an der oberen Industrieschule (Cantonschule) in Zürich; 1856 wurde ihm zusätzlich der Lehrstuhl für mechanische Technologie am Polytechnikum Zürich übertragen.

KRONAUER publizierte mehrere Werke über geometrisches Zeichnen und darstellende Geometrie zu Unterrichtszwecken. Von 1856 bis 1870 redigierte er gemeinsam mit ALEXANDER POMPEJUS BOLLEY (1812–1870) die *Schweizerische polytechnische Zeitschrift*, die sich eines sehr guten Rufes erfreute.

Literaturhinweis: Adressverzeichnis [81], J. C. POGGENDORFF [89]



Abb. 125: JOHANN HEINRICH KRONAUER

FRANCIS GALTON (1822–1911)

Geboren am 16. Februar 1822 in Sparkbrook (England), gestorben am 17. Januar 1911 in Haslemere, Surry (England).

FRANCIS GALTON studierte Mathematik und Medizin in Cambridge.

Für seine Berichte über Forschungsreisen in Asien und Afrika wurde er mit der Goldmedaille der Königlich-Geographischen Gesellschaft ausgezeichnet. Es schlossen sich Arbeiten auf den Gebieten von Meteorologie, Anthropometrie und physischen Anthropologie an. Bemerkenswert sind insbesondere seine Ergebnisse zur menschlichen Intelligenz. Gemeinsam mit seinem Vetter CHARLES DARWIN (1809–1882) arbeitete er an den Grundlagen der Vererbungslehre.

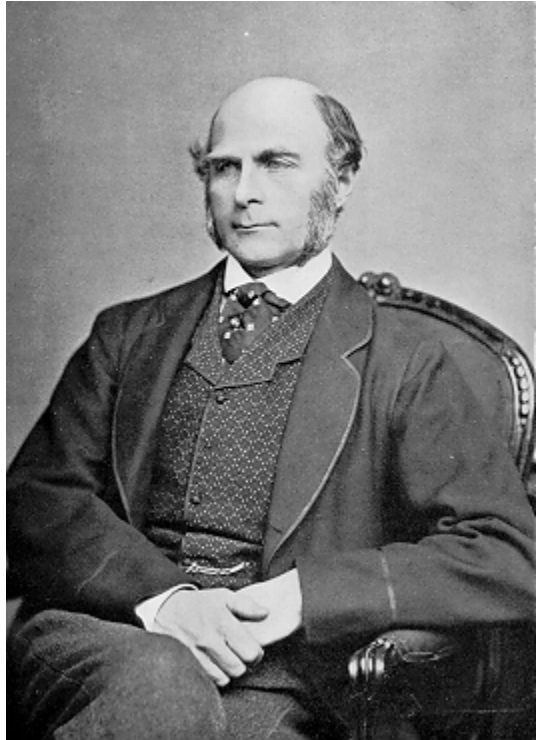


Abb. 126: FRANCIS GALTON

Der Schwerpunkt seiner mathematischen Leistungen liegt auf dem Gebiet der mathematischen Statistik, initiiert durch die Auseinandersetzung mit umfangreichen Datenbeständen unterschiedlichster Provenienz. Insbesondere seine Untersuchungen zur Regression sowie zur Überlagerung mehrerer Normalverteilungen stellen einen wichtigen, bleibenden Beitrag zur Statistik dar.

GALTON beschäftigte sich mit verschiedenen mathematischen Instrumenten. Am bekanntesten ist das von ihm entwickelte *Brett zur Illustration des Fallgesetzes*. Aber auch ein *Apparat zum Auftragen von Curven, deren Ordinaten gegebene Functionen zweier anderer Curven sind* (1871).

Literaturhinweis: D. W. FORREST [59], F. GALTON [64]

GOTTLIEB CORADI (1847–1929)

Geboren am 13. April 1847 in Zürich und dort gestorben am 2. März 1929.

Nach dem Besuch der Dorfschule und anschließendem Privatunterricht absolvierte er eine fünfjährige Lehre als Präzisionsmechaniker beim Züricher Mechaniker JOSEF GOLDSCHMID. Autodidaktisch bildete er sich in Mathematik und Mechanik weiter. 1874 trat CORADI als Teilhaber in die von A. OTT ein Jahr zuvor in Kempten gegründete Feinmechanik-Firma ein, die fortan unter dem Firmennamen Ott & Coradi agierte. 1880 gründete er seinen eigenen feinmechanischen Betrieb in Zürich, der weltbekannt wurde und als selbständige Firma bis 1958 bestand.

CORADI war ein herausragender Erfinder und Mechaniker seiner Zeit. In Zusammenarbeit mit zahlreichen Gelehrten aus aller Welt entstanden viele neuartige Geräte, deren rationelle Konstruktionen, Zuverlässigkeit und Genauigkeit seinen Ruf als Instrumentenbauer begründeten. So entwickelte und baute er

Integraphen nach den Ideen von BR. ABDANK-ABAKANOWICZ (1852–1907), Harmonische Analysatoren nach O. HENRICI (London), Integratoren nach H. S. HELE SHAW (Liverpool), Parablographen nach PAYNE (Melbourne), Affinographen nach C. O. MAILLOUX (New York) u. a. Während diese Spezialgeräte oft nur in kleiner Stückzahl entstanden, wurden standardmäßig gebaute Pantographen, Planimeter und Koordinatographen in großen Stückzahlen produziert. Einige dieser Instrumente beschrieb er in seinen Veröffentlichungen.

Literaturhinweis: Jubiläumsschrift [47], M. GROßMANN [69]



Abb. 127: GOTTLIEB CORADI

JAMES JOSEPH SYLVESTER (1814–1897)

Geboren am 3. September 1814 in London, gestorben am 15. März 1897 in London.

JAMES JOSEPH SYLVESTER studierte zunächst Mathematik am St. John's College in Cambridge, wo ihm aber als Nichtangehörigem der anglikanischen Kirche der Abschluss verweigert wurde. 1838 folgte dann ein Physikstudium an der Universität von London.

SYLVESTER hatte einen Lehrstuhl für Mathematik an verschiedenen Universitäten inne (1841 Universität von Virginia, 1854 Military Academy of Woolwich, 1877 Hopkins-Universität). 1883 wurde er auf den Lehrstuhl für Geometrie der Universität Oxford berufen, wo er bis zu seiner Emeritierung 1892 tätig war.

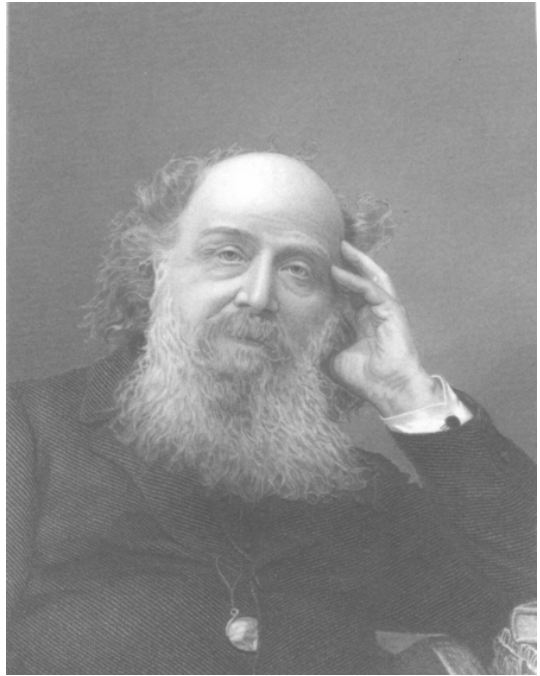


Abb. 128: JAMES JOSEPH SYLVESTER

Der Schwerpunkt seiner mathematischen Arbeiten liegt im Bereich der Algebra. Insbesondere nutzte er die Matrizen­theorie für die Untersuchung von Problemstellungen der höherdimensionalen Geometrie.

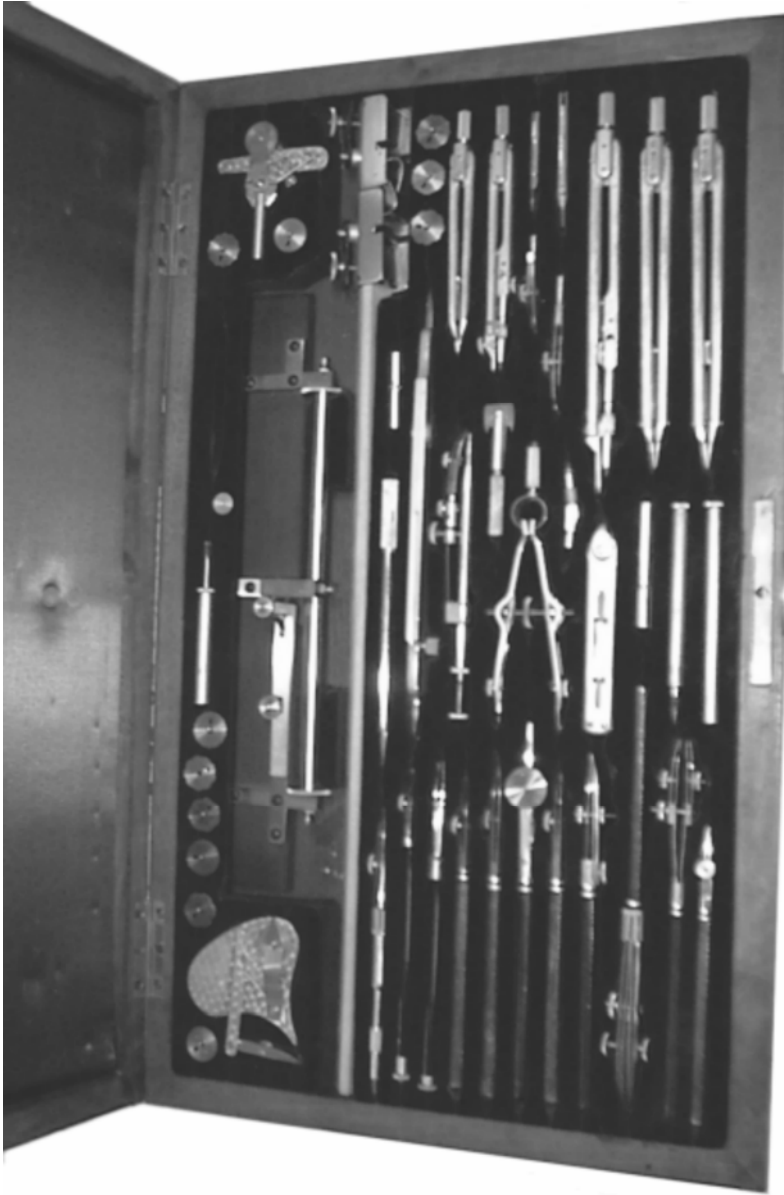
Wie seine Artikel [32] und [33] aus dem Jahr 1875 sowie seine Überlegungen zu weiteren Gelenkmechanismen (insbesondere zu sog. Isoklinostaten, womit er seine Gelenkmechanismen zur Winkelvervielfachung bezeichnet) zeigen, beschäftigte er sich auch eingehend mit geometrischen Problemen und deren praktischer Umsetzung in geeigneten Instrumenten.

J. J. SYLVESTER war 1866–68 in der Nachfolge von DE MORGAN der 2. Präsident der London Mathematical Society. 1878 gründete er das American Journal of Mathematics, das erste mathematische Journal in den USA.

Literaturhinweis: A. CAYLEY [46], G. B. HALSTED [73]

Anhang I

Der Anhang enthält, in der Reihenfolge des Haupttextes, ergänzende bzw. vollständige Abbildungen ausgewählter Zeichengeräte, Kupferstiche und Veröffentlichungen zum Pantographen. Die Einordnung der Abbildungen sowie die jeweilige Quelle ergibt sich aus der beigefügten Beschriftung.

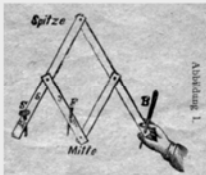


Instrumententeil eines Zirkelkastens aus dem Sammlungsbestand des Fachbereiches Mathematik und Informatik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Firma Richter, Präzisionsgeräte, Chemnitz, um 1900



ERKLÄRUNG DES PANTOGRAPHEN

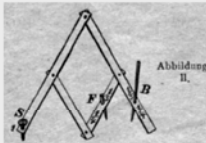
Zeichen-Erklärung: S = Schraube (Befestigungs-), F = Führstift, B = Bleistift.



Bei jedem Zeichnen wird der äußere linke Schenkel mit beigefügter Schraube und Klötzchen im untersten Loch stets eingeschraubt. (Bei Apparaten Nr. 1 nur mit beigefügtem Messingnagel befestigt.) Der Führstift wird im untersten Loch in der Mitte angeschraubt, und der Bleistift verbleibt im äußeren rechten Schenkel in Loch 0. Hier wird der Apparat auch bei jedem Zeichnen geführt. (siehe Abb. I.) Die Vorlage wird in der Mitte befestigt, das Zeichenpapier rechts davon. (Siehe große Abbildung.) Beim zeichnen achtet man nur auf den Führstift, daß dieser genau über die Vorlage läuft, während dann der Bleistift die **Vergrößerung** zeichnet.

Will man nun mehrmals vergrößern, z. B. $2\frac{1}{2}$ mal, so wird Schraube und Führstift gleichmäßig weiter hinauf in Loch Nr. $2\frac{1}{2}$ gesteckt (siehe Abb. I.) usw. Legt man den Apparat um, das heißt, die untere Seite nach oben, so befinden sich an der rechten Seite die Bruchzahlen $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{5}$ usw. (Abb. II zeigt $\frac{1}{5}$ vergrößern). Auf der linken Seite befinden sich (von Apparat Nr. 5 an) die Zwischenmasse (Abb. II a zeigt $2\frac{3}{4}$ malige Vergrößerung).

Will man eine Vorlage **verkleinern**, so wechseln Führstift mit Bleistift sowie Vorlage und Papier. Soll die gleiche Größe von einer Vorlage hergestellt werden, so wird der Apparat in der Mitte angeschraubt. Der Bleistift wird im äußeren linken Schenkel (Loch 1) befestigt, und der Führstift kommt im äußeren rechten Schenkel ebenfalls in Loch Nr. 1. Der linke äußere Schenkel wird etwas beschwert, während der rechte äußere Schenkel wie **bei jedem Zeichnen geführt wird**.

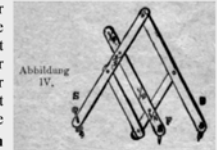


Erklärung für die Apparate Nr. 7 und 8.

Vorstehend Erklärungen gelten auch für diese Apparate. Werden bei diesen Apparaten da an den Seiten befindlichen Löcher benutzt, so wird die dadurch entstehende Zeichnung etwas gedrückt wiedergegeben; jedoch ist die Handhabung genau dieselbe wie bei den Mittellochern. Bei den Apparaten Nr. 7 und 8 wird der beigefügte Faden soweit angezogen, daß der Apparat wagerecht liegt, also die Spitze vom Apparat frei schwebt; dann wird derselbe an der langen Schraube befestigt (siehe große Abbildung).

Erklärung für die Apparate Nr. 9, 10, 11 und 12.

Diesen Apparaten ist ein einzelner Stab beigegeben, welcher es möglich macht, daß man eine Zeichnung bis 10 mal und mehr **vergrößern** oder **verkleinern** kann. Abb. III zeigt 4-malige Vergrößerung; der beigegebene Stab ist in 4 befestigt. Schraube, Führungsstift bleiben stets in Loch I, der Bleistift in Loch 0, dasselbe gilt bei dem **Verkleinern**, nur daß dann der Bleistift mit dem Führungsstift wechseln. der Träger bei diesen Apparaten (siehe Abb. III) wird soweit angezogen, daß die Spitze des Apparates frei schwebt, dann wird derselbe mit beigefügtem Messingnagel an der langen Schraube befestigt. Die an den Seiten befindlichen Löcher dienen demselben Zweck, wie bei den Apparaten Nr. 7 und 8; werden diese benutzt, dann ist „neuer Träger“ und der einzelne Stab vom Apparat zu entfernen. Legt man nach Entfernung des Trägers des Apparats um, so kann man $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ usw. **vergrößern** oder **verkleinern**; je nachdem der lose Stab eingeschraubt wird. Abb. IV zeigt den Apparat $\frac{1}{4}$ vergrößern, wenn Führungsstift mit Bleistift wechseln, $\frac{1}{2}$ verkleinernd usw. Der Apparat Nr. 12 hat zwei lose Stäbe. Beim Zeichnen mit diesem Apparat wird **stets ein Stab** benutzt, mit Ausnahme der Seitenlöcher.

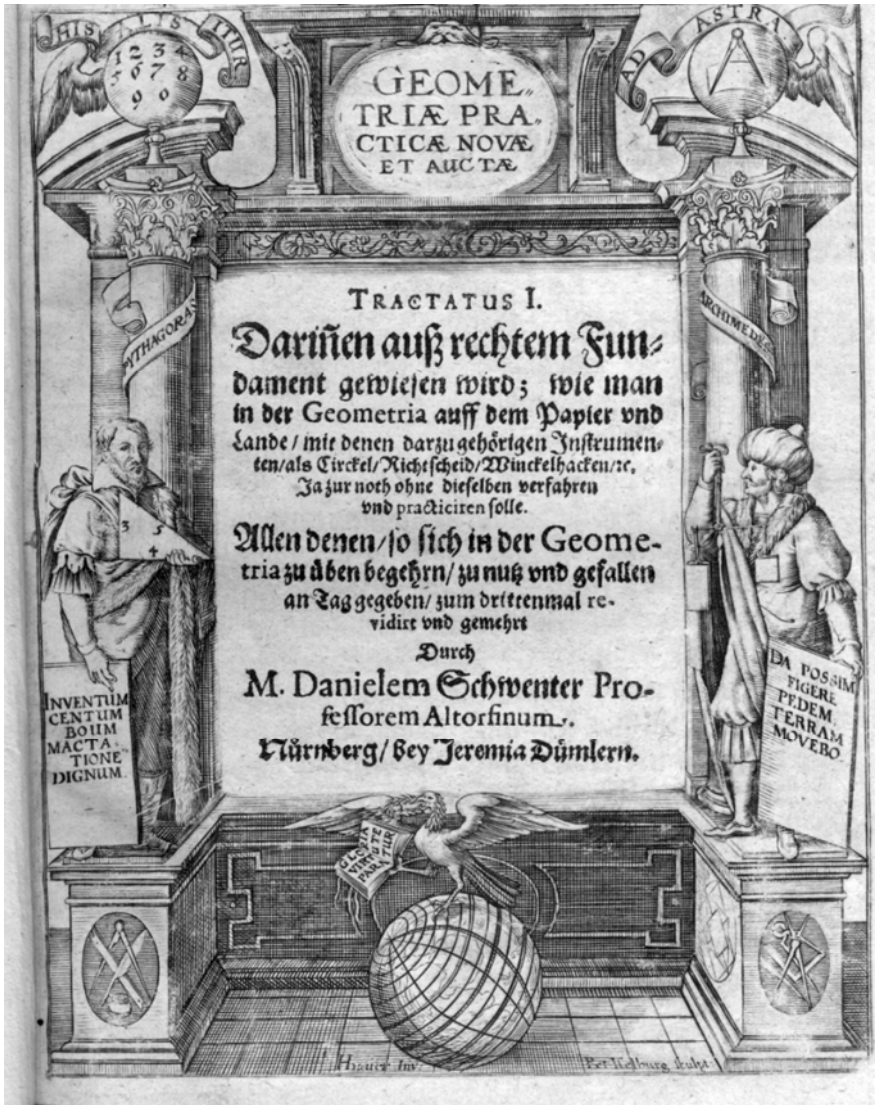


BEMERKUNG: Die Vorlage, sowie Papier, Leinwand usw. worauf gezeichnet werden soll, muss auf einer glatten Fläche, wie Reissbrett, Pappdeckel usw. befestigt sein; die Befestigungsschraube, Führungsstift und Bleistift müssen ganz fest sitzen, damit die Genauigkeit beim Zeichnen nicht verloren geht. Das beigegebene Klötzchen dient als Unterlage an der Stelle, wo der Apparat befestigt werden soll. Jeder Apparat arbeitet von der Vorlage nur so gross, als die Spannweite des betreffenden Apparates beträgt.

Erläuterung zu einem hölzernen Pantographen (ca. 1895) aus dem Sammlungsbestand des Fachbereiches Mathematik und Informatik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



BENJAMIN BRAMER, Kupferstich 1615, Bibliothek der Franckeschen Stiftungen zu Halle, Sign. B 596, auch in [1]



Titelblatt der Ausgabe von 1623–1627 des Buches *Geometriae practicae novae et auctae* von D. SCHWENTER [3]



DANIEL SCHWENTER, Kupferstich, Bibliothek der Franckeschen Stiftungen zu Halle, Sign. B 4804

Text unter dem Kupferstich: Zwölf Sprachen redte ich doch spricht mir jetzt das Grab
 Auch nur in einer mich dir zu eröffnen ab.

ILLVSTRISS. ATQ. EXCELLENTISS. DÑO,
D. PAVLO SABELLO
ALBANI PRINCIPI,

Aurei Velleris Equiti, Sac. Cæs. Maieſtatis
 in Vrbe Oratori, Aureæ Clauis Came-
 rario, Conſiliarioq. Secreto, &c.
 Dño ſuo Clementiſſimo, &c.



