



## Skizzierung eines Programmierungsschemas für die elektronische Berechnung von örtlichen Einmessungen auf Triangulierungspunkten

Josef Zeger <sup>1</sup>

<sup>1</sup> 1100 Wien, Quellenstraße 71/4. St., Tür 23

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **59** (1), S. 11–20

1971

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

```
@ARTICLE{Zeger_VGI_197103,  
  Title = {Skizzierung eines Programmierungsschemas für die elektronische  
    Berechnung von örtlichen Einmessungen auf Triangulierungspunkten},  
  Author = {Zeger, Josef},  
  Journal = {{Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen},  
  Pages = {11--20},  
  Number = {1},  
  Year = {1971},  
  Volume = {59}  
}
```



### Literatur

- [1] *Albertz, J.*: Sehen und Wahrnehmen bei der Luftbildinterpretation. B. u. L. 1970, 25–34.  
 [2] *Brucklacher, W.*: Zur Frage des optimalen Bildmaßstabes bei der Herstellung von Orthophotokarten. B. u. L. 1970, 188–193.

## Skizzierung eines Programmierungsschemas für die elektronische Berechnung von örtlichen Einmessungen auf Triangulierungspunkten

Von *Josef Zeger*, Wien

### Einleitung

Für die elektronische Auswertung der Beobachtungsergebnisse bei Triangulierungsarbeiten stehen im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen derzeit wohl einige Programme zur Verfügung, dies ist aber erst der Beginn einer Entwicklung, an deren absehbarem Endpunkt ein automatisierter Berechnungsablauf vorhanden sein wird. Dazu gehört einerseits, daß die Koordinaten und Höhen aller gegebenen Festpunkte und ihrer eventuell vorhandenen Nebenpunkte in einer geeigneten Form dem elektronischen Rechenggerät zur Verfügung stehen. Andererseits muß eine Reihe von aufeinander abgestimmten Teilprogrammen vorhanden sein, durch welche die aus der Feldarbeit resultierenden Beobachtungsergebnisse einer zwar schrittweisen, aber ausschließlich elektronischen Berechnung zugeführt werden. Zwischen den einzelnen Teilprogrammen soll immer wieder eine Kontrollmöglichkeit durch den Sachbearbeiter bestehen, um eventuell auftretende Unstimmigkeiten zeitgerecht aufdecken und bereinigen zu können. Das Endergebnis eines solchen, durch Kontrollen unterbrochenen, elektronischen Auswertevorganges sind die ausgeglichenen Koordinaten und Höhen der Neupunkte.

Durch diese, mit wenigen Worten angedeutete, Umgestaltung des Innendienstes würde nicht bloß eine weitgehende Rationalisierung der Rechenarbeiten erreicht werden, deren Folge nach einem Zeitraum der Umstellung auch eine wesentliche Beschleunigung des Berechnungsablaufes wäre, sondern auch eine weitgehende Ausschaltung von möglichen Fehlerquellen erfolgen, welche bei dem derzeit leider noch nötigen mehrmaligen Übertragen von Beobachtungs- und Berechnungsergebnissen vorhanden sind.

Die derzeitige Entwicklung bei der Konstruktion neuer geodätischer Meßgeräte läßt hoffen, daß in absehbarer Zeit auch jene vollkommeneren Formen von selbstregistrierenden Winkel- und Streckenmeßgeräten zur Verfügung stehen, welche auch eine weitgehende Automatisierung des Meßvorganges ermöglichen werden. Solche Geräte müßten eine automatische, computergerechte Registrierung der Messungsergebnisse ermöglichen. Dadurch würde selbstverständlich eine noch weiter gehende Rationalisierung und die Ausschaltung weiterer möglicher Fehlerquellen erreicht werden.

Eine gewisse Schlüsselstellung in einer solchen aufeinanderfolgenden Reihe von Teilprogrammen nimmt jenes Programm ein, welches die elektronische Berechnung von örtlichen Einmessungen auf Triangulierungspunkten gestattet. Bei der Triangulierungsabteilung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen werden bekannt-

lich exzentrisch beobachtete Richtungen im allgemeinen nicht zentriert, sondern, wie dies bereits W. Jordan bei der Stadtvermessung von Hannover durchführte (siehe W. Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, 8. Auflage, 1935, Band I S. 455), als Originalmessungen dem Ausgleichsvorgang zugrundegelegt. Es ist daher notwendig, vor Durchführung der Ausgleichung die Koordinaten der Nebenpunkte (exzentrische Stand- oder Zielpunkte bzw. zusätzliche Stabilisierungen) zu berechnen, welche durch die oben erwähnte örtliche Einmessung mit dem Hauptpunkt und untereinander verbunden sind. Dieser Vorgang beruht auf dem Prinzip des starren, örtlichen Punkthaufens, dessen Dimensionen und innere Fehllagen im Vergleich zu den Seitenlängen des Netzes vernachlässigbar klein sind. Der Ausgleichungsvorgang behandelt ein solches System als starre Einheit, die eine gemeinsame Parallelverschiebung in den Koordinatenrichtungen erfährt, d. h. sämtliche Nebenpunkte eines Neupunktes, die durch eine örtliche Einmessung miteinander verbunden sind, erhalten durch die Ausgleichung eine gleiche Lageverschiebung wie dieser Neupunkt.

