

Referat
Identifizierung von historischen Theodoliten
von Dipl. Ing. Horst Völker

Guten Morgen meine Damen und Herren,

Ich möchte mich zunächst einmal bei meinem alten Studienkollegen Herrn Lagoda dafür bedanken, dass er mir die Gelegenheit gibt, hier über die Identifizierung von historischen Theodoliten zu berichten.

Zu diesem Thema habe ich bereits Ende 1981 meine Diplomarbeit hier im Fachbereich 11 abgefasst.

Der Titel lautete :

Erstellung eines Merkmalkataloges zur Identifizierung von historischen Theodoliten nach Alter und Herstellung

Wie kam es überhaupt dazu ein solches Thema für eine Diplomarbeit zu vergeben?

Im Allgemeinen befassen sich ja die Absolventen bzw. Diplomkandidaten eher mit Herablegungen, Feinnivellements oder ähnlichen vermessungstechnischen Problemen.

Nun, ich habe schon immer ein großes Interesse an archeologischen, geschichtlichen oder wissenschaftlichen Themen gehabt.

Mit dem damaligen Leiter des Instrumentenlabors, Herrn Prof. Dr. Kapelle, führte ich so manches Gespräch über historische Begebenheiten und interessierte mich auch für die damals vorhandene Sammlung historischer Vermessungsgeräte.

Als ich dann nach einem Thema für meine Diplomarbeit suchte, machte mir Herr Kapelle zunächst den Vorschlag eine Arbeit über die Geschichte des Vermessungswesens zu schreiben. Schnell war aber klar, dass das eher ein Thema für eine Doktorarbeit war.

*Herr Professor Kapelle sammelte seinerzeit alle Informationen, die er zu historischen Instrumenten des Vermessungswesens bekommen konnte. Das waren z.B. Fotokopien aus der Fachliteratur oder auch nur Texthinweise oder Abbildungen. Daher machte er mir dann den Vorschlag, über das Thema zu schreiben, was Sie heute auch **interessiert**.*

Ich habe nicht lange gezögert und angenommen!

Wann bekommt man schon die Gelegenheit eine Abschlussarbeit zu schreiben, deren Thema doch eher selten ist? Mich persönlich hat das Interesse an diesen Dingen seither nicht mehr losgelassen.

Nachdem Sie nun die Entstehungsgeschichte der Arbeit kennen gelernt haben, komme ich jetzt zur Geschichte des Theodolitenbaus ab ca. 1740 bis 1930, ausgehend vom ersten Theodoliten (dessen Aufbauprinzip noch heute gilt) dem Theodolit von SISSON.

Bis zum ersten modernen Theodoliten von WILD (1922) : der TH1 in seiner seitdem üblichen kompakten Bauweise.

Weiter in die nähere Vergangenheit sollte sich das Thema nicht ausdehnen

Datenerhebung :

Für die neu zu gestaltende Kartei historischer Theodolite und zur allgemeinen Datenerfassung, wurden Erfassungsformularentwürfe hergestellt, die mit Hilfe von Abkürzungen Informationen zu den wesentlichen Bauteilen übersichtlich darstellten.

Hinweis : In der Seminarmappe habe ich dies noch etwas näher beschrieben

Oben angefangen

das Fernrohr mit seiner -Konstruktion

-Lagerung

-Fadenkreuz

-Material-

dann die Kreise

Achssystem

Material-

Klemmen

Teilungsart

Mikrometerausführung

Libellen

Feintriebe

Abdeckungen

ein weiteres wichtiges Merkmal ist die Gestellausführung

Wie ist es gefertigt ? gegossen, gefeilt,gefräst?

Welches Material wurde verwendet? MessingGrauguss,
Stahlguss

Die Farbgebung war auch in früheren Zeiten ein wesentliches

Erkennungsmerkmal der Hersteller. Auch das Gesamtbild eines Theodoliten kann einen Hinweis auf den Hersteller geben. So hatten z.B. Instrumente von ROSENBERG in Berlin auch ästhetischen Charakter.

Wenn ich hier über die Entwicklungsgeschichte des Theodoliten sprechen will, komme ich nicht daran vorbei, auch etwas über die Entstehung des Begriffs Theodolit zu sagen. Auch nicht an einem kurzem Abriss der wichtigsten deutschen mechanischen Werkstätten und ihre herausragende Bedeutung für den geodätischen Instrumentenbau.

Über die Herleitung des Wortes Theodolit gibt es eine interessante Abhandlung von Professor Doktor Didolff, der im Jahr 1904 im Maiheft der Preußischen Jahrbücher erschien.

Didolff leitet den Wortbegriff aus dem Griechischen her und zwar zusammengesetzt aus den drei Begriffen:

1. Thea (schauen) 2. Hodo (Weg/Bahn) 1. Lith (Stein/Fels)
also Theahodolith

Daraus kann man die deutschen Begriffe wie zum Beispiel Wegsteinschauer oder Richtpunktmessser herleiten, welche auch recht treffend sind.

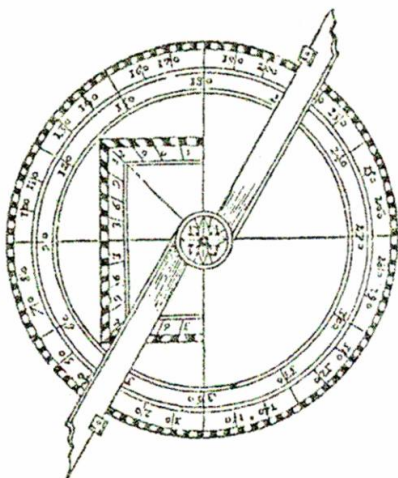
So wurde das alte Wort Theahodolith im Laufe der Jahrhunderte in Aussprache und Schrift auf das heutige Wort Theodolith gebracht. Es gab noch einige andere Versuche der Herleitung. Nachdem man jedoch in der ägyptischen Wüste tatsächlich solche Wegsteine mit Strichmarken versehen, gefunden hatte, erscheint die Herleitung Didolffs plausibel.

