



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Deutsche Altertümer im Rahmen deutscher Sitte**

**Lauffer, Otto**

**Leipzig, 1918**

Zweiter Abschnitt : Wissenschaftliche Altertümer.

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-76049](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-76049)

## Zweiter Abschnitt.

### Wissenschaftliche Altertümer.

Der Träger alles menschlichen Wissens ist der Geist. Das äußere Mittel zur Weitergabe und Fortpflanzung des Wissens ist — neben der Sprache — die Schrift. Eine Schrift in unserem Sinne hatte der germanischen Kultur noch gefehlt. Zwar hatte man die Runen, aber diese wurden nur als Loszeichen, eingeritzt auf Buchenstäben, selten auch zu kurzen Inschriften auf Steinen und Geräten verwandt. Schriftstellerisch ausgenutzt sind sie nicht. In den deutschen Gebieten südlich der Eider hört ihr Gebrauch um 800 auf, während er im Norden gerade in der darauffolgenden Wikingerzeit (800—1050) sehr starken Aufschwung nimmt<sup>1)</sup>.

Die Kunst des Schreibens kam nach Deutschland von den Erben der römischen Kultur. Dabei hat man sich zu vorübergehenden Aufzeichnungen noch durch das ganze Mittelalter der Wachstafeln bedient, die in der Gestalt von doppelseitig mit einer Wachsschicht überzogenen Holztafeln erscheinen, und von denen oft mehrere zu einem Buche zusammengebunden sind. In letzterem Falle wurden sie in einer Lederkapsel getragen, die am Gürtel befestigt wurde. Zum Schreiben benutzte man einen Griffel aus Metall, auch Bein oder Holz. Am oberen Ende hatte er oft eine Platte zum Glätten der Wachsschicht<sup>2)</sup>.

Die Verwendung der Wachstafel wird dann am Anfang des 16. Jahrh. durch die der Schiefertafel abgelöst. Dazu tritt um die Wende des 16. und 17. Jahrh. der Bleistift<sup>3)</sup>.

Das wichtigste Schreibmaterial ist von Anfang an Tinte, Feder und Pergament, später das Papier<sup>4)</sup>. Das Pergament, meist von der Haut des Hammels, der Ziege oder des Kalbes, wurde vom Schreiber selbst abgeschabt, mit Bimstein ge-

1) Wimmer, Die Runenschrift. Übers. v. Holzhausen. 1887. — G. Neckel, Zur Einführung in die Runenforschung. In German.-roman. Monatschr. 1, 7 ff.

2) Warneke, Mittelalterliche Schulgeräte im Museum zu Lübeck. In „Zeitschrift f. Gesch. d. Erziehung u. d. Unterrichts“. 2. 227 ff. (1912).

3) E. Schwanhäuser, Die Nürnberger Bleistiftindustrie. 1895.

4) W. Wattenbach, Das Schriftwesen im Mittelalter. 1896.

glättet und in den Rissen und Löchern verklebt oder vernäht. Später bildet sich ein eigenes Handwerk der Pergamentmacher, „Permenter“.

Das Papier ist durch die Araber nach Europa gekommen. Über Venedig und Mailand gelangte es nach Süddeutschland und an den Rhein, wo sich die ersten deutschen Papierfabriken befanden, so 1320 bei Mainz, später in Nürnberg, wo Ulman Stromer 1390 eine Wassermühle errichtete, in Ravensburg (1407) usw. Die Fabrikzeugnisse wurden mit einem Wasserzeichen versehen, wie denn z. B. das im 15. Jahrh. weitverbreitete Ravensburger Papier mit einem Ochsenkopf gezeichnet war. Immerhin hat sich die allgemeine Verwendung des Papiers vor dem Pergament nur langsam durchgesetzt. In der kaiserlichen Kanzlei taucht es in Italien schon Anfang des 12. Jahrh. auf, aber noch 1231 hat Friedrich II. es für alle amtlichen Schriften verboten. Unter Karl IV. sind die Briefe meist auf Papier geschrieben, gelegentlich auch schon die Patente, während die Diplome grundsätzlich am Pergament festhalten, eine Gewohnheit, die später bis in das 18. Jahrh. fortgesetzt ist.

Als Schreibgerät hatten die Römer das Schreibrohr gehabt, waren aber schon im 5. Jahrh. allmählich zur Feder übergegangen. Ihr Gebrauch wurde von den Deutschen übernommen, und damit taucht dann zugleich auch das Federmesser auf. Als Tintensaß diente ein Horn. Am Ausgang des Mittelalters wurde es entweder noch aus Horn gefertigt oder aus Kalkstein geschnitten oder in Ton gebrannt. Auch in allen Metallarten, später in Porzellan, ist es gefertigt und oft kunstvoll verziert.

Neben der Tinte, für die eine Menge von Rezepten immer wiederkehrt, erscheint zur Hervorhebung der Abschnitte die rote Farbe. Seit dem 13. Jahrh., das eine sehr starke Vermehrung der Schreibarbeit brachte, wird daneben auch die blaue Farbe für die Anfangsbuchstaben und sonstige Verzierungen verwandt. Außerdem tritt das Gold dazu.

In der Schrift hatte die Zeit Karls d. Gr. für besonders reiche Handschriften die alte Uncialschrift wieder aufgenommen. Im übrigen wurde, unter Verbesserung der merowingischen Schrift, eine Minuskel ausgebildet, die besonders durch die oben keulenförmig verdickten Langstriche erkenntlich ist. Diese fränkische Schrift gewann mit der Zeit die Alleinherrschaft, und ihre Bestandteile sind bis zum 12. Jahrh. immer gleichmäßiger ausgebildet. Um diese Zeit aber treten an den bis dahin gerade abgesetzten unteren

Enden der Buchstaben eine Art Abschnittstriche hervor. Und indem diese Striche sich von unten nach vorn in die Höhe ziehen, gewinnt die Schrift ein stark verändertes Aussehen. Gleichzeitig beginnt ein maßloser Gebrauch von Abkürzungen, in dem besonders die Bettelmönche sich gegenseitig überboten. Im 14. Jahrh. wurde die Schrift dann zunehmend eckiger. So entstand die gitterförmig wirkende „gotische“ oder „Mönchsschrift“, die in ihrer Gültigkeit erst abgelöst wurde, als die Humanisten wieder zu der Minuskel des 12. Jahrh. zurückkehrten.

