

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Navigatorische Grundlagen</b>	
<b>1.1</b>	<b>Definitionen</b>	<b>002</b>
1.1.1	Navigation	002
1.1.2	Verschiedene Navigationsarten	003
1.1.3	Der Navigator	004
<b>1.2</b>	<b>Orientierung</b>	<b>005</b>
1.2.1	Freiheitsgrad der Orientierung	006
1.2.2	Natürliche Orientierungshilfen	007
1.2.3	Namensgebung als Orientierungshilfe	008
<b>1.3</b>	<b>Standort/Ziel/Route/Koppelnavigation</b>	<b>008</b>
1.3.1	Standort	008
1.3.2	Standort, wahr oder falsch?	009
1.3.3	Ziel	010
1.3.4	Route	010
1.3.5	Koppelnavigation	012
<b>1.4</b>	<b>Einheitensysteme</b>	<b>013</b>
1.4.1	Distanzmaße	013
1.4.2	Sexagesimale Winkelmaße	013
1.4.3	Dezimale Winkelmaße	013
1.4.4	Uhrzeit	014
1.4.5	Abschätzung von Winkeln im Gelände	014
<b>1.5</b>	<b>Himmelsrichtungen</b>	<b>015</b>
1.5.1	Haupthimmelsrichtungen	015
1.5.2	Zwischenhimmelsrichtungen	015
1.5.3	Nebenhimmelsrichtungen	016
1.5.4	Quadrant- und Oktantrichtungen	016
1.5.5	Grad-Richtungszahlen	016
1.5.6	Gon-Richtungszahlen	017
1.5.7	Strich-Richtungszahlen	018
1.5.8	Haupthimmelsrichtungen, international	018
<b>1.6</b>	<b>Kurs</b>	<b>019</b>
1.6.1	Nullrichtungen	020
1.6.2	Kursfehler	020
1.6.2	Suchspirale	022
1.6.4	Drehkurs	023
1.6.5	Schiebekurs	023
1.6.6	Verfolgungskurs	024
1.6.7	Vorhaltekurs	024
1.6.8	Hindernis-Umgehungskurs	025

<b>1.7</b>	<b>Standlinie .....</b>	<b>026</b>
1.7.1	Verschiedene Standlinien .....	027
1.7.2	Explizite Standlinien .....	027
1.7.3	Implizite Standlinien .....	028
1.7.4	Mehr als zwei implizite Standlinien .....	028
<b>1.8</b>	<b>Bezugssysteme .....</b>	<b>029</b>
1.8.1	Eindimensionales Koordinatensystem .....	029
1.8.2	Zweidimen. rechth. Koordinatensystem .....	029
1.8.3	Zweidimen. Polarkoordinatensystem .....	030
1.8.4	Weitere Koordinatensysteme .....	030
1.8.5	Relative und absolute Bezugssysteme .....	030
<b>1.9</b>	<b>Erdgestalt .....</b>	<b>031</b>
<b>1.10</b>	<b>Geographisches Koordinatensystem .....</b>	<b>032</b>
1.10.1	Liniennetz .....	032
1.10.2	Besonderheiten .....	033
1.10.3	Breitenkreise .....	034
1.10.4	Meridiane .....	034
1.10.5	Ortsdefinition .....	035
1.10.6	Breite und Länge, international .....	035
1.10.7	Abweichung .....	036
1.10.8	Meridiankonvergenz .....	036
1.10.9	Großkreis .....	037
<b>1.11</b>	<b>Sonderfälle des Kurses .....</b>	<b>037</b>
1.11.1	Orthodromischer Kurs .....	037
1.11.2	Loxodromischer Kurs .....	038
<b>1.12</b>	<b>Zeitdefinitionen .....</b>	<b>039</b>
1.12.1	Wahre Sonnenzeit .....	039
1.12.2	Mittlere Sonnenzeit .....	040
1.12.3	Universal Time (Weltzeit) .....	040
1.12.4	Zonenzeit .....	041
1.12.5	Standardzeit .....	042
1.12.6	Mittlere Sonnenortszeit .....	043
1.12.7	Zeitgleichung .....	044
1.12.8	Sternzeit .....	047
<b>1.13</b>	<b>Gestirnskulmination .....</b>	<b>048</b>
1.13.1	Höhenwinkel .....	048
1.13.2	Sonnenkulmination .....	048
1.13.3	Fixsternkulmination .....	052
<b>1.14</b>	<b>Planet Erde .....</b>	<b>053</b>
1.14.1	Erdrotation .....	053
1.14.2	Erdumlaufbahn .....	054
1.14.3	Schiefe der Ekliptik .....	054
1.14.4	Erdrotationsachse .....	054