Der Vorläufer des Theodoliten

Das Astrolabium kann als die grundlegende Erfindung für den späteren Theodolithen gelten. Es wurde von Meister Johan Müller aus Königsberg in Franken (1436 - 1476) erfunden. Das Gerüst bilden eine horizontal und eine vertikal geteilte Kreisscheibe auf einem Gestell mit Fernrohr und Fadenkreuz. Es war Digges der als erster ein Gerät zur Winkelmessung vorstellte, das den Namen „Theodolithus“ trägt. Er ist in seiner Beschreibung des Instrumentes jedenfalls bemüht, dieses als „Instrument collet Theodolitus“ einzuführen.

BILD 1 Theodolit von Digges

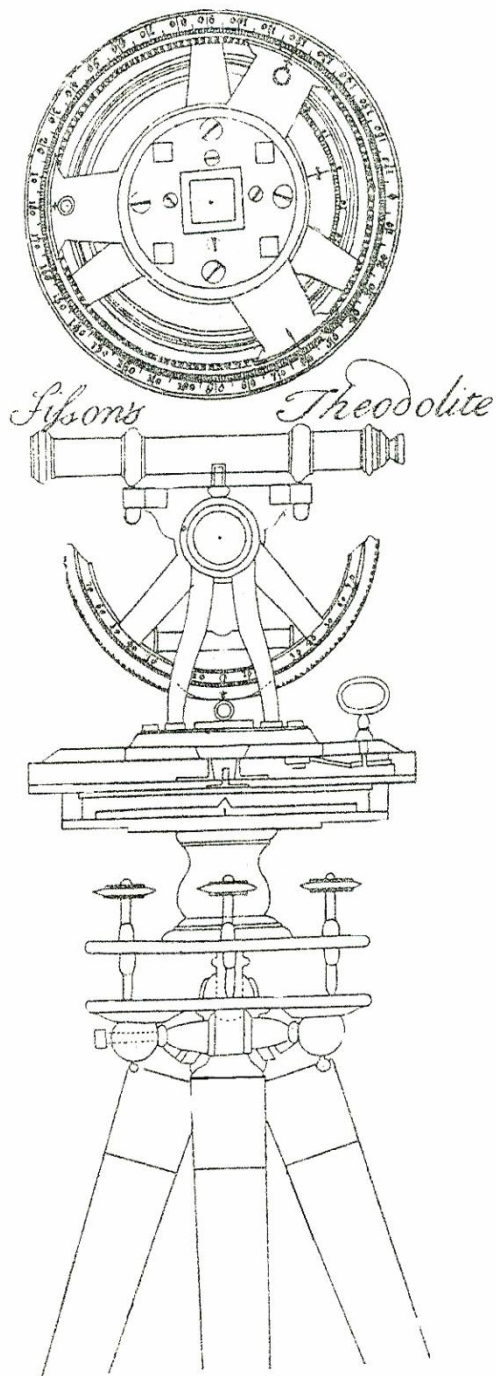
Theodolitus von Digges



Eine genaue Beschreibung dieses Instruments gibt z.B. Max Engelsberger 1959 in seiner Dissertation bei der bayrischen Akademie der Wissenschaften.

Der Mann, der unserem Instrument in allen wesentlichen Teilen, abgesehen von der Repetitionsvorrichtung, seine heutige Form gab, ist der englische Mechaniker John oder Jonathan Sisson (etwa 1690-1760).

Bild 2 Sissons Theodolit



Nicht vor dem ersten Drittel des 18. Jahrhunderts ist diese Form gefunden worden. Z.B. berichtet noch 1726 das „Mathematical Dictionary“ von Stone, dass der Theodolit „sometimes“ mit einem Teleskop ausgerüstet werde. Eine Beschreibung des Gerätes befindet sich in einem Buch von Colin Mac Laurin, das 1751 in Edinburgh erschien. Laurin bildete das Gerät auch ab und erwähnte, dass die englischen Surveyors besonders den Theodoliten verwenden. Bis dahin war Sisson's Theodolit außerhalb Englands unbekannt!

Die Abbildung zeigt einen auch noch um 1900 modern anmutenden Theodoliten.

Der Horizontalkreis wird mit Hilfe von drei, gleichmäßig verteilten Indices abgelesen. (Beachten Sie diese Zahl der Ablesevorrichtungen, ZEIGEN die später auch bei RAMSDEN und auch in Amerika wieder vorkommen)

Man konnte auf 0,01 ° ablesen.

Am Gerät ist ein Höhenbogen vorhanden.- etwa 60 ° nach jeder Seite (also ein Universal im Sinne von Digges).

Verstellschrauben zur Horizontalstellung.

An der Alidade ist eine Libelle befestigt.

Trotz seiner Vorteile wurde der Theodolit nicht für Messungen erster Ordnung verwendet. Allerdings ersetzte er immer mehr die weit verbreiteten Scheibeninstrumente.

Lassen Sie mich jetzt ein paar Worte zu den wichtigsten mechanischen Werstätten Deutschlands und ihre Bedeutung für den geodätischen Instrumentenbau sagen.

