

Paper-ID: VGI_196510



Über mögliche Refraktionsanomalien infolge von Schichtenneigungen

Kurt Bretterbauer ¹

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

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **53** (4), S. 113–119

1965

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Bretterbauer_VGI_196510,  
Title = {{\U}ber m{"o}gliche Refraktionsanomalien infolge von  
Schichtenneigungen},  
Author = {Bretterbauer, Kurt},  
Journal = {{\O}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen},  
Pages = {113--119},  
Number = {4},  
Year = {1965},  
Volume = {53}  
}
```



Die Matrix des daraus gebildeten Gleichungssystems und seine Auflösung zeigt Tab. 4.

$$\begin{aligned} & 11354,749 + 7609,358 - 2412,290 - 1621,774 - 14930,043 \\ & 10950,978 + 677,981 - 1379,448 - 17858,869 \\ & 13043,985 + 258,724 - 11568,401 \\ & 285,270 + 2457,228 \\ & [pv] = 38,9341 \cdot 10^{-8} \end{aligned}$$

$$da_1 = + 0,1086 \cdot 10^{-4} \pm 37 \cdot 10^{-7} = + 2,23 \pm 0,76$$

$$da_2 = + 0,0511 \cdot 10^{-4} \pm 36 \cdot 10^{-7} = + 1,05 \pm 0,75$$

$$da_3 = - 0,0025 \cdot 10^{-4} \pm 27 \cdot 10^{-7} = - 0,05 \pm 0,56$$

$$m_0 = \pm 2,79 \cdot 10^{-4} \text{ mm} = \pm 1,15,$$

Tabelle 4

Damit berechnen wir die Differentialmatrix (dA) und die Matrix $A = dA(A)$ der Drehung des Richtungsbündels.

$$dA = \begin{pmatrix} 1 & + 0,0000002 & + 0,0000051 \\ - 0,0000002 & 1 & + 0,0000109 \\ - 0,0000051 & + 0,0000109 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A = \begin{pmatrix} + 0,5245199 & + 0,5915069 & + 0,6123712 \\ - 0,1584959 & + 0,7745188 & - 0,6123722 \\ - 0,8365154 & + 0,2241430 & + 0,5000020 \end{pmatrix}$$

Mit dieser können wir nach Gln. (3) die Richtungen s (Tab. 2a) in das Äquatorsystem transformieren, und aus den Richtungskoordinaten von H nach (1) die Koordinaten α , δ des Hochzieles berechnen.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | H |
|------|---|-------------|-------------|-------------|-------------|
| s' | + 0,4537908 | + 0,6119381 | + 0,9361160 | + 0,5507333 | + 0,8744224 |
| | - 0,5398223 | - 0,7426467 | - 0,2379290 | - 0,7941060 | - 0,4850884 |
| | + 0,7089896 | + 0,2720442 | + 0,2589920 | - 0,2570772 | - 0,0086504 |
| | $\alpha_H = 330^{\circ}58'50,0$, $\delta_H = - 0^{\circ}29'44,3$ | | | | |

Literatur:

- [1] Rinner, K.: Die räumliche Drehstreckung, Festschrift Tárcy-Hornoch.
 [2] Dufour, H.: Elements Fundamentaux de la Géodésie Tridimensionale, Inst. Geograph. National, Paris, Mai 1962.

