

Paper-ID: VGI_195111



Eine neue Form für die Reduktion der Durchgangsbeobachtungen

Eckart Lindinger ¹

¹ *Schärding*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **39** (3), S. 81–85

1951

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Lindinger_VGI_195111,  
Title = {Eine neue Form f{"u}r die Reduktion der Durchgangsbeobachtungen},  
Author = {Lindinger, Eckart},  
Journal = {{{"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen},  
Pages = {81--85},  
Number = {3},  
Year = {1951},  
Volume = {39}  
}
```



Eine neue Form für die Reduktion der Durchgangsbeobachtungen

Von Prof. Dr. Eckart Lindinger in Schärding

I.

Der mehr als eine Größenordnung betragende Genauigkeitsunterschied zwischen besten astronomischen Zeitbestimmungen und der Gangleistung der Quarzuhren hat zu einer Anzahl von Studien und Versuchen zur Genauigkeitssteigerung der astronomischen Beobachtung angeregt. Die Genauigkeit der Durchgangsbeobachtungen ist von verschiedenen, ihrer Ursache nach bekannten Einflüssen abhängig, welche der Größe nach geordnet, wie folgt aufgezählt werden:

1. Die systematischen Beobachtungsfehler; wenn verschiedene Beobachter mit „unpersönlichem“ Mikrometer arbeiten von 0 bis 40 Millisekunden nach beiden Seiten.
2. Instrumentalfehler; Neigung, Azimut, Zapfen, Kontaktbreite; Anteil am mittleren inneren Fehler eines Programmes von 10 Sternen
 ± 10 bis 20 ms.
3. Die zufälligen Beobachtungsfehler; Anteil am mittleren inneren Fehler von 10 Durchgängen
 ± 5 bis 10 ms (geübte und geeignete Beobachter).
4. Atmosphärische Einflüsse:
Größe unbekannt.
5. Katalogfehler:
Größe unbekannt.
6. Die Uhr- und Uhrablesefehler
unter 1 ms, wenn es sich um einen Quarzzeitdienst handelt.

Zu den Punkten 1 bis 6 ohne 2 soll kurz Stellung genommen werden, weil zum Teil gegensätzliche Ansichten bestehen, die Behandlung des Gesamtprogrammes aktuell¹⁾ ist und weil schließlich hier Gelegenheit gegeben ist, auf nicht mehr (durch Verlust) belegbare Untersuchungen hinzuweisen, durch deren Ergebnis jedoch eigene Vermutungen und Ansichten über den Gegenstand gestärkt worden sind.

Zu 1. und 3.:

Die Beobachtungsfehler sollten mit dem Repsold-Mikrometer, dem Askania Mikrometer (Leonhard-Antrieb) und zuletzt mit dem photographischen Zenitteleskop vermindert werden. Diese Einflüsse stehen hier nicht zur Diskussion; das photographische Verfahren sowie das betreffende beschränkt anwendbare Instrument wurden vom Verfasser unter Vorlage anderer Konstruktionen abgelehnt.

Zu 4.:

Der Einfluß der Seitenrefraktion wird von verschiedenen Fachgenossen als so bedeutend angesehen, daß eine instrumentelle Weiterentwicklung als zwecklos erscheint.

¹⁾ Siehe Jahresbericht der Sternwarte Greenwich 1947.

Gegen diese Ansicht sprechen drei Gründe:

- a) Aus Diskussionen entnahm ich, daß man hierbei mit terrestrischen Refraktionsbeträgen argumentiert.
- b) Wird nur in Zenitdistanzen bis 20° beobachtet (wofür überdies auch andere Gründe sprechen), so sind die Refraktionsbeträge an sich klein.
- c) Es wurden vom Verfasser über 500 Zeitbestimmungen auf die Beziehung: Schärfe und Ruhe der Bilder zum inneren und äußeren mittleren Fehler untersucht. Durch die Unruhe und Unschärfe der Bilder, welche in Refraktionsanomalien ihre Ursache haben, wird nur der innere, nicht aber der äußere Fehler, der letzten Endes der maßgebende ist, beeinträchtigt.

