

Paper-ID: VGI\_196514



## Zur Ausschaltung grober Beobachtungsfehler bei der Grenzpunktaufnahme

Hans Biach <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *B. A. für Eich- u. Verm., Wien VIII, Friedrich-Schmidtplatz 3*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **53** (5), S. 145–151

1965

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

```
@ARTICLE{Biach_VGI_196514,  
Title = {Zur Ausschaltung grober Beobachtungsfehler bei der Grenzpunktaufnahme  
},  
Author = {Biach, Hans},  
Journal = {{\u}sterreichische Zeitschrift f{\u}r Vermessungswesen},  
Pages = {145--151},  
Number = {5},  
Year = {1965},  
Volume = {53}  
}
```



## Zur Ausschaltung grober Beobachtungsfehler bei der Grenzpunktaufnahme

Von Hans Biach, Wien

Vor mehr als 30 Jahren hat *K. Levasseur* einen ausführlichen Artikel über dieses Thema veröffentlicht [1]. Diese Veröffentlichung bezieht sich hauptsächlich auf die doppelte polare Aufnahme von zwei verschiedenen Standpunkten aus.

Seit der Verwendung von elektronischen Rechenmaschinen im bundesstaatlichen Vermessungswesen hat sich die Methode der polaren Grenzpunktaufnahme zum Teil geändert. Wurde vor diesem Zeitpunkt vorwiegend die doppelte polare Aufnahme von zwei verschiedenen Standpunkten angewandt, so wird nunmehr die einfache Aufnahme — mit geeigneten Sicherungsmaßnahmen als Kontrolle — vorgezogen und nur in Gebieten mit großen Grundstücken und im Berggelände, wo die Messung von Sicherungsmaßnahmen mit Schwierigkeiten verbunden ist, wird weiterhin die zuerst genannte Aufnahmeart als zweckmäßigste Methode beibehalten. Die einfache polare Aufnahme bringt zweifellos eine Einsparung von Feldarbeit mit sich, da die Messung von Sicherungsmaßnahmen und deren Eintragung in die Feldskizzen (Zahlenplan) ohnehin auch bei der doppelten Polaraufnahme vorgenommen wird, einerseits um die Fortführungsarbeiten zu erleichtern, andererseits um den Wert der Feldskizzen für alle Kreise, die sich ihrer bedienen, zu erhöhen.

Die elektronische Berechnung umfaßt nicht nur die Koordinatenermittlung, sondern auch die Berechnung der Sicherungsmaße. Diese und ihre Abweichungen von den gemessenen Werten werden automatisch in einer Tabelle zusammengestellt,

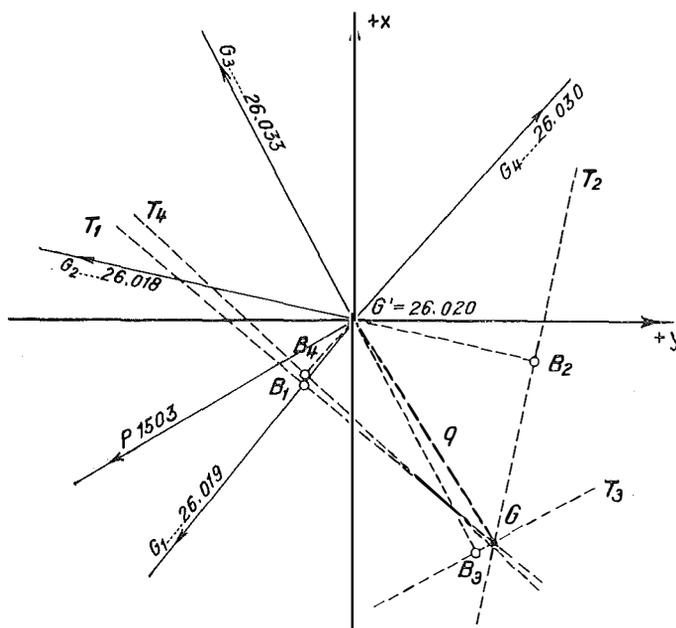


Abb. 1 (Maßstab 1 : 20)

wobei durch Kennziffern auf den ersten Blick feststellbar ist, ob diese Abweichungen kleiner als 10 cm, zwischen 10 und 20 cm oder größer als 20 cm sind.