Die Voraussetzungen dafür, daß diese Methode angewendet werden kann, sind:

1. Die Ausdehnung der örtlichen Einmessung muß gegenüber den Seitenlängen des Triangulierungsnetzes so klein sein, daß die beim Ausgleichungsvorgang resultierende Koordinatenverschiebung praktisch keine Verdrehung des örtlichen Punktsystems verursachen kann.

2. Die Meßgenauigkeit in der örtlichen Figur muß so groß sein, daß die örtliche Figur als fehlerfrei im Vergleich zur Genauigkeit im Triangulierungsnetz betrachtet werden kann.

3. Die vorläufigen Koordinaten der Neupunkte müssen so gut sein, daß durch die nachfolgende Ausgleichung nur mehr so geringe Koordinatenverschiebungen entstehen, daß sie keine Verdrehung des örtlichen Systems mehr verursachen können.

Es mag vielfach gelingen, die Anzahl und den Umfang von örtlichen Einmessungen durch eine sorgfältige Erkundung auf ein Mindestmaß zu reduzieren, doch wird es kaum möglich sein, vollständig ohne örtliche Einmessungen auskommen zu können, da das Ausmaß örtlicher Einmessungen nicht zuletzt von den topographischen Gegebenheiten des Geländes und von Sichtbehinderungen im verbauten Gebiet abhängt. Bei Einschaltpunktnetzen werden im Gegensatz zu Triangulierungsnetzen bei entsprechend sorgfältiger Erkundung und Stabilisierung der Punkte nur in wenigen Ausnahmefällen örtliche Einmessungen einfachster Art auftreten, so daß eine Anwendung des Programmes für die Berechnung örtlicher Einmessungen ausschließlich für Triangulierungsnetze in Frage kommt.

Infolge der Vielzahl von möglichen Arten von örtlichen Einmessungen erscheint es anfänglich nicht leicht, alle praktisch möglichen Fälle in ein einheitliches Programmierungsschema zusammenzufassen. Es soll hier nun ein solches Programmierungsschema skizziert werden, welches alle möglichen Varianten von örtlichen Einmessungen einer elektronischen Berechnung zuführt. Es ist selbstverständlich, daß dies nur eine von mehreren Möglichkeiten ist, örtliche Einmessungen auszuwerten, wobei aber immer das gleiche Ergebnis resultieren muß, angesichts der als absolut anzusehenden Genauigkeit der örtlichen Einmessungen.

Die praktisch möglichen Fälle von örtlichen Einmessungen lassen sich jeweils auf eine Kombination von drei Möglichkeiten der Koordinatenberechnung zurückführen, nämlich

- a) die polare Punktberechnung,
- b) den direkten Anschluß und
- c) den Schnitt orientierter Richtungen.

Hierzu kommen noch in einzelnen Fällen als Hilfsrechnungen eine vorläufige Durchrechnung von Teilen einer örtlichen Einmessung in einem Hilfskoordinatensystem und die Berechnung von Richtungswinkeln und Streckenlängen aus Koordinaten. Letzteres soll eine fallweise notwendige Auflösung von Dreiecken umgehen und es trotzdem ermöglichen, alle gemessenen Größen auswerten zu können.

Von den oben angeführten Möglichkeiten der Koordinatenberechnung ist der Ausdruck „direkter Anschluß“ vielleicht nicht allgemein geläufig. Unter einem direkten Anschluß versteht man die in Abb. 1

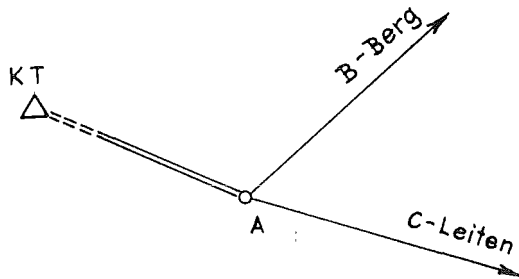


Abb. 1

skizzierte Art der Ableitung des Nebenpunktes  $A$  von dem koordinatenmäßig gegebenen  $KT$ . Die Koordinaten des Punktes  $A$  könnten mit einer Zentrierung von  $KT$  aus berechnet werden, doch wird im Programmierungsschema ein Iterationsverfahren angewendet, durch welches mit Hilfe der vorhandenen Messungen durch eine fortgesetzte Näherung die Koordinaten von  $A$  vom gegebenen  $KT$  abgeleitet werden.

Das Programmierungsschema enthält auch Hinweise auf ein Fehlersuchprogramm, welches zusätzlich noch zu programmieren wäre. Dadurch sollen eventuell auftretende Unstimmigkeiten so weit als möglich geklärt und durch entsprechende Hinweise in der Tabellierung ausgewiesen werden.

