

**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:** Eine technikgeschichtliche Betrachtung zur Entwicklung geodätischer Instrumente

**Autor:** Kröger, K.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-234611>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.04.2025

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

## Eine technikgeschichtliche Betrachtung zur Entwicklung geodätischer Instrumente

K. Kröger

Im Folgenden soll dargelegt werden, inwieweit der Instrumentenbau abhängig gewesen ist von den Wünschen der Geodäten nach Genauigkeitssteigerungen und den technischen Möglichkeiten zu ihrer Realisierung. Ausgehend von dem handwerklichen Geschick der frühen Mechaniker zeigen Erfindungen den Weg auf zur technischen Perfektion unserer Zeit. Bewusst wird die Instrumentenentwicklung des modernen Industriezeitalters ausgeschlossen; vielmehr sollen die Anfänge, die dazu führten, herausgestellt werden.

*Nous expliquons ci-dessous dans quelle mesure la conception et la mise au point des instruments s'est rendue dépendante des vœux des spécialistes en géodésie en ce qui concerne l'augmentation de la précision et des possibilités techniques de sa réalisation. Partant de l'habileté artisanale des premiers mécaniciens, les découvertes successives montrent le chemin qui a conduit à la perfection technique de notre temps. Le développement des instruments de l'époque industrielle moderne a intentionnellement été laissé de côté; on a plutôt cherché à mettre en évidence les débuts qui ont conduit à ce développement.*

### Allgemeines

Das Vermessungswesen umfasst die kulturgeschichtlich ältesten Tätigkeiten, in denen naturwissenschaftlich Erfahrbares und mathematisches Denken in praktische Geometrie umgesetzt worden ist. Die Landneuverteilung nach den jährlichen Nilüberschwemmungen, die auf Tontafeln dargestellten Vermessungsrisse aus Mesopotamien, der Bau des Tunnels auf der Insel Samos durch Eupalinos und die römischen Centurationen sollen als Beispiele hier nur angedeutet werden.

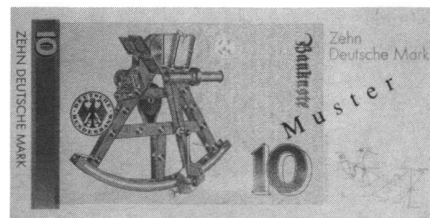
Vermessung ist ohne Geräte und Instrumente nicht möglich, denn messen heisst vergleichen. Und so verglichen schon die ägyptischen Seilspanner ihr auszumessendes Feld mit ihren Seilen, ähnlich wie der moderne Vermessungsingenieur die zu bestimmende Strecke mit dem Lauf von Licht- oder elektromagnetischen Wellen vergleicht.

Aus diesen kurzen Andeutungen wird bereits ersichtlich, dass das Instrumentarium des Feldmessers zeitgebunden war und dem jeweiligen Stand der Technik entsprach.

Ein Beispiel mag dafür genügen: Dass die über einen langen Zeitraum verwendeten Hanfseile als Längenmesswerkzeug durch Drahtseile (Messketten) verdrängt wurden, hängt damit zusammen, dass die aufblühende Drahtindustrie etwa ab dem 15. Jahrhundert Grobdraht mit Hilfe von Wasserkraft herstellen konnte [1]. Die Messketten haben sich deshalb bewährt, weil jeder Dorfschmied in der Lage war, sie – falls erforderlich – zu reparieren. Sie sind die Vorgänger der noch heute gebräuchlichen Messbänder.

### Entwicklung im Instrumentenbau

Wir wissen aus den Veröffentlichungen der Hausväterliteratur und der in ihrem Umfeld erschienenen Schriften für die Guts- und Landwirte [2], dass für die Feldmessung nur einfachste Geräte in Gebrauch waren. Oft wurden Grundstücke nur abgeschritten, um den Flächeninhalt zu ermitteln, und Jacob Köbel bietet anmutend Flächenberechnungsbeispiele an, die aber für die damalige Zeit ausreichend gewesen sind [3].



