12. Dortmunder Symposium zur Vermessungsgeschichte „Meilensteine des geodätischen Instrumenten- und Gerätebaus“ am 10. Februar 2014

12th Symposium about the History of Surveying in Dortmund “Milestones in Design and Construction of Surveying Instruments” on February 10th, 2014

Bertold Witte

Beginnend in der Mitte des 18. Jahrhunderts werden die in Mitteleuropa bekanntesten Konstrukteure und Hersteller geodätischer Instrumente und deren Produkte in fünf Vorträgen vorgestellt, von denen der letzte Beitrag sich nur mit der Entwicklung des Vermessungskreisels beschäftigt, die am Anfang des 20. Jahrhunderts beginnt.

Schlüsselwörter: Bedeutende Instrumentenbauer, Entwickler und Hersteller in Mitteleuropa: Anschütz, Brander, Breithaupt, Ertel, Fennel, Fraunhofer, Kern, Leica, Reichenbach, Schuler, Trimble, Utzschneider, Wild, Zeiss.

Starting at the middle of the 18th century well known Central European designers, inventors and manufacturers of surveying instruments as well as their products are presented by means of 5 lectures. The last one deals only with the development of surveying gyros from the beginning of the 20th century until now.

Keywords: Important instrument makers, inventors and manufacturer of surveying instruments in Central Europe: Anschütz, Brander, Breithaupt, Ertel, Fennel, Fraunhofer, Kern, Leica, Reichenbach, Schuler, Trimble, Utzschneider, Wild, Zeiss

1 VORWORT

Nach den Jubiläen „100 Jahre Entwicklung geodätischer Systeme in Jena“ im Jahr 2008 /Mark 2009/, /Donath 2009/ und „250 Jahre Präzisionsinstrumente von F. W. Breihaupt & Sohn in Kassel“ im Jahr 2012 /Schlemmer 2013/ sowie dem Erscheinen des Buchs „Kern-Geschichten“ im gleichen Jahr /Haas 2012/ war das Ziel des 12. Dortmunder Symposiums zur Vermessungsgeschichte, eine Gesamtdarstellung der Entwicklungslinien des deutschen und schweizerischen geodätischen Instrumentenbaus zu geben. Hierfür konnten die international anerkannten Referenten Prof. Dr.-Ing. Klaus Schnädelbach, Dr. Hans-Friedrich Breithaupt, Prof. Dr.-Ing. Dierk Hobbie, Prof. Dr.-Ing. Hilmar Ingensand und Prof. Dr.-Ing. Hansbert Heister gewonnen werden, aus deren Beiträgen im Folgenden teilweise zitiert wird.

Der Beginn des geodätischen Instrumentenbaus der Neuzeit kann mit dem erstmaligen Bau eines Theodolits um etwa 1730 durch Jonathan Sisson in England angesehen werden. Die Gradmessungsexpeditionen der französischen Akademie der Wissenschaften zur Bestimmung der Ellipsoidgestalt der Erde benötigten hochgenaue Winkelmessinstrumente. Im 18. Jahrhundert waren England und Frankreich führend im Bau geodätischer Instrumente. In Deutschland konnten zwei feinmechanische Werkstätten diesem Leistungsstand in etwa entsprechen, nämlich die von Georg Friedrich Brander 1737 in Augsburg und die von Johann Christian Breithaupt 1762 in Kassel gegründeten.

2 GESCHICHTLICHER ÜBERBLICK ZU BRANDER, REICHENBACH UND ERTEL

2.1 Georg Friedrich Brander

In seinem Vortrag befasste sich Prof. Klaus Schnädelbach, TU München, der den bayerischen Raum behandelte, mit Georg Friedrich Brander, einem der ersten bedeutenden deutschen Instrumentenbauer. Mit seinen hochpräzisen Glasmaßstäben, die mithilfe einer von ihm erfundenen Teilmaschine sehr fein geritzt wurden, begründete er seinen guten Ruf. Derartige „Glasmikrometer" wurden wie die heutigen Strichkreuze in die Fernrohre eingebaut. Im Jahr 1758 gelang Brander die Konstruktion einer der ältesten Kreisteilungsmaschinen. Durch seine Instrumente wurde er in der wissenschaftlichen Welt bekannt und geschätzt. So gehörte er zu den Gründungsmitgliedern der Kurfürstlichen Bayerischen Akademie. 1768 konnte er ein Nivellier mit Röhrenlibelle vorstellen, weil es ihm gelungen war, Glasröhren innen zylindrisch zu schleifen. Derartige Nivelliere waren erheblich genauer als die zuvor gebräuchlichen Pendelnivelliere. Branders Instrumente wurden von Fürstenhöfen, Akademien, Universitäten und Sternwarten europaweit bestellt, weshalb diese auch noch heute in vielen Sammlungen zu finden sind. Der Schwiegersohn, Christoph Höschel, der die Firma übernahm, verfügte nicht über das erfinderische Talent Branders.

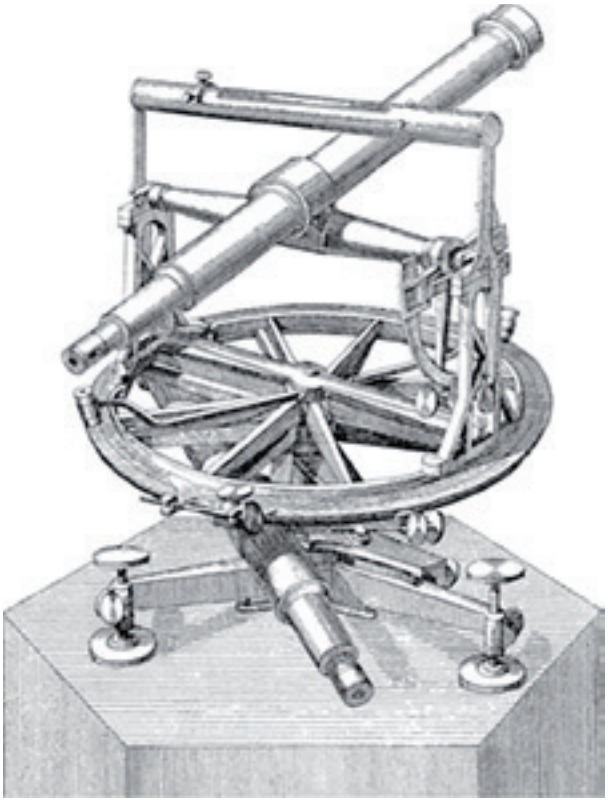


Abb. 1 | Reichenbachs terrestrischer Kreis von 1804 aus /Repsold 1908/

2.2 Reichenbach, Fraunhofer und Utzschneider

Um 1800 verlangte das bayerische Militär nach neuen Karten, sodass Kurfürst Maximilian 1801 in München das Topographische Büro gründete. In diese Zeit fiel auch die Errichtung des Bureau de Cadastre, sodass sich ein großer Bedarf an geodätischen Instrumenten ergab. 1802 erhielt Georg von Reichenbach von der Bayerischen Akademie der Wissenschaften einen Vorschuss von 600 Gulden zur Errichtung einer mathematischen Werkstatt, die er zusammen mit dem Uhrmacher Joseph Liebherr gründete. Schon vorher hatte er das Prinzip einer Kreisteilmaschine erdacht, die in der Werkstatt gebaut wurde und mit der Kreise höchster Präzision geteilt wurden. 1804 trat in die Firma als weiterer Partner Joseph Utzschneider ein, weshalb diese jetzt in „Mathematisch-mechanisches Institut von Reichenbach, Utzschneider und Liebherr" umbenannt wurde. Allerdings fehlten gute Glassorten von Kron- und Flintglas, um hochwertige Optiken herstellen zu können. Dies gelang mit Joseph Fraunhofer, der ab 1809 für das Schleifen der Linsen in dem 1807 in Benediktbeuren eingerichteten optischen Institut zuständig war und die Schleif- und Poliermaschinen verbesserte sowie durch systematische Versuche die Qualität der optischen Gläser auf ein vorher nicht gekanntes Niveau anhob. Mit den hervorragenden Kreisen Reichenbachs und der exzellenten Qualität der Fraunhoferschen Optik verbreitete sich der Ruf der Firma über ganz Europa, weshalb viele astronomische Observatorien mit den Instrumenten ausgestattet wurden. 1804 konstruierte Reichenbach einen Repetitionstheodolit (*Abb. 1*), der von vielen Werkstätten in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts nachgebaut wurde. Auch Gauß verwendete für seine Gradmessungen einen Theodolit aus München.