Die Berechnung örtlicher Höhenunterschiede wurde nicht in das Programmierungsschema einbezogen. Eine solche Programmierung beinhaltet keine besonderen Schwierigkeiten. Die Berechnung der örtlichen Höhenunterschiede wäre an die Lageberechnung anzuschließen, es sind dann außer den gemessenen Höhenwinkeln, Instrument- und Zielhöhen auch die für die Höhenberechnung notwendigen Seitenlängen vorhanden, entweder als direkt gemessene Strecken oder abgeleitet aus den Koordinaten der Streckenendpunkte. Auch für dieses Programm müßte ein eigenes Fehlersuchprogramm erstellt werden.

#### *Angaben für das Programm*

##### 1. Kennziffern

Die einzelnen Triangulierungspunkte werden durch Kennziffern unterschieden. Die Nebenpunkte eines Triangulierungspunktes werden durch Subkennziffern bezeichnet. Für die Höhenberechnung ist noch eine weiter gehende Differenzierung der Kennziffern nötig, um verschiedene Instrument- und Zielhöhen darstellen zu können.

##### 2. Koordinaten und Höhen

Die Koordinaten und Höhen der bereits gegebenen Triangulierungspunkte mit ihren eventuellen Nebenpunkten sind dem elektronischen Rechengesetz in geeigneter Form mit den zugehörigen Kennziffern bekannt zu geben.

### 3. Richtungsverzeichnis

Das Richtungsverzeichnis beinhaltet standpunktweise geordnet alle Richtungsmessungen mit den zugehörigen Kennziffern der Stand- und Zielpunkte.

### 4. Verzeichnis der Höhenwinkel

Für die an die Lageberechnung anschließende Berechnung der örtlichen Höhenunterschiede und für die Reduktion schief gemessener Strecken sind die gemessenen Höhenwinkel, Instrument- und Zielhöhen mit den zugehörigen Kennziffern in einem eigenen Verzeichnis zusammenzustellen.

### 5. Streckenverzeichnis

Im Streckenverzeichnis sind die Strecken durch die Kennziffern ihrer Endpunkte charakterisiert. Entsprechend der Art der Streckenmessung weist das Streckenverzeichnis verschiedene Unterteilungen auf für horizontal gemessene Strecken, für Basislattenmessungen und für schief gemessene Strecken (Maßband bzw. elektronische Streckenmeßgeräte).

## *Programmierungsschema*

Aus Platzgründen soll das Programmierungsschema nur in einer Zusammenfassung in seiner Wirkungsweise skizziert werden. Infolge der starken Verflechtung der einzelnen Teile ist die hier versuchte Unterteilung nicht immer ganz streng.

### 1. Vorbereitende Untersuchungen

Die Standpunkte des abgelochten Richtungsverzeichnisses werden nach Triangulierungspunkten geordnet, Standpunkte ohne örtliche Richtungen werden ausgeschieden. Es wird beim ersten Triangulierungspunkt mit einer zu berechnenden örtlichen Einmessung ein Standpunkt gesucht, der sowohl gegebene Koordinaten als auch Orientierungsrichtungen zu Zielpunkten mit bereits gegebenen Koordinaten besitzt.

### 2. Polare Punktberechnung

Der ausgewählte Standpunkt wird orientiert, es wird untersucht, ob die Orientierungsrichtungen die Schranke  $S 1$  erfüllen. Ist dies nicht der Fall, tritt das Fehlerprogramm in Aktion. Anschließend wird eine örtliche Richtung gesucht, die auch eine zugeordnete Streckenmessung aufweist. Je nach Art der Streckenmessung wird mit dem entsprechenden Unterprogramm die Horizontierung der Strecke durchgeführt und hernach die Reduktion bezüglich Seehöhe und Projektionsverzerrung angebracht. Mit Hilfe der orientierten Richtung und der reduzierten Strecke werden von dem betreffenden Standpunkt aus polar die Koordinaten des benachbarten Nebenpunktes  $B$  berechnet.

### 3. Direkter Anschluß

Weist dieser soeben polar berechnete Nebenpunkt  $B$  Richtungsmessungen auf, ist auch eine örtliche Richtung zum vorhergehenden Standpunkt  $A$  (Rückvisur), sowie wenigstens eine derzeit rechenbare Orientierungsrichtung vorhanden, dann wird der Standpunkt  $B$  orientiert. Es wird untersucht, ob die orientierte Richtung  $R_{AB}^0 \pm \pm 200^s$  identisch ist mit der Rückvisur  $R_{BA}^0$ , bzw. wenn nicht, ob die Schranke  $S 2$  erfüllt ist (eventuell Fehlersuchprogramm).

Sind die orientierten Richtungen von Hin- und Rückvisur einander gleich ( $\pm 200^s$ ), ergäbe die nochmalige Berechnung der Koordinaten von  $B$  unter Verwendung der Rückvisur  $R^0_{BA}$  das gleiche Ergebnis wie die polare Berechnung von  $A$  aus. Daher erhalten diese Koordinaten für eventuelle spätere Mittelungen das Gewicht 2, da sie das Ergebnis aus zwei Berechnungen repräsentieren.

