Paper-ID: VGI_191116

Franz Horsky. Zu seinem hundertsten Geburtstage.

Abraham Broch [1]

[1] *k. k. Hofrat und emer. Direktor des k. k. Trianguliernngs- und Kalkül-Bureaus.*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **9** (4), S. 113–124

1911

BibTeX:

```
@ARTICLE{Broch_VGI_191116,
Title =  {Franz Horsky. Zu seinem hundertsten Geburtstage.},
Author =  {Broch, Abraham},
Journal =  {{\"O}sterreichische Zeitschrift f{\"u}r Vermessungswesen},
Pages =  {113--124},
Number =  {4},
Year =  {1911},
Volume =  {9}
}
```

ÖSTERREICHISCHE
ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN.
ORGAN
DES
VEREINES DER ÖSTERR. K. K. VERMESSUNGSBEAMTEN.

Redaktion: Prof. E. Doležal und Bauinspektor S. Wellisch.

Nr. 4. **Wien, am 1. April 1911.** **IX. Jahrgang.**

Franz Horský.

Zu seinem hundertsten Geburtstage.

Von **A. Broch**,
k. k. Hofrat und emer. Direktor des k. k. Triangulierungs- und Kalkül-Bureaus.

I.

Am 2. April 1911 jährt sich der Geburtstag Franz Horský's zum hundertsten Male. Das bietet nach einer schönen menschlichen Gepflogenheit den Anlaß, dieses ausgezeichneten, leider wenig gekannten österreichischen Geodäten zu gedenken.

Hiezu fühle ich mich umsomehr berufen, als ich wohl nur noch der einzige Lebende sein dürfte, welcher Gelegenheit hatte, durch eine Reihe von Jahren unter Horský's Leitung im Triangulierungs- und Kalkülbureau tätig zu sein und bei den großen geodätischen Arbeiten, welche die Schaffung wissenschaftlicher Grundlagen für die Katastral-Vermessung in Ungarn zum Zwecke hatten, mitzuwirken. Überdies habe ich bereits anläßlich der im Jahre 1902 vom böhmischen Architekten-Verein in Prag daselbst veranstalteten Ausstellung, an welcher sich das k. k. Triangulierungs- und Kalkülbureau beteiligte, eine kurze Skizze des Werdeganges Horský's verfaßt und diese in unserer Zeitschrift veröffentlicht (Heft Nr. 6 des Jahrganges 1903).

Des Zusammenhanges und auch der Vollständigkeit wegen sei im folgenden unter anderem auch das Wesentlichste aus dieser Publikation wiederholt.

Franz Horský wurde am 2. April 1811 zu Wittingau in Böhmen geboren. Seine Ausbildung erhielt er am Gymnasium zu Budweis, an der technischen Lehranstalt in Prag und an der dortigen Universität, wo er mathematischen Studien oblag.

Im Jahre 1837 trat er als Vermessungsadjunkt in den Katastraldienst. Seine Einberufung in das Triangulierungs- und Kalkülbureau erfolgte im Jahre 1842; daselbst wurde er 1853 zum Trigonometer und 1861 zum zweiten Revidenten und technischen Leiter dieses Bureaus ernannt. Diese Stelle bekleidete er bis zu seinem am 14. Oktober 1866 erfolgten Tode.

Schon nach kurzer Dienstzeit (1844) hatte sich Horský durch die sinnreiche Erfindung eines Planimeters bemerkbar gemacht, welches nach Art des Posener Apparates konstruiert war, vor diesem aber den Vorzug hatte, daß die Flächeninhalte ohne vorherige Multiplikationen direkt am Planimeter abgelesen werden konnten.

Obzwar den Katastergeometern gestattet wurde, dieses Planimeter bei den Flächeninhaltsberechnungen zu benützen, fand dasselbe wenig Verbreitung und ist heute fast ganz vergessen.

Als Trigonometer hatte Horský bei seinen Triangulierungen stets die Berechnung des Netzes vor Augen. Er beobachtete nur die notwendigsten Winkel, so daß seine Messungen den Charakter der Knappheit trugen, ein Verfahren, das heute als das ökonomisch vorteilhafteste erkannt ist.

Mit besonderer Aufmerksamkeit verfolgte er die Methoden zur Ausgleichung trigonometrischer Netze. Die Methode der kleinsten Quadrate war zu jener Zeit noch wenig bekannt und deren Anwendung wäre auch — in Anbetracht der umfangreichen Aufgaben des Triangulierungs-Bureaus und der Raschheit, mit welcher die Ergebnisse der Triangulierung für die Detailvermessung nutzbar gemacht werden mußten — viel zu umständlich und mit einem zu großen Zeitaufwande verbunden gewesen. Horský ersann nun ein Diagramm*), mittels welchem die Änderungen der Koordinaten bis auf Zentimeter, jene der Winkel und der Logarithmen der Dreiecksseiten bis auf 0·2″, beziehungsweise auf Einheiten der sechsten Dezimale, deutlich zur Darstellung gebracht werden können. Dieses Diagramm verdrängte nach und nach die früheren im Triangulierungs-Bureau üblichen Ausgleichungsmethoden, und gegenwärtig, nach mehr als 50 Jahren, findet dasselbe noch vielfache Anwendung**).

