

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Trigonometrische Höhenmessung</b>	<b>Seite</b>
11 Grundgleichung der trigonometrischen Höhenmessung . . . . .	7
12 Einrichtungen des Theodolits für Vertikalwinkelmessung . . . . .	8
12.1 Der Höhenkreis . . . . .	8
12.2 Libellengesteuerte Höhenzeiger . . . . .	9
12.3 Automatische Höhenzeiger . . . . .	10
12.31 Freischwingende Pendel . . . . .	11
12.32 Pendel mit Winkelvergrößerung . . . . .	12
12.33 Flüssigkeitskompensatoren . . . . .	15
13 Messen von Vertikalwinkeln . . . . .	17
13.1 Anordnung der Messung . . . . .	17
13.2 Berechnen von Zenitwinkel und Indexabweichung . . . . .	17
13.3 Beseitigen der Indexabweichung . . . . .	20
13.4 Genauigkeit der Zenitwinkelmessung . . . . .	20
13.5 Zahlenbeispiel . . . . .	22
14 Trigonometrische Höhenübertragung auf kurze Entfernungen . . . . .	22
14.1 Turmhöhenbestimmungen mit horizontalem Hilfsdreieck . . . . .	22
14.2 Turmhöhenbestimmung mit vertikalem Hilfsdreieck . . . . .	24
14.3 Das trigonometrische Nivellement . . . . .	25
15 Genauigkeit der trigonometrischen Höhenmessung auf kurze Entfernungen . . . . .	26
16 Trigonometrische Höhenübertragung über große Entfernungen . . . . .	29
16.1 Erdkrümmung und Refraktion . . . . .	29
16.2 Höhenunterschiede aus einseitig beobachteten Zenitwinkeln . . . . .	31
16.3 Höhenunterschiede aus gegenseitigen Zenitwinkeln . . . . .	32
16.4 Refraktionskoeffizient aus Gegenvisionen . . . . .	33
16.5 Zahlenbeispiel . . . . .	34
17 Reduktion von Zenitwinkeln auf den Stationsnullpunkt . . . . .	34
18 Genauigkeit der trigonometrischen Höhenübertragung über große Entfernungen . . . . .	35
<b>2 Barometrische Höhenmessung</b>	
21 Physikalische Grundlagen . . . . .	37
22 Die Quecksilber- oder Hg-Barometer . . . . .	37
22.1 Das Heberbarometer . . . . .	38
22.2 Das Gefäßbarometer . . . . .	39
22.3 Normal-, Stations- und Reisebarometer . . . . .	40
23 Verbesserung der Rohablesungen am Hg-Barometer . . . . .	41
23.1 Die Temperaturverbesserung . . . . .	41
23.2 Die Kapillardepression . . . . .	41
23.3 Die Schwerereduktion . . . . .	42
23.4 Die Standverbesserung . . . . .	42
24 Die Federbarometer . . . . .	43
24.1 Barometer mit Membranode . . . . .	43
24.2 Barometer mit Röhrenfeder . . . . .	46
24.3 Barometer mit Gasfeder . . . . .	46

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>25 Verbesserung der Rohablesungen an den Federbarometern . . . . .</b>	<b>47</b>
25.1 Die Reduktionsformel . . . . .	47
25.2 Der Temperaturkoeffizient . . . . .	47
25.3 Teilungskoeffizient und Standverbesserung . . . . .	48
25.4 Elastische Nachwirkungen . . . . .	49
<b>26 Das Siedebarometer oder Hypsometer . . . . .</b>	<b>49</b>
<b>27 Ermittlung von Höhenunterschieden aus Barometermessungen . . . . .</b>	<b>50</b>
27.1 Die Barometerformel von W. Jordan . . . . .	50
27.2 Messen von Höhenunterschieden mit Barometern . . . . .	53
27.3 Spezielle Beobachtungsverfahren . . . . .	53
27.31 Punkteinschaltung durch Interpolieren . . . . .	54
27.32 Geländeaufnahmen mit Feld- und Standbarometer . . . . .	54
27.33 Staffelverfahren und Sprungverfahren . . . . .	56
<b>28 Ermittlung von Höhenunterschieden aus Altimetermessungen . . . . .</b>	<b>57</b>
28.1 Die Formel für Altimeter mit linear geteilter metrischer Höhenskala . . . . .	57
28.2 Die vereinfachte Formel von D. Möller . . . . .	59
28.3 Messen von Höhenunterschieden mit Altimetern . . . . .	60
28.4 Spezielle Beobachtungsverfahren . . . . .	61
28.41 Punkteinschaltung durch Interpolieren . . . . .	61
28.42 Höhenbestimmung im Anschluß an einen Höhenfestpunkt . . . . .	62
<b>29 Genauigkeit der barometrischen Höhenmessung . . . . .</b>	<b>63</b>

