

# Inhalt

Symbolverzeichnis .....	11
1. Der Theodolit und das Messen von Richtungen und Winkeln	13
1.1 Richtungen, Horizontal-, Vertikal und Positionswinkel ..	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 Kreisabtastrichtungen .....	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 Kreisabastung .....	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	Korrekturen 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	Mehrfaches 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	Mehrfaches 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	Mehrfacher 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

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

