

Paper-ID: VGI\_197704



## Richtungskorrektur wegen des operativen Stehachsfehlers

Gottfried Gerstbach <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institut für Höhere Geodäsie der Technischen Universität Wien, Gußhausstraße 27-29, A-1040 Wien*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie **65** (2), S. 55–57

1977

Bib<sub>T</sub>E<sub>X</sub>:

```
@ARTICLE{Gerstbach_VGI_197704,  
  Title = {Richtungskorrektur wegen des operativen Stehachsfehlers},  
  Author = {Gerstbach, Gottfried},  
  Journal = {{\0}sterreichische Zeitschrift f{\u}r Vermessungswesen und  
    Photogrammetrie},  
  Pages = {55--57},  
  Number = {2},  
  Year = {1977},  
  Volume = {65}  
}
```



## Richtungskorrektion wegen des operativen Stehachsfehlers

Von *Gottfried Gerstbach*, Wien

**Abstract:** For inclination correction of steep sightings the automatic vertical indexing of modern theodolites can be used. The method is simple and yields an accuracy of  $\pm 1''$ .

Es ist eine bekannte, aber meist vernachlässigte Tatsache, daß Richtungsmessungen bei geneigten Visuren durch Horizontierfehler des Theodolits verfälscht werden. Der Einfluß nimmt mit dem Tangens des Höhenwinkels zu und überschreitet in steilem Gelände vielfach die Meßgenauigkeit.

Die Alhidadenlibellen von Sekundentheodoliten besitzen Parswerte um  $20''/2 \text{ mm}$ , sodaß auch bei sorgfältiger, stabiler Aufstellung mit Stehachsneigungen von  $5\text{--}10''$  bzw.  $15\text{--}30^{\circ}$  zu rechnen ist. Dem stehen Richtungsgeauigkeiten von  $\pm 1\text{--}2''$  gegenüber, wie sie nach einigen Sätzen in beiden Kreislagen erzielt werden und etwa für Stollentriangulierungen, Verschiebungsmessungen oder Ablotungen auch notwendig sind.

Sollen die systematischen Einflüsse  $1''$  nicht übersteigen, kommt man unter den getroffenen Annahmen nur im Zenitdistanzbereich  $84^{\circ} < z < 96^{\circ}$  ohne Neigungsbestimmung aus. Bei steileren Visuren werden – wenn überhaupt vorhanden – Reiterlibellen verwendet. Sie werden auf die Theodolitstützen bzw. Kippachsringe aufgesetzt und haben Parswerte  $p \approx 5''$  pro Linie. Durch Ablesen der Blasenenden ( $l, r$ ) in beiden Kreislagen I, II bestimmt man die quer zur Steilvisur liegende Komponente der Stehachsneigung und somit die Richtungskorrektion

$$K = \frac{p}{4} [(l+r)_I - (l+r)_{II}] \operatorname{ctg} z. \quad (1)$$

(Die Formel gilt für durchlaufende Libellenteilung, wenn sich ihr Nullpunkt in Kreislage I rechts befindet.) Wegen ihrer exponierten Lage sind Reiterlibellen jedoch sehr wind- und temperaturempfindlich, wozu noch Fehler durch ungleichförmigen Schliff und Blasenr agheit kommen. Die Einflüsse wirken großteils in dieselbe Richtung und können sich unter normalen Umständen auf  $3\text{--}5''$  summieren [1]. Bei starkem Wind – im Gebirge also häufig – sind Reiterlibellen nicht einsetzbar.

Wesentlich besser ist ein spezielles Kippachsmikrometer, wie es 1974 für den DKM2-A entwickelt wurde [2]. Am Institut für Höhere Geodäsie der TU Wien haben wir damit gute Erfahrungen gemacht und Genauigkeiten der Neigungsbestimmung von  $+ 1''$  festgestellt. Leider sind solche Entwicklungen an anderen gängigen Instrumenten aus konstruktiven Gründen kaum möglich.

Hingegen ist bei allen modernen Sekundentheodoliten die *Neigungsbestimmung mit dem H ohenkreiskompensator* empfehlenswert. Dabei wird das in Lage I geklemmte Fernrohr in die Azimute quer zur Steilvisur gerichtet

( $a + 90^\circ$ ,  $a - 90^\circ$ ) und der Höhenkreis koinzidiert. Die halbe Differenz der Mikrometerlesungen ergibt, abgesehen von sekundären Achsfehlern, die wirksame Komponente der Stehachsneigung. Zu der aus beiden Kreislagen gemittelten Richtung muß daher die Korrektur

$$K_a \doteq \frac{1}{2} [\bar{z}_{a+90} - \bar{z}_{a-90}] \operatorname{ctg} z \quad (2)$$

addiert werden.