Als im Jahre 1860 an Stelle der graphischen Triangulierung die trigonometrische Triangulierung des Netzes IV. Ordnung trat, verfaßte Horský eine Instruktion zur Ausführung und Berechnung dieses Netzes. Diese Instruktion, welche unter anderem eine größere Anzahl von Varianten der Pothenot'schen Aufgabe enthielt, wurde durch den Druck nicht vervielfältigt. Einzelne Formulare dieser Instruktion wurden in unsere Instruktion für Polygonalvermessungen übernommen. (Muster VI, Reduktion exzentrisch beobachteter Richtungen, und Muster IX, Berechnung der vorläufigen Koordinaten.) Auch an der Verfassung der Vermessungsinstruktion vom Jahre 1865 hat Horský regen Anteil genommen.

Die Berechnungen in den vom Obersten Pechmann in den Abhandlungen der kais. Akademie der Wissenschaften veröffentlichten Arbeiten über Lotablenkung wurden unter Horský's Leitung ausgeführt.

*) Horský legte seiner Erfindung den bescheidenen Namen „Rahml' (Diminutiv von Rahmen) bei; die Bezeichnung „Diagramm" entstand erst nach dessen Tode.

**) Näheres hierüber in der österr. Instruktion für Polygonalvermessungen, ferner in Marek's Abhandlung in der Zeitschrift für Vermessungswesen des deutschen Geometervereines 1874, Seite 167, und besonders ausführlich und erläutert in: Hartner-Doležal, Hand- und Lehrbuch der niederen Geodäsie, 1910, I. Band, Seite 825 ff.

Die eigentliche wissenschaftliche Tätigkeit Horský's datiert aus jener Zeitperiode, als unter dem Oberstleutnant Eduard v. Pechmann, welcher im Jahre 1860 zur Leitung der österreichischen Katastralvermessung berufen wurde, die stereographische Projektion für die Darstellung der ungarischen Katastralmappen zur Einführung gelangte. Da hat es sich darum gehandelt, nicht nur Vorschriften für die Durchführung dieser Projektion, sondern auch ein auf streng wissenschaftliche Grundlage nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichenes trigonometrisches Netz für die ungarische Katastralvermessung zu schaffen.

Hier zeigte sich Horský's vorzügliche Begabung für geodätische Arbeiten, denn geradezu genial und meisterhaft hat er diese Aufgaben gelöst.

Bezüglich der Vorschriften zum Zwecke der Durchführung der stereographischen Projektion sei bemerkt, daß dieselben zum größten Teile in der von Marek verfaßten «Technischen Anleitung zur Ausführung der trigonometrischen Operationen des Katasters in Ungarn» Aufnahme fanden. Es möge nun an dieser Stelle die Netzausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate besprochen werden, welche unter Hórský's Leitung als Grundlage für die Katastralvermessung in Ungarn durchgeführt wurde, eine Netzausgleichung, welche sowohl wegen ihres erheblichen Umfanges als auch wegen der hiebei zur Anwendung gelangten originellen Methode es verdient, in weiteren geodätischen Kreisen bekannt zu werden.

II.

Als Grundlagen für diese Netzausgleichung dienten vier direkt gemessene Basen, u. zw.

a) die Basis bei Wiener-Neustadt in Niederösterreich,
b) » » » Partyn (nächst Tarnow) in Galizien,
c) » » » Radautz in der Bukowina und
d) » » » St. Anna (nächst Arad) in Ungarn,

welche durch Dreiecks-Polygonketten derart in Verbindung gebracht wurden, daß hiedurch das Gebiet von Ungarn und seiner Nebenländer gleichsam eingekreist wurde. Die Winkeldaten wurden den Protokollen der k. k. Militär-Triangulierung entnommen.

Die Netzausgleichung erfolgte in nachstehender Weise:

1. Aus den Beobachtungsreihen der Winkel, welche bei der Ausgleichung in Betracht kamen, wurde das arithmetische Mittel als Endwert der einzelnen Winkel gebildet, worauf ihre mittleren Fehler und aus diesen ihre Gewichte berechnet wurden.

Bedenkt man, daß hiezu die Beobachtungsreihen von mehr als 1000 Winkeln den Protokollen entnommen werden mußten und daß für jeden derselben dessen Endwert, mittlerer Fehler und Gewicht zu bestimmen war, so läßt sich der Umfang dieser Vorarbeit wohl ermessen.

2. Sodann wurde an die Ausgleichung der Entwicklungsnetze der 4 Basen nach der Methode der kleinsten Quadrate geschritten.

Es sei hier bemerkt, daß diese Ausgleichung sowie alle späteren nach der Methode der bedingten Beobachtungen, und zwar nach Winkeln erfolgte; ferner, daß Horský vor der Netzausgleichung keine Stationsausgleichungen durchgeführt hat, sondern alle gemessenen Winkel, ob sie nun bei der Netz- oder Stationsausgleichung in Betracht kamen, in die Bedingungsgleichungen aufnahm. Hiedurch wurde zwar die Anzahl der Seitengleichungen (Horský nannte sie Logarithmische Gleichungen) nicht beeinflußt, wohl aber jene der Winkelgleichungen bedeutend vermehrt. Ferner sei bemerkt, daß sämtliche Berechnungen logarithmisch, in den wichtigeren Fällen mit Benützung von Vega's 10stelligem Thesaurus logarithmorum ausgeführt und die Zahlenwerte auf 5, jene der Korrelaten sogar auf 6 Dezimalen bestimmt wurden.

