

Paper-ID: VGI\_196602



## Über eine Untersuchung der Ganggenauigkeit der z-Spindel eines Wild A 5

Walter Kottié <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Graz 4, Am Damm 9/10*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **54** (1), S. 9–13

1966

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

```
@ARTICLE{Kottie_VGI_196602,  
  Title = {{\U}ber eine Untersuchung der Ganggenauigkeit der z-Spindel eines  
    Wild A 5},  
  Author = {Kotti{\`e}, Walter},  
  Journal = {{\O}sterreichische Zeitschrift f{{\u}r Vermessungswesen},  
  Pages = {9--13},  
  Number = {1},  
  Year = {1966},  
  Volume = {54}  
}
```



und weil zweitens wahrscheinlich alle unsere Basen geringe Abweichungen vom Internationalen Meter aufweisen.

Das so gefundene *BLH*-System können wir ohne weiteres jederzeit in ein *xyz*-System transformieren (Abb. 3).

Das eigentliche Ziel unserer Erörterung aber ist nicht das Weltsystem, sondern die Bestimmung des Geoids, d. h. die Festlegung der Geoidundulationen gegenüber dem mittleren Erdellipsoid. Dieses ist zwar eingangs definiert; jedoch wie man es findet, wurde nicht gesagt. Es gibt mehrere Möglichkeiten, allen Verfahren aber ist gemeinsam, daß man nur auf dem Wege eines nicht ganz einfachen Approximationsprozesses weiterkommt. K. Ledersteger hat dem Problem in einem Vortrag über „Internationale Bezugsflächen und einheitliches Weltsystem“ folgenden klaren Ausdruck gegeben<sup>19)</sup>.

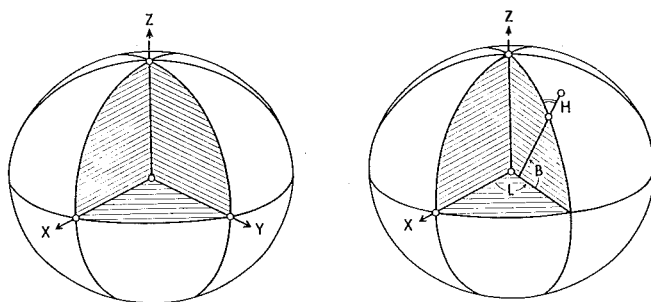


Abb. 3: Geozentrische Systeme

„Die Lösung des Problems der Erdfigur ist seltsam genug. Man sollte eigentlich meinen, daß man das Erdellipsoid kennen muß, ehe man das Geoid gegenüber dieser wichtigsten Bezugsfläche festlegen kann. In Wahrheit aber kehren sich die beiden Teilprobleme, die Bestimmung des Erdellipsoids und die Bestimmung der Geoidundulationen, um. Es müssen die Geoidhöhen gegenüber einem streng physikalisch definierten Ellipsoid bekannt sein, ehe aus den gravimetrischen Höhen die Abplattung des mittleren Erdellipsoids abgeleitet werden kann, und es müssen überhaupt die Undulationen des Geoids bekannt sein, ehe die Achse des Erdellipsoids translativ oder besser projektiv bestimmt werden kann.“ (Schluß folgt)

## Über eine Untersuchung der Ganggenauigkeit der *z*-Spindel eines Wild A 5

Von *Walter Kottlé*, Graz

### Einleitende Überlegungen

Die Materialien, aus denen moderne Auswertegeräte gefertigt werden, sind sehr hochwertig; außerdem ist schon bei der Konstruktion darauf geachtet worden, daß Abnützungen möglichst vermieden werden. An gewissen Stellen, an denen trotz Schmierung beachtliche Reibungen auftreten, wird sich aber im Laufe der Jahre doch ein gewisser Verschleiß einstellen.

Solche Stellen sind z. B. die Gleitsteine (Mitnehmer) der Wellen sowie die Spindeln. Wird ein Spiel zwischen Wellennut und Gleitstein festgestellt, so dürfte es keine Schwierigkeit bereiten, einen den Abnutzungsverhältnissen entsprechenden neuen Gleitstein einzupassen. Beim A7 ist diese Fehlerquelle bereits ausgeschaltet, da die Gleitsteine, bei anderem Querschnitt der Wellen, durch nachstellbare Kugellager ersetzt wurden.

