

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

Band: 90 (1992)

Heft: 3: Historische Vermessungsinstrumente (II) = Instruments anciens de mensuration (II) = Strumenti storici di misurazioni (II)

Artikel: 2000 Jahre Theodolit : von Heron bis Heinrich Wild : ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Theodoliten

Autor: Ingensand, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-234814>

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: 13.10.2024

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

2000 Jahre Theodolit: von Heron bis Heinrich Wild

Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Theodoliten

H. Ingensand

Die Entwicklung von Vermessungsinstrumenten lässt sich nach heutigen Erkenntnissen bis in die Antike zurückverfolgen. Bei den seefahrenden Völkern, wie den Griechen, die ihr nautisches Wissen wiederum von den Phöniziern übernommen hatten, war das Interesse an der Astronomie und der Geodäsie, das heisst der Vermessung der Erde, sehr ausgeprägt. So hat Eratosthenes bereits im zweiten Jahrhundert vor Chr. mit Hilfe von Schattenbeobachtungen und trigonometrischen Formeln den Erdumfang mit 38 000 km berechnen können. Das zu einer Zeit, in der die übrige Welt die Erde immer noch als Scheibe betrachtete. Dieses Experiment fand in der Umgebung von Alexandria statt. Diese Stadt im Nildelta ist als das damalige Wissenschaftszentrum der griechisch-ägyptischen Kulturwelt anzusehen und verfügte über die grösste Bibliothek zu dieser Zeit.

Nachfolgend wird die Entwicklung von den ersten Richtungsmessinstrumenten bis zu den Theodoliten des nächsten Jahrtausends aufgezeigt.

Si l'on veut suivre le développement à travers les âges des instruments d'arpentage, les connaissances actuelles nous permettent de remonter jusque dans l'Antiquité. Chez les peuples marins tels que les Grecs, lesquels avaient aussi adopté leurs connaissances nautiques des Phéniciens, il existait un intérêt très marqué pour l'astronomie et la géodésie, c'est-à-dire la mensuration de la Terre. C'est ainsi que déjà au deuxième siècle avant Jésus-Christ, Eratosthène a, au moyen d'observations des ombres et de formules trigonométriques, estimé la circonférence de la Terre à 38 000 km. Cela à une époque, où le reste du monde considérait encore la Terre comme une disque. Cette expérience eut lieu dans les environs d'Alexandrie. Située dans le delta du Nil, cette ville disposait à cette époque de la plus grande bibliothèque et est à considérer comme le centre des connaissances scientifiques du monde culturel grec et égyptien de l'époque. L'article ci-après décrit le développement des premiers instruments de mesure d'angles aux théodolites du millénaire suivant.

Erste Richtungsmessinstrumente

Für die bei der Navigation notwendigen Richtungsmessungen zu Gestirnen wurde das ca. 150 v. Chr. von Hipparchos erfundene *Astrolabium* als Vertikalwinkelmessinstrument benutzt. Diese Astrolabien (griech. Sternnehmer) waren bereits mit einer Visiereinrichtung, dem sogenannten Diopter (griech. Späher) ausgerüstet und erlaubten somit genaue Peilungen. Neben dem Astrolabium war für Bauabsteckungen die sogenannte Dioptra bekannt, welche mit vier Loten, die an einem Lattenkreuz aufgehängt waren, zwei senkrecht zueinander stehende Ebenen aufspannte. Die Dioptra, bei den Römern auch Groma genannt, ist als Vorläuferin der Kreuzscheibe und des heutigen Rechtwinkelprismas anzusehen. Mit einer Dioptra konnte 300 v. Chr. der 1000 Meter lange Bewässerungstunnel von Samos abgesteckt und von zwei Seiten metergenau gegraben werden.

Ur-Theodoliten

Die Erfindung des ersten theodolitähnlichen Instrumentes geht ebenfalls von Alexandria aus. 50 v. Chr. beschreibt Heron in seinem Vermessungsbuch «Dioptra» [1] ein zweiachsiges Instrument mit Schneckenantrieben für die Horizontal- und Vertikal-einstellung. Rekonstruktionsversuche nach der Beschreibung von Heron lassen die Grundstruktur eines Theodoliten mit Steh- und Kippachse erkennen. Von einem weiteren Gebrauch dieses Instrumentes ist aber nichts bekannt.