Liegen die orientierten Richtungen von Hin- und Rückvisur innerhalb der Schranke  $S 2$ , erfolgt eine neuerliche Berechnung der Koordinaten von  $B$  unter Verwendung der Rückvisur  $R^0_{BA}$  und der Strecke  $s_{AB}$ :

$$y_B = y_A - s_{AB} \cdot \sin R^0_{BA} \text{ und } x_B = x_A - s_{AB} \cdot \cos R^0_{BA}$$

Dies wird solange wiederholt, bis bei zwei aufeinander folgenden Schritten entweder  $R^0_{AB}$  oder  $y_B$  und  $x_B$  sich gleich ergeben.

#### 4. Auswertung übergreifender Visuren

Weist einer der vorhergehenden Nebenpunkte eine noch nicht ausgewertete örtliche Richtung mit einer zugehörigen Streckenmessung zu dem soeben berechneten Nebenpunkt  $B$  auf, dann erfolgt mit diesen Angaben eine neuerliche polare Berechnung der Koordinaten von  $B$ . Hat aber diese übergreifende Richtung keine Strecke zugeordnet, dann wird aus den letzten, gemittelten Koordinaten des früheren Nebenpunktes  $N$  und den erstmalig polar errechneten Koordinaten des Nebenpunktes  $B$  die fehlende Seite  $s_{NB}$  berechnet. Nun kann die neuerliche polare Berechnung der Koordinaten von  $B$  erfolgen.

Hat der Nebenpunkt  $B$  eine übergreifende Richtung zu einem früher bestimmten Nebenpunkt  $N$ , erfolgt wieder ein direkter Anschluß für  $B$  an  $N$  nach 3. Ist keine zugeordnete Streckenmessung vorhanden, wird die benötigte Strecke wiederum aus Koordinaten ermittelt wie im vorigen Absatz.

Die so mehrfach ermittelten Koordinaten für  $B$  werden untersucht, ob sie die Schranke  $S 3$  erfüllen, und nach Aufklärung eventuell vorhandener größerer Abweichungen durch das Fehlersuchprogramm, gemittelt.

Liegen beim Nebenpunkt  $B$  noch weitere örtliche Richtungen vor, wird nach 2. weiter gerechnet. Sind keine weiteren örtlichen Richtungen mehr vorhanden, wird untersucht, ob bei einem der früheren oder bei einem der nachfolgenden Standpunkte noch nicht ausgewertete Richtungen vorliegen. Ist dieser Triangulierungspunkt erledigt, wird untersucht, ob noch bei einem anderen Triangulierungspunkt eine örtliche Einmessung zu berechnen ist.

Sind sämtliche örtlichen Einmessungen fertig, erfolgt ein zweiter Durchgang. Bei der ersten Durchrechnung der örtlichen Einmessungen konnten fallweise mehrere Orientierungsrichtungen noch nicht verwendet werden, da zu diesem Zeitpunkt die Koordinaten der Zielpunkte noch nicht vorlagen. Beim zweiten Durchgang kann auch vielleicht leichter eine Klärung eventuell auftretender Fehler durch das Fehlersuchprogramm erfolgen. Bei diesem zweiten Durchgang sind, da bereits alle Koordinaten vorliegen, an sämtliche Orientierungsrichtungen die Richtungsreduktionen anzubringen.

Im Anschluß an den zweiten Durchgang erfolgt die Tabellierung der Ergebnisse der Lageberechnung und es beginnt die Berechnung der örtlichen Höhenunterschiede.

### 5. Auswertung von Nebenpunkten ohne Orientierungsrichtungen

Hat der nach 2. polar berechnete Nebenpunkt  $B$  keine auswertbare Orientierungsrichtung, muß seine Orientierung von den vorhergehenden Nebenpunkten abgeleitet werden. Von jeder örtlichen Richtung des Nebenpunktes  $B$  zu einem vorher berechneten Nebenpunkt, zu der auch eine Rückvisur vorhanden ist, wird eine Orientierungsgröße abgeleitet. Nach einer Überprüfung, ob diese Orientierungsgrößen die Schranke  $S 4$  erfüllen (eventuell Fehlersuchprogramm), erfolgt die Mittelung der Orientierungsgrößen und die Orientierung des Standpunktes  $B$ .

Vorhandene übergreifende Visuren von und nach bereits berechneten Nebenpunkten werden analog 4. ausgewertet. Die mehrfach berechneten Koordinaten von  $B$  werden nach der Überprüfung, ob die Schranke  $S 3$  eingehalten wird, gemittelt.

