

Paper-ID: VGI_196316



Über die Entwicklung der geodätischen Zwangszentrierungen

Antál Tarczy-Hornoch ¹

¹ *Sopron, Ungarn*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **51** (5, 6), S. 133–139, 169–173

1963

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Tarczy-Hornoch_VGI_196316,  
Title = {{\U}ber die Entwicklung der geod{"a}tischen Zwangszentrierungen},  
Author = {T{"a"}rczy-Hornoch, Ant{"a"}l},  
Journal = {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u"}r Vermessungswesen},  
Pages = {133--139, 169--173},  
Number = {5, 6},  
Year = {1963},  
Volume = {51}  
}
```



ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN

Herausgegeben vom
ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN

Offizielles Organ

des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Gruppen f. Vermessungswesen),
der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung und
der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie

REDAKTION:

emer. o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Rohrer,
o. Prof. Hofrat Dr. phil. Dr. techn. e. h. K. Ledersteger und
ORdVD. Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Mitter

Nr. 5

Baden bei Wien, Ende Oktober 1963

51. Jg.

Über die Entwicklung der geodätischen Zwangszentrierungen

Von *Antal Tárczy-Hornoch*, Sopron

Die Zwangszentrierungen, d. h. die zwangsweise Sicherung der grundrißlichen Gleichheit der Instrumenten- und Signalscheibenaufstellungen beim Wechsel von Signal- und Instrument, sind bekanntlich in der Grubenvermessung entstanden, wo in den beengten Grubenräumlichkeiten oft sehr kurze Zielweiten vorkommen und so die Ausschaltung von Exzentrizitätsfehlern zwischen Instrumentenmitte und Signalmitte von erhöhter Bedeutung ist.

Die Zwangszentrierungen erhielten aber auch im obertägigen Vermessungswesen eine immer größere Bedeutung in dem Maße, als die Genauigkeit der Ablesungen zeitgemäßer Theodolite zunahm und die Genauigkeitsanforderungen z. B. in der Präzisionspolygonometrie immer mehr gesteigert wurden. In unserer Zeit der Absteckungen von Bauelementen für Zyklotrone usw. fordert man oft Genauigkeiten von $\pm 0,1$ mm, die die ursprünglichen Genauigkeitsforderungen der Grube bei weitem übertreffen. So ist es auch nicht zu wundern, daß das Problem der Zwangszentrierungen in unserer Zeit auch ein sehr wichtiges Problem der obertägigen Vermessungen wurde, da auch hier nicht selten nur Zentrierfehler von weniger als 0,1 mm zugelassen werden, bei den üblichen Zwangszentrierungen aber — wohl seltener — auch 0,2—0,3 mm Exzentrizitäten auftreten können.

Zunächst zur Benennung selbst. Wir glauben, daß das Wort „Zwangszentrierung“ wohl nicht der beste Ausdruck wäre. Das Wort Zwang erinnert uns stark an das Einzwängen, obwohl bei einer zeitgemäßen Zwangszentrierung dies unbedingt zu vermeiden ist. Ähnliches gilt auch vom gebrauchten englischen Ausdruck „constrained centering“. Es würde vielleicht besser sein deutsch „geleitete Zentrierung“, englisch „guided centering“ zu sagen, wie letzterer Ausdruck an einigen Stellen auch auftaucht. Mit Rücksicht auf die weite Verbreitung des Wortes Zwangszentrierung wollen wir immerhin noch bei diesem Ausdruck bleiben.

Nun möchten wir — ohne auf Vollständigkeit Anspruch zu erheben — einiges aus der Vorgeschichte der Zwangszentrierungen erwähnen, zumal die ersten Anfänge der Zwangszentrierungen österreichischen Ursprungs sind. *Wilski* erwähnte in seiner „Markscheidekunde“ (Band I. 1929. S. 121—122) den Klagenfurter Professor *Guiliani*, dessen 1798 in Wien erschienenes Buch eine Zwangszentrierung brachte, die wir mit der heutigen Terminologie als eine Steckzapfen-Zwangszentrierung nennen können, da Instrument und Signal auf einen Zapfen gesteckt werden. Das Instrument ist unseren heutigen Theodoliten nicht ähnlich, *Guiliani* nannte es Catageolabium; nach *Wilski* ist es aber wahrscheinlich, daß dieses Instrument nur ein Entwurf geblieben ist und nicht gebaut wurde (S. 78).