Nach dem Untergang der griechischen Kultur übernahmen arabisch-islamische Gelehrte die Weiterführung der astronomischen Wissenschaften. Die heute gebräuchlichen Begriffe wie Alhidada (Al hidada = der Arm), Ziffer, Azimut, Nadir stammen ja aus dem Arabischen und erinnern uns an diesen Einfluss. Zur Verbesserung der Teilungen bei astronomischen Messgeräten wurde bereits um 1000 n. Chr. eine Teilkreismaschine von Biruni gebaut. Um 1200 gab es im arabischen Raum wie-

derum ein zweiachsiges Instrument, das sogenannte Torquetum, welches wie bei einem Theodoliten die räumliche Richtung in zwei Ebenen projiziert.

Obwohl das Torquetum, auch Türkeninstrument genannt, um 1280 auch in Europa bekannt wurde, sollte es noch bis zur Mitte des 16. Jahrhunderts dauern, bis die ersten Instrumente mit Vertikal- und Horizontalkreis bei terrestrischen Vermessungen eingesetzt wurden.

Die weiteren Theodolit-«Spuren» führen nach England, wo 1571 Leonhard Digges ein Instrument beschreibt, welches er Theodolit (siehe Kasten) bezeichnet. Obwohl ähnliche Instrumente auch auf dem Kontinent gebaut wurden, fanden sie wenig Anklang. Dort wurden weiterhin Instrumente mit Viertelkreisen, sogenannte Quadranten, oder Halbkreisen eingesetzt. Ein Schweizer Instrument von 1607, welches der Zürcher Goldschmied Zubler anfertigte, zeigt den damaligen technischen Stand der Messtechnik auf dem Kontinent [2].

Erste Messfernrohre

Eine Verbesserung der Messgenauigkeit brachten dann die ersten Messfernrohre. Obwohl Glaslinsen bereits 2300 v. Chr. anhand von trojanischen Funden nachgewiesen sind und bereits 1000 v. Chr. Linsen als Vergrößerungsgläser benutzt wurden, konnten diese noch nicht zu dem Bau von Fernrohren dienen, da die optische Quali-

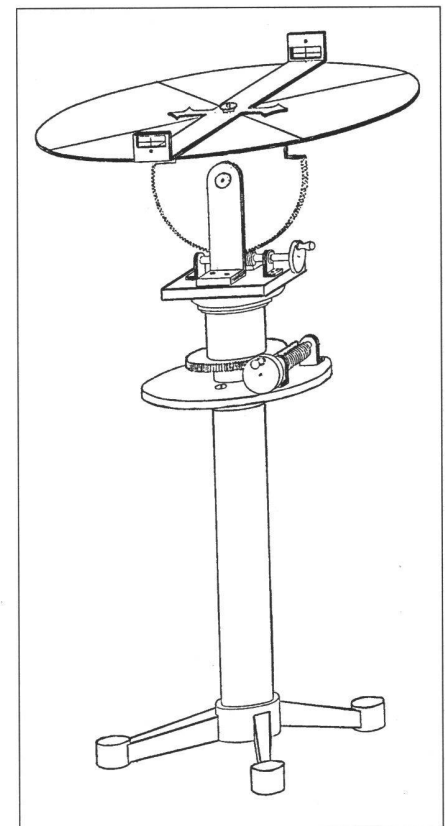


Abb. 1: «Theodolit» nach Heron von Alexandria.

tät zu schlecht war. Die Erfindung des Fernrohrs im Jahre 1607 verdanken wir dem niederländischen Brillenmacher Lipperhey aus Middelburg. Spielende Kinder in seiner Umgebung hatten Linsen so hintereinander gehalten, dass sie den Kirchturm des Ortes vergrößert betrachten konnten. Lipperhey produzierte daraufhin einfache Binokularfernrohre und verbreitete damit diese Erfindung in Mitteleuropa innerhalb eines Jahres. Galileo Galilei konnte somit 1609 nach einigen Verbesserungen des Fernrohres seine astronomischen Beobachtungen durchführen. Weitere Ideen zum Bau von terrestrischen Fernrohren kamen 1611 von Johannes Kepler.

