Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 4. Ausgabe **xvii**

Vorwort zur 3. Ausgabe **xxi**

Wndsn Quadrant-Telemeter 3

Überblick **3**
Was ist ein Telemeter? 3
Warum Low-Tech? 4
Anwendungsbereiche 6

Historischer Hintergrund **13**
Geschichte 13
1. Kamal 13
2. Nomographie 18
3. Rechenschieber 20

Der Telemeter 27

Einführung **27**

Inbetriebnahme **31**
Vorbereiten der Schnur 31
Positionieren der Knoten 32

Werkzeuge **35**
Instrumentenübersicht: Telemeter 35
Visieren mit dem Telemeter 37

Prinzipien **39**
Das Telemeterdreieck 39
Winkelgröße 40
Einheitslosigkeit 42
Erweitern der Skalen 44
Zehnerpotenzen und Skalensprünge 45
Wndsn Stringtheorie 50
Genauigkeit der Messungen 50

Funktionen **57**
Messen von Entfernungen 57
Ermitteln von Objektgrößen 60
Messen von Höhen 61
Messen im Dunkeln 66
Daumen als Messschieber 66
Kleinwinkelberechnungen 68

Methoden **77**
Höhe vs. Länge eines Zuges 77
Entfernung von zylindrischen Objekten 79
Messen der Entfernung zum Mond 80
Messen von Zeit gegen die Sterne 82
Der Telemeter als Planzeiger 85
Resektion 89
Triangulation 90
Trilateration 93
Triangulateration 98
Fehler bei der Resektion 99

Der Quadrant **105**

Einführung **105**
Was ist ein Quadrant? 105
Was ist ein Inklinometer? 111

Inbetriebnahme **113**
Vorbereiten der Lotschnur 113

Werkzeuge **115**
Instr.-übersicht: Quadrant mit ungl. Stunden 115
Transversalskala 119
Visieren mit dem Quadranten 121
Sexagesimalsystem 123

Prinzipien **129**
Parallelverschiebung 129
Projektion via Schwerkraft 129

Funktionen **131**
Quadrant- und Inklinometer 131
Ermitteln von Sinus und Kosinus 133
Verwenden des Schattenquadrats 136
Bestimmen des Tangens 148
Berechnen von Steigung 152

Methoden **159**
Messen der Tiefe eines Brunnens 159
Messen von einer Erhebung 162
Messen eines erhöhten Objekts 164

Beherrschung von Zeit und Raum **169**

Einführung **169**

Astronomie **171**
Grundlagen 171
Astronomische Koordinatensysteme 173
Das Nautische Dreieck 182
Konvertieren zwischen Systemen 185
Die Ekliptik 186
Die Deklination der Sonne 193

Der Stundenquadrant 199

Einführung 199

Werkzeuge 201
Instr.-übersicht: Quadrant mit gl. Stunden . . 201

Prinzipien 205
Berechnen der Zeit 205
Saisonale ("ungleiche") Stunden 207
Äquinoktiale ("gleiche") Stunden 208

Funktionen 209
Verwenden des Kalenders 209
Verwenden des Erdachsneigungsbogens 211
Durchqueren des Quadranten 211

Methoden 217
Sonnenberechnungen 218
Bestimmen des lokalen Breitengrades 219
Messen der Sonnenhöhe 220
Berechnen der Sonnenhöhe 225
Berechnen der Sonnendeklination 230
Sonnenzeit 230
Bestimmen der Zeit 236
Sonnenkompass 238
Äquatorialsonnenuhr 241
Bestimmen der Sonnenstunden 247

Der Sinusquadrant 253

Einführung 253

Werkzeuge 257
Instrumentenübersicht: Sinusquadrant 257
Die Hauptskalen 258

Prinzipien 263
Arten der Läuferablesung 263

Funktionen **265**
Bewegen der Schnur 265
Grundlegende Gleichungen 266

Methoden **273**
Ermitteln von Sinus und Kosinus 273
Großkreisberechnungen 275
Bestimmen der Sonnenaufgangsrichtung . . . 279
Der Stundenwinkel 281
Sonnenazimut via Stundenwinkel 285
Sonnenazimut via Sonnenhöhe 285
Breitengrad via Sonnenhöhe 290

Anhang **295**

Metrologie **295**
Messunsicherheit 295
Genauigkeit vs. Präzision 296
Falsche Präzision 300
Genauigkeitsbestimmungen 301
Präzision des Quadrant-Telemeters 302
Berechnen der Skalengenauigkeit 302
Kalibrierung 305

Making-Of **309**
Instrumentenherstellung 309
Gravuren 309
Materialien 314
Pflege von Messinginstrumenten 320

Referenz **323**
Ebene Trigonometrie 323
Sphärische Trigonometrie 326
Archiv-/ Museumsbeschreibung 331
Heuristiken für die Mondbeobachtung 334
Präzisionsrechner 338