Chriſtophorus Scheiner Societatis Ieſu Felicitatem :



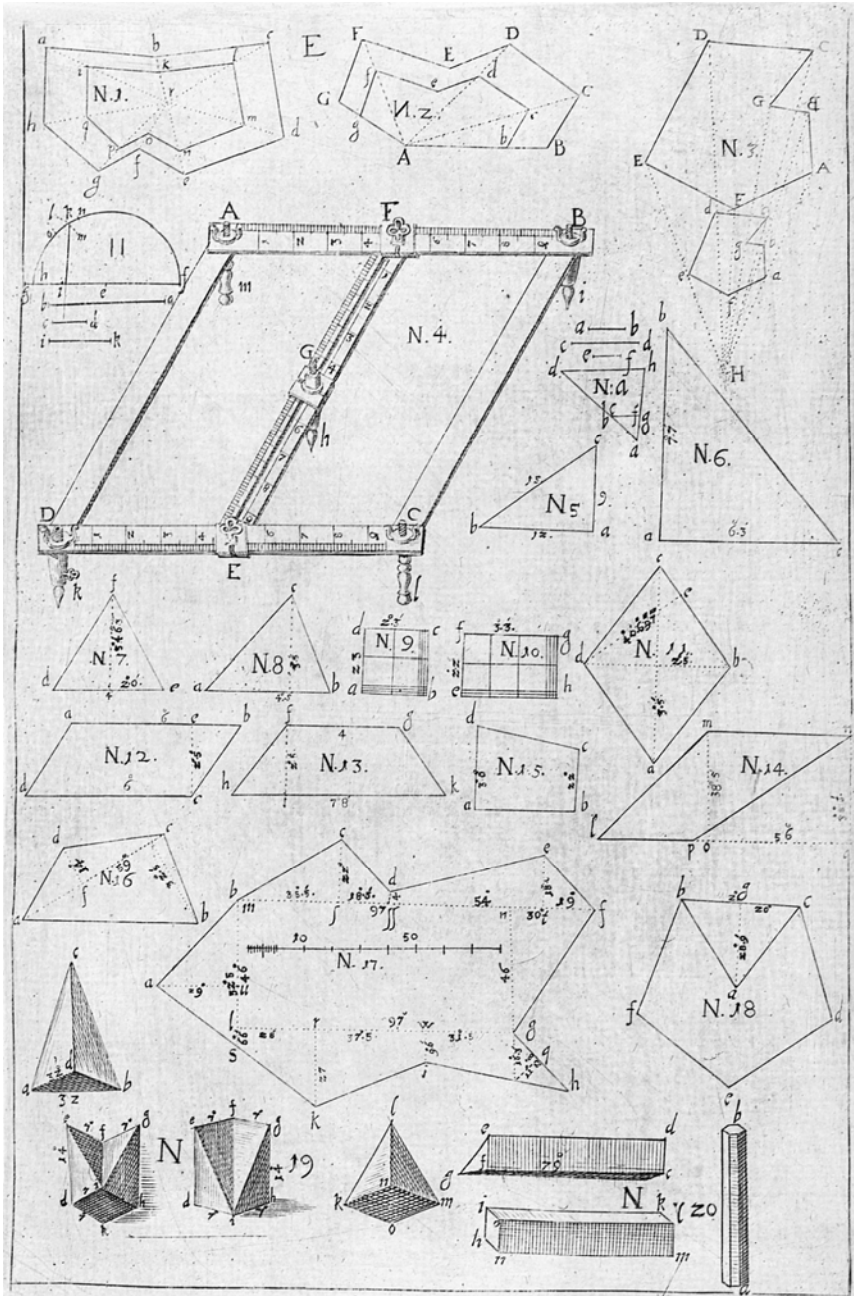
PICTOREM ago in hoc meo Libello, Optime Princeps, id propter in ipſo limine, te non tam ſcribendo quam pingendo alloquor : ita namq. quod doceo ago, & quod agere intendo, haud difficulter aſſequor . Opulculo quippe paruo epiſtolam breuem, ſimilem & conuenientem prætexo : Te tamen nihilo ſecius Familiamq. tuam encomijs paucis ampliffime exornare inſiſto . Hoc non poteram ſcribendo pauca ; potui vero pingendo non multa, idque Thymantis inſtar, qui plura ſemper ſignificauit quam penicillo expreſſit . Itaq. Te, Maioresq. tuos ab Auentino atque Albæ vetuſtiſſimis Regibus oriundos, alijs in anguſta imagine contemplan- dos, quin & imitandos propono ; atque hoc eſt ſpecimen artis meæ, & compendium gloriæ veſtræ : laudatur maxime, qui in exemplum re- ſte agendorum producitur . Docet parua pictura, quod multæ ſcripturæ non dicunt . Nimirum,

Segnius irritant animos demiffa per aurem,

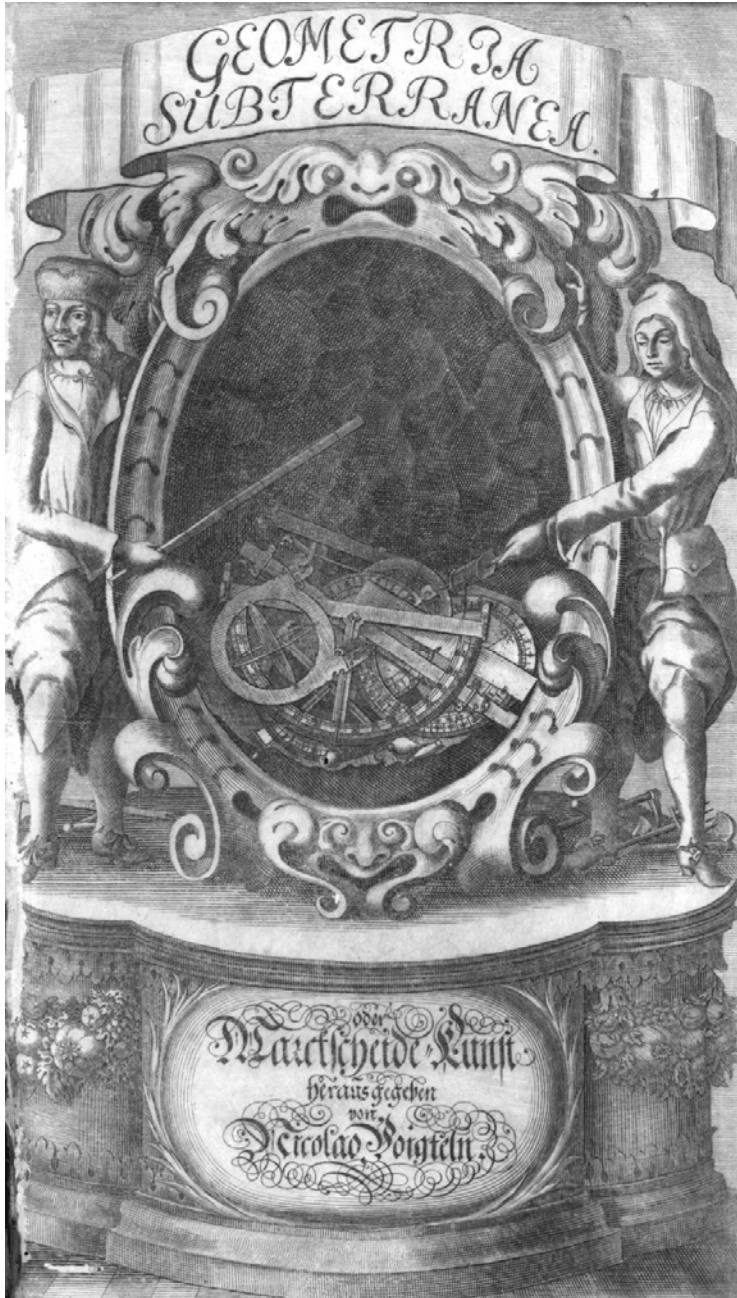
Quam qua ſunt oculis ſubiecta fidelibus ;

Hinc ſi à fronte Libellum intuearis, in vna pagella plus conſpicaberis,
 quap

Beginn der Einleitung: Widmung an den Fürſten PAUL SABELLI VON ALBANO aus dem Buch [5] von CHR. SCHEINER. Anhang II enthält weitere Ausschnitte aus dem SCHEINER- ſchen Werk ergänzt durch eine deutsche Übersetzung.



Kupfertafel des Werkes von W. SCHILDKNECHT [6]



Titelkupfer des Werkes von NICOLAS VOIGTEL [7]

GEOMETRIA SUBTERRANEA,
oder

Marckscheide = Kunst /

darinnen gelehret wird

Wie auff Bergwercken alle Klüfste und Gänge in Grund
und am Tag gebracht / auch solche von einander unterschieden
werden sollen:

so wohl
Was bey Durchschlägen in Ersparung Kosten / Bringung
Wetters und Besehung Wassers denen Zechen oder Gebäuden / mit zubeoachten;

Item/
Wie Streitigkeiten / so sich unter miteinander schnürenden
Gewercken offters zuereignen pflegen / dem Maaße
nach aus einander zusetzen /

Sambt noch andern in nachstfolgendem Indice enthaltenen
und zu dieser Kunst dienlichen Sachen /

Allen Bergwercks Liebenden

zum Unterricht und versicherlichen Nutzen
hervorgebracht

durch

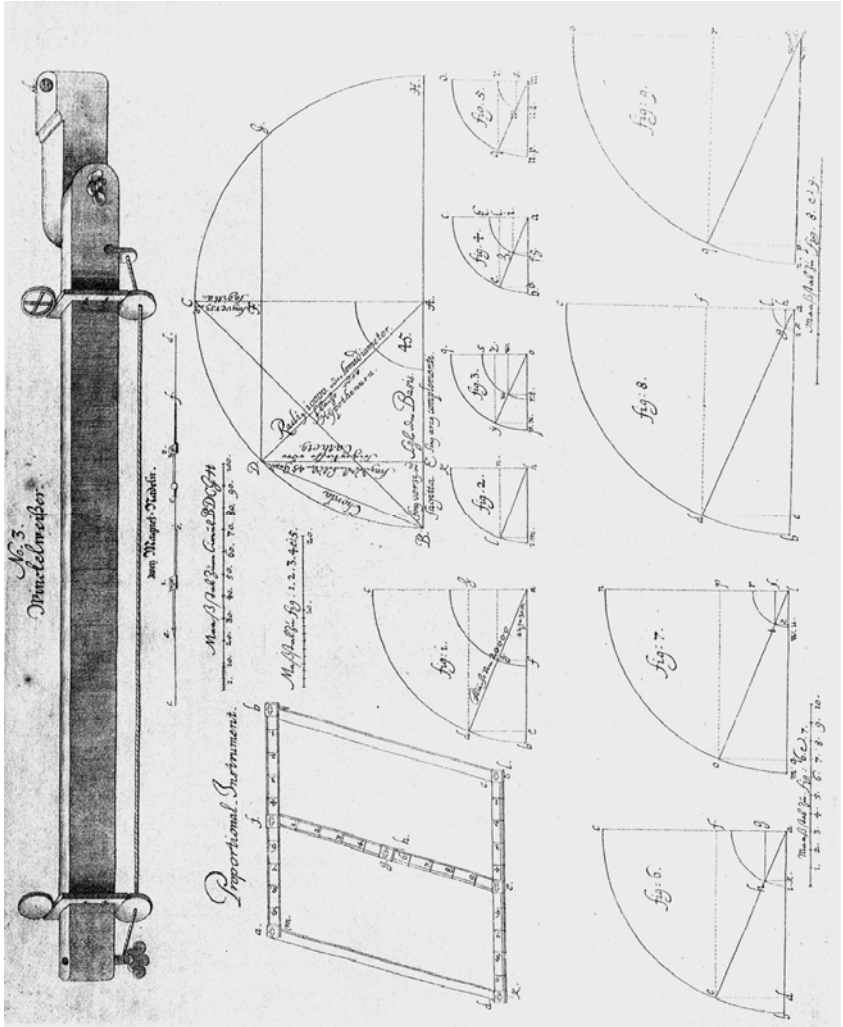
NICOLAUS Voigteln / h. t. Churfürstl. Sächs. und respective
Hoch-Gräffl. Mannsfeld. Zehendnern in der Graffschafft Manns-
feld / und Berg- Voigt in Thüringen / auch
Marckschadern / u.

Mit Churf. Sächs. Gnädigsten
PRIVILEGIO.

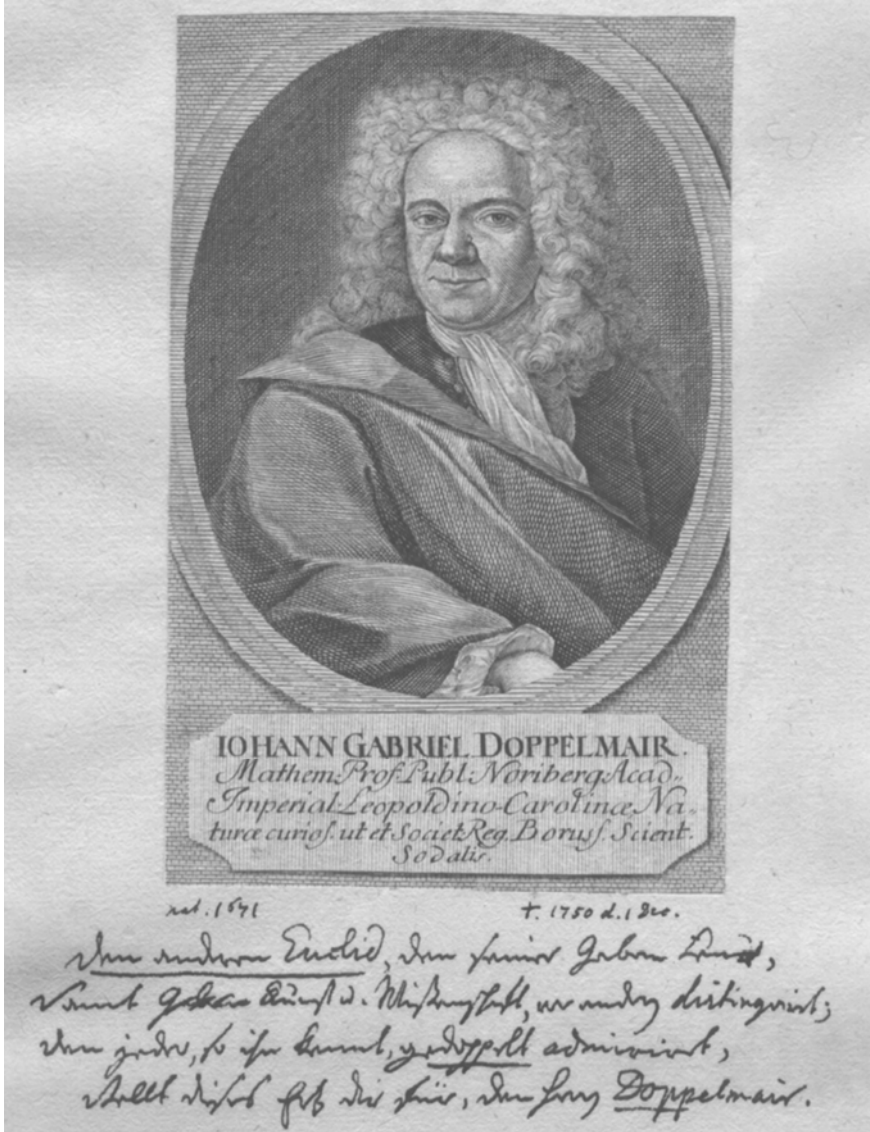
In Verlegung des Autoris selbstnen.

GESSEN /

Gedruckt durch Johann Dieckeln /
Anno 1686.



Kupfertafel des Werkes von N. VOIGTEL [7]



JOHANN GABRIEL DOPPELMAYR, Kupferstich, Bibliothek der Franckeschen Stiftungen zu Halle, Sign. B 1171

Text unter dem Kupferstich: Den andern Euclid, dem seiner Gaben Feur,
 Samt Kunst u. Wissenschaft, vor andern distinguiert;
 Den jeder, so ihn kennt, gedoppelt admirirt,
 Stellt dieses Ertz dir für, den Herren Doppelmayr.

Inhalts-Register der Bücher und Capitel *ic.*

Kurzer Inhalt
Der Bücher / Capitel und Sectionen / wel-
che in diesem Tractat begriffen sind.

Von denen gebräuchlichsten Instrumenten.
Erstes Buch.

- D**E finitiones oder Erklärungen der Kunst-*Wörter* / die man vorher
 notwendig wissen muß / so dieses Werck recht soll verstanden wer-
 den. Pag. 1
- I. Capitel. Von der Construction und Nutzen des Zirckels/ Linials/ Linien-
 Ziehers und der Reiß-Federn. 9
- II. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch des Winkelmaa-
 ses. 25
- III. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch des Transporteurs. 26

Von dem Proportional-Zirckul.
Zweytes Buch.

- I. Capitel. Von der Zubereitung des Proportional-Zirckuls. 29
- I. Section. Von der Linea partium æqualium, oder Linea Arithmetica. 31
- II. Section. Von der Linea Planorum, oder der Linea Arithmetica. 32
- III. Section. Von der Linea Polygonorum. 34
- IV. Section. Von der Linea Chordarum. 37
- V. Section. Von der Linea Solidorum. 39
- VI. Section. Von der Linea Metallica. 40
- VII. Section. Proben von den Theilungen der sechs Linien. 41
- II. Capitel. Von dem Nutzen des Proportional-Zirckuls. 46
- I. Section. Von dem Nutzen der Lineæ æqualium partium. Ibid.
- II. Section. Von dem Nutzen der Lineæ Planorum. 49
- III. Section. Von dem Nutzen der Lineæ Polygonorum. 53
- IV. Section. Von dem Nutzen der Lineæ Chordarum. 55
- V. Section. Von dem Nutzen der Lineæ Solidorum. 57
- VI. Section. Von der Zubereitung und dem Gebrauch nach verschiedener an-
 derer Arten der Visier-Ruthen. 64
- VII. Section. Von dem Nutzen der Lineæ Metallicæ. 67

Von verschiedenen anderen curieusen Instrumenten/
 welche daheim gebraucht werden.

Drittes Buch.

- I. Capitel. Von der Zubereitung u. dem Gebrauch verschiedener Zirckeln. 78
- II. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch verschiedener Machema-
 wischen Instrumenten. 88
- Don**

Inhalts-Register der Bücher und Capitel 2c.

Von den Instrumenten / welche auf dem Feld gebrauchet werden.

Vierdtes Buch.

- | | |
|--|-----|
| I. Capitel. Welches die Beschreibung und den Gebrauch der Stäbe / Mess-Schnüre / der Ruthen und Ketten in sich begreiffet. | 123 |
| II. Capitel. In welchem die Beschreibung und der Gebrauch des Creutz-Mäses (de l' Equerre d' Arpenteur) enthalten. | 137 |
| III. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch unterschiedlicher Winkel-Messer / (Recipiangles.) | 141 |
| IV. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch der Winkel-Scheibe / (de la Planchette.) | 144 |
| V. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch des Viertel-Circuls oder Quadrantens / und des Quadrati Geometrici. | 150 |
| VI. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch des Halb-Circuls. | 166 |
| VII. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch der Boussole, oder eines Compasses. | 175 |

Von unterschiedlichen Wasser-Waagen / wie auch Instrumenten / die zur Artillerie gehören.

Fünfftes Buch.

- | | |
|--|-----|
| I. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch verschiedener Wasser-Waagen. | 182 |
| II. Capitel. Von dem Gebrauch der obbemeldten Instrumenten zum Wasser-wägen / (pour niveler.) | 189 |
| III. Capitel. Von der Zubereitung und Nutzen einer Biserung oder Wasser-Eych / um die Wasser zu theilen. | 196 |
| IV. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch der Instrumenten / die zur Artillerie dienlich sind. | 198 |

Von den Instrumenten / die in der Astronomie dienen.

Sechstes Buch.

- | | |
|---|-----|
| I. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch des Astronomischen Quadrantens. | 208 |
| II. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch des Micrometri. | 223 |
| III. Capitel. Wie man die Stern observiren soll. | 233 |
| IV. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch einer Maschinen / welche die Finsternisse so wol der Sonnen als des Monds / die Monat und Monds-Jahre samt den Epacten zeigt. | 253 |

)) 3

Von

Inhalts-Register der Bücher und Capitel 2c.

Von der Zubereitung und dem Gebrauch der Instru- menten/ welche zur Schiffahrt dienen.

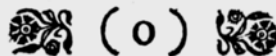
Siebendes Buch.

- | | |
|--|-----|
| I. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch des See-Compass. | 261 |
| II. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch der Instrumenten/ welche bey den Höhen der Stern zu observiren sind. | 268 |
| III. Capitel. Von der Construction des Reductions-Quadrantens und seinem Gebrauch. | 277 |
| IV. Capitel. Von der Zubereitung der reducirten Charten und ihrem Gebrauch. | 283 |

Von der Zubereitung und dem Gebrauch der Sonnen-Uhren.

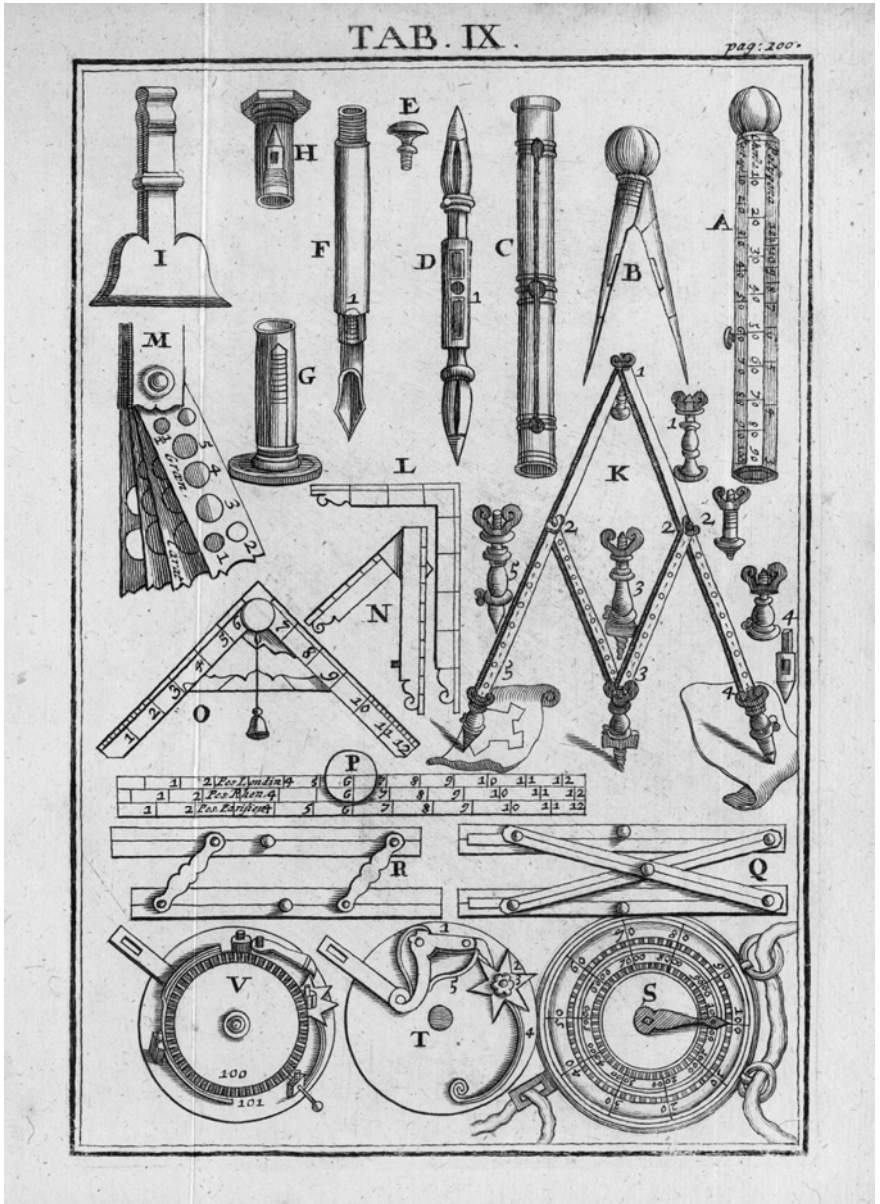
Achstes Buch.

- | | | |
|---|--|-----|
| Anmerkungen und Definitiones, die zu den Sonnen-Uhren gehören. | | 289 |
| I. Capitel. Von denen so wol regularen als irregularen Uhren/ die auf Flächen und Körpern von unterschiedlichen Figuren gezogen werden. | | 291 |
| II. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch eines Instruments/ womit man die Declination und Inclination der Flächen erforschen kan. | | 320 |
| III. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch der Instrumenten/ mit welchen man auf denen Sonnen-Uhren die Bögen der himmlischen Zeichen/ die Arcus diurnos, die Babylonische Stunden/ die Italiänische Stunden/ die Almucanthatar und die Mittag-Circul der vornehmsten Städte zu beschreiben vermag. | | 324 |
| IV. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch der Instrumenten/ mit welchen man die Uhren auf unterschiedlichen Flächen aufreissen kan. | | 338 |
| V. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch der beweglichen Sonnen-Uhren. | | 346 |
| VI. Capitel. Von der Zubereitung und dem Gebrauch der Mond- und Sonnen Uhren. | | 374 |
| VII. Capitel. Von der Zubereitung einer Wasser-Uhr. | | 379 |
| VIII. Capitel. Von der Zubereitung eines Zeigers/ um damit den Wind/ welcher wehet/ ohne dasi man aus seinem Zimmer gehet/ zu erforschen. | | 383 |
| Beschreibung der gebräuchlichsten Handwercks-Zeuge/ deren man sich bey der Zubereitung der Mathematischen Instrumenten bedienet. | | 385 |
| Kurze Erklärung der Kupffer-Tabellen. | | 392 |





Titelkupfer der deutschen Ausgabe des Werkes von N. BION [12]. Am unteren Bildrand ist ein Pantograph zu sehen.