Über mögliche Refraktionsanomalien infolge von Schichtenneigungen

Von Kurt Bretterbauer, Wien

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

Summary:

Computation of astronomic refraction is based on a spherically stratified atmosphere, being symmetrical with respect to the zenith. However, horizontal pressure- and temperature-gradients create a slope of atmospheric layers, which in turn effects systematic errors of astro-geodetic observations. The possible extent of these slopes is investigated. The effect on zenith distances can amount to $0'',4$ depending on the altitude of the star.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß bei der astronomischen Ortsbestimmung die Beobachtungen einer einzelnen Nacht oft systematisch verfälscht sind, obwohl

die Beobachtungsserie eine hervorragende innere Genauigkeit aufweist. Vergleicht man die Mittelwerte mehrerer Nächte, so zeigen diese nicht selten Streuungen, die weit über den Rahmen der vom mittleren Fehler gesteckten Toleranz hinausgehen. Ich möchte sogar behaupten, daß Ergebnisse von besonders hoher innerer Genauigkeit auch besonders verdächtig in bezug auf eine systematische Verfälschung sind. Mangels besserer Erkenntnis werden sämtliche Einzelwerte als direkte Beobachtungen gleicher Genauigkeit behandelt. Der daraus abgeleitete mittlere Fehler täuscht dann eine Reproduzierbarkeit des Ergebnisses der Ortsbestimmung vor, die nicht vorhanden ist. Wie könnte dies auch sein, wenn z. B. bei Breitenbestimmungen einem relativ leicht erreichbaren mittleren Fehler von $0'',10$ häufig eine Streuung der einzelnen Abendmittel von $1'',0 - 1'',5$ gegenübersteht? Wie bedenklich diese Art der Bewertung ist, geht schon daraus hervor, daß bei der Fehlerrechnung in manchen Fällen die Abweichungen der Einzelwerte der einen Nacht alle positiv, die einer anderen Nacht aber alle negativ sind. Von einer Gauß'schen Fehlerverteilung kann hier wohl nicht gesprochen werden. Es hat sich gezeigt, daß schon eine relativ geringe Anzahl von Beobachtungen in einer Nacht den „Momentanwert“ der auf astronomischem Wege zu bestimmenden Größe liefern kann. Eine Vergrößerung der Beobachtungszahl in einer Nacht bestätigt dann nur mehr das Ergebnis, beeinflußt es aber kaum mehr.

Es dürfte kein Zweifel bestehen, daß der Hauptteil dieser systematischen Fehler der Refraktion anzulasten ist. Die Refraktion wird nach wie vor jenen Tafeln entnommen, die zwar auf die Ergebnisse berühmter Forscher, wie Radeau, Gylden, Bessel und andere, zurückgehen, aber auf überholten Vorstellungen über den Aufbau der Atmosphäre beruhen.

Kürzlich hat es *Hans-Georg Löser* [1] unternommen, diese Tafeln auf den neuesten Stand zu bringen. Er hat gezeigt, wie man unter Benützung der Ergebnisse von Radiosondenaufstiegen der Wetterämter den Lichtstrahl Stück für Stück rückwärts verfolgen kann. Löser's Tafeln geben die Refraktion bei 45° Zenitdistanz um $0'',2$, bei 75° bereits um $1'',0$ größer als die herkömmlichen Tafeln. So verdienstvoll die Arbeit für die Beobachtung z. B. von Sonnenhöhen, zumal in größeren Zenitdistanzen, ist, kann sie doch die Refraktionsprobleme bei den üblichen Methoden der astronomischen Ortsbestimmung leider auch nicht lösen. Der Grund liegt zunächst darin, daß auch bei Löser die Atmosphäre symmetrisch zum Zenit aufgebaut ist. Die durch sie verursachte Strahlenbrechung bleibt daher ohne Einfluß auf die Zeitbestimmung aus Meridianpassagen und die Azimutbestimmung aus Polarisbeobachtungen. Bei Breitenbestimmungen wirkt sich eine vertikale Refraktion wohl voll aus, aber die angewendeten Methoden, wie Sterneck- und Horrebow-Talcott-Methode, sind ja so angelegt, daß die Strahlenbrechung einer symmetrisch gebauten Atmosphäre weitestgehend eliminiert wird. Da hier immer ein Süd- mit einem Nordstern kombiniert wird, ist es von zweitrangiger Bedeutung, wie die Atmosphäre geschichtet ist, sofern sie nur symmetrisch zum Zenit wirkt. Das wesentliche Merkmal aller Refraktionstheorien ist die Tatsache, daß die Refraktion im Zenit gleich Null angenommen wird.

Gerade dies trifft aber meines Erachtens in der Regel nicht zu. Vielmehr wird als Folge von horizontalen Druck- bzw. Temperaturgefällen eine Schichtenneigung

eintreten und eine mehr oder weniger große Zenitrefraktion bewirken. Sondaufstiege der ziemlich weit verstreut liegenden Wetterämter mögen eine noch so anomale Momentanstruktur der Atmosphäre ergeben, stets durchläuft der Lichtstrahl in der Theorie planparallele Schichten wechselnder Dichte, bleibt also ungebrochen, so daß letztlich nur der Refraktionsindex der untersten Schichte die Strahlenbrechung bestimmt. Bei Zenitdistanzen kleiner als 45° hat der vertikale Temperatur- bzw. Druckgradient kaum Einfluß auf die Refraktion. Das ist der Grund, warum die nächste Umgebung um das Instrument für die Refraktion ausschlaggebend ist. Diese zu erfassen ist offenbar unser Hauptproblem. Sondaufstiege helfen da wohl wenig [3].