Ein grober Fehler in den Aufnahmedaten der einfachen Polaraufnahme bewirkt die Fehlergrenze übersteigende Widersprüche zwischen den zugehörigen gemessenen Sicherungsmaßnahmen und den errechneten Werten (Tabelle 4b der Dienstvorschrift Nr. 14). Jeder Widerspruch ist vom jeweiligen Winkel  $\varphi$  abhängig, den die Richtung des Sicherungsmaßes mit der Aufnahme­richtung einschließt. Die Widersprüche schwanken daher zwischen Null und der absoluten Länge des Fehlervektors.

Die Ermittlung des Fehlervektors aus den Widersprüchen der entsprechenden Sicherungsmaßnahme erfolgt am einfachsten auf graphischem Wege.

In einer maßstabrichtigen Darstellung (Abb. 1) wird der fehlerhafte Grenzpunkt  $G'$ , seine Aufnahme­richtung und die Richtungen nach allen Grenzpunkten  $G_i$  ( $i = 1, 2, 3 \dots$ ) eingetragen, von denen Sicherungsmaße nach  $G$  gemessen wurden. Bei der Verwendung einer Feldskizzenlichtpause kann diese erste Arbeitsphase entfallen. Werden sodann die Widersprüche der Sicherungsmaße auf den entsprechenden Strahlen von  $G'$  aus in einem geeigneten Maßstab aufgetragen, so kann der geometrische Ort der richtigen Punktlage  $G$  als Schnittpunkt von 2 oder mehreren Geraden dargestellt werden, wenn die den geometrischen Ort bestimmenden Kreise  $K_i$  mit den Mittelpunkten  $G_i$  und den Radien  $s_i$  ( $i = 1, 2, 3 \dots$ ) durch ihre Tangenten  $T_i$  approximiert werden (Berührungspunkte  $B_i$ ).

Die folgenden Beispiele sind dem Neuvermessungsoperat Lustenau, Vorarlberg, entnommen.

*Beispiel 1: Fehlerhafter Grenzpunkt Nr. 26020 (Abb. 1)*

Sicherungsmaße von nach	Sollwert (gemessen) m	Istwert (gerechnet) m	Widersprüche (Ist – Soll) m
26020 – 26019 ( $G_1$ )	$s_1 = 28,22$	28,43	+ 0,21
– 26018 ( $G_2$ )	$s_2 = 31,69$	31,19	– 0,50
– 26033 ( $G_3$ )	$s_3 = 30,32$	29,63	– 0,69
– 26030 ( $G_4$ )	$s_4 = 31,08$	30,89	– 0,19

Positive Widersprüche werden von  $G'$  in der Richtung zum anderen Endpunkt des Sicherungsmaßes aufgetragen, negative in der entgegengesetzten Richtung. Die 4 Tangenten schneiden einander im Punkte  $G$ . Da die Strecke  $\overline{G'G}$  senkrecht zur Aufnahme­richtung liegt, ist die von  $P$  1503 nach  $G' = 26020$  gemessene Richtung mit einem groben Aufnahme­fehler behaftet. Die Querverschwenkung  $q = G'G$  ergibt sich graphisch mit 0,68 m, und zwar positiv, da die Drehung von  $G'$  nach  $G$  vom Standpunkt  $P$  1503 aus gesehen im Uhrzeigersinn erfolgt. Mit dem Rechenschieber erhält man

$$\Delta R = + \frac{q \rho^c}{d} = + 101^c,3, \text{ also rund } + 100^c = 1^g;$$

$d$  bedeutet die gemessene Distanz  $P$  1503 – Grenzpunkt 26020.

Beispiel 2: Fehlerhafter Grenzpunkt Nr. 26077 (Abb. 2)

Sicherungsmaße von nach	Sollwert (gemessen)	Istwert (gerechnet)	Widersprüche (Ist – Soll)
26077 – 26041 ( $G_1$ )	33,48	33,76	+ 0,28
– 26048 ( $G_2$ )	35,03	34,24	– 0,79
– 25261 ( $G_3$ )	15,30	14,43	– 0,87

Auch hier schneiden einander die 3 Tangenten annähernd in einem Punkte  $G$ ; da  $G$  in der Aufnahme­richtung liegt, kann die Verbesserung der gemessenen Distanz  $\overline{GG'} = -1$  m direkt aus der Abb. 2 abgegriffen werden.