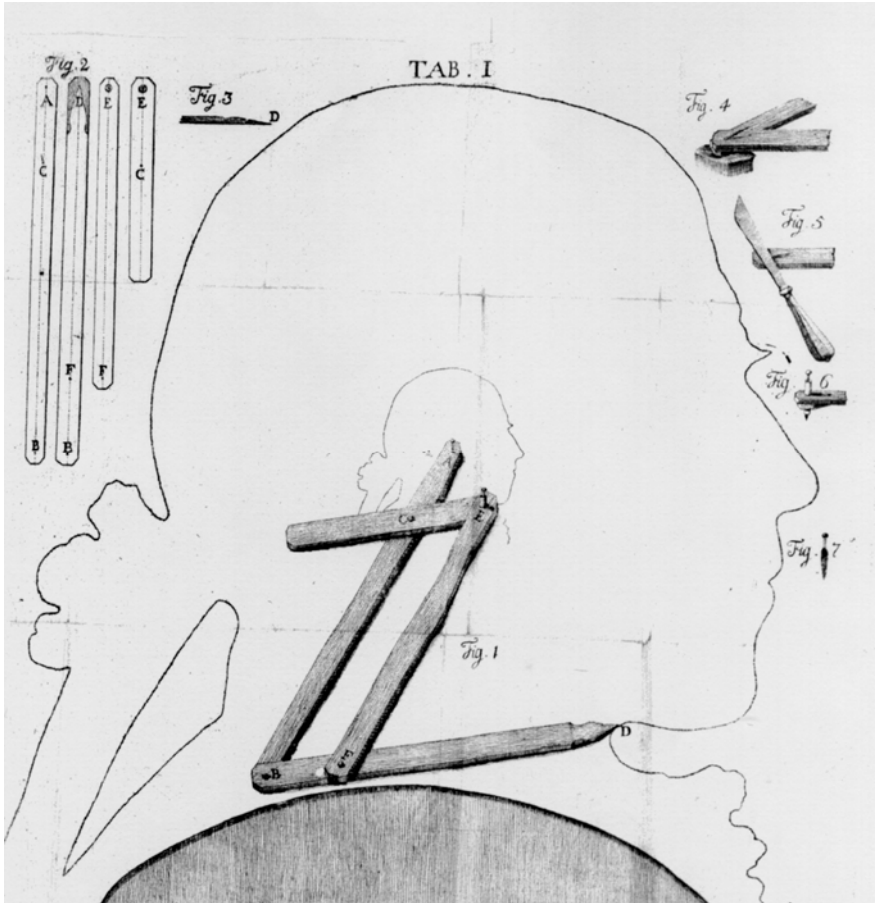


Kupfertafel IX der deutschen Ausgabe des Werkes von N. BION [12]



JACOB LEUPOLD, Kupferstich, Bibliothek der Franckeschen Stiftungen zu Halle,
Sign. B 2753

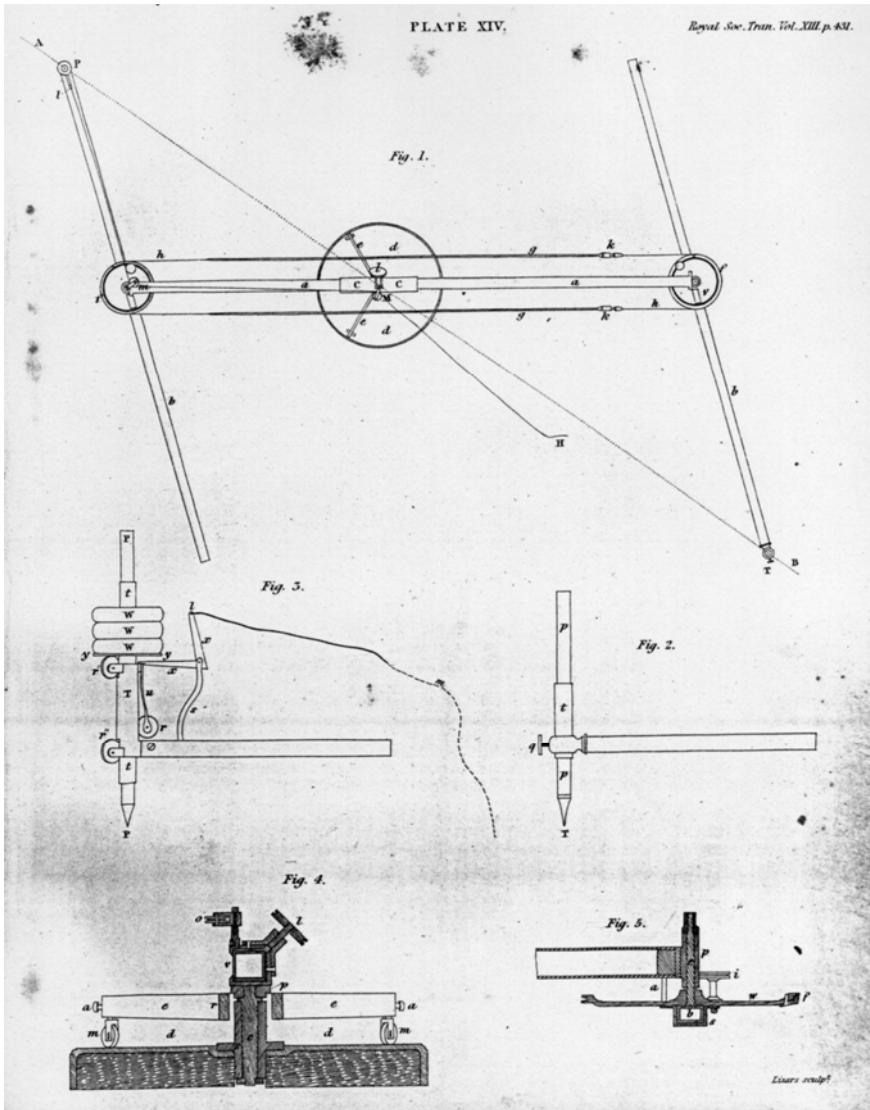
Text unter dem Kupferstich: Die Mäsen sahen jüngst des Leupolds Bildniß an;
Sie sprachen: bleiben wir, so gilt auch dieser Mann.



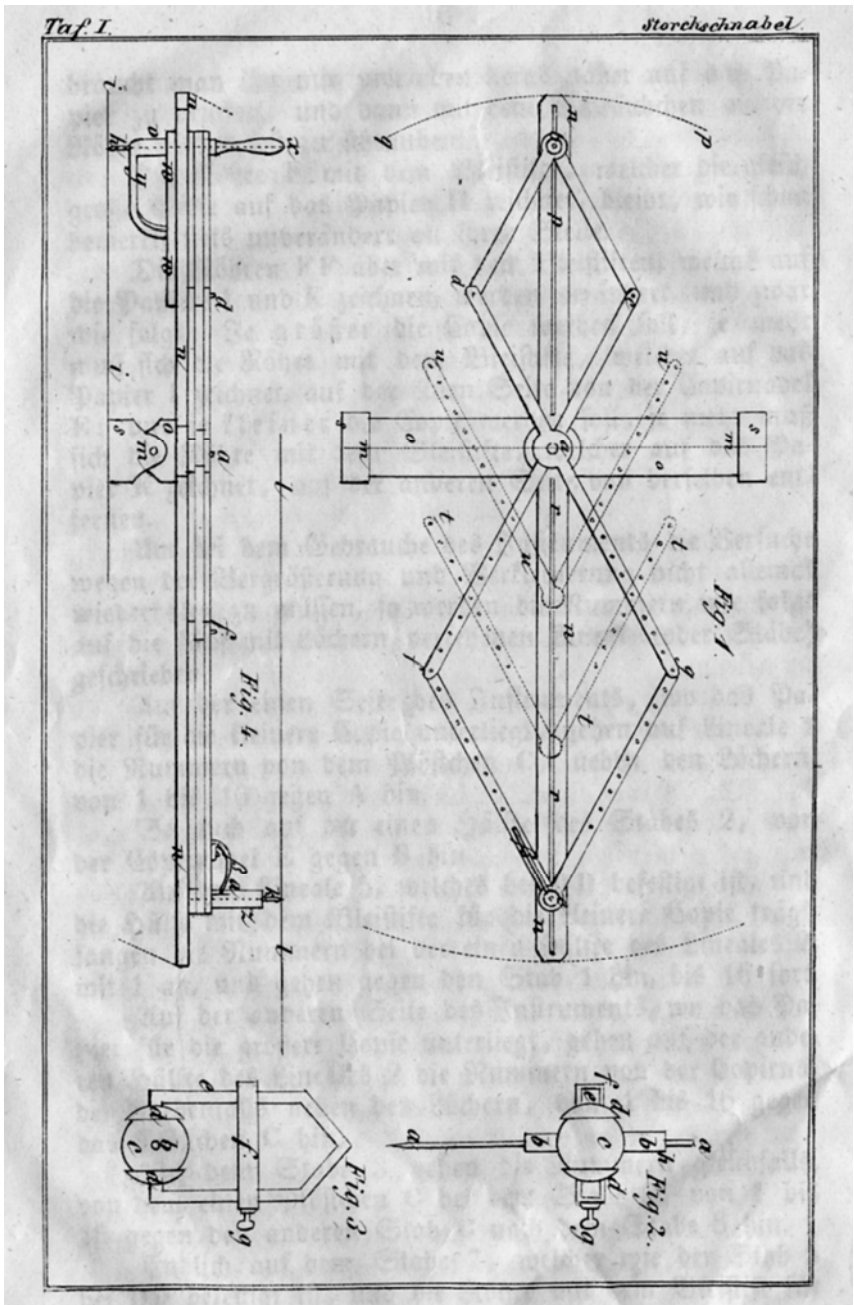
Kupfertafel aus dem Werk von J. VON DOEHREN [20] mit dem Schattenriss des Verfassers



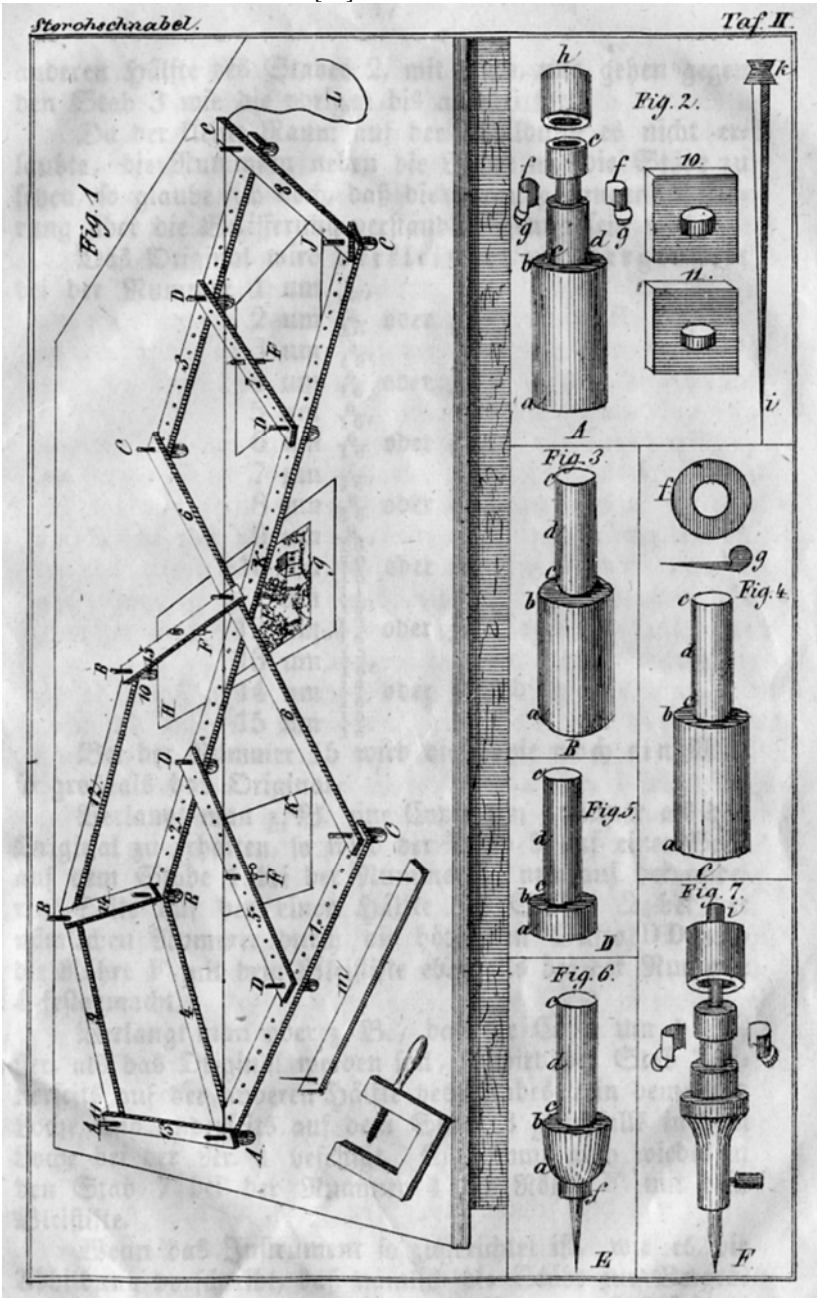
Postkarte mit Werbeaufdruck und Sonderstempel zum 200-jährigen Bestehen der feinmechanischen Firma VOIGTLÄNDER [109]



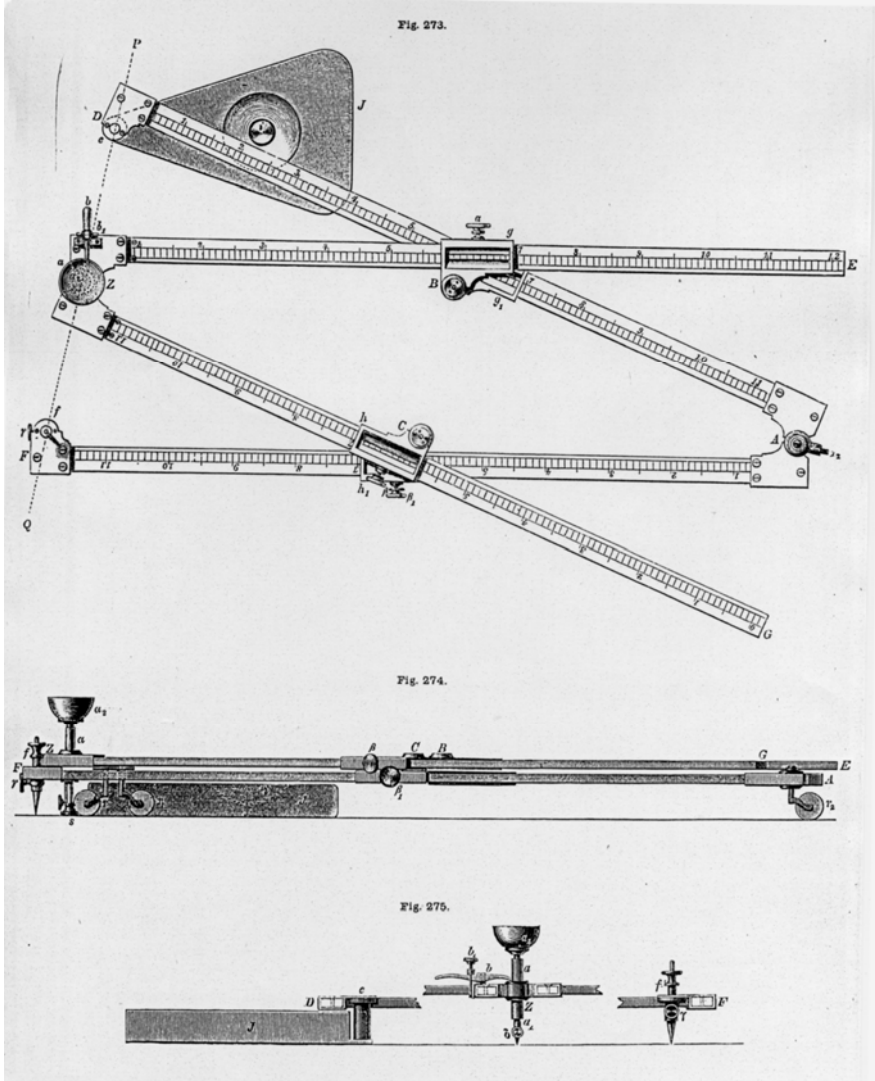
Tafel XIV zum Beitrag von W. WALLACE aus Band 13 (1836) der *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* [24]



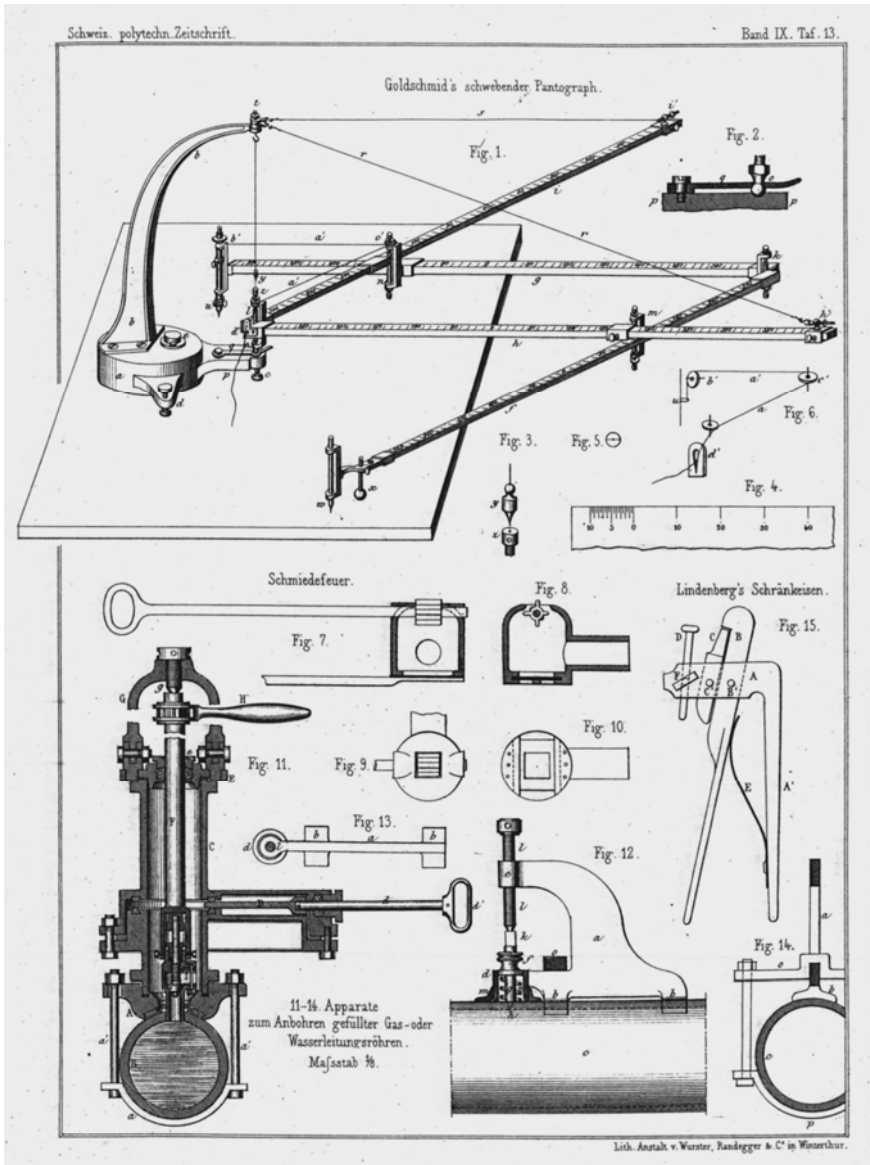
Tafel I des Werkes von D. KUEN [26]



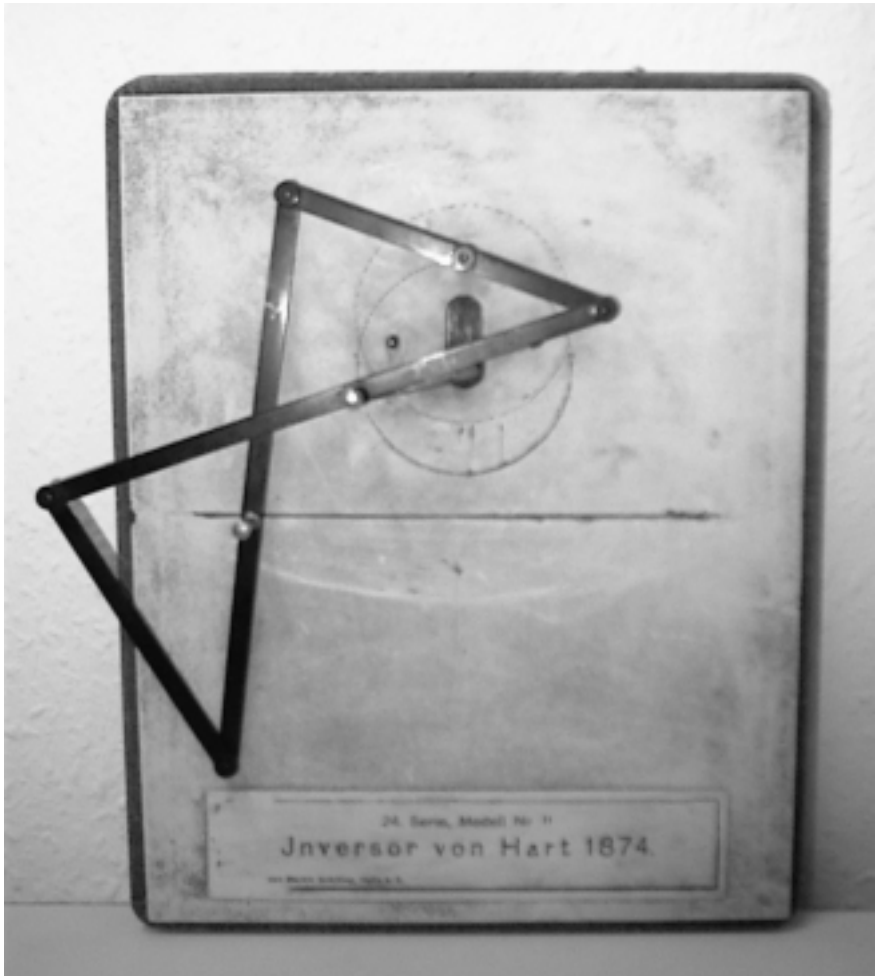
Tafel II des Werkes von D. KUEN [26]



Der ältere Pantograph aus dem Werk von G. CHR. K. HUNAEUS [27]



Tafel 13 des Artikels von J. H. KRONAUER [28] mit GOLDSCHMID's schwebendem Pantographen



Modell des Inversors von HART 1874 (Firma Schilling, 24. Serie, Modell-Nr. 11) aus dem Sammlungsbestand des Fachbereiches Mathematik und Informatik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



Zürich 1883

GRAND PRIX ST. LOUIS 1904
 GRAND PRIX PARIS 1900
 EHRENDIPLOM ZÜRICH 1894
 MÉDAILLE D'ARGENT PARIS 1886
 DIPLOM ZÜRICH 1883



Paris 1889

Mathematisch-mechanisches Institut

G. Coradi

Weinbergstr. 49 **Zürich IV** Weinbergstr. 49
 (Schweiz)

Gegründet 1880

Telegramm-Adresse: „Coradige“

KATALOG

über

freischwebende Präzisions-Pantographen,
 Affinographen,

Instrumente zur mechanischen Integration

Kompensationsplanimeter, Kugel- und Scheibenplanimeter, Integratoren,
 Integraphen und Kurvimeter, Harmonische Analysatoren

Koordinatographen

Detail-Koordinatographen und Koordinatometer
 Koordinatentransformator

Ausgabe 1910

Ohne Verbindlichkeit

Ausschnitte aus dem Katalog [38] über freischwebende Pantographen von G. CORADI, 1910 (S. 143–146 des vorliegenden Anhangs I)

A. Freischwebende Präzisionspantographen.

Jedem Pantographen wird eine Broschüre beigegeben, enthaltend Beschreibung
und Anleitung zum Gebrauch derselben.

(Beschrieben in „von Schlieben“, Handbuch der Vermessungskunst.

9. Auflage, v. W. Caville, Seite 468).

Brönnimann, Katastervermessung, Bern 1888.

Zeitschrift für Vermess.-W., V. Bd., Seite 93, VI. Bd., Seite 368 u. a. O.

Beste, genaueste und vorteilhafteste Hilfsmittel zur Ausführung von Reduktionen
und Vergrößerungen von Plänen und Karten; unübertroffene, stetig
vervollkommnete Konstruktion.

Vorzüge dieser Pantographen.

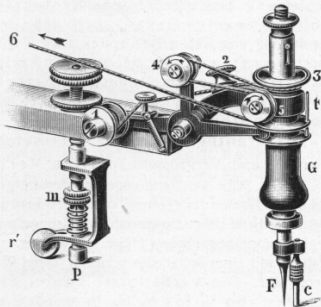
1. Infolge der rationellen Konstruktion und Herstellungsweise, und der äusserst exakten Ausführung sämtlicher Teile derselben, ist die Genauigkeit der Reduktion eine **fast absolute**, und übertrifft zumeist die Erwartungen der Besteller.

