

Inhaltsverzeichnis

Seite

Vorwort	V
-------------------	---

Teil I: Unkorrelierte Beobachtungen

Aufgabe:

I1	<u>Berechnung von mittleren Fehlern aus</u> <u>wahren Fehlern</u>	1
I1.1	<u>Mittlere Fehler aus Abweichungen vom wahren Wert</u>	5
I1.1-Nr.1:	Mittlere Fehler von stereoskopisch gemessenen Entfernungen	5
-Nr.2:	Mittlere Koordinaten-Abgreif-Fehler	6
I1.2	<u>Mittlere Fehler aus Beobachtungsdifferenzen</u>	6
I1.2-Nr.1:	Mittlere Kilometerfehler von Nivellements	6
I1.3	<u>Mittlere Fehler aus Widersprüchen</u>	7
I1.3-Nr.1:	Mittlerer Winkelfehler aus Dreieckswidersprüchen	7
-Nr.2:	Mittlerer Richtungsfehler aus Dreieckswidersprüchen.	9
I2	<u>Das Fehlerfortpflanzungsgesetz für unkorrelierte</u> <u>Beobachtungen</u>	12
I2.1	<u>Mittlerer Fehler einer linearen Funktion</u> <u>der Beobachtungen</u>	14
I2.1-Nr.1:	Mittlerer Fehler eines Höhenunterschiedes aus nivellierten Teilstrecken	14
-Nr.2:	Erforderliche Wiederholungsanzahl für ein Doppelevellement	15
I2.2	<u>Mittlerer Fehler einer nicht-linearen Funktion</u> <u>der Beobachtungen</u>	16
I2.2-Nr.1:	Mittlerer Fehler des geometrischen Mittels	16
-Nr.2:	Mittlerer Punktfehler eines angehängten Folgepunktes	17
-Nr.3:	Mittlerer Fehler einer Rechteck-Fläche	18
-Nr.4:	Mittlerer Fehler einer Hypothenuse	19

I2.2-Nr. 5:	Mittlerer Fehler einer Dreiecksseite	20
-Nr. 6:	Mittlerer Fehler einer Turmhöhenbestimmung mit horizontalem Hilfsdreieck	22
-Nr. 7:	Mittlere Fehler der Konstanten einer Teilkreis- Exzentrizität	24
-Nr. 8:	Mittlerer Fehler von Planimeter-Konstanten	25
-Nr. 9:	Mittlere Fehlerhyperbel	26
-Nr.10:	Mittlerer Fehler der totalen Lotabweichung	28
-Nr.11:	Mittlerer Fehler der durchschnittlichen Lotkrümmung.	29
-Nr.12:	Erdumfangs-Bestimmung des ERATOSTHENES	30
I2.3	<u>Physikalische Fehlerfortpflanzung</u>	31
I2.3-Nr. 1:	Libellen-Einspielfehler-Bestimmung für ein Nivellierinstrument	31
-Nr. 2:	Zielfehler-Bestimmung für einen Theodolit	32
-Nr. 3:	Vergleich von Einzelwinkel- und repetitionsweiser Winkelmessung	33
I3	<u>Die Ausgleichung unkorrelierter Beobachtungen</u>	35
I3.1	<u>Die Ausgleichung von direkten Beobachtungen</u>	35
I3.1-Nr. 1:	Gewogenes Mittel für einen Winkel	36
-Nr. 2:	Abstimmung einer Nivellements-Schleife	37
I3.2	<u>Die Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen</u>	39
I3.2-Nr. 1:	Rechengang beim Fehlen von überschüssigen Beobach- tungen	41
-Nr. 2:	Mehrfach bestimmte Richtungswinkel auf einer Station	43
-Nr. 3:	Winkelmessung in allen Kombinationen	45
-Nr. 4:	Richtungssätze und repetierte Winkel auf einer Station	46
-Nr. 5:	Unvollständige Richtungssätze, nach dem Clarkeschen Iterationsverfahren ausgeglichen	49
-Nr. 6:	Nivellements-Netz, nach NN-Höhen vermittelnd aus- geglichen	52
-Nr. 7:	Nivellements-Netz, durch wiederholte Mittelbildung ausgeglichen	57
-Nr. 8:	Nivellementsnetz im Senkungsgebiet	59