Wie die Schrift in den ersten Jahrhunderten lediglich Sache der Geistlichkeit war, so besorgte diese auch den Einband. Dabei wurden mehrere Blätter zu einer Lage gefaltet, die ursprünglich vier Blätter umfaßte und daher Quaternio genannt wurde. Diese Lagen wurden mit Zahlen oder Buchstaben durch das Buch fortlaufend durchgezählt. Erst seit dem 14. Jahrh. beginnt die Zählung der einzelnen Blätter, die schließlich der Seitenzählung Platz macht.

Die Herstellung der Bucheinbände in größerem Umfange haben zuerst die Brüder des gemeinsamen Lebens betrieben. Erst um die Mitte des 15. Jahrh. tritt in den Städten ein eigenes Buchbindergewerbe hervor. Seitdem bildet die geschmackvolle Ausstattung des Bucheinbandes einen eigenen kunstgewerblichen Zweig in Deutschland<sup>1)</sup>. Dabei hat die Ausstattung des Vorsatzpapieres zur Herstellung einfarbiger, marmorierter oder auch goldgepreßter Buntpapiere geführt<sup>2)</sup>.

Der Handel mit Büchern zeigt sich in seinen Anfängen zuerst bei den Universitäten. Zunächst handelt es sich dabei mehr um ein Vermieten zum Zwecke des Abschreibens. Später kommt der eigentliche Buchhandel in Italien auf. Von dort gelangt er auch nach Deutschland. So werden in der zweiten Hälfte des 15. Jahrh. die „Buchschröber“ verdrängt. Auf ihrer entsagungsvollen Arbeit aber hatte der gesamte Büchervorrat des Mittelalters beruht. Ihr Fleiß bildete auch die Grundlage für den Aufbau der nach unseren Begriffen noch sehr kleinen mittelalterlichen Bibliotheken. Diese fanden sich regelmäßig in den Klöstern, hier und da auch in fürstlichem Besitz. So hatte Karl d. Gr. und nach ihm besonders Karl der Kahle eine Bücher-

<sup>1)</sup> Katalog der im Germanischen Museum vorhandenen Bucheinbände. 1889. — J. Loubier, Der Bucheinband in alter und neuer Zeit. o. J.

<sup>2)</sup> H. Bösch, Alte Buntpapiere. Mitt. a. d. Germ. Mus. I.

sammlung, später erst wieder Friedrich II. Im späten Mittelalter geht das Büchersammeln dann auch in die Hände von Privatpersonen über. Alle diese Bibliotheken waren reine Privatsammlungen. Kirchen und Klöster gaben zwar die Benutzungserlaubnis, aber sie liehen sehr ungern ihre Bücher aus. So sind die öffentlichen Bibliotheken erst im Anschluß an die Universitäten entstanden, und nach diesem Vorbilde kommen sie im Laufe des 15. Jahrh. auch in den Städten auf, so in Braunschweig und Danzig 1413, in Hamburg 1469.

Einen vollständigen Umschwung in der Geschichte des Buchwesens brachte die Erfindung des Buchdrucks. Dieser hatte seinen Vorgänger gehabt in der Arbeit der Spielkartenverfertiger und der Briefmaler, die besonders Heiligenbilder, oft mit Inschriften, herausgaben. Sie fertigten ihre Bilder mit Holzplatten, in die Bild und Schrift eingeschnitten waren. Dieser Holztafeldruck ist dann auch schon insofern weitergeschritten, als er nicht bei dem Einblattdruck stehen blieb, sondern auch den Druck von mehreren Blättern, ja von ganzen Büchern in Angriff nahm.

Der entscheidende Schritt zur Ausbildung des Buchdrucks geschah erst durch die Einführung beweglicher Lettern, die zuerst in Holz, dann in Metall gefertigt wurden. Die Bemühungen nach dieser Richtung sind gleichzeitig an verschiedenen Stellen erfolgt: neben Johannes Gutenberg aus Mainz stehen Lorenz Coster in Harlem und Albrecht Pfister in Bamberg. Dennoch bleibt Gutenberg der Ruhm der ersten zielbewußten Verwendung. Seine Druckertätigkeit beginnt 1452 und endet 1468 mit seinem Tode. Eine Verbesserung der zunächst gegossenen, ungleichen und auch unscharfen Buchstaben erfand Gutenbergs früherer Schüler Peter Schöffer aus Gernsheim. Er führte Buchstaben aus Kupfer- und Messigplättchen ein, die mit Stahlstempeln geprägt waren. Von Mainz aus hat sich die Buchdruckerkunst dann schon seit den sechziger Jahren des 15. Jahrh. über viele andere deutsche Städte verbreitet, und so beginnt seit ihren als „Incunabeln“ oder „Wiegendrucke“ bezeichneten ersten Arbeiten eine neue Geschichte des Buchwesens, das in seinem schnellen Wachstum nun auch rasch einen weiteren Ausbau der Bibliotheken ermöglichte<sup>1)</sup>.

Die Erzeugnisse von Schrift und Druck nehmen einen so ge-

<sup>1)</sup> U. v. d. Linde, Geschichte der Erfindung der Buchdruckerkunst. 1886. 1887. — G. Reichart, Beiträge zur Incunabelkunde. 1894.

waltigen Raum ein, daß ihre Erforschung von der Wissenschaft vielfach mit Recht als lohnendes Sondergebiet in Angriff genommen ist. Rein äußerlich betrachtet aber bilden sie einen Teil der wissenschaftlichen Altertümer, und in diesem Zusammenhange schließen sich ihnen nun die wissenschaftlichen Instrumente an, die überwiegend zur Verschärfung der Naturbeobachtung und zur Verfeinerung von Messungen, daneben auch zur Vornahme naturwissenschaftlicher Untersuchungen oder ärztlicher Eingriffe dienen.

Bei der Betrachtung der wissenschaftlichen Instrumente würde der Versuch, ihre mathematisch-physikalischen Grundlagen zu besprechen, über unsere Aufgabe hinausgehen. Wir begnügen uns, ihre Verwendung und soweit wie möglich ihre Geschichte zur Sprache zu bringen. Dabei sind wir auch insofern noch in einer schwierigen Lage, als es bis jetzt eine zusammenfassende Darstellung nicht gibt. Lexikalische Nachweise, Sammlungskataloge und eine Reihe von Einzeluntersuchungen sind die einzigen Grundlagen, auf die wir uns stützen können<sup>1)</sup>.