2. Die Handhabung und Aufstellung des Instruments ist äusserst einfach und bequem, die Führung ungemein leicht, so dass jeder Kontur wie beim Schreiben nachgefahren werden kann.

3. Mit keiner andern Konstruktion lassen sich Vergrößerungen so leicht und zuverlässig ausführen; da eine und dieselbe Stellung der Charniere zugleich zum Vergrössern und Verkleinern dient, so ist die Genauigkeit des Instruments für beide Verwendungsarten gleich gross. Die Fehler der Vergrößerung nehmen nur in dem Verhältnis zu, als sich die unvermeidlichen Einstellungsfehler vergrössern.

4. Die Teilung auf den Stäben der Instrumente I—III kann zur exakten Einstellung der verschiedensten Verhältnisse verwendet werden, da der Nullpunkt der Teilungen sich genau auf das Zentrum der Achsen bezieht.

5. Die Führung des Instruments sowie die Handhabung des **Auslösemechanismus** zum Heben und Senken der Zeichen- und Punktierstifte ist bequemer als bei irgend einer andern Konstruktion. Beides geschieht mittels des Griffs G (vergl. nebenstehende Abbildung) und erfordert nur die Anwendung der rechten Hand, so dass die linke Hand zur Entlastung des Oberkörpers frei bleibt. Die Bewegung des Auslösemechanismus ist der unwillkürlichen Bewegung angepasst, welche die Hand beim Beginn und Ende des Nachfahrens einer Linie machen will. Zieht man den Griff G nach unten, so geht auch der Zeichenstift auf der Planfläche herab — in welcher Stellung



er durch eine Drehung des Griffes G fixiert werden kann — wird der Griff G gehoben, so hebt sich auch der Zeichenstift und wird durch eine am Auslöshebel angebrachte Spiralfeder oben gehalten. Für die Benützung des Punktierstiftes kann durch Verschiebung ihres Aufhängepunktes diese Spiralfeder so verstärkt werden, dass sie imstande ist, die Spitze aus dem Papier zu ziehen und in der Höhe zu halten. Diese vor kurzer Zeit angebrachten Verbesserungen erleichtern das Arbeiten mit Pantographen ungemein und machen dasselbe weniger ermüdend.

6. Die Fahr-, Zeichen- und Punktierstifte sind bei allen diesen Pantographen so eingepasst, dass sie, ohne zu wackeln, durch ihr eigenes Gewicht fallen; dieselben sind schön glänzend poliert und vernickelt, so dass sie nicht rosten und leicht rein zu halten sind. Der Fahrstift ist oberhalb seiner Hülse mit einer Mutter und Federhülse versehen, mittelst welcher derselbe auf beliebige Höhe gestellt und auch direkt zum Punktieren beim Vergrössern verwendet werden kann. Diese Vorrichtung erleichtert das scharfe Einstellen auf bestimmte Punkte, während die unterhalb der Hülse am Fahrstift angebrachte kleine Stütze so gestellt werden kann, dass die Fahrstiftspitze knapp über dem Papier schwebt, wodurch ein sehr exaktes Nachfahren ermöglicht und das Original vor Beschädigung durch die Fahrstiftspitze geschützt wird. Ueber die Spitze des Punktierstiftes ist eine Hülse geschraubt, welche ein zu tiefes Eindringen der Spitze ins Papier verhindert, die Grösse der zu stechenden Punkte zu regulieren gestattet, und durch genügendes Herausrauben die Spitze schützt vor Beschädigungen während des Nichtgebrauchs. In die Zeichenstifte passen die Faber'schen Künstlerstifte.

7. Zur Aufstellung des Instruments kann jeder beliebige Tisch verwendet werden, wenn er nur genügend eben, und so gross ist, dass Gestell, Original und Kopie auf demselben Platz haben. Auch können Zeichnungen auf Gegenstände übertragen werden, die eine gewisse Höhe haben (z. B. Lithographiesteine); man braucht nur Gestell und Original entsprechend zu erhöhen.

Die genannten Vorzüge meiner Pantographen haben bewirkt, dass nach Bekanntwerden derselben das bisherige Vorurteil gegen die Verwendung der Pantographen (welches seinen Grund in der Ungenauigkeit und schwerfälligen Handhabung der älteren, auf Rollen gehenden Instrumente hatte) allmählich geschwunden ist, so dass bis heute über 2600 Stück derselben, meist der grössten Sorten, geliefert wurden.

Eine gedruckte Anleitung wird jedem Pantographen beigegeben.

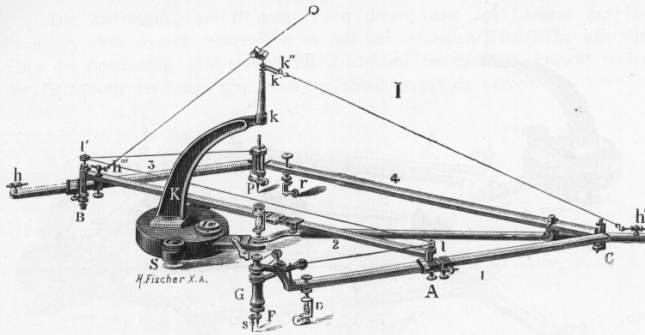
Die Pantographen mit 60 cm langen Stäben gestatten bei Stellung $\frac{1}{2}$ ein Quadrat von 50 cm Seite oder ein Rechteck von 40×60 cm mit dem Fahrstift zu umfahren, die mit 96 cm langen Stäben ein Quadrat von 80 cm Seite oder ein Rechteck von 160×70 cm. Für die Verhältnisse über $\frac{1}{2}$ bis $\frac{4}{5}$ wird die umfahrbare Fläche schmaler, für die Verhältnisse unter $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{200}$ wird dieselbe entsprechend grösser.

Jedem Techniker kann ich auf Grund meiner Erfahrungen die Anschaffung eines Präzisions-Pantographen bestens empfehlen, da sie mit vollkommener Genauigkeit arbeiten, und überall rückhaltlose Anerkennung von allen Behörden und Technikern gefunden haben, die solche Instrumente von mir bezogen und mit denselben arbeiten.

Die Stäbe sämtlicher Pantographen werden vernickelt geliefert, da solche gegen Oxydation geschützt und deshalb den Messingstäben vorzuziehen sind.

I. Pantograph (siehe nebenstehende Abbildung I) zum Kopieren, Verkleinern und Vergrössern in allen Verhältnissen.

Die Stäbe aus hartgezogenen, vierkantigen Messingröhren, welche in Millimeter geteilt sind, mit Nonien für 0,1 mm an den Hülsen und Mikrometerbewegung, Charniere zwischen Spitze gehend. Sehr bequeme Auslösung mittels einer die Fahrstiftspitze zentrisch umschliessenden beweglichen Hülse, an welcher zugleich geführt wird. Die Laufrolle am Fahrstift ist mit einer Spiralfeder versehen, deren Wirkung sich durch eine Schraubenmutter regulieren lässt. Die Verhältnisse von $\frac{2}{3}$ bis $\frac{1}{200}$ werden mit Pol am Ende, diejenigen von $\frac{2}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ werden mit Pol in der Mitte eingestellt. Zu diesem Zweck können Pol und Zeichenstift in ihren Hülsen vertauscht werden. Der unter-



No. 1—4 des Katalogs.

stützungsbedürftige Teil des Instrumentes ist an einem diagonalen, unterhalb des Instruments befindlichen Tragrohr aufgehängt; letzteres stützt sich gegen einen im Gestell eingeschraubten Stahlzylinder, in dessen Zentrum das Kugellager des Pols eingelassen ist, so dass der Zug des Aufhängedrahtes keine Zwängung im Pol-Charnier bewirkt. Am Gestell zwei Schrauben und Dosenlibelle zur Vertikalstellung der Drehachse des Instruments; eine kleine Setzlibelle zur Horizontalstellung der Stäbe, ein Fahrstift, zwei Punktierstifte, ein Zeichenstift, sämtlich vernickelt zum Schutz gegen Oxydation. Eleganter Kasten von Hartholz, poliert, mit gutem Schloss und Handgriff.

No.

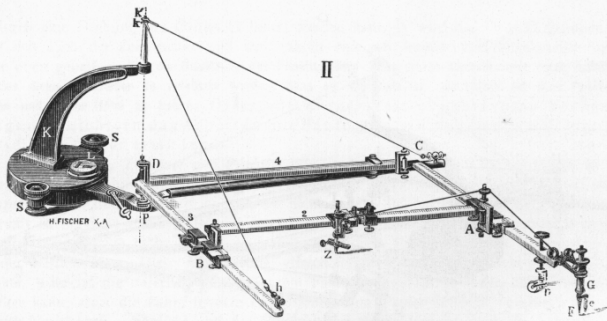
Preise:

1. Länge der Stäbe 60 cm	Mk. 312	Fr. 390
2. " " " 72 "	" 328	" 410
3. " " " 84 "	" 344	" 430
4. " " " 96 "	" 360	" 450

No.

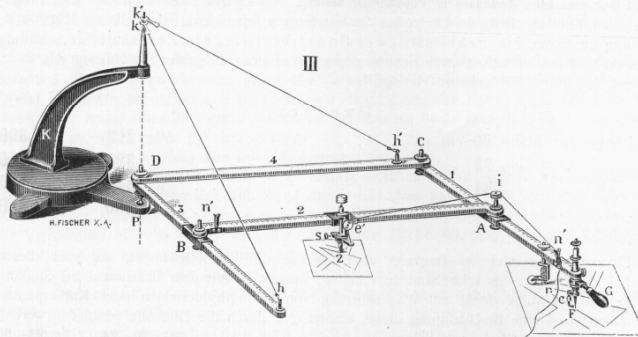
5. Ein weiteres vernickeltes Tragrohr, statt der Laufrolle am Zeichenstift, um auch diesen Teil des Instruments schwebend zu erhalten, wenn z. B. mit dem Instrument bei Stellung Pol in der Mitte direkt auf Wachsüberzug von Lithographiesteinen oder Kupferplatten radiert, und eine Beschädigung dieses Ueberzuges durch die Laufrolle vermieden werden soll, samt Tragrolle je nach Länge Mk. 20—24 Fr. 25—30
6. Ein eben solches Tragrohr, statt der Laufrolle am Fahrstift, um auch diesen freischwebend zu erhalten, wenn wertvollen Originalen (Oelgemälden, Photographien etc.) nachgefahren und jede Berührung derselben mit der Laufrolle vermieden werden soll! Nur für Instrumente von 60 cm Länge Mk. 20 Fr. 25

II. Wie I (s. umstehende Abbildung II), jedoch nur zum Verkleinern und Vergrößern in allen Verhältnissen von $\frac{1}{20}$ bis $\frac{4}{5}$, (nur mit Aufstellung Pol am Ende verwendbar). Alles übrige wie bei I; auch diese Sorte Pantographen wird jetzt mit einem Tragrohr ausgestattet, welches unter dem Stab 4 angebracht ist, und sich gegen den im Gestell befestigten Stahlzylinder stützt, so dass der Zug des Aufhängedrahtes keine Zwängung im Pol-Charnier bewirkt.



No.	No. 7—10 des Katalogs.			
7.	Länge der Stäbe	60 cm	Mk. 272	Fr. 340
8.	" " "	72 "	" 288	" 360
9.	" " "	84 "	" 304	" 380
10.	" " "	96 "	" 320	" 400

Ohne Mikrometerbewegung kosten I und II Mk. 24 Fr. 30 weniger.



No. 11—14 des Katalogs.

III. Pantograph (siehe Abbildung III) zum Verkleinern und Vergrössern in allen Verhältnissen von $\frac{1}{20}$ bis $\frac{4}{5}$. Die Stäbe aus vierkantigen hartgezogenen Messingröhren, welche in Millimeter geteilt sind. An den Hülsen versilberte Facetten zum Einstellen auf die Teilstriche. Charniere in gut eingepassten konischen Stahlaxen gehend. Einfache Auslösung; ohne Schrauben, ohne Libelle und ohne Riegel am Gestell. Je ein Fahr-, Punktier- und Zeichenstift, vernickelt. Stäbe vernickelt. Eleganter Kasten von Hartholz, poliert, mit gutem Schloss und Handgriff.

11.	Länge der Stäbe	60 cm	Mk. 160	Fr. 200
12.	" " "	72 "	" 176	" 220
13.	" " "	84 "	" 192	" 240
14.	" " "	96 "	" 208	" 260

Die Ott'schen Präzisions-Pantographen

sind die besten Instrumente zum Umzeichnen von Karten, Plänen, Kurvenscharen in verkleinertem, vergrößertem oder unverändertem Maßstab, zur Ausarbeitung von Stadtplänen, Rohrleitungsplänen, Schaufelplänen für Turbinenlaufräder usw. Sie sind überall auch da anwendbar, wo die photographischen und chemischen Reproduktionsverfahren versagen. Ihre Hauptvorteile sind größte Genauigkeit, keine Änderung der Strichstärke, beliebiges Weglassen oder Hervorheben einzelner Liniengruppen, bequemes Zusammentragen aus verschiedenen Maßstäben, saubere Kopien auch von farbigen oder vergilbten Plänen.

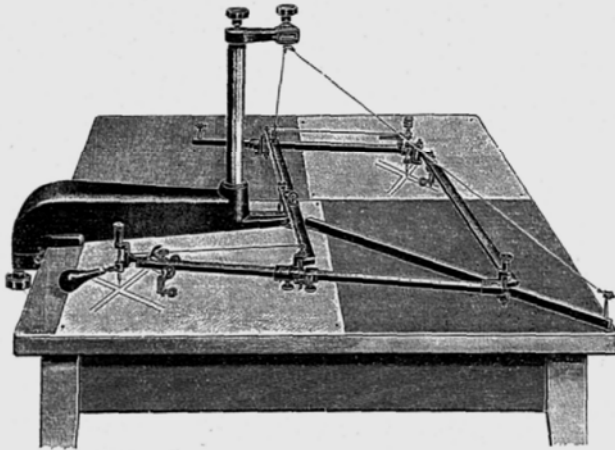


Abb. 2. Pantograph I mit Klemmfuß; Aufstellung „Pol in der Mitte“.

Die Übertragungsgenauigkeit ist eine fast absolute und übertrifft meist die Erwartungen der Besteller erheblich. Bei Einhaltung der nötigen Vorbedingungen betragen die Fehler bei den Typen I und III nach keiner Richtung hin mehr als 0,1—0,2 mm. Das entspricht einer Übertragungsgenauigkeit von 1 Fünftausendstel der Länge oder noch mehr.

Das Gestell mit Gewichtsfuß steht frei auf der Tischfläche. Bei großen Zeichenbogen oder starken Verjüngungen kommt es auf das Papier selbst zu stehen.

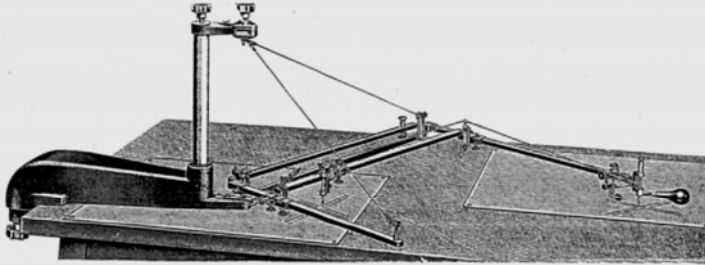


Abb. 4. Pantograph I mit Klemmfuß; Aufstellung „Pol am Ende“.

Das Gestell mit Klemmfuß besteht aus einem an den Tischrand anzuklemmenden kräftigen Arm, der 40 cm weit in den Tisch hineinragt und 5 mm hoch darüber schwebt, so daß das Zeichenblatt nach Belieben unter ihm verschoben werden kann. Es ist besonders vorteilhaft bei starken Verkleinerungen von $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{50}$. Der Arm trägt eine Stahlrohr-Säule, an welcher der Pantograph aufgehängt wird. Der Aufhängepunkt ist nach Lösen einer kräftigen Klemmschraube allseitig verschiebbar und kann mit Hilfe einer beigegebenen Vorrichtung mit Kreuzlibelle rasch über den unteren Stützpunkt des Pantographen zentriert werden. Weitere Angaben siehe Seite 11.

Die **Führung** des Instruments erfolgt durch einen mit der ganzen Hand zu umfassenden Holzgriff. Da der Handballen dabei auf der Zeichenfläche ruht, tritt nicht so leicht eine Ermüdung ein wie bei Konstruktionen, bei denen die Führung nur mit zwei Fingern erfolgt. Die kräftige Bauart des Fahrstiftträgers bietet volle Gewähr für die Dauerhaftigkeit der Justierung.

Die **Auslösevorrichtung** sitzt neben dem Fahrstift, wird aber unabhängig von diesem mit der linken Hand betätigt. Dadurch wird der bei Konstruktionen mit vereinigter Führung und Auslösung auftretende Übelstand vermieden, daß beim Niederdrücken der Auslösung eine kleine Verschiebung des Fahrstifts auftreten kann.

Die **Schäfte** des Pol-, Fahr- und Punktierstifts, der Fahrlupe, Reißfeder und Bleistifthülse sind rundgeschliffen, hochglanz poliert, stark vernickelt und bei genauester Gleitsitz-Passung gegenseitig austauschbar.

Liste 401

5

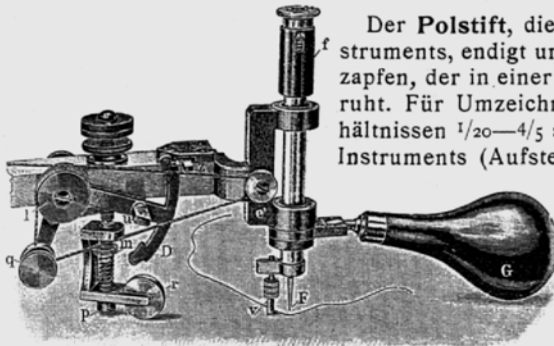


Abb. 5.

Pantograph I, Führungsriff, Fahrstift u. Auslösevorrichtung

Der **Polstift**, die Hauptachse des Instruments, endigt unten in einem Kugelzapfen, der in einer Pfanne des Gestells ruht. Für Umzeichnungen in den Verhältnissen $\frac{1}{20}$ — $\frac{4}{5}$ sitzt er am Ende des Instruments (Aufstellung mit „Pol am Ende“), für Umzeichnungen in den Verhältnissen $\frac{2}{3}$ — $\frac{1}{1}$ — $\frac{3}{2}$ hingegen in der Mitte (Aufstellung mit „Pol in der Mitte“ oder „Kopieraufstellung“).

Der **Fahrstift** trägt am oberen Ende eine Federhülse *f* (siehe Abb. 5), die ihn in der Schwebel hält und das Punktieren beim Vergrößern erlaubt. Eine unten aufsteckbare Stütze *v* verhindert bei welligen Plänen das Einreißen der Spitze in das Papier.

Die **Fahrlupe** ermöglicht ein besonders genaues Einstellen und Nachfahren des Originals und ist hauptsächlich beim Punktieren und beim Vergrößern vorteilhaft. An Stelle der Spitze hat sie eine auf der Zeichenfläche aufliegende Glasplatte mit kleiner Ringmarke.

Der **Punktierstift** besitzt eine scharfe Nadelspitze und über dieser eine Schraubhülse. Diese verhindert ein zu tiefes Eindringen der Spitze in das Papier und erlaubt eine genaue Regulierung der Stichgröße. — Die Punktierung ist sehr vorteilhaft bei allen Zeichnungen, die ein Zerlegen in Punkte und gerade Linien ermöglichen. Man überträgt dann mit dem Pantographen nur die Brechpunkte und zieht die Verbindungslinien mit dem Lineal. Ebenso werden Kurvenscharen am genauesten in der Weise umgezeichnet, daß man eine genügende Anzahl Punkte überträgt und diese mit dem Kurvenlineal verbindet. — Sollen Linienzüge in ihrer ganzen Länge übertragen werden, so kann das sowohl in Bleistift, als auch unmittelbar in Tusche geschehen.

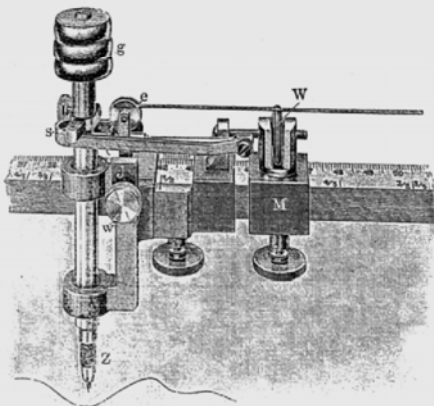
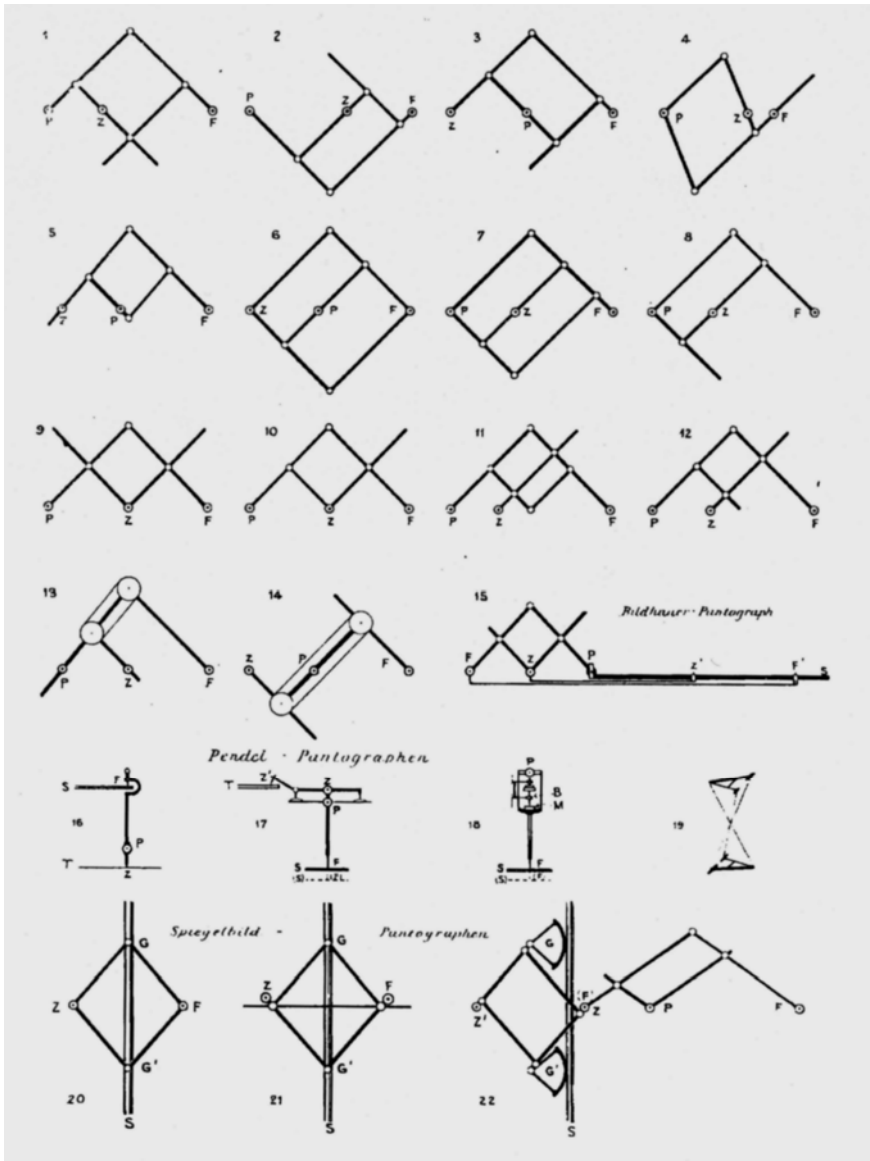
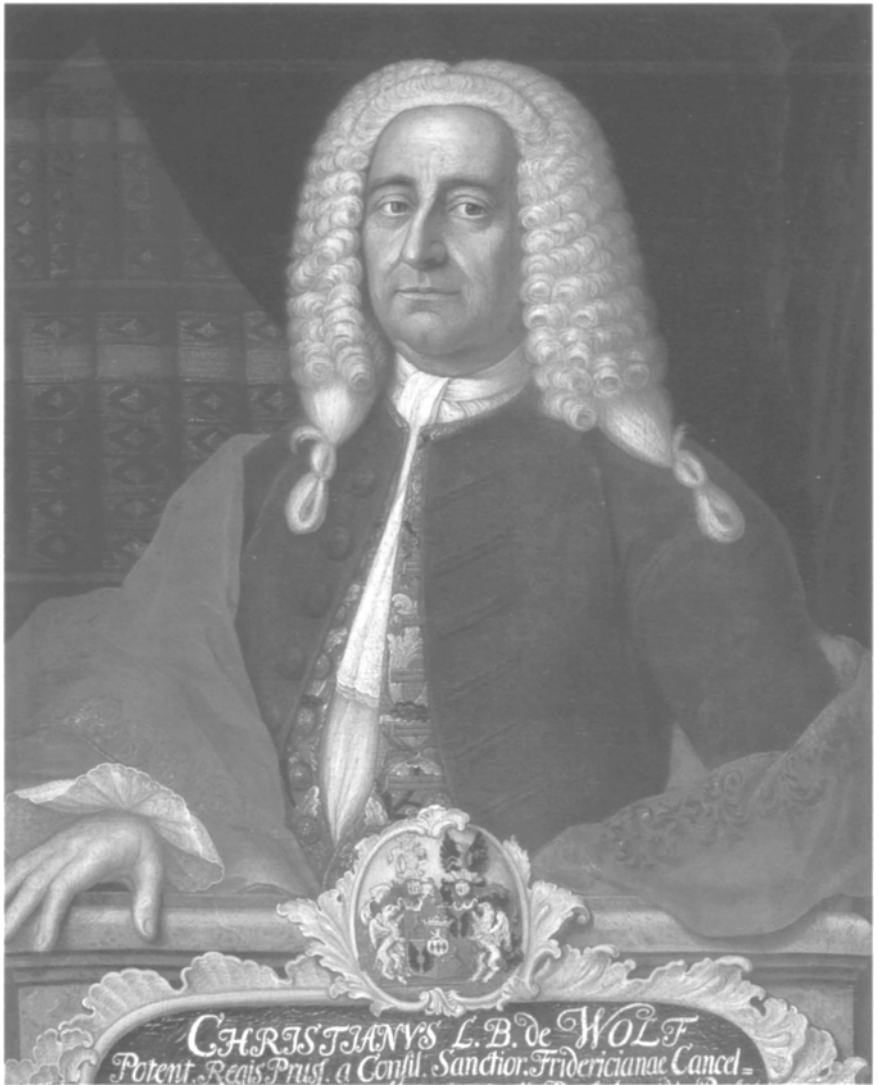