**Abb. 1 und 2: Der Sextant auf der neuen DM 10. – Banknote mit Darstellung der norddeutschen Triangulation. Die Vorderseite zeigt das Porträt von Gauss und die Gauss'sche Normalverteilungskurve; im Hintergrund die Silhouette seiner Wirkungsstätte Göttingen (Veröffentlichung mit Genehmigung der Deutschen Bundesbank).**

Neben «einfachen» Grundstücksvermessungen – oft in Aussaatmengen angegeben – werden in der Literatur aber auch Vermessungsmethoden genannt, die ein Instrumentarium voraussetzen, das sich wesentlich von dem unterscheidet, was in der vorgenannten Literaturgattung als allgemein üblich bezeichnet wird.

Aus der Literatur ist bekannt, dass es mehrere Ansätze gegeben hat, den Erdumfang zu bestimmen. Am bekanntesten ist der Versuch von Eratosthenes, der den Wert von 37 422 km ermittelt hat [4]. Erst sehr viel später haben Frisius, Snellius und die mit der Bestimmung der Erde befassten Wissenschaftler der Akademie der Wissenschaften in Paris ein genaueres Mass ermittelt: Die Gradmessungen von Lappland (1736–1737) und Peru (1735–1744) dienten der Bestimmung des Meters [5]. Die von der «einfachen» Feldmessung abweichenden und mehr für wissenschaftliche Zwecke benutzten Instrumente und Geräte sollen nachfolgend beschrieben werden.

### Der Quadrant

Der französische Astronom Jean Picard (1620–1682) benutzte, für die von der Pariser Akademie in Auftrag gegebene Neubestimmung der Grösse der Erdkugel, einen Quadranten mit einem feststehenden und einem beweglichen Fernrohr. Mit dem feststehenden wurde ein Zielpunkt fest eingestellt, während mit dem beweglichen der andere angezielt wurde. Der gemessene Winkel konnte an einer Transversalteilung auf Minuten abgelesen werden. Das Instrument konnte sowohl horizontal als auch vertikal benutzt werden. Die Genauigkeit der gemessenen Winkel hing von der Grösse des Instrumentes ab. Eine Nachbildung in Originalgrösse (Höhe 150 cm, Radius des Teilkreises 105 cm) besitzt die Abteilung «Vermessungsgeschichte» des Dortmunder Museums für Kunst und Kulturgeschichte [6].

### Der Oktant

John Hadley (1682–1744) gilt als der Erbauer des nach ihm benannten Hadley'schen Quadranten, der in Wirklichkeit ein Oktant gewesen ist. Er beruht auf dem Prinzip der Spiegelreflexion, bei dem der Limbus aus einem Achtel des Kreises bestand. Er wurde vornehmlich zur Positionsbestimmung auf See benutzt, wurde aber auch an Land eingesetzt [7].

### Der Sextant

Er gilt als Nachfolgeinstrument des Oktanten. Beiden liegt das gleiche optische Gesetz zugrunde, in dem der Winkel zwischen den Sonnenstrahlen und den Spiegelflächen nur die Hälfte des zu messenden Winkels beträgt.

Während der Oktant aus Holz gefertigt war und unter Feuchtigkeitseinflüssen litt, wurde der Sextant später aus Metall her-



**Abb. 3: Messtischaufnahme nach Zubler mit Originaltext (1625) (Bestand: Bibliothek des Förderkreises Vermessungstechnisches Museum, Dortmund).**

gestellt. 1788 hatte sich Edward Troughton (1753–1836) einen Messingsextanten patentieren lassen [8].

George Adams [9] hat sehr ausführlich über die praktische Anwendung des Sextanten auf See berichtet, aber auch darüber, wie dieses Instrument an Land eingesetzt werden konnte [10].