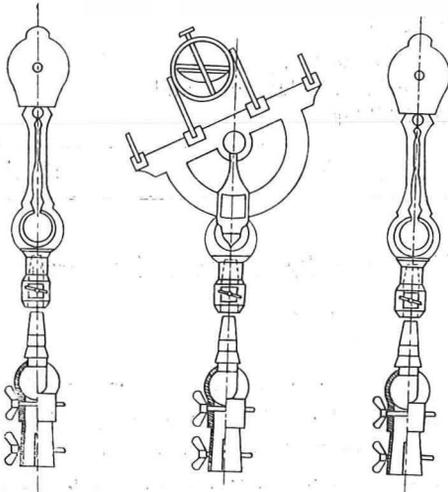


Abb. 1

Ein sicherlich gebautes Instrument mit Zwangszentrierung ist aber die in Abb. 1 dargestellte Zwangszentrierung, die wir nach unserer heutigen Terminologie gleichfalls Steckzapfen-Zwangszentrierung nennen würden. Es ist dies ein von *J. C. Voigtländer* in Wien gebautes Bussole-Instrument. Da *Voigtländer* in Wien in den Jahren 1756—1797 tätig war, ist seine in Wien hergestellte Zwangszentrierung jedenfalls älter als der Entwurf von *Guiliani*. Wir ersehen aus dem Bild deutlich, wie Instrument und Signalscheibe an dem durch Nußgelenk eigens lotrecht stellbaren Zapfen ausgewechselt werden können, weiters, daß die Instrumentmitte

und Signalmitte vom Zapfen gemessen gleich hoch liegen, so daß der gemessene Höhenwinkel auch dem Höhenwinkel der Verbindungslinie zwischen beiden Zapfenden entspricht. Das Instrument ist erhalten geblieben und befindet sich in der Sammlung für Geodäsie und Markscheidekunde der Technischen Universität in Miskolc. Wir fanden später eine ganz ähnliche nach der Feststellung von Prof. *Neubert* aus Bleiberg stammende Ausführung ohne Namen des Herstellers auch in der Sammlung der Freiburger Bergakademie. Wir halten letztere für eine Nachfertigung, da die erste Herstellung sehr umfangreiche instrumententechnische Kenntnisse erforderte, die nur namhafte Mechaniker haben konnten.

Auf diesen Anfang folgt dann eine große Lücke, bis 1836, welches Jahr die später in Zusammenhang zu behandelnde Steckhülsen-Zwangszentrierung brachte. Die nächstfolgende hierhergehörige Zwangszentrierung stammt erst aus 1859 von *Weisbach* (Die neue Markscheidekunst 1859. Band II. S. 25). Es sind hier drei mit eigenen Fußschrauben horizontierbare Untersätze vorhanden, an denen sich drei miteinander je 120° einschließende Lager zur Aufnahme der drei Gabeln des Theodolitunterbaues befinden. Zum Gebrauch mußten die Fußschrauben des Theodolitunterbaues herausgeschraubt werden. In der Mitte des Untersatzes befindet sich eine kreisförmige Öffnung, in welche die als Signal dienende Lampe eingesetzt wurde. Wir müssen diese Zwangszentrierung als eine Kombination der Dreinuten- und der Scheibenzwangszentrierung bezeichnen.

Zwei Jahre später — 1861 — beschrieb *Junge* seine Schraubenzwangszentrierung, bei welcher die Theodolite und die Signalscheiben auf in Spreizenlöchern sich befindlichen und nicht sehr leicht lotrecht gestellten Schraubenspindeln angeschraubt wurden. Ein Nußgelenk wie bei Voigtländer wäre hier sicherlich nützlich gewesen.

Es ist naheliegend, daß weder die Weisbachsche noch die Jungeische Zwangszentrierung als einwandfreie Zwangszentrierungen angesehen werden können.

Eine gute Zwangszentrierung stellt die Zwangszentrierung mit dem Freiburger Prisma und mit der Freiburger Kugel dar. (Etwa 1876. Vgl. *Lüdemann*: „Zur Vorgeschichte der Freiburger Aufstellung“ Zeitschrift f. Instrumentenkunde 1926. S. 614.) Es werden hier drei dreiseitige Prismen an Konsolen oder Stativen lotrecht gestellt, darauf kommen drei dreigabelige Untersätze, die in der Mitte je einen Hohlzylinder besitzen (Abb. 2). Der Theodolit und die Signalscheiben haben einen

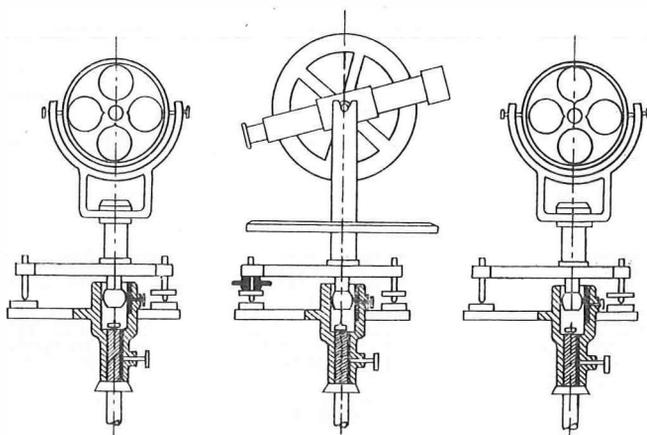


Abb. 2

normalen dreigabeligen Unterbau mit Fußschrauben, jedoch in der Fortsetzung der Stehachsen je ein Kugelsegment, das in den Hohlzylinder hineinpaßt. Das Element der Zwangszentrierung ist hier die Kugel, durch deren Mittelpunkt die Theodolit- und Signalachsen durchgehen sollen.