Auf *Tafel I* sind die Entwicklungsnetze der vier genannten Basen dargestellt. Die in die Ausgleichung einbezogenen zahlreichen Winkel sind, um Undeutlichkeiten zu vermeiden, nicht besonders hervorgehoben, sondern nur bei der Radautzer Basis durch Kreisbögen angedeutet worden.

In der nachstehenden Tabelle erscheint der Umfang dieser vier Basisnetzausgleichungen ziffermäßig zusammengestellt.

Entwicklungsnetz der Basis	Anzahl der			Anmerkung
	Bedingungs-, beziehungsweise Normalgleichungen	in die Ausgleichung einbezogenen Winkel (Anzahl der v)	Gleichungen, zu welchen die Elimination führte	
1	2	3	4	5
Wiener-Neustadt	88	102	1199	Zu Kolonne 4: Die aus der Elimination sukzessive hervorgegangenen neuen Gleichungen wurden im Anschlusse an die Nummer der letzten Normalgleichung fortlaufend numeriert; z. B. bei der Wiener-Neustädter Basis von 89 bis 1199
Partyn . . .	73	93	802	
Radautz . . .	60	72	636	
St. Anna . . .	84	106	794	
Zusammen . .	305	373	3431	

Nach vollzogener Ausgleichung wurden mit den verbesserten Winkeln die Seitenlängen der Basisnetze berechnet.

3. Nun schritt Horský zur Ausgleichung der Dreiecks-Polygonketten, durch welche die Verbindung der vier genannten Basen hergestellt wurde. Diese Ausgleichung teilte er in zwei Teile, und zwar: in die Ausgleichung des Verbindungsnetzes

a) zwischen den Basen *Wiener-Neustadt*, *St. Anna* und *Partyn* (*Tafel II*) und

b) » » » *St. Anna*, *Partyn* und *Radautz* (*Tafel III*).

Der Kürze halber werden in der Folge die unter *a* und *b* genannten Verbindungsnetze durch «Verbindungsnetz *A*», beziehungsweise «Verbindungsnetz *B*» bezeichnet werden.

a) **Ausgleichung des Verbindungsnetzes *A*** (*Tafel II*).

Diese erfolgte nach den allgemein bekannten Grundsätzen der Methode der kleinsten Quadrate. Bezüglich des Umfanges dieser Ausgleichung ist zu bemerken, daß hiezu **154** Bedingungsgleichungen, und zwar **28** Seiten- und Basisgleichungen und **126** Winkelgleichungen notwendig waren. Die Anzahl der v betrug **300.** Von den Basisgleichungen sind wegen ihrer großen Gliederanzahl jene zwei hervorzuheben, durch welche die Verbindung der Seite «*Rosalienkapelle—Wechselberg*» des Wiener-Neustädter Basisnetzes mit der Seite «*St. Anna—Wal*» des Partyner Basisnetzes (mit **82** Gliedern); dann die Verbindung der obgenannten Seite des Wiener-Neustädter Basisnetzes mit der Seite «*P. Megyes—Elek*» des St. Anna-Basisnetzes (mit **72** Gliedern) zum Ausdrucke gebracht wurde. Entsprechend der Anzahl der Bedingungsgleichungen betrug die Anzahl der Normal-Gleichungen **154**. Das zum Zwecke der Korrelaten-Bestimmung eingeleitete Eliminationsverfahren ergab außer den 154 Normalgleichungen noch weitere **589** Gleichungen, welche anschließend an die Nummer der letzten Normalgleichung fortlaufend numeriert wurden, sohin von **155** bis **744**. Nach Auflösung der Normalgleichungen wurden aus den Korrelaten die **300** Winkelkorrektionen (v) und nach Anbringung der letzteren an den betreffenden Winkeln die Seiten des Verbindungsnetzes *A* endgültig berechnet.

b) **Ausgleichung des Verbindungsnetzes *B*** (*Tafel III*).

Hiebei konnte nicht in der gleichen Weise wie bei der unter *a*) besprochenen Ausgleichung vorgegangen werden. Es genügte nämlich nicht, auf Grund der durch das Verbindungsnetz bedingten Seiten-, Basis- und Winkelgleichungen jene Winkelkorrektionen zu bestimmen, durch deren Anbringung an den Winkeln die Ableitung der Dreieckseiten des Netzes auf jedem möglichen Wege widerspruchsfrei erhalten werde; es mußte noch auf den Anschluß der beiden Verbindungsnetze *A* und *B* Bedacht genommen werden, damit bei der späteren Koordinaten-Berechnung die Koordinaten der Netzpunkte auf jedem möglichen Wege widerspruchsfrei erhalten werde.

