Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 89 (1991)

Heft: 11: Historische Vermessungsinstrumente = Instruments de mensuration anciens = Strumenti storici di misurazione

Artikel: Vermessungsinstrumente im Mittelalter

Autor: Minow, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-234610

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Vermessungsinstrumente im Mittelalter

H. Minow

Am europäischen Mittelalter, für das im allgemeinen der Zeitraum vom 4. bis zum 15. Jahrhundert angesetzt wird, bewundert man die gewaltigen Dome, die Klosterbauten und die trutzigen Burgen. Man sollte sich aber auch an die Praktiker erinnern, die einen kleinen aber nicht unwesentlichen Teil von den Voraussetzungen zur Errichtung dieser Monumente beigetragen haben. Auch im Bereich der Vermessungstechnik wird man nicht generell von einem «dunklen Mittelalter» sprechen können.

Lorsqu'on époque le Moyen-Age européen – on considère qu'il s'agit de la période comprise entre le 4e et le 15e siècle – on admire tout particulièrement les superbes cathédrales et monastères, ainsi que les châteaux imposants. Mais il convient de se souvenir également de tous les praticiens de l'époque qui ont su contribuer, à leur manière, à la réalisation de ces monuments. Dans le domaine de la mensuration aussi, il serait donc faux de parler d'une époque obscure et arriérée.

Abb. 1: Baculus Jacob (Jakobsstab) nach einer Darstellung in G. Reisch, Margarita philosophica, 1496. Der Zeichner dieses Holzschnittes hat die Handhabung des Gerätes überhaupt nicht verstanden und deshalb vollkommen falsch dargestellt (vgl. Abb. 13).

Nach dem Verfall des Römischen Reiches, dem internationalen Staatengebilde der Antike, wurde die griechisch-römische Tradition im Bereich der Naturwissenschaften und der Technik zunächst von den «Arabern» übernommen [2]. Die astronomisch-geodätische Wissenschaft wies bei ihnen einen hohen Stand auf. Der Kalif von Damaskus, Al-Mamun, z.B. liess die «Syntaxis» des Ptolemaios unter dem Namen «Almagest» übersetzen; und um 800 n. Chr. wurden in der Wüste Singar umfangreiche geodätische Messungen zur neuerlichen Bestimmung des Erdumfangs durchgeführt. Als Vermessungsinstrumente für die astronomische Winkelbestimmung wurde dabei das *Astrolab* und der *Quadrant* benutzt. Ausserdem verwendete man dort das *Lot,* verschiedene *Messstäbe* (Ellen) sowie das *«Schattenquadrat»* zur indirekten Höhenbestimmung; der persische Gelehrte Al-Biruni (973–1048) konstruierte u.a. ein einfaches Gerät zur exakten Kreis-Teilung.

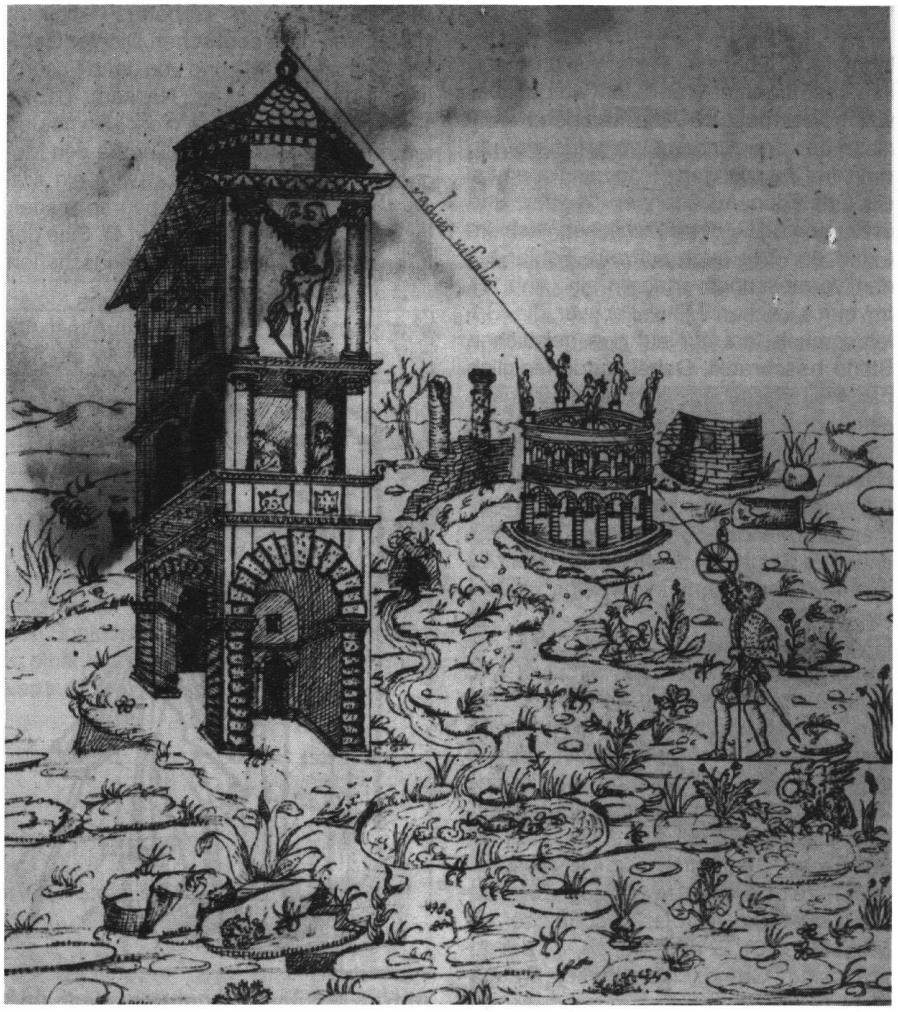

Abb. 2: Turmhöhenmessung mit dem Astrolab. Aus der Handschrift von P. Lossai, 1498.