Im einzelnen fanden sich folgende wichtigste Hersteller im Deutschen Raum:

BILD 3 Hersteller Geodätischer Instrumente

Hersteller geodätischer Instrumente

BAMBERG/ASKANIA /WANSCHAF	BERLIN	1871/1921
BREITHAUPT	KASSEL	1762->
BRANDER/ HOESCHEL(Ab1774)	AUGSBURG	1734-1783 /1820
DENNERT & PAPE	HAMBURG/ALTONA	1862-1909
REICHENBACH/ERTEL	MÜNCHEN	-1820
FENNEL	KASSEL	1851->1932
FREERK	HANNOVER	>1860>1885
HYDE	DRESDEN	>1876
HILDEBRAND	FREIBERG	>1869>1939
CARL ZEISS	JENA	1892-heute
KERN	AARAU	>1800-heute
KRAUSE	LEIPZIG	
MAES	DORTMUND	
MEIERSTEIN	GÖTTINGEN	>1885
POLYTECHNISCHES INSTITUT WIEN	WIEN	1818-1866 staatlich
REISS	LIEBENWERDA	
REBSOLD	HAMBURG	>1829
ROSENBERG	BERLIN	>1912
ROST	WIEN	
SICKLER	KALSRUHE	
TESDORPF/SARTORIUS	GÖTTINGEN	1894->1924
STARKER&KAMMERER	WIEN	1922
SPENGLER	BERLIN	
WILD	HERBURUGG (SCHWEIZ)	1921>
WOLZ	BONN	>1884>1914
UTZSCHNEIDER/LIEBHERR		<1829
HAHN	KASSEL	1878
MECHAN. INSTITUT CONRADI	KEMPEN	1879

Mechaniker, die sich mit dem Bau geodätischer Instrumente befassten, gab es in Deutschland eigentlich nicht viel später als in England. Doch hatten sie bis vor 275 Jahren kaum mehr als nur regionale Bedeutung.

Der Erste, dessen Leistungen einen über die Grenzen seiner Heimat hinausgehenden Ruf erlangte, war B r a n d n e r in Augsburg (1734-1783). BRANDER erfand die Glasmikrometer für Fernrohre und Teilungen, die ihn weltberühmt machten. Die Teilungen wurden auf Glas mit Diamant geritzt und mit Gold eingelassen. BRANDER konnte Glasgitter mit einem Teilungsabstand von nur 0,024 mm herstellen.

Vor der Gründung der Werkstätte von Brander wurden die englischen Theodolite ausschließlich auf den Kontinent exportiert.

Ihm folgte die im Jahre 1762 gegründete mechanische Werkstatt von B r e i t h a u p t in Kassel, deren Erzeugnisse von den Fachleuten sehr bald geschätzt wurden, obwohl sie im ersten Jahrhundert ihres Bestehens außerhalb Hessens und seiner näheren Umgebung nur wenig Eingang fanden.

In erfolgreiche Konkurrenz mit dem Ausland ist die deutsche Mechanik nicht vor Anfang des Neunzehnten Jahrhunderts getreten.

Wohl als erstem gelang es R e p s o l d in Hamburg sowie R e i c h e n b a c h und F r a u e n h o f e r in München, sich gegen die bis dahin dominierenden englischen Hersteller geodätischer Instrumente durchzusetzen. Dies geschah auf Grund ihrer hervorragenden Kenntnisse sowohl in der Mechanik als auch in der Mathematik.

Als REICHENBACH im Alter von 30 Jahren seine mechanische Werkstatt gründet, beginnt er als erstes eine große Kreisteilmaschine zu bauen. Nach einem von ihm selbst konstruiertem Teilungsprinzip.

-Ich komme später noch einmal darauf zurück-

In REICHENBACHS Werkstatt begann auch ein anderer, später weltbekannter Mathematiker und Physiker seine Karriere. Das war JOSEF FRAUENHOFER im Jahr 1809. Schon 1811 wurden achromatische Linsen für Mikroskope von ihm gefertigt. FRAUENHOFERS Beiträge für den optischen Teil des Instrumentenbaus waren wegweisend. Er verstarb im Alter von nur 39 Jahren - wenige Tage nach Reichenbach.

In Hamburg gründete JOHAN GEORG REPSOLT noch vor der Jahrhundertwende (1800) seine Werkstatt. Die bekannteste Neuerung war das nach ihm benannte Achssystem, das für seine UNIVERSAL-Instrumente typisch war.

Es unterscheidet sich vollkommen von denen Reichenbachs. Dieses System wurde dann auch später von BAMBERG und PISTOR&MARTINS übernommen.

Im Jahre 1762 gründete JOHAN CHRISTIAN BREITHAUPT seine „Fabrik Geodätischer Instrumente“. Der Name Breithaupt ist im geodätischen Instrumentenbau bis heute ein Begriff. Zunächst wurden nur Astronomische Geräte gefertigt. Ab ca. 1800 wurden unter der Leitung der Söhne „Friderich - Wilhelm“ und „Heinrich-Karl-Willhelm“ auch Theodolite hergestellt.

- Sie führten 1832 den ersten Grubentheodolit ein*
- brachten die erste geneigte Kreisteilung heraus, die das Ablesen doch wesentlich erleichterte.*
- fertigten die Alhidade als überdeckende Scheibe über dem Limbus mit Glasfenster, was vollkommenen Schutz vor Staub oder mechanische Beschädigung bot. Diese Neuerung wurde alsbald überall nachgeahmt.*
- die Differentialschraube als Feinstellschraube geht im Jahre 1826 auch auf die Breithauptschen Entwicklungen zurück.*
- Der 1000 te Theodolit wurde im Jahr 1872, der 2000 te im Jahr 1890 hergestellt.*

Auch die weiteren Nachfolger waren ständig mit der Weiterentwicklung des Instrumentenbaues beschäftigt.

Drei weitere später bekannte Instrumentenbauer lernten schon bei Breithaupt ihr Handwerk.

So 1841 OTTO FENELL 1848 UDO WINKEL und 1855 JOHAN CHRISTIAN DENNERT

Um historische Theodolite nach Alter und Hersteller einigermaßen richtig einzuordnen, bedarf es einer großen Zahl von zusammengetragenen Informationen, nicht nur von den Herstellern, sondern insbesondere zu den Bauteilen wie ich sie vorhin schon kurz umrissen habe.

Ich kann hier nur versuchen, die gesamte Bandbreite des Themas deutlich zu machen.

Fangen wir einmal oben an.

