

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 Ausgleichung	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 Alignment.....	305
5.5.4	Trigonometrisches Alignment.....	309
5.5.5	Mechanisches Alignment.....	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