Abb. 6. Pantograph I, Zeichenstift u. Auslösung



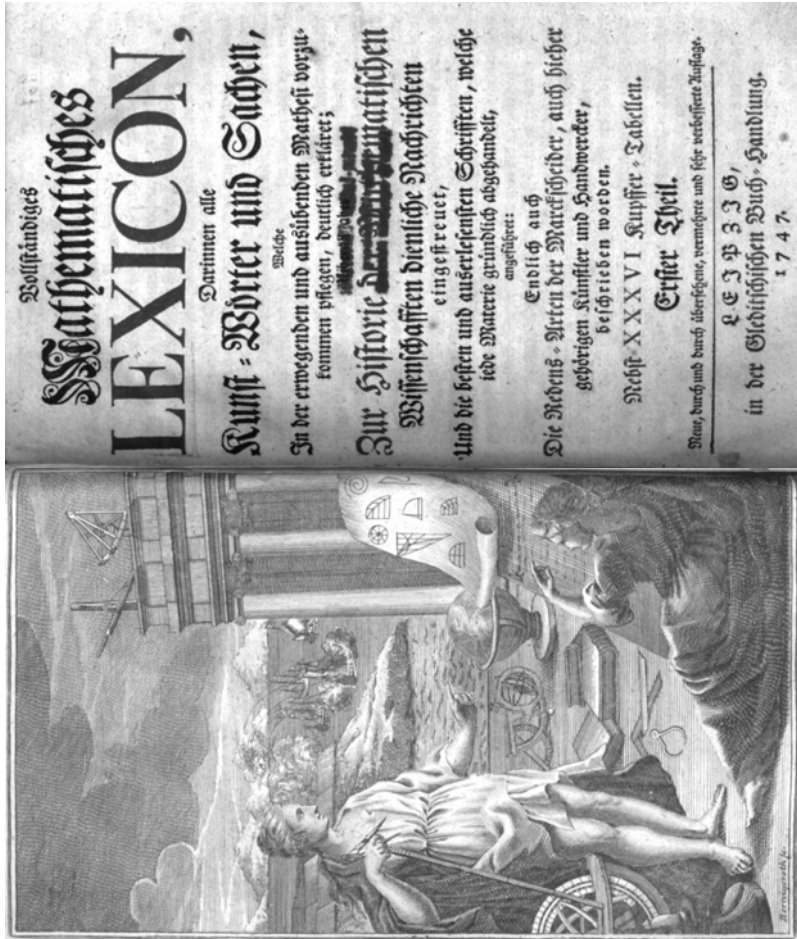
Schematische Darstellung verschiedener Pantographenformen aus Teil 2 des Beitrags von G. PELLEHN (Heft 12) [37]



CHRISTIAN WOLFF, Ölgemälde von J. CHR. H. SPARLEDER, 1754, im Besitz der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



Titelkupfer und Titelblatt der *Elementa matheseos universae* von CHRISTIAN WOLFF, Ausgabe von 1743, im Besitz der Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt



Titelkupfer und Titelblatt des *Mathematischen Lexicons* von CHRISTIAN WOLFF, Ausgabe von 1747, im Besitz der Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt



Kupfertafel zu Beginn des alphabetischen Teils im ersten Band des *Universal-Lexicons* von JOHANN HEINRICH ZEDLER, Ausgabe von 1732, im Besitz der Universitäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt



GEORG SIMON KLUEGEL (1739–1812), Foto nach einem Kupferstich,
Ehemalige Universitätsbibliothek Helmstedt

ger Horn, die Erfindung der Zeichenkunst, wie die Geliebte die Schattenzüge des scheidenden Jünglings mit Kohle an die Wand zeichnet, die Entdeckung des D. Donnegg, nach Grimms irischen Märchen, eines der größten Gemälde des Meisters, 1844; zwei Nymphen, 1845. Ueberdies finden sich von S. noch mehrere andere Bilder, darunter schöne Bildnisse in Del.

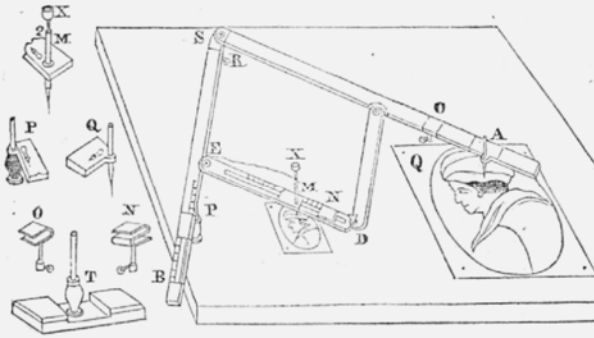
Storcha (Geogr.), österr.-steierm. Gemeindegörfer: 1) (Ober=S.), Kr. Graz, Bez. Kirchberg; 150 Einw.; — 2) (Unter=S.), das., 150 Einw.

Storcheln (Bot.), im obern Elfaß, f. v. a. Spargel, *Asparagus officinalis* L.

Storchneß (Geogr.), 1) preuß. Werwerk, Prov. Preußen (Dt.-Pr.), R.=B. Königsberg, Kr. Preuß.-Holland; 130 Ew.; — 2) (Dieczeno), preuß. Stadt, Prov. u. R.=B. Posen, Kr. Krausadt; an einem See, evangel. Mutterkirche, kath. Pfarrkirche, Superintendentur, Kloster, Baumwollenwaarenfabriken; 1150 Ew.

Storchschnabel, eine Art des Pantograph's, ein Zeichenapparat, dessen Erfinder P. Schreiner ist u. der dazu dient, jede Art von Zeichnungen vergrößert oder verkleinert zu kopieren. Vervollkommnet wurde derselbe durch viele Mechaniker und in dieser seiner besseren Gestalt, wie er auch jetzt noch allwärts zu finden ist, zeigt ihn unsere Figur. Er besteht aus vier Linealen, zwei größeren, AS, BS u. zwei kleineren DE und DF, wovon jene in S verbunden sind und zwar mit Hülfe eines Zapfens, welcher durch beide durchgeht und mittelst einer Schraube oben fest-

gehalten wird, den Linealen aber noch eine ziemlich leichte Bewegung gestattet. Am Fuß des Zapfens befindet sich bismweilen ein excentrisches Rädchen, welches auf den Tisch oder die Zeichnung zu ruhen kommt. Die anderen beiden Lineale sind erstens in der Mitte jedes der größeren festgemacht, dann oben an ihren Enden in D verbunden. Mag man nun diese vier Lineale beliebig bewegen, immer werden sie ein Parallelogramm bilden, welches durch seine Größe die Verjüngung oder Vergrößerung der Zeichnung angibt. Fünf Hülsen von Metall P, M, N, O, Q umfassend diese Lineale, wovon bei größern Storchschnäbeln drei mit Rädchen versehen sind, die dazu dienen, das Instrument auf der Zeichnung fortzuziehen zu lassen; die drei andern Hülsen, welche alle mit runden Löchern versehen sind, haben sämtlich ihre besondern Bestimmungen, durch Nr. 1 geht eine Spitze zum Durchzeichnen, durch die zweite geht eine Nöhre für eine Bleifeder, durch die fünfte läuft eine Schraube, um das Ganze auf etwas Schwerem festzuschrauben, ohne aber die Bewegung des Instrumentes sonst zu hemmen, u. dient diese letzte Hülse (der Suppert) gewissermaßen als fester Punkt für das Ganze. Auf beiderlei Linealen sind zur Seite gleiche Maße eingesechnitten, um die Reduction, also die Vergrößerung oder Verkleinerung der Zeichnung zu bestimmen. Will man z. B. die Kopie nur den dritten Theil so groß als das Original fertigen, so stellt man den Rand einer Hülse auf Nr. 3 und ebenso bringt man die zweite Hülse mit der Bleifeder an den ent-



sprechenden Ort des kleinen Lineales; für den achten Theil der Größe wählt man die Stellung in beiden Linealen auf Nr. 8. Wollte man die Kopie größer haben, als das Original, so hat man nur das Original mit dem Papier für die zu entwerfende Zeichnung zu vertauschen. Auf den Linealen findet man dieselben Buchstaben wie auf den Hülsen u. kennt auf diese Weise dadurch den Ort für Letztere. Figur T zeigt ein Storchschnabel, in welches der Ertel einer Hülse des laufenden Suppert eingeschraubt sich zeigt. Für den wirklichen Gebrauch schraubt man den laufenden Suppert auf eine Ebene und verfährt wie die Hauptfigur deutlich zeigt (f. Pantograph).

Storchschnabel (Bot.), Pflanzengatt., f. v. a. *Geranium* L.

Storchschnabelgewächse (Bot.), Pflanzenfamilie, f. v. a. *Geraniaceae* Rehb. u. And.

Storckau, preuß. Dorf, Prov. Sachsen, R.=B. Merseburg, Kr. Weißenfels; Filialkirche, Mittergut; 130 Einv.

Store (engl.), Kramläden, besonders in Nordamerika die Läden, in welchen alle mögliche Lebensbedürfnisse, als Lebensmittel, Kleidungsstücke, Gewürze u. s. w. zugleich verkauft werden.

Store-Hedinge, dän. Stadt, Insel Seeland, südöstl. von Røge; 590 Einv.

Storelli (Biogr.), 1) Felice Maria a Fere

Anhang II

Die folgenden Seiten sind dem Werk *Pantographice seu ars delineandi res quaslibet per parallelogrammum lineare seu cavum mechanicum mobile* von CHRISTOPH SCHEINER (Rom 1631) [5] entnommen. Aus der umfangreichen, sehr detailliert ausgeführten Darstellung SCHEINERS zu mathematischer Erläuterung, präziser Beschreibung von Aufbau und Wirkungsweise sowie minutiöser Bauanleitung zum Pantographen in seiner Grundform (Buch I des Werkes, dem maßstabgerechten Kopieren in der Ebene gewidmet) und zum Epipedographen (Buch II, dem Kopieren räumlicher Objekte vorbehalten) sind im Folgenden neben dem Titelkupfer, dem Titelblatt sowie dem Vorsatzblatt der Ausgabe von 1631 einige, für den Schreibstil SCHEINERS in diesem Werk besonders charakteristische Ausschnitte ausgewählt. An die GREGORIUS-Episode (aus den Seiten 3 und 4 des Buches I, Teil I, Kapitel I des SCHEINER-Werkes [5]), in der der Autor seine Zuwendung zur Pantographen-Thematik zu erläutern sucht, und einem kurzen Abschnitt zu ersten Mitteilungen über seine Überlegungen (aus Seite 6 ebendort) schließen sich zwei inhaltlich bedeutsame und in ihrer Art typische Ausschnitte an: zum Einen ein Abschnitt aus einer ersten Baubeschreibung (aus den Seiten 4 und 5 ebendort) zu SCHEINERS schrittweisem gedanklichem und handwerklichem Herantasten an die Pantographen-Grundform, zum Anderen ein Ausschnitt aus der Funktionsbeschreibung zur Grundform (Seiten 29 und 30 des Buches I, Teil I, Kapitel VI), in der insbesondere das Bemühen SCHEINERS deutlich wird, eine (mathematisch) klare, eindeutige und übersichtliche Sprechweise zu finden resp. zu wählen. In diesem Kontext ist auch die hier durch SCHEINER beigefügte Abbildung (Seite 29 ebendort) als eine für ihn typische sowie wohlbedachte und bemerkenswert häufig eingesetzte Verfahrensweise zu verstehen und einzuordnen.

Die ausgewählten Ausschnitte aus dem Werk CHRISTOPH SCHEINERS werden auf den nachfolgenden Seiten durch die jeweilige Übersetzung ins Deutsche von Sylvia Schöneburg ergänzt.

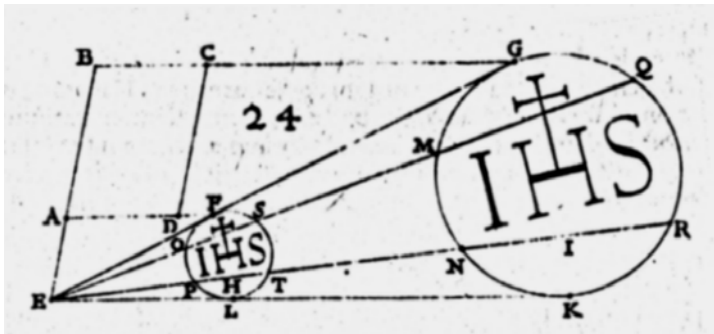
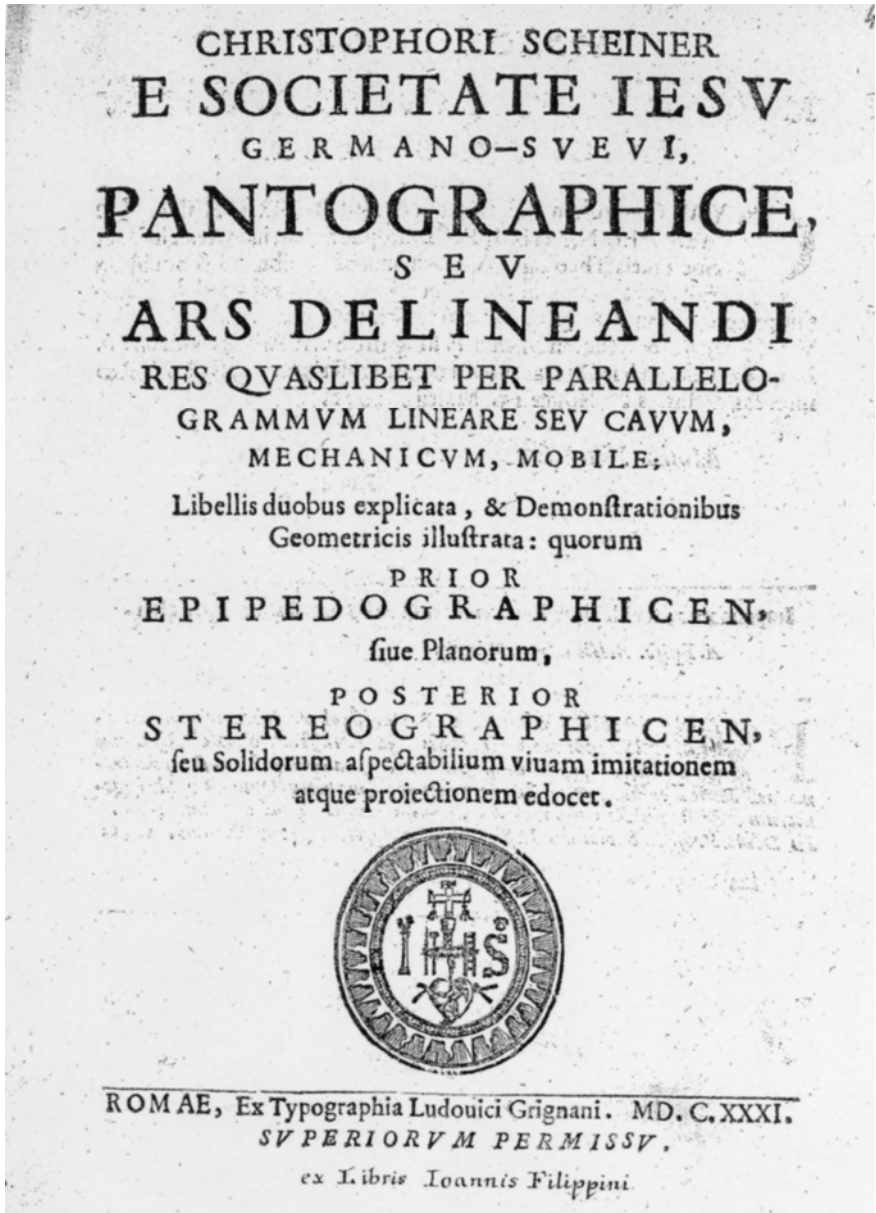


Abbildung von Seite 70 des Buches I aus SCHEINERS Werk [5] von 1631



Titelkupper der Erstauflage des Werkes von 1631 von CHRISTOPH SCHEINER [5]



Titelblatt der Erstauflage des Werkes von CHRISTOPH SCHEINER, aus dem die folgenden Textabschnitte stammen

APPROBATIONES.

MVTIVS VITELLESQVS SOCIET. IESV
PRÆPOSITVS GENERALIS.

CVM Opusculum cui titulus est PANTOGRAPHICE, siue ARS DELINEANDI, P. Christophori Scheiner, tres eiusdem Societatis Theologi, & Mathematici, quibus id commissum fuit, recognouerint; & in lucem edi posse probauerint: facultatem concedimus vt typis mandetur, si ita Reuerendissimo Domino Vicegerenti, & Reuerendissimo P. Magistro Sacri Palatij, videbitur. In quorum fidem has litteras, manu nostra subscriptas, & sigillo nostro munitas dedimus. Romæ 15. Martij. 1631.

Mutius Vitellescus.

Locus ✕ Sigilli.

Imprimatur, si videbitur Reuerendiss. P. Mag. Sac. Palatij Apostolici.

A. Episc. Bellicastren. Viceg.

PANTOGRAPHICEN hanc à R. P. Christophoro Scheiner Germano, Societatis IESV adinuentam, iussu Reuerendiss. P. Nicolai Riccardij Magistrì Sacri Apost. Palatij, vidi; nec in ea quidquã aut sana doctrina, aut bonis moribus repugnans deprehendi. Imo potius Opus vt valde ingeniosum, & Reipublica proficuum, dignum censui, quod imprimeretur. In Domo Professa Societatis IESV, primo Aprilis. Anno Domini. 1631.

Ita iudico ego Christophorus Burrus Societatis IESV.

Imprimatur,

Fr. Nicolaus Riccardius Ordinis Prædicatorum Sacri, & Apostolici Palatij Magist.



Genehmigungen

Mutius Vitellescus – der Oberste Vorsteher der Gesellschaft Jesu

Nachdem das kleine Werk des Pater Christoph Scheiner, das den Titel „Pantographice seu ars delineandi“ trägt, drei von eben dieser theologischen und mathematischen Gesellschaft, denen dies übergeben worden ist, untersucht haben und zugestimmt haben, dass es veröffentlicht werden kann, geben wir die Erlaubnis, dass es in Druck gegeben werden kann, wenn es dem sehr ehrwürdigen Herrn Stellvertreter und dem sehr ehrwürdigen Pater Magister des Heiligen Palatin gut erscheint. Im Vertrauen auf diese haben wir von unserer Hand unterschriebenen und durch unser Zeichen bekräftigten Brief geschrieben.

Rom 15. März 1631.

Mutius Vitellescus

Ort des Stempels

Es möge gedruckt werden, wenn es dem sehr ehrwürdigen Pater Magister des Heiligen Apostolischen Palatin gut erscheint.

Stellvertretender Erzbischof von Belcastro

Diesen Pantograph, der von dem deutschen Pater Christoph Scheiner aus der Gesellschaft Jesu erfunden wurde, habe ich auf Befehl des äußerst ehrwürdigen Pater Nicolaus Riccardius, Leiter des Heiligen Apostolischen Palatin, angesehen und habe dabei nichts gefunden, das entweder der heiligen Lehre oder den guten Sitten widerspricht. Ja vielmehr habe ich das Werk als ein sehr geistreiches, dem Staat nützlich und würdiges eingeschätzt, das gedruckt werden soll.

Im bekannten Haus der Gesellschaft Jesu. 1. April 1631.

So urteile ich, Christopher Borrus, aus der Gesellschaft Jesu.

Es möge gedruckt werden.

Fr. Nicolaus Riccardius – Leiter des Predigerstandes des Heiligen und Apostolischen Palatin.





A NNO labentis seculi millesimo sexcentesimo tertio, Dilingæ in Academia Suevicæ Nationis celeberrima, humaniorem litteraturam ordinariæ, Mathesin vero extraordinariæ professor, magnam cum quodam excellenti pictore, Georgio contracto atque vsu pedum priuato, familiaritatem iniui, à quo nonnulla artium, & naturæ secreta didici, vicissimq; & meorum aliqua ipsi communicauit. Cum autem diceret se callere mirabile quoddam, res quascunq; delineandi compendium, idq; praxi facillima, certissima, citissima; & tali quidem modo, vt qui aliquid ex aliquo prototypo designat, id totum peragat solo ipsius prototypi intuitu, neque vnquam aspiciat id quod describit simulacrum, sed visu in solo exemplari fixus hæreat, neque tamen in designando vel hilum exeret: amplius in imaginis cuiusuis depingendæ, descriptione ita certum futurum, vt à loco effigiationis pedum, repente transiturus sit ad conformationem nasi; & hoc relicto transfuaturus ad efformandas manus, & hæcæ missis delineaturum oculos aut partem quamlibet aliam; eaq; omnia se effecurum vel maiora, vel minora, vel æqualia semper tamen simillima prototypo, quod solum, & vnicum velit aspiciere, nunquam intueri id quod facit, tamen ostenderè velit partem quamuis non visam à se, imaginis à se factæ neque tamen vnquam visæ: cum inquam hæc, & hæc affinia multa narraret, ego incredibili artis huiuscæ addendæ incensus ardore, rogauit hominem vt me illius participem faceret, promptus è contrario illi similibus, & æquivalentibus pandendis secretis, cuiusmodi pro arte pingendi inuenta non vulgaria recensebam, beneficium præstitum compensare. Respondit se artem illam tantum æstimare, vt illi æquiparandam neque extare, neque excogitari quidem vilo modo posse crederet aliam, nimirum non humanum sed diuinum inuentum esse; quod non studio humano, sed genio cælesti orbi illatum, & mortalibus patefactum arbitraretur: proinde non inducere in animum suum eiusmodi secretum cum alijs quibuscunq; tandem permittare.