## 3 Tachymetrische Instrumente

<b>31 Die Verfahren der optischen Distanzmessung . . . . .</b>	<b>66</b>
<b>32 Der Reichenbachsche Distanzmesser . . . . .</b>	<b>68</b>
32.1 Ermitteln der horizontalen Entfernung . . . . .	68
32.2 Reduktionsformeln für schräge Sichten . . . . .	72
32.3 Die Genauigkeit der Reichenbachschen Tachymeter . . . . .	73
32.31 bei der Entfernungsbestimmung . . . . .	73
32.32 bei der Bestimmung des Höhenunterschiedes . . . . .	75
<b>33 Der Tachymetertheodolit in der Praxis . . . . .</b>	<b>76</b>
<b>34 Die Reduktionstachymeter . . . . .</b>	<b>77</b>
34.1 Tachymeter mit mechanischer Reduktion . . . . .	77
34.2 Diagramm- oder Kurventachymeter . . . . .	77
34.21 Das Dahlta 010 A . . . . .	78
34.22 Das RDS von Wild . . . . .	79
34.23 Das RTa 4 von Zeiss-Oberkochen . . . . .	79
34.3 Elektronische Tachymeter . . . . .	80
<b>35 Bussolen und Bussolentachymeter . . . . .</b>	<b>81</b>
35.1 Die Bussoleninstrumente . . . . .	81
35.2 Die Prüfung der Bussoleninstrumente . . . . .	85
<b>36 Meßtisch und Kippregel . . . . .</b>	<b>85</b>
36.1 Das Gerät . . . . .	86
36.2 Prüfung und Berichtigung des Geräts . . . . .	87
36.3 Tachymetermeßtische . . . . .	88

## Inhaltsverzeichnis

5

Seite

37 Tachymeter mit Basis im Stand des Beobachters . . . . .	90
37.1 Geräte mit konstanter Basis . . . . .	90
37.2 Geräte mit veränderlicher Basis. . . . .	91
Tafel: Tachymetrische und topographische Aufnahmegeräte . . . . .	92/93

## 4 Tachymetrische und topographische Aufnahmeverfahren

41 Höhenlinien und Gelände . . . . .	94
41.1 Höhenpunkte und Höhenlinien . . . . .	94
41.2 Anforderungen an das Höhenlinienbild . . . . .	95
41.3 Erfassen der Geländeformen . . . . .	96
42 Geländeaufnahme mit dem Kreistachymeter . . . . .	98
42.1 Aufnahmegrundlagen . . . . .	98
42.2 Messen und Berechnen von Tachymeterzügen . . . . .	99
42.3 Aufnehmen der Geländepunkte . . . . .	104
42.4 Aufnahme mit elektronischen Registriertachymetern . . . . .	107
42.5 Auftragen der Geländepunkte. . . . .	108
43 Topographische Aufnahmeverfahren . . . . .	109
44 Geländeaufnahme mit dem Bussolentachymeter . . . . .	111
44.1 Deklination und Nadelabweichung . . . . .	111
44.2 Bestimmen der Mißweisung der Sicht . . . . .	113
44.3 Messen und Berechnen der Bussolenzüge . . . . .	113
44.4 Genauigkeit der Bussolenzüge . . . . .	115
45 Geländeaufnahme mit Meßtisch und Kippregel . . . . .	115
45.1 Vorbereitung der Meßtischaufnahme . . . . .	115
45.2 Zentrieren und Orientieren des Meßtisches . . . . .	115
45.3 Bestimmen von Aufnahmestandpunkten . . . . .	116
45.4 Bestimmen der Geländepunkte . . . . .	118
45.5 Vor- und Nachteile der Meßtischaufnahme . . . . .	118
46 Genauigkeit der Geländeaufnahme. . . . .	119