Unter den mathematischen Instrumenten (Abb. 5), die zum Auftragen geometrischer Zeichnungen dienen, sind Zirkel und Richtscheit die wichtigsten. Von ihnen ist der Zirkel ein sehr altes Instrument und, wie der Name bezeugt, von den Römern nach Deutschland gebracht. Eine Erweiterung des einfachen Zirkels ist der sogen. Reduktions- oder Proportionalzirkel, mit dem eine Linie in einem bestimmten Verhältnis geteilt wird. Bei diesem sind die oberen Schenkellenden so über den Zirkelkopf verlängert, daß ihr Endabstand in dem gewünschten Verhältnis zu der zu teilenden Linie steht. Am häufigsten sind Halbier-, Drei- und Vierteilungszirkel. Daneben gibt es Reduktionszirkel, bei denen das Verhältnis der oberen zu den unteren Schenkeln durch

<sup>1)</sup> Col. A. Laussedat, Recherches sur les instruments, les méthodes et le dessin topographiques. — U. Drechsler, Katalog der Sammlung des kgl. mathemat.-physikal. Salons. Dresden 1874. — Coester-Gerland, Beschreibung der Sammlung astronom., geodät. u. physikal. Apparate. Cassel 1878. — S. Günther, Die mathematische Sammlung des german. Museums. In „Leopoldina“ XIV. 1878. — E. Gerland, Beiträge z. Gesch. d. Physik. Ebenda. XVIII. 1882. — La collection Spitzer Bd. V. Paris 1892. — J. Brinckmann, Führer durch das Hamburg. Museum f. Kunst u. Gewerbe. II. 1894. — G. v. Bezold, Wissenschaftliche Instrumente. In „Mitt. a. d. german. Museum“. 1897. 1898. 1899. — M. Feldhaus, Die Technik der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und der Naturvölker. 1914.

Verschiebung der Kopfschraube geändert werden kann. Zu Teilungszwecken dient wie der Proportionalzirkel auch der sogen. Galileische Proportionalzirkel. Derselbe ist aber im Grunde überhaupt kein Zirkel, sondern er besteht aus zwei linealförmigen Schenkeln, die sich um einen in ihrer Innenkante gelegenen Drehpunkt um  $180^{\circ}$  drehen lassen. Auf den Schenkeln sind eine Reihe von korrespondierenden Linien mit entsprechenden Unterabteilungen aufgetragen, an denen die Resultate mathematischer Berechnungen abgelesen werden können.

Wie der Zirkel so gehen auch das Lineal und die Instrumente zum Auftragen von Winkeln, die Reißschiene oder der Anlegewinkel, früher Richtscheit genannt, und das Winkelmaß in frühe Zeit zurück. Zum Auftragen beliebiger Winkel dient der Transporteur, der meist halbkreisförmig, gelegentlich auch rechteckig erscheint. Zum Auftragen von Horizontalwinkeln, die mit der Busssole aufgetragen sind, wurde das mit einer Busssole verbundene „Zulegezeug“ benützt.

Zum Ziehen einer größeren Anzahl von Parallelen in kleinen Abständen dienen die Schraffiermaschinen. Auch sonst sind zu besonderen mathematischen Zwecken eigene Instrumente hergestellt, die, in ihrer Brauchbarkeit beschränkt, im Einzelfalle ein rasches Arbeiten ermöglichen.

Die Hauptentwicklung mathematisch-naturwissenschaftlicher Forschung, das Wiedererwachen der Kenntnisse der Griechen und Araber in Deutschland setzt ein mit der Zeit, da Joh. Regiomontanus sich im Jahre 1471 in Nürnberg niederließ und eine Sternwarte, die erste in Deutschland, begründete. Regiomontanus übernahm die schon von Ptolemäus erwähnten Instrumente, so das später als Armille bezeichnete Meteoroskopion und den Quadranten. Von den Arabern entlehnte er das Astrolabium, das er vervollkommnete. Er bildete den Baculus astronomicus, den Jakobsstab, neben dem Kompaß das astronomische Hauptgerät der Seefahrer, weiter aus. Er hat das geometrische Quadrat, die Bussolen, Sonnenuhren, Erd- und Himmelsgloben usw. teilweise neu geschaffen, teilweise verbessert. Sein Einfluß wirkte bis in das 17. Jahrh., bis die Forschungen des Kopernikus über das Weltensystem und die Entdeckungen Keplers, die die Ellipsengestalt der Planetenbahnen klarlegten, zusammen mit der Erfindung des Fernrohrs einen vollkommenen Umschwung der astronomischen Instrumente herbeiführten.

Versuchen wir, die Gesamtheit dieser Instrumente planmäßig

in Unterabteilungen zu gliedern, so stößt ein solcher Versuch insofern auf Schwierigkeiten, als ein und dasselbe Stück verschiedenen Gebieten angehören kann. Wie z. B. der Mathematiker, der Marktscheider, der Feldmesser und der Geograph einerseits, so benutzen andererseits der Optiker, der Astronom und der Nautiker oft dasselbe Instrument. Die Grenzen sind also flüchtig. Dazu kommt, daß die Instrumentenmacher des 16. und 17. Jahrh. die Neigung hatten, ihren Instrumenten eine möglichst vielseitige Verwendbarkeit zu geben. So finden sich in dieser Zeit vielfach kombinierte Instrumente, die zu verschiedenem Gebrauch hergerichtet sind.

Unter den optischen Instrumenten war die Linse als Mittel zur Vergrößerung schon der Antike bekannt. Ihre Verwendung als Brille wurde um 1300 in Italien erfunden. Von da gelangte sie in der Form der Klemmbrille nach Deutschland, wo wir z. B. 1479 in Dresden, 1482 in Nürnberg Brillenmacher bezeugt finden. Ihr Rohglas schenken diese noch während des ganzen 16. Jahrh. aus Italien bezogen zu haben. Der Wert der Gläser war daher noch ein sehr hoher. Auch größere Linsen hat man in dieser Zeit bereits als Brenngläser und an kostbaren Beleuchtungsgeräten verwandt<sup>1)</sup>.