Wird von  $B$  noch ein weiterer Nebenpunkt  $C$  abgeleitet, wird der bisher in 5. beschriebene Vorgang eingehalten, wenn  $C$  ebenfalls keine auswertbare Orientierungsrichtung besitzt. Weist hingegen  $C$  Orientierungsrichtungen auf, wird der Standpunkt orientiert, bezüglich der Schranke  $S 1$  und analog 3. bezüglich der Rückvisur  $R^0_{CB}$  überprüft. Für die folgende Anwendung des direkten Anschlusses tritt insofern eine Änderung gegenüber 3. ein, daß hier jene Nebenpunkte ohne Fernorientierung ausgeschaltet werden. Unabhängig davon, ob zwischen diesen beiden Punkten eine Richtungs- und Streckenmessung vorhanden ist, wird aus den erstmalig errechneten Koordinaten von  $C$  und den letzten, gemittelten Koordinaten jenes Nebenpunktes  $N$  vor  $C$ , welcher Fernorientierungen aufweist, die Entfernung und der Richtungswinkel zwischen diesen beiden Punkten berechnet. Von der Rückvisur  $R^0_{CB}$  wird mit Hilfe des errechneten Richtungswinkels  $v_{CN}$  eine fingierte orientierte Richtung von  $C$  nach  $N$  abgeleitet:  $R^0_{CN} = R^0_{CB} (v_{CN} - R^0_{BC} \pm 200^s)$ . Aus dieser fingierten orientierten Richtung  $R^0_{CN}$  wird eine fingierte gemessene Richtung  $R''_{CN} = R^0_{CN} - o_C$  ermittelt. Nun kann der direkte Anschluß von  $C$  an  $N$  entsprechend 3. erfolgen.

### 6. Nebenpunkte ohne Rückvisur

Der nach 2. polar errechnete Nebenpunkt  $B$  weist keine Rückvisur zum vorhergehenden Nebenpunkt  $A$  auf. Hat  $B$  auswertbare Fernvisuren, wird dieser Standpunkt orientiert und es werden übergreifende Richtungen von oder zu vorher bestimmten Nebenpunkten ausgewertet. Ist auf  $B$  keine Orientierungsrichtung vorhanden, wird versucht,  $B$  örtlich zu orientieren und dann wird gemäß 5. weiter gerechnet. Ist auch keine örtliche Orientierung möglich, wird geprüft, ob sonst noch Standpunkte bei diesem Triangulierungspunkt auszuwerten sind.

### 7. Polare Berechnung von Zielpunkten

Der nach 2. polar<sub>1</sub> berechnete Nebenpunkt  $B$  ist nur Zielpunkt. Es werden nun verschiedene Untersuchungen durchgeführt. Hat der Zielpunkt  $B$  nur diese eine Bestimmung, wird nachgesehen, ob er bereits vorgegebene Koordinaten besitzt. Ist dies der Fall, wird mit der Schranke  $S 3$ , die die Güte der polar berechneten Koordinaten überprüft, die Rechnung gilt dann als Kontrollrechnung. Hat  $B$  keine vorgegebenen Koordinaten, sind die nach 2. polar errechneten Koordinaten als „unkontrolliert“ auszuweisen. Sind aber zu dem Zielpunkt  $B$  auch von anderen Nebenpunkten polare Bestimmungen vorhanden, werden nach deren Auswertung die mehrfach errechneten Koordinaten mit Hilfe der Schranke  $S 3$  überprüft (eventuell Fehlersuchprogramm) und gemittelt. Wurden schließlich zu dem Zielpunkt  $B$  von anderen Neben-

punkten aus nur Richtungen allein gemessen, dann erfolgt ein Schnitt orientierter Richtungen nach 8.

### 8. Schnitt orientierter Richtungen

Wird nach der in Abschnitt 2. erfolgenden Orientierung des Nebenpunktes  $A$  festgestellt, daß die örtliche Richtung zum Zielpunkt  $B$  keine Streckenmessung zugeordnet hat, wird untersucht, ob auch von anderen Nebenpunkten aus Richtungen zu diesem Zielpunkt gemessen worden sind. Ist dies nicht der Fall, dann kann diese Richtung nur dann ausgewertet werden, wenn  $B$  bereits vorgegebene Koordinaten besitzt. In diesem Fall wird aus den Koordinaten von  $A$  und  $B$  der Richtungswinkel berechnet und als Kontrolle der orientierten Richtung gegenübergestellt. Sind jedoch mehrere Richtungen zum Zielpunkt  $B$  vorhanden, wird ein Schnitt orientierter Richtungen vorgenommen. Dazu werden nach Berechnung der Koordinaten aller Nebenpunkte, welche Richtungen zum Zielpunkt  $B$  aufweisen, jene Schnittkombinationen herausgesucht, für welche der Schnittwinkel  $\sigma = R_{AB}^0 - R_{CB}^0$  innerhalb des Bereiches von  $40^\circ$  bis  $160^\circ$  liegt. Sind Schnittkombinationen in diesem Bereich nicht möglich, wird dieser Bereich nach beiden Seiten so lange erweitert, bis Schnitte möglich sind. Die innerhalb der Schranke  $S$  3 liegenden Koordinaten aus den einzelnen Schnitten werden gemittelt und dienen als vorläufige Koordinaten für die folgende Ausgleichung des Zielpunktes  $B$ . In diese Ausgleichung werden auch eventuell vorhandene Strecken zu diesem Zielpunkt einbezogen. Hiefür erhalten die Fehlergleichungen der Richtungen