Carl Friedrich Gauss benutzte den Sextanten für seine in Norddeutschland durchgeführte Triangulation. Indem er ihn mit einem zusätzlichen Planspiegel ausrüstete,

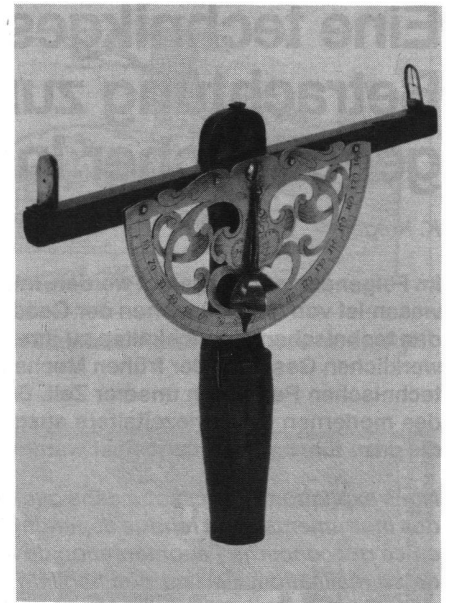
machte er ihn zum Heliotropen. Das von ihm benutzte Gerät befindet sich in der historischen Sammlung des Physikalischen Instituts der Universität Göttingen und ist Vorlage für die Abbildung des Sextanten auf der am 16. April 1991 herausgegebenen Banknote zu 10.– Mark der Deutschen Bundesbank [11]. Auf diesem Wege wird ein bedeutendes Gerät der Geodäsie und der Nautik, das Tycho Brahe (1546–1601) erfunden haben soll [12], einer breiten Öffentlichkeit bekannt gemacht!

### Der Messtisch

Zweifellos ist der Messtisch eines der am meisten gebrauchten Universalinstrumente gewesen, das über mehrere hundert Jahre bis in die jüngste Zeit in Gebrauch gewesen ist.

Das Prinzip der Messtischaufnahme ist genial einfach:

Es erlaubt auf der Grundlage proportionaler Dreiecke die Darstellung von Geländepunkten in einer Karte, d.h. im verjüngten Maßstab. Alle Punkte ergeben sich als Schnittpunkte der von den Endpunkten einer Basis beobachteten Richtungen. Sehr anschaulich hat Zubler das Aufnahmeprinzip dargestellt [13]. Weitere Anwendungsmethoden und die Konstruktion eines Messtisches beschreibt sehr ausführlich Daniel Schwenter [14]. Auf ihn geht auch die weitverbreitete Meinung zurück, dass Praetorius den Messtisch «erfunden» habe. Tatsächlich existiert eine Handschrift von Praetorius mit dem Titel: «Vom Feldmessen item auff folgenden Blättern ordentlich zu finden». Unter der Signatur MS 827 wird sie in der Universitätsbibliothek Erlangen-Nürnberg aufbewahrt. Es