Die kulturelle Situation

Im westlichen Europa verschwand nach dem Untergang des west-römischen Reiches die organisatorische Form, die «römische Substanz» jedoch blieb erhalten: Die zivilen und politischen Einrichtungen wurden den neuen Erfordernissen angepasst. Das galt auch für die Feldmesskunst, die fast wie zu den römischen Zeiten ausgeführt wurde; denn das Liegenschaftskataster wurde besonders zur Eintreibung der Steuern teilweise nach römischem System weiter gepflegt. Auf die praktischen Geometer konnte daher nicht verzichtet werden. Sie werden wohl auch im Gefolge der Heere viel zu tun gehabt haben.
Allerdings genügte im allgemeinen die Vermessung oder die Vermarkung von Grenzen mit einfachen Hilfsmitteln oder Kennzeichen. Hierzu braucht man keine Kartierung; Messungen und Berechnungen werden örtlich im Gelände ausgeführt. Man versteht Grenze nicht als exakte Linie,

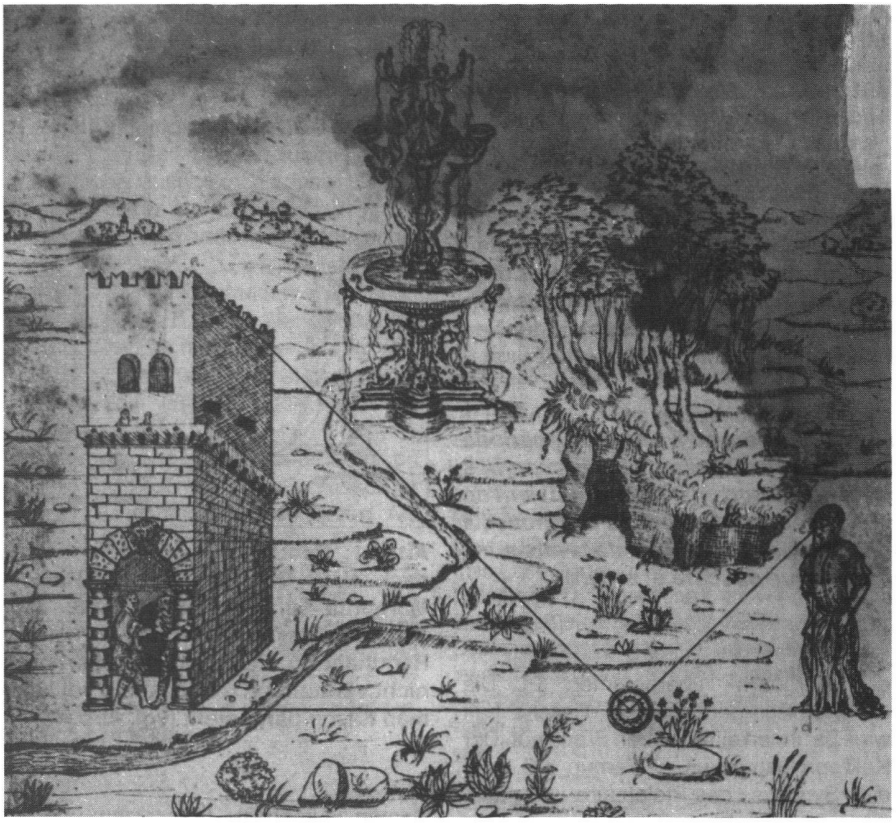

Abb. 3: Messung mit dem Spiegel. Aus der Handschrift von P.Lossai, 1498.

eher als Rand oder Saum. Fast alle Masseinheiten beziehen sich auf den Menschen, der in dem jeweiligen Raum arbeitet. Das beginnt schon mit der Elle und dem Klafter; Fuss und Schritt erinnern an den Weg des Wanderers; Flächenmasse schätzen die Fläche, die man an einem Tage mit dem Gespann pflügen kann: Tagwerk, Joch, Morgen.

Die nachrömische Zeit bietet hinsichtlich der literarischen Angaben nur wenig Quellenmaterial über die Feldmesskunst und ihre Instrumente. Zweifellos wurde aber weiter «vermessen». Die wenigen Kenntnisse der praktischen Geometrie wurden rund drei Jahrhunderte lang traditionsmässig unter den Ausübenden bewahrt und überliefert. Allerdings schlichen sich im Laufe der Zeit auch schwere Fehler bei den Vermessungsverfahren ein (Abb. 1).

Abb. 4: Vollkreisgeräte. Aus N. Tartaglia, Quesiti et Inventioni, 1546. Hier wird erstmals ein Magnetkompass an einem Vermessungsinstrument beschrieben.

Im europäischen Mittelalter war die Gelehrsamkeit fast nur auf den geistlichen Stand beschränkt. Dabei wurde lediglich das weitergegeben, was an Wissensresten aus der Römerzeit noch erhalten war; so entstand z.B. aus einer amtlichen Sammlung über Gebietsteilungen und Agrargesetzgebung der «Corpus Agrimensorum Romanorum». Auch die Bücher des Boëthius (ca. 480–524) über Mathematik und Geometrie wurden überliefert.