Zu 5.:

Die in der Zone $\delta = +20$ bis $+70^{\circ}$ fallenden Fundamentalsterne wurden durch zwei Jahre karteimäßig bezüglich Rektascension erfaßt und studiert; dabei konnte die Abweichung gegen die Angaben des FK 3 nur dem Sinne, nicht aber der Größe nach bei einigen Sternen eindeutig festgestellt werden. Da dem Verfasser die besten und vollkommensten Instrumente²⁾, Apparaturen und Hilfsmittel zur Verfügung standen, ist anzunehmen, daß die Katalogfehler gegen die übrigen Fehlerbeträge klein sind.

Da die bisher aufgezählten Fehlerquellen verschieden große Auswirkungen zeitigen, wären die Bemühungen um deren Ausschaltung oder Verminderung grundsätzlich solange fortzusetzen, bis alle Fehlereinflüsse gleich groß, oder besser ausgedrückt, gleich klein geworden sind.

II.

Unter der Reduktion der Durchgangsbeobachtungen versteht man: Berücksichtigung der Fehlereinflüsse nach Punkt 2.

Die Erfassung von Neigung, Azimut und Collimation, teils als mittlerer Aufstellungsfehler, teils als Einfluß der unrunder Zapfen, macht die größten Schwierigkeiten, sobald deren Auswirkung einige Millisekunden nicht überschreiten sollen, wobei allerdings die Collimation durch das Umlegen allgemein noch als getilgt angesehen wird. Die „gefürchtete Kontaktbreite“ kann heute als überwunden bezeichnet werden, weshalb sie hier nicht mehr besprochen wird. Es konzentrieren sich die Bemühungen daher nur mehr auf die Neigung im wesentlichen und auf das Azimut in zweiter Linie, da ja dessen Einfluß durch das Programm gemildert werden kann, wie noch kurz ausgeführt werden wird.

Die einschlägigen Versuche von Esclangron Paris, Numerow Moskau und Wassilewskis Riga lassen zwei Hauptrichtungen der Entwicklung erkennen.

- a) Ausschaltung oder weitgehende Ausschaltung des Niveaus,
- b) Verlegung der Beobachtungsmittel für i und k vom Instrument weg, wobei sämtliche Beobachtungen der Achsbewegung als Relativbeobachtungen zu werten sind.

²⁾ Die Erfahrungen, Studien und Beobachtungen wurden im Rahmen des Zeitdienstes der ehem. Deutschen Seewarte Hamburg gemacht, wo der Verfasser das Sachgebiet: Astronomischer Zeitdienst inne hatte.

Die Ermittlung des Azimutes durch UK-Sterne ist wohl nicht mehr gebräuchlich, es wird vielmehr durch Ausgleichung von Uhrkorrektur Δu und Azimut k im Zusammenhang aus einem Ansatz für jeden Stern:

$$\Delta u + k K + L = v \quad (1)$$

bestimmt, wobei also

$$L = i I + (U - \text{Epo}) g + \frac{1}{2} b \sec \delta - \text{Aberr} \pm cC - (\text{Ar} - U) \quad (2)$$

bedeutet.

In (2) ist auch die Kontaktbreite b und der Uhrgang g berücksichtigt, sofern dies bei einem modernen Instrument, bzw. bei Verwendung von Quarzuhren noch nötig ist.

Es soll hier eine kleine Betrachtung eingeschoben werden, aus der die schon weiter oben erwähnte günstigste Anlage des Programms hervorgeht. Aus den Gleichungen (1) ergeben sich die Normalgleichungen

$$\begin{aligned} n \Delta u + [K] k + [L] &= 0 \\ [K] \Delta u + [K K] k + [K L] &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

und daraus das reziproke Gewicht für Δu :

$$\frac{1}{p \Delta u} = \frac{[K K]}{n [K K] - [K]^2} \quad (4)$$

Dieses reziproke Gewicht wird ein Minimum wenn $[K] \rightarrow \bullet$, d. h. wenn der Schwerpunkt der Zeitbestimmung im Zenit liegt, wie ja ohnehin bekannt ist. Die Forderung $[K] \rightarrow 0$ ist aber auch ohnedies einzusehen, weil die Gleichungen (1) eine Gerade darstellen, welche auf der Ordinatenachse den Wert Δu abschneidet, der auf einen Fehler in der Richtung der Geraden (k) umso unempfindlicher ist, je näher der Drehpunkt der Geraden an die Ordinaten — Δu -Achse heranrückt.