I3.2-Nr. 9:	Doppelpunkt-Einschaltung auf Grund von Richtungs-	
	messungen	61
-Nr.10:	Schräge oder horizontale Entfernung für die	
	Refraktion im trigonometrischen Nivellement	63
-Nr.11:	Einschaltung eines "Dreiers" mit Richtungs-,	
	Winkel- und Streckenmessungen	66
-Nr.12:	Genauigkeits-Erhöhung in einem Brückenvermessungs-	
	netz	78
-Nr.13:	Einrechnungszug mit Kreismessungen	82
-Nr.14:	Bogenschnitt im Raum mit zusätzlichen Höhen-	
	winkeln	87
-Nr.15:	Räumlicher Polygonzug	90
-Nr.16:	Räumliches Einschneiden mit und ohne	
	Überbestimmung	96
-Nr.17:	Turmhöhen-Bestimmung	100
-Nr.18:	Räumliches Rückwärtseinschneiden mit photogram-	
	metrisch gewonnenen Positionswinkeln	103
-Nr.19:	Genauigkeit der Flächen unter der ausgleichenden	
	Geraden und der ausgleichenden Parabel	107
-Nr.20:	Mittlerer Fehler des Tangenten-Steigungswinkels	
	einer ausgleichenden Parabel	109
-Nr.21:	Bildung von Orthogonalpolynomen mit Hilfe des	
	Gaußschen Algorithmus	111
-Nr.22:	Abstimmung eines Präzisions-Pantographen	114
	I3.3 <u>Die Ausgleichung nach bedingten Beobachtungen</u>	117
I3.3-Nr. 1:	Direkte und stufenweise (Gauß-Voglersche)	
	Nivellementsnetz-Ausgleichung	119
-Nr. 2:	Eichungsmessungen auf einer fehlerfreien	
	Basislinie	122
-Nr. 3:	Ausgleichung von Winkelmessungen in allen	
	Kombinationen durch Widerspruchsverteilung	125
-Nr. 4:	Herablegung eines Hochpunktes	127
-Nr. 5:	Triangulationsnetz mit zwei gemessenen	
	Seitenlängen	131
-Nr. 6:	Lokales Dreieck mit Winkel- und Streckenmes-	
	sungen	140

I3.3-Nr. 7:	Basisübertragung im Dreieck bei Einschaltung eines Zwischenpunktes	143
-Nr. 8:	Dreistrahliges Zentralsystem mit Winkel- und Streckenmessungen	146
-Nr. 9:	Vollständiges Viereck	150
-Nr.10:	Dreieckskette mit angehängtem Diagonalen-Viereck	154
-Nr.11:	Bedingtes Streckennetz über Verbesserungs-gleichungen	157
-Nr.12:	Ausgleichende Parabel auf Grund von Bedingungsgleichungen :	160
I3.4	<u>Die Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen mit Bedingungsgleichungen zwischen den Unbekannten</u>	163
I3.4-Nr. 1:	Höhenprofil mit Massen-Ausgleich	164
-Nr. 2:	Vorgegebene Tangenten-Richtung bei einer ausgleichenden Parabel	166
-Nr. 3:	Freies Nivellementsnetz mit 2 unsicheren Anschlußpunkten ("Freie" Höhennetz-Ausgleichung).	168
-Nr. 4:	Innere Genauigkeit und Pseudo-Inverse	171
-Nr. 5:	Spline-Funktion	174
I3.5	<u>Die Ausgleichung nach bedingten Beobachtungen mit Unbekannten</u>	178
I3.5-Nr. 1:	Nivellementsnetz mit ungeeichten Latten	179
-Nr. 2:	Zentrierelemente aus einem lokalen vierstrahligen Zentralsystem	181
-Nr. 3:	Trilaterations-Diagonalkette mit unbekannter Tellurometer-Additionskonstante	184
I3.6	<u>Sonderfall: Quasivermittelnde Beobachtungen</u>	186
I3.6-Nr. 1:	Breiten- und Zeitbestimmung aus Zenitdistanz-messungen (Höhen-Standlinienmethode)	186
-Nr. 2:	Ausgleichender Kreis	188
-Nr. 3:	Plausibelstes Modell für eine trichterförmige Baugrube	190
-Nr. 4:	Genauigkeit des Normalenwinkels einer ausgleichenden Parabel	193