Die Erfindung des Messfernrohres, wie es für Richtungsmessungen benötigt wird, ist jedoch das Verdienst von William Gascoigne, der 1640 in der Brennebene des Okulars einen Spinnfaden spannte und somit das von Kepler entwickelte terrestrische Fernrohr zum Zielfernrohr machte.

Die ersten Theodoliten

Den Gedanken, Vermessungsinstrumente mit einem Fernrohr auszurüsten, müssen wir Francesco Generini (1630) zugestehen. Seine Idee wurde 1640 von Picard aufgenommen, der 1669 erstmals einen Quadranten mit einem Messfernrohr ausüstete. Mit diesem Quadranten wurden die berühmten Gradmessungen durchgeführt, die die Abplattung der Erde feststellen sollten.

Es dauerte nochmals 80 Jahre bis zur Entstehung eines Theodoliten mit allen den Eigenschaften, die auch heute noch ein einfacher optischer Theodolit aufweist. So entstand 1730 durch den englischen Mechaniker Sisson der erste brauchbare Theodolit, der bereits mit einer Röhrenlibelle ausgerüstet war. Diese war 1662 durch den Pariser Mechaniker Thevenot erfunden worden.

Der erste Theodolit der Schweiz wurde bei Paul Jaques (1733–1796) in Genf [3] gebaut. Die Schweiz blieb jedoch noch weitgehend ein Land des Messtisches und der Kippregel, so dass bis zum Ersten Weltkrieg für den Theodolitenbau neben der Firma Kern nur wenige Firmen wie die Berner Firma Schenk & Cie (1811–1834), Pfister & Hermann (1890) und die Schaffhauser Firma Ebener (1915) zu erwähnen sind.

Kern und Wild: Namen, die den schweizerischen geodätischen Instrumentenbau geprägt haben

An dieser Stelle mag dem Autor der Exkurs gestattet sein, die erstaunlichen Parallelen in den Lebenswegen von Jakob Kern und Heinrich Wild aufzuzeigen, ob-

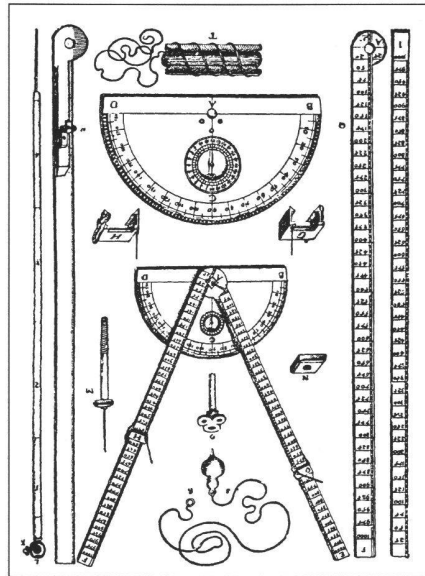


Abb. 2: Die Messinstrumente von Zübler.

wohl gut hundert Jahre zwischen beiden Menschenleben liegen.

Wie bei vielen anderen schweizerischen Geodäten (Kobold [4]) liegen auch die Wurzeln von Jakob Kern und Heinrich Wild im Kanton Glarus. Beide verloren sehr früh ihren Vater. Ebenso gab es in beiden Fällen Wegbereiter, die etwas mit der Linth Regulation zu tun hatten. Bei Jakob Kern war es Johann Rudolf Meyer, der den Anstoss zur Linth Regulation gab; Heinrich Wild ging bei einem Linth Ingenieur in die Lehre, der auf die erstaunlichen Talente des gerade Fünfzehnjährigen aufmerksam geworden war. Beide gingen später für einige Zeit nach Deutschland. Jakob Kern unter anderem zu Reichenbach, dessen Ideen die Konstruktion der späteren Kern'schen Theodoliten beeinflussten; Heinrich Wild verliess die Schweiz, um in Jena bei Zeiss seine Ideen zu verwirklichen. Auch bei den Firmengründungen – Kern 1819 und Wild 1921 – die ebenso einhundert Jahre auseinanderliegen, erhielten beide Unterstützung von Förderern. Bei Jakob Kern war es Friedrich Meyer, der Sohn von Johann Rudolf Meyer. Heinrich Wild wurde von Jacob Schmidheiny und Dr. Helbling bei der Gründung seiner Firma in Heerbrugg unterstützt.