2.3 Traugott Ertel

1806 trat Traugott Ertel in die Firma ein, der dort 1812 Oberwerkmeister wurde, nachdem im gleichen Jahr Liebherr als Teilhaber ausgeschieden war. Utzschneider und Reichenbach übernahmen neue Aufgaben außerhalb der Firma, sodass Utzschneider 1814 das Institut Reichenbach überließ, welches in das „Mathematisch-mechanische Institut Reichenbach & Ertel" überging. 1811 wurde Reichenbach zum Oberst-Berg- und Salinenrat ernannt, weshalb er 1821 seinen Anteil an Ertel übergab, der jetzt Alleininhaber wurde. Die Firma Ertel bestand bis 1983 und hat im Lauf der Zeit viele bemerkenswerte Instrumente entwickelt und produziert (*Abb. 2*), zuletzt z. B. 1964 das Distameter in Kooperation mit Grundig.

Bereits 1814 schied Reichenbach aus dem optischen Institut aus und Fraunhofer wurde alleiniger Leiter. Ihm gelang es, die achromatischen Fernrohre im höchsten Maß zu vervollkommnen. Ab 1817 veröffentlichte er eine Vielzahl von wissenschaftlichen Arbeiten zu optischen Fragestellungen. Als Anerkennung für seine Verdienste wurde er in den persönlichen Adelsstand erhoben. Nach seinem Tod 1826 übernahm Georg Merz das optische Institut, das über die Mitte des 19. Jahrhundert hinaus führend im Bau großer Refraktoren für die Sternwarten Europas war.

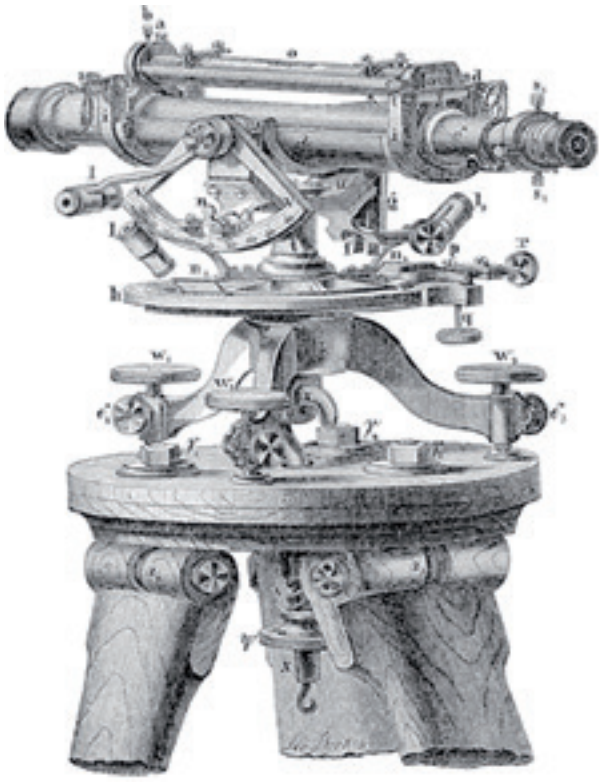


Abb. 2 | Ertels großes Nivellier /Bauernfeind 1876/

3 INSTRUMENTENHERSTELLER AUS KASSEL MIT WELTGELTUNG – EIN GESCHICHTLICHER ÜBERBLICK ZU DEN FIRMEN BREITHAUPT UND FENNEL

3.1 Geschichte der Firma Breithaupt

In seinem Vortrag stellte Dr. Hans-Friedrich Breithaupt zunächst die Standortvorteile von Kassel für den Instrumentenbau im 18. Jahrhundert vor. So war ein entscheidender Gesichtspunkt für die Gründung der Firma F. W. Breithaupt & Sohn im Jahr 1762 durch Johann Christian Breithaupt das Interesse des Landgrafen Friedrich II, der von 1760 bis 1785 regierte, an der Astronomie und die Möglichkeit, den landgräflichen Hof mit einer Vielzahl unterschiedlicher Instrumente (astronomische, medizinische, mathematische und geodätische) beliefern zu können. Darüber hinaus waren das hochwertige Rohmaterial, das durch den Messinghof in Kassel angeboten wurde, sowie die bis heute relevante Verfügbarkeit qualifizierter Mitarbeiter weitere Standortfaktoren. Als Zeugnis für die Fähigkeiten des Gründers seien hier nur der Mauerquadrant mit einem Radius von 1,98 m für die Kasseler Sternwarte und der Kleinschmidt-Breithauptsche Entfernungsmesser genannt. Die zweite Generation, die Brüder Carl Wilhelm (1775–1856) und Friedrich Wilhelm (1780–1855) Breithaupt, schufen durch ihre Entwicklungen auf dem Gebiet der markscheiderischen und geodätischen Instrumente die Grundlage für die weiteren Generationen. Die Basis für den guten Ruf der Instrumente bildete die hochgenaue Kreisteilmaschine, durch die eine präzise Übertragung der Teilung eines

GNSS sicher mit wenigen Satelliten

GNSS

UNLIMITED

Mit der neuesten Software von Leica ist die Anzahl erforderlicher Satelliten minimiert.

- 3 x GPS + 2 x Glonass
- 2 x GPS + 3 x Glonass
- 2 x GPS + 2 x Glonass + 2 BeiDou
- 4 x Glonass ohne GPS

Leica Geosystems
Tel. 089/14 98 10 0

Leica Geosystems

großen Mutterkreises auf kleinere Kreise erreicht wurde und die zusätzlich eine industrielle Produktion gestattete. Vielfältige Kontakte zu Wissenschaftlern jener Zeit, wie Gerling, Gauß, Hunäus und Schneitler, führten zu verbesserten Instrumenten, wie dem bekannten Heliotrop von Gauß (*Abb. 3*).

Abb. 3 | Gaußscher Heliotrop von Breithaupt /v. Mackensen 2012/

Georg Breithaupt (1806 – 1888, 3. Generation) erreichte die Internationalisierung und konnte durch die von ihm konzipierte Längenteilmaschine hunderte Normalmeter herstellen. Durch die Entwicklung einer Differentialschraube gelang es, mit Vermessungsinstrumenten hoch genaue Feineinstellungen vorzunehmen. Bisher war nur eine begrenzt genaue Verstellung der Alhidade zur Kreisteilung möglich. In dieser Zeit arbeiteten auch die Gründer anderer bekannter feinmechanischer Unternehmen wie z. B. Otto Fennel, J. C. Dennert und Rudolf Winkel bei Breithaupt.

In der 4. und 5. Generation mit Friedrich Wilhelm (1840 – 1907) und Dr. h. c. Wilhelm Breithaupt (1841 – 1931) sowie Dr. Georg Breithaupt (1873 – 1957) konnten die Genauigkeit der Teilkreise nochmals gesteigert und Instrumente wie das Breithaupt-Seibt-Nivellier 1. Ordnung neu konstruiert werden. Neue Fabrikationsstätten wurden gebaut, die Fertigung modernisiert und das Fabrikationsprogramm um Talsperrenmessinstrumente, Phototheodolite, Doppelbildtachymeter und weitere Instrumente erweitert. Gemeinsam mit den Professoren Schuler und Lehmann wurde ein Kreiseltheodolit entwickelt.