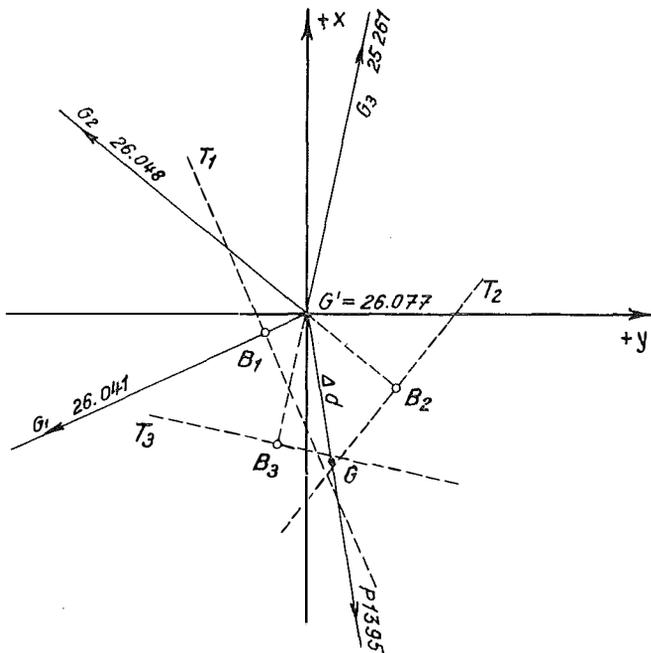


Abb. 2 (Maßstab 1 : 50)

Nach der Ermittlung des groben Fehlers wird die Grenzpunktberechnung mit dem verbesserten Wert wiederholt. Die Fehlerelimination *ohne Nachmessung* darf jedoch nur dann erfolgen, wenn die gemessenen Sicherungsmaße eine eindeutige, zweifelsfreie Feststellung des Fehlers ermöglichen.

Die Approximation des Kreises (geometrischer Ort) durch seine Tangente im Schnittpunkt des Kreises  $K_i$  mit der Geraden  $\overline{G, G'}$  darf nur dann erfolgen, wenn das Verhältnis der Länge des Fehlervektors zur Länge des Sicherungsmaßes etwa den Wert 0,1 bis 0,2 nicht übersteigt. In diesen am häufigsten vorkommenden Fällen übersteigt der durch die Approximation begangene Fehler nicht wesentlich die unvermeidlichen Fehler der Aufnahmedaten und der Sicherungsmaße. Wird dieses Verhältnis überstiegen, so kann bei sehr kurzen Sicherungsmaßen ( $< 3-5$  m) das oben geschilderte graphische Verfahren ohneweiters auf einer Feldskizzenkopie

durchgeführt werden, wenn statt der Tangente der Kreisbogen selbst im Maßstabe der Auftragung der Widersprüche dargestellt wird. Ist die Länge des Fehlervektors  $> 2 m$ , so ist die Einzeichnung der richtigen Punktlage mit Hilfe der gemessenen Sicherungsmaße in die Feldskizzenkopie im *Maßstab dieser Kopie* und die anschließende graphische Fehlerermittlung zu empfehlen.

Die Richtigkeit der einfachen Polaraufnahme eines Grenzpunktes wird am besten durch zwei womöglich aufeinander senkrecht stehende Sicherungsmaße geprüft.