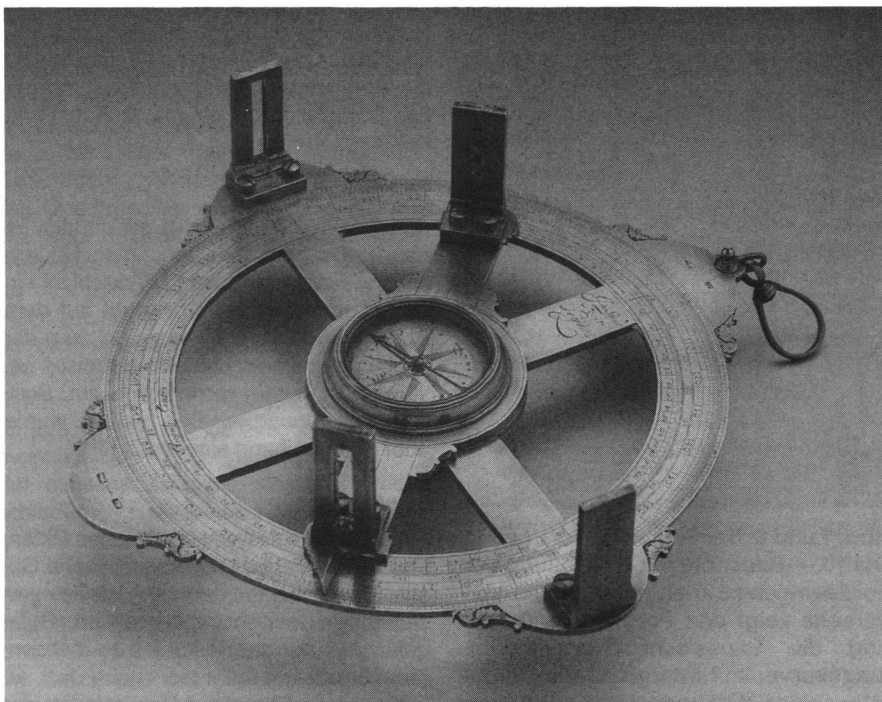
**Abb. 5: Neigungsmesser, H.G. Herttel, 1667 (Bestand: Museum für Kunst und Kulturgeschichte der Stadt Dortmund).**

gilt als sicher, dass sie Schwenter als Vorlage gedient hat und er den Messtisch deshalb Mensula Praetoriana oder praetorianisches oder geometrisches Tischlein genannt hat. Unter diesen Bezeichnungen hat der Messtisch in der – älteren – Literatur Eingang gefunden.

Sowohl Emil Ferdinand Vogel [15] als auch Fritz Deumlich [16] berichten, allerdings ohne Quellenangabe, dass Gemma Frisius den Messtisch «erfunden» habe. Dieser hat zwar graphische Methoden zur geographischen Lagebestimmung angewandt, von einer Messtischaufnahme im eigentlichen Sinne kann jedoch nicht gesprochen werden. Folgt man Kneissl, dann ist das Messtischprinzip vermutlich über 2000 Jahre alt.

Somit ist das Prinzip der Messtischaufnahme sicher bei den frühen Mathematikern und Agrimensoren bekannt gewesen. Praetorius gebührt aber, so scheint es jedenfalls, das Verdienst, den Messtisch zuerst als gebrauchsfähiges Instrument so beschrieben zu haben, dass es nach seiner Zeit als selbstverständliches Vermessungsinstrument in allen Lehrbüchern und in den vermessungsspezifischen Abschnitten der Hausväterliteratur genannt wird. Daniel Schwenter hat die Ideen seines Mentors durch seine Veröffentlichung und durch seine Konstruktionsbeschreibungen aber erst in der Fachwelt bekannt gemacht. Dies kann nicht hoch genug gewürdigt werden.

Hier die wichtigsten biographischen Daten der vorgenannten Wissenschaftler: Gemma Frisius, 1508 in Dokkum geboren und 1555 in Löwen gestorben. Er war promovierter Philosoph und Mediziner. Seine Lieblingsfächer waren Mathematik, Astronomie, Geographie und Kartographie. Er



**Abb. 4: Holländischer Kreis, J. de Steur, Leiden (Holland) um 1655 (Bestand: Museum für Kunst und Kulturgeschichte der Stadt Dortmund).**

verfasste Schriften über grossräumige Vermessung, vor allem über die Beschreibung verschiedener Vermessungsmethoden, wie Vor- und Seitwärtsabschneiden, Bogenschlag und Entfernungsbestimmungen.

Johann Praetorius (eigentlich Richter), geboren 1537 in Joachimsthal, gestorben 1616 in Altdorf. Er hatte in Wittenberg Philosophie studiert, verfertigte in Nürnberg mathematische Instrumente, reiste nach Prag, Wien und Krakau und erhielt schliesslich 1576 seine Berufung als Mathematik-Professor an die erst Gymnasium, später Akademie bezeichnete Bildungsstätte Altdorf bei Nürnberg, die 1622 zur Universität erhoben wurde.