Gerbert von Aurillac (ca. 940–1003), der später Papst Sylvester II. wird, verfasst mehrere mathematische Schriften, in denen er zuerst im christlichen Europa die arabischen Ziffern verwendet. Seine «Geometria» (Liber geomtrie artis) ist eine Zusammenfassung des damals bekannten Wissens und der Anwendung auf die praktische Geometrie. Für die Messverfahren zeigt er die Anwendung von *Quadrant, Sextant, Astrolab* und *Spiegel* auf (Abb. 2 und 3). Er erklärt auch, warum abschüssige Grundstücke immer waagerecht gemessen werden müssen, so wie es schon die Römer taten. Hermann der Lahme (1013–1054), ein Mönch von der

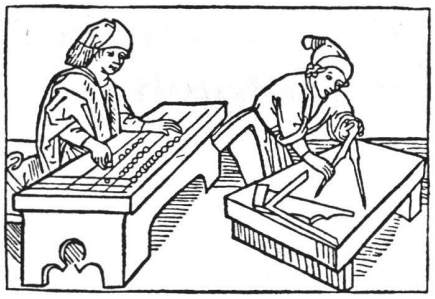

Abb. 5: Allegorische Darstellung nach einem Holzschnitt 1471. «Arithmetik» mit dem Abakus, «Geometrie» mit Winkelhaken, Zirkel und Reissschiene.

Bodenseeinsel Reichenau, schreibt unter arabischem Einfluss u.a. über den Nutzen des Astrolabs und seine Konstruktion.

In der folgenden Zeit werden viele antike Werke ins Lateinische übersetzt, darunter auch die Bücher Euklids. Von Leonardo von Pisa (Fibonacci) erscheint 1223 die «Practica geometriae», die auf arabische und griechische Quellen zurückgeht. Er lehrt darin auch, wie man mit dem *Geometrischen Quadranten* indirekt Höhen und Entfernungen messen kann. Weitere Schriften über das *Astrolab* und seine Anwendung stammen von Raymond de Marseille (1141), von Robertus Anglicus (1271), von dem englischen Dichter Geoffrey Chaucer (1391) und von Jean Fusoris (um 1410). Alexander Neckam (1157–1217) erwähnt in seinem Werk «De naturis rerum» 1180 erstmals für Europa den Magnetismus. Viel später erst wird ein *Magnetkompass* an einem topographischen Instrument beschrieben (Abb. 4). Eine der frühesten mittelalterlichen Handschriften

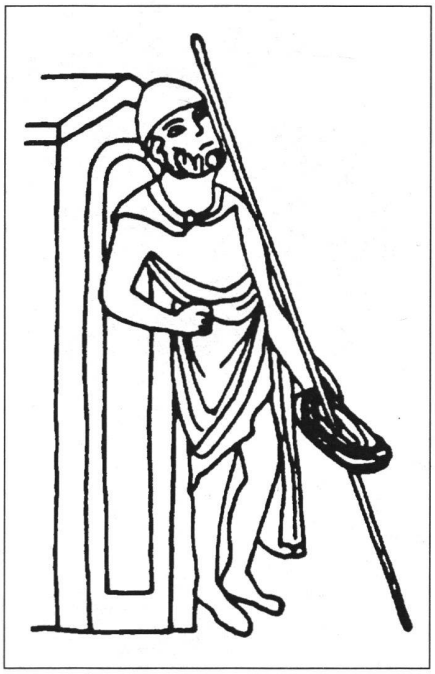

Abb. 7: Baumeister mit Messstab und Messschnur. Darstellung aus dem 12. Jahrhundert.

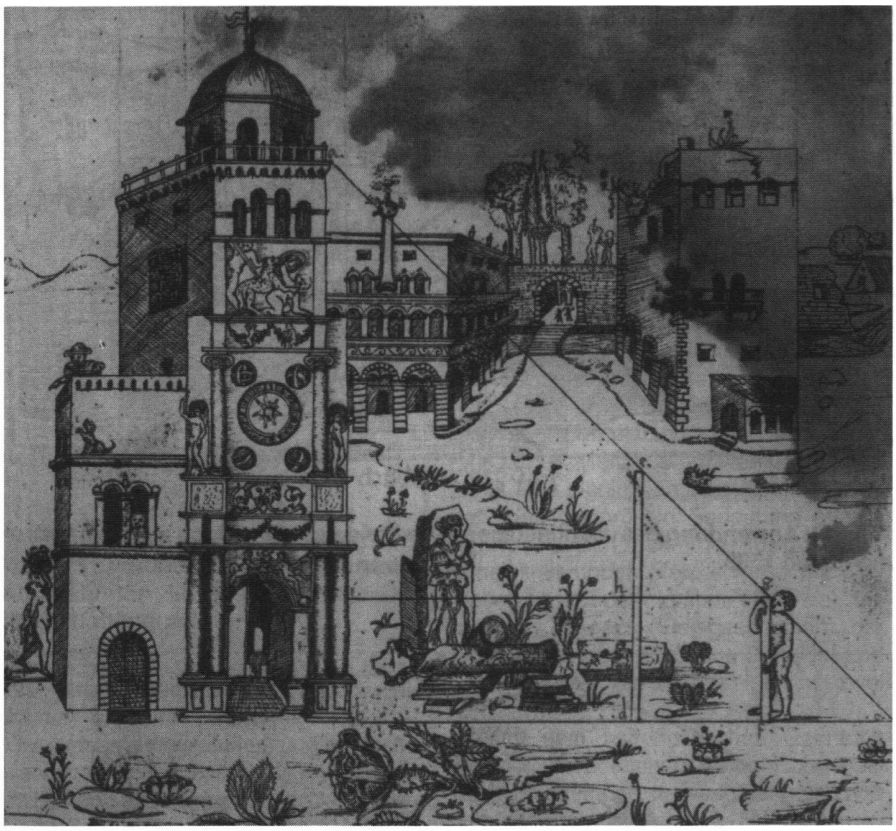

Abb. 6: Höhenbestimmung mit Messstangen. Aus der Handschrift von P. Lossai, 1498.

