

Inhalt

Symbolverzeichnis	11
1. Der Theodolit und das Messen von Richtungen und Winkeln	13
1.1 Richtungen, Horizontal-, Vertikal und Positionsinkel ..	13
1.2 Der Theodolit	14
1.2.1 Der äußere Aufbau	14
1.2.2 Die Achsen	15
1.2.2.1 Die Vertikal- oder Stehachse	15
1.2.2.2 Die Horizontal- oder Kippachse	18
1.2.2.3 Die Ziellinie des Fernrohres	19
1.2.2.4 Vertikalstellen der Stehachse	19
1.2.3 Die Kreise	20
1.2.3.1 Der Horizontalkreis	20
1.2.3.2 Der Vertikal- oder Höhenkreis	21
1.2.4 Klemme, Feintrieb, Kreistrieb	23
1.2.5 Kreisablese- und Kreisabtastvorrichtungen	27
1.3 Optische Theodolite	27
1.3.1 Die Kreisablesevorrichtungen	27
1.3.2 Die Ablesemikroskope	28
1.3.2.1 Das Strichmikroskop	30
1.3.2.2 Das Skalenmikroskop	31
1.3.2.3 Das Strichmikroskop mit optischem Mikrometer	32
1.3.2.4 Das Koinzidenzmikroskop	34
1.3.3 Klassifizierung der optischen Theodolite	41
1.3.3.1 Theodolite niederer Genauigkeit	42
1.3.3.2 Theodolite mittlerer Genauigkeit	43
1.3.3.3 Theodolite hoher Genauigkeit	43
1.3.3.4 Theodolite höchster Genauigkeit	45
1.4 Elektronische Theodolite	48
1.4.1 Vorrichtungen für die elektronische Kreisabtastung	48
1.4.2 Steuerung und Überwachung elektronischer geodätischer Meßgeräte	49
1.4.3 Analog-Digital-Wandlung der Winkel	52
1.4.3.1 Elektronische Interpolatoren mittlerer Genauigkeit	54
1.4.3.2 Elektronische Interpolatoren hoher Genauigkeit	55
1.4.4 Klassifizierung der elektronischen Theodolite	57

1.5	Horizontieren und Zentrieren der Meßgeräte	57
1.5.1	Horizontieren und Zentrieren mit einem Schnurlot	58
1.5.2	Horizontieren und Zentrieren mit einem starren Lot	60
1.5.3	Horizontieren und Zentrieren mit einem optischen Lot	61
1.5.4	Zwangszentrierung	63
1.6	Untersuchung und Berichtigung des Theodolits	66
1.6.1	Die Achsenfehler	66
1.6.1.1	Der Zielachsenfehler	67
1.6.1.2	Der Kippachsenfehler	68
1.6.1.3	Der Stehachsenfehler	70
1.6.2	Die Exzentrizitätsfehler	70
1.6.2.1	Kreisteilungsexzentrizität und Zeigerarmknickung	71
1.6.2.2	Exzentrizität der Zielachse	72
1.6.3	Die Kreisteilungsfehler	73
1.6.4	Die mechanischen Fehler in der Praxis	73
1.7	Die Horizontalwinkelmessung	74
1.7.1	Allgemeine Regeln	74
1.7.2	Die einfache Winkelmessung	74
1.7.3	Die Richtungs- oder Satzmessung	75
1.7.4	Die Repetitionswinkelmessung	77
1.7.5	Besondere Winkelmeßverfahren	78
1.7.5.1	Die Winkelmessung mit Horizontschluß	78
1.7.5.2	Die Winkelmessung in allen Kombinationen	79
1.7.5.3	Die Sektorenmethode	79
1.8	Orientierung mit Vermessungskreiseln	80
1.8.1	Die Grundlagen	80
1.8.2	Der Pendelkreisel	81
1.8.3	Der mechanische Aufbau	83
1.8.4	Beobachtungsverfahren bei Aufsatzkreiseln	85
1.8.5	Gerätekonstante und Meridiankonvergenz	87
2.	Distanzmessung mit Distanzmeßgeräten	89
2.1	Grundlagen der Distanzmessung mit elektromagnetischen Wellen	90
2.1.1	Prinzip der Impulsverfahren	90
2.1.2	Prinzip der Phasenvergleichsverfahren	91
2.1.3	Träger und Modulation der Träger	95
2.1.4	Vereinfachte Modelle elektrooptischer Distanzmesser	96
2.1.5	Ein vereinfachtes Modell der Mikrowellen-Distanzmesser	99
2.1.6	Bausteine elektronischer Distanzmesser	100
2.2	Instrumentelle Fehlerquellen; Kalibrierung	108
2.3	Einflüsse der Refraktion	111