Bei Richtungssätzen mit mehr als 3–4 Zielen wird man die Korrekturen nicht mehr individuell bestimmen, sondern etwa folgendermaßen vorgehen:

1. Messung des Richtungssatzes in Lage I
2. Klemmen des Fernrohrs (Lage I) in beliebiger, bequemer Zenitdistanz
3. Koinzidieren des Höhenkreises in 4 Richtungen (Horizontalkreis  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$ )
4. Messung des Richtungssatzes in Lage II.

Die Korrektur einer Richtung  $a$  folgt aus

$$K_a \doteq \frac{1}{2} [(\bar{z}_{90} - \bar{z}_{270}) \cos a - (\bar{z}_0 - \bar{z}_{180}) \sin a] \operatorname{ctg} z \quad (3)$$

oder einer grafischen Lösung: Man trägt die 4 Mikrometerlesungen um  $+90^\circ$  versetzt auf und zieht die Mittellinie sowie eine freihändige Sinuskurve (Abb. 1). Die Richtungskorrekturen des Satzes sind nun über der Kreislesung  $a$  zu entnehmen und lediglich mit dem jeweiligen  $\operatorname{ctg} z$  zu multiplizieren.

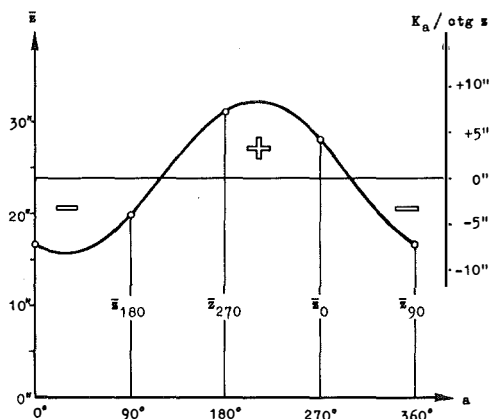


Abb. 1: grafische Neigungskorrektur

Bei älteren Theodoliten ohne Kompensator läßt sich die Neigung mit der Höhenkreislibelle bestimmen, die im Gegensatz zu einer Reiterlibelle temperatur- und windgeschützt ist. Mühevolleres Einspielen und Kreiskoinzidieren erübrigt sich, wenn man die Abstände der gespiegelten Blasenenden mit einem kleinen Maßstab ausmißt.

Die Gleichungen (2) und (3) gelten streng nur für ideal gefertigte Achsen, werden also in der Praxis durch Taumelfehler der Stehachse beeinflusst. Daher verläuft die Neigung nicht genau sinusförmig – ein Grund mehr, die grafische Lösung der Formel vorzuziehen. Aufgrund eingehender Untersuchungen [1] kann der mittlere Einfluß der Taumelfehler mit  $\pm 1-2''$  angesetzt werden, die Stativverwindungen betragen etwa die Hälfte davon. Bei Visurneigungen bis  $30^\circ$  bleibt demnach die Meßgenauigkeit eines Sekundentheodolits von  $\pm 1''$  fast erhalten.

Für steilere Visuren oder höchste Genauigkeitsansprüche sei empfohlen, nach der Hälfte der vorgesehenen Richtungssätze den Theodolitunterbau auf dem Stativ um  $180^\circ$  zu verdrehen. Im Mittel entfallen dadurch alle Taumelfehler mit ungerader Periode, außerdem wird eine eventuelle Dejustierung des optischen Lotes unwirksam.

#### Literatur

[1] Gerstbach, G.: Zur Azimutmessung mit Sekundentheodoliten. Ö.Z.f.V.u.Ph., Jg. 64, S. 53–68, Wien 1977.

[2] Kern & Co. A.G.: Sekundentheodolit Kern DKM2-A mit Kippachsmikrometer. Bulletin Nr. 24, Aarau 1976.

## Ersatz der Helmerttransformation durch die Drei-Parameter-Transformation bei lokalen Umformungen

Von Gernot Windholz, Stainach

### 1. Einleitung

Prof. K. Kraus beschreibt in „Verschiedene Transformationen und Indikatoren zur Lokalisierung grober Datenfehler“ (AVN 82, S. 23–34, 1975) unter anderem den Unterschied zwischen der Helmerttransformation und der Drei-Parameter-Transformation beim Aufsuchen grober Datenfehler. Unabhängig von den Vorteilen der Drei-Parameter-Transformation bei der Suche von groben Datenfehlern ist diese Transformation in bestimmten Fällen aber auch besser zur eigentlichen Transformation geeignet als die gebräuchliche Helmerttransformation.

Die Koordinatentransformation nach Helmert ist das Ergebnis einer Ausgleichsrechnung. Zur eindeutigen Bestimmung der vier Transformationselemente sind zwei idente Punkte in zwei Koordinatensystemen erforderlich. Jeder weitere Punkt liefert eine Überbestimmung und wird zur Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate verwendet.

Die Umformung des alten Systems in das neue erfolgt durch Drehung, Translation und Maßstabskorrektur in der Weise, daß nach der Transformation die Quadratsumme der Fehler der identen Punkte zu einem Minimum wird.