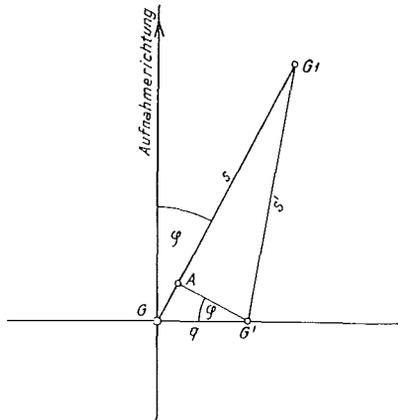


Abb. 3

Bei der Messung eines einzigen Sicherungsmaßes ist besondere Vorsicht erforderlich. Eine fehlerhafte Richtung der polaren Aufnahme bzw. der damit verbundene Querfehler  $q$  der Punktlage bewirkt folgenden Widerspruch im Sicherungsmaß (Abb. 3):

$$s - s' \doteq \overline{GA} = q \sin \varphi$$

Ist die Richtung des Sicherungsmaßes gegen die Aufnahmerichtung unter  $\varphi = 45^\circ$  geneigt, zeigt der Widerspruch im Sicherungsmaß also nur 0,7 des tatsächlichen Punktlagefehlers an, bei  $\varphi = 30^\circ$  [siehe Dienstvorschrift 18, Abschnitt 8, 4, Absatz (4)] sogar nur 0,5 dieses Wertes. Bei einem Sicherungsmaß von etwa 30 m ist die Fehlergrenze (Tabelle 4b der Dienstvorschrift 14)  $\pm 10$  cm in der Genauigkeitsstufe I,  $\pm 16$  cm in der Genauigkeitsstufe II. Die strikte Anwendung dieser Fehlergrenzwerte würde also noch einen tatsächlichen Punktlagefehler von  $\pm 20$ , bzw.  $\pm 32$  cm tolerieren.

In solchen und ähnlichen Fällen ist also bereits eine Nachmessung erforderlich, wenn der halbe Wert der Fehlergrenze für Sicherungsmaße überschritten wird!

Das in den Beispielen 1 und 2 dargelegte graphische Verfahren eignet sich auch zur Ermittlung von groben Fehlern der Aufnahmedaten bei der Orthogonalmethode. Die Eintragungen in eine maßstabrichtige Darstellung sind in diesem Falle wie in Abb. 1 und 2 durchzuführen, nur tritt an Stelle der Aufnahmerichtung eine durch den Punkt  $G'$  laufende Parallele zur Abszissenachse. Der weitere Vorgang ist sinngemäß nach dem in den Beispielen 1 und 2 geschilderten Verfahren durchzuführen. Es ergibt sich sodann ein grober Fehler in der Abszisse, wenn  $\overline{GG'}$  in die

Richtung der Abszissenachse fällt bzw. ein solcher in der Ordinate, wenn  $\overline{GG'}$  senkrecht zur Abszissenachse zu liegen kommt.

Die Praxis der Fehlerermittlung beim Neuvermessungsoperat Lustenau, Vorarlberg, ergab noch interessante Fälle, die besondere Beachtung verdienen. Es traten z. B. bei der einfachen Polaraufnahme mehrere Fälle auf, bei denen scheinbar die polaren Aufnahmedaten zweier benachbarter Grenzpunkte grobe Fehler aufwiesen, da nahezu alle von diesen beiden Grenzpunkten ausgehenden Sicherungsmaße Widersprüche zeigten, die die Fehlergrenze weit überstiegen. Bei allen diesen Fällen trat auch die vorerst überraschende Tatsache auf, daß das die beiden scheinbar fehlerhaften Grenzpunkte verbindende Sicherungsmaß fast keinen Widerspruch aufwies.

Beispiel 3: Fehlerhafte Grenzpunkte 36636 und 36637

Sicherungsmaße von nach	Sollwert (gemessen)	Istwert (gerechnet)	Widersprüche (Ist – Soll)
36636 – 36633	27,14	27,45	+ 0,31
36636 – 36637	6,00	5,99	– 0,01 (!)
36636 – 36638	17,08	16,87	– 0,21
36637 – 36632	16,60	16,30	– 0,30
36637 – 36638	15,85	16,14	+ 0,29

Die Fehleruntersuchung ergab, daß die polaren Distanzen

$P$  2100 – Grenzpunkt 36636 . . . . . 4,89 m

$P$  2100 – Grenzpunkt 36637 . . . . . 4,48 m

miteinander vertauscht worden sind.