In beiden Fällen gingen mit den Firmengründungen Strukturkrisen der jeweiligen Region einher. In Aarau war es der Niedergang der Messerproduktion, im Rheintal die Krise der Stickereiindustrie.

Auch in diesem Jahrhundert gibt es erstaunliche Parallelen beider Firmen. So gab es 1924–1930 eine Verbindung von Kern und Leitz auf dem Gebiet des Feldstecherbaus, und auch die Omag, die später einmal zu Wild Heerbrugg gehören sollte, war von 1940–1942 mit Kern verbunden.

1929 gab es sogar ernsthafte Erwägun-

gen, beide Firmen zusammenzulegen und die Synergien zu nutzen. 1988 leiteten wirtschaftliche Umstände das Zusammenrücken beider Firmen ein, indem Kern Aarau in die Wild Leitz Gruppe und 1990 beide in die Leica PLC aufgenommen wurden.

Heinrich Wild

Wenn auch Jakob Kern das Verdienst zukommt, die erste bedeutende schweizerische Firma im geodätischen Instrumentenbau gegründet zu haben, so basierten die Kern'schen Theodolitkonstruktionen auf den Grundprinzipien, wie er sie während seiner Wanderzeit bei Reichenbach und Fraunhofer in München kennengelernt hatte.

Es ist daher nicht erstaunlich, dass Heinrich Wild, der während seiner Dienstzeit bei der Schweizerischen Landestopographie (1900–1907) arbeitete, Verbesserungsvorschläge unter anderem für die von der Landestopographie eingesetzten Kern Theodolite machte. So wurde ihm 1907 das schweizerische Patent zur diametralen Kreisablesung erteilt. Die Verwirklichung dieser Konstruktion wurde bei Kern, Aarau, und Wanschaff, Berlin, von der Landestopographie in Auftrag gegeben, wobei der bei Kern in Auftrag gegebene Theodolit wohl nicht fertig wurde und auch der Wanschaff Theodolit nicht zufriedenstellen konnte [4].

Die weiteren Innovationen von Heinrich Wild mögen hier nur gestreift werden, da sie in zahlreichen Publikationen eingehend gewürdigt sind. Mit seinem ersten in Heerbrugg gebauten Theodolit konnte er die in Deutschland begonnenen Konstruktionen weiterführen und im Wild T2 verwirklichen. Innenfokussierung, Koinzidenzlibelle, ein modernes Achssystem sowie die diametrale Ablesung und das optische Mikrometer sind die wegweisenden Neuerungen dieses Instrumentes, welches in dem genaueren Wild T3 konstruktiv fortgesetzt wurde. Die nahezu unerschöpflichen Ideen von Heinrich Wild wurden später in der Zusammenarbeit mit Kern, Aarau, weitergeführt, wo die berühmte DK Baureihe (DK1, DK2, DKM2, DKM3) entstand.

Obwohl die Kreativität von H. Wild erdrückend erscheint, so durfte der Schweizer Theodolitenbau auch in der Nach-Wild-Ära nicht stehenbleiben.

Schweizer Innovationen nach Heinrich Wild

Selbstverständlich wurden bei beiden Firmen die Grundgedanken von Heinrich Wild weitergeführt, und auch nach nunmehr fast 70 Jahren wird der Wild T2, wenn auch in modifizierter Version, in beachtlichen Stückzahlen produziert. Die Koinzidenzlibelle wurde in den 60er Jahren bei beiden Firmen durch Kompensatoren als Lotbezug ersetzt. So wurde bei Kern