Friedrich Breithaupt (1907 – 1967, 6. Generation) verbesserte den Teilungsfehler des Universalinstruments auf 0,13″, entwickelte zusammen mit Heckmann ein Feinnivellier mit Planplatte im Okular und zusammen mit Jung einen Tachymetermesstisch. Vor allem gelang der Wiederaufbau des im Krieg zerstörten Werks. Der gemeinsam mit Prof. Zetsche vom Geodätischen Institut der Universität Bonn entwickelte erste elektronische Digitaltheodolit mit lichtelektrischer Kreisabtastung konnte auf dem Geodätentag 1965 präsentiert werden. In der 7. Generation (Georg-Ernst (*1938) und Hans-Hellmut Breithaupt (*1942)) wurde das Herstellungsprogramm durch Elektronik und Lasertechnik ergänzt und die Produktpalette auf Sonderinstrumente, wie elektronische und konventionelle Geologenkompasse, meteorologische Theodolite, Instrumente für den Maschinen- und Anlagenbau, den Gleisoberbau, und auf weitere Anwendungsgebiete fokussiert. Diese Konzentration auf den Bereich der Sonderinstrumente wird in der 8. Generation mit Dr. Hans-Friedrich Breithaupt fortgeführt. Als Beispiele seien hier Winkelgebereinheiten für Hochgeschwindigkeitskameras oder multifunktionale Messkameras für den Sondermaschinenbau genannt.

3.2 Geschichte der Firma Otto Fennel

In einem nicht unwesentlichen Teil seines Vortrags befasste sich der Referent mit der Geschichte der Firma Otto Fennel in Kassel. Der Gründer Otto Fennel (1826 – 1891) machte sich nach Ausbildung und Gesellenzeit bei Breithaupt und einer Tätigkeit bei Henschel 1851 selbstständig. 1862 konnte er einen Serienauftrag für Geschützfernrohre erhalten. Es gelang ihm, sein Unternehmen international bekannt zu machen und ab 1880 internationale Aufträge zu akquirieren. Mit seinem naturwissenschaftlich interessierten Sohn Adolf Fennel (1860 – 1953), der schon früh den Kontakt zur Wissenschaft suchte, trat die prägende Persönlichkeit in das Unternehmen ein. So führte die Kooperation mit Prof. Hammer aus Stuttgart am Beginn des 20. Jahrhunderts zu dem bekannten Hammer-Fennel-Tachymeter (*Abb. 4*). Weitere Neuentwicklungen folgten. Das Fabrikationsprogramm umfasste jetzt nicht nur Vermessungsinstrumente, sondern auch das notwendige Zubehör.

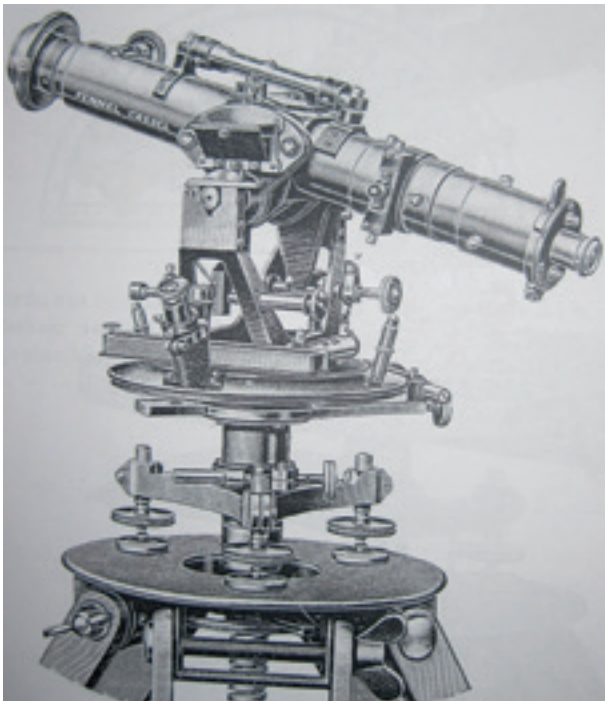


Abb. 4 | Hammer-Fennel-Diagrammtachymeter /Fennel Söhne Kassel 1927/

Von 1950 an wurde das Unternehmen in weiblicher Linie von Heinrich Kolb weitergeführt. Mit den Vermessungskreiseln nach Prof. Rellensmann aus Clausthal konnte das Fabrikationsprogramm erweitert werden. Die Entwicklung eines automatisch registrierenden Theodoliten, des Fennel-Lang-Code-Theodolits FLT2, gelang in den 1960er-Jahren. Mit diesem Instrument wurde die Automations-

kette von der Feldaufnahme bis zur Karte geschlossen. Dieser Code-Theodolit war ein Sekundentheodolit mit einem zwölfstelligen Zifferneingabewerk. Die Distanzen wurden nach dem Basislattenmessverfahren ermittelt. Die Kreisablesung wurde im Instrument zusammen mit den eingegebenen Ziffern auf Reprofilm aufgezeichnet und der entwickelte Film mithilfe eines speziellen Geräts der Firma Zuse gelesen.

1968 übernahm die Steinheil-Lear-Siegler AG das Unternehmen und verlagerte nach fünf Jahren die Produktion zum Firmensitz nach Ismaning. 1974 wurde nach 123 Jahren die Produktion eingestellt. 1977 erwarb die Firma Führer & Co die Fertigungs- und Vertriebsrechte für Fennel-Instrumente. Die Marke Fennel lebt als Geo-Fennel weiter.

4 GESCHICHTLICHER ÜBERBLICK ZU ZEISS UND TRIMBLE

4.1 Geodätischer Instrumentenbau vor 1945 bei Carl Zeiss

Prof. Dierk Hobbie aus Königsbronn begann seine Ausführungen über die „Anfänge des Unternehmens Carl Zeiss in Jena“, indem er kurz den Beginn der Firmengeschichte vorstellte, nämlich den Gründer und Namensgeber, den Mechanikus Carl Friedrich Zeiss, den späteren Teilhaber, den Privatdozenten Ernst Abbé, der ab 1866 das Unternehmen auf eine wissenschaftliche Basis stellte und der auch Otto Schott 1879 für die Herstellung verbesserter optischer Gläser gewinnen konnte. Nach dem Tod von Carl Zeiss im Jahr 1888 gründete Abbé die Carl-Zeiss-Stiftung, in die er später das gesamte Firmenvermögen überführte. Das Stiftungsstatut enthielt viele soziale Festlegungen für die Mitarbeiter. Da der Absatz von Mikroskopen als Basis für den bisherigen Geschäftserfolg stagnierte, suchte die Geschäftsleitung nach weiteren Geschäftsfeldern, in denen sich die entwickelten Technologien ebenfalls anwenden ließen. Zur Erschließung dieser Geschäftsfelder waren ab 1890 junge Wissenschaftler eingestellt worden, so auch Carl Pulfrich, der ab 1892 die Abteilung für optische Messgeräte leitete und der 1901 mit dem Stereokomparator das erste photogrammetrische Instrument von Carl Zeiss vorstellte.

Mit der Ausweitung des Fabrikationsprogramms hatte man auch an geodätische Instrumente gedacht, insbesondere weil Heinrich Wild, mit dem bereits seit einiger Zeit Kontakt bestand, der Meinung war, dass die geodätischen Geräte gegenüber den anderen Instrumenten zurückgeblieben seien. So stimmte die Geschäftsleitung der „Übersiedlung des Ingenieurs Heinrich Wild zwecks Vorbereitung einer Fabrikation geodätischer Instrumente“ zu. Wild nahm seine Tätigkeit am 1. April 1908 auf und konnte bereits zwei Jahre später das Libellennivellier Ni I (*Abb. 5*), als das erste einer Instrumentenreihe (Ni I – Ni V), vorstellen. Diese Instrumente zeichneten sich dadurch aus, dass sie kleiner und leichter waren, über eine wartungsarme zylindrische Stehachse, ein kurzes Fernrohr mit Innenfokussierung, eine Glasstrichkreuzplatte, die eine stabilere Ziellinie garantierte, und über eine Prismenablesung der Libelle verfügten, die ein genaueres Einspielen derselben ermöglichte. Zum Ni I konnte zusätzlich zur Steigerung der Ablesegenauigkeit noch ein Planplattenvorsatz verwendet werden. Unter Verwendung von Baugruppen der Nivelliere und mit den genannten Vorteilen konnte 1912 der Repetitionstheodolit RTh II angeboten werden, der aber noch Metallkreise hatte. Heinrich Wild blieb bis 1921 in Jena und arbeitete zuletzt auf vertraglicher Basis mit Zeiss zusammen, weil er zum 1. Oktober 1919 sein Mitarbeiterverhältnis gekündigt hatte, um in der Schweiz eine eigene Firma zu gründen.