*Artis ignota
mirifica hæc,
illius perdisca
da de pedum in
auctore secreta
ant.*

A 2 tare.

PANTOGRAPHICES LIB. I.

4 tare. Inliti vt saltem coram me specimen ipsius ederet, transformando aliquam imaginem, respondit idem esse hanc artem exercere inspectante quopiam atque docere; neque enim fieri posse, vt eius praxin aspicias, & imitandi peritiam non addiscas. quibus vltra quam credi possit obtupestactus, serio exquiro, fabulæne an verum, hyperbolas an nudam rem proferret? subiecit, se minus edicere, quam sublit in re subiecta veritatis. Vnde ego admirationis amplius plenus, denuo sciscitatus sum; si solo aspectu exemplaris artifex dirigitur, quomodo penicillum aut calamum descriptorium sine errore ducit? respondit, rem ita constitutam esse, vt infallibiliter & quasi sponte fiat, nec nisi data operæ errari possit. Quæsiui an lineis ducendis, vel instrumento aliquo materiali negotium hoc perageretur? Hic cepit palpitare, tergiversari, & ambages sectari, neque vnquam ad propositam quæstionem limpido dare responsum; sed obscuris rem per se latentem & lubricam tergè inuolueris; id vnicum edixit: rem totam beneficio circini ex centro aliquo fixo atque stabili absolui. Rogauit vt circinum illum mihi monstraret; negauit & hoc, eo quod illo viso in artis noticiam facile deueniretur. Tandem igitur vt sub sigillo secreti, & data silentij fide humana mysterium mihi panderet, etiam atque etiam inliti; pollicitus se inscio aut inuito nemini me propalaturum; rotundè negauit omnia. Viso itaq; me surdo concionari; mutauit stylum; considere me, rem cum bono Deo repperiturum; & alijs quibuscunq; repertam illo nec quidquam ringente pro arbitrio meo suo tempore communicaturum. *Kiste meas minas, hanc inquit inuentionem etiam Cacodæmonis vires superare. Acciderunt hæc initio anni 1603.*

*Videtur praxin
huius artis, est
addiscere.*

Übersetzung der Ausschnitte aus den Seiten 3 und 4 des Werkes von CHR. SCHEINER [5]:

Gregorius-Episode

Im Jahre 1603 habe ich, der eigentlich eine Geisteswissenschaft, aber außerplanmäßig auch Mathematik lehrte, an der sehr berühmten Akademie der schwäbischen Nation in Dillingen mit einem gewissen hervorragenden Maler, dem stillen und zurückgezogen lebenden GREGORIUS, eine innige Freundschaft geschlossen. Von ihm habe ich einige Geheimnisse der Künste und der Natur erlernt und umgekehrt habe ich ihm einige von meinen Geheimnissen mitgeteilt. Als er aber sagte,

dass er etwas Wunderbares erkannt habe, nämlich einen kürzeren Weg, um beliebige Dinge zu zeichnen, und dies durch ein sehr leichtes, sicheres und schnelles Verfahren und zwar auf solche Art und Weise,

dass der, der von einer beliebigen Grundform etwas abzeichnet, dies ganz allein durch das Ansehen dieser Grundform durchführt, und niemals das anschaut, was er als Bild zeichnet, sondern beim Anblick allein des Urbildes festhaftend verharrt und dennoch beim Zeichnen nicht um eine Kleinigkeit abirrt;

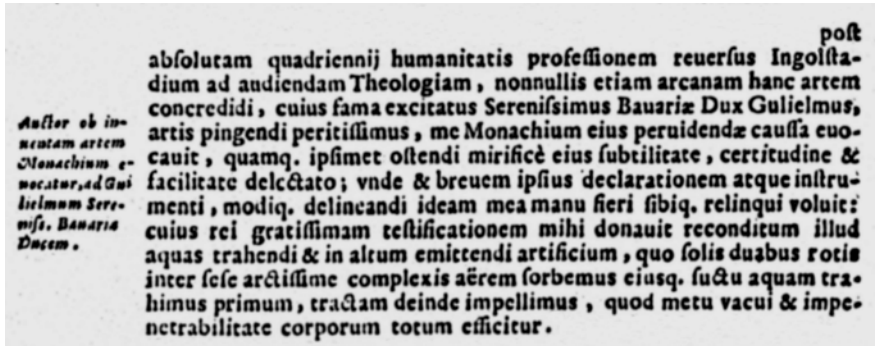
ferner, dass er bei der Zeichnung eines beliebig zu zeichnenden Bildes so sicher sein wird, dass er von der Stelle des Abbildens der Füße schnell zur Gestaltung der Nase übergehen und, nachdem er diese verlassen hat, zur Bildung der Hände eilen wird, und nachdem er sich diesem gewidmet hat, die Augen oder einen beliebigen anderen Teil zeichnen wird, und dass er dies alles entweder größer oder kleiner oder gleich machen wird, dennoch immer äußerst ähnlich der Grundform, welche er allein und zwar als einzige betrachten solle; niemals solle er das betrachten, was er macht, auch dann, wenn er einen beliebigen von ihm nicht gesehenen Teil darstellen solle, einen Teil, des von ihm erstellten und dennoch niemals angeschauten Bildes⁴⁹ –

als er das, was ich hier sage und vieles diesem Ähnliches erzählte, habe ich, der von einer unglaublichen Leidenschaft entbrannt war, diese Kunst hinzuzulernen, den Mann gefragt, ob er mich an jener (Kunst) beteiligt. Andererseits war ich bereit, jenem durch ähnliche und gleichgewichtige zu offenbarende Geheimnisse – von der Art entsprechend der gefundenen Zeichenkunst, die ich für noch nicht allgemein bekannt hielt – die geleistete Gefälligkeit auszugleichen. Er antwortete, dass er jene Kunst so hoch schätze, dass er glaubte, dass weder eine ihr vergleichbare Kunst existiere, noch auf irgendeine Weise ausgedacht werden könne;

⁴⁹ Anmerkung: CHRISTOPH SCHEINER meint, dass bei der Arbeit mit dem Pantographen die Augen des Künstlers stets auf das Urbild gerichtet sind, nie auf die Kopie. Das trifft auch zu, wenn nur Teile des Urbildes dargestellt werden sollen.

dass zweifelsohne nicht etwas Menschliches, sondern Göttliches gefunden worden sei, von dem er glaubte, dass es nicht durch menschlichen Fleiß, sondern durch himmlische Begabung auf die Erde gebracht worden sei und den Sterblichen zugänglich gemacht wurde. Daher habe er nicht vor, sein derartiges Geheimnis mit anderen zu teilen. Ich habe beharrlich verlangt, dass er wenigstens in meiner Gegenwart ein Beispiel jenes (Geheimnis), durch Übertragung eines beliebigen Bildes, herausgebe. Er antwortete, dass es dasselbe sei, diese Kunst auszuüben, während jemand zuschaut, wie sie zu lehren. Es könne nämlich nicht geschehen, dass man die Praxis dessen anschaut und nicht die Fähigkeit der Nachahmung erlerne. Dadurch stärker in Staunen versetzt, als man glauben kann, untersuchte ich ernsthafter, ob er Märchen oder Wahrheit, Übertreibungen oder die nackte Tatsache darstellte. Er erwiderte, dass er weniger verlauten lasse, als in der preisgegebenen Sache an Wahrheit vorhanden sei. Weshalb ich – weiter voll von Bewunderung – mich noch einmal erkundigte, auf welche Art und Weise der Künstler dann den Pinsel oder den Schreibstift ohne Fehler führe, wenn er sich allein nach dem Anblick des Urbildes richte. Er antwortete, dass diese Sache so festgelegt sei, dass es fehlerlos und gleichsam von selbst geschehe, und dass man nicht – wenn man sich nicht bemüht – abweichen könne. Ich habe gefragt, ob durch das Zeichnen von Linien oder durch irgendein beliebiges materielles Hilfsmittel diese Aufgabe vollendet werde. Hier fing er an zu zucken, Ausflüchte zu suchen und abzuschweifen und niemals zu der vor Augen gestellten Frage eine klare Antwort zu geben, sondern die von ihm verborgene und unsichere⁵⁰ Sache mit dunklen Hüllen zu verdecken. Dies sagte er als einziges: dass diese ganze Sache mit Hilfe eines Zirkels von irgendeinem festen und stabilen Zentrum aus zu lösen sei. Ich habe gebeten, dass er mir jenen Zirkel zeigen möge; er lehnte auch dies ab, weil man, nachdem man jenen gesehen habe, leicht zur Kenntnis der Kunst gelangen würde. Letztendlich wiederholte ich also immer wieder, dass er mir, unter dem Siegel der Verschwiegenheit und dem gegebenen menschlichen Versprechen des Stillschweigens, das Geheimnis eröffnen möge; versprechend, dass ich dies niemandem ohne sein Wissen oder gegen seinen Willen offenbaren werde. Er lehnte alles vollkommen ab. Nachdem ich sah, dass ich einem Tauben eine Ansprache gehalten hatte, änderte ich den Stil. Ich vertraute darauf, dass ich die Sache mit Hilfe des guten Gottes finden werde, und dass ich die gefundene Sache, und nicht irgendetwas, anderen beliebigen Leuten nach meinem Gutdünken zu seiner Zeit mitteilen werde, während jener sich ärgert. Er lachte über meine Drohung und sagte, dass diese Erfindung die Kräfte des bösen Dämonen übersteige. Dieses hat sich zu Beginn des Jahres 1603 ereignet.

⁵⁰ Anmerkung: „Unsicher“ ist hier im Sinne von „für andere unbekannt“ zu verstehen.



Ausschnitt aus der Seite 6 des Werkes von CHR. SCHEINER [5]

Übersetzung des Ausschnitts aus der Seite 6 des Werkes von CHRISTOPH SCHEINER [5]:

Bemerkungen zum Besuch bei HERZOG WILHELM V.

Nach vier Jahren beruflicher Tätigkeit in der Geisteswissenschaft nach Ingolstadt zurückgekehrt,⁵¹ um Theologie zu hören, habe ich auch einigen diese geheime Kunst⁵² anvertraut. Durch deren Bekannt werden aufmerksam geworden, hat seine Durchlaucht, Herzog Wilhelm von Bayern, der sehr erfahren in der Zeichenkunst ist, mich zum Zwecke der Begutachtung dieser⁵³ nach München beordert. Diese Kunst habe ich auch ihm gezeigt. Er hatte sich außerordentlich an ihrer Einfachheit, Gewissheit und Leichtigkeit erfreut. Deshalb wollte er, dass sowohl eine kurze Erläuterung von dieser und dem Hilfsmittel als auch die Idee der zeichnerischen Methode von meiner Hand geschaffen und ihm überlassen werde. Er hat mir als ein schönes Zeugnis seiner Dankbarkeit in Bezug auf diese Sache jenes geheimnisvolle Kunstwerk⁵⁴ geschenkt, um Wasser zu ziehen und in die Höhe zu pumpen, mit dem wir einzig durch zwei untereinander verbundene Räder die Luft ansaugen und durch den Sog zunächst das Wasser anziehen, das angesogene darauf wieder ausstoßen, was durch die drohende Gefahr eines Vakuums und die Undurchdringlichkeit der Körper zugleich bewirkt wird.

⁵¹ Gemeint ist der Zeitraum von 1602–1605. In diesem Zeitraum arbeitete SCHEINER am Jesuitengymnasium in Dillingen als Lateinlehrer und schloss sein Philosophiestudium mit dem Magister Artium ab. Anschließend kam er nach Ingolstadt zurück, um sich in den Jahren 1605–1609 dem Theologiestudium zu widmen.

⁵² Unter geheimer Kunst ist die Entdeckung des Pantographen zu verstehen.

⁵³ Das Wort „dieser“ bezieht sich auf die geheime Kunst und damit wieder auf die Entdeckung des Pantographen.

⁵⁴ Da das Wort „artificium“ auch mit Theorie übersetzt werden kann, ist anzunehmen, dass es sich bei diesem Geschenk um die Pläne zu dieser Vorrichtung handelt.

Tentavi autem primo rem funi-
culo quæ extremitate altera fixam imaginabam (nam omnia sola
 mente & cogitatione efformabam, quoad vique veram cum demonstra-
 tione clara notitiam affecutus sum) altera digitis prehensum super char-
 tam imaginariam circummovebam, duobus in ipso globulis quasi curso-
 ribus itacutis, vt describerent puncta, & lineas inter se proportionales.
 quas quidem circa centrum fixum haberi posse videbam, sed à centro &
 ad centrum per filum molle itio nulla dabatur; neque cursores itationes
 in eodem mutabant, quod tamen necessarium erat ad motum proportio-
 ne augendum vel imminuendum. Missis ergo filis lineis ad ferrea me
 conuertebam: sed quia & horum reëctudo acquisitu difficilis, & con-
 iunctio mutua motui opportuna impossibilis apparebat; repudiatis hi-
 cec ad tigilla lignea me applicavi. Accepi igitur vnum cogitatione, &
 certis intervalis perforatum, tandemq. cauatum vsui aptavi; & aliquid
 circa centrum, sed à centro & ad centrum parum appositè reperi, con-
 iunxi deinde duo tigilla, vsus communi illorum nexu pro centro mobili,
 aliudq. in alterutro assumpsi pro centro fixo, sed neque sic propositum
 affecutus sum; tandem quatuor tigillis circa paruum Parallelogram-
 mum gnomonem formantibus negotium aggressus aliquid melioris suc-
 cessus animaduertere cæpi, quia tamen indecè, & calamum Scriptori-
 um in vno fere semper tigillo, aut itatione extra viam regiam exorbi-
 tante

*Prima Instru-
 menti imaginaria
 significatio.*

*Quæstio florum
 tractatione, &
 Annot. ad lo-
 gæ tigilla de-
 notant.*

P A R S I. C A P. I.

5

tante collocaui, idcirco destinatum finem eo primòq. inquisitionis die
 non attingi; cuius inuentionis vis ad imaginem latiore transformandam
 pertigit; qua autem ratione altitudo etiam conueniens consequeretur,
 mente perplexus hærebam; incertus quo modo à centro fixo abscederem,
 & accederem, quemadmodum circumire iam didicissem. neque
 animus tamen despondi, sed respirandi permisso spatio, viribus restaura-
 tatis peruestigandi studium horis & diebus intercalaribus resuscitavi,
 nulli mortalium de hac mea indagine quidquam enuncians: sed Deo &
 Custodi Genio illam sedulo commendans; qui bonis conatibus tandem
 non defuerunt; sed totam arcani cognitionem, vna cum fundamentis
 scientificis benignissimè impertierunt, ea videlicet nocte quæ diem
 Sanctis Fabiano, & Sebastiano sacrum antecedit. In qua ipsa Fabricæ
 species ita menti meæ representata est, praxisq. & totius negotij de-
 monstratio vna quasi intuitu sic commonstrata, ac si oculis corporeis omnia
 cernerem, & ducentis atque doctis Magistri doctrinam perciperem.
 Fuit autem ea mentis impressio tam effcax, vt etiamnum post

*Deo Anthoni in-
 uentio tributa:
 de.*

Ausschnitte aus den Seiten 4 und 5 des Werkes von CHR. SCHEINER [5]

Übersetzung der Ausschnitte aus den Seiten 4 und 5 des Werkes von CHR. SCHEINER [5]:

Bauanleitung für den Pantographen in der ursprünglichen Form

Anfangs habe ich diese Sache mit einem dünnen Seil untersucht, das ich mir an dem einen Ende festgemacht vorstellte (denn alles bildete ich allein durch den Geist und Überlegung nach, bis ich durch eine deutliche Demonstration wahre Kenntnis erlangte), auf der anderen Seite bewegte ich das mit den Fingern ergriffene Seilende auf der vorgestellten Zeichnung herum, nachdem zwei Kügelchen

gleichsam wie Zeiger auf diesem angebracht worden waren, um Punkte und untereinander proportionale Linien zu zeichnen. Ich sah, dass diese freilich um den festen Mittelpunkt herumgeführt werden können aber dass vom Mittelpunkt und bis zum Mittelpunkt durch den weichen Faden kein Weg gegeben wurde. Die Zeiger änderten auch nicht den Standort auf demselben, was aber notwendig war, um die Bewegung im Verhältnis zu vergrößern oder zu verkleinern. Nachdem deshalb die Fäden als Linien verworfen worden waren, wendete ich mich Drähten zu. Aber weil sowohl deren Geradheit bei Hinzunahme schwierig als auch die für eine Bewegung geeignete gegenseitige Verbindung unmöglich schien, habe ich mich, nachdem diese verworfen worden waren, auf Holzstäbe verlegt. Ich habe also für die Überlegung einen solchen angenommen und habe ihn, in bestimmten Abständen durchbohrt und schließlich ausgehöhlt, für den Gebrauch zurecht gemacht. Ich habe es in der Nähe vom Mittelpunkt geeignet gefunden, aber vom Mittelpunkt und bis zum Mittelpunkt zu wenig geeignet. Daraufhin habe ich zwei kleine Stäbe verbunden, eine gemeinsame Verbindung jener als einen beweglichen Mittelpunkt nutzend, und habe einen anderen Punkt auf einer von beiden Seiten hinzugenommen – als festen Mittelpunkt. Aber auch so erreichte ich das Vorhaben nicht. Schließlich ging ich die Aufgabe mit vier kleinen Stäben an, die um ein kleines Parallelogramm herum ein Winkelmaß bilden, und ich begann, einen Anschein von besserem Erfolg wahrzunehmen, wobei ich aber den Anzeiger und den Schreibstift beinahe immer auf einem kleinen Stab oder auf einem außerhalb vom vorzüglichen Weg abweichenden Standpunkt aufstellte. Deshalb habe ich an diesem ersten Tag meiner Forschung das festgesetzte Ziel noch nicht erreicht. Die Bedeutung dieser Erfindung erstreckt sich auf die Übertragung eines Bildes in ein größeres. Auf welche Art und Weise aber auch eine angemessene Größe erreicht werden könnte, blieb ich ratlos. Unsicher, auf welche Weise ich vom festen Mittelpunkt weggehen oder hingehen sollte, hatte ich schon gelernt, wie man herumgeht. Und dennoch habe ich nicht den Mut verloren, sondern ich habe nach einem zugestandenen Zeitraum der Erholung und nach Erneuerung der Kräfte, nachdem Stunden und Tage dazwischen lagen, den Forschungseifer wiedererweckt, keinem Sterblichen irgendetwas über meine Untersuchung verratend. Aber als ich Gott und dem Schutzengel eifrig jene anvertraute, haben diese die guten Absichten unterstützt. Sie gewährten nämlich äußerst gütig zusammen mit den wissenschaftlichen Grundlagen die ganze Erkenntnis des Geheimnisses in der Nacht, die dem für die Heiligen Fabian und Sebastian heiligen Tag vorausging. In dieser (Nacht) ist die Gestalt dieses Handwerkszeuges so vor meinem Geist gegenwärtig gewesen, und es ist sowohl die Praxis als auch eine Darstellung dieser ganzen Aufgabe gleichsam wie durch ein Hinblicken so gezeigt worden, als wenn ich alles mit irdischen Augen wahrnehmen würde und eine Lehre des führenden und lehrenden Meisters erkennen würde.

*Manuductio
Calami*

*Cur Imago dum
fit, ab Artifice
non possit con-
spici?*

*Subtiliora pri-
mo sunt delin-
anda.*

graphicum & in alucolo a insertam gerit plumbaginem a T, acuminatam ad T, vt manuducta efformet lineamenta, ad similitudinem vestigiorum Curforis super prototypum innoxie labentis expressa. Nec quidquam deest, quam vt calamum S T, dextra manu corripias, & nomen IESV circulo T, super chartam b c d e, ad imitationem Prototypi absoluas. Vbi tamen cauebis ne calamum P, deorsum premas, quandoquidem facile rumpitur; deinde ne obtutum ab apice V Indicis VC, vnquam dimoueas, quia aut omnino a delineando cessabis, aut extra chorum saltabis, si oculo aliorum conuerso quidquam delineaueris. Perinde autem est ad quam partem litteræ, aut litteram nominis IESV apicem V, Curforis styli RV admoueas; semper enim Apicem præfultoris Indicis, apex calami scriptoris ad vnguem subsequetur, siue deinde continuo, siue tractu interrupto Opus absoluas; nam si Index exemplaris lineamenta fideliter obibat, si loca singula iustrabit, stylus delineator nihil negliget, sed omnia suis sedibus absq. vilo defectu distribuet. Et hinc patet cur oculus soli Indici attendere habeat, & qua ratione manus possit & debeat effigiare simulachrum nullo modo conspiciendum, imo non possit facere conspectum: & quomodo nihilominus dirigitur solo prototypi conspectu: qui in apicem Indicis fertur, quo recte super lineamenta exemplaris delato, non potest fieri vt mala imago nascatur. Hinc rursus planum euadit, quomodo possint in facta & non visa imagine partes petitz neque tamen visæ monstrari, sit enim hoc beneficio Indicis partes illas in prototypo monstrantis, quas similiter apex calami scriptorij ostendet in pictura facta, vel facienda.

Abolutam imaginem aspicias adhuc loco suo hærentem, & oculorum examini subijcies; qui si quid imperfectum, si tortum, & ab Ideæ duæibus delirans deprehenderit, perficies & emendabis resumpto in manus calami stylo.

Principio dum apex calami acutus existit, efformabis ea, quæ subtiliora & potiora sunt, oculos nimirum, labia, aures, frontem, nasum, faciem, manus, & illarum digitos. reliqua crassiora ad vltimam curam reijcies: neque singula prototypi lineamenta obibis Curfore, sed necessaria & essentialia maxime: vmbraarum spacia indicabis notâdis illarum perimetris; sic alia multa, quæ prudens Artifex vsu addiscec, procurabit.

Miraberis forte, cur manus calamum, & non Indicem inter delineandum apprehendat? Causa est, quia hac ratione facilius & securius vtroq. stylo vteris, neque opus est ratione probare, quod verum esse deprehendes experientia: ego meliora propono, si deteriora quis volet sequi, per me poterit.

Si Plumbago hebescit aut vsu attrita nimis breuis efficitur, acuenda & protrudenda, vel exempta cum noua commutanda est, ita tamen vt semper apex illius in plano directionis QRSTVX, consistat. in hoc enim trium istorum punctorum essentialis dispositio, atque adeo totius instrumenti essentia, vt sæpe dixi, consistit.