Nützliche Tabellen **341**
Multiplikatoren für einen gegebenen Winkel . 341
Radiant in Grad in MIL in MOA 346
Steigung in Grad 348
Steigung in Prozent 350
24 × 24 Schattenquadrat 352
20 × 20 Schattenquadrat 354
Sonnendeklination pro Tag 355
Umrechnungen von Längenmaßen 358

Glossar **361**

Symbole **379**

Literatur **381**

Über Wndsn **389**
Kontakt 390

Abbildungen

1 Telemeter im Einsatz. 14
2 Einrichten des Telemeters. 15
3 Beispiel: Rekonstruktion eines Kamals. . 16
4 Prinzip der Kamal-Knotenstaffelung. . . 17
5 Beispielnomogramm: Smith-Diagramm. 19
6 Rechenschieber: Faber Castell 62/83N. . 21
7 Rechenschieber: Pickett N600-ES. 22
8 Telemeter aus Messing. 23
9 Rechnen mit den Nomogrammskalen. . . 28
10 Die Knoten der Schnur. 31
11 Positionieren der Knoten 33
12 Instrumentenübersicht: Telemeter. . . . 35
13 Visieren mit dem Telemeter. 37
14 Das Telemeterdreieck. 41
15 Nutzen beliebiger Einheiten. 43
16 Erweitern der Skalen. 45
17 Halbieren der Entfernung. 46
18 Der chinesische Abakus. 48
19 Wndsn Stringtheorie. 51
20 Messen auf Augenhöhe. 52
21 Einklammern einer Messung. 52
22 Telemeterbedienung. 58
23 Einfache Entfernungsmessung. 59
24 Ziel der Langstreckenmessung. 59
25 Abgleich über Google Maps. 61
26 Bekannte Größe am Gebäude. 62
27 Messen einer parallelen Struktur. 64

28 Google Maps. 65
29 45°. 65
30 Lasergraviertes Acryl. 66
31 Daumen als Messschieber. 67
32 MIL und MOA für Kleinstwinkel. 68
33 MKS-Formel. 71
34 Messen der Höhe eines Zuges. 78
35 Entfernung von zylindrischen Objekten. 80
36 Überprüfen der Entfernung. 81
37 Mondfinsternis am 27. Juli 2018. 82
38 Messen von Zeit gegen die Sterne. . . . 83
39 Ostwert via Telemeter. 87
40 Nordwert via Telemeter. 88
41 Kompasstriangulation. 91
42 Triangulation nach Gemma Frisius. . . . 93
43 Telemetertrilateration. 94
44 Zwei Positionen auf einem Kreis. 95
45 Ziele der Trilateration. 96
46 Ergebnis der Trilateration. 97
47 Triangulateration. 98
48 Fehler bei der Resektion. 99
49 Telemeter- vs. Quadrantskala. 107
50 Universeller Stundenquadrant. 108
51 Führen der Schnur durch den Schlitz. . 113
52 Instr.-übersicht: Quadrant mit ungl. St. 115
53 Illustration der diversen Skalen 117
54 Transversalteilungen. 120
55 Visieren mit dem Quadranten. 121
56 Projektion via Schwerkraft. 130
57 Quadrant- und Inklinometerbedienung. . 132
58 Quadrant- und Neigungsskalen. 134
59 Ermitteln des Sinus. 135
60 Zusammenhänge im Schattenquadrat. . 140
61 Sonnenhöhe via LEGO-Stein. 142
62 Höhe der Cheopspyramide. 145
63 Verwenden des Schattenquadrats. 146
64 Visieren mit dem Schattenquadrat. . . . 148
65 Bestimmen des Tangens. 149
66 Tangens auf Neigungsskala. 151

67 Elemente der Steigungsberechnung. . . . 152
68 Steigung in Grad. 153
69 Steigung in Prozent. 154
70 Brunnentiefe via Quadrant. 160
71 Brunnentiefe via Telemeter. 161
72 Messen von einem erhöhten Punkt. . . . 163
73 Messen eines erhöhten Objekts. 165
74 Die Himmelssphäre. 172
75 Zenitwinkel und Azimut. 176
76 Rektaszension. 177
77 Der Stundenwinkel. 179
78 Nautisches Dreieck. 182
79 Himmelssphäre mit Naut. Dreieck. . . . 184
80 Nautisches Dreieck mit Formeln. 185
81 Die Ekliptik. 187
82 Sonnenwenden und Tagundnachtgleichen. 189
83 Erdneigung. 192
84 Sonnendeklination pro Tag. 193
85 Instr.-übersicht: Quadrant mit gl. St. . . 201
86 Stunden- und Kalendereinstellungen. . . 210
87 Konstruktion des Erdachsneigungsbogens. 212
88 Bestimmen des lokalen Breitengrades. . 221
89 Polarstern und Kreuz des Südens. 222
90 Sonnenhöhe via Senklot. 223
91 Sonnenhöhe via Gnomon. 224
92 Nutzen des Erdachsneigungsbogens. . . 227
93 Zeitgleichung. 235
94 Ablesen der ungleichen Stunden. 237
95 Ablesen der gleichen Stunden. 239
96 Der Quadrant als Sonnenkompass. . . . 240
97 Vor- und Nachmittags-Setup. 242
98 Der Quadrant als Äquatorialsonnenuhr. 243
99 Zeitmessung mit der Sonnenuhr. 245
100 Gnomoneinrichtung. 246
101 Bestimmen der Sonnenstunden. 247
102 Berechnen von Sonnenlicht über das Jahr. 250
103 Sinusquadrant aus Papier. 253
104 Instrumentenübersicht: Sinusquadrant. . 257
105 Einheitskreisdefinitionen. 258