Die Benutzung der Linse zum Fernrohr geschah erst am Anfang des 17. Jahrh. Vorher hatte man sich mit dem gläserlosen Seherohr begnügen müssen, das schon das Mittelalter von der Antike übernommen hatte. Der Erfinder des Fernrohrs ist wahrscheinlich der niederländische Brillenschleifer Hans Lippershey und das Jahr 1608 dasjenige der Erfindung. Er hat damit in der gesamten Weltanschauung einen Umschwung sondergleichen eingeleitet. Schon in den Jahren 1609 und 1610 hat Galilei seine großen Entdeckungen mit dem Fernrohr durchführen können. Im folgenden Jahre 1611 konstruierte Kepler sein aus nur zwei Sammellinsen bestehendes Fernrohr, das — ein umgekehrtes Bild liefernd — als Keplersches oder astronomisches Fernrohr nach mannigfachen Verfeinerungen noch heute in Gebrauch ist. Ein Galileisches Fernrohr von 1612 und ein Keplersches von 1613 befinden sich im Dresdener mathematisch-physikalischen Salon. Dieselbe Sammlung besitzt auch bereits aus dem Jahre 1613 ein terrestrisches oder Erdfernrohr, bei dem durch Ein-

<sup>1)</sup> M. Engelmann, Optische Instrumente i. mathemat. Salon. Mitt. a. d. Sächs. Kunstsaml. VII. 1917.

fügung von zwei weiteren Linsen gegenüber dem Keplerrohre wieder aufrechtstehende Bilder gewonnen sind. Dieses von dem Dresdener Cracau gefertigte Rohr ist das älteste bekannte Erdfernrohr.

Älter als die Erfindung des Linsenfernrohres sind die Vorarbeiten zu der Herstellung von Spiegelfernrohren. Sie beginnen in der ersten Hälfte des 16. Jahrh. und fanden in den Konstruktionen von J. Gregory (London 1663) und von J. Newton (1671) in zwei verschiedenen Formen ihren Abschluß.

Das Mikroskop ist fast gleichzeitig mit dem Fernrohr, und zwar wie dieses im Middelburg um 1600 erfunden. Der Brillenschleifer Zachar. Janßen mit seinem Vater Hans gelten als seine Erfinder. Aber erst in der zweiten Hälfte des 17. Jahrh. gelangte es, vor allem durch Antoni van Leeuwenhoek (1632—1723) zu verfeinerter Durchbildung. Auf seine weitere Entwicklung, über die R. J. Petri, „Das Mikroskop“ (Berlin 1896) berichtet, kann hier nicht eingegangen werden. Um 1800 wurde es durch die Einführung der achromatischen Linse zu erhöhter Leistungsfähigkeit gebracht.

Unter den astronomischen Instrumenten ist das älteste und einfachste der Jakobsstab, auch als Schifferarmbrust, ballistella, bezeichnet, ein hölzerner Stab mit Gradteilung und einem Visierschieber, den die Schiffer zum Messen der Gestirns Höhen benutzten<sup>1)</sup>. Zu Winkel- und Höhenmessungen diente der Quadrant, ein sehr altes Instrument, das schon Ptolemäus benutzt hatte. Der Radius ist verschieden groß. Tycho Brahes Mauerquadranten hatten einen Radius von fünf Ellen. Ihre Einteilung am Bogen erfolgte nach Graden, Minuten und Viertelminuten.

Das wichtigste astronomische Instrument vor der Erfindung des Fernrohres war das Astrolabium. Seine Einrichtung erklärt sich aus seinem Gebrauch. Man bestimmte mit seiner Hilfe die Sonnen- und Mondhöhe, den Stand der Planeten und Fixsterne, den Stand der Sonne auf der Ekliptik, die Stunden des Auf- und Unterganges aller Gestirne, die Länge des Tages und der Dämmerungen, und bediente sich seiner für alle mit diesen Aufgaben zusammenhängenden Fragen der sphärischen Astronomie; endlich auch für die Zwecke der Astrologie<sup>2)</sup>. Alle diese Instru-

<sup>1)</sup> U. Schüß, Zur Entwicklung des Jakobsstabes. Mitt. d. Geogr. Ges. München. VIII. 1913.

<sup>2)</sup> Justus Brinckmann, a. a. O. II, 270.

mente sind oft in reicher Ausführung und von anerkannten Meistern, wie W. Jamnitzer, Jost Amman u. a., gefertigt<sup>1)</sup>.

Auf den Ergebnissen der astronomischen Forschung bauen sich die Himmelsgloben auf. Die Anfertigung derselben hatte schon Ptolemäus erörtert. Seine Anregungen waren von den Völkern des Islam übernommen. Aus der Zeit des 13. Jahrh. sind schon Himmelsgloben nach Deutschland gekommen. Ein wahrscheinlich 1279 in Bronze gegossenes Exemplar befindet sich im mathematischen Salon zu Dresden<sup>2)</sup>. Den ersten Himmelsglobus des Abendlandes, den Joh. Stöffler 1493 anfertigte, besitzt das Germanische Museum. Von den späteren Globen ist insofern eine besondere Eigentümlichkeit anzumerken, als schon im Anfange des 17. Jahrh. Schiller den „heidnischen“ Sternhimmel durch einen „christlichen“ zu ersetzen suchte. Gegen Ende des 17. Jahrh. ging dann der Jenenser Prof. Erhard Weigel einen ähnlichen Weg, indem er heraldische Sternbilder einführen wollte. Das Germanische Museum besitzt einen solchen Weigelschen Globus, auf dem die französischen Lilien, die sächsischen Rauten, der dänische Elefant, das welfische Roß usw. erscheinen.

Wenden wir uns von der Astronomie zu der Geschichte der Geographie, so ergibt sich hier wie dort insofern ein ähnliches Bild, als auch bezüglich der kartographischen Hilfsmittel das Mittelalter sich das Erbe der Antike erst spät wieder zu eigen gemacht hat. Sehen wir von den Kompaßkarten des 13. und 14. Jahrh. ab, so sind es auch hier erst die Humanisten, die durch die Wiederentdeckung der Ptolemäischen Karten den neuen Anstoß gaben, der im 16. Jahrh. zu reichen Erfolgen führte. Damals fand die deutsche Kartographie glänzende Vertreter in Sebastian Münster und besonders in Apian, dessen Landtafel Bayerns sich im Bayerischen Nationalmuseum in München befindet. Die besten Bildstöcke für Kartenwerke wurden damals in Deutschland geschaffen. Die Karten selbst erschienen in dieser Zeit in der Form von aus der Vogelschau gesehenen Landschaftsbildern.

Dieser reichen Entwicklung machte der 30jährige Krieg ein

<sup>1)</sup> M. Engelmann, Instrumente von Wenzel Jamnitzer. Mitt. a. d. sächs. Kunstsamml. Bd. V. — Ders., Die Habermelschen Instrumente. Ebenda Bd. IV.

