

Paper-ID: VGI\_196609



## Zur Bedeutung der Anschlußrichtungen bei der Triangulation

Paul Gleinsvik <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Norges Landbrukshøgskole, Vollebakk, Norwegen*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **54** (4), S. 109–116

1966

BibT<sub>E</sub>X:

```
@ARTICLE{Gleinsvik_VGI_196609,  
Title = {Zur Bedeutung der Anschlu{\ss}richtungen bei der Triangulation},  
Author = {Gleinsvik, Paul},  
Journal = {{\0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen},  
Pages = {109--116},  
Number = {4},  
Year = {1966},  
Volume = {54}  
}
```



# 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  
Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Mitter

---

Nr. 4

Baden bei Wien, Ende August 1966

54. Jg.

---

## Zur Bedeutung der Anschlußrichtungen bei der Triangulation

Von *Paul Gleinsvik*, Ås (Norwegen)

### *Zusammenfassung*

In dem vorliegenden Aufsatz wird die Rolle der Anschlußrichtungen bei den Verdichtungs-triangulationen zum Gegenstand einer näheren Untersuchung gemacht, sowohl vom prinzipiellen als vom genauigkeitsmäßigen Gesichtspunkt aus. Als Hauptergebnis stellt sich heraus, daß die Weglassung der Anschlußrichtungen unter Umständen berechtigt sein kann, nämlich dann, wenn die Messung derselben sich nicht ohne beträchtliche zeitliche Einbuße durchführen läßt. Diese Feststellung folgt aus der nachgewiesenen Tatsache, daß die Anschlußrichtungen verhältnismäßig wenig die Genauigkeit der Triangulation beeinflussen. Auch sind sie nicht in prinzipieller Hinsicht für die Triangulation notwendig, abgesehen von dem Spezialfall, daß in einem Festpunkt nur eine einzige Neupunktrichtung vorkommt.

### *Résumé*

Le présent article traite du rôle et de l'importance des directions de rattachement lors de la triangulation, aussi bien au point de vue du principe qu'au point de vue de la précision. Il est démontré que l'influence de ces directions sur la précision de la triangulation est relativement faible. En principe, elles ne sont d'ailleurs pas nécessaires pour la triangulation, sauf dans le cas où, à un point fixe, il n'existe qu'une seule direction nouvelle.

Il découle de ces constatations qu'en pratique la suppression de l'observation des directions de rattachement peut être justifiée dans certaines circonstances, à savoir quand leur mesure offre des difficultés qui exigent un supplément considérable de temps et de travail pour être surmontées.

### 1. Einleitung

Wer sich mit Verdichtungstriangulationen beschäftigt hat, wird zweifellos die Erfahrung gemacht haben, daß die Anschlußrichtungen in hohem Maße die praktische Durchführung der Triangulationen erschweren. Das ist besonders dann der Fall, wenn es sich um die Verdichtung eines Netzes erster Ordnung handelt, wobei die Anschlußrichtungen die Länge von etwa 30—50 km aufweisen, während die

anderen Seitenlängen viel weniger, etwa ungefähr 5 km betragen. Die Komplikationen bei den langen Visuren sind vor allem auf folgende drei Gründe zurückzuführen. Erstens: Die Messung derselben erfordert besonders günstige Sicht- und Beleuchtungsverhältnisse. Zweitens: Die langen Visuren bedingen in der Regel den Einsatz eines größeren Instrumentes, so daß man sich entweder mit zwei Theodoliten oder mit einem größeren und teureren Instrument, als es sonst nötig wäre, abfinden muß. Drittens: Lange Visuren komplizieren und verteuern die Signalisierung.

Aber welche Rolle spielen eigentlich die Anschlußrichtungen, und vor allem, wie beeinflussen sie die Genauigkeit der Triangulation? Die meisten Praktiker sind geneigt, den Anschlußrichtungen eine überaus große Bedeutung beizumessen, eine Einstellung, die sowohl in prinzipiellen als auch in genauigkeitsmäßigen Vorstellungen verankert ist.