Übersetzung der Ausschnitte aus den Seiten 29 und 30 des Werkes von CHR. SCHEINER [5]:

Funktionsbeschreibung

Im gegenwärtigen, also dem 9. Schema $ABCD$ hat man das graphische Hilfsmittel $EFGH$ zur Ansicht, das durch 4 Nägel EI , FK , GL , HM passend und möglichst parallel zusammengefügt ist. Es ist nämlich die Linie EF gleich lang und parallel zur Linie GH , ebenso die Linie FG parallel und gleich lang zur Linie HE . Weiterhin gibt es 3 Stifte N , O , P , die in 3 Löchern N , O , P dreier verschiedener kleiner Stäbe N , O und P entlang der Ausdehnung der Geraden NOP im rechten Winkel auf die Ebenen der Breite der kleinen Stäbe eingesteckt sind. Deren Achsen NQ , OR , PS liegen auf derselben Ebene der Höhe, $QRSTVX$, die an den Ebenen der Breite der kleinen Stäbe errichtet ist, deren gemeinsamer Schnitt mit der Ebene des darunterliegenden Tisches AC die Gerade XT ist. Und weil die Achsen QX , RV , ST zueinander parallel sind und der zentrale Stift QX senkrecht zu der Ebene BD im Punkt X ist, ist er auch senkrecht zu der Geraden XT , aber auch senkrecht zu der Geraden NP . Deshalb sind die Geraden NP und XT zueinander auch parallel, und deshalb sind die untersten Abschnitte der Achsen NX , OV , PT untereinander gleich. Die Stifte haben also oberhalb der Ebene AC untereinander die gleiche Länge XN , VO , TP , denen auch der unterste Teil der Stütze YF angeglichen ist. Und so ist das ganze, in allen Einzelheiten gut aufgebaute Parallelogramm $NFPH$ oberhalb der ebenen und festen Tafel BD angefügt⁵⁵. Der zentrale Stift NX steht im rechten Winkel in Bezug auf den Punkt X , der in die Ebene eingesetzt ist; der Stift zum Anzeigen OV aber hängt mit seiner Spitze V im unten angehefteten Prototyp Z herab, nahe bei H . Der Stift PT bezeichnet das Schreibrohr und trägt das in das Behältnis a eingefügte Bleierz aT in sich, das bei T zugespitzt ist, um handgezogene Linien nachzubilden, die entsprechend der Ähnlichkeit der Spuren des Anzeigers⁵⁶, der oberhalb des Prototypen gefahrlos entlang gleitet, ausgeführt sind. Es mangelt an nichts, als dass man das Schreibrohr ST mit der rechten Hand ergreift und den Namen JESU im Kreis T oberhalb des Blattes b , c , d , e zur Nachahmung des Prototypen vollendet. Wobei du dich dennoch hüten wirst, das Schreibrohr P hinunterzudrücken, da man es nun einmal leicht zerbrechen kann. Weiterhin wirst du dich hüten, den Blick von der Spitze V des Anzeigers VC jemals zu entfernen, weil man entweder überhaupt vor dem Zeichnen zurückschreckt oder außerhalb des Blattes etwas darstellen wird, wenn man mit anders gelenktem Auge irgendetwas zeichnen will. Von Belang aber ist es, auf welchen Teil des Buchstabens oder auf welchen Buchstaben des Namens man die Spitze V des Anzeigers RV richtet; immer wird die Spitze des Schreibstiftes nämlich der Spitze des führenden Anzeigers genau folgen. Von da an kann

⁵⁵ Gemeint ist der Pantograph mit den Punkten $NFPH$, der über der Ebene BD aufgestellt wurde.

⁵⁶ Mit dem Anzeiger des Pantographen werden die Linien des Urbildes nachgezogen. Der Schreibstift erstellt Linien, die denen des Urbildes ähnlich sind.

man das Werk entweder in einem Zug oder mit Unterbrechung vollenden. Denn, wenn der Anzeiger alle Linien des Urbildes zuverlässig durchgeht, wenn er einzelne Stellen durchwandert, wird der Schreibstift nichts vernachlässigen, sondern alles seinen Plätzen zuteilen, ohne irgendeine Abweichung. Und daher ist es klar, warum das Auge allein auf den Anzeiger zu achten hat, und mit welcher Methode die Hand das Bild abbilden kann und muss, das auf keine Weise betrachtet werden darf, ja das sogar keine Betrachtung gewährt. Ebenso ist es klar, wie man dennoch allein durch den Anblick des Prototypen gelenkt wird, der an die Spitze des Anzeigers gebracht wird. Nachdem dieser oberhalb der Linien des Urbildes richtig geführt worden ist, kann es nicht passieren, dass ein schlechtes Bild entsteht. Daraus geht wiederum deutlich hervor, wie die erstrebten und dennoch nicht gesehenen Teile in dem erstellten und nicht gesehenen Bild gezeigt werden können. Es geschieht nämlich mit der Hilfe des Anzeigers, der auf jene Teile im Prototypen zeigt, welche die Spitze des Schreibstiftes ähnlich in dem erstellten oder zu erstellendem Bild zeigen wird. Du wirst das vollendete Bild, das bis jetzt an seinem Platz hing, betrachten und du wirst es der Prüfung der Augen unterwerfen. Wenn jemand etwas Unvollständiges, etwas Verzerrtes und von den gezogenen Linien des Urbildes Abweichendes entdeckt hat, wirst du es mit dem zur Hand genommenen Schreibstift vollenden und verbessern. Anfangs, wenn die Spitze des Schreibrohres spitz ist, wirst du das nachbilden, was feiner und wichtiger ist, natürlich die Augen, Lippen, Ohren, Stirn, Nase, Gesicht, die Hände und die Finger jener. Das Größere kann man bis zuletzt verschieben. Du wirst nicht einzelne Linien des Prototypen mit dem Anzeiger durchgehen, sondern nur die notwendigen und wesentlichsten; du wirst die Größe der Schatten anzeigen, indem du deren Umrisse aufzeichnest. So wird der kluge Künstler vieles andere erledigen, was er durch den Gebrauch hinzulernt. Vielleicht wirst du dich wundern, warum die Hand das Schreibrohr und nicht den Anzeiger während des Zeichnens ergreift? Der Grund ist, dass man mit dieser Methode beide Stifte leichter und sicherer benutzt und es bedarf keiner Überlegung, sie zu prüfen, weil man durch einen Versuch erkennen wird, dass es wahr ist. Ich stelle Besseres⁵⁷ vor, wenn jemand Schlechterem folgen will, kann er es von mir aus. Wenn das Bleierz stumpf ist oder durch den Gebrauch abgenutzt, viel zu kurz geworden ist, muss es angespitzt und verschoben werden, oder wenn es herausgenommen wurde, muss es mit einem neuen vertauscht werden, dennoch so, dass sich die Spitze jenes Anzeigers immer auf der Ebene *QRSTVX* befindet. Darauf nämlich beruht die wesentliche Anordnung dieser 3 Punkte und besonders das Wesen dieses Hilfsmittel, wie ich oft gesagt habe.

⁵⁷ CHR. SCHEINER legt in den vorangestellten Sätzen dar, worauf er beim Nachzeichnen des Urbildes achten würde. Er stellt jedem frei, seinen eigenen Weg zu gehen, hält seinen aber für den besten.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Geometrische Ornamente auf urgeschichtlicher Keramik, Syrien, Ende des 5. Jahrtausends v. Chr. [87], S. 31	1
Abb. 2:	Zirkel aus Pompeji [74], S. 20	1
Abb. 3:	Zirkelkasten (um 1890) aus dem Sammlungsbestand des Fachbereichs Mathematik und Informatik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg	2
Abb. 4:	Logarithmischer Zirkel (um 1900) aus dem Sammlungsbestand des Fachbereichs Mathematik und Informatik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg	2
Abb. 5:	Aus dem Prospekt zu einem hölzernen Pantographen (um 1895) aus dem Sammlungsbestand des Fachbereichs Mathematik und Informatik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg	2
Abb. 6:	Pantograph (um 1895), genutzt zum verkleinernenden Kopieren im Maßstab 2:1 für eine Zeichnung von HEINRICH BRANDT (1905) zur oben angegebenen Differenzialgleichung, aus dem Sammlungsbestand des Fachbereichs Mathematik und Informatik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg	3
Abb. 7:	Präzisionspantograph (um 1950)	3
Abb. 8:	Aus dem Ständebuch des J. AMMAN: <i>Der Circelschmidt</i> , [41], S. 62	5
Abb. 9:	Doppelfeder eines Schulmeisters aus Köln aus dem 17. Jahrhundert, nach D. SCHWENTER [4], S. 48	6
Abb. 10:	Parallellineal (um 1900) aus dem Sammlungsbestand des Fachbereiches Mathematik und Informatik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg	6
Abb. 11:	Lineal, Richtschiene und Winkelmesser (Deutschland zwischen 1580 und 1650), aus den Beständen des Dresdner Mathematisch-Physikalischen Salons [53], Abb. 148	6
Abb. 12:	Reduktionszirkel (Deutschland um 1620), aus den Beständen des Dresdner Mathematisch-Physikalischen Salons [53], Abb. 151	7
Abb. 13:	Proportionalzirkel, das große Instrument stammt aus dem „Kurfürstlichen Meßbesteck“ (Dresden um 1560), das kleine Instrument wurde um 1680 in Paris hergestellt, aus den Beständen des Dresdner Mathematisch-Physikalischen Salons [53], Abb. 173	7

Abb. 14:	Messbesteck mit unterschiedlichen Stechzirkeln, Lineal, Anschlag und Winkelmesser sowie Parallellineal und Reduktionszirkel [74], Tafel XVI	8
Abb. 15:	Tafel 1 aus G. POMODORO, <i>Geometria prattica</i> , Rom 1603: Mathematische Instrumente, die in dieser Zeit zur Feldvermessung und Navigation benutzt wurden, nach [58], S. 145	8
Abb. 16:	Titelblatt der Schrift von B. BRAMER [2]	10
Abb. 17:	Kupfertafel der Schrift von B. BRAMER [2]	10
Abb. 18:	Titelblatt der Ausgabe von 1623–1627 von D. SCHWENTER [3] ...	11
Abb. 19:	Der von D. SCHWENTER betrachtete Pantograph [3], S. 256	12
Abb. 20:	Titelblatt der Erstauflage des Werkes von CHR. SCHEINER [5]	13
Abb. 21:	Titelkupfer der Erstauflage des Werkes von CHR. SCHEINER [5] ...	14
Abb. 22:	Titelblatt des Werkes von W. SCHILDKNECHT [6]	15
Abb. 23:	Pantograph aus der Kupfertafel des Werkes von W. SCHILDKNECHT [6]	16
Abb. 24:	Ausschnitt aus dem Titelblatt des Werkes von N. VOIGTEL [7]	17
Abb. 25:	Ausschnitt aus der Kupfertafel des Werkes von N. VOIGTEL [7]	18
Abb. 26:	Titelblatt des Werkes von G. C. STAHL [9]	19
Abb. 27:	Titelseiten der drei Abschnitte des Werkes von G. C. STAHL [9]	20
Abb. 28:	Ausschnitte aus Tafel 24 des Werkes von G. C. STAHL [9]	20
Abb. 29:	Titelblatt des Werkes von C. F. M. DE CHALES [10]	21
Abb. 30:	Erläuterung der Konstruktion der Zeichengeräte, Propositio VII des Werkes von C. F. M. DE CHALES [10], S. 562	22
Abb. 31:	Titelblatt des Werkes von N. BION in der deutschen Übersetzung von J. G. DOPPELMAYER [12] in der Erstauflage von 1712 ...	23
Abb. 32:	Titelkupfer der deutschen Ausgabe des Werkes von N. BION [12]	24
Abb. 33:	Ausschnitt aus Kupfertafel IX der deutschen Ausgabe des Werkes von N. BION [12]	24
Abb. 34:	Titelkupfer und Titelblatt der französischen Originalausgabe des Werkes von N. BION [11] in der 2. Auflage, Paris 1723	25
Abb. 35:	Titelblatt des Werkes von J. LEUPOLD [14]	26

Abb. 36:	Veröffentlichungen der <i>Académie royale des sciences</i> , Band 7 (1734–1754), Titelblatt, vgl. [16]	27
Abb. 37:	Beginn des Berichts über die Verbesserung des Pantographen durch M. LANGLOIS [16], S. 207	28
Abb. 38:	Kupfertafel zum Bericht 1743, N° 460 [16]	29
Abb. 39:	Vollständiger Registerauszug, [16], S. 214–215	29
Abb. 40:	Titelblatt des Werkes von J. OZANAM [17]	30
Abb. 41:	Figur 1 aus Tafel XIV des Werkes von J. OZANAM [17]	31
Abb. 42:	S. 214 und 215 aus dem Abschnitt IV über den LANGLOIS-Pantographen aus dem Werk von J. OZANAM [17]	32
Abb. 43:	Tafel XV des Werkes von J. OZANAM [17]	32
Abb. 44:	Titelblatt der Abhandlungen der Königlich-Schwedischen Akademie der Wissenschaften 1767 [18]	33
Abb. 45:	Tafel VI aus den Abhandlungen der Akademie von 1767 [18]	34
Abb. 46:	Titelblatt des Werkes von J. VON DOEHREN [19]	36
Abb. 47:	Inhaltsverzeichnis und Beginn des ersten Abschnitts des Werkes [19]	37
Abb. 48:	Tafel VII aus J. VON DOEHRENS Abhandlung [19]	38
Abb. 49:	Titelblatt des Werkes von J. VON DOEHREN [20]	39
Abb. 50:	Erste Tafel des Werkes von J. VON DOEHREN [20], S. 47	39
Abb. 51:	Ausschnitt aus der Kupfertafel des Werkes von J. VON DOEHREN [20]	39
Abb. 52:	Titelblatt des Werkes von J. CHR. VOIGTLÄNDER [21]	40
Abb. 53:	Kupfertafel aus dem Werk von J. CHR. VOIGTLÄNDER [21]	41
Abb. 54:	Titelblatt des Werkes von J. L. J. VON GERSTENBERGCK [22]	42
Abb. 55:	Figur 2 der Kupfertafel des Werkes von J. L. J. VON GERSTENBERGCK [22]	44
Abb. 56:	Figur 3 der Kupfertafel des Werkes von J. L. J. VON GERSTENBERGCK [22]	44
Abb. 57:	Figur 4 der Kupfertafel des Werkes von J. L. J. VON GERSTENBERGCK [22]	44
Abb. 58:	Figur 5 der Kupfertafel des Werkes von J. L. J. VON GERSTENBERGCK [22]	44
Abb. 59:	Titelblatt des Werkes von G. ADAMS [23], in der deutschen Übersetzung von J. G. GEIBLER	45

Abb. 60:	Figur 19 aus Tafel XXXI des Werkes von G. ADAMS [23]	47
Abb. 61:	Ausschnitt aus Tafel XIV des Bandes 13 (1836) der <i>Transactions of the Royal Society of Edinburgh</i> [24]	50
Abb. 62:	Pantograph älterer Art des Werkes von F. HARTNER [25]	52
Abb. 63:	Pantograph neuerer Art des Werkes von F. HARTNER [25]	52
Abb. 64:	Titelblatt des Werkes von D. KUEN [26]	53
Abb. 65:	Figur 1 aus Tafel I des Werkes von D. KUEN [26]	54
Abb. 66:	Konstruktionsdetails zum Pantographen aus Tafel I des Werkes von D. KUEN [26]	55
Abb. 67:	Figur 1 aus Tafel II des Werkes von D. KUEN [26]	56
Abb. 68:	Figur 273 des Werkes von G. CHR. K. HUNAEUS [27]	57
Abb. 69:	Ausschnitt aus § 512 des Werkes von G. CHR. K. HUNAEUS [27]	58/59
Abb. 70:	Obere Hälfte der Tafel 13 des Artikels von J. H. KRONAUER [28]	60
Abb. 71:	Konstruktion des älteren Pantographen, aus dem Artikel von E. FISCHER [29], Fig. 13 der Tafel XXVII	62
Abb. 72:	Theorie des älteren Pantographen, aus dem Artikel von E. FISCHER [29], Fig. 12 der Tafel XXVII	62
Abb. 73:	Pantograph von BREITHAUPT in Cassel, aus dem Artikel von E. FISCHER [29], Fig. 25 der Tafel XXX	63
Abb. 74:	Pantograph von F. HOLLER in Nürnberg, aus dem Artikel von E. FISCHER [29], Fig. 19 der Tafel XXVIII	64
Abb. 75:	Pantograph von ERTL & Sohn in München, aus dem Artikel von E. FISCHER [29], Fig. 41 der Tafel XXX	64
Abb. 76:	Pantograph von ADRIAN GAVARD in Paris, aus dem Artikel von E. FISCHER [29], Fig. 34 der Tafel XXIX	65
Abb. 77:	Die Figuren 1 und 2 aus dem Artikel von F. Galton [31], S. 31 ...	66
Abb. 78:	Figur 11 aus dem Artikel von F. Galton [31], S. 35	67
Abb. 79:	Skizze zur mathematischen Erklärung der Wirkungsweise des Pantographen aus dem Artikel von F. GALTON [30], S. 33	67
Abb. 80:	Darstellung des Plagiographen im Katalog von W. DYCK [54], S. 318	68
Abb. 81:	Konstruktionsskizze zum gewöhnlichen Pantographen aus dem Artikel [32] von J. J. SYLVESTER, S. 168	69

Abb. 82:	Konstruktionsskizze zum Plagiographen aus dem Artikel [32] von J. J. SYLVESTER, S. 168	69
Abb. 83:	Ausschnitt aus dem Artikel [33] von J. J. SYLVESTER, in dem er seine und A. B. KEMPEs Pantographen-Idee auf das Contra-Parallelogramm HART's zurückführt	69/70
Abb. 84:	Der Goldschmidsche Pantograph aus dem Artikel von G. CORADI [36], S. 370	72
Abb. 85:	Der Ertlsche Pantograph aus dem Artikel von G. CORADI [36], S. 371	72
Abb. 86:	Mailänder Pantograph mit Aufhängung aus dem Artikel von G. CORADI [36], S. 372	72
Abb. 87:	Pantograph Typ II von OTT & CORADI [38]	73
Abb. 88:	Ausschnitte aus den Seiten 1 und 2 aus dem Katalog von A. OTT [39]	74
Abb. 89:	Titel des ersten Teils des Übersichtsartikels von G. PELLEHN (Heft 10) [37], S. 85	75
Abb. 90:	Schematische Darstellung verschiedener Pantographenformen aus dem zweiten Teil des Übersichtsartikels von G. PELLEHN (Heft 12) [37], S. 87	76
Abb. 91:	Ausschnitt aus Seite 115 des dritten Teils des Übersichtsartikels von G. PELLEHN (Heft 13) [37]	77
Abb. 92:	Ausschnitt aus den Seiten 115 und 116 des dritten Teils des Übersichtsartikels von G. PELLEHN (Heft 13) [37]	77
Abb. 93:	Ausschnitt aus Seite 106 des zweiten Teils des Übersichtsartikels von G. PELLEHN (Heft 12) [37]	78
Abb. 94:	Ausschnitt aus Seite 129 des vierten Teils des Übersichtsartikels von G. PELLEHN (Heft 14) [37]	78
Abb. 95:	CHRISTIAN WOLFF, Ölgemälde von J. CHR. H. SPARLEDER, 1754, im Besitz der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg	80
Abb. 96:	Titelkupfer der <i>Elementa matheseos universae</i> von 1743 mit dem Porträt von CHR. WOLFF [100]	80
Abb. 97:	Titelblatt der <i>Elementa matheseos universae</i> von CHR. WOLFF 1743 [100]	81
Abb. 98:	Titelblatt der Erstausgabe des <i>Mathematischen Lexicons</i> von CHR. WOLFF 1716 [101]	82

- Abb. 99: Einträge zum Stichwort *Storch=Schnabel* in der Ausgabe von 1747 [102], S. 1264 83
- Abb. 100: Titelkupfer und Titelblatt des *Mathematischen Lexicons* von CHR. WOLFF 1747 [102] 83
- Abb. 101: Beginn der Vorrede von J. P. VON Ludewig aus dem 1. Band des *Universal-Lexicons* von J. H. ZEDLER [103] 84
- Abb. 102: Ausschnitt aus Seite 6 der Vorrede von J. P. VON Ludewig aus dem 1. Band des *Universal-Lexicons* von J. H. ZEDLER [103] 85
- Abb. 103: Titelblatt des 40. Bandes des *Universal-Lexicons* von J. H. ZEDLER [103] 86
- Abb. 104: Einträge zum Stichwort *Storch=Schnabel* auf S. 436 des 40. Bandes des *Universal-Lexicons* von J. H. ZEDLER [103], S. 436 ... 87
- Abb. 105: Kupferstich der Autoren der Enzyklopädie (1760) von A. DE SAINT-AUBIN im Auftrag des Buchhändlers PANCKOUCKE. In den Mittelmedaillons D. DIDEROT und J. B. D' ALEMBERT [92], gegenüber S. 493 88
- Abb. 106: Titelblatt des Bandes 24 der Enzyklopädie (1780), in dem sich der Abschnitt zum Pantographen findet [50] 89
- Abb. 107: Eintrag zum Stichwort *Pantographe* von S. 405 des Bandes 24 der Enzyklopädie (1780), in dem sich der Abschnitt zum Pantographen findet [50]..... 90
- Abb. 108: Titelblatt des 12. Bandes des BROCKHAUS' *Konversations=Lexikons* in der 14. Auflage, in dem sich der Eintrag zum *Pantographen* findet [44] 91
- Abb. 109: Vollständiger Eintrag zum Stichwort *Pantograph*, S. 849 und 850, aus dem 12. Band des BROCKHAUS' *Konversations=Lexikons* [44] 92
- Abb. 110: Titelblatt des 3. Teils der 1. Abteilung des Wörterbuches von G. S. KLUEGEL [77] 93
- Abb. 111: Vollständiger Eintrag zum Stichwort *Pantograph*, S. 710 bis 712, aus dem Wörterbuch von G. S. KLUEGEL [77] 94/95
- Abb. 112: Figuren zum Eintrag *Pantograph* aus den Tafeln XVIII, XIX und XXIII aus dem Wörterbuch von G. S. KLUEGEL [77] 94/95
- Abb. 113: Titelblatt des ersten Bandes der *Encyclopädie* von J. S. ERSCH und J. G. GRUBER [56] 96
- Abb. 114: BENJAMIN BRAMER, Kupferstich von 1615, Bibliothek der Franckeschen Stiftungen Halle (Saale), Sign. B 596 97

Abb. 115:	DANIEL SCHWENTER, Kupferstich von 1623, Bibliothek der Franckeschen Stiftungen Halle (Saale), Sign. B 4804	98
Abb. 116:	CHRISTOPH SCHEINER, Ausschnitt aus einem Ölgemälde [95]	99
Abb. 117:	JOHANN GABRIEL DOPPELMAYR, Kupferstich, Bibliothek der Franckeschen Stiftungen Halle (Saale), Sign. B 1171	102
Abb. 118:	JACOB LEUPOLD, Kupferstich, Bibliothek der Franckeschen Stiftungen Halle (Saale), Sign. B 2753	103
Abb. 119:	JACOB VON DOEHREN, Schattenriss [20], Tafel I	105
Abb. 120:	JOHANN CHRISTOPH VOIGTLÄNDER, Ausschnitt aus einer Werbepostkarte zum 200-jährigen Bestehen der feinmechanischen Firma VOIGTLÄNDER [109]	106
Abb. 121:	WILLIAM WALLACE, [110]	108
Abb. 122:	FRIEDRICH HARTNER, Technische Universität Wien, Universitätsarchiv	109
Abb. 123:	DIONYS KUEN, Selbstbildnis in Steindrucktechnik [55]	110
Abb. 124:	GEORG CHRISTIAN KONRAD HUNAEUS, Deutsches Erdölmuseum Wietze	111
Abb. 125:	JOHANN HEINRICH KRONAUER, Bildarchiv ETH-Bibliothek, Zürich	112
Abb. 126:	FRANCIS GALTON, Ölgemälde v. G. Graef 1882, Ausschnitt, National Portrait Gallery London	113
Abb. 127:	GOTTLIEB CORADI, Privatbesitz	114
Abb. 128:	JAMES JOSEPH SYLVESTER, [104]	115

Literaturverzeichnis

Das Literaturverzeichnis besteht aus drei Abteilungen:

- a) Originalliteratur,
- b) Sekundärliteratur,
- c) Internet-Links.