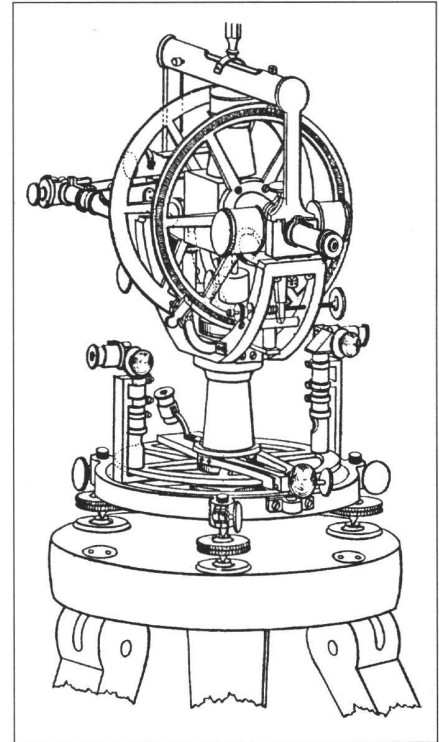
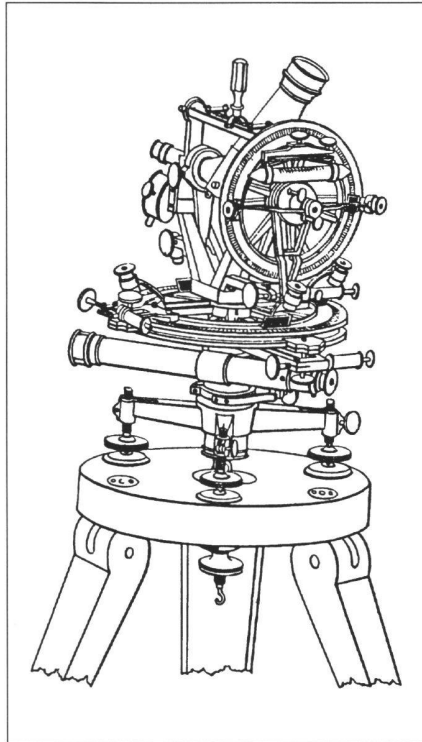
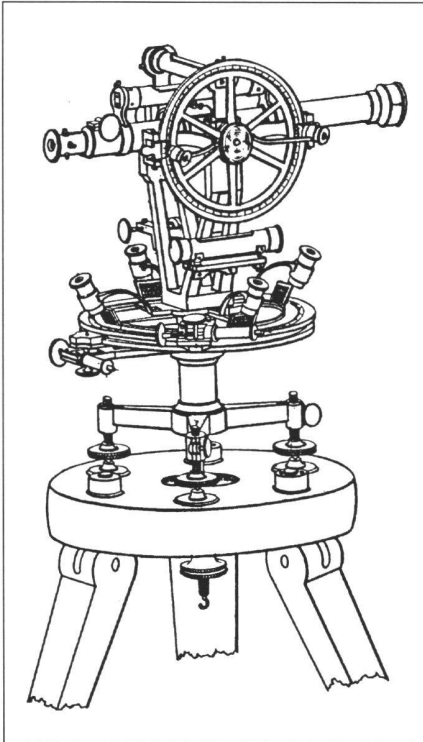


Abb. 3: Kern Theodolite im 19. Jahrhundert.

und Wild neben den Pendel-Kompensatorlösungen der Nivelliere Flüssigkeitshorizonte als optische Komponenten in den Strahlengang der Vertikalkreisablesung eingebaut.

Auch die Theodolitachsen entwickelten sich in der Schweiz von den kugellagergestützten Zylinderachsen über die Planlager der Kern DK Konstruktion zu den heutigen vorgespannten Kugelbuchsenlagern.

Neue Fernrohre

Bei beiden Firmen wurden in den 80er Jahren erstmals pankokale Fernrohre in Theodoliten eingebaut. Der zoomartige Effekt ermöglicht in jeder Distanz die optimale Vergrößerung des Zielzeichens. Die ebenfalls geforderten Fluchtfernrohreigenschaften verlangen eine hochgenaue Bearbeitung der Bahn der Fokussierlinse in der Fertigung. Instrumente mit diesen Leistungen sind besonders für Präzisionsmessungen im Bereich Deformations- und Industrievermessung prädestiniert.