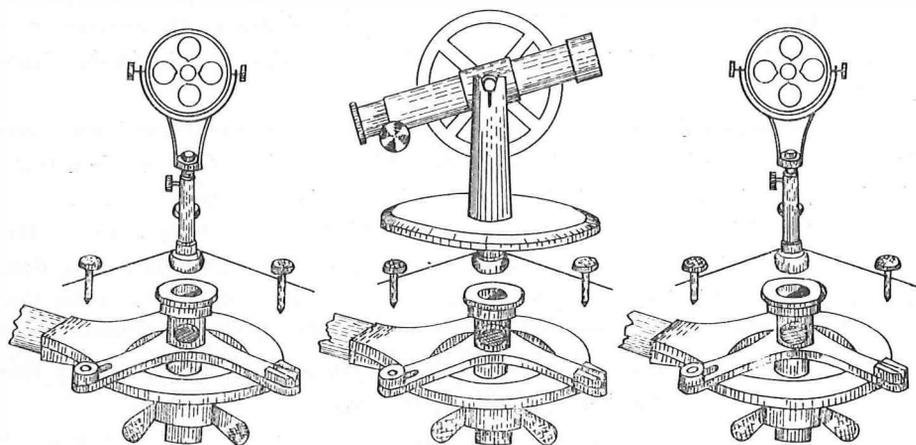


Abb. 3

In dem späteren Verlauf wurden die Freiburger Prismen bei den zentrierbaren Untersätzen weggelassen (etwa 1890), und es entstand die Zwangszentrierung mit der Freiburger Kugel mit durchlaufendem Hohlzylinder (Abb. 3). Diese wurden sehr oft auch an Stativen und ähnliche auf Pfeilern (Nagelsche Zentrierröhre) verwendet.

Zur genauen Zwangszentrierung muß die Hohlzylinderachse wenigstens genähert lotrecht stehen. Zu diesem Zwecke wurden oft auch Keilplatten verwendet.

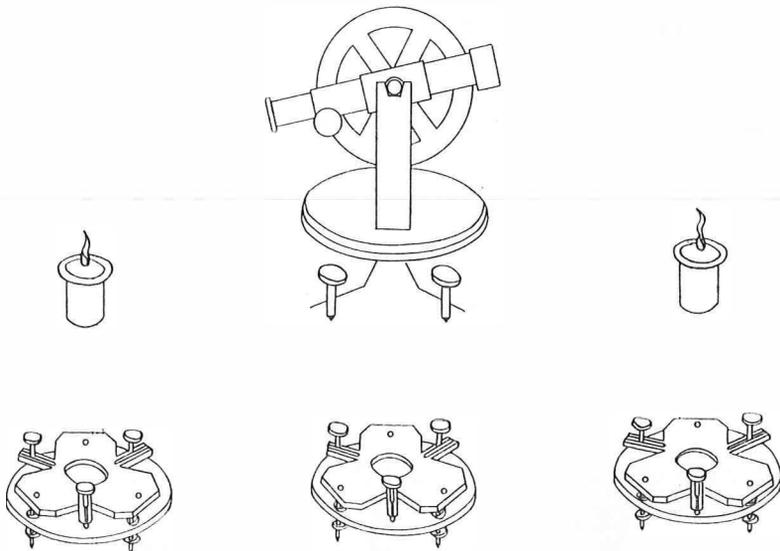


Abb. 4

Es sollen hier auch die Dreinuten-Zwangszentrierungen kurz gestreift werden, deren Vorläufer die bereits erwähnte Weisbachsche Zwangszentrierung war. *Borchers* verwendete hierzu 1870 (Vgl. Die praktische Markscheidekunst, 1870. S. 118—132) drei Untersätze, an welchen (Abb. 4) zur Aufstellung der Theodolit-Fußschrauben drei kleine Löcher angebracht wurden, während die anzuzielenden Punkte durch in die zentrale Öffnung des Untersatzes einsetzbare Lampen bezeichnet sind. Später wurden die Löcher — um verschieden große Theodolite am Untersatz verwenden zu können — mit drei, miteinander 120° bildenden Nuten ersetzt.

Die Dreinuten-Zwangszentrierung verwendete 1880 auch *Cséti* an seinen Stativen (Berg- und hüttenmännische Zeitung 1880. S. 160—163), mit dem Unterschied, daß auch die Signalscheiben mit Dreinuten-Zwangszentrierungen versehen wurden. Die Csétischen Stative hat lange Zeit hindurch die Wiener Firma Rost hergestellt, und sie hat an diesen später die Dreinuten-Zwangszentrierung durch die Freiburger Hohlzylinder und Kugel ersetzt. Bei einer anderen Form der Dreinuten-Zwangszentrierung von *Oltay*, aus 1915, wurden die Signalscheiben durch Steckzapfen zentriert (Zeitschrift f. Instrumentenkunde 1915, S. 128—131). Diese Zwangszentrierung diente bereits zu Stadtmessungen.

Dreinuten-Zwangszentrierungen finden wir auch bei dem Wild T2 Theodolit (Vgl. Schweizerische Zeitschrift f. Vermessungswesen und Kulturtechnik 1938.

