

Matthias Becker / Klaus Hehl

Geodäsie

Inhalt

1 Einführung	1
1.1 Gliederung und Kapitel	1
1.2 Begriff der Geodäsie	1
1.3 Einheiten und Fundamentalkonstanten	2
1.4 Notation	4
1.5 Grundlegende Konzepte	4
2 Geometrische Geodäsie	8
2.1 Koordinaten und Bezugssysteme	8
2.2 Koordinatentypen	9
2.2.1 Kartesische Koordinaten	9
2.2.2 Sphärische und ellipsoidische Koordinaten	12
2.2.3 Astronomische Koordinaten	13
2.2.4 Azimutdefinitionen	14
2.3 Internationales Terrestrisches Bezugssystem	15
2.3.1 Plattentektonische Modelle	17
2.3.2 Bezugsellipsoid und Breitentypen, GRS 80	18
2.3.3 World Geodetic System WGS 84	18
2.4 Internationales Zälestisches Bezugssystem	19
2.5 Ellipsoid und ellipsoidische Koordinaten	21
2.5.1 Geometrie des Ellipsoids	22
2.5.2 Meridianbogenlänge	23
2.6 Umrechnungen und Umformungen	25
2.6.1 Umrechnungen	26
2.6.2 Verebnungen	27
2.6.3 Umformungen	30
3 Physikalische Geodäsie	35
3.1 Potential und Schwerfeld der Erde	35
3.1.1 Physikalische Interpretation	41
3.1.2 Geopotentialmodelle	41
3.2 Schwere, Erdzeiten und Geometrie des Schwerfeldes	43
3.2.1 Schwere und Schwerevariationen	43
3.2.2 Erdzeiten	44
3.2.3 Geometrie des Schwerfeldes und Geoid	45
3.2.4 Störgrößen und Anomalien	47
3.3 Höhensysteme und geopotentielle Koten	49
3.3.1 Orthometrische Höhen	51
3.3.2 Normalhöhen	52
3.3.3 Vergleich der Höhensysteme	52
3.3.4 Vertikales Datum	53
3.4 Zeitskalen	55
3.4.1 GNSS-Zeit und Umrechnungen	57
3.5 Erdorientierungsparameter	58
3.5.1 Transformation zwischen raum- und erdfestem System	61

4	Satellitengeodäsie	63
4.1	Grundlagen zur Modellierung in den Raumtechniken	65
4.1.1	Satellitenbahnen	65
4.1.2	Signalausbreitung	67
4.1.3	Stationskoordinaten	68
4.2	Very Long Baseline Interferometrie und Satellitenlasermessungen	68
4.2.1	VLBI	68
4.2.2	Laser-Entfernungsmessung zu Satelliten und zum Mond	70
4.3	GNSS und DORIS	72
4.3.1	GNSS	72
4.3.2	GPS	77
4.3.3	GLONASS	78
4.3.4	Galileo	78
4.3.5	Compass / Beidou	79
4.3.6	IGS und Produkte	79
4.3.7	DORIS	79
4.4	Satellitenaltimetrie	80
4.5	Schwerefeld	83
4.6	Fernerkundung	84
5	Statistische Methoden und Parameterschätzung	86
5.1	Einführung, Elemente der Statistik	86
5.1.1	Grundlegende Begriffe	86
5.1.2	Normalverteilung und statistische Tests	89
5.1.3	Modellbildung	90
5.1.4	Gewichte und Kofaktoren	91
5.1.5	Varianzen und Kovarianzen	91
5.2	Parameterschätzung	92
5.2.1	Geometrische Vorstellung	92
5.2.2	Grundlegende Vorgehensweise	94
5.2.3	Minimumbedingung	95
5.2.4	Normalgleichungen	95
5.2.5	Allgemeinfall – mehrere Unbekannte	97
5.2.6	Normalgleichungen	98
5.2.7	Fehlerrechnung	99
5.2.8	Varianzfortpflanzung	100
5.2.9	Kovarianzfortpflanzung	100
5.3	Anwendungen	101
5.3.1	Lineare Anwendungen	101
5.3.2	Nichtlineare Anwendungen	102
6	Ausgewählte Mess-, Rechen- und Auswerteverfahren	106
6.1	Messverfahren und Koordinatenbestimmung	106
6.2	Rechenverfahren	107
6.2.1	Erste und Zweite Hauptaufgabe	107
6.2.2	Geradenschnitt	110
6.2.3	Ebene Koordinatentransformationen	111
6.3	Messung geometrischer Größen	114
6.3.1	Polarverfahren	114
6.3.2	Ebener und räumlicher Bogenschnitt	115
6.3.3	Laserscanning	118

6.3.4	Polygonierung	120
6.3.5	Freie Standpunktwahl	122
6.3.6	Einschneideverfahren	122
6.3.7	GNSS-Koordinatenbestimmung	123
6.3.8	Differentielles GNSS	126
6.4	Messung physikalischer Größen	127
6.4.1	Höhenmessung	127
6.4.2	Schweremessungen, Gravimetrie	130
6.4.3	Inertiale Messsysteme	131
	Literaturverzeichnis	138
	Index	144