Nun soll untersucht werden, welche Beträge Schichtenneigungen überhaupt annehmen könnten. Wir betrachten die Erdoberfläche als eben, die Schichten gleicher Dichte seien um den Betrag γ gegen den Horizont geneigt. Diese Neigung ändert nun die scheinbaren Zenitdistanzen um den Betrag γ , und wir müssen in die Refraktionstabellen nicht mit z , sondern mit $z \pm \gamma$ eingehen, je nachdem, ob der Stern sich auf der abfallenden oder der ansteigenden Seite der geneigten Schichten befindet. Eine solche Schichtenneigung kann aber auch eine Lateralrefraktion bewirken, dann nämlich, wenn die Falllinie der geneigten Schichten außerhalb des Vertikals der Beobachtung verläuft. Die Schichtenneigung ist also auch für die Zeit- und Azimutbestimmung von Bedeutung. Hier soll jedoch nur ihr Einfluß auf die Zenitdistanzen, also in erster Linie auf Breitenbestimmungen, untersucht werden.

Nehmen wir zunächst an, die Schichtenneigung sei ausschließlich durch ein Druckgefälle verursacht. An zwei Orten im Vertikal der Beobachtung (Meridian), von denen einer der Beobachtungsort sein kann, herrsche der Druck p_A bzw. p_B . Der gleiche, aber unbekannte Druck p trete nun in der Höhe h_A über dem Ort A und in der Höhe h_B über dem Ort B auf. Nach der vereinfachten barometrischen Höhenformel gilt nun:

$$8000 \cdot \log \operatorname{nat} \frac{p_A}{p} = h_A \quad \text{und} \quad 8000 \cdot \log \operatorname{nat} \frac{p_B}{p} = h_B, \quad \dots (1)$$

mit $h_{A,B}$ in Metern. Der Faktor 8000 stellt die Höhe einer Luftsäule dar, welche einer Quecksilbersäule von 760 mm Höhe am Meeresniveau das Gleichgewicht hält. Er kann als die Höhe einer ideellen Atmosphäre gedeutet werden und wird als barometrische Einheit bezeichnet. Aus beiden Gleichungen folgt:

$$h_A - h_B = 8000 \cdot \log \operatorname{nat} \frac{p_B}{p_A}. \quad \dots (2)$$

Die Entfernung der beiden Orte sei s . Wegen der geringen Neigung der Schichten kann man ansetzen:

$$\gamma'' = \frac{h_A - h_B}{s} \quad \rho'' = \frac{8000}{s} \quad \rho'' \log \operatorname{nat} \frac{p_B}{p_A}. \quad \dots (3)$$

Ich setze $p_B - p_A = \Delta p$, dann ist:

$$\log \operatorname{nat} \frac{p_B}{p_A} = \log \operatorname{nat} \frac{p_A + \Delta p}{p_A} = \log \operatorname{nat} \left(1 + \frac{\Delta p}{p_A} \right).$$

Den Logarithmus entwickle ich in eine Reihe, wobei ich bereits das quadratische Glied vernachlässigen darf

$$\log \operatorname{nat} \left(1 + \frac{\Delta p}{p_A} \right) = \frac{\Delta p}{p_A} - \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta p}{p_A} \right)^2 = \frac{p_B - p_A}{p_A}.$$

Damit wird Formel (3)

$$\gamma'' = \frac{8000}{s} \rho'' \frac{p_B - p_A}{p_A}. \quad \dots (4)$$

In der Meteorologie ist es üblich, den Druckgradienten Δp auf eine Distanz von 100 km zu reduzieren; ich nenne ihn dann G . Wenn wir jetzt noch für p_A den der Höhe von A entsprechenden Normaldruck einsetzen, so erhalten wir die mögliche Schichtenneigung im Winkelmaß:

$$\begin{aligned} \gamma'' &= 21'',7 G & \text{für } p_A &= 760 \text{ mm} \\ \gamma'' &= 27'',5 G & \text{für } p_A &= 600 \text{ mm} \\ \gamma'' &= 33'',0 G & \text{für } p_A &= 500 \text{ mm} \end{aligned} \quad \dots (5)$$

G in mm Hg pro 100 km.