Nach dieser Überlegung, welche aber für das Folgende ohne Bedeutung ist, machen wir die Feststellung, daß zu den Beobachtungsgrößen (Gl. 2) neben der Ermittlung der Uhrablesung u auch die Neigung i zählt, welche ja für jeden Durchgang gesondert gemessen wird.

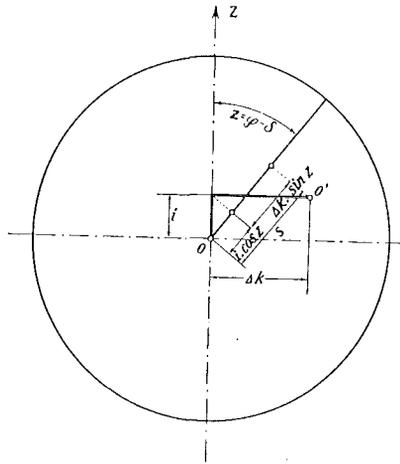
Die Neigung ist von Stern zu Stern Schwankungen unterworfen, welche 50 ms ohne weiteres erreichen, obwohl bei einem in Ruhe befindlichen vorzüglichen Instrument und ebensolchem Pfeiler nur ein stündlicher Gang in der Neigung von der Größenordnung Millisekunden zu beobachten ist. Diese Erscheinung kann nur dadurch erklärt werden, daß die Zapfen trotz aller Prüfung nicht rund sind (Gleichdicke), daß Staubkörner in die offenen Lager fallen und daß ein Meßfehler auch dadurch auftreten kann, daß bei zu großer Programmdichte nicht genügend Zeit zum vollständigen Einspielen des Niveaus bleibt. Abgesehen von diesem zuletzt genannten Einfluß, muß bei Unrundheit der Zapfen sowie bei eingeklemmten Teilchen zwischen Auflager und Zapfen mit gleicher Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß sich die Achse auch in horizontaler Richtung bewegt, also eine Azimutänderung erfährt, welche bisher überhaupt nicht erfaßt bzw. unter Kontrolle gehalten worden ist. In der folgenden Gleichung (5) drückt

sich diese Erscheinung durch ein zusätzliches Δk , also für $k = k_0 + \Delta k$ aus, wobei diesmal die Koeffizienten der Mayer Reduktion ausführlich geschrieben werden:

$$\Delta n + k_0 \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos \delta} + \Delta k \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos \delta} + i \frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos \delta} + \frac{c}{\cos \delta} + \frac{1}{2} b \sec \delta - \text{Aber} - (Ar - n) = \nu \quad (5)$$

Betrachtet man den Zapfen von der Stirnseite her und nehmen wir an, daß er in einer Zenitdistanz $z = (\varphi - \delta)$ um i gehoben und um Δk verschwenkt worden ist, so läßt sich ein Betrag s : (Abb. 1)

$$s = \Delta k \sin(\varphi - \delta) + i \cos(\varphi - \delta) \quad (6)$$



ablesen, welcher in die Mayer-Reduktion

$$M = \Delta k \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos \delta} + i \frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos \delta} \pm \frac{c}{\cos \delta}$$

eingesetzt, einen Ausdruck von der Form

$$\boxed{N = \frac{s \pm c}{\cos \delta}} \quad (7)$$

ergibt.

Die Kombination von i und Δk täuscht einen variablen Collimationsfehler vor, der dadurch in Erscheinung tritt, daß in dieser einfachen Reduktionsform ein bisher nicht erfaßter Instrumentalfehler Δk mitberücksichtigt wird.