## 2. Die prinzipielle Bedeutung der Anschlußrichtungen

Auf den ersten Blick erscheint es naheliegend, den Schluß zu ziehen, daß die Anschlußrichtungen für die geometrische Lösung der Triangulationsaufgabe prinzipiell notwendig sind. Bis jetzt bestand nämlich das übliche Berechtigungsverfahren aus zwei getrennten Stufen: zuerst, eine präliminare Orientierung der Satzserien der Festpunkte, und nachher, die Ermittlung der Koordinaten der Neupunkte. Ohne diese vorhergehende Orientierung in den Festpunkten, welche die Anschlußrichtungen ermöglichen, würde die zweite Stufe wesentlich erschwert werden. (Daß sich die Berechnung trotzdem durchführen läßt, ist bei Betrachtung der Ketteneinschaltung in Abb. 2 leicht einzusehen. Ohne Anschlußrichtungen wird sich die Berechnung wie folgt gestalten: ausgehend z. B. vom Pkt. A wird zuerst eine provisorische Berechnung der Kette in beliebigem Maßstab und beliebiger Orientierung durchgeführt. Die dadurch entstandene provisorische Figur erhält so ihre korrekte Lage und Orientierung durch eine Transformierung. In analoger Weise könnte man bei der Berechnung massiver Netze vorgehen.)

Nun besteht aber die strenge Lösung des Problems in einer gemeinsamen Behandlung des gesamten Beobachtungsmaterials nach der Methode der kleinsten Quadrate, also in *einer* Stufe anstelle von zweien. Dies bedeutet, daß die Orientierungswinkel der Festpunkte gemeinsam mit der Lage der Neupunkte bestimmt werden, und nicht wie üblich, durch eine partielle Ausgleichung. Bei dem exakten Berechnungsverfahren verlieren die Anschlußrichtungen somit ihre Bedeutung als notwendige „Ingredienzen“, abgesehen davon, daß die Ermittlung der Näherungskordinaten der Neupunkte erschwert wird, wenn keine Anschlußrichtungen vorhanden sind (diese Schwierigkeit aber ließe sich durch Näherungsmessungen der Anschlußrichtungen beheben). Das Näherungsverfahren in zwei Stufen wurde von der Rücksichtnahme auf eine Begrenzung des Berechnungsumfanges bestimmt. Nach Entwicklung der elektronischen Rechenmaschinen aber gibt es keinen Grund mehr, diesem Punkte noch länger irgendeine Bedeutung zuzumessen, und damit fällt auch die scheinbar prinzipielle Bedeutung der Anschlußrichtungen fort. Nur in dem Fall jedoch, daß in einem Festpunkt nur eine einzige Neupunkttrichtung vorkommt, ist die Mitnahme wenigstens einer Anschlußrichtung prinzipiell notwendig, weil sonst die Messung der Neupunkttrichtung umsonst gewesen wäre. In der Praxis wird

auch ausnahmsweise der Fall eintreten, wo die Beobachtung von Anschlußrichtungen notwendig wird, nämlich dann, wenn sonst die Punktbestimmung unterbestimmt würde (weniger Beobachtungen als die Anzahl der zu bestimmenden Größen).

### 3. Die ausgeführte numerische Untersuchung

#### 3.1. Beschreibung und Ergebnisse

Um Anhaltspunkte zur Beurteilung der Auswirkung der Anschlußrichtungen auf die Genauigkeit der Triangulation zu erhalten, wurden zwei Verdichtungsfälle, nämlich die Netzeinschaltung (Abb. 1) und die Ketteneinschaltung (Abb. 2) zum Gegenstand einer numerischen Untersuchung gemacht.

#### Netzeinschaltung

(Die Punkte A, B und C sind gegeben)