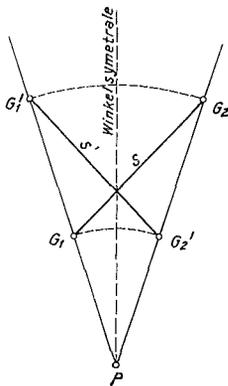


Abb. 4

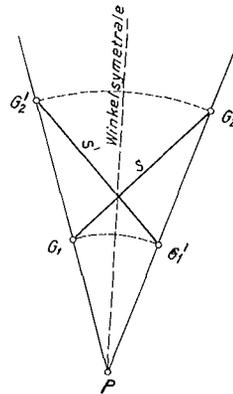


Abb. 5

In der Tat ergibt sich aus Abb. 4, daß bei einer Vertauschung der polaren Distanzen der von  $P$  aufgenommenen Grenzpunkte  $G_1$  und  $G_2$  (fälschliche Lage  $G_1'$  bzw.  $G_2'$ ) kein Fehler im berechneten Sicherungsmaß  $\overline{G_1'G_2'}$  auftreten kann, da die Figur hinsichtlich der Winkelsymmetrale symmetrisch ist und daher die Strecke  $s$  ( $= \overline{G_1G_2}$ ) der Strecke  $s'$  ( $= \overline{G_1'G_2'}$ ) gleich sein muß. Es ist weiters klar,

daß alle anderen von  $G_1$  und  $G_2$  ausgehenden Sicherungsmaße grobe Widersprüche aufweisen müssen, wenn statt der Koordinaten der Punkte  $G_1$  und  $G_2$  jene der Punkte  $G_1'$  und  $G_2'$  in der Berechnung Verwendung finden. Eine Ausnahme tritt nur bei der Berechnung von Sicherungsmaßen von  $G_1$  nach jenen Punkten auf, die zufällig von  $G_1$  und  $G_1'$  gleich weit entfernt sind, ebenso bei der Berechnung von Sicherungsmaßen von  $G_2$  nach jenen Punkten, die von  $G_2$  und  $G_2'$  dieselbe Entfernung aufweisen.

Ganz analoge Verhältnisse treten bei der Vertauschung der Richtungen der von  $P$  aufgenommenen Grenzpunkte  $G_1$  und  $G_2$  (fälschliche Lage  $G_1'$  bzw.  $G_2'$ , siehe Abb. 5) auf; auch hier muß die Strecke  $s$  gleich der Strecke  $s'$  sein, so daß beim Sicherungsmaß  $\overline{G_1'G_2'}$  kein grober Widerspruch auftreten kann. Hingegen müssen die von  $G_1$  und  $G_2$  ausgehenden anderen Sicherungsmaße im allgemeinen grobe Widersprüche infolge der Vertauschung der Punkte  $G_1$  und  $G_1'$  bzw.  $G_2$  und  $G_2'$  aufweisen. Eine Ausnahme tritt nur bei der Berechnung von Sicherungsmaßnahmen nach jenen Punkten auf, die zufällig genau (oder annähernd) auf der durch  $P$  gehenden Winkelsymmetrale liegen, da solche Punkte von  $G_1$  und  $G_1'$  bzw. von  $G_2$  und  $G_2'$  gleich weit entfernt sind.

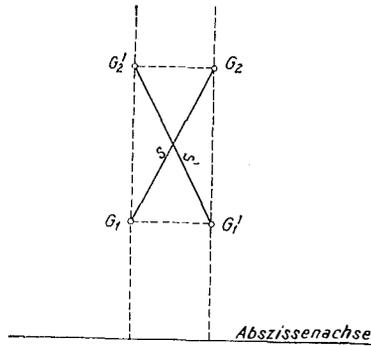


Abb. 6

Man überzeugt sich leicht, daß ganz analoge Verhältnisse auch bei der orthogonalen Aufnahme auftreten können. Vertauscht man z. B. die Abszissen der Punkte  $G_1$  und  $G_2$  (fälschliche Lage  $G_1'$  bzw.  $G_2'$ ), so zeigt das Sicherungsmaß  $\overline{G_1G_2}$  keinen groben Widerspruch, da die Strecke  $s$  ( $= \overline{G_1G_2}$ ) wegen der Symmetrie gleich der Strecke  $s'$  ( $= \overline{G_1'G_2'}$ ) sein muß (Abb. 6). Hingegen werden auch hier bei allen anderen von  $G_1$  und  $G_2$  ausgehenden Sicherungsmaßen im allgemeinen grobe Widersprüche auftreten.