S. 7), während bei dem Wild T1 die Scheibenzwangszentrierung verwendet wurde (*Wild: Geodätische Instrumenten Druckschrift Geo 18. S. 16—18*). Ähnliche Zwangszentrierungen finden wir bei *Zeiss* (*Druckschrift Geo 27. S. 24—31*) und *Kern* usw.

Zu den modernen Zwangszentrierungen gehören die Stechkülsen-Zwangszentrierungen, deren Vorläufer bereits 1836 bei *Combes* erscheint (*Annales de Mines 1836, S. 81—126*). Als anzielende Punkte dienten hier allerdings noch Kerzen. Breithaupt verwendete 1850 zur Anzielung schon die Signalscheiben. In fast unveränderter Form haben sie sich dann in verschiedenen Ländern weit verbreitet (*Abb. 5*). Die vom Normenausschuß in Deutschland vorgeschlagene Zwangszentrierung ist auch dieser Art. Der Name „Steckhülse“ ist allerdings etwas

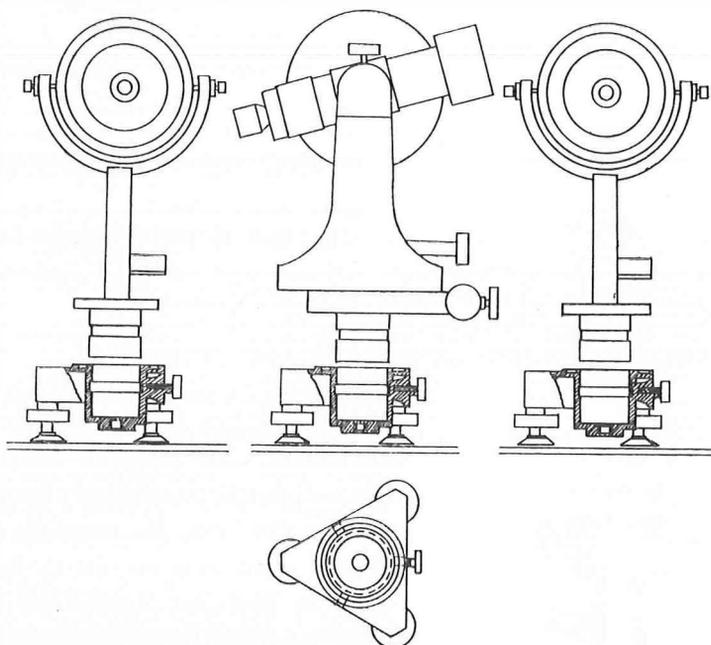


Abb. 5

irreführend, da nicht ganz klar ist, was mit der Steckhülse gemeint ist. Einige verstehen darunter die im Dreifuß befindliche Büchse, andere wieder die das Theodolitachsensystem umhüllende und in die Büchse einzusetzende Hülse. Es wäre daher vielleicht eindeutiger, von einer Steckbüchsen-Zwangszentrierung zu sprechen, selbst dann, wenn sich die Bezeichnung „Steckhülsen-Zwangszentrierung“ im deutschen Sprachgebrauch sehr eingebürgert hat. Im englischen ist für die Öffnung im Dreifuß in der Tat der Ausdruck „bush“, also Büchse, verbreitet.

Die Stechkülsen- bzw. Steckbüchsen-Zwangszentrierungen haben den großen Vorteil, daß die zur Zwangszentrierung dienenden Büchsenachsen mit den Fußschrauben des Dreifußes selbst lotrecht gestellt werden können und es sind dazu keine eigenen, mit Fußschrauben versehenen Untersätze oder Keilplatten usw. erforderlich. Sie geben allerdings nur dann eine genaue Zwangszentrierung, wenn die Instrumenten- bzw. Signalachsen mit der Achse der Zapfen und dieser mit der

Achse der Büchse zusammenfallen. Nachteilig ist auch der Umstand, daß untereinander gut eingeschliffene Teile während der Messung auseinander genommen und wieder ineinander gesetzt werden müssen, welcher Umstand zur Beschädigung der fein eingeschliffenen Teile und beim scharfen Einschleifen der Teile zu Einzwängungen führen kann. Die hier angeführten und noch weitere Mängel der Steckhülsenzwangszentrierung behandelte 1959 auch *Ochsenhiert* (Zeitschrift f. Vermessungswesen, 1959, S. 442—444).

*

Wie können nun die Einflüsse der Exzentrizitätsfehler bei den Zwangszentrierungen unschädlich gemacht werden? Gelingt es, den Exzentrizitätsfehler e im

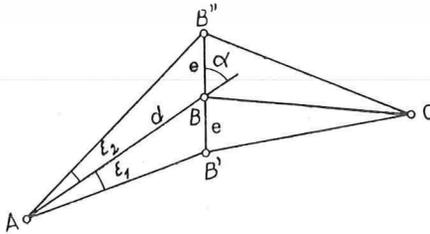


Abb. 6

Vergleich zu einer vertikalen Drehachse in eine symmetrische Lage zu bringen, so werden nach Abb. 6 die Fehler E_1 und E_2 begangen, die entgegengesetzte Vorzeichen haben und praktisch auch gleich groß sind. Denn selbst bei einer sehr kurzen Ziellänge von 1 m und bei einem sehr groß angenommenen Exzentrizitätsfehler von 1 mm, beträgt der größte Unterschied zwischen E_1 und E_2 nur 0,2 Sekunden. Ähnliches gilt natürlich auch dann, wenn auch die Signalscheiben solche Exzentrizitätsfehler besitzen.