Teil II:

Korrelierte Beobachtungen

II1	<u>Korrelations- und Gewichtsmatrizen</u>	195
II1-Nr. 1:	Matrizen-Inversion bei gleich-stark korrelierten Beobachtungen	197
II2	<u>Das Fehlerfortpflanzungsgesetz für korrelierte Beobachtungen</u>	199
II2.2	<u>Berechnung des mittleren Fehlers einer einzelnen Funktion der korrelierten Beobachtungen</u>	200
II2.2-Nr.1:	Mittlerer Fehler der Fläche eines Rechtecks aus korrelierten Streckenmessungen	200
-Nr.2:	Mittlerer Fehler einer Brennweite	201
-Nr.3:	Korrelation zwischen Hin- und Rückmessung	203
-Nr.4:	Mittlerer Fehler der Summe von gleich-genauen Beobachtungen mit rekurrierender Korrelations- matrix	204
-Nr.5:	Mittlerer Fehler eines Laplace-Widerspruches	206
II2.3	<u>Berechnung der gemeinsamen Varianz-Kovarianz-Matrix für mehrere Funktionen von korrelierten und unkorrelierte Beobachtungen</u>	207
II2.3-Nr.1:	Q-Matrix für trigonometrisch bestimmte Höhenunterschiede	207
-Nr.2:	Q-Matrix zwischen Richtungs-Zentrierungen	209
-Nr.3:	Q-Matrix zwischen korrelierten Distanzen bei ungenauer Eichfunktion	211
-Nr.4:	Korrelationsmatrix und mittlere Fehlerellipse eines angehängten Folgepunktes	213
-Nr.5:	Korrelation zwischen gleitenden Mittelwerten	214
-Nr.6:	Korrelation zwischen überlappenden Summen- werten	216
-Nr.7:	Korrelation zwischen dem arithmetischen, dem geometrischen und dem harmonischen Mittelwert	218

II3	<u>Die Ausgleichung korrelierter Beobachtungen</u>	220
II3.1	<u>Die Ausgleichung von direkten Beobachtungen</u>	220
II3.1-Nr.1:	Mittel von korrelierten Zenitwinkeln	222
-Nr.2:	Arithmetisches Mittel aus korrelierten Distanzen	225
II3.2	<u>Die Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen</u>	228
II3.2-Nr.1:	Der "Helmertsche Kunstgriff" bei der Kollokations-Aufgabe	230
-Nr.2:	Nivellementsnetz mit gemessenen Unbekannten	232
-Nr.3:	Einzelpunkt über korrelierte Strecken und Horizontalrichtungen	234
-Nr.4:	Zwei unzugängliche Hochpunkte	238
-Nr.5:	Räumlicher Polygonzug mit korrelierten Schrägstrecken	241
-Nr.6:	Zeitreihen-Analyse	245
II3.3	<u>Die Ausgleichung nach bedingten Beobachtungen</u>	250
II3.3-Nr.1:	Örtliches Triangulationsnetz mit zwei korrelierten Grundlinien	251
-Nr.2:	Trigonometrischer Höhenunterschied zwischen den Mundlöchern eines abzusteckenden Tunnels	256
-Nr.3:	Turmhöhenbestimmung mit Winkeln und korrelierten Strecken	261
II3.4	<u>Die Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen mit Bedingungsgleichungen zwischen den Unbekannten</u>	267
II3.4-Nr.1:	Aufmessung eines Kreisbogenstückes	268
-Nr.2:	Doppelpunkt-Einschaltung mit Richtungen und korrelierten Strecken bei fehlerfreiem Abstand der Neupunkte	273
II3.5	<u>Die Ausgleichung nach bedingten Beobachtungen mit Unbekannten</u>	280
II3.5-Nr.1:	Polhöhenbestimmung aus photographischen Sternregistrierungen	281