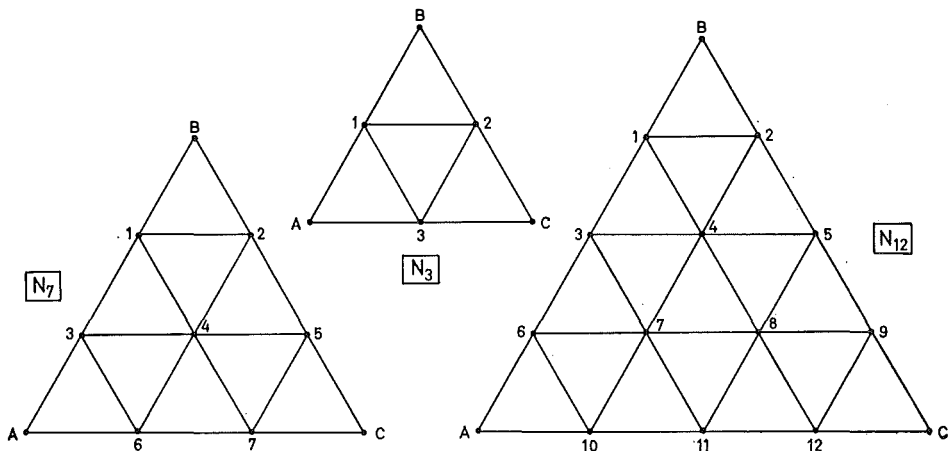


Abb. 1

#### Ketteneinschaltung

(Die Punkte A und B sind gegeben)

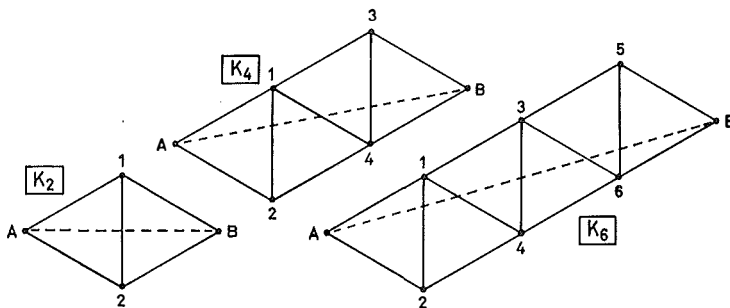


Abb. 2

In Abb. 1 wird jeweils ein gegebenes Dreieck A, B, C mit einem Netz verdichtet, während in Abb. 2 zwischen den zwei Festpunkten A und B Ketten eingeschaltet werden. In sämtlichen Fällen setzen sich die Probefiguren aus lauter gleichseitigen

und gleichgroßen Einzel-Dreiecken zusammen. Es werden Richtungsbeobachtungen von gleicher Genauigkeit vorausgesetzt, deren Gewicht einfachheitshalber gleich eins gewählt wird.

Zur Bezeichnung der angegebenen Fälle werden die Abkürzungen  $N_i$  und  $K_i$  verwendet, wobei  $N$  und  $K$  auf Netz- bzw. Ketteneinschaltung hinweisen, während  $i$  die Anzahl der Neupunkte angibt.

Die 6 Probestaturen wurden einer Untersuchung in bezug auf die Genauigkeit unterzogen, und zwar im Hinblick auf die beiden Alternativen:

1. Sämtliche Anschlußrichtungen (6 Anschlußrichtungen in den  $N$ - und 2 in den  $K$ -Fällen) werden beobachtet.

2. Sämtliche Anschlußrichtungen werden weggelassen.

Außer den Anschlußrichtungen sind sämtliche in den Abb. 1 und 2 angegebenen Richtungen gemessen, d. h. nur die Richtungen zwischen Nachbarpunkten, also keine „übergreifende“ Visuren. Der Untersuchung wurde die vermittelnde Ausgleichung (Koordinatenausgleichung) zugrunde gelegt. Die Fehlergleichungssysteme wurden „manuell“ aufgestellt und die nachfolgende Bearbeitung derselben „elektronisch“ durchgeführt. Primär wurden die Gewichtskoeffizienten der Koordinaten der Neupunkte ermittelt, auf Grund welcher man die verschiedenen Genauigkeitskriterien nachträglich berechnete. Die numerischen Ergebnisse dieser Berechnungen sind den Tabellen 1 und 2 zu entnehmen (zu den Tabellenwerten über die mittleren Fehler gehört überall  $\frac{S}{\rho} m_r$  als Faktor hinzu, wobei  $S$  die Seitenlänge der gleichgroßen und gleichseitigen Dreiecke ist, welche die „Bausteine“ der Probestaturen darstellen, und  $m_r$  den mittleren Richtungsfehler bedeutet.)