Da ist das Fernrohr als erster wichtiger Bestandteil des Theodoliten.

Das Messfernrohr hat sich aus dem ersten einfachen Fernrohr von KEPLER aus dem Jahr 1611 entwickelt. Ein englischer Rechtsanwalt, sein Name war CESTER MOOR HALL -(der wohl wenig Klienten hatte und nach ihnen Ausschau halten wollte-) erfand das erste achromatische Fernrohr. Er schaffte es, die störenden Farbeffekte zu beseitigen. Eingeführt in die Geodäsie hat sie (die achromatischen Fernrohre) dann aber erst 1758 JON DOLLOND.

Zum Fernrohr gehört das Okular.

Die Wichtigste Okulararten historischer Instrumente sind :

das HUYGENISCHE OKULAR

das RAMSDENSCHES OKULAR /auch positives Okular nach seiner Bauweise genannt

das ORTOSKOPISCHE OKULAR / perspektivisch richtige Bilder Ab 1849
von KellerEs stellte eine wesentliche Verbesserung zum Ramsdenschen Okular dar.

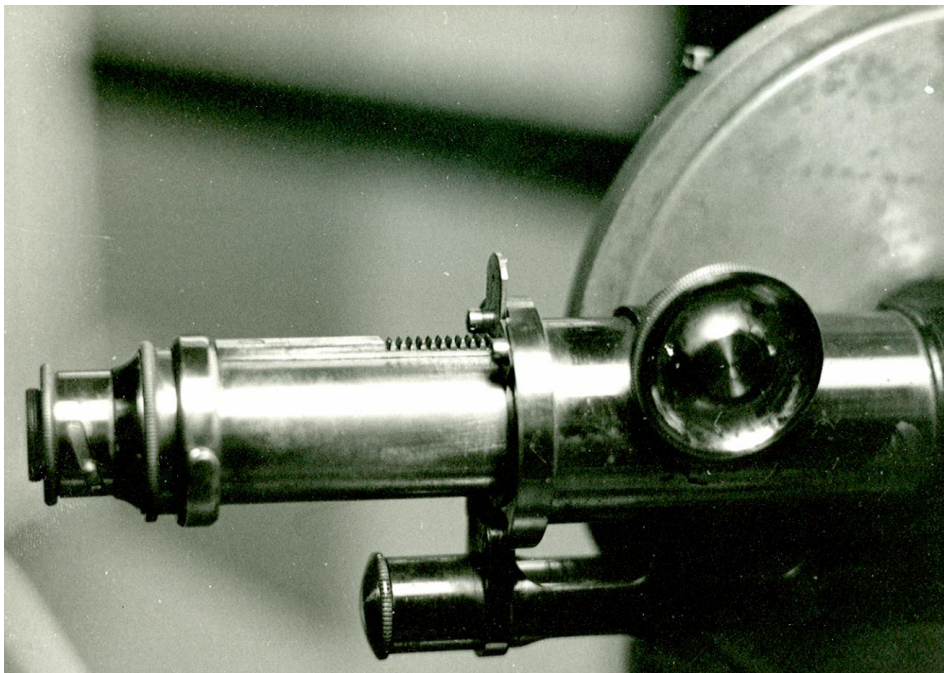
das EUROSKOPISCHE OKULAR

das TERRESTRISCHE OKULAR

Die Fernrohrkonstruktion als Erkennungsmerkmal

Besitzt das Gerät einen Okularauszug oder einen Objektivauszug (der aber nur selten bei geodätischen Geräten vorkommt)?

Bild 4 zeigt einen Okularauszug von 1915 an einem Gerät von Hildebrand mit Zahnstange



Gibt es eine Innenfokussierung, wie sie 1909 von H. WILD konstruiert wurde (was ab diesem Zeitpunkt nur noch gebaut wurde)?

Zur Ehrenrettung von BRANDER muss gesagt werden, dass auch er schon 1778, allerdings für andere Zwecke, Fernrohrkonstruktionen mit innenliegender Fokussierung baute.

Weiter: Gibt es am zu untersuchenden Gerät ein gebrochenes Fernrohr, in dem ein Umlenkprisma in der Umdrehungsachse angebracht ist?

Oder etwa ein analaktisches Fernrohr das es etwa ab 1852 gab?

Ein ausziehbares?

Wie ist das Fernrohr gelagert?

Zentrisch, exzentrisch oder sogar umlegbar zum Eliminieren des Kippachsfehlers?

Oder vielleicht doch durchschlagbar gefertigt?

Zur Fernrohrlänge kann man sagen, dass sie im Laufe der Entwicklung in der Optik immer kürzer werden und kleinere Dimensionen aufweisen. Sie eignet sich **nicht** so gut als Identifizierungshilfe, da Längenangaben früher zumeist in Zoll zu finden waren und darüber hinaus in jedem Deutschen Kleinstaat auch noch anders definiert sind.

Für eine systematische Erfassung ist auch die Messung der Objektivbrennweite und Durchmesser wichtig, da sie sich zueinander in ein Verhältnis setzen lassen, und die Objektive dadurch gekennzeichnet sind.

Für die Leistungsfähigkeit von Fernrohren ist, neben der Helligkeit und dem Auflösungsvermögen, besonders die Vergrößerung wichtig. Bei geodätischen Instrumenten werden Vergrößerungen 12-45 fach verwendet.

Aber was nützt uns Geodäten ein noch so schönes Fernrohr ohne Fadenkreuz? Denn damit können wir zwar schön vom Felde aus der Bäuerin durchs Fenster in die Küche schauen - aber nicht messen.

Bereits 1630 kam ein gewisser WILLIAM GASCONIE auf den Gedanken ein **Fadenkreuz** als Zieleinrichtung zu benutzen.