Die Schichtenneigung kann also im Hochgebirge für bloß 1 mm Druckgefälle auf 100 km Distanz bereits eine Neigung der Schichten von 33'' hervorrufen. Nun wäre zu prüfen, welche Beträge G selbst annehmen kann.

Aus einer Arbeit von *Karl Frey* über die Entwicklung des Süd- und Nordföhns [2] kann man entnehmen, daß zwischen einer Reihe von Berg- und Talstationen ungefähr in einem Nord-Südprofil (Meridianrichtung!) bei Süd- bzw. Nordföhnlagen die in Tabelle I angeführten Druckgradienten, bezogen auf 100 km Distanz, festgestellt wurden. Ich greife nur einige heraus, wobei ich die mbar-Angaben der Originalarbeit auf mm umgerechnet habe; weiters gebe ich nur das 3. Föhnstadium (Hauptstadium mit Talföhn) an, wo der Gradient ein Maximum hat.

Tabelle I

| Stationen | Druckniveau | 3. Südföhn- | 3. Nordföhn- |
|-------------------|-------------|-------------|--------------|
| | | stadium | stadium |
| | | G | G |
| Altdorf-Göschenen | 450 m | - 11,5 mm | + 6,5 mm |
| Göschenen-Airolo | 450 m | - 23,7 mm | + 17,4 mm |
| Göschenen-Airolo | 1150 m | - 16,9 mm | + 10,6 mm |
| Bäzberg-Gotthard | 1850 m | - 17,2 mm | + 9,7 mm |
| Rigi-Gotthard | 1850 m | - 7,2 mm | + 3,3 mm |
| Pilatus-Gotthard | 2100 m | - 6,9 mm | + 2,4 mm |

Wenn wir Gleichung (5) auf die in der Tabelle I angegebenen Druckniveaus umrechnen, erhalten wir die folgenden Schichtenneigungen in Bogenminuten:

Tabelle II

| Stationen | Druckniveau | 3. Südföhn- | 3. Nordföhn- |
|-------------------|-------------|--------------|--------------|
| | | stadium | stadium |
| | | Schichten- | Schichten- |
| | | neigung in | neigung in |
| | | Bogenminuten | Bogenminuten |
| Altdorf-Göschenen | 450 m | - 4',4 | + 2',5 |
| Göschenen-Airolo | 450 m | - 9,1 | + 6,7 |
| Göschenen-Airolo | 1150 m | - 7,0 | + 4,4 |
| Bäzberg-Gotthard | 1850 m | - 7,8 | + 4,4 |
| Rigi-Gotthard | 1850 m | - 3,3 | + 1,5 |
| Pilatus-Gotthard | 2100 m | - 3,3 | + 1,1 |

Wie Tabelle I zeigt, sind Änderungen des Druckgefälles zwischen einer Nord- und einer Südföhlage von 41 mm beobachtet worden, das gibt eine Änderung der Schichtenneigung von fast 16 Bogenminuten.

In der folgenden Tabelle gebe ich noch an, wie sich die Refraktion in den Zenitdistanzen 0^0 , 30^0 und 45^0 zufolge einer Schichtenneigung ändert:

Tabelle III

| Schichtenneigung | Normalrefraktion bei gestörter Schichtung | | | Differenz gestört-ungestört | | |
|------------------------------------|---|---------|---------|-----------------------------|--------|--------|
| | 0^0 | 30^0 | 45^0 | 0^0 | 30^0 | 45^0 |
| γ | | | | | | |
| 2' | 0'',03 | 33'',21 | 57'',48 | 0'',03 | 0'',04 | 0'',08 |
| 4' | 0,07 | 33,26 | 57,55 | 0,07 | 0,09 | 0,15 |
| 6' | 0,10 | 33,31 | 57,61 | 0,10 | 0,14 | 0,21 |
| 8' | 0,13 | 33,36 | 57,68 | 0,13 | 0,19 | 0,28 |
| 10' | 0,17 | 33,41 | 57,74 | 0,17 | 0,24 | 0,34 |
| Normalrefr. bei ungest. Schichtung | 0'',00 | 33'',17 | 57'',40 | | | |

Es ergeben sich also Abweichungen bis $0'',3$. Es sei besonders darauf hingewiesen, daß es sich diesmal um Fehler handelt, die nicht durch Kombination von Nord- und Südsternen eliminiert werden können; sie gehen voll in das Resultat ein.