Tabelle 1. Genauigkeitsangaben für die Neupunkte

(Die Klammerwerte beziehen sich auf die Weglassung sämtlicher Anschlußrichtungen)

Probestatur	Punkt	Mittlerer Punktfehler M	$\Delta M$ in %	Achsenverhältnis der Fehlerellipsen A:B	Orientierung der Fehlerellipsen $\varphi_A$
$N_3$	1, 2, 3	1,055 (1,112)	+ 5,4	1,690 (1,592)	33,33% ( 33,33%)
$N_7$	1, 2, 3, 5, 6, 7	1,238 (1,339)	+ 8,2	1,565 (1,454)	24,98 ( 25,20)
	4	1,122 (1,247)	+11,1	1,000 (1,000)	Kreisf. (Kreisf.)
$N_{12}$	1, 2, 6, 9, 10, 12	1,371 (1,503)	+ 9,6	1,602 (1,448)	20,60 ( 21,42)
	3, 5, 11	1,513 (1,689)	+11,6	1,258 (1,211)	33,33 ( 33,33)
	4, 7, 8	1,294 (1,474)	+13,9	1,164 (1,128)	0,00 ( 0,00)
$K_2$	1,2	1,211 (1,258)	+ 3,9	1,587 (1,472)	100,00 (100,00)
$K_4$	1,4	1,539 (1,589)	+ 3,2	2,021 (1,751)	80,02 ( 79,22)
	2,3	1,581 (1,649)	+ 4,3	1,685 (1,473)	113,17 (112,63)
$K_6$	1,6	1,843 (1,920)	+ 4,2	2,212 (1,815)	75,99 ( 75,19)
	2,5	1,859 (1,956)	+ 5,2	1,833 (1,517)	118,87 (118,48)
	3,4	2,241 (2,339)	+ 4,4	2,125 (1,744)	85,87 ( 84,96)

(Die in der letzten Kolonne angeführten Werte für die Richtungswinkel der großen Achsen der Fehlerellipsen der Neupunkte beziehen sich auf die ersten in der zweiten Kolonne angegebenen Punkte. Infolge der Symmetrie der Probefiguren lassen sich auf Grund dieser Werte der  $\varphi_A$  die entsprechenden Werte der übrigen Punkte ohne weiteres ableiten. Die Richtungswinkel beziehen sich auf die  $x$ -Achse, parallel zur Längskante der Druckseite. In sämtlichen Tabellen sind die maximalen prozentualen Ausschläge der mittleren Fehler der verschiedenen Kriterien mit fettem Druck ausgeführt.)

Tabelle 2. *Azimut- und Seitengenauigkeit*

(Die Klammerwerte beziehen sich auf die Weglassung sämtlicher Anschlußrichtungen)

Probefigur	Seite	Azimutgenauigkeit $M_A$	$\Delta M$ in %	Seitengenauigkeit $M_S$	$\Delta M_s$ in %
$N_3$	B-1	0,537 (0,592)	+10,2	0,908 (0,941)	+3,6
	1-2	0,845 (0,845)	0	0,794 (0,794)	0
$N_7$	B-1	0,675 (0,765)	+13,3	1,038 (1,098)	+5,8
	1-2	0,864 (0,871)	+0,8	0,850 (0,857)	+0,8
	1-3	0,603 (0,624)	+3,5	1,186 (1,192)	+0,5
	1-4	0,776 (0,781)	+0,6	0,811 (0,814)	+0,4
$N_{12}$	B-1	0,748 (0,870)	+16,3	1,149 (1,225)	+6,6
	1-2	0,890 (0,910)	+2,2	0,881 (0,903)	+2,5
	1-3	0,692 (0,716)	+3,5	1,213 (1,223)	+0,8
	1-4	0,785 (0,796)	+1,4	0,828 (0,841)	+1,6
	3-4	0,797 (0,803)	+0,8	0,842 (0,842)	0,0
	4-8	0,665 (0,673)	+1,2	0,820 (0,820)	0,0
$K_2$	A-1	0,758 (0,804)	+6,1	0,944 (0,968)	+2,5
	1-2	1,095 (1,155)	+5,5	0,816 (0,816)	0,0
$K_4$	A-1	0,726 (0,819)	+12,8	1,356 (1,362)	+0,4
	A-2	0,876 (0,980)	+11,9	1,317 (1,326)	+0,7
	1-2	1,017 (1,038)	+2,1	1,007 (1,010)	+0,3
	1-3	0,862 (0,864)	+0,2	1,185 (1,210)	+2,1
	1-4	0,805 (0,808)	+0,4	0,847 (0,847)	0,0
$K_6$	A-1	0,790 (0,945)	+19,6	1,665 (1,671)	+0,4
	A-2	0,942 (1,113)	+18,2	1,603 (1,608)	+0,3
	1-2	1,016 (1,069)	+5,2	1,274 (1,276)	+0,2
	1-3	0,797 (0,812)	+1,9	1,315 (1,327)	+0,9
	1-4	0,867 (0,888)	+2,4	1,026 (1,026)	0,0
	2-4	0,935 (0,962)	+2,9	1,453 (1,472)	+1,3
	3-4	0,962 (0,962)	0,0	0,946 (0,951)	+0,5