Daniel Schwenter wurde am 31. Januar 1585 in Nürnberg geboren: er starb am 19. Januar 1636 in Altdorf. Er war zunächst Professor für orientalische Sprachen in Altdorf, lehrt später auch Mathematik und gilt als Schüler von Praetorius.

Wie der Messtisch bei der Geländeaufnahme verwandt wurde, zeigt das nachfolgende Zitat [17]:

«Für die Aufnahme im Felde verwandte man den von dem Professor Johannes Praetorius im Jahr 1590 erfundenen und von Jacob Marinoni verbesserten Messtisch. Das auf der Messtischplatte für die Grundkartierung angebrachte Papier war 15 dänische Dezimalzoll lang und 10 dänische Dezimalzoll breit. Die Platte selbst war auf einem Stativ angebracht, um das herum sie frei gedreht werden konnte. An der Messtischplatte war ein 15 Zoll langes Diopterlineal mit zwei aufwärtsstehenden Visierstangen an beiden Enden angebracht. Mit Hilfe einer Wasserwaage wurde die horizontale Lage des Messtisches kontrolliert.»

## Kreisgeräte

Neben der Messtischaufnahme hat es natürlich auch andere Verfahren gegeben, das Gelände zu erfassen. Dazu gehörte ein eigenes Instrumentarium, dessen Besonderheit zunächst darin zu sehen ist, dass es sich um Diopterinstrumente gehandelt hat, wie sie auch – als Diopterlineal – für den Messtisch gebräuchlich waren. Unter Diopter ist eine Zieleinrichtung mit begrenzter Genauigkeit zu verstehen, wobei die Ziellinie durch zwei gegenüberliegende schmale Schlitze oder ähnliche Hilfsmittel (z.B. Kimme und Korn) dargestellt wird.

In Verbindung mit einem Teilkreis und einem Kompass waren diese Diopter- oder Scheibeninstrumente die Vorläufer der Theodolite, wie sie heute gebräuchlich sind [18] [19].

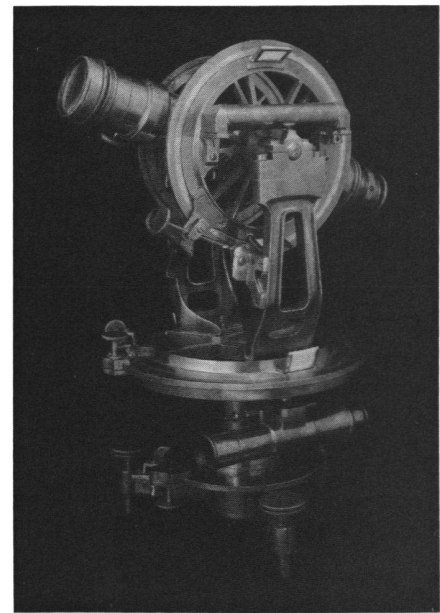
Doch war es ein weiter Weg, den die Instrumentenentwicklung durchlaufen musste.

Über den Quadranten von Picard wurde bereits eingangs berichtet [20]. Er gilt als das erste mit Zielfernrohr ausgerüstete geodätische Mess-Instrument [21].

Galt jahrhundertlang das Lot oder die Oberfläche einer ruhenden Flüssigkeit als einfachstes Hilfsmittel, die Schwerkraft der Erde sichtbar zu machen – also das Instrument zu horizontalisieren – so brachte die Erfindung der Röhrenlibelle durch Theronot 1662 eine Änderung im Instrumentenbau.