Die Weiterentwicklung eines Theodolits mit Glaskreisen übernahm ab 1922 Otto von Gruber, der 1924 den Th I mit diametraler Kreisablesung vorstellen konnte (*Abb. 6*). Von 1930 bis zu seinem Tod 1942 leitete er die Abteilungen für Geodäsie und Photogrammetrie. Zuvor war er Professor für Geodäsie an der TH Stuttgart von

Abb. 5 | Libellennivellier Ni I von Carl Zeiss (1909) /Firma Carl Zeiss/

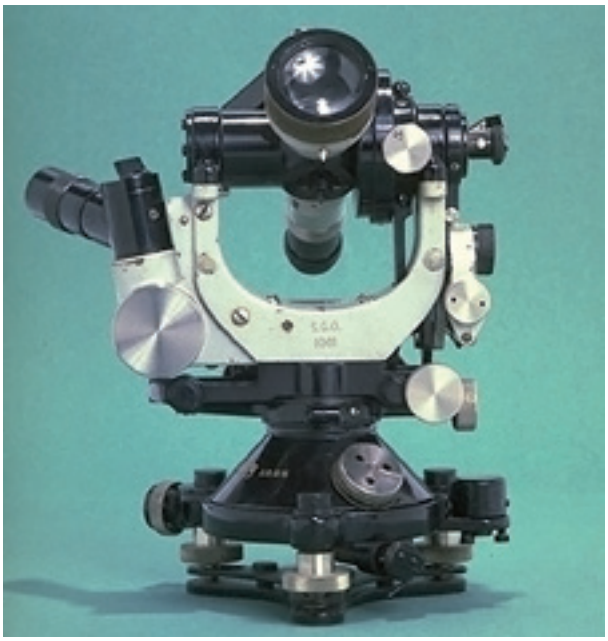


Abb. 6 | Th I, erster optischer Theodolit von Carl Zeiss (1924) /UNSW Surveying Instrument Collection/

1926 – 1930. In den 1930er-Jahren wurde die Theodolitreihe durch den verbesserten Sekundentheodolit Th II, den Repetitionstheodolit Th III und den Tachymetertheodolit Th IV sowie den Kleintheodolit Th F komplettiert. 1921 schlug der norwegische Vermessungsingenieur I. Dahl der Firma Zeiss auf der Basis eines ihm erteilten Patents vor, die Distanzstriche als Distanzkurven auszubilden. Diese Idee wurde aber erst 1938 im Diagrammtachymeter Dahlta realisiert. 1925 konnte das nach Ideen des Schweizer Grundbuchgeometers Bosshardt gebaute Reduktionstachymeter Redta I vorgestellt werden, bei dem eine horizontale Latte angezielt wird und die Horizontaldistanz durch ein optisches Drehkeilpaar in Abhängigkeit vom Zenitwinkel bestimmt wird.

4.2 Vermessungsinstrumente des VEB Carl Zeiss Jena

Im April 1945 besetzten amerikanische Truppen Jena, die sich aufgrund des Jalta-Abkommens Ende Juni zurückzogen und über 80 führende Zeiss-Mitarbeiter in die amerikanische Besatzungszone nach Heidenheim an der Brenz mitnahmen. Im benachbarten Oberkochen fanden die „Zeissianer“ eine leere Fabrikhalle, und so konnten hier mithilfe der mitgebrachten Unterlagen die ersten Geräte rekonstruiert werden. In Jena wurde auf Befehl der sowjetischen Militäradministration der Maschinenpark weitgehend in die Sowjetunion verlagert und 275 Zeiss-Mitarbeiter wurden verpflichtet, zusammen mit ihren Familien mitzukommen.

Im Juli 1947 beauftragte die Werksleitung in Jena Franz Manek, den einzigen zurückgebliebenen Photogrammeter, mit dem Wiederaufbau der Vermessungsabteilung, die zunächst mit Libellennivellieren an die Jenaer Tradition von Vermessungsgeräten anknüpfte. Nachdem Martin Drodofsky 1950 in Oberkochen das legendäre Ni 2 entwickelt hatte, wurde 1960 auch in Jena ein Kompensatornivellier, das Ni 007, vorgestellt. Weitere Kompensatornivelliere folgten. 1973 konnten mit dem Präzisionsnivllier, dem Ni 002, Maßstäbe gesetzt werden. Durch das Prinzip des quasiabsoluten Horizonts, bei dem ein hochgenauer Planspiegel in der halben Brennweite des Objektivs pendelnd aufgehängt ist, der sich um 180° drehen lässt, kann eine Höhenmessgenauigkeit von 0,2 mm auf 1 km Doppelnivellement erreicht werden. 1983 wurden die gegenüber der ersten Generation von Kompensatornivellieren verbesserten und rationeller herstellbaren Nivelliere Ni 005A, Ni 020A und Ni 040A in den Markt eingeführt und 1988 folgte das Reni 002A, das mit einer teilautomatisierten Messwertregistrierung ausgestattet war.

Mit der Wiederaufnahme der Theodolitproduktion 1950 wurde auch eine neue Reihe optischer Theodolite, Theo 010, Theo 020, Theo 030 und Theo 120, vorgestellt, der 1980 die verbesserte B-Reihe, Theo 010B, Theo 015B, Theo 020B und Dahlta 010B, folgte. Diese Instrumente besaßen koaxiale Klemmen und Feintriebe und waren besonders rationell zu fertigen. Ein optisches Tachymeter mit Basis im Standpunkt, das BRT 006, wurde 1964 entwickelt. Erst 1977 konnte mit dem EOT 2000 ein elektronisches Tachymeter vorgestellt werden, das noch eine visuelle Winkelablesung aufwies. Zwei Jahre später ermöglichte das EOT-S eine automatische Winkel- und Streckenmessung. Es wurde 1980 bei den Olympischen Spielen in Moskau eingesetzt.

4.3 Vermessungsinstrumente von Carl Zeiss Oberkochen

Bis zum Bau der Mauer 1961 kamen noch zahlreiche weitere „Zeissianer“ nach Oberkochen, sodass schließlich etwa ein Drittel der Werksangehörigen aus Thüringen stammte. 1945 war mit Gustav Förstner, dem Nachfolger von Otto von Gruber, auch sein wissenschaftlicher Mitarbeiter Martin Drodofsky nach Oberkochen gekommen, wo man sich nicht nur auf die Rekonstruktion der bisherigen Instrumente konzentrierte, sondern auch auf neue. So konnte schon 1950 das Ni 2 präsentiert werden, das erste in Serie gefertigte Nivellier mit automatischer Horizontierung der Ziellinie, das über vier Jahrzehnte nahezu unverändert, aber mit erweitertem Zubehör, in insgesamt 90 000 Exemplaren hergestellt wurde. Bis Mitte der 1960er-Jahre wurde das klassische Geräteprogramm komplettiert: Libellennivellier Ni 3, automatisches Baunivellier Ni 4 und das Feinnivellier Ni 1, Leichttheodolit Th 3, Bautheodolit Th 5, der Sekundentheodolit Th 2 sowie das Reduktionstachymeter RTa 4. Mit Helmut Leitz, der 1967 nach Oberkochen kam, begann das Zeitalter der elektronischen Tachymeter – und zwar mit dem RegElta 14, das 1968 vorgestellt wurde und über einen Lochstreifenstanzer verfügte. Es folgten das Eldi 2 (1974) bis Eldi 4 und Eldi 10 (1988). In der zweiten Hälfte der 1980er-Jahre entstanden auch die elektronischen Theodolite ETh 2 bis ETh 4. Unter Verwendung von Mikroprozessoren entstanden nach 1978 die Geräte der 3. Generation: Elta 2 als registrierendes Computertachymeter, Elta 4 als Ingenieurtachymeter, das nur registrierende, nicht rechnende Sekundentachymeter Elta 20 und das Ingenieurtachymeter Elta 3 (beide 1981), das integrierte Elta 40 mit Online Anschluss an einen Feldcomputer und das Elta 42 mit erhöhter Winkelgenauigkeit und Reichweite (beide 1985). In der 4. Generation wurden 1986 vorgestellt: das Elta 3 und das Elta 4 mit integrierten Messprogrammen und Benutzerführung über das Display sowie der Anschlussmöglichkeit für das elektronische Feldbuch Rec 500.