PICARD erfand später 1670 das Fadenkreuz noch einmal. Als Fadenmaterial benutzte man seinerzeit wahrscheinlich Haare und auch Fäden aus Pflanzenfasern. Es dauerte bis 1775 bis FONTANA den Einsatz von Spinnfäden vorschlug, die nur 0,003 mm breit waren.

1783 ist es wieder einmal BRANDER der -seinerzeit als einziger- Strichkreuze auf Glas benutzt.

Auch BREITHAUPT in Kassel hatte von 1870 an solche Glaskreuze im Fernrohren verwendet. Die Firma DENNERT&PAPE führte 1906 die elektrische Fadenbeleuchtung ein.

Seit 1810 findet man in den Fernrohren der Theodolite auch "Reichenbachs Distanzmessende Fäden" sehr häufig.

Ach ja! Da ist noch das **Fernrohrmaterial**.

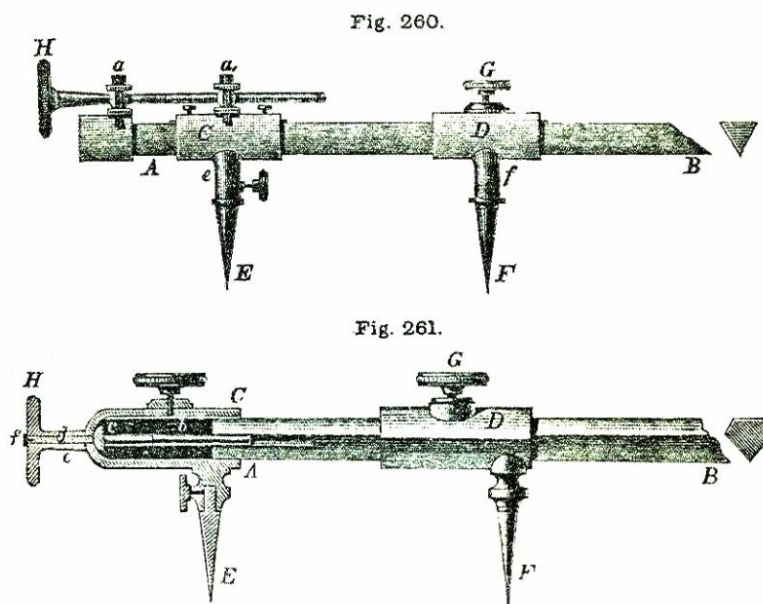
Der beliebteste Werkstoff für das Fernrohr war Messing. Daneben wurden aber auch Bronze, Rotguss oder auch Stahl und Leichtmetall verwendet.

Noch im Jahr 1906 fertigt BAMBERG noch alle Instrumente aus heller Messingbronze.

Kommen wir nun zu den Kreisen und Kreisteilungen der Theodolite.
Sowie ihre Herstellung als Identifizierungshilfe.

Ohne einen einwandfreie geteilten Kreis keine einwandfreien Winkelmessungen. Schon im Mittelalter benutzte man Stangenzirkel um Teilkreise herzustellen.

Bild 4 zeigt das Prinzip eines Stangenzirkels



Auch hier waren zunächst die englischen Hersteller führend. Und auch der Augsburger Mechaniker BRANDER benutzte englische Verfahren zu ihrer Herstellung. In Frankreich dachte wohl als erster der HERZOG von CHOLNES daran, einmal eine gute Originalkreisteilung herzustellen und diese dann mit Hilfe geeigneter Vorrichtungen auf andere Kreise zu übertragen. - Mit anderen Worten: eine Kreisteilmaschine zu bauen- das war um 1768.

Unabhängig davon baute RAMSDEN 1770 eine erste Teilungsmaschine für die er sogar einen Preis bekam : es waren 600 Guineen.

In Deutschland baute REICHENBACH 1803 eine Kreisteilmaschine, die auf dem Prinzip von CHOLNES beruhte und deren kleinste Einteilung $1/3000$ tel Zoll betrug. Aber damit gab sich Reichenbach nicht zufrieden, sondern tüftelte weiter bis 1821 daran. Die wahrscheinliche Abweichung bei 7200 Strichen betrug: $\pm 0,3251$ Sekunden.

Auch Breithaupt begann in dieser Zeit mit dem Bau einer Kreisteilmaschine. Die Firma HYDE in Dresden begann um die vorletzte Jahrhundertwende (also um 1890 bis 1910) regelrecht eine Produktion von Teilmaschinen.

Zu den Ausführungen über Teilkreise möchte ich noch eine Besonderheit anfügen.:

Im Dingers Polytechnischem Journal aus dem Jahr 1848 findet sich auf der Seite 337 ein, für die damalige Zeit revolutionärer Vorschlag, der erst wieder in der modernen Zeit aufgegriffen wurde, sich aber nicht durchsetzen konnte.

So schlug in Berlin ein gewisser G. F. SCHNEIDLER schon 1844 vor, die Teilungen der Kreisränder und der Nonien mit Hilfe der damals gerade neu aufgekommenen „Daguerreotypie“ herzustellen. Was ja der Vorläufer der Fotografie war. Hierbei sollte praktisch ein Foto eines Originalkreises mit aller Sorgfalt auf die gewünschte Größe des Limbus gebracht und darauf befestigt werden. Waren die Teilkreise und Nonien nicht mehr brauchbar, konnte man sie preiswert neu aufbringen lassen.

Das Grundkreismaterial bei älteren Theodoliten ist durchweg Metall wie Messing oder Bronze, in den modernen Geräten ist es Glas.

Man findet häufig einen, in das Messing -schwalbenschwanzartig-eingelassenen Silberstreifen. Hierauf lassen sich die Teilungen reiner und feiner aufbringen.

Ab ~ 1910 wird auch ein Nichteinmetall, das „Argentan (Neusilber)“ verwendet.

Ältere Glaskreise haben ca. 5 bis 3 mm Dicke mit oder ohne Spiegelbelegung.

