

Michael Möser / Gerhard Müller / Harald Schlemmer /
Hans Werner (Hrsg.)

Handbuch Ingenieurgeodäsie

Michael Möser u. a.

Grundlagen

3., völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage

Geodätisches Institut

Inv. Nr.: 0009

Inv. Nr.: _____

Technische Universität
Geodätisches Institut
Petersenstraße 13
D - 64287 Darmstadt



Herbert Wichmann Verlag · Heidelberg

Inhaltsverzeichnis

1	Überblick	14
1.1	Aufgaben der Ingenieurgeodäsie	14
1.2	Tendenzen in der Ingenieurgeodäsie	17
1.3	Literatur	21
2	Grundsätze für Ingenieurvermessungen	22
2.1	Aufgabenstellung und Anforderungen	22
2.1.1	Ingenieurvermessung bei Bauvorhaben	22
2.1.2	Anforderungen an Ingenieurvermessungen	26
2.1.3	Normen	30
2.2	Ingenieurvermessung und öffentliches Vermessungswesen	33
2.2.1	Grundlagen	33
2.2.2	Notwendige Beachtung baurechtlicher Bestimmungen	36
2.2.3	Mitarbeit bei der Bauplanung und -vorbereitung	40
2.2.4	Grenzbezogene Absteckungen für die Bauausführung	47
2.2.5	Schlussvermessung und Bestandsdokumentation	49
2.2.6	Tätigkeiten des Öffentlich bestellten Vermessungsingenieurs	53
2.3	Literatur	54
3	Messgenauigkeiten, Toleranzen und Ausgleich	56
3.1	Messwert, Messabweichung, Messgenauigkeit	56
3.1.1	Messung und Messfehler	56
3.1.2	Messabweichungen	59
3.1.3	Messgröße und Messgenauigkeit	62
3.1.4	Varianz und Standardabweichung	64
3.1.5	Normalverteilung	66
3.2	Vertrauensbereich und Messunsicherheit	69
3.2.1	Vertrauensbereich	69
3.2.2	Vektorielle Messgrößen und Korrelation	74
3.2.3	Messunsicherheit	77
3.3	Toleranzen	81
3.3.1	Bezeichnungen	81

3.3.2	Fortpflanzung von Varianzen und Toleranzen.....	84
3.3.3	Beziehungen zwischen Bau- und Messgenauigkeit	86
3.4	Ausgleichung von Messwerten	91
3.4.1	Methode der kleinsten Quadrate	91
3.4.2	Gewichtsfestlegung	96
3.4.3	Hypothesentests.....	98
3.5	Literatur	103
4	Bezugssysteme und Koordinatensysteme	105
4.1	Bezugssysteme	105
4.2	Bezugsflächen und Koordinatensysteme	106
4.2.1	Bezugsflächen	106
4.2.2	Koordinatensysteme	113
4.2.3	Geodätisches Datum.....	117
4.3	Lage-, Höhen- und Schwerebezugssystem.....	119
4.3.1	Lagebezugssystem.....	119
4.3.2	Dreidimensionale Bezugssysteme.....	121
4.3.3	Höhenbezugssystem	124
4.3.4	Schwerebezugssystem	126
4.4	Bezugssystem für Ingenieurvermessungen	127
4.5	Literatur	129
5	Sensoren und Verfahren der Ingenieurvermessung.....	131
5.1	Distanzmessung.....	131
5.1.1	Mechanische Distanzmessung.....	133
5.1.2	Optische Distanzmessung.....	142
5.1.3	Elektronische Distanzmessung.....	146
5.1.4	Laserdistanzmessung.....	166
5.1.5	Reflektorlose Distanzmessung	170
5.1.6	Abstands- und Längenänderungsmessungen.....	174
5.1.7	Literatur.....	180
5.2	Richtungs- und Winkelmessung.....	182
5.2.1	Horizontalrichtungsmessung und spezifische Korrekturen.....	182
5.2.2	Vertikalwinkelmessung und deren Systematiken.....	190

5.2.3	Zentrierabweichung.....	194
5.2.4	Elektronische Theodolite und Tachymeter	203
5.2.5	Motorisierte Tachymeter	206
5.2.6	Kreismessungen.....	215
5.2.7	Literatur	218
5.3	Höhenbestimmung.....	220
5.3.1	Geometrisches Nivellement.....	220
5.3.2	Digitale Nivelliere	228
5.3.2.1	Digitalnivellier von Leica.....	233
5.3.2.2	Digitalnivellier von Topcon	238
5.3.2.3	Zeiss-Verfahren	239
5.3.2.4	Sokkia-Verfahren	242
5.3.2.5	Messung und motorisierte Nivelliere	242
5.3.3	Motorisiertes Nivellement.....	245
5.3.4	Mechanische Höhenbestimmung.....	248
5.3.5	Trigonometrische Präzisionshöhenbestimmung.....	250
5.3.6	Stromübergangsnivellement	257
5.3.7	Hydrostatische Höhenbestimmung.....	260
5.3.7.1	Hydrostatische Messsysteme.....	261
5.3.7.2	Schlauchwaagen	265
5.3.7.3	Hydrostatisches Nivellement.....	267
5.3.7.4	Genauigkeit.....	269
5.3.7.5	Anwendungen.....	272
5.3.8	Literatur	276
5.4	GPS-Messung.....	278
5.4.1	Arten der GPS-Positionierung.....	278
5.4.2	Stationsabhängige Fehlereinflüsse	284
5.4.3	Entfernungsabhängige Fehlereinflüsse.....	291
5.4.4	GPS-Empfänger und -Auswertesoftware	297
5.4.5	Literatur	299
5.5	Fluchtungsmessung	301
5.5.1	Mechanische Fluchtung.....	302
5.5.2	Optische Fluchtung.....	303
5.5.3	Geometrisches Alinement	305
5.5.4	Trigonometrisches Alinement	309
5.5.5	Mechanisches Alinement	311