4.4 Vermessungsinstrumente von Carl Zeiss und Trimble in Jena

Nach der deutschen Wiedervereinigung erhält Carl Zeiss Oberkochen die unternehmerische Verantwortung für die Carl Zeiss Jena GmbH. 1995 entschied die Geschäftsleitung, die immer noch parallel existierenden Geschäftsbereiche zu verschmelzen. So erhielt Jena die Verantwortung für die Geodäsie, während in Oberkochen u. a. die Photogrammetrie zusammengeführt wurde. Schon 1992 war beschlossen worden, die nächste Generation elektronischer Instrumente gemeinschaftlich in Oberkochen und Jena zu entwickeln und in Jena zu fertigen. So konnten 1994 das digitale Nivellier DiNi 10, der elektronische Theodolit ETh 50 und die elektronischen Tachymeter der Elta-R-Familie vorgestellt werden. Das klassische Geo-Programm der optisch-feinmechanischen Instrumente wurde eingestellt und die strategische Vorgabe beschlossen, zukünftig mit Partnern zu kooperieren, was dann 1999 mit der schwedischen Firma Spectra Precision realisiert wurde, die aus der Firma AGA Geotronics entstanden war. Das gemeinsame Unternehmen in Jena trug den Namen ZSP Geodätische Systeme GmbH. Vor dem Zusam-

menschluss waren die elektronischen Nivelliere und Tachymeter weiter verbessert worden. So konnten 1997 die Systemtachymeter Elta S10/20 und 1998 die Communications-Tachymeter Elta C20/30 und 1999 das DiNi 12 vorgestellt werden.

Im Herbst 2000 wurde Spectra Precision von Trimble Navigation übernommen, sodass jetzt Zeiss Partner von Trimble wurde. Zum 1. Oktober 2002 zog sich Zeiss planmäßig aus dem Joint Venture zurück, wobei aber ehemalige „Zeissianer" den Kern der Jenaer Trimble-Mitarbeiter bildeten. Die Elta-Serie wurde zur Trimble-Serie 3600 weiterentwickelt und die 2005 und 2007 vorgestellten Instrumente „Robotic Total Station" Trimble S6 und „Spatial Station Trimble VX" wurden zusammen mit dem schwedischen Standort von Trimble in Danderyd entwickelt.

Eine hundertjährige Tradition des geodätischen und photogrammetrischen Instrumentenbaus ist damit bei Zeiss zu Ende gegangen, da auch die Photogrammetrie, zunächst ebenfalls in ein Joint Venture eingebracht, dann abgegeben wurde.

5 GESCHICHTLICHER ÜBERBLICK ZU KERN, WILD UND LEICA

5.1 Der Instrumentenbau in der Schweiz bis 1920

Prof. Hilmar Ingensand, ETH Zürich, führte einleitend aus, dass es schon vor der Gründung der Firma Kern in der Schweiz Werkstätten gab, in denen Vermessungsinstrumente hergestellt wurden, wie z. B. die von Jaques Paul (1733 – 1796) in Genf gegründete, der den ersten Theodolit der Schweiz baute. Jacob Kern (1790 – 1867) gründete nach 14 Lehr- und Wanderjahren, in denen er u. a. auch bei Georg von Reichenbach arbeitete, 1819 in Aarau seine Werkstatt. Sein Fertigungsprogramm umfasste Vermessungsinstrumente, Reißzeug und physikalische Apparate. Der Bedarf an topographischen Karten, der Ausbau der Verkehrswege und später der Bau der Eisenbahnen führten zu einem gesteigerten Bedarf an Vermessungsinstrumenten, insbesondere war für die Planung von Eisenbahnentrassen die dreidimensionale Erfassung des Geländes eine unabdingbare Voraussetzung. So wurden diverse Tachymeter konstruiert. Daneben wurden auch spezielle Absteckungstheodolite für den Tunnelbau gefertigt (*Abb. 7*).

Abb. 7 | Absteckungstheodolit der Firma Kern von 1898 für den Simplontunnel /Studiensammlung Kern, Aarau/

5.2 Schweizerische Erfindungen und Instrumentenentwicklungen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts

Zu der führenden Rolle im geodätischen Instrumentenbau des 20. Jahrhunderts, die sich die Firmen Kern und Wild weltweit erarbeitet hatten, hat insbesondere Heinrich Wild beigetragen, der sich während seiner Zeit bei der schweizerischen Landestopographie (1900 – 1907) intensiv mit den bestehenden Theodolitkonstruktionen beschäftigte und diese grundlegend verbesserte. Der Schweizer Grundbuchgeometer Bosshard erfindet das reduzierende Doppelbild-Tachymeter, das mit Zentimetergenauigkeit die optische Distanzmessung erlaubt, sodass ab 1927 für die Schweizer Grundbuchvermessung die Polarmethode eingeführt werden konnte.

In der 1921 gegründeten Firma Wild konnte Heinrich Wild an seine zuvor bei Zeiss gesammelten Erfahrungen bei der Konstruktion des Th 2 anknüpfen. Die Koinzidenzlibelle, ein zylindrisches Achssystem und die diametrale Kreisablesung sowie das optische Mikrometer waren die wegweisenden Neuerungen des Wild T2, dem 1925 der genauere Wild T3 folgte. Vom T2 wurden bis 1996 über 100 000 Exemplare hergestellt. Heinrich Wild verbesserte nicht nur die Theodolite und Nivelliere, sondern auch den zuvor in Jena entwickelten Phototheodolit, der später durch die terrestrische Kamera P31 und durch Stereomesskameras ersetzt wurde. Ab 1925 wurden Reihenbildmesskameras (RC) entwickelt und in Serie produziert. Zuvor war das photogrammetrische Auswertegerät Wild A1 entstanden.

1932 löste sich Heinrich Wild von der Firma Wild und brachte ab 1936 seine Ideen bei Kern in Aarau ein, wo unter seinem Einfluss als freier Mitarbeiter u. a. die berühmte DK-Baureihe entstand. Bis zu seinem Tod 1951 steuerte Dr. h. c. Heinrich Wild zahlreiche Ideen und Konstruktionen zur Verbesserung der Kern-Vermessungsinstrumente bei.

5.3 Das Elektronik- und Informationszeitalter – die Entwicklungen ab 1960

Mit dem 1967 vorgestellten Aufsatzdistanzmesser Wild DI10, der in Kooperation mit der französischen Firma Sercel entstanden war, und dem Kern DM 1000, dem 1973 der DM 500 folgte, wurde das Ende der optischen Distanzmessung eingeläutet. Das Kern-Mekometer 3000, das weltweit genaueste absolute Distanzmessgerät, das

nach Patenten von Froome und Bradsell in Zusammenarbeit mit Com Rad entstand, stellte 1976 einen Meilenstein der Präzisionsmesstechnik dar. 1986 konnte das Nachfolgeinstrument Mekometer 5000 mit einer noch höheren Genauigkeit präsentiert werden, dessen Messprinzip, die Polarisationsmodulation, auch heute noch neben dem Interferometer-Prinzip in den Lasertrackern der Firma Leica verwendet wird.

Auf dem FIG-Kongress 1977 in Stockholm wurde von Kern der elektronische Theodolit E2 und von Wild Heerbrugg das elektronische Tachymeter TC1 vorgestellt. Der E2 konnte durch Kombination mit der Kern-Baureihe DM 500 zu einem „modularen Tachymeter" erweitert werden. Der Wild T2000, ein Theodolit mit einem rotierenden Teilkreis, besaß einen der genauesten Winkelabgriffe und ersetzte den TC1 schon 1982. Als Ersatz für die optischen Wild-Theodolite mittlerer Genauigkeit wurde eine Generation elektronischer Theodolite entwickelt, die mit absoluten Encodern als Wild-T1000-Baureihe seit 1984 hergestellt wurde. Verbunden mit der Entwicklung des T1600 entstand 1988 bei Wild eine sogenannte Theodolitprüfmaschine, mit der jeder elektronische Theodolit kalibriert werden konnte. Der Kern E10 war das letzte in Aarau entwickelte Tachymeter, das wegen der Übernahme der Firma durch den Wild-Leitz-Konzern nicht mehr in Serie ging. Bei beiden Firmen wurden Mitte der 1980er-Jahre motorisierte Theodolite in den Markt eingeführt, die später mit Videokameras ausgestattet wurden. Dieser Instrumententyp, der Wild TM 3000V bzw. der Kern E2-SE, bildeten die Basis für das Automatische-Theodolit-Mess-System (ATMS) bei Wild und das Electronic Coordinate Determination System (ECDS) bei Kern.