Schließlich sei noch auf einige aufgetretene Fälle hingewiesen, bei denen alle Messungsdaten frei von groben Fehlern waren und nur die Grenzpunktnummern zweier benachbarter Grenzpunkte  $G_1$  und  $G_2$  in der Feldskizze oder im Handriß vertauscht wurden. Die Auswirkung dieses Irrtums ist analog jener bei den bisher geschilderten Fällen. Wieder wiesen alle von  $G_1$  und  $G_2$  ausgehenden Sicherungsmaße im allgemeinen grobe Widersprüche auf, da ja bei der Berechnung aller von  $G_1$  ausgehenden Sicherungsmaße die Koordinaten von  $G_2$  (und umgekehrt) verwendet wurden, nur das Sicherungsmaß von  $G_1$  nach  $G_2$  zeigte natürlich keinen groben Widerspruch.

**Zusammenfassung:**

Die vorstehenden Ausführungen erleichtern die Ermittlung von groben Fehlern bei der Grenzpunktaufnahme. Insbesondere wird gezeigt, wie mit einem Blick festgestellt werden kann, ob vorhandene grobe Fehler auf eine Vertauschung von Aufnahmedaten zurückzuführen sind.

**Literatur:**

[1] *Levasseur, K.*: Grenzpunktberechnung und Ausschaltung grober Beobachtungsfehler im Strahlenmeßverfahren. Festschrift Eduard Doležal zum 70. Geburtstag, Wien 1932.

## Der Einfluß von Druck und Temperatur auf die Ergebnisse von Breitenbestimmungen aus Meridianzenitdistanzen

Von Kurt Bretterbauer, Wien

(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien)

**Summary:**

The method of meridian altitudes (Sterneck's method) has the quality of eliminating the greater part of the refraction, in case a spherically stratified atmosphere is assumed. It is shown that errors of  $\pm 1^{\circ}$  C in temperature and  $\pm 1$  mm Hg in atmospheric pressure are tolerable, since their effect on the mean value of the latitude, derived from 12 star transits, amounts only to  $\pm 0''$ ,02.

Im folgenden wird untersucht, wie Fehler in der Messung von Druck und Temperatur die Ergebnisse von Breitenbestimmungen nach der Methode von Sterneck beeinflussen. Bekanntlich wird der Berechnung der astronomischen Refraktion eine kugelig geschichtete Atmosphäre zu grunde gelegt. Daher folgt die Korrektur wegen Refraktion in der Hauptsache dem Tangens der Zenitdistanz. Der Darstellung im alten astr. geod. Jahrbuch, Heidelberg, folgend, läßt sie sich als Produkt folgender Faktoren angeben:

$$r = RFG \tan z$$

Darin ist  $R \doteq 60''$ ,  $F$  ein Korrekturfaktor wegen vom Normalfall abweichender Temperatur,  $G$  desgleichen wegen Druck; beide Faktoren sind etwa gleich der Einheit.

Bei der Breitenbestimmung nach Meridianzenitdistanzen wird immer ein Nord- mit einem Südsterne zu einem Breitenwert kombiniert:

$$\varphi' = \frac{1}{2} (\delta_N + \delta_S - z_N + z_S - r_N + r_S) \quad \dots (1)$$

$\delta$  = Deklination

6 solcher Paare ergeben einen Satz. Sterneck fordert nun, daß innerhalb eines Satzes die Summe der nördlichen Zenitdistanzen gleich ist der Summe der südlichen. Der Mittelwert der Breite aus einem solchen Satz ist dann:

$$\varphi = \frac{1}{12} \{ [\delta]_N + [\delta]_S - [z_N] + [z_S] - RFG \{ [\tan z]_N - [\tan z]_S \} \} \quad \dots (2)$$

Die eckige Klammer ist als Summenzeichen zu verstehen. Wollte man für jedes einzelne Sternpaar  $z_N \approx z_S$  fordern, käme man damit auf die Methode von Horrebow-Talcott und jeder Temperatur- bzw. Druckeinfluß, ja sogar die Refraktion selbst, wäre damit ausgeschaltet.