2.4	Korrektionen wegen Ausbreitungsgeschwindigkeit	113
2.5	Geometrische Reduktionen	114
2.5.1	Reduktionsformel bei bekanntem Höhenunterschied	117
2.5.2	Reduktion der Schrägstrecke mittels Zenitwinkeln	119
2.6	Spezielle Refraktionsmodelle für Mikrowellen	123
2.7	Elektrooptische Distanzmesser	124
2.7.1	Elektrooptische Distanzmesser des Nahbereichs und mittlerer Reichweite	124
2.7.2	Elektrooptische Distanzmesser größerer Reichweite	129
2.7.3	Reflektoren und sonstiges Zubehör	136
2.8	Mikrowellendistanzmesser	138
2.8.1	Reichweite, Genauigkeit, Aufbau der Geräte	138
2.8.2	Ausgesuchte Mikrowellendistanzmeßgeräte	140
2.9	Indirekte Streckenmessung mit Basislatte	143
2.9.1	Grundlagen	143
2.9.2	Einrichtung und Aufstellung der Basislatte	144
2.9.3	Parallaktische Winkelmessung mit dem Theodolit	145
2.9.4	Die Anordnung der Messung	145
2.9.4.1	Basis am Ende	145
2.9.4.2	Basis in der Mitte	146
3.	Elektronische Tachymeter	147
3.1	Unterscheidungsmerkmale der elektronischen Tachymeter	147
3.2	Elektronische Tachymeter und interaktive Vermessungs- und Kartiersysteme	153
4.	Grundaufgaben der ebenen Koordinatenrechnung, Koordinatensysteme	156
4.1	Rechtwinklige Koordinaten, Polarkoordinaten	156
4.1.1	Berechnung rechtwinkliger Koordinaten aus Polarkoordinaten (Erste Grundaufgabe)	158
4.1.2	Berechnung von Polarkoordinaten aus rechtwinkligen Koordinaten (Zweite Grundaufgabe)	159
4.2	Koordinatentransformation	160
4.2.1	Ähnlichkeitstransformation	160
4.2.2	5-Parameter Transformation	165
4.3	Systeme rechtwinkliger Koordinaten	165
4.3.1	Die Soldnerschen Koordinaten	166
4.3.2	Die Gaußschen Koordinaten	167
4.3.3	Reduktion gemessener Größen auf ihren Wert in der Gaußschen Abbildung	169
4.3.4	Die Gauß-Krügerschen Meridianstreifensysteme	175

4.3.5	Das Universal Transverse Mercator Grid System (UTM-System)	177
5.	Bestimmung von Lagepunkten	178
5.1	Arten der Punktbestimmung	178
5.1.1	Arten der numerischen Punktbestimmung	178
5.1.2	Arten der technischen Hilfsmittel	179
5.2	Unsicherheiten bei der Bestimmung und Definition von Lagepunkten	182
5.3	Vorbereitende Berechnungen	183
5.3.1	Zentrieren beobachteter Richtungen und Strecken	184
5.3.2	Orientieren beobachteter Richtungen	192
5.4	Punktbestimmung durch Richtungsmessungen	194
5.4.1	Vorwärtseinschneiden	195
5.4.2	Vorwärtseinschneiden durch polares Anhängen und Geradenschnitt	195
5.4.3	Mehraches Vorwärtseinschneiden durch eine Ausgleichung	198
5.4.4	Genauigkeit des Vorwärtseinschneidens	202
5.4.5	Rückwärtseinschneiden als Schnitt von drei Geraden	203
5.4.6	Mehraches Rückwärtseinschneiden durch Ausgleichung	206
5.4.7	Genauigkeit des Rückwärtseinschneidens	209
5.5	Punktbestimmung durch Distanzmessungen	210
5.5.1	Einfacher Bogenschnitt	211
5.5.2	Mehracher Bogenschnitt durch eine Ausgleichung	213
5.5.3	Genauigkeit des einfachen Bogenschnitts	217
5.6	Punktbestimmung durch kombinierte Richtungs- und Distanzmessungen	219
5.6.1	Eindeutige Punktbestimmung mit Hilfe der Ähnlichkeitstransformation	220
5.6.2	Punktbestimmung mit Hilfe der Helmerttransformation	221
5.6.3	Genauigkeit der mit Richtungen und Strecken berechneten Punkte	224
5.7	Polare Aufnahme von Objektpunkten	225
5.7.1	Polare Aufnahme von einem Festpunkt aus	227
5.7.2	Polare Aufnahme bei freier Stationierung und zwei angemessenen Festpunkten	228
5.7.3	Polare Aufnahme bei freier Stationierung und mehr als zwei angemessenen Festpunkten	229
5.7.4	Genauigkeit der polar aufgenommenen Punkte	231
5.8	Polygonometrische Punktbestimmung	233
5.8.1	Anlage und Messen von Polygonnetzen	234
5.8.1.1	Ringpolygone, Polygonzüge, Polygonnetze	234

Inhalt	9
5.8.1.2 Auswahl der Neupunkte	235
5.8.1.3 Messen der Seiten und Winkel	236
5.8.2 Berechnen der Polygone	237
5.8.2.1 Beidseitig angeschlossene Polygonzüge	238
5.8.2.2 Berechnung des Ringpolygons	245
5.8.2.3 Einseitig angeschlossene und freie Polygonzüge	248
5.8.3 Auffinden grober Beobachtungsfehler	248
5.8.4 Die Genauigkeit der Polygonierung	249
5.8.4.1 Die Fehlertheorie des gestreckten Zuges	249
5.8.4.2 Die amtlichen Fehlergrenzen	251
5.8.5 Sonderfälle der Polygonierung	252
5.8.5.1 Anschluß an unzugängliche Punkte	252
5.8.5.2 Ausschalten kurzer Seiten	253
5.9 Punktbestimmung in Netzen	255
5.9.1 Gestaltung von Netzen	255
5.9.2 Näherungsverfahren für die Berechnung kleinerer durch Richtungs- und Distanzmessungen bestimmter Netze ...	256
6. Punktbestimmung durch Satellitenverfahren	259
6.1 Punktbestimmung mit dem Transit Navigation Satellite System	259
6.2 Punktbestimmung mit dem Satellitensystem NAVSTAR/ GPS	264
7. Grundlagen der Landesvermessung	267
7.1 Ältere Lagefestpunktfelder	268
7.2 Anlage und Beobachtung neuer Lagefestpunktfelder ...	273
Anhang	278
A. Kurze Einführung in die Matrizenrechnung	278
B. Ausgleichsalgorithmus für vermittelnde Beobachtungen	281
Literaturverzeichnis	287
Sachverzeichnis	291