Mit dem Digitalnivellier NA2000 war Leica 1990 der weltweit erste Serienhersteller mit diesem neuen Instrumententyp. Diese Technologie wurde später auch Grundlage für eine Baureihe von Digitalnivellieren, wie bei dem 1991 folgenden Präzisionsnivellier NA3000.

Nachdem zu Beginn der 1980er-Jahre die Bedeutung von GPS für die Vermessung erkannt war, wurden bei Wild in Kooperation mit Magnavox ab 1984 Empfänger entwickelt und 1986 die ersten GPS-Empfänger WM 101/102 vorgestellt. Später folgten die Baureihen 200, 300 und 500.

Mit dem Erwerb der Firma Cyra 2001 begann bei Wild das Zeitalter der terrestrischen Laserscanner, die später selbst entwickelt wurden und zu der Scanstation oder zuletzt zur Multistation MS50, einer Kombination von Tachymeter und Scanner, führten.

5.4 Die Entwicklung von Kern, Wild und Leica aus wirtschaftlicher Sicht

Die Firma Kern musste im 20. Jahrhundert immer wieder wirtschaftliche Krisen durchstehen. So wurde 1921 der Betrieb zeitweise stillgelegt und 30 % vom Aktienkapital mussten abgeschrieben werden, was sich 1932 wiederholte, jedoch mit einer 50-%-Abschreibung. 1966 gab es zwischen Kern und Wild eine indirekte finanzielle Verbindung, weil in einer Krisensituation Max Schmidheiny, ein Eigentümer von Wild, Aktien von Kern übernahm. In den 1980er-Jahren gingen durch Kostennachteile wegen der hohen Qualitätsansprüche und Missmanagement immer mehr Marktanteile verloren. 1988 wurden die Kern-Aktien an die Familie Schmidheiny verkauft und die beiden Firmen fusioniert.

In den 1920er-Jahren förderten Investoren wie Robert Helbling und Jacob Schmidheiny die Gründung der Firma Wild im Jahr 1921. Bereits 1923 ist das Gründungskapital der Firma aufgebraucht. Um aus der Finanzkrise herauszukommen, wird die „Verkaufsgesellschaft Heinrich Wild's Geodätische Instrumente" gegründet. Trotz der äußerst schwierigen Lage beteiligt sich der Bruder von Jacob Schmidheiny, Ernst, mit beträchtlichen Summen an der Firma. Auch in den folgenden Jahren müssen Wirtschaftskrisen durchgestanden werden. Nach dem 2. Weltkrieg ist eine stetige Aufwärtsentwicklung kennzeichnend für die Situation der Firma. 1974 wird Wild Heerbrugg Mehrheitsaktionär bei der Firma Leitz in Wetzlar und 1986 werden sämtliche Aktien übernommen. Auch die Leica Camera gehört dazu. Es kommt jetzt zur Bildung der Wild-Leitz-Gruppe. 1990 wird die Leica-Gruppe nach der Fusion mit Cambridge Instruments gebildet. 1997 teilt sich der Leica-Konzern in Leica Microsystems und Leica Geosystems auf. Das eigenständige Unternehmen Leica Geosystems erwirbt 2001 die Firmen Laser Alignment, Cyra Technologies (USA) Erdas (USA) und eine Beteiligung an AED Graphics. Die Zeit von 1990 – 2002 war bei Leica sowohl durch zahlreiche Akquisitionen als auch eine Fokussierung auf die Kernkompetenzen gekennzeichnet, die zu einer Ausgliederung von Teilen der Produktionsbetriebe führte. 2005 folgt der Zusammenschluss mit Hexagon AB, Schweden. Schließlich erwirbt Hexagon noch 2007 die Firma NovAtel, Inc. sowie 2010 die Firma Intergraph mit Z/I Imaging.

6 ZUR ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DES VERMESSUNGSKREISELS

Einführend behandelte Prof. Hansbert Heister, Universität der Bundeswehr München, die heutigen Einsatzbereiche des Vermessungskreisels, zu denen insbesondere die Richtungsbestimmung im Tunnel- und Bergbau gehört, aber auch die im militärischen Bereich, wobei jedoch hier die durch GPS und durch die Inertialtechnologie gewonnenen Möglichkeiten den Einsatz des nordsuchenden Kreisels stark gemindert haben.

6.1 Historischer Überblick

Die grundlegenden physikalischen Erkenntnisse über die Kreiselbewegung verdanken wir dem französischen Physiker Foucault (1819 – 1868), der 1852 erkannte, dass ein Kreisel, dessen Achse an die Horizontalebene gefesselt wird, auf der drehenden Erde bestrebt ist, seine Achse gleichsinnig drehend zu der Erddrehrichtung in den Meridian einzustellen.

Das Bedürfnis, einen brauchbaren Kreiselkompass einzusetzen, kam von der Kriegsmarine, weil durch vermehrte Verwendung von Metall beim Bau der Kriegsschiffe, Munition und Geschützen das magnetische Feld so stark verzerrt wurde, dass die Angaben des Magnetkompasses nahezu unbrauchbar wurden. Geeignete Elektromotoren als Vorbedingung für die Konstruktion eines Kreiselkompasses waren um 1900 verfügbar, sodass Hermann Anschütz-

Kämpfe (1872 – 1931) ein Modell bauen konnte, das er erfolgreich zunächst auf dem Starnberger See und dann 1904 auf einem Kreuzer der Kriegsmarine testen konnte. Für dieses Gerät wurde ihm 1907 ein Reichspatent erteilt. 1905 konnte in Kiel die Firma Anschütz & Co gegründet werden, die sich der Weiterentwicklung des Kreiselkompasses widmete. Wesentliche theoretische Grundlagen sind Max Schuler (1882 – 1972) zu verdanken. So konnte mit seiner Hilfe 1907 der erste bordtaugliche und einsatzfähige Kreiselkompass gefertigt werden. Schuler trat 1914 in die Geschäftsleitung der Firma Anschütz ein und trug durch zahlreiche Verbesserungen zur Vervollkommnung des Kreiselkompasses bei.

1914 wurde durch den Professor für Markscheidewesen an der RWTH Aachen, K. Haußmann (1860 – 1940), Dr. Anschütz angeregt, einen Vermessungskreisel zu bauen, mit dem sich eine Richtung mit einer Genauigkeit von 1´ erreichen lassen sollte. Im gleichen Jahr konnte ein Vermessungskreisel entworfen und mit den Vorarbeiten für die geplante Patentanmeldung begonnen werden, sodass 1914 als das Geburtsjahr des Vermessungskreisels angesehen werden kann. Wegen des 1. Weltkriegs konnte das Patent erst 1921 veröffentlicht werden, in welchem Jahr auch Labormessungen erfolgreich abgeschlossen werden konnten (*Abb. 8*). Die erzielte Genauigkeit lag bei 20˝.

Nach ersten Versuchsmessungen unter Tage mit dem Vermessungskreisel Nr. 1 (350 kg) bestellten die Westfälische Berggewerkschaftskasse (WBK) und die Rheinischen Stahlwerke Essen je ein Instrument. In den folgenden Jahren wurde in Kooperation mit der Firma Breithaupt versucht, ein verbessertes Gerät zu entwickeln, den Vermessungskreisel Nr. 2. Da auch mit diesem Instrument die angestrebte Genauigkeit von 1´ nicht erreicht werden konnte, stellte die Firma Anschütz & Co 1929 die Arbeiten zum Vermessungskreisel ein. Nach dem 2. Weltkrieg wurden unter Prof. Rellensmann (1895 – 1970) vom Institut für Markscheidewesen der Bergakademie Clausthal die Entwicklungsarbeiten wieder aufgenommen und in Zusammenarbeit mit Prof. Lehmann, Firma Ruhrfeinmechanik in Essen, wurde ein Instrument, der Meridianweiser MW1, gebaut, der zum MW2 weiterentwickelt wurde.