Wie kann man nun diese symmetrische Lage erreichen?

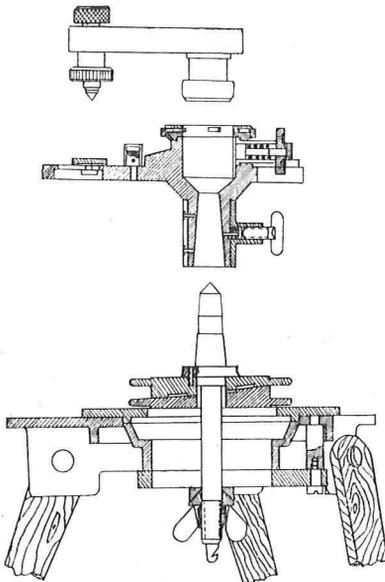


Abb. 7

Bei der Zwangszentrierung mit Hilfe der Freiberger Kugel wird dies z. B. durch die von *Wilski* vorgeschlagene Drehzapfenaufstellung erreicht (Zeitschrift f. Instrum. Kde, 1929, S. 550—552). An Stelle des Freiberger Prismas wurde hier ein als Drehachse verwendeter konischer Zapfen am Theodolitstativ mit Keilplatten lotrecht gestellt. Darauf kommt ein Untersatz mit dem Hohlzylinder für die Freiberger Kugel und erst dieser nimmt den eigens lotrechtzustellenden Theodolit (unten mit der Freiberger Kugel) auf (Abb. 7). Diese Lösung ermöglicht wohl die Ausschaltung der Exzentrizitätsfehler durch Drehung sehr gut, sie ist aber schwerfällig. Nicht nur wegen der zweifachen Lotrechtstellung, sondern auch deshalb, weil hier die Freiberger Kugel eigentlich nicht mehr zur Zwangszentrierung, sondern

nur zur Sicherung der relativ zum Untersatz unveränderten Lage des Theodolits vor und nach der Drehung dient. Drei Nuten, wie bei der Dreinuten-Zwangszentrierung, sind aber dazu ebenso gut brauchbar. Auch der straff eingeschliffene Drehzapfen ist beim Abnehmen des Untersatzes Beschädigungen und Verschmutzungen aus-

gesetzt. Den letzten Nachteil kann man noch leicht beseitigen: Der Drehzapfen und der Untersatz werden drehbar, aber während der Messung unauseinandernehmbar zusammenmontiert. Die ersten Nachteile bleiben aber auch so erhalten.

Bedeutend einfacher ist die symmetrische Lage bei der Steckbüchse zu erreichen. Dies kann grundsätzlich durch Umsetzen des Theodolits und der Signale in den Büchsen der DreifüÙe um 180° erfolgen. Nun, das zweimalige Auseinandernehmen und Wiedereinsetzen der scharf eingeschliffenen Teile bedeutet erfahrungsgemäß

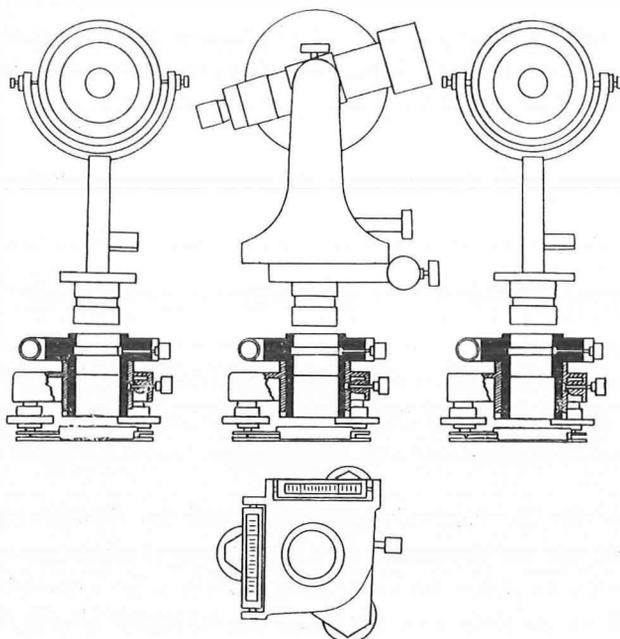


Abb. 8

eine wesentliche Verlangsamung der Messung. Da ist es bedeutend besser, die scharf eingeschliffenen Teile während der Messung auch hier nicht auseinander zu nehmen, was dadurch möglich wird, daß man die die Zapfen aufnehmende Büchse selbst drehbar in den DreifuÙ einordnet und die Büchse lediglich zur Aufnahme der Theodolit- und Signalzapfen — und nicht zur Drehung der Zapfen — verwendet. In diesem Falle können wir zwischen der Büchse und dem Steckzapfen auch einige Zehntel mm Spielraum lassen, was das Einsetzen wesentlich beschleunigt. Man muß nur nach dem Einsetzen den Theodolitoberteil bzw. das Signal an seinem Zapfen in der Büchse festklemmen, damit diese in der Büchse eine sichere und eindeutige Lage haben. Durch Drehen der Büchse im DreifuÙ um 180° , wird der Exzentrizitätsfehler um diese lotrecht zu stellende Drehachse des DreifuÙes in der Tat in symmetrische Lage gebracht und so dessen Einfluß unschädlich gemacht. So entstand 1943 unsere, vom Zeiss-Werk hergestellte, Drehhülsenaufstellung (Abb. 8) (Mitteilungen der Berg- und Hüttenmännischen Abteilung zu Sopron, 1943, S. 68—80). Da ist die Bezeichnung „Drehhülse“ bereits insofern angebracht, da die drehbare Büchse in der Tat eine Hülse ist.