speziell über Vermessung, «Treatise on Surveying», ist anonym und stammt aus dem 14. Jahrhundert. Während die meisten Handschriften der damaligen Zeit in lateinischer Sprache verfasst sind, beschreibt sie erstmals in englischer Sprache u.a. den Gebrauch des *Quadranten* und des *Messtisches* (plane-table) zur Höhen-, Längen- und Tiefenmessung.
Mit dem Aufkommen des Buchdrucks werden die Werke über zeitgenössische Vermessungsinstrumente häufiger. Den Abschluss der mittelalterlichen Entwicklung in diesem Bereich bildet die umfangreiche und gut ausgestattete Arbeit des Tübinger Mathematikprofessors Johann Stöffler (1452–1531). Das Buch erscheint erstmals 1512 in Oppenheim und behandelt u.a. die Herstellung und Anwendung des *Astrolabs* in der Feldmesskunst. Der Text für den Schlussteil findet sich übrigens schon in einer lateinischen Handschrift, die 1498 vermutlich in Bologna entstand [4].

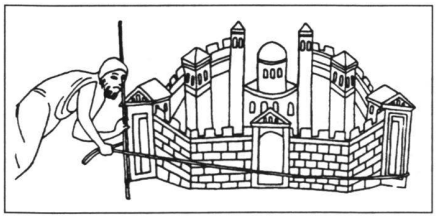

Abb. 8: Vermessung einer Stadt mit der Schnur. Darstellung aus dem 12. Jahrhundert.

Die mittelalterlichen Praktiker und ihre Vermessungsgeräte

Ein wichtiges Zeugnis mittelalterlicher Zivilisation ist in der Stiftsbibliothek St. Gallen erhalten geblieben: Es ist der um 825 auf Pergament gezeichnete Ideal-Bauplan für eine klösterliche Gemeinschaft. Die Autoren wollten damit vielleicht eine vereinheitlichende monastische Architektur im damaligen Europa erreichen. Die ausgeklügelten Grundrisse des Kloster-Bauplans konnten wohl nur mit Hilfe vermessungstechnisch gebildeter Praktiker und ihrer Vermessungsgeräte realisiert werden (Abb. 5 und 6).

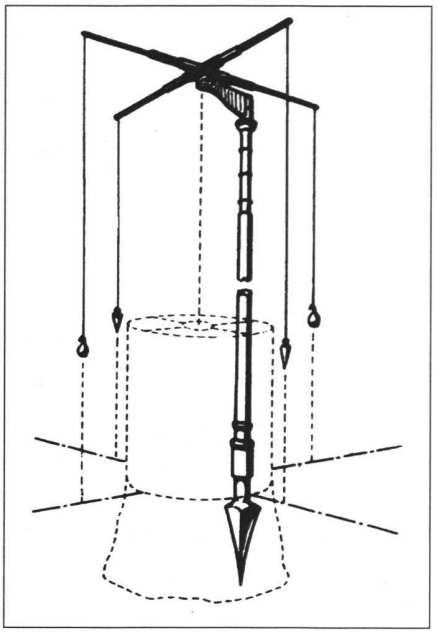

Abb. 9: Rekonstruktion einer römischen Groma.

Zu den einfachen Messinstrumenten, wie sie bereits im Altertum verwendet wurden, gehören das *Lineal* (die *Regel*) sowie das *Seil* (die *Schnur*). Richtig gehandhabt, lassen sich mit Schnüren ohne Hilfe anderer Messinstrumente bei der Errichtung von Bauwerken die kunstvollsten Grundrisse abstecken (Abb. 7 und 8). Mit der *Zwölf-Knoten-Schnur* können gleichseitige Dreiecke, Rechte Winkel, parallele Linien usw. in der Örtlichkeit exakt abgesteckt werden. Das Festlegen der Nordrichtung geschah

Abb. 10: Landmesser mit Kreuzvisier und Messkette, 1579.

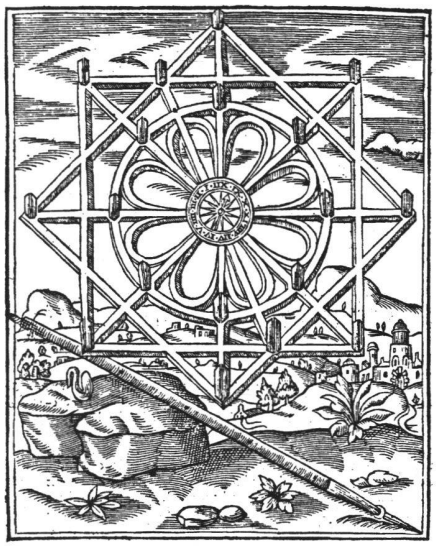

Abb. 11: Kreuzvisier und Fluchtstab, 1579.