6.2 Die Entwicklungen in Deutschland ab ca. 1950

6.2.1 Entwicklungen bei der WBK und am Institut für Markscheidewesen in Clausthal

Nach Auflösung der Ruhrfeinmechanik wurde bei der WBK 1953 die Kreiselmessstelle eingerichtet, die nicht nur Kreiselmessungen als Dienstleistung anbot, sondern auch die Weiterentwicklung der Meridianweiser in Kooperation mit dem Institut für Markscheidewesen der Bergakademie Clausthal bis 1968 betrieb. 1955 konnte der MW3, der über einen optischen Abgriff der Kreiselschwingung mithilfe der Autokollimation und über eine feste mechanische Verbindung mit dem Theodolit verfügte, vorgestellt werden. Dieses Gerät erreichte bereits eine Messgenauigkeit von 35˝. Mit dem MW4 konnte das Gewicht der Messausrüstung erheblich reduziert werden, weil anstelle der elektromagnetischen Zentrierung der Hohlkugel mit Kreisel eine Bandaufhängung des Kreiselschwimmers

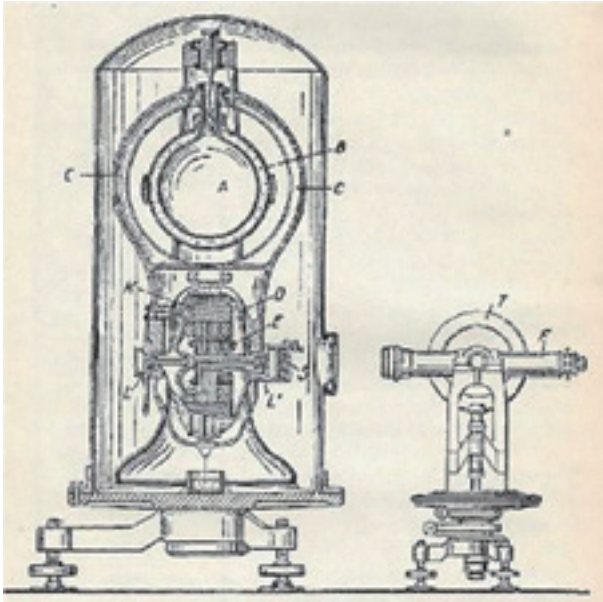


Abb. 8 | Vermessungskreisel nach M. Schuler, 1921 aus /Gelfert 1927/

Abb. 9 | Gyromat 2000 mit elektr. Theodolit Wild T 1600, aus dem Originalprospekt der DMT

gewählt wurde. Mit der Verwendung eines Kleinkreisels vom Bodenseewerk in Überlingen erfolgte 1963 der Übergang zu dem wesentlich kleineren und leichteren MW10.

In Clausthal wurde mit bandgehängten Kleinkreiseln ohne Flüssigkeitsentlastung experimentiert – eine Entwicklung, die 1960 u. a. zum Aufsatzkreisel TK1 führte, der später von der Firma Fennel in Serie gefertigt wurde. Dieses Messprinzip wurde bei der WBK 1971 auch im MW50 benutzt, das ein verändertes Messverfahren wegen des Torsionsmoments des Tragebands erforderte: entweder eine gute Vororientierung des Kreiselinstruments oder (und) die Anwendung der Nachführmethode. Schließlich wurde beim MW50a ein völlig neuer Weg – das Verfahren der stehenden Anzeige im Meridian – beschritten, mit dem sich ohne Auswertung bei relativ kurzer Beobachtungszeit die Nordrichtung bestimmen ließ. Weitere konstruktive Verbesserungen führten zum MW77, mit dem in nur 6 Minuten eine Nordungsgenauigkeit von 2 mgon erreicht werden konnte.

Dieses Messverfahren und die Fortschritte in der Elektronik wurden dann zur Automatisierung des Messprozesses genutzt. So konnte 1978 zunächst eine teilautomatisierte Version vorgestellt werden, die ab jetzt Gyromat genannt wird. Das Messverfahren musste geringfügig geändert werden, weil die „stehende Anzeige" nicht ganz erreicht wird. Die verbleibende geringe Schwingung wird photoelektrisch erfasst und die Nordrichtung unter Berücksichtigung von Korrektionen mithilfe eines Mikroprozessors berechnet. In Kombination mit einem elektronischen Theodolit konnte 1991 die vollautomatische Version als Gyromat 2000 (*Abb. 9*) vorgestellt werden, bei der der gesamte Messprozess von der Vororientierung bis zur Anzeige des Azimuts automatisiert ist. Lediglich das Ziel muss noch manuell eingestellt werden. Mit einer Genauigkeit von 1 mgon und einer Messzeit von 9 Minuten war mit diesem Instrument ein Meilenstein bei nordsuchenden Kreiseln erreicht worden.

6.2.2 Entwicklungen bei den Firmen Otto Fennel und Bodenseewerk Gerätetechnik

In der seit 1955 existierenden Zusammenarbeit zwischen der Firma Otto Fennel und Prof. Rellensmann in Clausthal wurde die Verwendung von Kleinkreiseln mit reiner Bandhängung der Firma Lear Siegler bevorzugt. Auf dieser Basis entstanden der Kreiseltheodolit KT1 und 1964 in einer verbesserten Version der KT3. Als erster Hersteller brachte die Firma Fennel 1960 einen Aufsatzkreisel auf den Markt und die 1964 weiterentwickelte Version des KT3, den KT4, mit einer Messunsicherheit von 30″. Wie bereits im Abschnitt 3.2 ausgeführt, erfolgte 1971 der Zusammenschluss der Firmen Fennel und Steinheil Lear Siegler mit Sitz in Ismaning. Als letzte Entwicklung vor Einstellung der Produktion wurde hier 1975 der Kreiseltheodolit FMK 5 vorgestellt, der bei einer relativ kurzen Messzeit von 20 Minuten eine Messunsicherheit von 17″ erreichte.

Bei den bisher erwähnten Institutionen stand für deren Entwicklungen die zivile Anwendung im Vordergrund, während beim Bodenseewerk Gerätetechnik (BGT) die militärischen Vorgaben maßgeblich zu beachten waren. Die höchste Genauigkeit war zweitrangig; erste Priorität hatten eine kurze Beobachtungszeit und eine einfache Handhabung. Dies führte zu anderen konstruktiven Lösungen wie beim 1973 vorgestellten Meridiankreisel MK10, bei dem die Kreiselschwingung durch Fesselung unterdrückt wurde. Die Fesselung erfolgte über einen Drehmomentgeber, dessen Steuerungsstrom in einem Regelkreis so vorliegt, dass das durch die Kreiselkräfte und Bandtorsion erzeugte Drehmoment durch ein Gegendrehmoment kompensiert wird. Die durch den Drehmomentgeber benötigte Stromstärke ist ein Maß für die gesuchte Nordablage des Kreiselrotors. Diesem Strom entsprechend wird gleichzeitig ein Nachführmotor gesteuert, der einen kleinen Spiegel so ausrichtet, dass seine Normale nach Norden zeigt (Genauigkeit 1′, Messzeit 90 s, Gewicht 21 kg). In den folgenden Jahren entstand bei BGT eine „Meridiankreiselfamilie" unterschiedlicher Genauigkeiten und Anwendungsgebiete, die vorrangig militärisch eingesetzt wurde. Hervorzuheben ist die vollautomatische Version MK 12-4 von 1981, die in Kooperation mit dem Geodätischen Labor der UniBw München zu dem Präzisions-Vermessungskreisel MK 15 weiterentwickelt wurde. Die Genauigkeitssteigerung konnte im Wesentlichen dadurch erreicht werden, dass sich die analoge Nachführung des Spiegels durch eine digitale Signalverarbeitung ersetzen ließ. Das Gerät wurde 1987 als Prototyp fertiggestellt und wies eine Messunsicherheit von 1,5 mgon bei einer Messzeit von 15 Minuten (sechs Einzelmessungen) auf. Wegen der Übernahme der Firma BGT durch die Diehl-Gruppe 1989 kam es nicht zu einer Serienfertigung.