Die Fehlergleichungen (1) lauten dann:

$$\Delta n + k_0 \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos \delta} + L = \nu \quad (8)$$

mit

$$L = \frac{s}{\cos \delta} + (n - \text{Epo}) g + \frac{1}{2} b \sec \delta - \text{Aber} - (Ar - n), \quad (9)$$

wenn $\pm c$ durch Umlegen als getilgt angesehen wird.

Die einzelnen Δk stellen die Abweichung der Achse von dem durch die Ausgleichung gewonnenen mittleren k_0 dar. Die Konstruktion eines Instrumentes, welches die Messung der Größe s mit einer Ablesegenauigkeit von 0,1" absolut zuläßt (beim Niveau werden die Zehntel nur geschätzt und dies nur in bezug auf eine Zapfenstelle, welche der Lagerung diametral gegenübersteht), wurde vom Verfasser ausgeführt und in wesentlichen Teilen erprobt.

Die Bedeutung der Gleichung (7) liegt darin, daß das Niveau ausgeschaltet wird, die Zapfenfrage erledigt und daß schließlich durch Messung der Größe s eine weitere Fehlerquelle erfaßt werden kann.

Da außerdem, wie unter ad 1. und 3. schon angedeutet, ein Mikrometer³⁾ entwickelt und gebaut werden konnte, welches auch nach Ansicht bedeutender Astronomen als aussichtsreich bezeichnet worden ist, wäre den großen Fehlerquellen nach Punkt 1. und 3. zu begegnen, wodurch die Lösung der Aufgabe: Angleichung der Beobachtungsgenauigkeit an die Gangleistung der Quarzuhren gefördert wird.

Referat

Die Organisation des Vermessungswesens in den Vereinigten Staaten von Amerika.

Ein Vortrag mit Lichtbildern von Hofrat Ing. K. N e u m a i e r

Der Vortragende hatte im Frühjahr 1950 Gelegenheit, während einer dreimonatigen Studienreise, zu welcher er vom „Technischen-Hilfe-Ausschuß“ des Marshall-Planes eingeladen worden war, die Einrichtungen des Vermessungswesens in den Vereinigten Staaten eingehend zu studieren. Seinen interessanten Ausführungen entnehmen wir folgendes:

Die oft stürmische politische, soziale, wirtschaftliche und kulturelle Entwicklung der Vereinigten Staaten im Laufe der über fast 300 Jahre erstreckten Besitzergreifung des nord-amerikanischen Kontinents und der häufig damit verbundene Zwang zu organisatorischen Improvisationen, die dann nicht selten zu ständigen Einrichtungen wurden, spiegelt sich in der Entwicklung des amerikanischen Vermessungswesens wider, dessen derzeitige Organisation deshalb von jener in den europäischen Staaten wesentlich verschieden ist.

Vermessungen werden in U. S. A. von folgenden Organisationen ausgeführt:

1. The Coast and Geodetic Survey, d. i. der Küsten- und geodätische Vermessungsdienst, dem Handelsministerium unterstellt.
2. The Geological Survey, d. i. der geologische Landesvermessungsdienst, welcher eigentlich die topographische Landesaufnahme durchführt, dem Ministerium für Inneres unterstellt.
3. The Soil Conservation Service, d. i. die Bodenschätzungsaufnahme und The Forest Service, d. i. der Forstvermessungsdienst, beide dem Ackerbauministerium unterstellt.
4. The General Land Office, welches die Aufteilung des öffentlichen Landes durchführt und für die Registrierung des Grundbesitzes zuständig ist, dem Ministerium für Inneres unterstellt.
5. The Army Map Service, d. i. der Armeekartendienst, dem Kriegswesenministerium unterstellt.

³⁾ Das erwähnte Mikrometer findet sich bei Th. Niethammer: *Die genauen Methoden der astronomisch-geographischen Ortsbestimmung* 1947, Seite 43—45 im Prinzip, in der konstruktiven Durchbildung wesentlich und in der Idee und Absicht etwas verschieden mitgeteilt. Es darf hier erwähnt werden, daß der Verfasser über diesen Gegenstand vor Beamten der Deutschen Kriegsmarine schon früher, erstmalig im akademischen Kreis 1943 an der Sternwarte Bergedorf vorgetragen hat.