### 3.2. Diskussion der Ergebnisse

#### 3.2.1. Die mittleren Punktfehler und die Fehlerellipsen

Der Vergleich der zwei Alternativen (mit und ohne Anschlußrichtungen) muß sich vor allem auf die aus zwei Fällen resultierenden mittleren Punktfehler stützen.

Dies Genauigkeitskriterium drückt nämlich die Lageunsicherheit der Neupunkte explizit aus, und zwar in der Bedeutung, vom Abstand zwischen der korrekten und tatsächlichen Punktlage. In zweiter Linie interessiert auch das Achsenverhältnis der Fehlerellipsen und ebenso deren Orientierung.

Die Angaben der m. Punktfehler der Tabelle 1 lassen den Schluß zu, daß der Genauigkeitsverlust, verursacht durch die Weglassung der Anschlußrichtungen, mit der Größe der Netzfigur (Anzahl der Neupunkte) zunimmt. Die größte Zunahme des m. Punktfehlers trifft für die Punkte 4, 7 und 8 bei  $N_{12}$  ein und beträgt 13,9%. Ebenso ist ersichtlich, daß sich der Verlust für die  $N$ -Fälle stärker auswirkt als für die  $K$ -Fälle, was sich ohne weiteres durch die kleinere Anzahl der Anschlußrichtungen in den  $K$ -Fällen erklären läßt. Um eine klarere Einsicht in die Zusammenhänge zwischen Genauigkeitsverlust und der Anzahl der weggelassenen Anschlußrichtungen zu gewinnen, wurde für die Probefigur  $N_{12}$  eine zusätzliche Untersuchung angestellt, deren Ergebnisse in der Tabelle 3 zusammengestellt sind.

Tabelle 3. Die mittleren Punktfehler bei verschiedener Anzahl der Anschlußrichtungen

Probe- figur	Punkt	Die mittleren Punktfehler				
		A, B, C	keine	A	A, B	A, B, $\frac{1}{2}$ C
$N_{12}$	1	1,371	1,503 (+ 9,6)	1,463 (+6,7)	1,398 (+2,0)	1,378 (+0,5)
	2	1,371	1,503 (+ 9,6)	1,469 (+7,1)	1,405 (+2,5)	1,380 (+0,7)
	3	1,513	1,689 (+11,6)	1,620 (+7,0)	1,551 (+2,5)	1,523 (+0,6)
	4	1,294	1,474 (+13,9)	1,414 (+9,3)	1,345 (+3,9)	1,307 (+1,0)
	5	1,513	1,689 (+11,6)	1,642 (+8,5)	1,577 (+4,2)	1,530 (+1,1)
	6	1,371	1,503 (+ 9,6)	1,438 (+4,9)	1,398 (+2,0)	1,378 (+0,5)
	7	1,294	1,474 (+13,9)	1,414 (+9,3)	1,345 (+3,9)	1,307 (+1,0)
	8	1,294	1,474 (+13,9)	1,414 (+9,3)	1,359 (+5,0)	1,311 (+1,3)
	9	1,371	1,503 (+ 9,6)	1,469 (+7,1)	1,433 (+4,5)	1,387 (+1,2)
	10	1,371	1,503 (+ 9,6)	1,438 (+4,9)	1,405 (+2,5)	1,380 (+0,7)
	11	1,513	1,689 (+11,6)	1,620 (+7,0)	1,577 (+4,2)	1,530 (+1,1)
	12	1,371	1,503 (+ 9,6)	1,463 (+6,7)	1,433 (+4,5)	1,387 (+1,2)

Die Kolonne A, B, C enthält die m. Punktfehler, die sich bei der Messung sämtlicher Anschlußrichtungen ergeben. Die folgenden Rubriken geben die entsprechenden Werte bei der Mitnahme von 0, 2, 4 und 5 Anschlußrichtungen wieder. In den Klammern sind die prozentualen Zunahmen der m. Punktfehler im Verhältnis zum A, B, C-Fall angegeben. Die Tabelle läßt einen fast linearen Zusammenhang zwischen den maximalen Ausschlägen der Einbuße an Lagegenauigkeit einerseits und der Anzahl der weggelassenen Anschlußrichtungen andererseits feststellen.