<sup>2)</sup> M. Fiorini, Erd- und Himmelsgloben. Bearb. v. S. Günther. 1895. — E. Kühnel, Der arabische Globus im mathem.-physikal. Salon 3. Dresden. In Mitt. a. d. sächs. Kunstsamml. II. 1911.

Ende, nachdem schon am Ausgang des 16. Jahrh. die Führung auf kartographischem Gebiete durch Mercator und Abr. Vortel an die Niederländer übergegangen war. Erst Joh. Bapt. Homann (1664—1724) hat die deutsche Kartographie wieder zu Ehren gebracht<sup>1)</sup>.

Für die messende und darstellende Erdkunde war seit der Antike ein wichtiges Hilfsmittel der Wegmesser. Dieses Instrument wurde an der Radachse eines Wagens angebracht. Durch Vorspringen eines Zahnrades wurden dabei die Radumdrehungen gezählt. Verbesserungen hat dann Vitruv vorgenommen, und auf dessen Angaben stützte sich Leonardo da Vinci, als er einen Wegmesser entwarf. Um das Jahr 1525 konnte der Leibarzt der Katharina von Medici, Jean Fernel, mit einem solchen Wegmesser achtbare Erfolge erzielen. So hat auch der Kurfürst August von Sachsen sich mit der Verwendung und Verbesserung des Wegmessers unablässig beschäftigt<sup>2)</sup>. Noch im ersten Viertel des 18. Jahrh. ist das Instrument zu kartographischen Zwecken benutzt. Auch der Schrittzähler, der aus dem 16. und 17. Jahrh. sich in einigen schönen Exemplaren erhalten hat, ist in ähnlicher Weise verwandt worden.

Der mit dem Wegmesser ausgestattete Meßwagen hatte in der zweiten Hälfte des 16. Jahrh. die zu Entfernungsmessungen vorher übliche Meßkette und die Schnur verdrängt. Außerdem benützte man für die Landesaufnahme seit 1570 den von Joach. Prätorius erfundenen Meßtisch, die »mensula Praetoriana«. Damit wurde dem bis dahin ziemlich oberflächlichen Verfahren der Landesaufnahme eine größere Genauigkeit verbürgt.

Ungefähr gleichzeitig mit dem Meßtisch erscheinen in der Feldmeßkunst eine Anzahl von Instrumenten mit Teilkreis und beweglicher Diopterregel, die als Scheibeninstrumente oder Graphometra bezeichnet werden. Dabei mußte man von dem Quadranten absehen, um auch die stumpfen Winkel messen zu können. So benützte man Halbkreise oder Vollkreise und bezeichnete demgemäß die Instrumente als halbe oder ganze Scheibeninstrumente. Sie waren zunächst zu Winkelmessungen bestimmt, konnten aber auch zur Messung von Höhen und horizontalen Längen sowie zu ihrer trigonometrischen Berechnung verwandt werden.

<sup>1)</sup> O. Peschel, Geschichte der Erdkunde. 2. Aufl. 1878.

<sup>2)</sup> M. Engelmann, Die Wegmesser des Kurfürsten August von Sachsen. In Mitt. a. d. sächs. Kunstsamml. VI.

Die Feldmeß-Instrumente sind dann auch von der Meßkunst des Bergbaus, der Markscheidekunst, übernommen. Dabei haben sie in mancher Beziehung Veränderungen erfahren, die sich dadurch erklären, daß hier wegen der meist nur kurzen Visierlinien die Verwendung von Dioptern und Fernrohren überflüssig ist. Die Kreisteilung ist schon bei der älteren Markscheidekunst diejenige in 24 Stunden. Bei dem in Bergwerken gebräuchlichen Hängekompaß ist die Busssole, von der die Ablesung vorgenommen wird, in zwei Ringen aufgehängt und stellt sich auf diese Weise selbst horizontal.

Die auf der Meßkunst und den geographischen Forschungen sich aufbauende Anfertigung von Erdgloben beginnt in Deutschland am Ende des 15. Jahrh. Im Jahre 1492 stellte Martin Behaim in Nürnberg den ersten „Erdapfel“ her. Wie lange es aber dauerte, bis die tatsächlichen Verhältnisse der Erdgeographie ihren Niederschlag auf den Globen gefunden haben, dafür zeugen zwei im Jahre 1566 von Prätorius ausgearbeitete, in Kupfer getriebene Globen, die sich im Germanischen Museum befinden. Dieselben bringen zwar die Verhältnisse von Vorderindien, teilweise auch von Hinterindien richtig zum Ausdruck. Dagegen dehnt sich dann das asiatische Festland bis an das atlantische Meer aus und bringt so noch immer die Anschauung des Columbus von der Einheit Asiens und Amerikas zur Darstellung.

Unter den nautischen Instrumenten interessiert an erster Stelle der Kompaß, dessen Gebrauch unter Benutzung der Magnetnadel den Chinesen schon im 2. Jahrh. n. Chr. bekannt gewesen zu sein scheint. Die erste europäische Nachricht über den Gebrauch des Seekompaß findet sich um 1195 bei Alexander Neckam. Die älteste bekannte Darstellung stammt aus dem 13. Jahrh. Der älteste erhaltene Kompaß vom Jahre 1451 befindet sich im Ferdinandeum zu Innsbruck, der älteste im Ringgehäuse schwebende Kompaß vom Jahre 1571 im mathematischen Salon zu Dresden<sup>1)</sup>. Der vor allem in der Nautik gebräuchliche Spiegelsextant dient, ebenso wie der Spiegeloktant, zur Bestimmung von Breite und Länge.

Messungen der Schiffsgeschwindigkeit finden sich schon im Altertum. Seit Heron und Vitruv hatte man versucht, die Geschwindigkeit eines Schiffes an den Umdrehungen eines Schaufelrades zu messen, und die Renaissance hat auf dieses Verfahren zurück-

<sup>1)</sup> U. Schück, Der Kompaß. Hamburg 1911.

gegriffen. Da es aber auf hoher See nicht brauchbar war, so hat schon Nicolaus von Cusa (1401—1464) versucht, die Geschwindigkeit des Schiffes dadurch zu bestimmen, daß er einen schwimmenden Gegenstand am Bug des Schiffes in das Wasser warf und mit der Sanduhr die Dauer der Vorbeifahrt maß. Die Weiterentwicklung dieses Gedankens führte dann zu der Anwendung des Logs, das in verfeinerter Form noch heute in Gebrauch ist.