106 Ablesen von Grad am Läufer. 264
107 Grundl. Sinusquadrantgleichungen 1. . . 267
108 Grundl. Sinusquadrantgleichungen 2. . . 269
109 Sinus mit dem Sinusquadranten. 274
110 Großkreisberechnung. 277
111 Stadien der Dämmerung. 280
112 Bestimmen der Sonnenaufgangsrichtung. 281
113 Tagbogen. 286
114 Sonnenazimut via Sonnenhöhe. 288
115 Nord und Süd via Sonnenazimut. 289
116 Der Indische Kreis. 290
117 Örtliche Breite via Sonnenhöhe. 291
118 Genauigkeit: Richtigkeit und Präzision. 298
119 Beispielhafte Messunsicherheit. 305
120 Kalibrieren der Geräteauflösung. 306
121 Wndsn fecit. 310
122 Wndsn Einlinienschriften. 310
123 Voyager 'Goldene Schallplatte'. 312
124 Gravierte Anweisungen. 313
125 Der "gierige" Algorithmus. 313
126 Messingpatina. 320
127 Einheitskreis. 324
128 Kugeldreieck. 327
129 Monduhr. 335

Tabellen

1 Skalenkonfiguration 37
2 Einheitsloses Beispiel. 42
3 Max. Winkelabdeckung. 47
4 Sexagesimalbrüche 125
5 Koordinatensysteme im Vergleich. . . . 174
6 Sonnendeklination via Länge. 194
7 Sonnendeklination pro Monat. 214
8 Zeitgleichung 236
9 Präzision der Skalen. 302
10 Unsicherheitsspanne. 303
11 Beispielhafte Messunsicherheit. 304
12 Beispielhafte Geräteauflösung. 307
13 Heuristiken für die Mondbeobachtung. . 337
14 Multiplikatoren für einen Winkel. 341
15 Radiant in Grad in MIL in MOA. 346
16 Steigung in Prozent, Grad, und als Bruch. 348
17 Steigung in Grad und Prozent. 350
18 24 × 24 Schattenquadrat. 352
19 20 × 20 Schattenquadrat. 354
20 Sonnendeklination pro Tag (JAN-JUN) 355
21 Sonnendeklination pro Tag (JUL-DEZ) . 357
22 Umrechnungen von Längenmaßen. . . . 359

Formeln

1 Entfernung via Winkel 39
2 MKS-Formel 71
3 Entfernung über Umbra Recta 139
4 Höhe über Umbra Versa 139
5 Schattenlänge via Sonnenhöhe 141
6 Sonnenhöhe via Schattenlänge 141
7 Stundenwinkel via Sonnenazimut 186
8 Deklination via Sonnenazimut 186
9 Sonnenazimut via Stundenwinkel 186
10 Sonnenhöhe via Stundenwinkel 186
11 Obliquität der Ekliptik 193
12 Sonnendeklination 194
13 Zeit via Sonnenhöhe 206
14 Sonnenhöhe am Mittag 225
15 Sonnenzenitwinkel 226
16 Sonnendeklination via Sonnenhöhe . . . 230
17 Zeitgleichung 235
18 Großkreisrichtung 276
19 Sonnenaufgangsrichtung 279
20 Sonnenaufgangsazimut 279
21 Sonnenaufgangsstundenwinkel 283
22 Stundenwinkel via Sonnenhöhe 283
23 Stundenwinkel via Sonnenazimut 283
24 Sonnenhöhe via Stundenwinkel 283
25 Sonnenazimut für eine gegebene Stunde 285
26 Sonnenazimut via Stundenwinkel 285
27 Sonnenazimut via Sonnenhöhe 287

28 Breitengrad via Sonnenhöhe 290
29 Messunsicherheit 296
30 Gerätegenauigkeit 301
31 Definitionen im Einheitskreis 324
32 Trigonometrische Verhältnisse 325
33 Sinussatz 326
34 Verhältnisse im rechtw. Kugeldreieck . . 329
35 Sphärischer Sinussatz 329
36 Seitenkosinussatz 330
37 Winkelkosinussatz 330
38 Sinus-Kosinussatz 330
39 Steigung in Grad 348
40 Steigung in Prozent 350