1.14.5	Erdachsbestrahlungswinkel .....	054
1.14.6	Ursache der Jahreszeiten .....	055
1.14.7	Ekl. Äquator, ekl. Nord- u. Südgebiet .....	056
1.14.8	Erdumlaufpositionen .....	058
1.14.9	Besondere Breitenkreise und Gebiete .....	064
1.14.10	Weitere navigatorische Erkenntnisse .....	064

## 2. Orientierung mit Gestirnen

2.1	Polaris zeigt die geographische Nordrichtung .....	066
2.1.1	Aufsuchen von Polaris .....	067
2.1.2	Polaris versinkt in den Horizont .....	068
2.1.3	Polaris unter dem Horizont .....	068
2.2	Polarishöhe und Standbreite .....	069
2.3	Kreuz des Südens .....	072
2.3.1	Sichtbarkeit .....	072
2.3.2	Südrichtung .....	073
2.4	Kulminierender Dubhe zeigt Norden .....	074
2.4.1	Untere Kulmination von Dubhe .....	074
2.4.2	Obere Kulmination von Dubhe .....	075
2.4.3	Fehlerbetrachtung .....	075
2.4.3	Beispiel .....	075
2.5	Richtungsbestimmung mit Uhr und Sonne .....	076
2.5.1	Mit Vertrauen in die Irre .....	077
2.5.2	Warnende Weltkarte .....	079
2.5.3	Beseitigung der Primärfehler .....	080
2.5.4	Beispiele zur korrigierten Uhr-Sonne-Methode .....	085
2.5.5	Praxis mit der 12-Stunden-Peilscheibe .....	086
2.5.6	Praxis mit der 24-Stunden-Peilscheibe .....	088
2.5.7	Vollmond anstelle Sonne .....	089
2.6	Orientierung mit dem Sonnenschattenlauf .....	090
2.6.1	Nordsüdrichtung aus geometrischer Zeichnung .....	090
2.6.2	Geographische Länge des Standortes .....	091
2.6.3	Uhrzeitgebundene Haupthimmelsrichtungen ....	093
2.7	Orientierung mit dem Sonnenkompaß .....	096
2.7.1	Primitiver Sonnenkompaß .....	097
2.7.2	Empirisch-analoger Sonnenkompaß .....	097
2.7.3	Sonnenkompaß mit selbstregulierender Uhrzeit .....	099
2.7.4	»Cole Sun Compass« .....	100
2.7.5	Äquatorial-Sonnenkompaß .....	102
2.7.6	Äquatorialring-Sonnenkompaß .....	103

## 3. Karte

3.1	Allgemeines .....	105
3.2	Projektion .....	107
3.2.1	Normale Mercatorprojektion .....	109
3.2.2	Transversale Mercatorprojektion .....	111
3.2.3	Universale transversale Mercatorprojektion ..	111
3.2.4	Kegelprojektion .....	112
3.2.5	Azimutalprojektion .....	112
3.3	Maßstab .....	113
3.3.1	Geometrische Deutung des Maßstabes .....	113
3.3.2	Numerische Deutung des Maßstabes .....	115
3.3.3	Mittlerer Maßstab .....	117
3.3.4	Auswirkung des Maßstabes .....	117
3.4	Höhenänderung .....	119
3.4.1	Schattierung, Farbtönung .....	119
3.4.2	Höhenlinien (Isohypsen) .....	119
3.4.3	Neigungsmaßstab-Diagramm .....	123
3.4.4	Neigungswinkel selbst bestimmen .....	124
3.4.5	Traktionsfähigkeit diktiert die Route .....	125
3.4.6	Geländeprofil und Silhouette .....	126
3.5	Nordrichtungen .....	127
3.5.1	Geographisch Nord (GeN) .....	127
3.5.2	Gitternord (GiN) .....	130
3.5.3	Mißweisend Nord (mWN) .....	131
3.5.4	Nordrichtungssymbole .....	133
3.6	Winkelmessung auf der Karte .....	134
3.6.1	Kursdreieck .....	135
3.6.2	Kursdrehlineal ohne Mißweisungsregulierung ..	137
3.6.3	Kursdrehlineal mit Mißweisungsregulierung ..	138
3.7	UTM-Referenzsystem (UTMREF) .....	139
3.7.1	Zone-Band-Felder .....	140
3.7.2	100-km-Quadrate .....	141
3.7.3	Maßkoordinaten .....	142
3.7.4	Standflächenmeldung (Standortmeldung) .....	143
3.8	Polares Referenzsystem (UPSREF) .....	144