## Der Theodolit

Die Entwicklung der Scheibeninstrumente zum modernen Theodolit ist bestimmt durch die Einführung des Fernrohres, der Libelle und der Verbesserung der Kreistei-

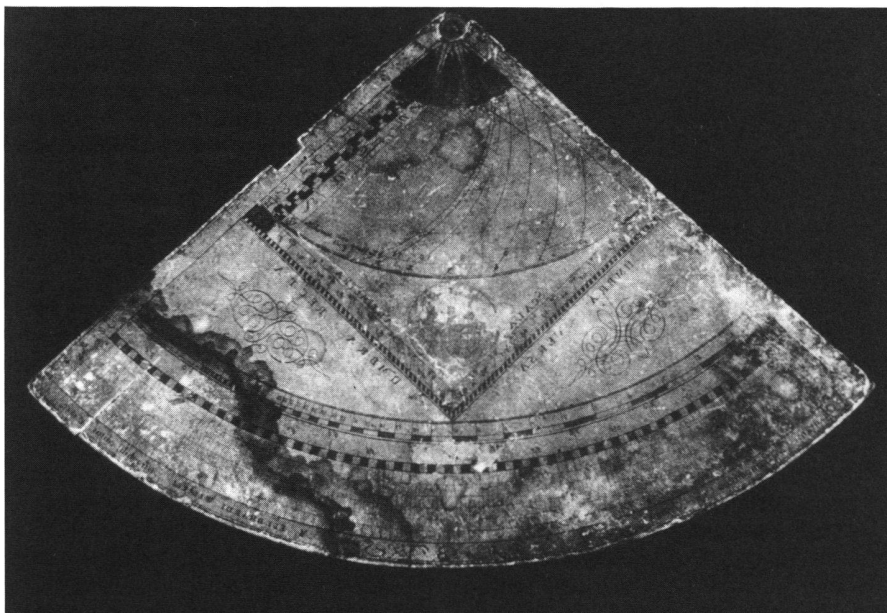


**Abb. 6: Grosser Theodolit, Richter, Guyar & Canary, Paris, 19. Jahrhundert (Bestand: Museum für Kunst und Kulturgeschichte der Stadt Dortmund).**

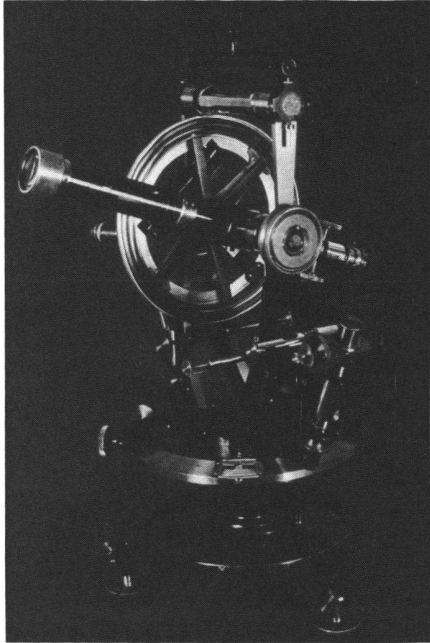
lung. In England, wo Digges 1571 zum erstenmal den Begriff «Theodelitus» gebraucht hat und der bis heute nicht eindeutig geklärt worden ist [22] [23], begann im Zusammenhang mit den Beobachtungen an der Greenwich Sternwarte ein Aufschwung im Instrumentenbau. Es würde den Rahmen dieses Aufsatzes übersteigen, sollte die ganze Palette der Theodolitenentwicklung auch nur annähernd beschrieben werden. Bei Adams [7] und Engelsberger [21] finden sich dafür genügend Beispiele. Doch soll der Grosse Theodolit von Ramsden von 1787 nicht unerwähnt bleiben, weil er von dem Ideenreichtum eines Instrumentenbauers zeugt, der in der Lage war, ein den damaligen Genauigkeitsansprüchen genügendes Gerät anzufertigen. Er erlaubte eine Genauigkeit für eine einmal gemessene Richtung von etwa 2". Aber: er war der grösste Theodolit der jemals gebaut worden ist und wog 100 kg! [24] Ein solches Instrument war natürlich zu unhandlich für den täglichen Gebrauch. Es mussten einige Faktoren zusammenkommen, um hier eine Änderung herbeizuführen.