Es war daher notwendig, außer den für die Ausgleichung des Verbindungsnetzes erforderlichen Bedingungsgleichungen noch weitere zwei, den widerspruchsfreien Koordinatenanschluß sichernde Bedingungsgleichungen, sogenannte Zwangsgleichungen, aufzustellen, um den gewünschten Koordinaten-Anschluß zu erzielen. Die Aufstellung dieser beiden Koordinatengleichungen wäre bei der großen Anzahl der Netzpunkte, welche in Betracht kamen, und bei dem Umstande, daß unter Berücksichtigung der Kugelgestalt der Erde erst ein Koordinatensystem hätte angenommen werden müssen, auf welches die Koordinaten der Netzpunkte zu beziehen waren, keine leichte Aufgabe gewesen.

Horský, wie immer originell, half sich auf folgende Weise:

Ungefähr in der Mitte zwischen den beiden Verbindungsnetzen *A* und *B* nahm er einen Zentralpunkt *O* (*Tafel III*), und zwar in der Verlängerung der Seite «*Matra—Balvan*» des Verbindungsnetzes *A* und in einer bestimmten Entfernung vom Punkte *Balvan* an. Hiedurch war die Lage des Zentralpunktes in bezug auf das bereits ausgeglichene Verbindungsnetz *A* vollkommen bestimmt. Dieser Zentralpunkt wurde mit den inneren Umfangspunkten der Verbindungsnetze *A* und *B* verbunden, so daß nach der Richtung des Verbindungsnetzes *A* die in der *Tafel III* mit 1 bis 14 bezeichneten Dreiecke und nach der Richtung des Verbindungsnetzes *B* weitere 23, mit 15 bis 37 bezeichnete Dreiecke entstanden. Durch diese Dreiecke wurde ein vorläufig noch fiktiver Anschluß der beiden Verbindungsnetze herbeigeführt.

Der weitere Rechnungsvorgang war folgender:

1. **Auflösung der Dreiecke Nr. 1 bis 14.**

Da die Umfangsgrenzen des Verbindungsnetzes *A* durch die bereits vollzogene Ausgleichung dieses Netzes in bezug auf Seiten und Winkel definitiv festgelegt waren und der Zentralpunkt *O* in eine feste Relation mit diesen Umfangsgrenzen gebracht wurde, so war es möglich, die Dreiecke Nr. 1 bis 14 aufzulösen.

Begonnen wurde mit dem Dreiecke Nr. 5, in welchem der Winkel *m* und die diesen Winkel einschließenden Seiten *Balvan—O* und *Balvan—Kikeritze* gegeben waren. Durch die Auflösung dieses Dreieckes wurden die Seite *O—Kikeritze*, der Winkel bei *O* und der Winkel *n* bei Kikeritze, sohin die zur Auflösung des Dreieckes Nr. 6 noch fehlenden Bestimmungsstücke erhalten. · Nach Fortsetzung dieses Berechnungsverfahrens bis zum Dreiecke Nr. 14 und Anwendung desselben Verfahrens auf die Auflösung der Dreiecke Nr. 1 bis 4, wobei von der Seite *O—Matra* des Dreieckes Nr. 4 ausgegangen wurde, ergaben sich die Grundlagen zur Auflösung der Dreiecke Nr. 15 bis 37, und zwar:

Die Seite *O—Turkev.* und der Winkel *p* des Dreieckes Nr. 1 im Anschlusse an Dreieck Nr. 37,

die Seite *O—St. Martin* und der Winkel *q* des Dreieckes Nr. 14 im Anschlusse an Dreieck Nr. 15,

der Winkel α als Summe der 14 Winkel bei *O* und Winkel $\beta = 360 - \alpha$.

2. **Auflösung der Dreiecke Nr. 15 bis 37.**

Mit Benützung der oben bezeichneten Grundlagen erfolgte die Auflösung dieser Dreiecke in ähnlicher Weise, wie jene der Dreiecke Nr. 1 bis 14, und zwar aus je zwei Seiten und den von ihnen eingeschlossenen Winkeln. Da aber für die Umfangsseiten des Verbindungsnetzes *B* nicht wie für jene des Verbindungsnetzes *A* definitive, sondern nur aus einer vorläufigen Berechnung abgeleitete Werte angenommen werden konnten, so waren auch die Ergebnisse dieser Dreiecksauflösung nur als vorläufige zu betrachten.

3. **Aufstellung der Bedingungsgleichungen zur Ausgleichung des Verbindungsnetzes *B*.**

Behufs Herstellung eines einwandfreien Anschlusses des Verbindungsnetzes *A* an jenes von *B* mußten bei der Aufstellung dieser Bedingungsgleichungen die Dreiecke Nr. 15 bis 37 einbezogen werden, weil sie mit dem Verbindungsnetze *B* ein geschlossenes Dreiecksnetz bilden, welches durch die Seiten *O—St. Martin*, *O—Turkevi* und den von diesen eingeschlossenen Winkel β mit dem Verbindungsnetze *A* eng zusammenhängt.

Es wurde daher bei dem Ansatze der Bedingungsgleichungen vorläufig kein Unterschied gemacht zwischen beobachteten und fingierten Winkeln. Hiedurch ergaben sich:

a) **163** Bedingungsgleichungen mit durchaus beobachteten Winkeln und

b) **71** » » fingierten oder mit im Gemenge liegenden fingierten und beobachteten Winkeln.

Von den ad *a*) erwähnten Bedingungsgleichungen sei die Basisgleichung zum Zwecke der Verbindung der Seite *Turkevi—Endröt* mit *St. Martin—Beleryt* wegen der großen Anzahl ihrer Glieder (**102**) hervorgehoben.