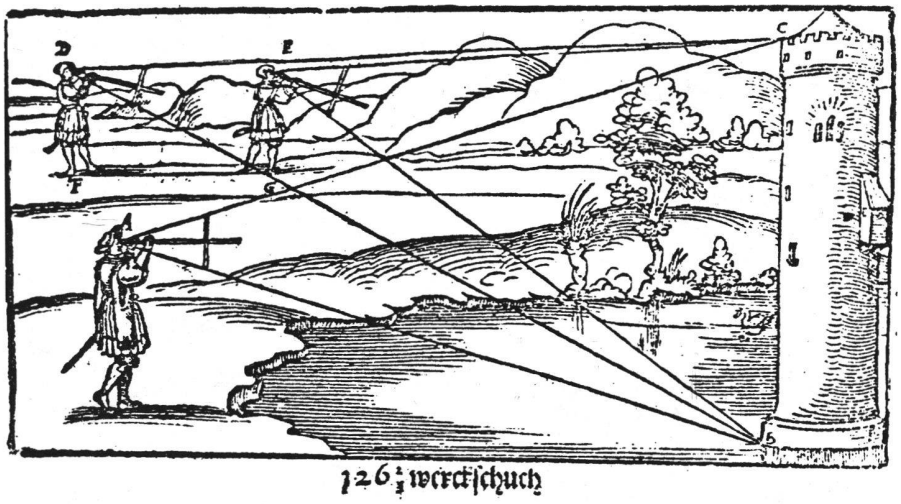

Abb. 13: Anwendung des Jakobsstabes in der Feldmessung. Nach P. Apian, Instrumentbuch 1533.

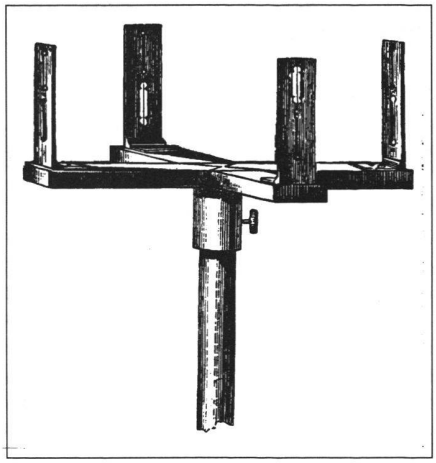

Abb. 12: Diopter-Winkelkreuz, Rekonstruktion.

mit einem senkrecht eingemessenen *Schattenstab (Gnomon):* der sich verändernde Sonnenschatten wurde im Laufe des Tages beobachtet und aufgezeichnet; dabei ergab der kürzeste aller aufgezeichneten Schatten die Mittagslinie. Zur Absteckung fester Winkel verwendete man *Gradscheibe, Winkelkopf* oder *Winkelscheibe.* Aus der *Groma* (Abb. 9) der römischen Agrimensoren hatte sich das *Winkelkreuz (Kreuzscheibe)* entwickelt, ein Diopterinstrument zum Abstecken rechter Winkel (Abb. 10, 11 und 12). Für 90°-Messungen in Werkstätten usw. wurde der *Winkelhaken* verwendet.

Die erste deutsch und lateinisch herausgegebene Schrift über Vermessung ist ein «agronomischer Traktat», die «Geometria Culmensis». Sie entstand um 1400 wohl unter Benutzung der «Practica geometriae» (1346) des Domenicus Parisiensis. Es werden in der Hauptsache die Bestimmung von Dreiecken, Vierecken und unregelmässig begrenzten Flächen gelehrt. Das darin erwähnte Handwerkszeug war