Indem nun die Geschwindigkeitsmesser der Seeleute zugleich als Entfernungsmesser auf dem Meere dienten, bildeten sie eine der Grundlagen zu der Herstellung der Kompaßkarten, die allerdings wesentlich von der Verbreitung der Magnetnadel im 12. Jahrh. abhängig waren. Bei diesen Kompaßkarten, die bis in das 13. Jahrh. zurückgehen, und die im wesentlichen im Mittelmeer, bei Italienern und Katalanen im Gebrauch waren, handelt es sich um eine besondere Art von Meereskarten. Sie sind mit einer Reihe untereinander verbundener Wind- oder Kompaßrosen bedeckt, auf die der Steuermann seine Bussole aufsetzte, um die Richtung des einzuschlagenden Weges von einem Hafen zum andern zu ermitteln.

Wenden wir uns nun noch einmal zu den besprochenen Meßinstrumenten zurück, so erinnern wir uns, daß bis jetzt nur von solchen die Rede gewesen ist, die zur Ermittlung von Raummaßen dienten. Neben ihnen steht eine besondere Gruppe von solchen, die zur Feststellung von Zeitmaßen bestimmt sind. Das sind die Uhren. Unter ihnen bezwecken die einfacheren Arten, die seit dem frühen Mittelalter erwähnten Sand- und Wasseruhren sowie die in bäuerlichen Kreisen bis in das 19. Jahrh. in Gebrauch gebliebene Öllampe mit Zeitskala, nur die Messung der Zeit. Zur astronomischen Bestimmung der Tageszeit dienten die seit der Antike üblichen Sonnenuhren<sup>1)</sup>. Sie bestehen vor allem aus der mit den Tagesstunden versehenen Stundenplatte und einem darauf befestigten Stift, dem Gnomon oder Weiser, dessen Schatten bei richtiger Einstellung die Tageszeit angibt. Die Einstellung und damit die Bestimmung der Vor- und Nachmittagsstunden blieb aber so lange unsicher, bis man dazu gelangte, mit der Sonnenuhr eine Magnetnadel zu verbinden.

<sup>1)</sup> E. Basser mann-Jordan, Uhren. 1914. — J. Decker, Gnomone und Sonnenuhren. 1909. — Th. Hampe, Vorlagen zu Sonnenuhren von Gg. Brentel v. Lauingen. In Mitt. d. German. Mus. 1901. — J. Brinckmann a. a. O. 770 f.

Diese Verbindung wurde als Kompaß bezeichnet, und so führen die Sonnenuhrmacher noch bis in das 18. Jahrh. den Namen Kompaßmacher. Wo die Sonnenuhr als Taschensonnenuhr auftritt, vereinigt sie sich häufig mit anderen astronomischen und geographischen Hilfsmitteln, einem immerwährenden Kalendarium, einem Mondkalender, einer Windrose, gravierten Landkarten u. a. Ebenso waren sie in dieser Erweiterung fast regelmäßig mit Windfährchen versehen. Die auf dem Deckel oft befindlichen Angaben zur Feststellung der sogen. Planetenstunden, die auch als alte oder jüdische Stunden bezeichnet wurden, dienten zu astrologischen Bestimmungen. Die seit Regiomontan mit astrologischen Anschauungen auf das Engste verknüpfte medizinische Kunst bedurfte derartiger Grundlagen ebenso sehr wie die Astrologie selbst für ihre Sterndeutungen.

An Stelle der einfachen Zeitmesser und der Sonnenuhren treten dann zuerst in den großen Städten die öffentlichen Räderuhren — bis in das 16. Jahrh. mit einem in 24 Stunden geteilten Zifferblatt — auf<sup>1)</sup>. Ihre erste Erwähnung findet sich um 1120 in den Cistercienser-Statuten, aber erst im 14. Jahrh. werden sie allgemeiner eingeführt, so in Augsburg 1364, in Breslau 1368, in Straßburg 1370. Teilweise wurden sie mit kunstvollen astronomischen Erweiterungen versehen, und diese Uhren, wie die in den Jahren 1352—1453 erbaute im Münster zu Straßburg oder die in der Marienkirche zu Lübeck vom Jahre 1405, erfreuten sich einer weitreichenden Berühmtheit.

Im Laufe des 15. Jahrh. gewannen die Räderuhren auch in der Wohnungsausstattung ihren Platz. Aber die durch einen Gewichtszug betriebene Wanduhr der Gotik war noch schwer und unbeweglich. Sie wurde zu Anfang des 16. Jahrh. überwunden durch die in den Schlosser- und Uhrmacherwerkstätten von Nürnberg und Augsburg erfolgte Einführung der gewundenen Zugfeder als Kraftspender. Dadurch wurde die Uhr beweglich, und so entstanden die Stand- und die Taschenuhren. Zugleich vollzog sich ein Wechsel in der äußeren Ausstattung. Die gotische Uhr hatte das Werk noch als das Wesentliche sehen lassen. Die Renaissance umkleidete es mit einem reichgeschmückten Gehäuse.

<sup>1)</sup> E. Basser mann · Jordan, Die Geschichte der Räderuhr. 1905. — G. Bilfinger, Die mittelalterlichen Horen und die modernen Stunden. 1892. — M. Engelmann, Die Uhrensammlung Pleizner. Mitt. d. sächs. Kunstsaml. I. 1910. — Leipziger „Uhrmacherzeitung“ und Hallesche „Uhrmacherkunst“.

Ferner zeigten diese Uhren jetzt meist nicht nur die Stunde, sondern sie ließen zugleich auf besonderen Zifferblättern alle möglichen Arten der Zeit- und Kalenderrechnung ablesen, außerdem aber waren sie gern noch mit beweglichem Spielwerk, mit Männlein und Weiblein, die die Stunden und Viertel schlugen, geschmückt.

Die Taschenuhr wurde um 1510 von Peter Henlein in Nürnberg erfunden. Er übersezte die schon vor ihm hergestellten kleinen Tisch- oder Standuhren mit horizontalem Zifferblatt ins Kleine und Flache, so daß sie nunmehr als Anhänger tragbar wurden. Er ist es auch wohl schon gewesen, der sie mit einem Schlagwerk versah.