Was die ad *b*) erwähnten 71 Gleichungen betrifft, so enthielten dieselben die den Winkeln der 23 fingierten Dreiecke Nr. 15 bis 37 entsprechenden 69 Unbekannten.

4. Elimination der den fingierten Winkeln entsprechenden Unbekanten.

Vor der Aufstellung der Normalgleichungen wurden aus den letztgenannten 71 Bedingungsgleichungen die den fingierten Winkeln entsprechenden 69 Unbekannten eliminiert, so daß nach erfolgter Elimination 2 Gleichungen übrigblieben, die nur solche Unbekannte enthielten, welche beobachteten Winkeln entsprachen, und diese 2 Gleichungen waren die gesuchten Koordinatenanschluß-Bedingungsgleichungen. Jede derselben enthielt **153** Unbekannte. Diese 2 Gleichungen wurden den im vorhergehenden Punkte unter *a*) erwähnten **163** Bedingungsgleichungen angefügt, so daß im ganzen **165** Bedingungsgleichungen bestanden mit **318** Unbekannten (v), aus welchen wieder **165** Normalgleichungen abgeleitet wurden.

Das zum Zwecke der Korrelatenbestimmung eingeleitete Eliminationsverfahren ergab außer den 165 Normalgleichungen noch weitere **921** Gleichungen, welche anschließend an die Nummer der letzten Normalgleichung fortlaufend numeriert wurden, sohin von 166 bis **1086**.

Der Vollständigkeit halber sei noch bemerkt, daß die Elimination der 69 fingierten Unbekannten zur Endgleichung Nr. **209** führte.

5. Zum Zwecke einer Verdichtung des Netzes wurde noch von den Punkten *Matra*, *Balvan*, *Kikeritse* des Verbindungsnetzes *A* bis zu den Punkten *Varadik*, *Ejszakhegy*, *Czuha* des Verbindungsnetzes *B* eine nach Polygonen gruppierte Dreieckskette (Querkette) eingeschaltet, welche zur Vermeidung von Undeutlichkeiten in *Tafel III* nicht zur Darstellung gelangte.

Die Ausgleichung dieser Querkette nach der Methode der kleinsten Quadrate, bei welcher, gleichwie bei jener des Verbindungsnetzes *B*, durch eine Anbindung an den Zentralpunkt *O* ein widerspruchsfreier Koordinatenanschluß herbeigeführt wurde, erfolgte auf Grund von **50** Bedingungsgleichungen mit **90** Unbekannten (v), und **50** Normalgleichungen.

Durch die Elimination der Korrelaten sind außer den 50 Normalgleichungen weitere 251 Eliminationsgleichungen (Nr. 51 bis **301**) entstanden.

6. Die Ofner Sternwarte, als Nullpunkt des Koordinatensystems, wurde mit den trigonometrisch bestimmten Punkten *Johannisberg*, *Bai Temetes*, *Nassal* und *Also Nemety* des Verbindungsnetzes *A* in Verbindung gebracht, ihre geographischen Positionen und das Azimut zur Orientierung des Netzes wurden von der Wiener Sternwarte geodätisch abgeleitet.

7. Nachdem sämtliche Winkelkorrektionen bestimmt waren, erfolgte auf Grund der korrigierten Winkel die Berechnung der Dreiecke, hierauf die der Koordinaten der Netzpunkte unter Rücksichtnahme auf die anzuwendende stereographische Projektion. Hiebei zeigte sich ein vollkommen widerspruchsfreier

Anschluß sowohl bezüglich der Dreiecksseiten als auch der Koordinaten der Netzpunkte, ein Resultat, welches Horský und das ganze Bureau mit Stolz erfüllte. Und berechtigt war wohl dieser Stolz, wenn man erwägt, daß diese groß angelegte und genial durchdachte Aufgabe, deren Lösung den Ansatz von **674** Bedingungsgleichungen, die Aufstellung von ebensovielen Normalgleichungen, die Auflösung der letzteren nach dem Gauß'schen Eliminationsverfahren, durch welches mehr als **5000** neue Gleichungen entstanden sind, die Bestimmung von mehr als **1000** Unbekannten (v) und überdies noch viele und umfangreiche Nebenrechnungen erforderte, **fehlerfrei** zu Ende geführt wurde!

Zur Vervollständigung des Bildes der ganzen Ausgleichung sei noch bemerkt, daß diese 209 Punkte umfaßte, daß der mittlere Fehler der Gewichtseinheit im Durchschnitte $\pm 2''$ betrug und daß sich bezüglich der Größe der Korrektionen der einzelnen Winkel in den Hauptnetzen (Verbindungsnetz A und B und Querkette) folgendes Verhältnis ergab:

Korrektionen von	0″	bis	1″	. . . .	71·1%
»	» 1″	»	2″	. . . .	20·0%
»	» 2″	»	3″	. . . .	5·5%
»	» 3″	»	4″	. . . .	2·7%
»	» 4″	»	5″	. . . .	0·6% und
eine Korrektion mit	$+$ 5·1″			. . . .	0·1%

Dieses Ergebnis kann wohl mit Rücksicht darauf, daß die Winkeldaten älteren Triangulierungen entnommen wurden und daß ein Zwangsanschluß an 4 Basislinien erfolgen mußte, als befriedigend betrachtet werden.