Kehren wir zur Tabelle 1 zurück und richten die Aufmerksamkeit auf die Daten der Fehlerellipsen, so fällt als erstes die Tatsache auf, daß sich die Weglassung der Anschlußrichtungen günstig auf das Achsenverhältnis der Fehlerellipsen ausgewirkt hat. Weiter wird deutlich, daß die Orientierung der Fehlerellipsen nur wenig berührt wird. (Die größte festgestellte Drehung der Fehlerellipsen beträgt 0,9°.)

### 3.2.2. Die Genauigkeit der Azimute und der Seiten

Da die Vermutung naheliegt, daß die Weglassung der Anschlußrichtungen sich vor allem auf die Azimutgenauigkeit negativ auswirken wird, ist auch dies Genauigkeitskriterium berücksichtigt worden und zusätzlich noch die Genauigkeit der Seitenlängen. Diese Kriterien sind der Tabelle 2 zu entnehmen (infolge der Symmetrie der Probefiguren genügen die in der zweiten Kolonne angegebenen Seiten). Die Angaben der Tabelle 2 bestätigen die Vermutung, daß die Weglassung der Anschlußrichtungen die Azimutgenauigkeit stärker beeinflußt als die Lagegenauigkeit ( $\Delta M_{A_{max}} = 19,6\%$  gegenüber  $13,9\%$  für die m. Punktfehler). *Besonders werden jene Seiten, die von den Festpunkten ausgehen, von diesem Genauigkeitsverlust betroffen.* Ebenso wird klar, daß die Ketteneinschaltung etwas ungünstiger reagiert in bezug auf die Azimutgenauigkeit als die Netzeinschaltung ( $19,6\%$  gegenüber  $16,3\%$  als maximale Ausschläge).

Ein Vergleich zwischen der Seiten- und der Lagegenauigkeit läßt vor allem die Tatsache feststellen, daß die Weglassung der Anschlußrichtungen *die absolute Genauigkeit stärker berührt als die relative.* Die Ausschläge für die Seitengenauigkeit sind nämlich eindeutig geringer als jene der m. Punktfehler. Im übrigen lassen die Angaben über die m. Punktfehler und diejenigen der Seitengenauigkeit die interessante Feststellung zu, daß bei der Netzeinschaltung in einem Fixpunktdreieck, sowohl die absolute als auch die relative Genauigkeit für die Punkte, welche dem Schwerpunkt des gegebenen Dreiecks am nächsten gelegen sind, ihr Maximum erreichten. Bei der Ketteneinschaltung dagegen ist dies nur für die relative Genauigkeit der Fall, jedoch nicht für die absolute (die m. Punktfehler erreichen sogar ihre größten Werte für die in der Mitte gelegenen Punkte).

## 4. Schlußfolgerungen

Man kann wohl kaum sagen, daß die Ergebnisse der ausgeführten Untersuchung, wie sie aus den Tabellen 1, 2 und 3 hervorgehen, die allgemein verbreitete Auffassung von den Anschlußrichtungen als Grundpfeiler bei der Triangulation bekräftigen. Diese Ansicht gewinnt umso mehr an Bedeutung, weil man damit rechnen muß, daß die Angaben der Tabellen die Weglassung der Anschlußrichtungen eher in einem zu ungünstigen Licht erscheinen lassen. Dies hängt damit zusammen, daß die ermittelten Werte des Genauigkeitsverlustes auf der Voraussetzung basieren, daß der Wert von  $m_r$  konstant ist, also unabhängig davon, ob die Anschlußrichtungen gemessen worden sind oder nicht. In Wirklichkeit aber, verhält es sich so, daß die Mitnahme der Anschlußrichtungen in der Regel eine Steigerung von  $m_r$  bedingt, weil die Beobachtung langer Visuren schwieriger ausfällt als die kurzer. Das wird jedenfalls dann zutreffen, wenn die Beobachtungsverhältnisse nicht die allerbesten sind. Es besteht daher Grund, damit zu rechnen, daß der Genauigkeitsverlust durch die Weglassung der Anschlußrichtungen im großen und ganzen weniger in Mitleidenschaft gezogen wird als aus den Tabellen 1 und 2 hervorgeht.