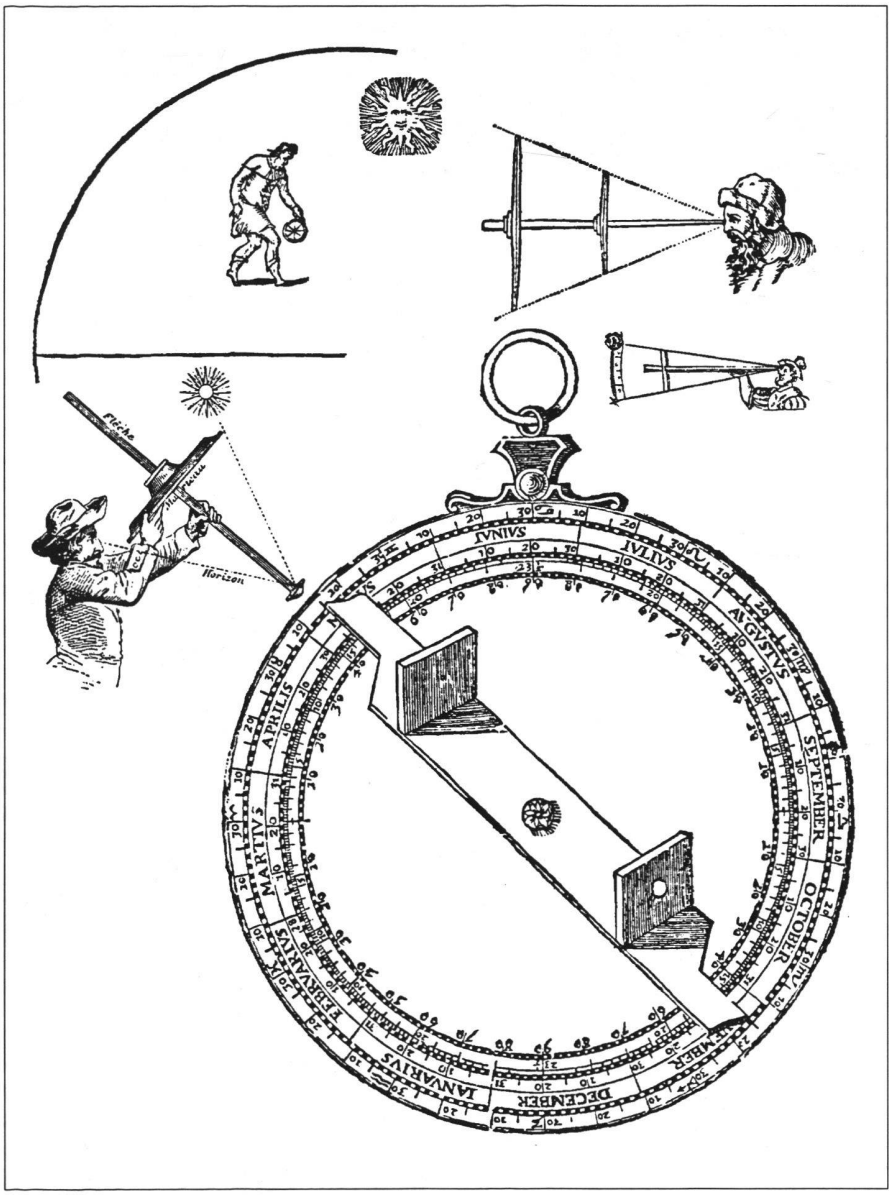

Abb. 14: Verschiedene Darstellungen des Jakobsstabes und des Landmesser-Astrolabs (Vollkreisgerät).

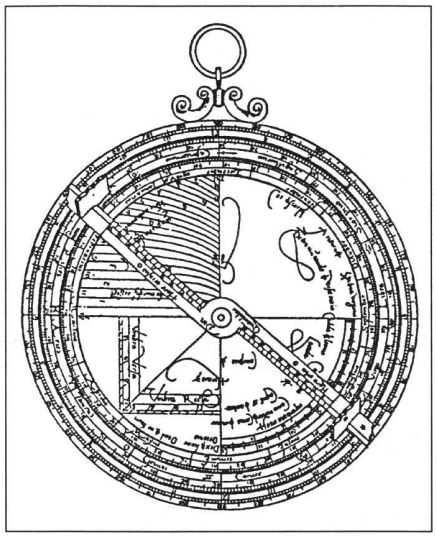

Abb. 15: Vorderseite eines Astrolabs mit mehreren Skalen, darunter auch das Schattenquadrat.

sehr einfach, nämlich das *Seil* (oder die *Schnur*) in Ruten geteilt, ein hölzernes Winkelmass *(Winkelhaken)* und ein *Instrument zum Winkelmessen* aus Holz. Letzteres bestand aus zwei im Scharnier beweglichen Schenkeln, die in Fuss geteilt waren; dazu gehörte ein langes, ebenfalls in Fuss geteiltes Lineal *(Regel).* Zum Messen in der Örtlichkeit legte man die Schenkel auf die beiden Grenzlinien, mass mit dem Lineal die Entfernung zwischen den Schenkeln bei gleichem Abstand vom Winkelpunkt und übertrug den Winkel auf Papier. Die Entfernungen wurden dann mit dem Seil gemessen und massstäblich ebenfalls auf Papier übertragen.

Ein anderes Winkelmessgerät wurde bereits im Altertum von Pythagoras, Archimedes und Hipparch beim Messen der Höhenwinkel von Sternen angewendet: Es war ein mit einer Teilung versehenes Lineal, auf dem ein symmetrisch angeordneter Querstab entsprechend verschoben werden konnte. Dieses Instrument geriet in Vergessenheit und wurde erst von Levi ben Gerson (1288–1344) wiederentdeckt. Weil sein Lineal nach Graden eingeteilt war, gab er dem Gerät den Namen *Gradstock* [3]. Als *«Jakobsstab»* (engl.: cross staff) wurde es im Mittelalter sowohl zu Winkelmessungen als auch zur indirekten Entfernungsmessung benutzt. Der Jakobsstab bestand im allgemeinen aus einem Stab (ca. 80 cm lang) von quadratischem Querschnitt (ca. 1,5 cm) und bis zu vier verschieden langen Schiebern, die senkrecht auf dem Gradstock standen (Abb. 13 und 14).

Unter den im Mittelalter gebräuchlichen wissenschaftlichen Instrumenten nimmt das *Astrolab* einen besonderen Rang ein. Der Name dieses Gerätes stammt aus dem Griechischen und bedeutet soviel wie «Sternnehmer». Das Astrolab, das besonders von arabischen Wissenschaftlern benutzt und vervollkommnet wurde, entstand wohl aus der *Armillarsphäre,* einer räumlichen Darstellung der Himmelssphäre. Das Astrolab diente nicht dem Beobachten allein, sondern auch als Analogrechner: Skalen und Diagramme auf dem Astrolab erlaubten es, die verschiedensten geometrischen, astronomischen und auch astrologischen Berechnungen anzustellen (Abb. 15 und 16).

Zur Herstellung von Astrolabien verwendete man Kupfer, Messing oder Eisen. Repräsentative Stücke, die man heute noch in vielen Museen und Sammlungen findet, sind sogar versilbert oder vergoldet. Es gab auch Astrolabien aus hartem Holz, von denen allerdings nur wenige erhalten sind. Das planisphärische (flache) Astrolab, das die grösste Bedeutung erlangt hatte, setzt sich zusammen aus der Mater, einer kreisrunden Metallscheibe mit Winkelteilung auf dem Limbus (Teilkreis), ferner den Tympana (Einlegescheiben), der Rete (Netz, durchbrochene Scheibe) und der drehbaren Alhidade (Zeiger) mit zwei Dioptern.

Neben dem astronomischen Gebrauch war das Gerät auch für terrestrische Messungen geeignet. In waagerechter Lage konnte es zum Messen von Horizontalwinkeln verwendet werden. Für die Feldmessung wurde das Astrolab anfangs unverändert übernommen und noch lange verwendet (Abb. 17). In der zeitgenössischen

Abb. 16: Astronom (Regiomontanus?) mit einem Astrolab. Holzschnitt aus H. Schedel, Weltchronik, 1493.