## Technische Innovation im Instrumentenbau

Wurden noch bis zum Ende des 18. Jahrhunderts die Teilkreise mit Stangenzirkeln geteilt, wodurch sich eine aus heutiger Sicht nur grobe Kreisteilung ergab, änderte sich dies, als es dem Mechaniker Reichenbach (1771–1826) um 1800 gelang, eine unvergleichlich genaue Teilkreismaschine und, darauf aufbauend,



**Abb. 7: Astronomisch-geometrischer Quadrant, Strassburg 1619 (Bestand: Museum für Kunst und Kulturgeschichte der Stadt Dortmund).**



**Abb. 8: Theodolit der Firma Hildebrand, Freiberg (Sachsen), 19. Jahrhundert (Bestand: Museum für Kunst und Kulturgeschichte der Stadt Dortmund).**

«handliche» Instrumente zu bauen. Reichenbachs Fähigkeit lag vor allem darin, intuitiv den Theodoliten so ausgereift weiterentwickelt zu haben, dass er sowohl dem praktischen Gebrauch des Feldmessens als auch dem, des an hohen Ansprüchen gewöhnten wissenschaftlichen Geodäten entsprach. Die von ihm 1800 entworfene Drehbank, die unter anderem das Bearbeiten kegelförmiger Körper gestattete, dürfte zum Erfolg seiner Instrumente beigetragen haben. Neben verschiedenen Verbesserungen, zum Beispiel in der Konstruktion der Achslager (so wurden die noch von Reichenbach her gebräuchlichen konischen Stehachsen in Zylinderachsen oder Stehachsensysteme mit Kugellagern geändert), erreichten die Theodolite vor allem durch die modernen Ablesevorrichtungen eine höhere Genauigkeit. Waren neben den üblichen Silber-Teilkreisen zuerst 1884 Glaskreise als Träger der Gradeinteilung verwendet worden, so gelang es erstmalig Heinrich Wild (1877–1951) 1920 das Medium Glas serienmäßig für eine ganz neue Ablesetechnik mit dem optischen Koinzidenz-Mikrometer zu verwenden, was eine Steigerung der Ablesegenauigkeit bewirkte. Mit dieser Erfindung wurde eine neue Ära im Theodolitsystem eingeleitet.

## Schlussbetrachtung

Verfolgt man den Weg von den Instrumenten, die in der Geodäsie und in der Astronomie in Gebrauch waren, bis in die jüngste Vergangenheit, so kann festgestellt werden, dass es zwar bemerkenswert

konstruierte und gebaute Instrumente gegeben hat, die den Bedürfnissen der Zeit genügt haben. Besonders in England gab es leistungsfähige Geräte, zum Beispiel von Adams, Short und natürlich Ramsden. Auf dem Festland erscheinen Namen wie Brander, Höschel und nicht zu vergessen das Kreisinstrument von Borda und der holländische Kreis von Jan Dou.

Eine wesentliche Verbesserung im Instrumentenbau gab es vornehmlich durch drei Neuerungen

1. Die Einführung der Röhrenlibelle, die die Stabilisierung des räumlichen Achssystems ermöglichte.
2. Die Verwendung des Fernrohres als Zielfernrohr (durch Einbau des Fadekreuzes) und dessen gleichzeitige Kombination mit der Röhrenlibelle.
3. Die Erhöhung der Ablesegenauigkeit durch die Entwicklung des optischen Mikrometers in Verbindung mit der Einführung der Glaskreise als Träger der Kreisteilung.

Damit waren die Weichen gestellt für die Entwicklung der Instrumententypen, deren Wege hier nicht weiter aufgezeichnet werden sollen.

Als Fazit muss festgestellt werden, dass der Bau geodätischer Instrumente wesentlich den Mechanikern, «einem auf mathematischer Grundlage spekulierenden akademischen Techniker» [26] zu verdanken ist. Als Beispiele stehen dafür Reichenbach und Wild. Dass manch' anderer bedeutender Name hier nicht genannt worden ist, hat nur damit zu tun, dass sich das Thema dieses Aufsatzes nur auf eine Auswahl beschränken sollte.