Vervollkommnet wurde die Uhr am Ausgange des 17. Jahrh. durch die Einführung des Minutenzeigers und durch den in England erfundenen Repetiermechanismus. Erst um 1780 tritt der Sekundenzeiger auf, nachdem der Hemmungsmechanismus im Laufe des 18. Jahrh. wesentliche Verbesserungen erfahren hatte. Um diese Zeit setzt dann auch erst der allgemeine Gebrauch der Uhr in den breiten Schichten der Bevölkerung ein, während sie bis dahin wegen der ihr noch anhaftenden Mängel immer wieder hinter den Sand- und Sonnenuhren hatte zurücktreten müssen. So ist es bis dahin auch eigentlich nicht zutreffend, von „Taschenuhren“ zu reden, denn bis zum Ausgang des 18. Jahrh. sind die Uhren viel seltener in der Tasche, als vielmehr offen am Hals, am Sattel oder im Wagen geführt worden. Als Massenware wird die Taschenuhr erst seit der Mitte des 19. Jahrh. hergestellt.

Bilden nun die Uhren das Mittel zur Zeitmessung, so beruht auf der Messung wieder die Zeitrechnung. Diese aber findet ihren Niederschlag im Kalender. Der christlich-mittelalterliche Kalender gründet sich auf den römischen Kalender, der durch Einsetzung der christlichen feste umgeändert wurde. Dabei hatte jede Gemeinde je nach ihren örtlichen festen einen besonderen Kalender, der dann mit den nötigen Hilfsmitteln, um die beweglichen feste, zunächst das Osterfest, abzuleiten, versehen war. Ein Buchstabenverzeichnis A—G diente zur Berechnung der Wochentage, ein Zahlenverzeichnis I—XIV zur Bezeichnung der Neumonde. Ein solcher Monatskalender heißt der immerwährende oder julianische. Er galt durch das ganze Mittelalter, und er erscheint zunächst immer in lateinischer Sprache. Erst seit dem 14. Jahrh. kommen deutsche Kalender auf. Der erste für bestimmte Jahre, 1475, 1494 und 1513, dienende Kalender wurde

in Nürnberg von Regiomontanus aufgestellt. Kalender für einzelne Jahre werden erst in der zweiten Hälfte des 16. Jahrh. üblich. Sie sind mit den am Ausgang des 15. Jahrh. von den Astrologen eingeführten sogen. Praktiken verbunden, in welchen neben den für gewisse Arzneien und Heilmittel empfohlenen Tagen besonders die Anweisungen zum Aderlaß eine große Rolle spielen. Die von Gregor XIII. im Jahre 1582 eingeführte Reform des julianischen Kalenders blieb zunächst auf Teile Italiens und auf Spanien und Portugal beschränkt. Das protestantische Deutschland hat sie zusammen mit Dänemark, den Niederlanden und der Schweiz im Jahre 1700 angenommen, während Rußland noch heute am julianischen Kalender festhält<sup>1)</sup>.

Die letzte Gruppe wissenschaftlicher Altertümer bilden die medizinischen und die pharmazeutischen Instrumente. Beide lagen im Mittelalter zunächst in einer Hand, denn der Arzt bereitete die Heilmittel, die er anwandte, selbst. Cosmas und Damian herrschten als Schutzpatrone sowohl über das Reich der Medizin wie über das der Pharmazie<sup>2)</sup>.

Schulmäßig gebildete Ärzte gab es im Mittelalter nur selten an den Höfen der Fürsten. Die Pflege der Heilkunst lag im allgemeinen in den Händen der Geistlichkeit. Sie wurde in den Klosterschulen unter dem Namen *Physika* gelehrt, worüber im einzelnen z. B. die von der Hl. Hildegard in den Jahren 1151 bis 1159 für das Nonnenkloster auf dem St. Ruprechtsberge bei Bingen verfaßte „*Physike*“ unterrichtet.

Der ärztlichen Tätigkeit der Geistlichen entsprechend finden sich bei den Klöstern schon seit dem frühen Mittelalter eigene Krankenhäuser. Neben ihnen erscheinen in den Städten die Spitäler, denen noch die außerhalb der Stadt gelegenen Leprosenhäuser oder Gutleuthöfe für Aussäzige an die Seite traten, während man für die Versorgung von Geisteskranken sich lange mit häuslicher Bewachung oder mit Einsperrung in Türmen und Gefängnissen begnügte.

Seit dem 13. Jahrh. tritt nun allmählich ein weltlicher Stand fachmäßig gebildeter Ärzte hervor. Damit löst sich zugleich die

<sup>1)</sup> H. Grotefend, Chronologie des deutschen Mittelalters und der Neuzeit. 1906.

<sup>2)</sup> M. Neuburger u. J. Pagel, Handbuch der Geschichte der Medizin. 1901—1905. — E. Schwalbe, Vorlesungen über die Geschichte der Medizin. 1909. — H. Peters, Der Arzt und die Heilkunst in der deutschen Vergangenheit. 1900.

Heilkunst von der Pharmazie. Auch jetzt waren die Studenten zunächst noch auf das Ausland angewiesen. Wie sie vom 10. bis zum 13. Jahrh. nach Salerno gewandert waren, so zogen sie nun nach Padua und Bologna, nach Pavia, Paris und Montpellier. An den deutschen Universitäten tauchen erst im 15. Jahrh. medizinische Fakultäten auf. Aber auch hier galt der Teil der medizinischen Wissenschaft, der in erster Linie mit Werkzeugen arbeitet, die Chirurgie, als unehrenhaft. Diese wurde daher bis in das 19. Jahrh. fast nur von Bädern und Schneidärzten getrieben.

Die Bader übten neben der Wundheilkunst die kleine Chirurgie. Größere Operationen wurden von besonderen Spezialisten, den „Schneidärzten“, ausgeführt. Die Werke der niederen Chirurgie bestanden in Klystieren, Aderlassen und Schröpfen. Als Instrumente dazu nahm man seit dem 16. Jahrh. die Klystierspritze, das Aderlaßmesser und die Schröpfköpfe oder Ventosen, die im Mittelalter in der Gestalt von weithalsigen Gefäßen aus Metall oder Glas auftreten<sup>1)</sup>. Die höhere chirurgische Kunst, die mit dem Ende des 15. Jahrh. sich entwickelte, benützte schon verschiedene sinnreich erdachte Geräte als Messer, Scheren, Zangen und Sägen (Abb. 6). Holzschienen und Schrauben zum Strecken der Glieder waren daneben in Gebrauch.