Der Grundkreisdurchmesser kann bei älteren Instrumenten einen Hinweis auf ihre Genauigkeit und Verwendung geben. So schuf z.B. REICHENBACH ~ 1805 eine ausgewogene Einteilung dem Durchmesser entsprechend. Seine Präzisions-, Repetitions- und Nonientheodolite hatten in der Regel 16“ 12“ 8“ und 5“ Teilkreisdurchmesser.

Bis gegen Ende des 19ten Jahrhunderts wurden seine 12 und 8 zölligen Theodolite in ganz Europa bei den Landestriangulationen eingesetzt.

Die immer feiner werdende Präzisionsmechanik und weitere Neuerungen in den Ablesevorrichtungen (wie z.B. Schraubenmikroskope) erlaubte es, bei immer kleiner werdenden Kreisen eine gleich hohe Genauigkeit zu erzielen. So liefert A. FENNEL in Kassel zwischen 1885 und 1934 Nonientheodolite mit folgender Einteilung

■ einfache Theodolite	8,5 cm
■ mittlere Theodolite	10,0 cm
■ hohe Genauigkeit	12,0 cm
■ höchste Genauigkeit	15,0 cm

Auch andere Werkstätten in Deutschland brachten in dieser Zeit ähnliche Einteilungen auf den Markt. So bildete sich unabhängig voneinander die auch heute noch übliche Typeneinteilung.

Wie aber lesen wir den Teilkreis ab?

Die älteste Methode ist der INDEX als feststehender Zeiger.

Noch 1878 wurden IDEXPLÄTTCHEN hergestellt, die aus Platin bestanden.

Eine feinere und genauere Ablesung gelingt aber mit dem Nonius (Erfinder : Holländer Peter Werner im Jahre 1631.) Er kam auf die geniale Idee, die Noniusteilung mit der beweglichen Alhidade zu verbinden und gleichzeitig den Nullpunkt der Hilfsteilung als Index für die Kreisablesung zu verwenden.

Das Prinzip war aber schon seit 1542 bekannt, benannt nach dem Portugiesen Nunnez (Nonius). Er benutzte Kreistransversale zur Ablesung.

Der nächste logische Abschnitt sind die Mikrometernikroskope.

Ich gehe hier nur auf einige Besonderheiten ein.:

Da gab es **als erstes die Trommelmikroskope** (um 1850 und später wieder 1886 und 1888), die zunächst nur in große astronomische Instrumente eingebaut wurden, bevor sie im Theodoliten Verwendung fanden.

Die ersten **Planplattenmikrometer** gehen schon auf CLAUSEN 1841 und PORRO 1854 zurück. Später, ab 1877, fanden die **Skalenmikroskope** Einzug in den Theodolitenbau.

1879 fanden **Skalenmikroskope** in Geräten der Firma Breithaupt und Sohn in Kassel Verwendung.

Strichmikroskope -oder auch Schätzmikroskope- wurden 1896 entwickelt.

RHEINHERZ, der Nachfolger am Lehrstuhl von JORDAN in Hannover, verfolgte das Bauprinzip weiter. Er beauftragte 1900 FENNEL mit eingehenden Untersuchungen.

Dieser, führte im Jahre 1902 das patentierte Strichmikroskop mit Beleuchtungsröhrchen ein und baute sie in kleinere Tachymetertheodolite mit 10-13cm Kreisdurchmesser ein.

10 Jahre später baute FENNEL dann Nonoenmikroskope.

Die ersten Versuche optische Mikrometer zu bauen, gehen auf das Jahr 1899 zurück.

Im deutschen Reichspatentamt wird die Konstruktion eines REINHARD REEH aus Wetzlar patentiert, der aber noch große Mängel anhaften.

WILD (noch bei Zeiss in Jena) versuchte Theodolite mit optischen Mikrometer zu bauen, bei denen man zwei gegenüberliegende Ablesestellen hat.

1907 meldet er darauf dann ein Patent in der Schweiz an.

Es dauerte aber dann noch bis 1924, bis bei Zeiss ein neuartiger Theodolit gebaut wurde, dessen Ablesevorrichtung von H.WILD stammte. -Es war der legendäre TH1 - der erste wirklich brauchbare optische Theodolit.

Das Mikrometer kann man aufgrund seiner Bauweise auch „Optisches-Planplatten-Koinzidenz- Mikrometer“ bezeichnen.

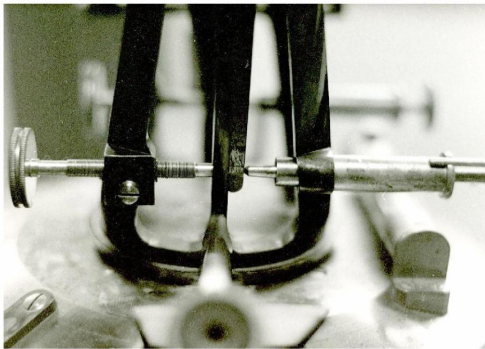
Wir alle hier wissen, welche besondere Stellung dieses Gerät für das Vermessungswesen besitzt.

Ab diesem Zeitpunkt hat der geodätische Instrumentenbau eine rasante Entwicklung gemacht, bishin zur Ära der elektronischen Theodolite bzw. der GPS Instrumente.

Alle vorgenannten Mikrometereinrichtungen benötigen eine sehr feine Bewegung. Dazu dienen die **Feintriebe der Mikrometer**. Im Gegensatz zu den Mikrometern sind die Feintriebausführungen ein gut sichtbares Merkmal der historischen Instrumente. Sie unterscheiden sich oftmals von Hersteller zu Hersteller, sowohl in der Ausführung, der Konstruktion als auch vom Material her.!