Nach allem, was bisher gesagt wurde, dürfte die angestellte Untersuchung wohl zu folgender Schlußfolgerung berechtigen:

Die Anschlußrichtungen spielen in bezug auf die Genauigkeit bei der Triangulation eine verhältnismäßig bescheidene Rolle. In der Praxis ist daher bei der Durch-



führung von Triangulationen eine beträchtliche „Investierung“ in die Anschlußrichtungen wohl kaum lohnend. Das zuletzt Gesagte ist so zu verstehen, daß man die Anschlußrichtungen nur messen sollte, wenn sich die Verhältnisse hierfür als gut erweisen. Auf der anderen Seite sollte man aber keine Bedenken hegen, sie einfach auszulassen, wenn ihre genaue Messung mit einem bedeutenden Mehraufwand an Zeit und Mühe verbunden ist. Im letzten Falle kann eine „grobe“ Messung von Anschlußrichtungen mit Rücksicht auf die Berechnung der provisorischen Werte der Koordinaten der Neupunkte vor der Ausgleichung vorteilhaft sein.

Durch die Feststellung, daß die Anschlußrichtungen ohne besondere Nachteile weggelassen werden können, eröffnet sich unter anderem die Möglichkeit für eine Erweiterung des Verwendungsgebietes der Kombination von elektronischer Distanzmessung und gewöhnlicher Triangulation. Es wird hier auf den Fall angespielt, bei welchem zuerst ein grobmaschiges Fixpunktsystem durch Trilateration etabliert wird, deren weitere Verdichtung durch Triangulation erfolgt. Wird dann bei der letzteren auf Anschlußrichtungen verzichtet, so steht dem nichts im Wege, daß die Seitenlängen des Trilaterationsnetzes die geodätische Sichtweite überschreiten. Ebenfalls wird man unabhängig von der Existenz geometrischer Sichtverbindungen zwischen den Trilaterationspunkten. Dies wird nicht zuletzt von Bedeutung sein, wenn bei der elektronischen Distanzmessung Methoden verwendet werden, welche auf Zusammenarbeit zwischen Grundstationen und Flugzeugen beruhen, wie dies z. B. bei der Shoran-Methode der Fall ist.

## Über die Tangententachymeter

Von *Antal Tárczy-Hornoch*, Ödenburg

(Schluß)

Zu einem jeden Strich  $u$  der Tangensteilung ist folglich von der gewählten Konstante  $C$  abhängig ein zur Bestimmung des Höhenunterschiedes dienender  $o$ -Strich nach Gl. (5) zuzuordnen bzw. in die Tangensskala einzutragen. Dies ist nur bei  $C = 1$  nicht erforderlich, da in diesem Falle

$$o = 2 u \quad \dots (6a)$$

ist, d. h. der zur Höhenbestimmung dienende Strich  $o$  mit einem der weiteren Tangensstriche zusammenfällt. Bei  $u = 1$  ist  $o = 2$ , bei  $u = 2$  wird  $o = 4$ , bei  $u = 3$  dann  $o = 6$ . Weiter können wir meist nicht gehen, denn mehr als drei Tangensstriche erscheinen in der Regel nicht im Gesichtsfeld des Fernrohres und von einer Kippung des Fernrohres, als von einem unwirtschaftlichen Vorgang wollen, wir Abstand nehmen. Wir ersehen daraus — was auch naheliegend ist — daß die Multiplikationskonstante eins wegen der später zu behandelnden Refraktionseinflüsse nur bei Höhenunterschieden bis etwa 2 m entsprechen kann, da ja hier  $h = L$  ist. In diesem Falle erzielen wir aber eine relativ sehr große Genauigkeit im Höhenunterschied, da die Ablesefehler an der Latte nur mit eins multipliziert in die Höhe eingehen.

Wenn  $h > 2$  m wird, so ist in der Regel eine größere Multiplikationskonstante für die Höhenbestimmung erforderlich. Man wählt dann vorteilhaft  $C = 10$ . In diesem Falle wird nach Gl. (6):

$$o = 1,1 u = u + 0,1 u$$