## 5 Abstecken von Geraden und Kurven

51 Allgemeine Trassierungsgrundsätze . . . . .	121
52 Einfache Absteckungen mit dem Theodolit . . . . .	123
52.1 Durchfluchten einer Geraden . . . . .	123
52.2 Verlängerung einer Geraden . . . . .	123
52.3 Einschalten eines Zwischenpunktes . . . . .	124
52.4 Abstecken einer Geraden von einem Polygonzug . . . . .	124
52.5 Absetzen eines Winkels von beliebiger Größe . . . . .	125
53 Abstecken der Hauptpunkte eines Kreisbogens . . . . .	126
53.1 Abstecken symmetrischer Hauptpunkte . . . . .	126
53.2 Abstecken eines Sehnenpolygons . . . . .	128
54 Abstecken von Zwischenpunkten . . . . .	129
54.1 mit rechtwinkeligen Koordinaten von der Tangente . . . . .	129
54.2 mit rechtwinkeligen Koordinaten von der Sehne . . . . .	131
54.3 mit gleichen Sehnen und Umfangswinkeln . . . . .	131

	Seite
55 Überschlag- und Einrückformeln . . . . .	133
56 Korbbögen . . . . .	134
57 Übergangsbögen . . . . .	136
57.1 Krümmung und Länge der Übergangsbögen . . . . .	136
57.2 Die kubische Parabel . . . . .	139
57.3 Die Klothoide . . . . .	141
57.4 Näherungen bei flachen Klothoiden . . . . .	144
58 Bogenabsteckung nach dem Nalenzverfahren . . . . .	145
58.1 Grundgleichungen und Winkelbild . . . . .	145
58.2 Das Nalenzverfahren . . . . .	147
58.3 Überblick über die Arbeitsgänge . . . . .	151
<b>6 Ingenieurgeodäsie</b>	
61 Aufgaben und Besonderheiten der Ingenieurmessungen . . . . .	151
61.1 Allgemeine Gesichtspunkte . . . . .	151
61.2 Optische Präzisionslotre . . . . .	154
61.3 Alignierinstrumente mit Laserstrahlen . . . . .	157
62 Erdmassenberechnung aus Profilaufnahmen und Höhenlinienplänen . . . . .	164
62.1 Erdmassenberechnung aus Querprofilen . . . . .	165
62.11 Die Simpsonsche Regel . . . . .	165
62.12 Die Guldinsche Regel . . . . .	166
62.13 Genauigkeitsbetrachtungen . . . . .	167
62.2 Erdmassenberechnung aus Flächennivellements . . . . .	169
62.3 Erdmassenberechnung aus Höhenlinienplänen . . . . .	171
62.4 Erdmassenberechnung mit Profilmäßigstäben und Massenprofilen . . . . .	172
63 Erdmassenberechnung aus digitalen Geländemodellen . . . . .	176
63.1 Herstellung eines digitalen Geländemodells . . . . .	176
63.2 Mathematische Beschreibung des Geländemodells . . . . .	178
63.3 Massenausgleich und optimale Trassenführung . . . . .	180
64 Ingenieurgeodätische Arbeiten bei Verkehrsanlagen . . . . .	181
64.1 Herstellung der Entwurfsunterlagen . . . . .	181
64.2 Absteckungs- und Überwachungsmessungen . . . . .	184
64.3 Meß- und Rechengenauigkeit bei Verkehrsanlagen . . . . .	184
65 Abstecken von Ingenieurbauten . . . . .	186
65.1 Allgemeine Gesichtspunkte . . . . .	186
65.2 Abstecken von Brücken . . . . .	188
65.3 Abstecken von Tunnels . . . . .	190
65.4 Absteckgenauigkeit bei Ingenieurbauten . . . . .	193
66 Die Überwachung von Staumauern . . . . .	197
66.1 Physikalische und geodätische Verfahren . . . . .	197
66.2 Die geodätischen Überwachungsmethoden im einzelnen . . . . .	199
66.3 Berechnung und Darstellung der Ergebnisse . . . . .	203
<b>Ergänzende Literaturangaben</b> . . . . .	205
<b>Sachverzeichnis</b> . . . . .	207