(Schluß folgt)

ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN

Herausgegeben vom

ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN

Offizielles Organ

des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Gruppen f. Vermessungswesen),
der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung und
der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie

REDAKTION:

emer. o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Rohrer,
o. Prof. Hofrat Dr. phil. Dr. techn. e. h. K. Ledersteger und
ORdVD. Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Mitter

Nr. 6

Baden bei Wien, Ende Dezember 1963

51. Jg.

Über die Entwicklung der geodätischen Zwangszentrierungen

Von *Antal Tárczy-Hornoch*, Sopron

(Schluß)

Die Drehhülse aufstellung hat es mit sich gebracht, daß bei der Verwendung eines Repetitionstheodolits nunmehr drei vertikale Drehachsen entstehen, was die Handhabung umständlich macht. Es war naheliegend, die Anzahl der Drehachsen auf zwei zu vermindern, und dies kann am einfachsten dadurch geschehen, daß man die Büchse zwischen Repetitionsachse und Teilkreisachse verlegt (Abb. 9).

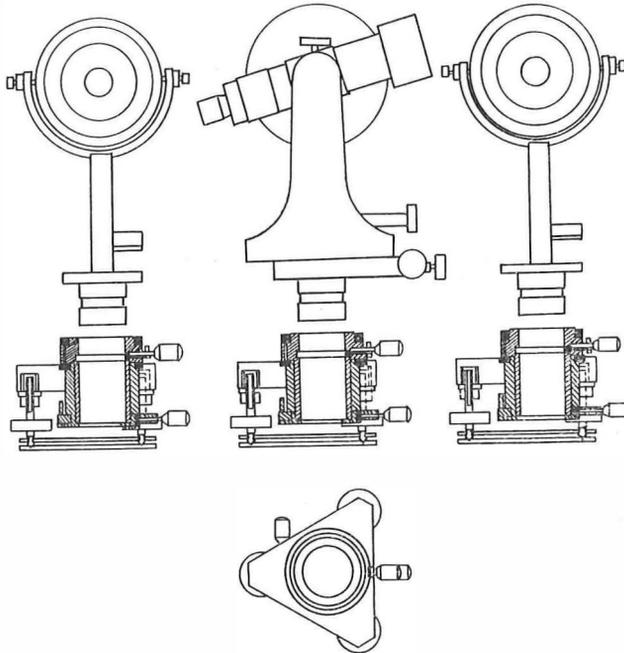


Abb. 9

Man braucht hierzu einfach die vorher erwähnte Drehhülse mit Klemm- und Feinstellschrauben versehen. In diesem Falle kann aus einem einfachen oder Reiterationstheodolit durch Einsetzen in diesen mit Feinstellschrauben versehenen Dreifuß in Sekunden ein Repetitionstheodolit gemacht werden und umgekehrt. Wir bezeichnen deshalb diesen Dreifuß als den Repetitionsdreifuß. Noch genauer müßte man ihn Hülsen-Repetitiondreifuß nennen. Wenn wir bedenken, daß auch bei Triangulierungen niederer Ordnung die Reiterationstheodolite bevorzugt werden, andererseits u. a. bei den neuerdings sehr verbreiteten Polygonierungen mit Basislatten zur sehr genauen Messung des parallaktischen Winkels die Repetitionstheodolite vorteilhafter sind, ist es naheliegend, zu einem Theodolitoberteil zwei Dreifüße zu verwenden: einen gewöhnlichen und einen Repetitionsdreifuß. Hat man drei Repetitionsdreifüße, so kann man mit diesen mit einer Zwangszentrierung arbeiten, die auch die Ausschaltung der Exzentrizitätsfehler der Zwangszentrierung selbst ermöglicht, falls dies erforderlich ist.