### Anmerkungen:

- [1] Stromer, W. v., Innovation und Wachstum im Spätmittelalter: Die Erfindung der Drahtmühle als Stimulator. In: Technikgeschichte, Bd. 44, 1977, Nr. 2, S. 89 ff.
- [2] Kröger, K., Das Vermessungswesen im Spiegel der Hausväterliteratur, Frankfurt/M., Bern, New-York 1956, S. 64 ff.
- [3] a.a.O., S. 86.
- [4] Kioscha, W., Museumshandbuch Teil 2, Vermessungsgeschichte Dortmund, 1989, S. 42.
- [5] a.a.O., S. 48 f, siehe auch: Schumacher, H. Von Gemma Frisius bis Le Coq, in: Der Vermessungsingenieur, 2/1991, S. 49 ff.
- [6] Bialas, V., Erdgestalt, Kosmologie und Weltanschauung, Stuttgart, 1982, S. 96 und Kioscha, a.a.O., S. 53.
- [7] Dreier, F. A., (Bearb.), Winkelmessinstrumente vom 16. bis zum frühen 19. Jahrhundert, Berlin, 1979, S. 66 f und Adams, G., Geometrische und graphische Versuche, Darmstadt, 1985, S. 200 ff.
- [8] Dreier, F. A., a.a.O., S. 68.

[9] s. Anm. 7, (Adams, G., a.a.O., S. 209 ff.).

[10] Adams, a.a.O., S. 235 ff.

[11] Kertscher, K., «C. F. Gauss auf neuem 10 DM Schein», in: Zeitschrift für Vermessungswesen (ZfV), 9/1990, S. 390 ff.

[12] Zinner, E., Astronomische Instrumente des 11. bis 18. Jahrhunderts, München, 1956, S. 211.

[13] Zubler, L., Novum Instrumentum Geometricum, (Planimetrische Beschreibung), Basel, 1625, S. 17.

[14] Schwenter, D., Mensula Praetoriana, Nürnberg, 1641, Reprint Dortmund 1986, Schriftenreihe des Förderkreises Vermessungstechnisches Museum Nr. 10, mit einer Einleitung von K. Kröger und einer Literaturauswahl zur Geschichte des Messtisches.

[15] Vogel, E. F., Geschichte der denkwürdigsten Erfindungen, 3. Aufl., 3. Bd., Leipzig 1847, S. 245 ff.

[16] Deumlich, F., Instrumentenkunde der Vermessungstechnik, 6. überarb. Aufl., Berlin (Ost), 1974.

[17] Kahlfuss, H.-J., Landesaufnahme und Flurvermessung in den Herzogtümern Schleswig, Holstein und Lauenburg vor 1864, Neumünster, 1969, S. 132.

[18] Adams, a.a.O., S. 149.

[19] Kioscha, a.a.O., S. 75.

[20] Kioscha, a.a.O., S. 53.

[21] Engelsberger, M., Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Theodolits, München, 1969.

[22] Peters, K., Zur Geschichte und Bedeutung des Wortes Theodolit, in: «Der Fluchtstab», 4/1963, S. 57 ff.

[23] Engelsberger, M., a.a.O., S. 2 ff.

[24] Engelsberger, M., a.a.O., S. 34 ff.

[25] Kröger, K., a.a.O., S. 166 f.

[26] Hirsch, O., Die Kunst geodätische Instrumente zu bauen und die Mechaniker, die dies konnten, in: Vermessungswesen und Kulturgeschichte v. Hartwig Junius (Hg.), Bd. 11 der Schriftenreihe des Förderkreises Vermessungstechnisches Museum, Stuttgart, 1985.

Adresse des Verfassers:

Dr. phil. Kurt Kröger  
Vermessungsingenieur  
Am Knie 2  
D-4600 Dortmund 12