Es sei noch bemerkt, daß die größeren Korrektionen in ihrer Mehrzahl Winkel betrafen, welche in der Nähe der Radautzer Basis lagen.

Horský's Verdienst kann wohl auch dadurch keine Schmälerung erfahren, daß so große Ausgleichungen derzeit nicht mehr im Zusammenhange, als Ganzes, behandelt werden, sondern die Ausgleichungsarbeit dadurch wesentlich entlastet wird, daß eine Trennung der Ausgleichung entweder nach Winkel- und Seitengleichungen oder in mehrere Ausgleichungsstadien, oder daß eine Teilung des Gesamtnetzes in mehrere Netzteile vorgenommen wird*); es muß nämlich bei der Beurteilung von Horský's Arbeit mit den damaligen Verhältnissen gerechnet werden. Übrigens hat auch er eine Teilung der Ausgleichung in 7 Spezialnetze (4 Basisnetze, 2 Verbindungsnetze A und B und 1 Querkette) vorgenommen, aber immerhin war zur Ausgleichung der beiden Verbindungsnetze A und B die Auflösung von **163** beziehungsweise **165** Normalgleichungen und von **300** beziehungsweise **318** Korrelatengleichungen notwendig.

*) Siehe hierüber: „Wellisch, Theorie und Praxis der Ausgleichungsrechnung", II. Band, §§ 39, 40 und 41, wo die Trennung der Ausgleichungsarbeiten übersichtlich und ausführlich behandelt wird.

Die britische Landestriangulierung mit 202 Punkten würde, wenn im ganzen ausgeglichen, 920 Gleichungen ergeben haben, sie wurde aber unter Clarke in 21 Teilnetze unterteilt, so daß einzeln nur 12 bis 64 Gleichungen aufzulösen waren.

F. Paschen zerlegte sein mecklenburgisches Netz mit 109 Bedingungsgleichungen in 5 getrennte Gruppen und erzielte hiedurch die besten Resultate.

Jordan bespricht in seiner Vermessungskunde (I. Band, 6. Auflage, S. 547) die sächsische Triangulierung, welche mit ihren 159 Bedingungsgleichungen im Zusammenhange ausgeglichen wurde, und bemerkt, daß dieses Werk «wohl das Äußerste ist, was in bezug auf die Zahl der Gleichungen bisher geleistet worden ist und noch geleistet werden wird». Würde Jordan die Ausgleichung Horský's gekannt haben, sein Urteil hätte wohl zugunsten Horský's gelautet.

III.

Die im Vorstehenden besprochene Netzausgleichung wurde im Jahre 1861 begonnen und 1864 zu Ende geführt, erforderte also einen Zeitaufwand von nahezu vier Jahren. Die Einteilung der Arbeiten, an welcher sich 4 Rechner beteiligten, war, soweit ich mich erinnere, folgende:

Den Ansatz der Bedingungsgleichung besorgte Horský, wogegen die ziffermäßige Aufstellung derselben sowie jene der Normalgleichungen von den 4 Rechnern, und zwar zur Kontrolle vierfach ausgeführt wurde. Die Auflösung der Normalgleichungen und die weiteren damit zusammenhängenden Berechnungen wurden derart bewirkt, daß jede Post zur Kontrolle doppelt berechnet wurde.

Die Vorsicht, die ziffermäßige Aufstellung der Bedingungs- und Normalgleichungen, als eine der Hauptgrundlagen der ganzen Ausgleichung, vierfach ausführen zu lassen, scheint wohl etwas übertrieben, aber ein besonderer Zufall zeigte die Berechtigung dieser Vorsicht*). Das kam nämlich so: Die Berechnungen wurden, wie bereits bemerkt, logarithmisch ausgeführt; da ereignete sich der Fall, daß unter anderm auch zwei gleich große Zahlen zu dividieren waren. Die Differenz ihrer Logarithmen war natürlich 0 und irrtümlicherweise nahmen drei Rechner auch den hiezu gehörigen Numerus mit 0 an. Glücklicherweise verfiel der vierte Rechner nicht in den gleichen Fehler. Die Aufregung, welche sich wegen dieses eigentümlichen Zufalles aller bemächtigte, war begreiflicherweise eine große, denn jeder dachte an die Konsequenzen, welche eingetreten wären, wenn auch der vierte Rechner den gleichen Fehler begangen hätte, wodurch alle späteren mühevollen und mit einem großen Zeitaufwande verbundenen Berechnungen (Bestimmung der Korrelaten und der v) zu fehlerhaften Resultaten geführt hätten!

Jeder hatte das Gefühl, daß bei der Elimination zum Zwecke der Auflösung der Normalgleichungen, welche zur Kontrolle nur von zwei Rechnern ausgeführt wurde, eine wirksamere Kontrolle angezeigt wäre.

Und in der Tat wurde bald darauf die später auch in die österreichische Instruktion für Polygonalvermessung aufgenommene Summenkontrolle erdacht**).