In der ersten Abteilung erfolgt die Sortierung chronologisch, in der zweiten und dritten nach dem Alphabet.

a) Originalliteratur

- [1] BRAMER, BENJAMIN: Beschreibung und Unterricht eines neuen leicht und sehr bequemen Instruments zum Grundlegen / und Theylung der circkel Linien, ... Marburg: P. Egenolff 1616. ULB Halle: AB 3719/h, 10(1).
- [2] BRAMER, BENJAMIN: Bericht und Gebrauch eines Proportional Lineals, neben kurzem Unterricht eines Parallel Instruments. Marburg 1617. UB Leipzig, HB: Math. 510/12.
- [3] SCHWENTER, DANIEL: Geometriae practicae novae et auctuae tractatus. Nürnberg: Dümler 1623–1627. UB Leipzig, Sud: I 7631–f.
- [4] SCHWENTER, DANIEL: Delitae philosophicae et mathematicae. Der Philosophischen und Mathematischen Erquickstunden / Dritter Theil: ... zusammen getragen durch GEORG PHILIP HARBÖRFFER ... Nürnberg: Wolfgang deß Jüngern und Joh. Andreas Endter 1653. ULB Halle: AB 37 11/k, 12 (1/3).
- [5] SCHEINER, CHRISTOPH: Pantographice, seu ars delineandi, res quaslibet per parallelogrammum lineare seu cavum, mechanicum, mobile. Rom: Grigani 1631. UB Leipzig, HB: Math. 521.
- [6] SCHILDKNECHT, WENDELIN: Harmonia In fortalitiis construendis, defendendis [et] oppugnandis: Das ist: Eine einstimmige, gründliche und außföhrliche, auch dabey lustige und anmutige Beschreibung Festungen zu bawen ... / Allen Kriegsliebenden zum Unterricht und sonderbaren Nutzen. Alten Stettin: Rhete 1652. UB Leipzig: HB Milit. 139.
- [7] VOIGTEL, NICOLAS: Geometria Subterranea, oder Marckscheide=Kunst Eisleben: Dietzel 1686. ULB Halle: AB 60589.
- [8] VOIGTEL, NICOLAS: Vermehrte Geometria Subterranea, oder Marckscheide=Kunst Eisleben: G. A. Leg 1713. ULB Halle: Pe 819.
- [9] STAHL, GEORG CONRAD: Neu aufgeföhrter Europäischer Ingenieur: oder Kriegs-Bau-Kunst / Wie solche / mit allem was dazu erfordert wird / in Europa üblich gewesen / und zumaln annoch ist: ... Andere Haupt-Abtheilung / Bestehend in einer Völligen Geometrie, So wohl mit Circul und

- Linial / auf Papier / als auf dem Felde mit allerhand Instrumenten. Nürnberg: Chr. Riegel 1687. ULB Halle: Pe 2864 (1/3).
- [10] MILLIET DE CHALES, CLAUDE FRANÇOIS: *Cursus seu mundus mathematicus. Tomus Tertius.* Lugduni: Posuel; Rigaud 1690. ULB Halle: Pb 1088, 2° (3).
- [11] BION, NICOLAS: *Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathématiques.* Paris: La Haye P. Husson, T. Johnson, e. a. 1723. ULB Halle: Pb 2263.
- [12] BION, NICOLAS: *Neu-eröffnete Mathematische Werck-Schule oder Gründliche Anweisung, Wie die Mathematische Instrumenten ... zu gebrauchen ... zu verfertigen, zu probiren ... sind.* Franckfurt, Leipzig, Nuernberg 1712. ULB Halle: Pb 2264.
- [13] LEUPOLD, JACOB: *Anamorphosis mechanica nova oder Beschreibung dreyer neuen Maschinen, mit welchen ... mancherley Bilder und Figuren können gezeichnet werden ...* Leipzig 1713. UB Leipzig, HB: Phys. 159/4.
- [14] LEUPOLD, JACOB: *Theatrum arithmetico geometricum, ... Schau=Platz der Rechen- und Meß-Kunst, ...* Leipzig: Joh. Friedr. Gleditschens seel. Sohn 1727. (1774 neu aufgelegt bei Bernhard Christoph Breitkopf und Sohn in Leipzig. ULB Halle: Tb 1937a/1, 2° (7)). Nachdruck 1982 bei Schäferin in Hannover. HAB Wolfenbüttel: 32.4° 601.
- [15] LEUPOLD, JACOB: *Theatrum machinarum generale, ... Schau-Platz des Grundes mechanischer Wissenschaften, ...*, Leipzig: Zufinden bey dem Autore und Joh. Friedr. Gleditschens seel. Sohn. drucks Christoph Zunkel, 1724. ULB Halle: Tb 1937, 2°.
- [16] LANGLOIS, M.: *Pantographe, ou singe perfectionné.* Recueil des Machines Approuvées par L'Académie Royale des Sciences. Année 1743, No. 460. In: *Machines et Inventions ...* Bd. 7 (1777) S. 207–215, Taf. No. 460.
- [17] OZANAM, JACQUES: *Méthode de lever les plans et les cartes de terre et de mer: avec toutes sortes d'instrumens & sans instrumens.* Paris: C. Jombert 1755. ULB Halle: Pe 881.
- [18] MARELIUS, NILS: *Von Storchschnäbeln.* Der Königlich-Schwedischen Akademie der Wissenschaften Abhandlungen, aus der Naturlehre, Haushaltungskunst und Mechanik auf das Jahr 1767. Band 29, S. 181–191, Tab. VI. Aus dem Schwedischen übersetzt von A. G. KÄSTNER. Leipzig: A. H. Hollens Witwe 1770. ULB Halle: AB B 8877.
- [19] DOEHREN, JACOB VON: *Ausführliche Abhandlung über die Silhouetten und deren Zeichnung, Verjüngung, Verzierung und Vervielfältigung.* Frankfurt, Leipzig: Perrenon 1780. UB Leipzig, HB: 65-8-6443.

- [20] DOEHREN, JACOB VON: Beschreibung eines sehr einfachen zur Verjüngung der Schattenrisse dienenden Storchschnabels, den sich jeder Liebhaber selbst verfertigen kann, nebst einem geometrische Beweis und Tafeln über dies Werkzeug. Münster; Hamm: Perrenon 1780. UB Leipzig, HB: 65-8-6443/1.
- [21] VOIGTLÄNDER, JOHANN CHRISTOPH: Beschreibung und Gebrauch des Pantographs, sonst Affe genannt, gröstentheils nach der Verbesserung des Herrn Langlois zu Paris. Wien: Wappler 1785. UB Leipzig, HB: Math. 518-m/2.
- [22] GERSTENBERGCK, JOHANN LAURENTIUS JULIUS VON: Beschreibung einiger Pantographen Plans in gleicher verjuengter und vergroößerter Groeße zu kopieren, die Kopien zugleich zu vervielfaeltigen und damit in einer Stunde mehr als sonst in einem Tage zu fertigen, ... Jena: Croeckersche Buchhandlung 1787. ThULB Jena: 8 Math III,37.
- [23] ADAMS, GEORGE: Geometrische und Graphische Versuche, oder Beschreibung der mathematischen Instrumente, ... Aus dem Englischen übersetzt, ... von J. G. GEIBLER. Leipzig: S. L. Crusius 1795. ULB Halle: Pb 2285 (ohne Tafeln).
- [24] WALLACE, WILLIAM: Account of the Invention of the Pantograph, and a Description of the Eidograph, a Copying Instrument ... (Read 13th January 1831.) Transactions of the Royal Society of Edinburgh vol. 13 (1836) pp. 418–439, Plate 14.
- [25] HARTNER, FRIEDRICH: Handbuch der niedern Geodäsie nebst einem Anhang über die Elemente der Markscheidekunst. Wien: Seidel 1852. TU BA Freiberg: 1091 Mathem.
- [26] KUEN, DIONYS: Abbildung, Beschreibung und Gebrauchsanweisung zweier vervollkommneten Pantographen, oder Storchschnäbel, vermittelt welcher man drei Copien, und zwar in gleich großen, größerem und kleinerem Verhältnisse auf einmal erhält. ... Quedlinburg, Leipzig: G. Basse 1856. ULB Halle: 91 B 287, Kapsel (39).
- [27] HUNÄUS, G. CHR. K.: Die geometrischen Instrumente der gesamten praktischen Geometrie, deren Theorie, Beschreibung und Gebrauch. Hannover: Carl Rümpler 1864. ULB Halle: AB 491/b,18.
- [28] KRONAUER, J. H.: Goldschmid's schwebender Pantograph. Schweizerische polytechnische Zeitschrift 9 (1864) S. 157–158, Tafel 13, Fig. 1–6.
- [29] FISCHER, ERNST: Ueber Pantographen. In: CARL, PHILIPP (Hrsg.): Repertorium für physikalische Technik, für mathematische und astronomische Instrumentenkunde. Band 1, S. 257–276. München: R. Oldenbourg 1866. SUB Göttingen: 8° Phys I, 3282.

- [30] GALTON, FRANCIS: On the Principle of the Pantograph. Report of the Meteorological Committee of the Royal Society for 1869, pp. 32–35.
- [31] GALTON, FRANCIS: Description of the Pantograph (Constructed by Messrs. Beck, 30, Cornhill). Report of the Meteorological Committee of the Royal Society for 1870, pp. 31–36.
- [32] SYLVESTER, JAMES JOSEPH: On the Plagiograph aliter the Skew Pantigraph. *Nature*, XII (1875) July 1, p. 168.
- [33] SYLVESTER, JAMES JOSEPH: History of the Plagiograph. *Nature*, XII (1875) July 15, pp. 214–216.
- [34] MAYHER: Neuer Pantograph von Ott und Coradi. *Zeitschrift für Vermessungswesen* (1876) 5. Heft, S. 93.
- [35] KOPPE, C.: Pantograph von Goldschmid. *Zeitschrift für Vermessungswesen* (1877) 5. Heft, S. 273.
- [36] CORADI, G.: Vergleich der „freihängenden“ Pantographen von J. Goldschmid in Zürich und jener von Ott & Coradi in Kempten. *Zeitschrift für Vermessungswesen* (1877) 5. Heft, S. 368–375.
- [37] PELLEHN, G.: Der Pantograph. Vom Urstorchschnabel zur modernen Zeichenmaschine. 1603–1903. *Deutsche Mechaniker-Zeitung*, Nr. 10 (1903) S. 85–90, Nr. 12 (1903) S. 105–107, Nr. 13 (1903) S. 113–117, Nr. 14 (1903) S. 125–129.
- [38] CORADI, G.: Katalog über freischwebende Präzisionspantographen, Planimeter, Integrativen, Integratoren, harmonische Analysatoren, Koordinatographen, Affinographen. Mathematisch-mechanisches Institut Zürich IV, Ausgabe 1910.
- [39] OTT, A.: Planimeter und Pantographen, Listen Nr. 301 und 401. Kempten (Allgäu), 1928.

b) Sekundärliteratur

- [40] Allgemeine Deutsche Biographie. Neudr. der 1. Aufl. von 1875–1912. Berlin: Duncker & Humblodt 1967–1971.
- [41] AMMAN, JOST: Ständebuch – 133 Holzschnitte. Reprint. Frankfurt (M.), Leipzig: Insel-Verlag 1975.
- [42] Berühmte Freiburger. Ausgewählte Biographien bekannter und verdienstvoller Persönlichkeiten. Teil 2: Persönlichkeiten aus dem 18. Jahrhundert. Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins. 85. Heft (14. Heft Neue Serie). Freiberg 2000.

- [43] BRAUNMÜHL, ANTON VON: Christoph Scheiner als Mathematiker, Physiker und Astronom. Bayerische Bibliothek Bd. 24. Bamberg: Buchnersche Verlagsbuchhandlung 1891. ULB Halle, Ha 16: MI 787.
- [44] BROCKHAUS' Konversations=Lexikon. Band 12: Morea-Perücke. Leipzig, Berlin und Wien: F. A. Brockhaus 1895.
- [45] CANTOR, MORITZ: Vorlesungen über die Geschichte der Mathematik. Band 1–4. Leipzig: B. G. Teubner 1880–1898. ULB Halle, Ha 16: MS 63a–c, MS 362d.
- [46] CAYLEY, A.: James Joseph Sylvester. *Nature* 39 (1889) pp. 217–219.
- [47] 100 Jahre Coradi. Jubiläumsschrift der Firma Elsinger-Feinmechanik. Zürich 1980 (?).
- [48] DAMEROW, PETER; LEFÈVRE, WOLFGANG: Georg Adams. Geometrische und Graphische Versuche, oder Beschreibung der mathematischen Instrumente, ... Nach der deutschen Ausgabe von 1795 ausgewählt, bearbeitet und erläutert. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1985. ULB Halle: 92 A 8393.
- [49] Deutscher Biographischer Index. Bearbeitet von WILLY GORZNY. München [u. a.]: Saur 1982–...
- [50] DIDEROT, D.; D' ALEMBERT, J. B.: *Encyclopédie, ou Dictionnaire raisonné des Sciences, des Arts et des Métiers*. Bern und Lausanne 1751–1780.
- [51] DIEFENBACHER, MICHAEL; ENDRES, RUDOLF (Hrsg.): *Stadtlexikon Nürnberg*. Nürnberg: Verl. W. Tümmels 2000.
- [52] DIESNER, HANS-JOACHIM (Hrsg.): *Lexika gestern und heute*. Berlin: Akademie-Verlag 1976.
- [53] *Dresdner Mathematisch-Physikalischer Salon*. Leipzig: Seemann-Verlag 1974.
- [54] DYCK, WALTER (Hrsg.): *Katalog mathematischer und mathematisch-physikalischer Modelle, Apparate und Instrumente*. München: C. Wolf & Sohn 1892. ULB Halle, Ha 16: MS 68. (Nachdruck dieser Ausgabe: Hil-desheim [u. a.]: Olms 1994.)
- [55] [ERSCH, JOHANN SAMUEL:] *Nähere Nachricht an die Herrn Mitarbeiter der neuen Encyclopädie aller Wissenschaften und Künste ... ueber den Plan des Werkes und dessen Ausführung; mit Verzeichnissen der Hrn. Mitarbeiter und mit Probe-Artikeln*. Halle, Leipzig: Gleditsch 1816. ULB Halle, Ha 179: Af 2307,4.
- [56] ERSCH, JOHANN SAMUEL; GRUBER, JOHANN GOTTFRIED (Hrsg.): *Allgemeine Encyclopädie der Wissenschaften und Künste ...* Halle, Leipzig: Gleditsch 1818–1889. ULB Halle: LS 2–5.

- [57] FLAD, MAX: Dionys Kuen 1773–1852. Buchdrucker, Mundartdichter und Maler aus Buchau. Bad Buchau: Federsee-Verlag 1991.
- [58] FOLKERTS, MENSIO; KNOBLOCH, EBERHARD; REICH, KARIN: Maß, Zahl und Gewicht. Mathematik als Schlüssel zu Weltverständnis und Weltbeherrschung. Ausstellungskatalog der Herzog August Bibliothek Nr. 60, Weinheim: VCH, Acta Humaniora 1989. (Erweiterte Neuauflage Wiesbaden: Harowitz 2001.)
- [59] DE FONTENELLE, B. : Eloge de M. Ozanam, Histoire et mémoires de l'Académie des Sciences 1717, Paris 1718.
- [60] FORREST, DEREK WILLIAM: Francis Galton – the life and work of Victorian Genius. London 1974.
- [61] Französische Bibliographie 15. Jahrhundert – 2000. Paris 2001.
- [62] FREYDANK, HANNS: Die Totenschilder der Eisleber Begräbnis-Sozietät. Blätter für Münzfreunde 68 (1933) S. 644 ff.
- [63] FRIEB, PETER: Christoph Scheiner und die dritte Dimension in der Malerei. Sammelblatt des Historischen Vereins Ingolstadt, 109. Jahrgang (2000) S. 33–42.
- [64] GALTON, F.: Memoires of my life. London: Elek 1908.
- [65] [GARTZ, J. C.:] Verzeichnis der von dem allhier Verstorbenen Herrn Hofrath und Professor Johann Friedrich Pfaff hinterlassenen Bibliothek vorzüglich ausgezeichnet in allen Zweigen der Mathematik. Halle: LIPPERT 1826. ULB Halle: Aa 4075.
- [66] GILLISPIE, C. C. (Ed.): Dictionary of scientific biography. New York: Charles Scribner's 1970-1980.
- [67] GOEBEL, MANFRED; MALITTE, ELVIRA; RICHTER, KARIN; SCHLOSSER; SCHÖNEBURG, SILVIA; SOMMER, ROLF: Der Pantograph in historischen Veröffentlichungen des 17. bis 19. Jahrhunderts. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, FB Mathematik und Informatik. Reports on Didactics and History of Mathematics 04 (2002).
- [68] GOTTWALD, SIEGFRIED; ILGAUDS, HANS-JOACHIM; SCHLOTE, KARL-HEINZ: Lexikon bedeutender Mathematiker. Thun, Frankfurt (M.): Deutsch 1990.
- [69] GROBMANN, M.: G. Coradi. Sonderabdruck aus der Neuen Züricher Zeitung, No. 473 vom 13. März 1929.
- [70] GRUNERT, JOHANN AUGUST: Supplemente zu Georg Simon Klügels Wörterbuche des reinen Mathematik. Band 1–2. Leipzig: Schwickert 1833, 1836. ULB Halle, Ha 16: MS 2316 (6,7).

- [71] GÜNTHER, S.: Geschichte der Mathematik. Bd. 1. Sammlung Göschen. Leipzig: Göschen 1908.
- [72] GUTHRIE, PAUL; METHERELL, DAVID (Ed.): The Scandinavian Biographical Archive, Mikrofiche-Ausgabe, Serie B. London [u. a.]: Saur 1991.
- [73] HALSTED, G. B.: Biography James Joseph Sylvester. Amer. Math. Monthly 1 (1894) pp. 294–298 und 4 (1897) pp. 159–168.
- [74] HAMBLY, MAYA: Drawing Instruments 1580–1880. London: Sotheby's Publications 1988.
- [75] HAUB, RITA: Christoph Scheiner – Der Mensch. Sein Leben als Jesuit und Naturwissenschaftler. Sammelblatt des Historischen Vereins Ingolstadt, 109. Jahrgang (2000) S. 15–31.
- [76] JAHN, GUSTAV, ADOLF: Wörterbuch der angewandten Mathematik ... / zugleich als Fortsetzung des Kluegelschen Woerterbuchs der reinen Mathematik ... Band 1–2. Leipzig: Reichenbach 1847. ULB Halle: Pb 1388 (1.2).
- [77] KLUEGEL, GEORG SIMON: Mathematisches Wörterbuch ... Theil 1-3. Leipzig: Schwickert 1803–1808. ULB Halle, Ha 16: MS 2316 (1–3).
- [78] KLUEGEL, GEORG SIMON: Mathematisches Wörterbuch ... , fortgesetzt von Carl Brandan Mollweide. Theil 4 von Q bis S. Leipzig: Schwickert 1823. ULB Halle, Ha 16: MS 2316 (4).
- [79] KLUEGEL, GEORG SIMON: Mathematisches Wörterbuch ..., fortgesetzt von Johann August Grunert. Theil 5 von T bis Z. Leipzig: Schwickert 1831. ULB Halle, Ha 16: MS 2316 (5).
- [80] MEYER, J.: Das große Conversations=Lexicon für die gebildeten Stände. Hildburghausen, Amsterdam, Paris und Philadelphia 1852.
- [81] JOHANN HEINRICH KRONAUER, Professor der Technologie, 1822–1873. – In: Adressverzeichnis der Mitglieder der Gesellschaft ehemaliger Studierender der Eidg. Schule in Zürich, S. 166–167. Zürich 1880.
- [82] MACDONNELL, JOSEPH: Jesuit geometers. A study of fifty-six prominent Jesuit geometers during the first two centuries of Jesuit history. Saint Louis [u. a.]: Institute of Jesuit Sources [u. a.] 1989.
- [83] MCKAY, J. S.: William Wallace. Proc. Edinburgh Math. Soc. 9 (1891) pp. 38–91.
- [84] MEDERER, J. N.: Annales Ingolstadiensis Academiae, ed. M. PERMANEDER, Ingolstadt 1782, Pars II, S. 197.
- [85] MEUSEL, JOHANN Georg: Lexikon Der Vom Jahr 1750 Bis 1800 Verstorbenen Teutschen Schriftsteller. Leipzig: G. Fleischer, Dem Jüng. 1802–1816. ULB Halle: KR 9–139.

- [86] MORÉRI, LOUIS: Le grand dictionnaire historique, ... Lyon 1674.
- [87] OTTOWITZ, NIKOLAUS: Der Mathematikunterricht an der Technischen Hochschule in Wien 1815–1918. Diss. der TU Wien 52. Band 1. Wien 1992.
- [88] PASCHKE, UWE K. (Hrsg.): Holle Universalgeschichte. Erlangen: Karl Müller Verlag 1991.
- [89] POGGENDORFF, J. C. (Hrsg.): Biographisch-literarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exacten Wissenschaften. Leipzig: Verl. Johann Ambrosius Barth 1863. Fortgesetzt unter „J. C. Poggendorffs Biographisch-literarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exacten Wissenschaften“ durch verschiedene Herausgeber und Verlage.
- [90] RÜHL, WALTER: 125 Jahre Erdöl in Wietze. Festvortrag anlässlich der Jubiläumsveranstaltung auf dem Gelände des Erdölmuseums in Wietze am 17. September 1983.
- [91] RÜHL, WALTER: Georg Chr. Konrad Hunaeus – Ein Erdölpionier. Erdöl, Erdgas, Kohle 10 (1989) S. 428–429.
- [92] SCHALK, F.: Die europäische Aufklärung. In: Propyläen Weltgeschichte. Band 7, S. 467–512. Frankfurt/M., Berlin 1960.
- [93] SCHNEIDER, IVOR: Der Proportionalzirkel – ein universelles Analogrecheninstrument der Vergangenheit. Abhandlungen und Berichte des Deutschen Museums, 38. J., Heft 2, München 1970.
- [94] SCRIBA, CHRISTOPH J.; SCHREIBER, PETER: 5000 Jahre Geometrie. Berlin u. a.: Springer 2001.
- [95] Sonne entdecken – Christoph Scheiner 1575–1650. Katalog zur Ausstellung des Stadtmuseums Ingolstadt in Zusammenarbeit mit dem Jesuiten-Orden und dem Deutschen Museum in Bonn 6. Februar bis 30. April 2000. Herausgegeben vom Stadtmuseum Ingolstadt, Stadt Ingolstadt 2000.
- [96] THIEM, U. (Hrsg.): Allgemeines Lexikon der bildenden Künstler. Leipzig: Seemann 1913.
- [97] TROITZSCH, ULRICH: Zum Stande der Forschung über Jacob Leupold (1674–1727). Albrecht Timm zum 60. Geburtstag. Technikgeschichte 42 (1975), Heft 4, S. 263–286. Eine gekürzte Fassung dieses Artikels findet sich im Nachdruck von [14].
- [98] TURNER, ANTHONY: Early Scientific Instruments. Europe 1400–1800. London: Sotheby's Publications 1987.
- [99] WERNER, ANDRAE: Die Bergakademie und ihre Vorgeschichte. Technische Universität Clausthal – Zur Zweihundertjahrfeier 1775–1975, Band 1. Clausthal-Zellerfeld 1975.

- [100] WOLFF, CHRISTIAN: *Elementa matheseos universae*. Halle (Magdeburgisches): Renger 1742.
- [101] WOLFF, CHRISTIAN: *Mathematisches Lexicon ...* Leipzig: J. Fr. Gleditsch Sohn 1716. ULB Halle, Ha 179: Pb 1366.
- [102] [WOLFF, CHRISTIAN:] *Vollständiges Mathematisches Lexicon ...* Leipzig: J. Fr. Gleditsch Sohn 1747. ULB Halle, Ha 16: MI 967.
- [103] ZEDLER, JOHANN HEINRICH: *Grosses vollständiges Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste ...* Halle und Leipzig: Johann Heinrich Zedler 1732–1754. ULB Halle: LS 2–4.
- [104] PARSHALL, KAREN HUNGER: *James Joseph Sylvester. Life and Work in Letters*. Oxford: Clarendon Press 1998.

c) Internet-Links (Stand Februar 2003)

- [105] CORADI, G: *Mathematische Präzisionsinstrumente*.
<http://www.g.coradi.com/>
- [106] *Encyclopædia Britannica, 1999–2002*.
<http://www.britannica.com/>
- [107] GOEBEL, MANFRED; MALITTE, ELVIRA: *Virtuelle Pantographen*. Universität Halle-Wittenberg 2001.
<http://www.mathematik.uni-halle.de/~didakt/pantograph/index.html>
- [108] *Matematiska institutionen, Uppsala universitet – Biografier*.
http://www.math.uu.se/studie/grundutb/project/KVA_1739_1849/biografier/biografier.html
- [109] SCHMIDT, WILLI: *Sammeln ist meine Leidenschaft*.
<http://members.aon.at/eriwilschmidt/sammlerwilli.htm>
- [110] *The MacTutor History of Mathematics Archive*, St. Andrew University.
<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/history/index.html>
- [111] VAN HELDEN, ALBERT: *The Galileo Project*, Rice University 1996.
<http://es.rice.edu/ES/humsoc/Galileo/>
- [112] VOLLRATH, HANS-JOACHIM: *Das "Instrumentum Architecturae" von Balthasar Neumann*.
<http://www.mathematik.uni-wuerzburg.de/History/rechner/neumann/index.html>