<b>3.9</b>	<b>Geographisches Referenzsystem (GEOREF) .....</b>	<b>145</b>
3.9.1	15°-Felder .....	146
3.9.2	1°-Felder .....	147
3.9.3	1-Minutenfelder .....	147
3.9.4	1/10-Minutenfelder .....	147
3.9.5	Standflächenmeldung .....	148
<b>3.10</b>	<b>Verschiedenes .....</b>	<b>149</b>
3.10.1	Anschlusskarten .....	149
3.10.2	Reliefkarte .....	150
3.10.3	Luft- und Satellitenaufnahme .....	151
3.10.4	Elektronik statt Zirkel und Kursdreieck ....	152
3.10.5	Elektronische Karte .....	153
<hr/>		
<b>4.</b>	<b>Magnetkompaß</b>	
<b>4.1</b>	<b>Magnet, allgemein .....</b>	<b>155</b>
<b>4.2</b>	<b>Magnetfeld der Erde .....</b>	<b>156</b>
4.2.1	Permanent- und Temporärfeld .....	156
4.2.2	Magnetpole .....	157
4.2.3	Richtungskomponenten .....	157
4.2.4	Deklination (Mißweisung) .....	159
4.2.5	Inklination .....	171
<b>4.3</b>	<b>Deviation .....</b>	<b>173</b>
<b>4.4</b>	<b>Umgang mit der Mißweisung</b>	
4.4.1	Mißweisender Kurs, mißweisende Peilung ....	174
4.4.2	Ausgleich der Mißweisung .....	175
4.4.3	Mißweisung selbst bestimmen .....	177
<b>4.5</b>	<b>Peilkompaß .....</b>	<b>178</b>
4.5.1	Fernglas-Peilkompaß .....	178
4.5.2	Linseatischer Peilkompaß .....	180
4.5.3	Nacktvisier-Peilkompaß .....	180
<b>4.6</b>	<b>Marschkompaß .....</b>	<b>181</b>
4.6.1	Prinzipielle Funktionsaufgaben .....	181
4.6.2	Wesentliche Bauteile .....	182
4.6.3	Kriterien beim Kauf eines Marschkompasses ..	183
4.6.4	Grundregel zur Winkelmessung auf der Karte .	184
4.6.5	Standmeridian einnorden .....	186
4.6.6	Von der Karte ins Gelände .....	188
4.6.7	Vom Gelände in die Karte .....	192
4.6.8	Standortbestimmung aus Kreuzpeilung .....	196
4.6.9	Futuristischer elektronischer Marschkompaß .	198

4.7	Genauigkeit der Anzeige .....	200
4.8	Im Fahrzeug installierter Magnetkompaß .....	201
4.8.1	Deviation .....	202
4.8.2	Magnetisches Störfeld .....	202
4.8.3	Einfachste Kompensationsart .....	203
4.8.4	ABCDE-Koeffizienten der Kompensation .....	204
4.8.5	Veränderung des magnetischen Störfeldes .....	206
4.8.7	Optimisten-Kursrose .....	207
4.8.8	Fernübertragungskompaß .....	208

## 5. Höhenmesser - Barometer 210

## 6. Clinometer 212

## 7. Astronavigation

7.1	Astronomische Grundlagen .....	215
7.1.1	Fixsterne .....	215
7.1.2	Sonne .....	216
7.1.3	Planeten .....	217
7.1.4	Mond .....	217
7.2	Verschiedene Horizonte .....	218
7.3	Ephemeriden .....	220
7.3.1	Gestirnsübersichtskarten .....	220
7.3.2	Bildpunkt .....	225
7.3.3	Stündliche Bildpunktkoordinaten .....	228
7.3.4	Interpolation .....	230
7.3.5	HO 249 und HO 229 .....	233
7.4	Instrumente .....	234
7.4.1	Sextant .....	234
7.4.2	Theodolit .....	237
7.4.3	Zeituhr .....	239
7.4.4	Taschenrechner .....	240
7.5	Höhenbeschickung .....	241
7.5.1	Indexfehler .....	242
7.5.2	Augeshöhe .....	243
7.5.3	Parallaxe .....	244
7.5.4	Refraktion .....	245
7.5.5	Gestirnsradius .....	247
7.5.6	Zusammenfassung der Höhenbeschickung .....	248