Den in der eigenen Institutswerkstätte hergestellten Repetitionsdreifuß zeigt Abb. 10. Die Winkelmessung muß dabei so erfolgen, daß die TA-Achse des Theodo-

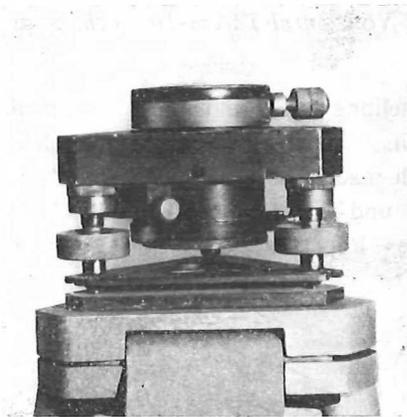


Abb. 10

lits in Vergleich zur Achse des Repetitionsdreifußes in symmetrische Lage gebracht werde. Dies kann nach Abb. 11 am einfachsten dadurch geschehen, daß man bei

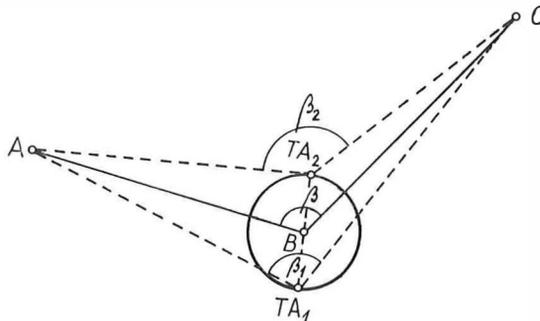


Abb. 11

der Messung des Winkels in der ersten Kreislage mit unveränderter Ablesung — um die Dreifußachse drehend — wieder den rechten Punkt anzielt, und nachher um die Alhidadenachse das Fernrohr auf den linken Punkt einstellt. Es muß natürlich bei dieser Messung grundsätzlich die Achse des Dreifußes lotrecht gestellt werden. Weil diese Messung nur die sowieso vorzunehmende Messung in beiden Fernrohr-lagen erfordert, kann man sie — ähnlich zur Messung in beiden Fernrohr-lagen — grundsätzlich auch dann anwenden, wenn die Ausschaltung der Exzentrizitätsfehler dies nicht notwendig machen würde.

Die Versuchsmessungen mit den erwähnten Repetitionsdreifußen wurden in einem Polygonzug mit nur 1,5 m Seitenlängen durchgeführt, damit die Exzentrizitätsfehler merklich wirksam werden sollten. Weil die Rückkehr auf den Ausgangspunkt nicht mit der erforderlichen Genauigkeit gesichert werden konnte (da der Repetitionsdreifuß vom Anfangspunkt bei der fortlaufenden Messung weitergetragen wurde), haben wir als Anschlußrichtung ein in Kollimatorstellung sich befindliches Fernrohr verwendet, wodurch die Parallelität der Anfangs- und Endrichtung gesichert wurde. So gelten in unserem Falle die Abweichungen der Summe der gemessenen Winkel von 2160^0 als wahre Fehler.

Die Auswertung der Ergebnisse ergab, daß, falls eine Exzentrizität bei Messung in beiden Dreifußachsenanlagen überhaupt noch zurückgeblieben ist, diese kleiner als 0,01 mm sein müßte, welcher Umstand als sehr zufriedenstellend bezeichnet werden kann.

*

Durch den eben erörterten Vorschlag wurden die Exzentrizitätsfehler der Stekhülsen-Zwangszentrierung unschädlich gemacht. Es ergibt sich die Frage von selbst, ob es nicht möglich wäre, bei der anderen, besonders früher stark verbreiteten Zwangszentrierung, bei der Freiburger Zwangszentrierung die Exzentrizitätsfehler einfacher als durch die Drehzapfen unschädlich zu machen. Die Überlegungen zeigen, daß dies wohl möglich ist, aber nicht in der Weise, daß man von

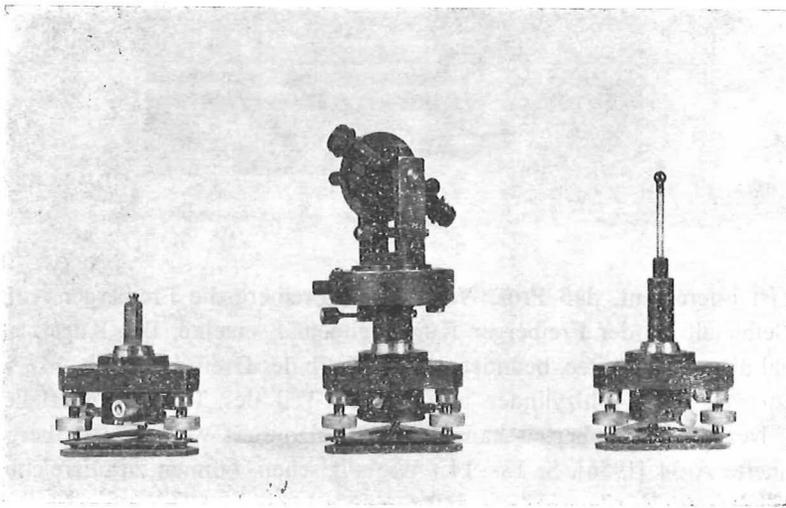


Abb. 12

den ursprünglichen Elementen der Freiburger Zwangszentrierung: Freiburger Prisma und Freiburger Kugel, das Prisma wegläßt und die Kugel behält, sondern umgekehrt: daß die Freiburger Kugel wegfällt und das Prisma bleibt. Werden nämlich Repetitionsdreifuße mit Prismen, also Prismen-Repetitionsdreifuße, hergestellt, so ist es ebenso möglich, um die Achsen dieser Dreifuße die Exzentrizitäten sowohl von Signalen als auch vom Theodolit in symmetrische Lagen zu bringen (Abb. 12). Man erhält folglich in diesem Falle dieselben Vorteile wie beim Repetitionsdreifuß der Stechhülsen. Und dazu kommt noch ein weiterer Vorteil: zur Messung der Längen braucht man hier keine eigenen Längenmeßzapfen in die Hülsen einzusetzen, sondern es sind hierzu die Prismenspitzen bereits vorhanden. Und wenn man mit diesem Instrument nur untergeordnete Messungen, z. B. in der Grube, ausführen braucht, so kann man den Theodolitoberteil unmittelbar auf die an den Konsolenarmen sich befindlichen Prismen aufsetzen (Abb. 13).