5.5.6	Laserfluchtung.....	312
5.6	Neigungsmessung.....	314
5.7	Lotungsmessung.....	319
5.7.1	Ebenenlotung mit dem Theodolit.....	320
5.7.2	Optische Lotung.....	322
5.7.3	Pendellotung.....	326
5.7.4	Schwimm- und Umkehrlotung.....	329
5.7.5	Schachtlotung.....	330
5.7.6	Literatur.....	335
× 5.8	Elektrische Sensoren und Verfahren.....	336
5.8.1	Ohmsche Verfahren.....	339
5.8.2	Induktive Verfahren.....	345
5.8.3	Kapazitive Verfahren.....	348
5.8.4	Optoelektronische Verfahren.....	350
5.8.5	Frequenzanaloge Verfahren.....	356
5.8.6	Literatur.....	358
× 5.9	Photogrammetrische Verfahren.....	359
5.9.1	Allgemeine Betrachtungen.....	359
5.9.2	Das mathematische Modell.....	361
5.9.3	Aufnahmesysteme.....	369
5.9.4	Auswertesysteme.....	373
5.9.5	Auswahlkriterien und Genauigkeiten.....	379
5.9.6	Ausgewählte Anwendungen in der Ingenieurvermessung.....	384
5.9.7	Literatur.....	394
6	Vermarkung von Fest- und Messungspunkten.....	397
6.1	Festpunktbewegungen und ihre Ursachen.....	397
6.2	Standortwahl von Festpunktvermarkungen.....	402
6.3	Lage- und Höhenfestpunkte.....	404
6.3.1	Lagefestpunkte.....	405
6.3.2	Höhenfestpunkte.....	410
6.3.3	Vermarkungen am Bauwerk.....	412
6.3.4	Auswahl der Messpunkte am Objekt.....	415
6.4	Literatur.....	418

7	Grundlagennetze der Ingenieurvermessung	420
7.1	Anforderungen.....	421
7.2	Netzaufbau und Messgrößen	422
7.2.1	Netzformen	423
7.2.2	Genauigkeitsforderungen	427
7.2.3	Messgrößen und Messverfahren.....	428
7.3	Auswertung und Analyse von Netzen	430
7.3.1	Grundlagen der Netzausgleichung	430
7.3.2	Lagerung von Netzen und geodätisches Datum	431
7.3.3	Freie Netzausgleichung	436
7.3.4	Genauigkeit und Zuverlässigkeit geodätischer Netze	437
7.3.5	Netzplanung und Netzoptimierung.....	446
7.4	Auswertung von GPS- und terrestrischen Messungen	456
7.5	Höhennetze	459
7.6	Lokale Netze für Absteckung und Überwachung.....	463
7.6.1	Brücken.....	463
7.6.2	Tunnel.....	467
7.6.3	Hohe Türme und Schornsteine	472
7.6.4	Absperrbauwerke.....	474
7.7	Literatur	479
8	Absteckungsverfahren und Genauigkeiten	483
8.1	Absteckung für die Bauausführung	483
8.1.1	Absteckungsgenauigkeit	485
8.1.2	Genauigkeitsabschätzungen	486
8.2	Freie Standpunktwahl	488
8.2.1	Grundlagen	489
8.2.2	Standpunktbestimmung ohne Koordinatentransformation.....	494
8.2.3	Freie Standpunktwahl mit Koordinatentransformation.....	495
8.2.4	Freie Standpunktwahl als Ausgleichungsaufgabe.....	496
8.2.5	Genauigkeit der freien Standpunktwahl	500
8.3	Absteckung von Geraden und Fluchten	504

8.4	Absteckung einzelner Punkte und Baukontrollmessung	507
8.4.1	Grundverfahren	508
8.4.2	Verdichtungsverfahren	516
8.4.3	Absteckung mit Totalstation	518
8.4.4	Bauabsteckungen	524
8.4.5	Baukontrollmessungen	537
8.5	Bogengeometrie und Bogenabsteckung	542
8.5.1	Begriffsbestimmungen	542
8.5.2	Berechnung und Absteckung von Kreisbogen	546
8.5.2.1	Bestimmung des Tangentenschnittwinkels α	547
8.5.2.2	Berechnung und Absteckung der Bogenhauptpunkte	554
8.5.2.3	Berechnung und Absteckung der Kreisbogenzwischenpunkte	557
8.5.3	Berechnung von Kreisbogenkombinationen	574
8.5.3.1	Berechnung eines zweiteiligen Korbbogens	576
8.5.3.2	Berechnung eines dreiteiligen Korbbogens	578
8.5.3.3	Berechnung von Gegenbogen	581
8.5.4	Berechnung und Absteckung von Übergangsbogen	584
8.5.4.1	Klotoide als Übergangsbogen zwischen Gerade und Kreisbogen ..	588
8.5.4.2	Scheitelklotoide	597
8.5.4.3	Die Eilinie	602
8.5.4.4	Die Wendelinie	610
8.5.4.5	Sonderformen der Übergangsbogen	615
8.5.5	Bogenkombinationen	617
8.5.5.1	Symmetrische Anordnung	617
8.5.5.2	Asymmetrische Anordnung	622
8.5.5.3	Zweiteiliger Korbbogen mit Übergangsbogen am <i>BA</i> und <i>BE</i>	623
8.5.5.4	Zweiteiliger Korbbogen mit Übergangsbogen am <i>BA</i> , <i>RW</i> und <i>BE</i> ..	625
8.5.6	Absteckkontrollen	626
8.6	Literatur	630
	Sachverzeichnis	632