das Gewicht 1, die Fehlergleichungen der Strecken werden mit  $\sqrt{p_s} = \frac{m_r}{m_s}$  mul-

tipliziert. Im allgemeinen kann man für  $m_r = \pm 15^{\text{CC}}$  und für  $m_s = \pm 0,002$  m annehmen. In diese Ausgleichung ist auch ein Fehlersuchprogramm einzubauen. Die orientierten Richtungen zum Zielpunkt  $B$  werden in die Ausgleichung mit fester Orientierung eingeführt.

;

### 9. Nebenpunkte ohne bestimmte Streckenmessung

Vom Nebenpunkt  $A$  ist zum Standpunkt  $B$  wohl eine orientierte Richtung, aber keine dazugehörige Streckenmessung vorhanden. Ist der Standpunkt  $B$  durch einen Schnitt orientierter Richtungen bestimmbar, erfolgt der Berechnungsablauf nach 8., es werden aber in die Ausgleichung für  $B$  auch die auf  $B$  gemessenen örtlichen Richtungen einbezogen. Auf  $B$  eventuell vorhandene Fernvisuren werden aber in der Ausgleichung nicht mitverwendet, da sie infolge der großen Unterschiede in den Seitenlängen der Fernvisuren gegenüber den örtlichen Richtungen praktisch keinen Einfluß auf die Punktlage ausüben können.

Kann der Standpunkt  $B$  nicht durch einen Schnitt orientierter Richtungen bestimmt werden, ist aber eine örtliche Orientierung auf  $B$  möglich, dann muß vorerst eine vorläufige Rechnung in einem Hilfskoordinatensystem durchgeführt werden, mit dem Ziel, die unbekannte Entfernung zwischen den beiden Nebenpunkten  $A$  und  $B$  aus den lokalen Koordinaten zu erhalten. Für diese Rechnung in dem Hilffsystem kann keine Orientierungsrichtung verwendet werden, sondern nur die bereits ermittelte örtliche Orientierung. Nach Ableitung vorläufiger Koordinaten für  $B$  vom Ausgangspunkt  $A$  finden auch keine weiteren gegebenen Koordinaten Verwendung. Für diese Hilfsrechnung wird die unbekannte Strecke von  $A$  nach  $B$  mit  $s'_{AB} = 10$  m



angenommen. Mit der bereits vorhandenen orientierten Richtung  $R^0_{AB}$  und der angenommenen Strecke werden von  $A$  aus polar vorläufige Koordinaten für  $B$  berechnet. Von  $B$  aus wird mit örtlicher Orientierung entsprechend 5. so lange weitergerechnet, bis auch von  $A$  in diesem Hilfssystem Koordinaten vorliegen. Nun kann aus den vorläufigen Koordinaten von  $A$  und  $B$  die unbekannte Strecke  $s_{AB}$  ermittelt werden. Der Rechengang geht zurück zum Punkt  $A$ , von dem aus mit der ursprünglichen orientierten Richtung  $R^0_{AB}$  und der aus den vorläufigen Koordinaten ermittelten Strecke  $s_{AB}$  polar die Koordinaten von  $B$  berechnet werden. Die übrigen Ergebnisse der Hilfsrechnung werden gelöscht.

#### 10. Der koordinatenmäßig gegebene Punkt ist nicht orientierbar

Im Verlauf der Untersuchung nach Abschnitt 1. wird festgestellt, daß der betreffende Triangulierungspunkt keinen Standpunkt besitzt, welcher sowohl vorgegebene Koordinaten als auch mindestens eine auswertbare Orientierungsrichtung aufweist. Ist ein koordinatenmäßig gegebener Stand- oder Zielpunkt  $A$  und ein Standpunkt  $B$  mit einer auswertbaren Orientierungsrichtung vorhanden, im anderen Fall wäre diese örtliche Einmessung derzeit noch nicht rechenbar, dann wird ein direkter Anschluß von  $B$  an  $A$  angestrebt. Hat der erste orientierbare Nebenpunkt  $B$  eine örtliche Einmessung derzeit noch nicht rechenbar, dann wird ein direkter Anschluß von  $B$  an  $A$  angestrebt. Hat der erste orientierbare Nebenpunkt  $B$  eine örtliche Richtung mit einer zugeordneten Streckenmessung zum koordinatenmäßig gegebenen Punkt  $A$ , dann erhält  $B$  in erster Näherung die Koordinaten von  $A$ . Der Standpunkt  $B$  wird ausschließlich mit der ersten auswertbaren Orientierungsrichtung orientiert, nach 3. werden die Koordinaten von  $B$  in zweiter Näherung ermittelt. Diese fortgesetzte Näherung wird so lange weitergeführt, bis die Koordinaten von  $B$  aus zwei aufeinanderfolgenden Schritten innerhalb der Schranke  $S_3$  liegen. Jetzt erst werden sämtliche Orientierungsrichtungen des Standpunktes  $B$  verwendet (Überprüfung, ob Schranke  $S_1$  erfüllt ist, eventuell Fehlersuchprogramm) und nach 3. wird der direkte Anschluß bis zum Stillstand der Iteration durchgeführt. Von  $B$  aus wird die örtliche Einmessung nach 2. weiter durchgerechnet.