Anders verhält es sich zweifellos bei den Spindeln. Auf die horizontal liegenden  $x$ - und  $y$ -Spindeln wirken nur die durch Federdruck angepreßten Halbmutter, so daß schlimmstenfalls eine Vertiefung des Gewindes eintreten kann, die für eine Meßspindel sehr wesentliche Steigung wird aber kaum beeinflußt werden. Auch durch die hin und her gehende Bewegung der Mutter während des Auswertevorganges dürfte eine gleichmäßige Beanspruchung der Gewindeflanken stattfinden, was wiederum auf eine unwesentliche Vertiefung des Gewindes hinausläuft. Es kann somit angenommen werden, daß die  $x$ - und  $y$ -Spindeln auch nach sehr langem Gebrauch keine störenden Abnutzungserscheinungen zeigen werden. (Abbildung 1a)

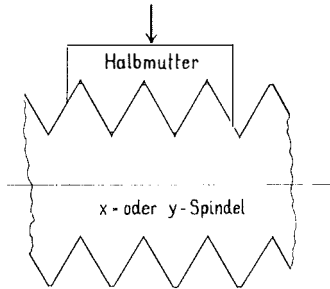


Abb. 1a

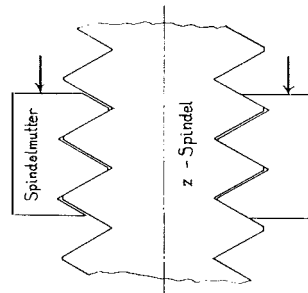


Abb. 1b

Wie sieht es aber nun bei der senkrecht stehenden  $z$ -Spindel aus? Auf ihre Mutter wirkt das Differenzgewicht zwischen Basiswagen und Gegengewicht. Das sind immerhin 5 kg, die sich allerdings nicht voll auswirken, da die Reibung der Kettchen und Rollen beträchtlich ist. Dieses Übergewicht ist aber notwendig, damit die Reibung der Kettchen des Gegengewichtes mit Sicherheit überwunden und somit jedes Spiel ausgeschaltet wird. Dies bewirkt allerdings eine einseitige Abnutzung der Spindel, da immer nur die gleiche (obere) Seite der Gewindeflanken unter Druck steht. In diesem Falle besteht also zweifellos die Möglichkeit, daß die Steigung des Gewindes infolge Abnutzung unmittelbar verändert wird. (Abbildung 1b)

Soweit die theoretische Überlegung.

Weiters sieht man auch beim Reinigen der Spindeln, daß das verbrauchte Fett an der  $z$ -Spindel stets eine Spur dunkler ist als jenes der anderen Spindeln, obwohl diese mehr der Verstaubung ausgesetzt sind. Wenn man außerdem die nachstellbare Mutter der  $z$ -Spindel im Bereiche von 3,0 (Grobablesung an der  $z$ -Säule) auf zügigen Gang einstellt, ist es nur mehr mit unerlaubtem Kraftaufwand möglich, den Basiswagen über 2,2 hinaufzudrehen. Schließlich habe ich bei Modellen mit großen Höhenunterschieden schon mehrfach unerklärliche Höhenablagen an den Paß-

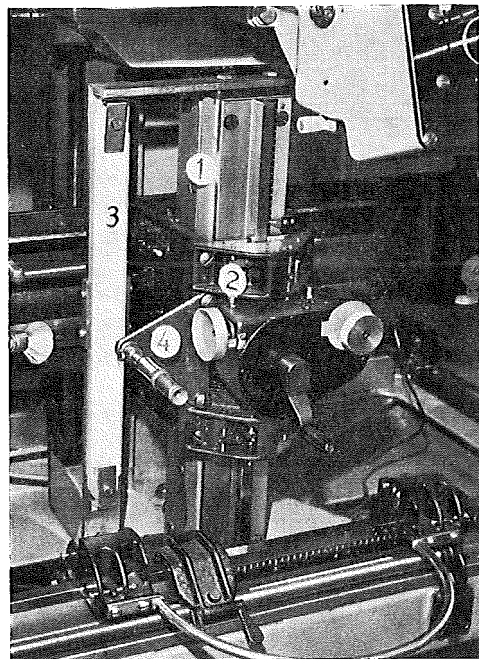
punkten festgestellt, obwohl die Modelle sehr sorgfältig orientiert wurden und praktisch parallaxfrei waren.