Literatur wird es gelegentlich auch *Scheibenmessinstrument* genannt, das zur Horizontalwinkelmessung im Felde auf einem Stativ befestigt wurde. Mit Hilfe von langschlitzigen Dioptern waren sogar steile Visuren möglich. In abgewandelter Form kam das Astrolab später als *Circumferentor* und auch als *Holländischer Kreis* in Gebrauch (Abb. 16). Neben diesen Vollkreisgeräten wurden auch *Halbkreisge-*

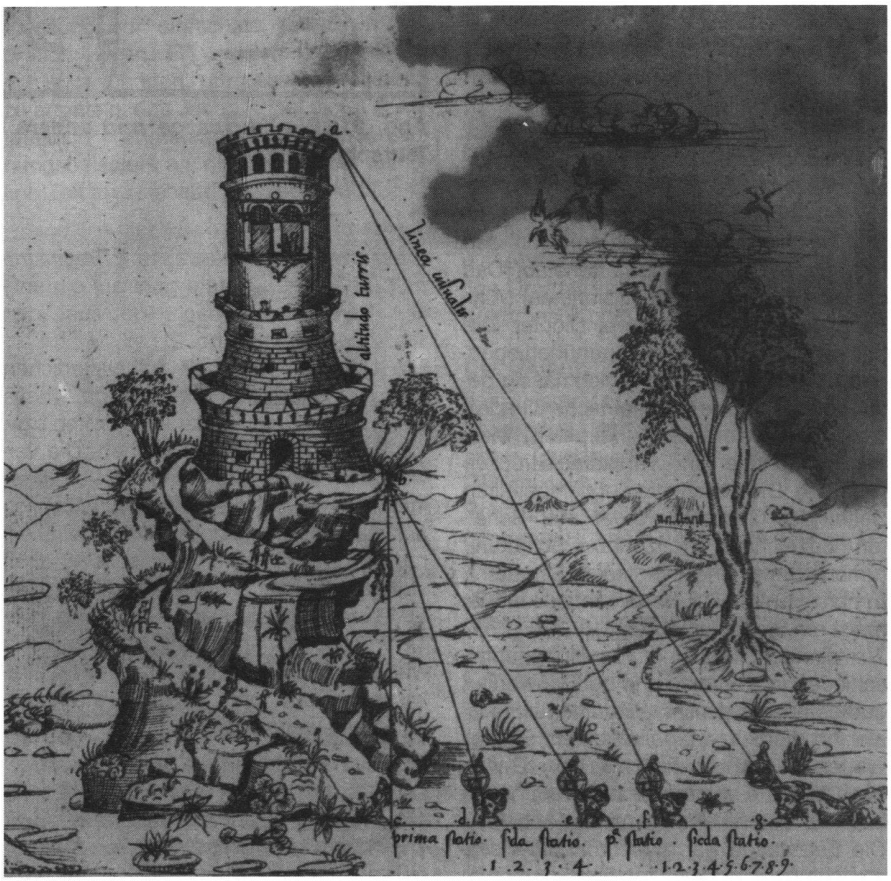

Abb. 17: Turmhöhenbestimmung von vier Standpunkten. Aus der Handschrift von P. Lossai, 1498.

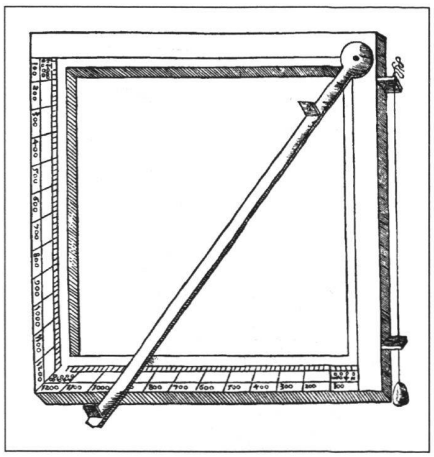

Abb. 18: Quadratum geometricum, nach Purbach, ca. 1450.

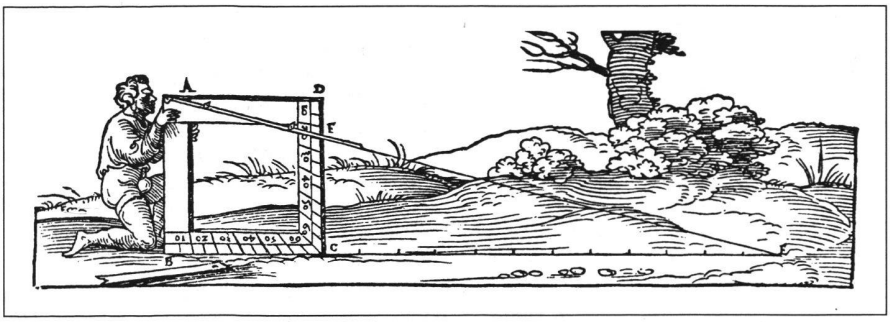

Abb. 19: Messung mit dem Geometrischen Quadrat. Holzschnitt aus W. H. Ryff, Von der geometrischen Messung, 1547.

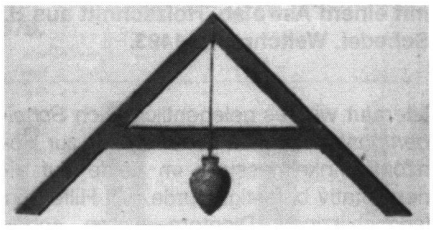

Abb. 20: Setzwaage mit Senkel.