Besteht keine direkte Verbindung vom Standpunkt  $B$  zum gegebenen Punkt  $A$ , dann muß vorerst eine vorläufige Rechnung in einem Hilfskoordinatensystem durchgeführt werden, mit dem Ziel, die fehlenden Bestimmungsstücke für den direkten Anschluß zu erhalten. Dazu erhält der erste orientierbare Nebenpunkt  $B$  in erster Näherung die Koordinaten des gegebenen Punktes  $A$ . Zur Orientierung der Rechnung in dem Hilfssystem wird ausschließlich die erste auswertbare Orientierungsrichtung des Standpunktes  $B$  herangezogen. Für die weiteren Berechnungen im Hilfssystem finden sonst keine weiteren Fernvisuren und sonstige gegebene Koordinaten Verwendung. Liegen in dem Hilfssystem Koordinaten des Punktes  $A$  vor, werden aus den lokalen Koordinaten der Richtungswinkel  $v'_{BA}$  und die Strecke  $s'_{BA}$  berechnet. Der Richtungswinkel wird als fingierte orientierte Richtung in den Standpunkt  $B$  übernommen und daraus auch die entsprechende fingierte gemessene Richtung abgeleitet. Nun kann der direkte Anschluß von  $B$  an  $A$  durchgeführt werden, wie er im vorigen Absatz beschrieben wurde. Ist diese Iteration zum Stillstand gekommen, werden auch diese fingierten Bestimmungsgrößen wieder gelöscht.

### Schranken

Die im Programmierungsschema erwähnten Schranken sind so zu erstellen, daß sie fallweise auch abgeändert werden können, um besonderen Gegebenheiten Rechnung zu tragen.

1. Die Schranke  $S_1$  stellt die zulässige Abweichung der Orientierungsgrößen „ $\rho$ “ der Fernvisuren auf einem Standpunkt dar. Sie kann in verschiedener Form eingeführt werden, indem entweder alle  $\rho$ -Werte untereinander oder mit dem Mittelwert verglichen werden. Um die gleiche Wirkung zu erzielen, muß im zweiten Fall die entsprechende Schranke enger gewählt werden als bei der ersten Methode. Hier sollen die einzelnen Orientierungsgrößen untereinander verglichen werden, um von vornher-

ein fehlerhafte Werte von der Mittelbildung auszuschließen:  $|\rho_1 - \rho_K| \leq S_1 = \rho'' \cdot \frac{e}{s}$ .

Als Entfernung  $s$  wird hier jeweils die Entfernung vom betreffenden Standpunkt zu dem nächstgelegenen der Zielpunkte der Orientierungsrichtungen eingeführt.

Bei solchen Schranken ergibt sich immer ein gewisses Dilemma. Einerseits sollen Schranken verhindern, daß sich Fehler in die Rechnung einschleichen können, dazu sollen sie relativ eng sein. Andererseits bewirkt aber eine zu eng gezogene Schranke, daß Beobachtungsgrößen als fehlerhaft ausgewiesen werden, wenn die Ursachen der auftretenden Differenzen in vorhandenen Koordinatenspannungen zu suchen sind. Um beiden Forderungen gerecht werden zu können, wird man für „ $e$ “ den als relativ hoch erscheinenden Betrag von 0,07 m einsetzen müssen.

2. Die maximal zulässige Differenz zwischen den orientierten örtlichen Richtungen von Hin- und Rückvisur wird durch die Schranke  $S_2$  angegeben:  $[(R^0_{AB} \pm 200^\circ)$

$- R^0_{BA}] \leq S_2 = \rho'' \cdot \frac{d}{s_{BA}}$ . Der Wert „ $d$ “ kann im allgemeinen mit  $d = 0,01$  m angenommen werden.

3. Die mehrfach ermittelten Koordinaten eines Nebenpunktes müssen der Schranke  $S_3$  genügen:  $[y_B^{(1)} - y_B^{(2)}]^2 + [x_B^{(1)} - x_B^{(2)}]^2 = d^2$ . Hierbei ist „ $d$ “ ident mit dem Wert aus  $S_2$ .

4. Werden bei einem Standpunkt die Orientierungsgrößen „ $\rho$ “ nur von örtlichen Richtungen abgeleitet, dann ist der Wert „ $e$ “ in der Schranke  $S_1$  durch den Wert „ $d$ “ von der Schranke  $S_2$  zu ersetzen, wodurch die Schranke  $S_4$  entsteht.