Schichtenneigungen werden aber auch durch Temperaturunterschiede der Luftmassen in horizontaler Richtung verursacht. Dieses Problem ist viel komplexer als das vorige.

Wir nehmen an, es bestünde kein Druckgefälle, also $p_A = p_B = p$. Die allgemeine Zustandsgleichung der Gase liefert dann die Gleichung der „isobaren Zustandsänderung“:

$$\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} \quad \dots (6)$$

$V_{A,B}$ = Volumina, $T_{A,B}$ = Temperaturen in Kelvin.

Betrachten wir zwei Luftsäulen gleichen Querschnitts, so können wir die Volumina durch die Höhen der Säulen ersetzen:

$$\frac{h_A}{T_A} = \frac{h_B}{T_B} \quad \dots (7)$$

Haben beide Luftsäulen die gleiche Temperatur, dann ist $h_A = h_B$ und an der Spitze beider Säulen herrscht der Druck p . Erleidet nun die Säule A eine Erwärmung oder Abkühlung von ΔT^0 Kelvin = $T_B - T_A$, so dehnt sich (oder verkürzt sich) die Säule um den Betrag $\Delta T \cdot h_A/273$. Dies folgt unmittelbar aus Gleichung (7):

$$\frac{h_A}{T_A} = \frac{h_A + \Delta h}{T_A + \Delta T} \text{ mit } h_B = h_A + \Delta h; T_B = T_A + \Delta T,$$

oder

$$\Delta h = \frac{\Delta T}{T_A} \cdot h_A \quad \dots (8)$$

Für T_A dürfen wir 273 annehmen und ΔT durch die Temperaturdifferenz in Celsius ersetzen; auch den Index A können wir übergehen. Haben die beiden Säulen den Abstand s , so beträgt die Schichtenneigung wieder

$$\begin{aligned}\gamma'' &= \frac{\Delta h}{s} \rho'' = \frac{\Delta t^0 \text{ Cels}}{273} \cdot \frac{h}{s} \rho'' \\ \gamma'' &= 756'' \Delta t \cdot \frac{h}{s} \quad \dots (9)\end{aligned}$$

Über den Faktor $\Delta t \cdot h/s$ eine gültige Aussage zu treffen, ist sehr schwierig. Temperaturunterschiede in horizontaler Richtung können im angegebenen Sinne nur dann wirksam werden, wenn sie in der näheren Umgebung des Instrumentes auftreten, da ja sonst der Quotient h/s zu klein wird. Es ist m. E. ohne weiteres möglich, daß eine Luftsäule über einem Südhang nachts eine höhere Temperatur hat als eine entsprechende Säule über dem Nordhang; besonders dann, wenn letzterer eine andere Bewachsung hat oder gar verschneit ist. Ich bin daher überzeugt, daß der Faktor $\Delta t \cdot h/s$ den Wert 1,0 ohne weiteres erreichen kann. Das wäre dann der Fall, wenn zwei Luftsäulen von je 1500 m Höhe im Abstand 3 km eine Temperaturdifferenz von 2^0 aufweisen. Damit wäre die Schichtenneigung 12,6 Bogenminuten, was in den Zenitdistanzen 0^0 , 30^0 und 45^0 Refraktionsanomalien von $0'',21$, $0'',28$ und $0'',42$ bewirkt.

Die zuletzt geäußerte Ansicht wird durch die Meinung von Prof. *J. Hopmann* unterstützt, der in der Arbeit „Über die gravimetrische und astronomische Bestimmung von Lotabweichungen und ihre Auswirkung auf trigonometrische Netze“ [4] schreibt, daß die mittleren Temperaturen von Nord- und Südhängen bis 3^0 C differieren können. Und weiter wörtlich: „Einige 100 m um die Station herum ist also normalerweise mit einem Temperaturgefälle von 0,5 bis 2^0 C von Süden nach Norden zu rechnen“. Hopmann schließt daraus auf eine terrestrische Lateralrefraktion in Triangulierungsnetzen. Tatsächlich konnte in einer Arbeit von Schütz durch Untersuchung eines ausgedehnten Netzes nachgewiesen werden, daß der Meridian der Lateralrefraktion, d. h. die Falllinie der geneigten Schichten, von Südwest (warm) nach Nordost (kalt) verläuft.