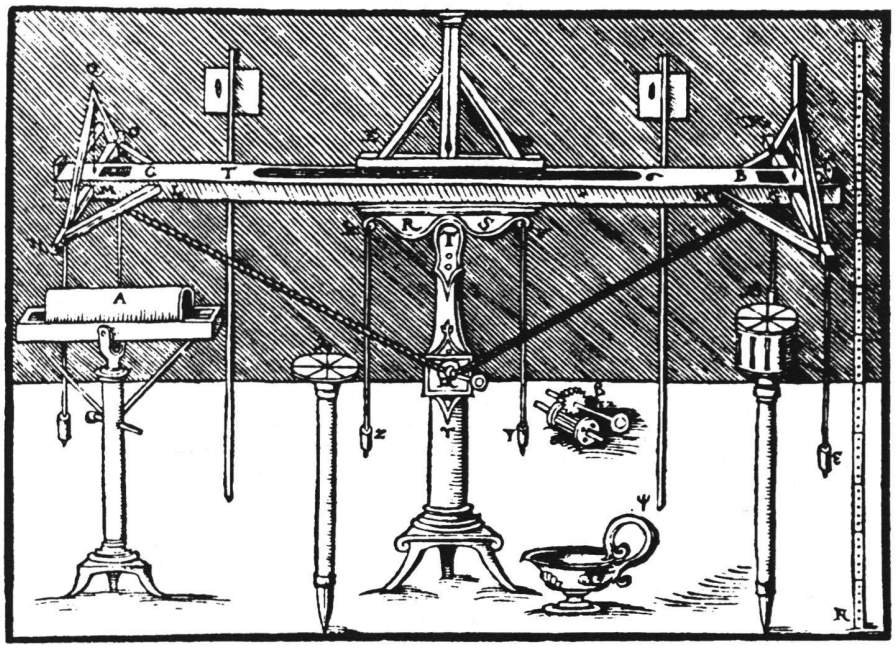

Abb. 21: Die Trogwaage und andere Nivelliergeräte. Aus W. H. Ryff, Vitruvius Teutsch, 1548.

räte verwendet. Durch weitere Unterteilung des Vollkreises entstand der *Quadrant* (Viertelkreis) in mancherlei Variationen, später der *Oktant* (Achtelkreis mit 45°); der *Sextant* als Sechstelkreis (60°) wurde zu einem der wichtigsten Geräte in der Navigation [6].

Das *Geometrische Messquadrat* (aus Holz oder Metall) lässt sich in seiner ursprünglichen Form auf das arabische «Schattenquadrat» zurückführen. Die Bezeichnung «Schatten» stammt von den Messungen mit dem Schattenstab. Das um eine Ecke drehbare Visierlineal (Alhidade) als Zeiger trägt zwei Diopter. Die beiden dem Drehpunkt gegenüberliegenden Quadratseiten sind gleichmässig geteilt (Abb. 18). Das Geometrische Quadrat dient zum visierenden (indirekten) Messen horizontaler und vertikaler Strecken (Abb. 19). Die Abschnitte auf den geteilten Seiten des Quadrats werden mit «Schatten» bezeichnet; «horizontaler Schatten» (umbra recta) und «vertikaler Schatten» (umbra versa). Zur Senkrechtstellung ist meist ein Bleilot angebracht.

Zur direkten Messung von Höhenunterschieden im Gelände und bei Bauwerken gab es ausser den *Nivellierlatten* einfachster Art die *Setzwaage* mit einem Senkel. Wegen der Ähnlichkeit mit dem Grossbuchstaben A wurde sie auch *«Alpharia»* bzw. *«Bleyscheidte»* genannt (Abb. 20). Die Setzwaage war manchmal mit Visiereinrichtungen oder mit einem Gradbogen versehen. Zum Nivellieren wurden neben der gleicharmigen Waage noch die offene *Wasserwage (Kanalwaage, Troginstrument)* benutzt. Letztere geht auf ein antikes Nivelliergerät nach Vitruvius, den *Chorobat,* zurück (Abb. 21).

Die Übersicht über die mittelalterlichen Vermessungsinstrumente zeigt, dass diese in der Tradition der spätantiken bzw. römischen Agrimensorik stehen. Die verwendeten Messgeräte und die Verfahren im Mittelalter basieren also hauptsächlich auf den überkommenen Hilfsmitteln; ein nennenswerter Fortschritt scheint nicht stattgefunden zu haben [1], [5]. Erst im Zeitalter der Renaissance studierte man die alten Schriften gründlicher; dann erst wurden die Errungenschaften der Naturwissenschaft und Technik wiederentdeckt und weiterentwickelt.

Weiterführende Literatur:

[1] Kiely, E. R.: Surveying Instruments – Their History. New York 1947; Reprint 1979.

[2] Minow, H.: Der Beitrag der Araber zur Entwicklung des Vermessungswesens im Mittelalter. Verm.-Ing. 1979, S. 50–57.

[3] Minow, H.: Levi ben Gerson – zum 700. Geburtstag. Verm.-Ing. 1988, S. 156–159.

[4] Schmidt, E.; Minow, H.: Über die praktische Geometrie im 15. Jahrhundert nach einer lateinischen Handschrift des Peter Lossai. Verm.-Ing. 1972, S. 238; 1973, S. 22 und 62.

[5] Schmidt, F.: Geschichte der geodätischen Instrumente und Verfahren im Altertum und im Mittelalter. Neustadt a.d. Haardt 1935; Reprint Stuttgart 1988.

[6] Zinner, E.: Deutsche und niederländische astronomische Instrumente des 11.–18. Jahrhunderts. München 1956, 1967.

Adresse des Verfassers:
Dipl.-Ing. Helmut Minow
Kelchstrasse 11
D-4600 Dortmund 30