### Tabellierung

Die Tabellierung der Ergebnisse dieser Berechnungen muß in einer Form erfolgen, die eine kritische Beurteilung der Ergebnisse ermöglicht. Dazu ist nötig die Kenntnis der orientierten Richtungen, der reduzierten Strecken, der Koordinaten der einzelnen Nebenpunkte mit Angabe der maximalen Spannung bei mehrfacher Berechnung, sowie die Ausweisung eventueller Fehler.

### Schlußbemerkungen

Es sollte hiermit ein Weg aufgezeigt werden, wie die Vielfalt von möglichen Fällen bei örtlichen Einmessungen in ein einheitliches Programmierungsschema

gebracht werden kann. Bei manchen Arten von örtlichen Einmessungen mag es aber nützlich sein, als Ergänzung der Angaben vor der elektronischen Berechnung einzelne Rechengänge mit der Tischrechenmaschine durchzuführen, obwohl die elektronische Auswertung möglich wäre.

Bei der praktischen Durchführung einer solchen Programmierung sind dann noch verschiedene Detailfragen zu lösen, so z. B. der einzuhaltende Vorgang, wenn bei einem Triangulierungspunkt außer dem Hauptpunkt noch andere Nebenpunkte mit vorgegebenen Koordinaten auftreten. Bei übergreifenden Visuren und geschlossenen Figuren können auch noch zusätzliche Ausgleichsvorgänge eingebaut werden usw.

Dieses Programmierungsschema stellt ein Maximalprogramm dar, welches unter Verzicht auf verschiedene Teile auch vereinfacht werden kann. Ebenso wäre auch eine Variierung insofern möglich, wenn man ein Programm für Zentrierungsaufgaben daraus ableiten möchte.

## Mitteilungen

### Präsident Eidherr — 60 Jahre

Am 10. 3. 1971 vollendet der Präsident des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen Dipl.-Ing. Ferdinand Eidherr sein 60. Lebensjahr. Er ist der 8. Präsident des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, aber der 3. Präsident, der mit weniger als 50 Jahren auf den höchsten Posten im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen berufen worden ist. Außerdem fällt der Wirksamkeitsbeginn seines Amtes mit dem Tag des Inkrafttretens des Vermessungsgesetzes zusammen, jenem Gesetz, das seit Bestehen des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen zum erstenmal die gesetzliche Grundlage zu dem weitaus größten Teil des Geschäftsbereiches des Bundesamtes schuf und an dessen Entstehen Eidherr sehr wesentlichen Anteil hatte.

Die Laufbahn Präsident Eidherrs ist gleichzeitig auch ein gutes Stück Geschichte des Bundesamtes.

Als Kind eines Bundesbahnbeamten in Jedleseeborn geboren, besuchte er nach der Volksschule die Realschule in Wien II. und begann im Jahre 1929 nach der Reifeprüfung das Geodäsiestudium an der TH Wien, das er am 16. 12. 1933 mit der II. Staatsprüfung für Vermessungswesen abschloß.

Am 20. 3. 1934 begann Eidherr, nachdem er bereits vorher als Akkordant im Bundesamt gearbeitet hatte, seine eigentliche Laufbahn im Bundesamt als „Fachdienstleiter des höheren techn. Dienstes im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen“ bei der Abteilung V 4 (Neuvermessung). Vom 20. 3. 1935 — 31. 10. 1935 und vom 2. 1. 1936 — 7. 8. 1936 war er „Zeitangestellter und Hilfstechner“. Mit 8. 8. 1936 wurde er Aspirant für den höheren technischen Dienst (V. W.) und mit 1. 8. 1937 wurde er als Beamtenanwärter in den Vorbereitungsdienst für den höheren Dienst (Verm. Wesen) aufgenommen und zum prov. Kommissär ernannt. Erst mit diesem Akt erfolgte die Aufnahme in das öffentlich-rechtliche Dienstverhältnis zur Republik Österreich.

Am 30. 4. 1938 legte Dipl.-Ing. Eidherr die Fachprüfung ab. Nach dem 13. 3. 1938 wurde Eidherr als Vermessungsassessor in das deutsche Beamtenverhältnis übergeleitet und im Jahre 1942 zum Vermessungsrat ernannt. Allerdings war er zu diesem Zeitpunkt bereits seit 15. 5. 1941 zum Militärdienst eingezogen und in Rußland eingesetzt. Verwundet kehrte Eidherr am 16. 7. 1945 zurück und meldete sich sofort wieder zum Dienst. Seit 8. 8. 1936 war er im Rahmen der Abt. K 5 (Fortführung der Gr. K) dem Vermessungsamt Zistersdorf zugeteilt und mit 25. 10. 1937 zum Leiter dieses Vermessungsamtes bestellt worden. Sein Wiederantritt des Dienstes erfolgte am 1. 10. 1945 beim Vermessungsamt Zwettl, als dessen Leiter er eingesetzt wurde. Mit 2. 2. 1946 wechselte er zum Vermessungsamt Gänserndorf, das er bis zum 30. 11. 1950 leitete.