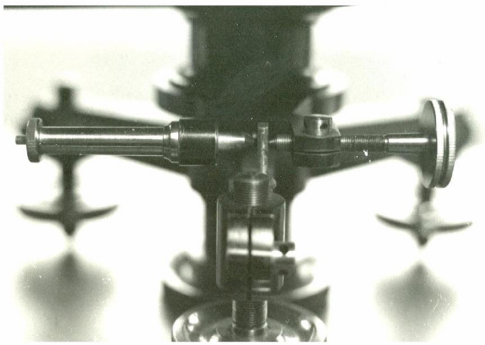
Bild 6 Beispiel zur
Entwicklung der
Feintriebe

Entwicklung der Feintriebe



1. Stufe
Spiralfederfeintrieb
Offenes Gewinde

HILDEBRAND
ca. 1848



2. Stufe
Stärkere Schraube
Stabiellere Patrone

ROSENBERG
ca. 1913



2. Stufe
Spiralfederfeintrieb
und Feingewinde
vollständig
Verkapselt

FENNEL
ca. 1928

Die Feintriebe

*Es lassen sich fünf Grundtypen unterscheiden.: Blattfederfeintrieb
, Spiralfederfeintrieb
, Differentialfeintrieb
, Druckfederfeintrieb
, Kugellagerfeintrieb.*

Lassen Sie mich jetzt zu den Teilkreisabdeckungen kommen.
Ihre Merkmale, oder auch ihr nicht-Vorhandensein, ermöglichen eine gute zeitliche Einordnung unbekannter Geräte.
Vor der Einführung der Abdeckungen 1827 durch BREITHAUPT, wurden die Horizontalkreise offen gelassen. Lediglich eine Schutzlasur oder Lack wurden aufgetragen.

Leider wurden auch danach noch die Horizontalkreise offen gelassen, bis die aufkommende Stadt- und Kleinvermessung Bedeutung erlangte und für weiteren Fortschritt sorgte.

BREITHAUPT benutze Glaskreise zum Schutz der feinen Teilungen.
Haben Sie nun ein Gerät eines anderen Herstellers vor sich, können sie mit Bestimmtheit sagen, dass dieses Gerät nicht vor 1827 gebaut worden sein kann!

Allenthalben wurde BREITHAUPT'S Erfindung angewandt und nachgebaut.
Jetzt kommt wieder der TH1 von CARL ZEISS ins Spiel! Dieses Mal sind die beiden Kreise das Besondere. Der TH1 ist der erste Theodolit bei dem beide Kreise vollständig im Instrumentenkörper untergebracht sind.
-Übrigens wurden von diesem Gerät des ersten Typs etwa 1000 Stück hergestellt.

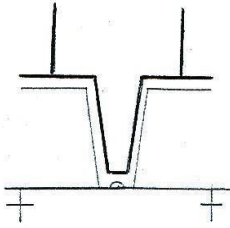
Bleibt noch die Frage zu klären, was dreht sich wann- wie- worum- beim Theodolit.

Die Rede ist von den Achssystemen der historischen Theodolite.
In der Hauptsache finden sich sieben grundverschiedene Achssysteme.
Ein Grund für diese Vielfalt sind die unterschiedlichen Verwendungszwecke der Instrumente.

Ich habe hier einmal die Merkmale der Achsen auf ihre logische und geometrische Basis zurückgeführt und als Strichzeichnungen abgebildet.
In der Literatur finden sich unterschiedlichste Darstellungen von Achssystemen, aber keine ermöglicht eine einheitliche Prinzipskizze.

Die Abbildungen sind untereinander, in chronologischer Reihenfolge ihres Erscheinens im Instrumentenbau, zu sehen.

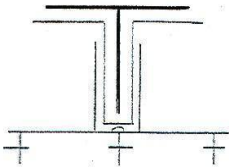
Die Achssysteme



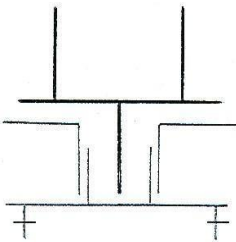
Einfaches konisches Achssystem
häufig bei Repetitionstheodoliten



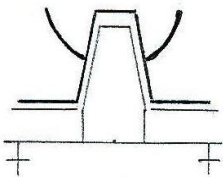
Zylindrische Achse auf Kugellager



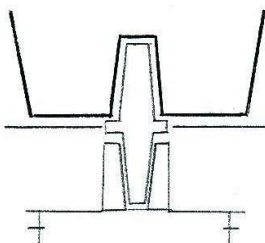
Reichenbachsches Achssystem



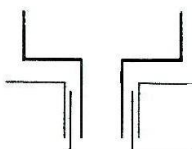
Bordasches Achssystem
1784 bei Th. mittlerer Genauigkeit



Repsoldsches Achssystem
1830 vielfach bei Th. hoher Genauigkeit



Achssystem nach Frerk



Halbkinematische Achse nach Wild
1923

Die Libellen

Um 1681 kamen die ersten Libellen ganz ohne Skalen auf.

Auch bei den Libellen hat der uns nun schon bekannt BRANDER wesentliches geleistet. Um 1770 brachte er schon kleine Striche auf seinen Libellen auf.

REICHENBACH hat seit seiner Gründung 1802 nur Libellen mit Steckskalen verwendet.

Ab 1827 etwa ließ man aber in Deutschland von beweglichen Skalen ab und verwendete nur noch Glasskalen.!

5 Arten lassen sich unterscheiden.

Grundkreislibellen : als Längs- und Querlibellen auf Grundkreisscheibe und Fernrohrträger.

Höhenkreislibellen : auf der Höhenkreisalhidade vornehmlich ältere Geräte höherer Genauigkeit.

Fernrohrlibellen : auf dem Fernrohr befestigt um damit nivellieren zu können

Sie wurden sehr viel im 19. Jahrhundert angewendet. -
Konnte man doch mit

ihnen den Kauf eines Nivellierers sparen.!

Reiterlibellen : auf der Kippachse aufgesetzt fanden vornehmlich in astronomischen Geräten

Verwendung.