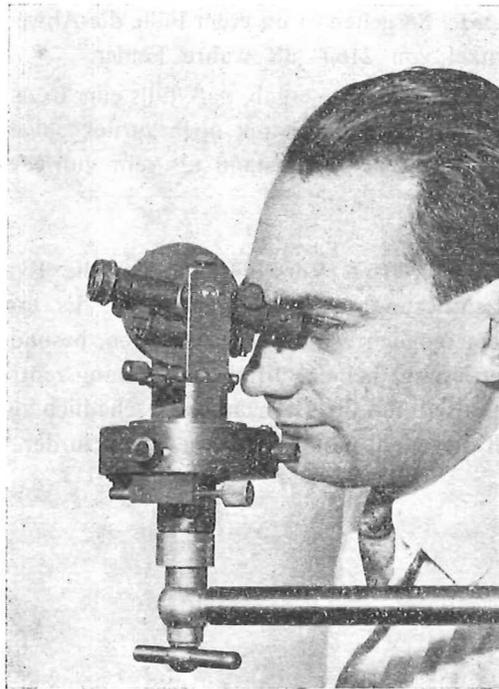


Abb. 13

Es ist interessant, daß Prof. *Neubert* aus Freiberg die Freiburger Aufstellung durch Beibehaltung der Freiburger Kugel zeitgemäß machte. Die Kugel, mit einer als Signal dienenden Spitze, befindet sich oberhalb des Dreifußes (Abb. 14), während der dazu gehörige Hohlzylinder am unteren Teil des Theodolitoberteiles Platz nimmt. Der Theodolitoberteil kann eigens horizontiert werden. (Freiburger Forschungshefte A 34 [1956], S. 13–14.) Wie wir sehen, können zur Erreichung desselben Zieles verschiedene Wege betreten werden.

Es ist vor kurzem in Survey Review von *Berthon* eine Abhandlung „An Investigation of Systems of Constrained Centerings“ (1963, S. 22–34) erschienen, die mit Rücksicht auf die große Bedeutung der Zwangszentrierungen für die moderne

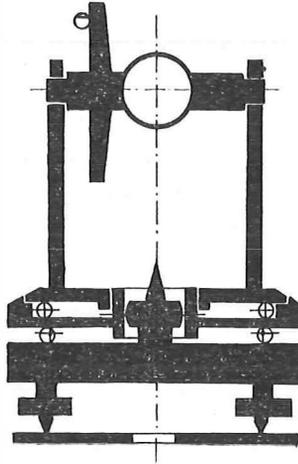


Abb. 14

Geodäsie, die Systeme der Zwangszentrierungen einer Prüfung unterzieht und untersucht, wie man deren Fehler unschädlich machen kann. *Berthon* kommt zu dem Schluß, daß die Einflüsse der Exzentrizitätsfehler ϵ , der Signale zur Signalachse selbst, durch die in Abb. 15 dargestellte Methode ausgeschaltet werden können,

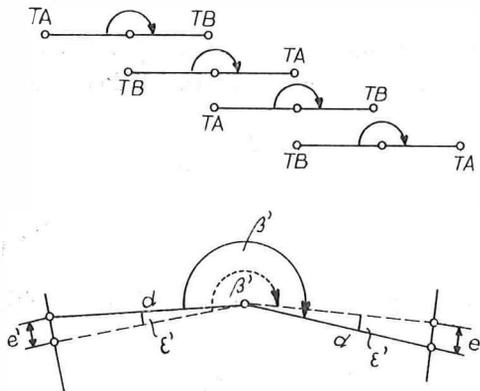


Abb. 15

daß aber die Exzentrizität der Theodolit- und Signalachsen im Vergleich zur Achse der Zwangszentrierung durch einfache, im Feld ausführbare Operationen nicht unschädlich gemacht werden können.

Wir glauben gezeigt zu haben, daß dies z. B. durch die Drehhülsen-Zwangszentrierung bzw. durch die Repetitionsdreifüße und sicherlich auch noch durch andere Lösungen doch möglich ist.