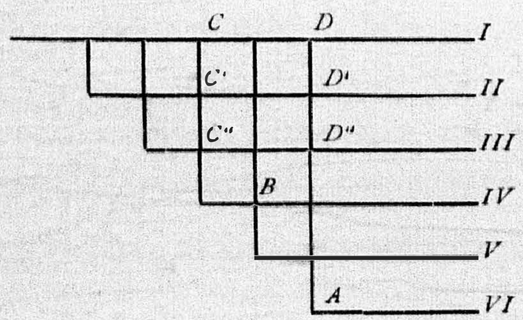
*) Gauß sagt (Bd. IX), daß E. Schmidt seine Rechnungen fünfmal ausgeführt hat, um sich vor Fehlern zu schützen.

**) Es ist uns bekannt, daß diese Summenkontrolle von dem jungen k. k. Vermessungsadjunkten und heutigen Hofrate Broch, dem Verfasser dieser Abhandlung, ersonnen und auf dessen Anregung in die Ausgleichungsrechnung eingeführt wurde, was er wohl, um nicht unbescheiden zu erscheinen, hier verschwiegen hat. (Siehe auch diese Zeitschrift, Jahrgang 1907, Seite 206.)

Die Redaktion.

Von diesem Zeitpunkte an wurde die Elimination der Normalgleichungen in der Weise bewirkt, daß in den durch die Elimination neu entstandenen Gleichungen die Koeffizienten der Unbekannten von zwei Rechnern, also doppelt berechnet wurden, wogegen von jedem der beiden anderen Rechner die Zahlenwerte dieser Koeffizienten in Tabellen eingetragen und durch die Summenkontrolle auf ihre Richtigkeit geprüft wurden. Das Aufsuchen der hiebei konstatierten Fehler wurde durch die symmetrische Anordnung der Normalgleichungen sehr erleichtert und erfolgte in nachstehender Weise:

Allenfalls wahrgenommene Fehler wurden nicht sofort, sondern erst dann aufgesucht, bis sämtliche aus der Elimination der betreffenden Unbekannten hervorgegangenen Gleichungen kontrolliert waren. Es konnten nun folgende Fälle vorkommen:



1. Es zeigte sich nur in einer einzigen Gleichung ein Fehler. Da infolge der symmetrischen Anordnung der Normalgleichungen (siehe das obenstehende Schema) die Koeffizienten der quadratischen Glieder nur einmal, die anderen Koeffizienten aber doppelt vorkommen, so war der Fehler entweder im quadratischen oder im absoluten Gliede der fehlerhaften Gleichung zu suchen. Zeigte sich beispielsweise der Fehler in der Gleichung *VI* des Schemas, so lag derselbe im Koeffizienten bei *A* oder im absoluten Gliede.

2. Es zeigten sich zwei Gleichungen als fehlerhaft. In diesem Falle hatten beide Fehler den gleichen Zahlenwert, es mußte aber unterschieden werden, ob

a) beide Fehler das gleiche Vorzeichen oder
b) ungleiche Vorzeichen hatten.

Im Falle *a*) lag ein Berechnungsfehler oder eine Verschreibung des Zahlenwertes eines Koeffizienten vor, der Fehler war dann im gemeinschaftlichen Gliede der beiden als fehlerhaft erkannten Gleichungen zu suchen. Zeigte sich beispielsweise in den Gleichungen *IV* und *V* des Schemas der gleiche Fehler, so war dieser im Koeffizienten bei *B* zu suchen.

Im Falle *b*) wurden die Fehler durch die Eintragung eines Koeffizienten in eine falsche Rubrik herbeigeführt. Wenn beispielsweise die Summenprobe der Gleichungen *IV* und *VI* auf einen Fehler hinwies, so rührte dieser davon her, daß der zu *C*, *C'* oder *C''* gehörende Koeffizient der Gleichungen *I*, *II* und *III* irrtümlich in die Rubriken *D*, *D'* oder *D''* derselben Gleichungen oder umgekehrt eingetragen wurde. Bei der Summenprobe der eigentlich fehlerhaften

Gleichungen *I*, *II* oder *III* konnte in diesem Falle ein Fehler nicht wahrgenommen werden.

3. Mehr als zwei fehlerhafte Gleichungen kamen selten vor. In einem solchen Falle konnten aber durch ein richtiges Kombinieren der unter 1 und 2 besprochenen Fehlerquellen die Fehler leicht aufgefunden werden.

Bevor ich die Mitteilungen über das im Vorstehenden besprochene geradezu gigantische Ausgleichungswerk Horský's schließe, möchte ich noch eine Episode erwähnen, die einen kleinen Einblick in Horský's Ideengang gestattet.

Nachdem die Ausgleichung abgeschlossen war, wurden die Ergebnisse derselben dem Obersten v. Pechmann vorgelegt. Als dieser die größeren Winkelkorrektionen in der Nähe der Radautzer Basis gewahrte, bemächtigte sich seiner eine große Aufregung. Mir klingen noch heute seine Worte in den Ohren, die ungefähr so lauteten: «Das kann nicht sein! Meine Hand lege ich ins Feuer» — und dabei wies er auf einen mit einer großen Korrektion behafteten Winkel — «daß dieser Winkel bis auf die stehende Sekunde von mir gemessen wurde!»