Einzug der Elektronik

Die 70er und 80er Jahre sind vor allem durch den Einzug der Elektronik im Theodolitenbau gekennzeichnet. Dabei ist die Entwicklung des dynamischen Winkelabgriffs im Wild T2000 zu erwähnen, der zu den genauesten elektronischen Winkelabgriffen gehört, die jemals in Theodoliten eingebaut wurden.

Für die Wild T1000/1600 Baureihe wurde ein neuartiger Absolutencoder entwickelt, der mit Hilfe eines Zeilensensors ein Bitmuster auf dem Teilkreis abtastet [10]. Wei-

terhin ist diese Epoche durch die zunehmende Integration von Theodolit und elektronischem Distanzmesser zur Totalstation, auch als elektronisches Tachymeter bezeichnet, charakterisiert.

Für Spezialaufgaben wurden in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre elektronische Theodoliten motorisiert und in der Industrievermessung oder bei der permanenten Überwachung von Deformationen eingesetzt.

Vom Phototheodolit zum Videotheodolit

Neben den bekannten Theodolitkonstruktionen entwickelte Heinrich Wild 1923 den sogenannten Phototheodolit, der die Kombination von terrestrischer Kamera und Theodolit in einem Instrument realisiert. Die Entwicklung der Videotheodoliten in den achtziger Jahren, d.h. die Kombination von Videokamera und Theodolit im Wild TM3000V beziehungsweise Kern Space kann man als legitime Nachfolger des Phototheodoliten ansehen.

Die mit diesen Theodoliten verbundene digitale Bildverarbeitung ist heutzutage in der Lage, bei Spezialaufgaben den Beobachter weitgehend zu ersetzen. Damit sind ebenfalls Grundlagen für eine selbstzielende, beobachterlose Totalstation [11] geschaffen.

Moderne Konstruktions- und Fertigungsmethoden

Analog zur gesamten technischen Entwicklung musste auch die Fertigung von Theodoliten in der Schweiz grundlegend modernisiert werden. So werden heute

Theodolitenteile auf flexiblen Fertigungssystemen hergestellt, nachdem sie mit Hilfe von CAD (Computer Aided Design) konstruiert und die Stabilität mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode berechnet worden ist.

In der modernen Montage werden mit prozessoroptimierten Abläufen mehrere Theodoliten gleichzeitig gefertigt. Die anschließende vollautomatische Qualitätsprüfung der elektronischen Winkelabgriffe ist ebenfalls erstmals in der Schweiz mit

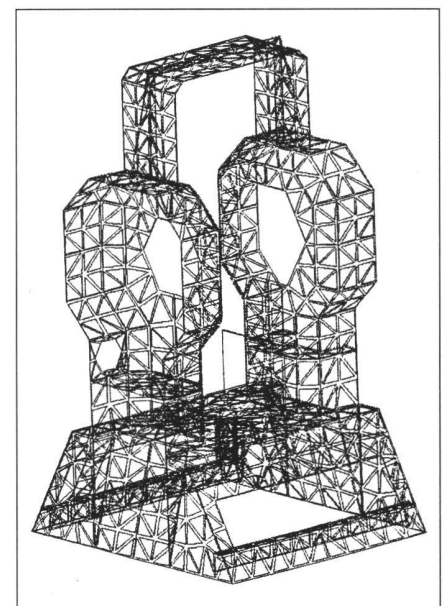


Abb. 4: Finite-Elemente-Struktur eines Theodoliten.

dem Bau einer vollautomatischen Theodoliten Prüfmaschine (TPM) verwirklicht worden [12].

Theodolite im nächsten Jahrtausend

Begriffe wie Informatiktheodolit oder Intelligente Totalstation deuten bereits jetzt die Evolution zukünftiger Theodolitgenerationen an. Die ersten Schritte zur Ausweitung der On-Board-Software bis hin zur Expert Intelligenz sind mit der neuesten Leica Theodolitengeneration in die Wege geleitet.

Auch im Zeitalter von GPS werden Theodoliten nicht überflüssig, sondern bilden mit dieser neuen Messtechnologie ein System, welches sich in idealer Weise ergänzt. GPS bestimmt schon heute die übergeordneten Passpunktfelder, in die sich die intelligente Totalstation mittels Freier Stationierung einlockt. Ein simultanes Arbeiten beider Technologien ist mit Real-Time-GPS in den nächsten 5–10 Jahren vorhersehbar.