<b>7.6</b>	<b>Spezielle Standlinien .....</b>	<b>249</b>
7.6.1	Polarisbreite .....	249
7.6.2	Mittagsbreite .....	254
7.6.3	Mittagslänge .....	259
<b>7.7</b>	<b>Allgemeine Standlinien .....</b>	<b>263</b>
7.7.1	Höhengleiche .....	264
7.7.2	Azimet und Interzept .....	266
7.7.3	Nautisch-Astronomisches Dreieck .....	268
7.7.4	Sonnenstandlinie .....	270
7.7.5	Fixsternstandlinie .....	273
7.7.6	Planetstandlinie .....	277
7.7.7	Mondstandlinie .....	280
7.7.8	Fehlerbetrachtung zur geraden Standlinie ...	284
7.7.9	Einfluß fehlerhafter Parameter .....	285
<b>7.8</b>	<b>Standortbestimmung .....</b>	<b>286</b>
7.8.1	Zweihöhenverfahren nach St. Hilaire .....	286
7.8.2	Zweihöhenverfahren mit Standortversetzung ..	289
7.8.3	Rechnerisches Direktverfahren mit oder ohne Standortversetzung .....	290
<b>7.9</b>	<b>Sternfinder .....</b>	<b>295</b>
7.9.1	Vom Nautischen Jahrbuch an den Himmel .....	295
7.9.2	Vom Himmel in das Nautische Jahrbuch .....	296
<b>7.10</b>	<b>Schlußbemerkung zur Astronavigation .....</b>	<b>299</b>

## **8. Trägheitsnavigation**

<b>8.1</b>	<b>Kreiselkompaß .....</b>	<b>300</b>
<b>8.2</b>	<b>Fahrzeug-Navigationsanlagen .....</b>	<b>302</b>

## **9. Funk-Navigation**

<b>9.1</b>	<b>Grundlagen .....</b>	<b>305</b>
9.1.1	Definition der Welle .....	305
9.1.2	Ausbreitung der Wellen .....	307
9.1.3	Reichweite der Wellen .....	307
9.1.4	Boden- und Raumwelle .....	308
9.1.5	Wellenbereiche .....	311

<b>9.2</b>	<b>Funk-Peilung .....</b>	<b>312</b>
9.2.1	Empfangsgerät .....	312
9.2.2	Peilung .....	313
<b>9.3</b>	<b>Radar .....</b>	<b>315</b>
9.3.1	Vorläufiger Überblick .....	316
9.3.2	Antenne und Impulse .....	316
9.3.3	Reichweite .....	317
9.3.4	Reflexion .....	319
9.3.5	RADAR-Keule und Auflösung .....	320
9.3.6	Abdeckung .....	321
9.3.7	Darstellungsarten auf dem Bildschirm .....	322
9.3.8	Bildschirm .....	323
9.3.9	Standortbestimmung mit RADAR-Kreuzpeilung ...	325
9.3.10	Standortbestimmung mit Radiusvektor .....	326
9.3.11	Kollisionskurs .....	326
<b>9.4</b>	<b>LORAN C .....</b>	<b>327</b>
9.4.1	Empfangsgebiete .....	328
9.4.2	Sender und Impulse .....	328
9.4.3	Standlinien .....	329
9.4.4	Standort .....	331
9.4.5	Empfangsgeräte-Optionen .....	332
9.4.6	Genauigkeit .....	333
<b>9.5</b>	<b>NNSS/TRANSIT Satelliten-Navigation .....</b>	<b>334</b>
9.5.1	Funktionskomponenten .....	335
9.5.2	Navigationsnachricht .....	338
9.5.3	Dopplereffekt .....	339
9.5.4	Dopplercount .....	340
9.5.5	Ortsbestimmung .....	341
9.5.6	Genauigkeit .....	344
<b>9.6</b>	<b>NAVSTAR-GPS Satelliten-Navigation .....</b>	<b>345</b>
9.6.1	Vorläufiger Überblick .....	346
9.6.2	GPS-Konfiguration .....	347
9.6.3	Verschiedene Empfangsgerätetypen .....	350
9.6.4	Navigationsnachricht .....	353
9.6.5	Standortkoordinaten .....	354
9.6.6	Funktionen des Empfangsgerätes .....	356
9.6.7	Genauigkeiten der Standortbestimmung .....	364
9.6.8	Ellipsoid plus Undulation = Geoid .....	365
9.6.9	Signalabdeckung .....	367
<b>9.7</b>	<b>Abschlusskommentar zur Funk-Navigation .....</b>	<b>369</b>