Die beschriebenen Schichtenneigungen infolge Druckgefälles bleiben über mehrere Stunden konstant, sind also wohl imstande, das Meßergebnis einer Nacht systematisch zu verfälschen. Die Schichtenneigung infolge von Temperaturverschiedenheiten dürfte nach dem oben Gesagten immer gegeben sein. Es wäre interessant, die zahlreichen Ergebnisse von Breitenbestimmungen der letzten Jahre auf Schichtenneigungen hin zu untersuchen. Es lassen sich nur leider die Nord- und Südsterne schwer voneinander trennen, da jedes Paar noch eine Unbekannte enthält, nämlich die Zenitlesung am Vertikalkreis. Diese ist offenbar Schwankungen unterworfen. Aus diesem Grund sollte man meiner Meinung nach versuchen, unter Beibehaltung des üblichen Sterneckprogrammes jeden Stern in beiden Kreislagen zu beobachten, d. h. in der einen Kreislage kurz vor dem Meridiandurchgang, in der anderen kurz nachher. Dies bedeutet eine Rückkehr zur Zirkummeridianmethode und zieht Mehrarbeit bei Beobachtung und Auswertung nach sich, da die gemessenen Zenitdistanzen auf den Meridian reduziert werden müssen. Diese

Mehrarbeit brächte aber den Vorteil, daß nun jeder einzelne Stern einen Breitenwert ergäbe. So könnte eine Systematik leichter aufgedeckt werden.

Als Weisheit letzter Schluß bleibt vorderhand immer noch, in möglichst vielen Nächten und bei verschiedenen Wetterlagen zu beobachten, solange es nicht gelingt, die Refraktion entweder direkt zu messen, oder den Aufbau der unteren Schichten der Atmosphäre genauest zu erfassen.

Literatur

[1] *Löser, H. G.*: Untersuchungen zur praktischen Berechnung von Refraktionsanomalien für Zwecke der Orientierung nach Sonnenhöhen. Deutsche Geodätische Kommission, Reihe B, Heft 39 und

Eine neue Tabelle der Normalrefraktion . . . , D.G.K. Reihe D, Heft 6.

[2] *Frey, K.*: Die Entwicklung des Nord- und Südföhns. Archiv für Meteorologie, Geophysik und Bioklimatik, Serie A, Band V, 4.

[3] *Roelofs, R.*: Astronomy applied to Land Surveying, Seite 53.

[4] Beiträge zur astronomischen Geodäsie, Veröffentlichungen des Instituts für Erdmessung, Bamberg, Nr. 12, Seite 122.

Über die wirtschaftliche Anlage, Beobachtung und Berechnung von terrestrisch zu bestimmenden EP-Netzen

Von *Walter Smetana*, Wien

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

Zusammenfassung

Die vorliegende Abhandlung soll dem weniger geübten Praktiker auf dem Gebiet der terrestrischen Kleinsttriangulierung, an Hand von vier ausgewählten typischen EP-Netzen aus der Praxis des Verfassers, alles Wissenswerte dieser Materie in Form von Beilagen und Tabellen vermitteln, um so einen Einblick in die Werkstatt einer wirtschaftlichen, terrestrischen EP-Netz-Bestimmung, unter besonderer Berücksichtigung der bisherigen Erfordernisse für eine rationelle, elektronische Berechnung der Netze zu gewinnen.

Abstract

The paper at hand is intended to provide the practical surveyor, less experienced with terrestrial triangulation of lowest order, with all facts of that topic by means of four selected typical interpolation nets taken from the author's practice. The information is given in form of tables and supplements so that insight can be gained into the procedures of an economic determination of interpolation nets with special regard to the requirements of high-speed computation.

1. Einleitung

Die folgende Abhandlung soll vornehmlich diejenigen Praktiker ansprechen, die bisher nur sehr wenig, oder überhaupt nichts mit der terrestrischen Bestimmung von EP bzw. EP-Netzen in ihrer Praxis zu tun hatten, jedoch aber in Hinkunft, angesichts einer Intensivierung in der Schaffung von terrestrisch zu bestimmenden EP-Netzen sich auch mit dieser Materie bis zu einem gewissen Grade vertraut machen müssen.

Die triangulatorische Methode der Bestimmung von EP bzw. EP-Netzen findet überall dort Anwendung, wo eine luftphotogrammetrische Auswertung wegen