6.3 Entwicklungen im Ausland

In der Schweiz wurden die Geräteentwicklungen im Wesentlichen durch die Firma Wild in Heerbrugg geprägt, die keine Neuentwicklungen vornahm, sondern bestehende Kreiselsysteme adaptierte. Gleichwohl ist es erwähnenswert, welche Instrumententypen entwickelt wurden, da Wild, später Leica Geosystems, international den Markt der Vermessungsinstrumente wesentlich mitbestimmt. Weite Verbreitung erlangte der Wild GAK 1, ein Aufsatzkreisel nach dem Prinzip Rellensmann, der 1964 vorgestellt wurde und bei einer Beobachtungszeit von 20 Minuten und einem Gewicht von 1,8 kg eine Genauigkeit von 30″ erreichte. Für militärische Applikationen entwickelte Wild den ARK 1, ein ähnlicher Kreiseltheodolit wie der Fennel KT3, und 1979 in Kombination mit dem Kleintheodolit Wild G2K das automatische Kreiselsystem GGI. Nach verschiedenen Umstrukturierungen hat die Firma Leica alle Aktivitäten auf diesem Gebiet eingestellt.

In Ungarn war es vor allem die Firma MOM (Magyar Optikai Müvek) in Budapest, die eine umfangreiche Entwicklung und Produktion von Vermessungskreiseln realisiert hatte, die sowohl für zivile als auch für militärische Verwendungen konzipiert waren. Vorrangig wurden klassische bandgehängte Systeme wie in Clausthal verwendet. Der Kreiseltheodolit Gi-1B, dessen Konstruktion sich durch eine enge Integration von Theodolit und Kreiselmesssystem auszeichnete, erlangte 1961 große Beachtung. In ca. 30 Minuten konnte eine Genauigkeit von 8″ erreicht werden. Die weitere Entwicklung diente der automatisierten Bestimmung der Schwingungsmittellage durch die Verwendung von Photodioden. 1978 wurde ein Präzisions-Kreisel mit automatischer Nachführung vorgestellt, der Gi-B23, der bei einer Beobachtungszeit von 45 Minuten eine Genauigkeit von 5″ erzielte. Neben diesen Kreisetheodoliten hat MOM auch eine Serie

von Aufsatzkreiseln entwickelt, die mit einer Genauigkeit von 20″ spezifiziert waren. Vom politischen Zusammenbruch des Ostens 1989 blieb auch MOM nicht verschont. Entwicklung und Fertigung von Vermessungsinstrumenten wurden 1990 eingestellt.

In Japan hat im Wesentlichen Sokkia die Entwicklung von Vermessungskreiseln vorangebracht, zunächst in Kooperation mit der DMT in Bochum. So wurde der Gyromat mit entsprechenden Theodoliten kombiniert, wie z. B. mit der Totalstation SET3BII. Zwischen Theodolit und Kreisel wurde keine feste Verbindung hergestellt, vielmehr wurde auf optischem Weg durch Autokollimation eine Verbindung erreicht – eine Lösung, die bezüglich der Kalibrierwertstabilität und beim Transport Vorteile bietet. Die Spezifikationen entsprechen in etwa denen des Gyromat 2000. Heute bietet Sokkia einen automatisierten Aufsatzkreisel an, der mit dem Tachymeter SX-101P die „Automated Gyro Station GYRO X II“ bildet und bei 19 Minuten Beobachtungszeit eine Standardabweichung von 15″ erreicht.

In China sind in letzter Zeit zwei Entwicklungen, die beide äußerlich dem Gyromat ähnlich sind, bemerkenswert. Die eine wird von der Beijing Bofei Instrument Co, dem führenden chinesischen Hersteller geodätischer Instrumente, angeboten und mit „Automated Gyroscope Total Station GTS-1“ bezeichnet. Dieses Instrument wird bei unterschiedlichen Beobachtungszeiten für verschiedene Genauigkeiten spezifiziert. Die andere Entwicklung erfolgte durch das Beijing Institute of Space Technology, CASC. Die Serie BTJ ist ebenfalls voll automatisiert und bietet in Abhängigkeit von der Genauigkeitsklasse unterschiedliche Instrumente an. Das genaueste Instrument ist die Gyro-Station BTJ-5, die in 12 Minuten eine Azimutgenauigkeit von 5″ erreicht.

Es würde in dieser zusammenfassenden Darstellung den räumlichen Rahmen sprengen, wenn auch die von Prof. Heister erläuterten Entwicklungen in Russland, den USA und England hier vorgestellt würden, weil diesen Vermessungskreiseln überwiegend nur eine militärische Bedeutung zukam, wenn von den Instrumenten des Leningrader Instituts für Feinmechanik und Optik abgesehen wird.

Abschließend führte Prof. Heister aus, dass heute nur noch wenige Hersteller Vermessungskreisel entwickeln und produzieren, weil die unabhängige Orientierungsbestimmung durch nordsuchende Kreisel wegen der allseitigen Verfügbarkeit von GNSS an Bedeutung, insbesondere beim Militär, verloren hat. Trotzdem kann auf dieses Messverfahren im Bergbau und bei langen Tunnelbauten nicht verzichtet werden.

7 RESUMÉ

In diesen fünf Vorträgen ließ sich verfolgen, wie in ähnlicher Weise historische Fortschritte durch Erfinderpersönlichkeiten – gepaart mit Unternehmungsgeist – gefördert wurden. In einander befruchtenden Kooperationen sind durch Instrumentenbauer, die einst Instrumente wie Kunstwerke schufen, die heutigen hoch entwickelten Instrumente und Geräte höchster Genauigkeit und technischer Perfektion entstanden.

LITERATUR

Bauernfeind, C. M. (1876): Elemente der Vermessungskunde. Verlag der J. G. Cottaschen Buchhandlung, Stuttgart, S. 393, Fig. 293.

Donath, B. (2009): Entwicklung geodätischer Instrumente in Jena – ein historischer Exkurs. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 116(2009)3, 89 – 105.

Fennel, O. Söhne Kassel (1927): Katalog geodätischer Instrumente, Kassel, S. 27.

Gelfert, J. (1927): Der Kreisel und seine Anwendungen. Mathematisch-Naturwissenschaftlich-Technische Bücherei, Bd. 15, Otto Salle, Berlin.

Haas, F. (2012): Kern Geschichten. Hrsg. von K. H. Aeschlimann. SIGImedia AG, Scherz.

Mark, R.-P. (2009): Von Zeiss zu Trimble – 100 Jahre Entwicklung und Bau geodätischer Instrumente in Jena. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 116(2009)3, 83 – 88.

v. Mackensen, L. (2012): Genauer als haargenau – 250 Jahre Präzisionsmessinstrumente von F. W. Breithaupt & Sohn in Kassel. Kassel, S. 25.

Repsold, J. A. (1908): Zur Geschichte der astronomischen Meßwerkzeuge von Purbach bis Reichenbach 1450 – 1830. Verlag Wilhelm Engelmann, Leipzig, S. 99, Fig. 138.

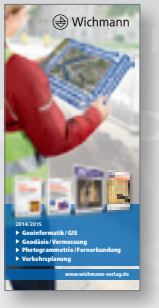
Schlemmer, H. (2013): Acht Generationen im Dienste einer Firma – 250 Jahre Präzisionsinstrumente von F. W. Breithaupt & Sohn in Kassel. In: allgemeine vermessungs-nachrichten (avn) 120(2013)8-9, 307 – 317.

Die Vorträge dieses Symposiums werden in der Schriftenreihe des Förderkreises Vermessungstechnisches Museum als Bd. 41 veröffentlicht.

Prof. Dr.-Ing. em. Bertold Witte

UNIVERSITÄT BONN
PROFESSUR FÜR GEODÄSIE

Nußallee 17 | 53115 Bonn
bertold.witte@uni-bonn.de



Neue Fachmedien für:

- Geoinformatik/GIS
- Geodäsie/Vermessung
- Photogrammetrie/Fernerkundung
- Verkehrsplanung

Wichmann

Werb-Nr. 140954

Jetzt Prospekt ansehen: www.vde-verlag.de/geomedien