Dosenlibellen : An Gestell oder den Fernrohrträgern zur groben Justierung der Instrumente

angebracht. Sie besaßen eine Verschlussschraube, die oftmals zu viel Verdruss führte, weil sie auslaufen konnten. Abhilfe schaffte erst 1904 Rheinherz durch einen Libellentyp, der durch „Mollenkopf“ erfunden wurde. Sie waren ganz aus Glas und konnten nicht mehr auslaufen.

Kreuzlibellen : für die Grundkreise kamen um 1900 auf. Sie wurden 1870 von dem Wiener

Mechaniker RHEINHIRSCH eingeführt.

Indexlibelle (Koinzidenzlibelle) : von WILD 1908

Auch die jetzt noch zu nennenden Merkmale können Hinweise auf die Zeit bzw. den Hersteller geben.

Da ist zunächst das **Fußgestell oder auch Dreifuß** genannt.

Es gibt Hinweise auf Hersteller die immer das gleiche Material dazu benutzten. Z.B. Messing, Stahl- oder Grauguss.
 Das Aussehen, d.h. die Farbe der Geräte, ist ebenfalls ein typisches Merkmal. So benutzte z.B. die Firma DENNERT&PAPE in ALTONA ein tiefes Schwarz für all ihre Geräte

Die Stative der Instrumente waren im 18. und 19.Jahrhundert durchweg aus Holz gefertigt, mit einer engen Bohrung in der Mitte.

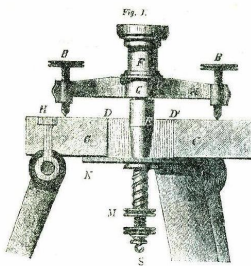
Erst ab Mitte des 19.Jahrhunderts hatten die Stative große Bohrungen, um besser zentrieren zu können.(Was mit den schon erwähnten aufkommenden Stadtvermessungen zu tun hatte)

Die immer größer werdenden Genauigkeitsanforderungen brachten dann auch die Zwangszentrierung hervor.

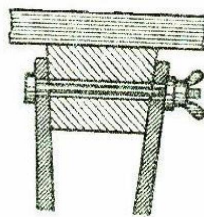
An der Art der Befestigungen der Stativbeine lassen sich die verschiedenen Typen und Hersteller erkennen.

BILD 8 Die Stativbefestigungen

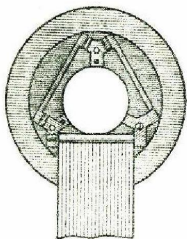
Münchener Stativ von Reichenbach



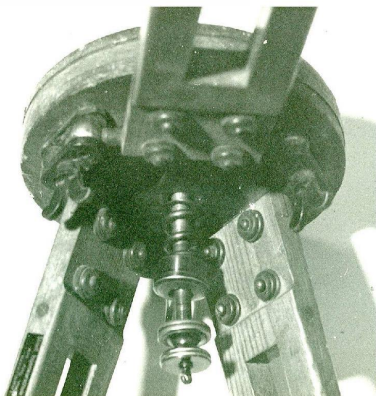
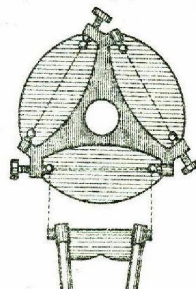
Stativ mit ebenen Reibungsflächen
 Von Pistor und Martins



Berliner Stativ von Meißner



Wiener Stativ von Starke und Kammerer



Stativ von Max Wolz in Bonn
 Ab 1878

*Einfache konische
 Häufig bei
 Repetitionsth,*

*1784 Borda -
 häufig bei Th. Mittlerer
 Genauigkeit ,*

*1830 Repsold –
 vielfach bei Th. hoher
 Genauigkeit,
 1923 Wild*

Ein weit verbreitetes Stativ war das „MÜNCHENER STATIV“ von REICHENBACH

PISTOR und MARTINS verwendeten ein Stativ mit ebenen Reibungsflächen.

Von MEISSNER gab es ein Stativ mit Grundplatte „das BERLINER STATIV“ die Verbindung erfolgt hierbei durch ein in die Gussplatte ragenden Zylinder.

Das so genannte „WIENER STATIV“ von STARKE und KAMMERER hier sind an den Enden der Stativbeine im Zapfen Kugellager, die auf einer Seite mit einer Feststellschraube angezogen werden können.

Ab 1878 hat ein Stativ von MAX WOLZ aus Bonn eine weite Verbreitung gefunden. Die kugeligen Enden der Stativbeine ruhen in Kugellagern des Stativkopfes.

Auch die speziell verwendeten Fußteller (Platten) waren typisch, aber da gehe ich jetzt nicht mehr weiter darauf ein.

Und weil man sich ja „sooo“ viele Daten und Jahreszahlen schlecht merken kann, habe ich noch ein Übersichtsblatt hergestellt.

Siehe Exeldatei

Hierauf sind die wichtigsten Erfindungen und Neuerungen nach dem Jahr ihres Erscheinens angegeben. Korrekturen und Ergänzungen sind jederzeit möglich!

Schlussbetrachtung.

Aus der Vielfalt der Daten, die ich Ihnen in diesem Rahmen mitteilen konnte, geht hervor, dass zu diesem Thema noch viel zu sagen wäre. Ich habe mich hier auf die mir zugänglichen Quellen, sowie auf meine damalige Diplomarbeit gestützt.

Kataloge alter Hersteller, Verkaufslisten und ähnliches sind Raritäten. Man könnte seine ganze Freizeit damit verbringen und eine Menge Geld ausgeben, um nach diesen historischen Quellen zu suchen.

Ich habe damals die Ergebnisse meiner Arbeit dazu genutzt, um die, in der Uni Bochum, im Fachbereich Vermessung, vorhandene Sammlung historischer Geräte, zeitlich und nach Hersteller einzuordnen. Die Sammlung ist von mir katalogisiert und fotografiert worden.

ENDE