Hand in Hand mit dem Aufschwung der Chirurgie ging seit der Mitte des 16. Jahrh. derjenige der Anatomie, der schon um 1600 zur Gründung eigener Anatomiesäle führte, während die Geburtshilfe noch ganz in den Händen der Frauen lag und bis in das 18. Jahrh. männliche Hilfe nur selten herbeigerufen hat. Auf ganz neue Grundlagen wurde dann auch die Anatomie am Anfang des 17. Jahrh. durch die Erfindung des Mikroskops gestellt. Damit wurde der Autoritätenglaube an die medizinischen Werke der Antike allmählich zurückgedrängt, und die Anschauung von der Wirklichkeit wurde mehr und mehr entscheidend. Immerhin ist z. B. in Berlin die Anatomie erst im Jahre 1713 — drei Jahre später als die Charité — begründet. Aus diesen Zeiten des 18. Jahrh. haben sich in den Sammlungen mehrfach anatomische Bilder in Wachs sowie elfenbeinerne Modelle von ganzen Körpern oder auch von einzelnen Körperteilen, z. B. den Augen, erhalten, die zu Lehrzwecken verwandt wurden.

<sup>1)</sup> R. Meringer, Lateinisch cucurbita ventosa ... Schröpfkopf. Wörter und Sachen. Bd. IV. 1912.

Die Chirurgie ist diesem Aufschwunge nur langsam gefolgt. Noch im 18. Jahrh. standen z. B. in Nürnberg die Wundärzte zusammen mit den Handwerkern unter dem Rugamte. Ihr Besuch vom Jahre 1756, sie dem Collegium medicum anzugliedern, wurde abschlägig beschieden. So begreift es sich, daß die Chirurgie erst im 19. Jahrh. in die Hand studierter Ärzte gekommen ist<sup>1)</sup>.

Neben dem Arzt stand seit dem 13. Jahrh. selbständig der Apotheker. Spanschachteln, Holz- und Zinnbüchsen, glasierte Töpfe und Glasflaschen füllten nach italienischem Vorbilde seinen Verkaufsladen (Abb. 7). Von den ärztlichen Instrumenten, die als Besitz armseliger Steinschneider an dem Zuge der Zeit zu reicher Ausstattung meist nicht teilgenommen haben, unterscheiden sie sich seit dem Ausgang des 15. Jahrh. dadurch, daß sie oft kunstvoll verziert sind. Der Mörser, besonders im Mittelalter eines der hauptsächlichsten Apothekergeräte, da damals die Zerkleinerung und Mischung der Ware die überwiegende pharmazeutische Tätigkeit bildete, ist meist in Bronze gegossen und mit vielem Zierrat versehen. Ebenso sind die Holzgestelle oft reich geschmückt. Putten, Amoretten, Wappentiere und Schnitzereien bilden die Bekrönung, und was das 16. und 17. Jahrh. an Schnitzwerk aufwandte, hat später das 18. Jahrh. durch Malereien oder auch durch Bronzebeschlag auf poliertem Holz ersetzt<sup>2)</sup>.

Handwage und Stativwage mit zugehörigen Unzen-, Drachmen-, Skrupel- und Grangewichten bilden die Ausstattung des Rezeptiertisches, dazu Reibschalen, Spatel und Löffel. Die Wände der Materialkammer waren gefüllt mit Schränken zur Aufbewahrung der Heilmittel, jede Schublade mit entsprechender Bezeichnung, dazu oft mit gemalten Bildern oder Ornamenten versehen. Hier finden sich die Bilder der Panacea, der Tochter des Asklepios, die die allgemeine Heilkunst, insbesondere die innere Medizin, verkörperte, daneben das des Achilles, des Schülers des Centauren Cheiron in der Wundbehandlung und in der Chirurgie. Hier begegnet im Bilde Mithridates, der Erfinder des Universal-

<sup>1)</sup> Joh. Scultetus, *Armamentarium chirurgiae*. 1672. — E. Gurlt, *Geschichte der Chirurgie*. — E. Holländer, *Die Medizin in der klassischen Malerei*. 1903.

<sup>2)</sup> H. Peters, *Aus pharmazeutischer Vorzeit*. I—II. 3. Aufl. 1910. — Ders., *Die historisch-pharmazeutische und chemische Sammlung d. German. Museums*. Mitt. d. Germ. Mus. 1913. — H. Schelenz, *Geschichte der Pharmazie*. 1904. — Ders., *Zur Geschichte der pharmazeutischen Destilliergeräte*. 1911.

gegenmittels gegen die Gifte, und Andromachus, der Leibarzt des Kaisers Nero, der die mithridatische Latwerge, den Mithridat, durch allerhand Zutaten, besonders solche von Schlangenfleisch, zum Theriak verbessert hatte.

Das pharmazeutische Laboratorium hat seine volle Ausstattung eigentlich erst seit dem 16. Jahrh. erfahren. Zwar war schon im Mittelalter die Destillierung der Pflanzenstoffe und die ärztliche Verwendung ihrer Wässer üblich. Aber seit Paracelsus (1493—1541) bei der Behandlung der Arzneistoffe den Nachdruck darauf gelegt hatte, aus ihnen die Heilkräfte in möglichst verdichteter Form durch Abdestillieren herauszuziehen, trat die chemische Arbeitsweise mehr in den Vordergrund. Sie führte im Laufe des 17. Jahrh. zur Begründung chemischer Laboratorien an den Universitäten, und sie ließ auch in den pharmazeutischen Laboratorien die Ausstattung insbesondere an Destilliergeräten erheblich vermehren.

Von den wissenschaftlichen Geräten und Instrumenten der neueren Zeit zu reden, kann hier nicht unsere Aufgabe sein. Das 19. Jahrh. hat sie fast ausnahmslos verfeinert und nach verschiedenen Richtungen zur Erfüllung von Sonderaufgaben entwickelt. Ihre technische Vervollkommnung steht außer Zweifel. Aber darin unterscheiden sich die neueren Instrumente fast alle von den älteren, daß ihre äußere Erscheinung heute allein durch den Zweck bestimmt wird. Künstlerische Ausstattung gibt es auf diesem Gebiete heute nicht mehr. Die älteren wissenschaftlichen Instrumente dagegen mit ihrem reichen Schmuck sind oft Meisterwerke des Kunstgewerbes, musterhaft in der Verbindung von zweckmäßiger Form und schmuckvoller Verzierung.

---