II4	<u>Gruppenweise Ausgleichungen</u>	285
II4.1	<u>Die bedingt-bedingte Gruppenausgleichung</u>	285
II4.1-Nr.1:	Aufeinanderfolgende Lage- und Höhenausgleichung im örtlichen Netz	285
II4.2	<u>Die vermittelnd-vermittelnde Gruppenausgleichung</u>	288
II4.2-Nr.1:	Eichungsmessung und Trilateration	288
-Nr.2:	Durchbiegungszustand einer Straßenbrücke	293
II4.3	<u>Kollokation und Prädiktion als eine Gruppenausgleichung</u>	299
II4.3-Nr.1:	Numerisches Beispiel einer Kollokation	299

Teil III

Statistische Prüfmethoden

III1	<u>Anpassungs-Teste</u>	307
III1-Nr.1:	Prüfung von Dreiecksschlußfehlern auf Normalverteilung	309
-Nr.2:	Prüfung von übrigbleibenden Richtungs- und Streckenfehlern auf Normalverteilung	310
-Nr.3:	Prüfung von Richtungs- und Streckenverbesserungen auf Schiefe und Exzeß	314
III2	<u>Varianzenquotienten-Test</u>	315
III2-Nr.1:	Vergleich von zwei Stationsausgleichungen	317
-Nr.2:	Vergleich von mittleren Richtungsfehlern aus Beobachtungsdifferenzen und aus Horizontwidersprüchen	318
-Nr.3:	Test für den mittleren Richtungsfehler aus den Stations- und aus der Netzausgleichung	319
-Nr.4:	Test einer ausgleichenden Parabel gegen eine ausgleichende Gerade	320
-Nr.5:	Varianzanalyse für Winkelmessungen in mehreren Kreislagen	322
-Nr.6:	Prüfung des erhöhten mittleren Kilometerfehlers eines Nivellements im Bergschadengebiet	323

III3	<u>Homogenitätstest nach Bartlett</u>	324
III3-Nr.1:	Homogenitätsprüfung der mittleren Kilometer- fehler von mehreren Nivellements	325
III4	<u>Parameter-Teste</u>	326
III4-Nr.1:	Einzelprüfung der Koordinatenunbekannten aus einer Punkteinschaltung	332
-Nr.2:	Prüfung der Differenz zweier Winkelmittel	333
-Nr.3:	Prüfung von Punktlage-Änderungen gegenüber einer Ausgangs-Punktlage	334
-Nr.4:	Prüfung von ausgeglichenen Netzrichtungen auf Erfüllung der Laplace-Bedingung	335
-Nr.5:	Prüfung von Höhenwerten auf Grund eines Wiederholungsnivellements (mit Übergang zu einem Schwere-Netz)	336
-Nr.6:	Prüfung von einzelnen Klaffungswerten zwischen zwei Höhen- bzw. Schwerenetzen	341
-Nr.7:	Prüfung der Abweichung einer Invardraht- messung bei bekanntem mittleren Fehler	342
-Nr.8:	Linearitätstest mit Hilfe des Korre- lationskoeffizienten	343
III5	<u>Ausreißer-Test</u>	344
III5-Nr.1:	Prüfung einer Punkteinschaltung auf Ausreißer	346
.	Namen- und Sachverzeichnis	347