Auf Grund dieser einwandfrei beobachteten Erscheinungen bin ich zur Überzeugung gelangt, daß die z-Spindel bereits merkliche Abnützungserscheinungen aufweisen müsse. Ich beschloß daher, der Sache auf den Grund zu gehen und eine Ausmessung der z-Spindel durchzuführen. Dabei wurde ich von meinen Vorgesetzten in dankenswerter Weise unterstützt, da ich die werkstattmäßigen Möglichkeiten des Bauhofes der Agrartechnischen Abteilung in Anspruch nehmen durfte.

### *Die Meßanordnung*

Das Einfachste wäre es natürlich gewesen, die Spindel auszubauen und auf einem geeigneten Komparator zu untersuchen. Da ein solcher Ausbau jedoch über die dem Photogrammter erlaubten Möglichkeiten weit hinausgeht, mußte eine andere Art der Ausmessung erdacht werden.

Als Meßmittel wurde der 320 mm lange Glasmaßstab von Wild, welchem normalerweise zur Messung der Filmschrumpfung dient, verwendet; er ist in  $1/10$  mm geteilt und erlaubt daher, an einem ebenso dünnen Indexstrich,  $1/100$  mm zu schätzen\*).



Die nebenstehende Abbildung 2 zeigt diese Einrichtung

- 1 = z-Säule
- 2 = Basiswagen
- 3 = Glasmaßstab
- 4 = Halterung für das  
Ablesemikroskop

Als Ablesemittel diente das Zeichenstiftmikroskop des A7, welches im Gesichtsfeld 2 feine Striche aufweist, die sich sehr gut als Index eignen. Nun war es nur noch nötig, für den Glasmaßstab und das Ablesemikroskop geeignete Halterungen zu

---

\*) Um ganz sicher zu gehen, wurden die cm-Striche des Glasmaßstabes vom physikalisch-technischen Prüfungsdienst des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen geprüft. Die größte Abweichung vom Sollwert betrug 0,005 mm.

entwerfen bzw. anfertigen zu lassen. Der Glasmaßstab wurde auf einem Flacheisen-  
teil befestigt, der am oberen Ende der z-Säule und am x-Wagen angeschraubt wurde.  
Das Ablesemikroskop wurde mittels einer dreieckförmigen Halterung am Basis-  
wagen (z-Wagen) befestigt.

Schließlich mußte noch am oberen Ende der z-Spindel ein Zeiger angebracht  
werden, an dessen feststehendem Index stets genau eine Spindelumdrehung eingestellt  
werden konnte. Zeiger und Index wurden so gefertigt, daß die Einstellsicherheit  
der Spindeldrehungen mit  $\pm 50^\circ$  angenommen werden kann. (Auf der Abbildung 2  
nicht sichtbar.)

*Die Messung und ihre Ergebnisse*

Um einen möglichen Einfluß des Ölfilmes zu vermeiden, wurde die z-Spindel  
entfettet. Gemessen wurde stets im Aufwärtsgang, wobei jede Spindeldrehung abge-  
lesen wurde. Um einen mittleren Fehler und damit ein Maß für die der Messung  
innewohnende Genauigkeit zu erhalten, wurden zwei Messungsreihen beobachtet,  
wobei der Maßstab beim zweiten Mal etwas verschoben wurde. Der mittlere Fehler  
einer Ablesung wurde errechnet, er beträgt