Horský, in seiner Schlichtheit, antwortete beiläufig folgendes:

Bei der Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate kommt gleichsam alles in einen Topf zum Verkochen, und gleichwie beim Verkochen guter Ingredienzen mit minder guten die ersteren einen mehr oder weniger unangenehmen Beigeschmack erhalten, so werden auch bei der Ausgleichung die Ergebnisse guter Messungen durch minder gute mehr oder weniger ungünstig beeinflußt. Für die Güte des in Rede stehenden Winkels spricht ja nicht nur sein großes Gewicht, sondern auch die Tatsache, daß die Winkelsumme im betreffenden Dreiecke von der Sollsumme nur sehr wenig abweicht. Wohl aber dürfte diese erhebliche Korrektion sowie auch die größeren Korrektionen der benachbarten Winkel lediglich in dem Zwangsanschlusse an die nicht ganz einwandfreie Radautzer Basis, beziehungsweise an die von ihr abgeleiteten Dreiecksseiten zu suchen sein.

IV.

Zum Schlusse noch etwas über Horský's Persönlichkeit.

Horský war von großer Statur und zur Zeit seines Eintrittes in den Katastraldienst gesund und kräftig. Mehrfache Krankheiten hatten eine Schwächung seiner Gesundheit zur Folge, und als ich ihn im Jahre 1861 kennen lernte, sah er weit über seine Jahre gealtert aus. Im späten Mannesalter heiratete er, doch blieb seine Ehe kinderlos. Seine Lebensweise war die denkbar einfachste, sein Alles war die Wissenschaft. Auch während der Amtsstunden, wenn ihn nicht gerade eine Bureauarbeit beschäftigte, befaßte er sich mit dem Studium mathematischer oder geodätischer Werke. Seine Lieblingswerke waren: Laplace «Méchanique céleste», Bessel-Baeyer «Gradmessung in Ostpreußen», E. Schmidt «Mathematische Geographie», Gerling «Ausgleichungsrechnung» und selbstverständlich die Publikationen von K. F. Gauß. Auch wenn er sich anscheinend nicht beschäftigte, machte es den Eindruck, als ob er über ein wissenschaftliches Problem nachdenken würde.

Zuhause benützte er bei seinen Studien eine große Schultafel, auf dieser entwickelte er seine mathematischen Formeln, bevor er sie zu Papier brachte.

Schlicht, einfach und bescheiden war sein Charakter und gerecht war er in der Beurteilung der ihm unterstehenden Beamten, dabei war er nicht ganz ohne Humor.

Pechmann charakterisierte Horský folgendermaßen:

> «Er ist allen, auch den schwierigsten Aufgaben ganz gewachsen, besitzt zudem Unterrichts- und Leitungsgabe. Er ist im Benehmen gegen Vorgesetzte sehr verständig und bescheiden, gegen Kollegen und Untergebene angemessen und hält auf Ordnung. Sein Konzept ist gut und seine wissenschaftlichen Aufsätze sind gediegen. Diese Eigenschaften befähigen ihn daher vollkommen zu einer höheren Stelle. In seiner dermaligen Stellung ist er **unentbehrlich.**»

Und dieser **unentbehrliche** und **hervorragend befähigte** Beamte mußte sich mit der Stelle eines zweiten Revidenten im Triangulierungs Bureau, mit welcher die IX. Rangsklasse der Beamten verbunden war, begnügen, ja noch mehr, diese im Jahre 1852 systemisierte Stelle blieb durch 9 Jahre unbesetzt*), und ein Horský mußte kommen, zu dessen Gunsten die Stelle besetzt wurde. Wahrlich bezeichnend für die damaligen Verhältnisse der Vermessungsbeamten!

Ich würde mich glücklich schätzen, wenn es mir durch die vorstehende Schilderung des Werdeganges Horský's, die ich zum Zeichen der Verehrung für ihn, meinen mir unvergeßlichen Lehrer, niederschrieb, gelungen wäre, die Aufmerksamkeit der Fachgenossen auf diesen aus dem Kreise der österreichischen Vermessungsbeamten hervorgegangenen ausgezeichneten Geodäten gelenkt und mitgewirkt zu haben, daß ihm ein ehrendes Andenken bewahrt bleibe und daß unter den Namen unserer hervorragenden Geodäten der Name **Horský** nicht fehlen werde.

Geodäsie auf der Weltausstellung zu Brüssel 1910.

Von **Dr. F. Köhler**, Professor an der k. k. montanistischen Hochschule in Příbram.

(Fortsetzung).

Belgien

Befriedigt durch die großartige Ausstellung der Präzisionsmechanik der beiden Nationen, suchte ich die belgische Abteilung. Ohne Katalog, nur mit der Karte in der Hand bin ich hin und her gelaufen und auf Anfrage bei mehreren Ausstellungsdienern erhielt ich immer eine andere Antwort. Ich befand mich in der Mitte dieser Abteilung und ich muß gestehen, daß ich dessen nicht bewußt war.

Die Firmen, die hier ausgestellt haben, wie H. L. Becker fils & Comp., Brüssel, Comptoir scientifique et industriel liègeois, Liège, V. Dratz, Brüssel, W. H. Wiegand, Brüssel haben *chemische*, *physikalische*, *medizinische*, *photographische* u. a. *Apparate* ausgestellt und nur die ein-

*) Instruktion zur Ausführung der Vermessungen mit Anwendung des Meßtisches. 1907, S. 18.