Damit bleibt der Theodolit, wenn auch in immer wieder veränderter Form, im dritten Jahrtausend das wichtigste Messinstrument des Geodäten.

Literatur:

- [1] Schöne, Hermann: Herons von Alexandria, Vermessungslehre und Dioptra, Leipzig 1909.
- [2] Zölly, Hans: Geschichte der geodätischen Grundlagen für Karten und Vermessungen in der Schweiz, Bern 1948.
- [3] Minow, Helmut: Historische Vermessungsinstrumente, Wiesbaden 1990.

Woher kommt das Wort Theodolit?

Obwohl in den meisten Fällen die Bezeichnung eines Instrumentes Aufschluss über dessen Entstehung geben kann, liegt die Bedeutung des Namens Theodolit immer noch im dunkeln. Der Begriff Theodolitus wurde ca. 1552 von dem Engländer Leonhard Digges erstmals gebraucht, der ihn aus einer klassischen Quelle entnommen haben könnte. Für die Herkunft aus dem Griechischen spricht die folgende Erklärung [5]

θεαομαι (theaomai) – schauen
 οδος (odos) – Weg
 λιθος (lithos) – Stein
 Theodolit = Wegsteinschauer

Diese Erklärung ist plausibel, da damals Polygonpunkte, wie wir sie heute geodätisch bezeichnen, mit Hilfe von zwei Meter hohen Steinen am Wegrand vermarktet wurden, die dann mit dem Vermessungsinstrument angezielt wurden.

Eine andere Erklärung leitet das Wort Theodolit ebenfalls vom Griechischen ab

θεαομαι (theaomai) – schauen
 δελος (delos) – Ebene
 Theodolit = in die Ebene schauen

Eine weitere, eher unwahrscheinliche Erklärung für das Wort Theodolit ergibt sich aus einer englischen Fehlschreibweise des Wortes Alhidade in der Form von «the atelid (ade)».

- [4] Wild, H. jun., Kobold, F., Strasser, G., Haller, R.: Heinrich Wild zum hundertsten Geburtstag, Bern 1977.
- [5] Engelsberger, Max: Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Theodolits, München 1969.
- [6] Wolf, Rudolf: Geschichte der Vermessungen in der Schweiz, Zürich 1879.
- [7] Dreier, Franz Adrian: Winkelmessinstrumente vom 16. bis zum frühen 19. Jahrhundert, Berlin 1979.
- [8] Vogel, Paul: 150 Jahre Kern, Aarau 1969.
- [9] 50 Jahre Wild Heerbrugg, Festschrift, Heerbrugg 1971.
- [10] Leica Heerbrugg AG: Europäische Patentschrift No. 0085951.
- [11] Matthias, H.: Der Roboter-Theodolit TOPOMAT: Technik, Anwendungen und Auswirkungen auf den Beruf in: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, Heft 8/1991.
- [12] Ingensand, H.: TPM – ein neues Gerät zur vollautomatischen Prüfung von Teilkreisen in elektronischen Theodoliten. Beiträge zum X. Internationalen Kurs für Ingenieurvermessung, München 1988.
- [13] Zinner, E.: Deutsche und niederländische Astronomische Instrumente des 11.–18. Jahrhunderts, München 1956.

Adresse des Verfassers:
 Dr. Hilmar Ingensand
 Leica Heerbrugg AG
 CH-9435 Heerbrugg

Suchen Sie Fachpersonal?



Inserate
 in der VPK
 helfen Ihnen.

Wenn es eilt,
 per Telefax

057 / 27 33 82

Vermarktungsarbeiten

übernimmt und erledigt

- genau
- prompt
- zuverlässig
- nach Instruktion GBV

für Geometerbüros und Vermessungsämter in der deutschsprachigen Schweiz

Josef Lehmann, Vermarktungsunternehmer
9555 Tobel TG

Tel. 073/45 12 19

oder 9556 Affeltrangen, Tel. 073/45 15 42