$$\pm 0,007 \text{ mm (bei 2mal 162 Lesungen).}$$

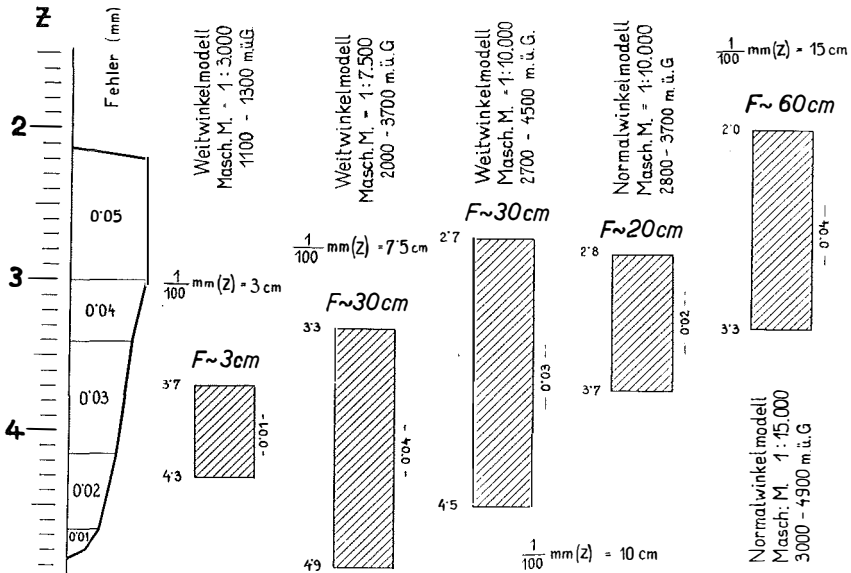


Abb. 3

Es sei noch bemerkt, daß eine Maßstabsdifferenz zwischen der Ganghöhe der  
Spindel und dem verwendeten Glasmaßstab nicht festgestellt wurde. Dies ergab  
sich aus den Ablesungen an jenen Abschnitten der Spindel, die keine meßbare Ab-  
nützung zeigten.

Von der tiefsten Stelle der Spindel bis etwa 4,7 war die Abnützung praktisch null, dann war jedoch eine stetige Zunahme festzustellen. Von 3,0 bis 2,2 trat der Höchstwert der Abnützung von 0,05 mm gegen den Sollwert auf, um sonderbarerweise zwischen 2,2 und 2,1 fast plötzlich auf null abzufallen. Von 2,1 bis 1,2 (letzte Messung oben) konnte ich keine Abnützung mehr nachweisen.

In der Abbildung 3 ist links die Bezifferung der z-Säule aufgetragen, rechts davon sieht man, schematisch in Blöcke geteilt, die bei der Spindelmessung festgestellten Fehler der Gewindesteigung. Die fünf schraffierten Felder stellen bei uns häufig vorkommende Auswertedispositionen dar; aus ihrer Lage in bezug auf die Bezifferung ist ersichtlich, welche Bereiche der z-Spindel dafür jeweils beansprucht werden. Schließlich sieht man, daß die durch Spindelabnützung möglichen Höhenfehler ( $F$ ) eigentlich stets innerhalb der Meßgenauigkeit bleiben.

Die toten Gänge zwischen Spindel und Höhenzählwerk habe ich nicht untersucht, da man sie durch gleichartiges Anfahren aller Punkte unschädlich machen kann. Die graphische Darstellung des Abnützungsverlaufes ergibt einen nahezu linearen Verlauf, so daß dieser mathematisch durch eine Gerade, oder noch exakter durch eine Parabel etwa 3. Ordnung approximiert werden kann. Für praktische Bedürfnisse erscheint es aber völlig ausreichend, eine allfällige Korrektur der Höhenablesungen aus der graphischen Darstellung zu entnehmen.

#### *Die Schlußfolgerungen*

Aus Abbildung 3 ist ersichtlich, daß die festgestellte Abnützung der z-Spindel nahezu keinen störenden Einfluß auf die Höhengenaugkeit der Auswertungen haben kann. Der Autograph WILD-A5 (Baujahr 1951) steht seit 1953 in einschichtigem Betrieb. Bei mehrschichtiger Betriebsweise würde der Verschleiß wohl größer sein, aber immer noch kaum in's Gewicht fallen. Selbst wenn man die errechneten  $F$ -Werte verdoppeln würde, könnte man noch immer nicht von unzulässigen Höhenfehlern sprechen. Die Kataster- und EP-Auswertungen, bei denen höchste Genauigkeit gefordert wird, sind von der geschilderten Abnützungserscheinung nicht betroffen; diese Operationsgebiete liegen meist in fast ebenem Gelände (Abbildung 3, Masch. Maßst. 1:3000) und beanspruchen daher nur kleine Bereiche der z-Spindel.

Die von mir festgestellten Höhenfehler bei Modellen mit großen Höhenunterschieden werden demnach wohl auf den von der terrestrischen Photogrammetrie her bekannten (mit dem Quadrat der Entfernung wachsenden) Einfluß des Konvergenzfehlers zurückzuführen sein, der bei der absoluten Orientierung von Luftaufnahmen kaum richtig zu erfassen ist.

Somit hat diese Untersuchung ein Ergebnis gebracht, das alle Benutzer derartiger Auswertegeräte mit Befriedigung zur Kenntnis nehmen werden.

#### *Literatur*

- [1] *Bessel*; Darstellung der Untersuchungen . . . . Berlin 1839, S. 59—63.
- [2] *Weinstein*; Handbuch der physikalischen Maßbestimmungen, 2. Bd. Berlin 1888.
- [3] *Jordan*; 3. Band (6. Aufl. 1916) Kapitel 1, § 5, Schraubenfehler.